

Penerapan Model GSTARX untuk Meramalkan Data Inflasi Di Sulawesi Selatan

Khadijah^{1,*}, Hikmah², Fardinah³, Apriyanto⁴, Nurhidayah⁵, Sri Dian Lestari⁶

¹ Program Studi Pend. Matematika, Universitas Negeri Makassar, Makassar 90224, Indonesia

^{2,3} Program Studi Statistika, Universitas Sulawesi Barat, Majene 91412, Indonesia

^{4,5} Program Studi Matematika, Universitas Sulawesi Barat, Majene 91412, Indonesia

⁶ Program Studi Statistika, Universitas Patempo, Makassar 90233, Indonesia

Corresponding Email*: khadijah0611@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini berfokus pada peramalan tingkat inflasi dengan menerapkan model *Generalized Space Time Autoregressive with Variable Exogenous* (GSTARX) dengan penambahan variabel eksogen yaitu Indeks Harga Konsumen (IHK). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model peramalan yang sesuai dan mengetahui akurasi peramalan inflasi pada lima kota di Prov. Sulawesi Selatan. Jenis penelitian ini adalah penelitian terapan (*applied approach*) dengan menggunakan data kuantitatif. Penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan data inflasi dan IHK, kemudian dilakukan uji kestasioneran data terhadap ragam dan rata-rata secara multivariat menggunakan Uji ADF. Berikutnya, melakukan pemeriksaan terhadap autokorelasi, selanjutnya mengidentifikasi model GSTARX menggunakan orde waktu, spasial, dan fungsi transfer. Setelah melakukan estimasi parameter model GSTARX pada bagian akhir dilakukan peramalan terhadap data inflasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model GSTARX $([2_1])(26,0,1)$ adalah model yang cocok dengan hasil peramalan inflasi lima kota di Prov. Sulawesi Selatan menunjukkan bahwa pembobot invers jarak memiliki akurasi yang lebih baik karena nilai rata-rata RMSE bobot invers jarak yaitu 0,335202345 lebih kecil dibanding bobot seragam yaitu 0,77351749. Akan tetapi, terdapat selisih perbedaan hasil peramalan dengan data *out-sample* karena kedua bobot belum mampu menjelaskan efek spasial secara menyeluruh.

Kata Kunci: Inflasi, IHK, GSTARX

Abstract

This research focuses on forecasting the inflation rate using the *Generalized Space Time Autoregressive With Exogenous Variables* (GSTARX) model with the addition of an exogenous variable, namely the Consumer Price Index (CPI). This research aims to obtain an appropriate forecasting model and determine the accuracy of inflation forecasting in five cities in the Province of South Sulawesi. This type of research is applied research using quantitative data. This research began by collecting inflation and CPI data, then a data stationarity test was carried out on the variance and average in a multivariate manner using the ADF Test. Next, checking autocorrelation, then identifying the GSTARX model using time, spatial and transfer function orders. After estimating the parameters of the GSTARX model, at the end, inflation data is forecasted. The research results show that the GSTARX model is a model that is suitable for the inflation forecasting results for five cities in the Province of South Sulawesi shows that the inverse distance weighting has better accuracy because the average RMSE value of the inverse distance weighting is 0.335202345, which is smaller than the uniform weighting, namely 0.77351749. However, there is a difference between the forecasting results and out-sample data because the two weights are not able to explain spatial effects completely.

Keywords: Inflation, IHK, GSTARX

Received :07-09-2023, Revised :20-01-2024, Accepted :22-02-2024

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan populasi penduduk yang tinggi. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) total penduduk Indonesia pada pertengahan Tahun 2021 sebanyak 272,68 juta jiwa, jumlah ini naik dibandingkan pada pertengahan Tahun 2020 yakni 270,20 juta jiwa. Jumlah penduduk yang terus meningkat tersebut, jika tidak diikuti dengan peningkatan kesejahteraan penduduk akan membawa

sejumlah masalah ekonomi. Salah satu masalah ekonomi yang berdampak signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi adalah inflasi [1], [2], dan [3]. Mengendalikan laju inflasi menjadi salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk menumbuhkan dan menstabilkan perekonomian [4] dan [5].

Inflasi merupakan persoalan Ekonomi yang berdampak kepada banyak hal termasuk dalam hal ini adalah peningkatan kesejahteraan masyarakat. Di Indonesia, perkembangan inflasi nasional sangat dipengaruhi oleh dinamika perkembangan inflasi di setiap daerah, karena inflasi nasional merupakan agregat dari inflasi di daerah dengan menggunakan pembobotan tertentu [6], [7], dan [8]. Oleh karena itu, setiap daerah seyogyanya harus mampu mengendalikan inflasi dengan baik karena disadari atau tidak inflasi memiliki dua sisi yang saling berlawanan, di satu sisi inflasi yang tinggi dapat berdampak negatif terhadap pertumbuhan ekonomi dan melemahnya daya beli masyarakat, namun di lain sisi inflasi yang rendah justru dapat mempengaruhi peningkatan iklim investasi.

Sebagai provinsi besar yang berada di kawasan Timur Indonesia, tingkat inflasi di Sulawesi Selatan sangat perlu diperhatikan. Terdapat lima kota besar yang dapat memberikan gambaran tingkat inflasi di Sulawesi Selatan sehubungan dengan perubahan Indeks Harga Konsumen (IHK). Lima kota besar tersebut yaitu Kota Bulukumba, Kota Watampone, Kota Makassar, Kota Parepare, dan Kota Palopo. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), inflasi di Sulawesi Selatan pada September 2022 sebesar 1,12 persen atau IHK meningkat dari 112,00 pada Agustus 2022 menjadi 113,25 pada September 2022. Inflasi tertinggi terjadi di Kota Palopo sebesar 1,74 persen dan terendah terjadi di Kota Watampone sebesar 0,29 persen. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menjaga kestabilan laju inflasi adalah penyediaan data yang akurat untuk meramalkan nilai inflasi [9].

Penelitian ini, memodelkan inflasi pada lima kota di Sulawesi Selatan yang melibatkan efek waktu (time) dan efek lokasi (space) serta variabel eksogen dengan skala metrik yaitu IHK. Penyertaan variabel ini karena inflasi merupakan perubahan IHK suatu wilayah pada periode waktu tertentu dibandingkan dengan IHK wilayah tersebut pada periode sebelumnya. Terdapat pengaruh positif dan signifikan banyaknya uang yang beredar dan dibelanjakan terhadap inflasi di Indonesia dalam jangka panjang [10]. Salah satu model yang sesuai untuk peramalan yang melibatkan efek waktu, efek spasial dan variabel eksogen adalah model Generalized Space Time Autoregressive with exogenous variable (GSTARX) [11].

2. Metode

Penelitian ini adalah penelitian terapan (*applied approach*) dengan menggunakan data kuantitatif. Pendekatan yang digunakan dalam meramalkan data inflasi menggunakan model *Generalized Space Time Autoregressive With Variable Exogenous* (GSTARX) yaitu pendekatan secara kuantitatif dengan penambahan variabel IHK sebagai variabel eksogen. Tahapan-tahapan dari penelitian ini yaitu: (1) Menganalisis data secara deskriptif; (2) Mengidentifikasi pola data inflasi dan data IHK; (3) Melakukan pengujian stasioneritas data terhadap ragam dan rata-rata secara multivariate; (4) Menguji autokorelasi inflasi dan IHK menggunakan uji *Cross Corelation Function*; (5) Mengidentifikasi model GSTARX dengan menggunakan orde waktu, orde spasial dan orde fungsi transfer; (6) Menentukan bobot lokasi; (7) Melakukan pendugaan parameter model GSTARX; (8) Memilih model terbaik; (9) Melakukan peramalan data inflasi.

3. Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan dalam penelitian ini dapat dibedakan menjadi dua kategori yaitu data *training* dan data *testing*. Data *training* merupakan data IHK setiap bulan untuk Tahun 2014 s/d Tahun 2020, sedangkan data *testing* yang digunakan adalah data pada Tahun 2021 s/d Tahun 2022.

3.1 Analisis Deskriptif

3.2.1 Data Inflasi

Dengan menggunakan bantuan SPSS diperoleh gambaran umum terkait data inflasi untuk lima Kota/Kab di Sulawesi Selatan sebagai berikut:

Tabel 1. Statistik deskriptif data Inflasi lima kota/kab di Sulawesi Selatan

Statistics		Makassar	Bulukumba	Watampone	Pare-Pare	Palopo
N	Valid	84	84	84	84	83
	Missing	0	0	0	0	1
Mean		.3433	.3052	.2852	.2645	.2964
Std. Deviation		.52626	.57069	.57023	.74666	.60359
Minimum		-.85	-1.05	-1.27	-1.59	-.69
Maximum		2.69	2.73	2.43	3.75	3.44

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa rata-rata tingkat inflasi tertinggi terjadi di Kota Makassar yaitu sebesar 0,34%. Nilai ini lebih besar dibandingkan dengan keempat Kota/Kab lainnya karena Kota Makassar merupakan Ibukota dari Provinsi Sulawesi Selatan sehingga tingkat inflasi dapat dipengaruhi oleh banyak faktor. Meskipun demikian, pada umumnya rata-rata tingkat inflasi hampir sama pada masing-masing Kota/Kab, ini mengindikasikan bahwa pihak terkait di setiap Kota/Kab mampu mengendalikan inflasi dengan baik. Selain itu, dapat dilihat pula bahwa standar deviasi terendah adalah di Kota Makassar yaitu sebesar 0,52 yang artinya kenaikan inflasi di Kota Makassar pada umumnya masih cenderung stabil.

3.2.2 Data IHK

Data IHK yang menjadi variabel eksogen pada penelitian ini diringkas dalam tabel statistik deskriptif yang disajikan sebagai berikut:

Tabel 2. Statistik deskriptif data IHK lima kota/kab di Sulawesi Selatan

Statistics		Makassar	Bulukumba	Watampone	Pare-Pare	Palopo
N	Valid	84	84	84	84	84
	Missing	0	0	0	0	0
Mean		123.3379	128.2917	120.2151	119.4611	121.4868
Std. Deviation		11.71138	12.14655	10.04557	9.00546	10.66077
Minimum		104.02	104.54	102.84	103.57	103.32
Maximum		140.02	144.75	135.06	132.60	136.62

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa rata-rata IHK hampir sama untuk lima Kota/Kab di Sulawesi Selatan, artinya perkembangan harga barang/jasa yang dibayarkan oleh masyarakat dari waktu ke waktu di setiap Kota/Kab tidak jauh berbeda. Rata-rata IHK terendah adalah Kota Pare-Pare yaitu sebesar 119,46 dan tertinggi adalah Kab. Bulukumba yaitu sebesar 128,29.

3.2 Korelasi Spasial

3.2.1 Korelasi Data Inflasi Antar Lokasi

Hasil korelasi *Pearson* pada data inflasi antar lima kota di Prov. Sulawesi Selatan menunjukkan bahwa setiap kota memiliki hubungan yang nyata karena nilai p-value lebih kecil dari taraf signifikansi 5% dan nilai korelasi pada setiap kota mendekati satu. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hubungan inflasi antara lima kota memiliki keterkaitan yang kuat.

4.2.2 Korelasi Data IHK Antar Lokasi

Nilai korelasi *Pearson* pada data IHK antar lima kota di Prov. Sulawesi Selatan bahwa setiap kota memiliki hubungan yang nyata karena nilai p-value lebih kecil dari taraf signifikansi 5% dan nilai korelasi pada setiap kota mendekati satu. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hubungan IHK antara lima kota memiliki keterkaitan yang kuat.

3.3 Uji Stasioneritas Data

Variabel endogen dalam penelitian ini dinotasikan dengan simbol $Z_{i,t}$ yang menyatakan inflasi pada lokasi ke- i dengan $i = 1,2,3,4,5$, dan waktu ke- t . Sedangkan variabel eksogen dengan skala metrik yaitu IHK disimbolkan dengan $X_{i,t}$.

3.5.1 Stasioneritas Terhadap Ragam

Hasil pengujian data Inflasi dan IHK menggunakan *software minitab* disajikan pada Tabel 3. dan Tabel 4 berikut.

Tabel 3. Hasil analisis Box-Cox untuk data Inflasi

Variabel	λ	Transformasi (Z_i)*		Kesimpulan
		Bentuk Transformasi	λ	
Makassar (Z_1)	0,5	$(Z_1)^{0,5}$	1	Stasioner
Bulukumba (Z_2)	0,5	$(Z_2)^{0,5}$	1	Stasioner
Watampone (Z_3)	0,5	$(Z_3)^{0,5}$	1	Stasioner
Pare-Pare (Z_4)	0,5	$(Z_4)^{0,5}$	1	Stasioner
Palopo (Z_5)	-0,5	$(Z_1)^{-0,5}$	1	Stasioner

Berdasarkan tabel di atas, diketahui bahwa data awal tidak stasioner terhadap ragam sehingga harus dilakukan transformasi agar seluruh data menjadi stasioner. Selanjutnya, hasil analisis untuk data IHK diberikan pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil analisis Box-Cox untuk data IHK

Variabel	λ	Transformasi (X_i)*		Kesimpulan
		Bentuk Transformasi	λ	
Makassar (X_1)	1,44	$(X_1)^{1,44}$	1	Stasioner
Bulukumba (X_2)	-0,5	$(X_2)^{-0,5}$	1	Stasioner
Watampone (X_3)	-0,5	$(X_3)^{-0,5}$	1	Stasioner
Pare-Pare (X_4)	-2	$(X_4)^{-2}$	1	Stasioner
Palopo (X_5)	-0,5	$(X_1)^{-0,5}$	1	Stasioner

Sama dengan data Inflasi, hasil pengujian untuk data IHK juga harus ditransformasi terlebih dahulu sampai datanya menjadi stasioner terhadap ragam.

3.5.2 Stasioneritas Terhadap Rata-Rata

Pengujian stasioneritas terhadap rata-rata dilakukan dengan menggunakan uji Augmented Dickey-Fuller (ADF). Hasil uji ADF data Inflasi dan data IHK disajikan pada tabel berikut.

Tabel 5. Uji ADF data inflasi

Variabel	Dickey-Fuller	p-value	Alternative Hypothesis
Makassar (Z_1)	-4,7997	0,01	Stasioner
Bulukumba (Z_2)	-4,3953	0,01	Stasioner
Watampone (Z_3)	-4,5677	0,01	Stasioner
Pare-Pare (Z_4)	-4,845	0,01	Stasioner
Palopo (Z_5)	-4,7258	0,01	Stasioner

Berdasarkan Tabel 5 di atas, dapat disimpulkan bahwa data setiap kota stasioner dalam rata-rata. Sementara itu, hasil pengujian untuk data IHK, diketahui bahwa data tidak stasioner terhadap rata-rata sehingga perlu dilakukan *differencing* menggunakan persamaan berikut:

$$X'_i(t) = X_i(t) - X_i(t - 1) \quad (1)$$

Untuk $t = 2,3,\dots,108$ dan $i = 1,2,\dots,5$. Data yang telah di-*differencing* selanjutnya diuji kembali menggunakan Uji ADF dan diperoleh hasil sebagai berikut.

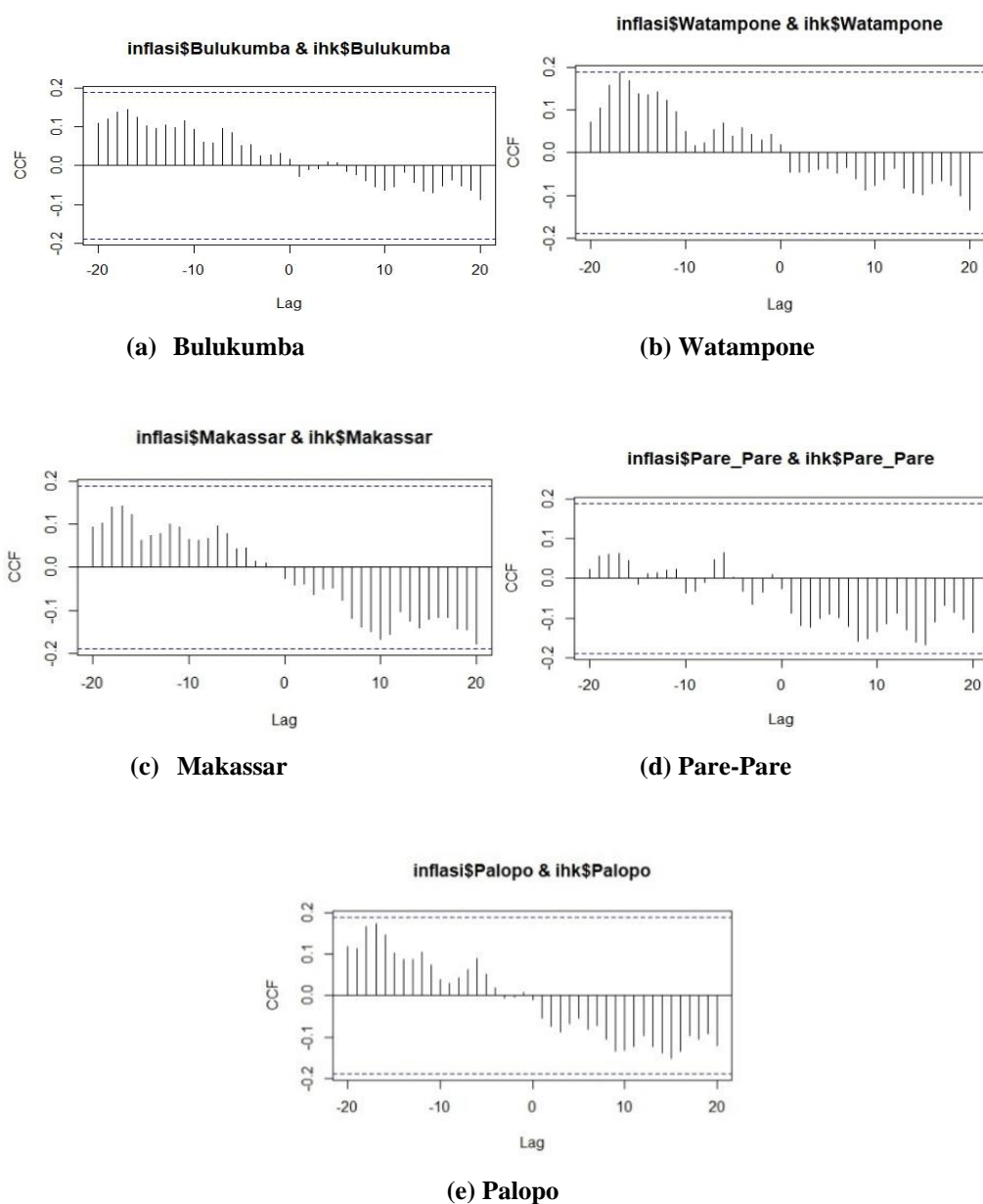
Tabel 6. Uji ADF data IHK differencing 1

Variabel	Dickey-Fuller	p-value	Alternative Hypothesis
Makassar (X'_1)	-4,46	0,01	Stasioner
Bulukumba (X'_2)	4,4741	0,01	Stasioner
Watampone (X'_3)	-4,452	0,01	Stasioner
Pare-Pare (X'_4)	-4,3498	0,01	Stasioner
Palopo (X'_5)	-4,3775	0,01	Stasioner

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa data IHK pada setiap kota setelah *differencing* tingkat pertama telah stasioner terhadap rata-rata.

3.4 Cross Correlation Function (CCF)

Arah hubungan antar data Inflasi dan data IHK dianalisis menggunakan plot CCF. Hasil plot CCF data menggunakan software *R-studio* disajikan berikut.



Gambar 1. Plot CCF inflasi dengan IHK

Berdasarkan hasil plot CCF di atas dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan antara inflasi dan IHK untuk Kota/Kab. Bulukumba, Makassar, Pare-Pare, dan Palopo.

3.5 Identifikasi Model GSTARX

Identifikasi Model GSTARX dapat dibagi menjadi dua tahap yaitu: (1) tahap identifikasi orde model GSTAR dengan cara memperhatikan plot MPACF dari data yang sudah stasioner; dan (2) tahap identifikasi variabel eksogen dengan cara mengamati plot CCF.

3.6.1 Menentukan Orde Model GSTAR

Model GSTAR mempunyai dua orde, yaitu orde waktu dan orde spasial. Orde waktu dapat ditentukan dengan memperhatikan orde model VAR menggunakan plot MPACF. Tanda positif (+) dan negatif (-) artinya memiliki korelasi (signifikan), sementara simbol (.) tidak memiliki korelasi (tidak signifikan). Plot MPACF data Inflasi menggunakan SAS disajikan pada gambar berikut.

Schematic Representation of Partial Cross Correlations												
Variable/Lag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bulukumba-..	...-.
Watampone-..	+....
Makassar-.
Pare_Pare-.+..
Palopo-.	...-.	..-..	..+..+..
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between												

Gambar 2. Plot MPACF untuk data Inflasi

Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat bahwa terdapat dua lag yang memiliki signifikansinya lebih banyak dibandingkan lag lainnya, yaitu lag 2 dan lag 3. Selanjutnya untuk menentukan lag optimal maka digunakan nilai AIC untuk setiap kemungkinan pasangan orde VAR. Berikut disajikan nilai AIC untuk orde VAR model GSTAR.

Tabel 7. Nilai AIC untuk lag yang signifikan

Orde VAR untuk GSTAR	AIC
[2]	-9,381129
[3]	-9,15355

Berdasarkan tabel di atas diperoleh bahwa orde VAR [2] karena memiliki nilai AIC terkecil yaitu -9,381129. Oleh karena itu, model yang dapat digunakan adalah GSTAR ([2]₁).

3.6.2 Identifikasi Bobot Respon Impulse (b, r, s)

Berdasarkan plot CCF dengan menggunakan SAS, diperoleh orde respon impulse untuk variabel IHK sebagai variabel eksogen memiliki orde (26,0,1).

3.6 Penentuan Bobot Lokasi

3.8.1 Bobot Seragam

Asumsi dari bobot seragam yaitu peningkatan inflasi di sebuah kota memiliki pengaruh yang sama. Artinya, bobot lokasi seragam memberikan nilai bobot yang sama pada setiap lokasi. Dalam penelitian ini, matriks bobot seragam yang digunakan yaitu:

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

3.8.2 Bobot Invers Jarak

Asumsi dari bobot invers yaitu peningkatan inflasi dipengaruhi oleh jarak yang dimiliki dengan lokasi lainnya. Jarak antara dua lokasi yang jauh cenderung memiliki bobot yang lebih rendah dibandingkan dengan jarak antara dua lokasi yang lebih dekat. Matriks bobot invers jarak yang digunakan untuk mengestimasi parameter model GSTAR diperoleh dari jarak antara lokasi.

Tabel 7. Koordinat lima kota di Sulawesi Selatan

Kota	Latitude	Longitude
Bulukumba	-5,43293	120,205110
Watampone	-4,53877	120,324997
Makassar	-5,13539	119,423790
Pare-Pare	-4,01666	119,623611
Palopo	-2,99449	120,195465

Berdasarkan tabel di atas maka dapat dibuat bobot invers jarak dengan yang hasilnya disajikan dalam Tabel 8 berikut:

Tabel 8. Standarisasi jarak antara kelima kota/kab di Sulawesi Selatan

Lokasi	Bulukumba	Watampone	Makassar	Pare-Pare	Palopo
Bulukumba	0	0,9021 km	0,83605 km	1,531000 km	2,438462 km
Watampone	0,9021 km	0	1,08080 km	0,874377 km	1,549700 km
Makassar	0,83605 km	1,08080 km	0	1,136437 km	2,275732 km
Pare-Pare	1,53100 km	0,87437 km	1,13643 km	0	1,171261 km
Palopo	2,43846 km	1,54970 km	2,27573 km	1,171261 km	0

Dari hasil perhitungan bobot *invers* jarak maka dapat dibentuk matriks bobot *invers* jarak sebagai berikut:

$$W_{ij} = \begin{pmatrix} 0 & 0,32913 & 0,35155 & 0,19394 & 0,12176 \\ 0,28996 & 0 & 0,24204 & 0,29918 & 0,16880 \\ 0,34763 & 0,26891 & 0 & 0,25574 & 0,12771 \\ 0,18500 & 0,32393 & 0,24923 & 0 & 0,24182 \\ 0,17461 & 0,24775 & 0,18709 & 0,36353 & 0 \end{pmatrix}$$

3.7 Penduga Parameter Model GSTARX

Penduga parameter model GSTARX dilakukan dengan menggunakan metode OLS terlebih dahulu untuk mendapatkan sisaan model. Selanjutnya pendekatan model SUR dapat dilakukan dengan memanfaatkan matriks varian kovarian sisaan. Model GSTARX yang terbentuk yaitu GSTARX $([2_1])(26,0,1)$. Dengan menggunakan taraf signifikansi sebesar 5% ($\alpha = 0,05$), hasil penduga parameter model GSTARX dengan bobot seragam menggunakan SAS disajikan pada Tabel 9, sedangkan untuk bobot *invers* jarak disajikan pada Tabel 10 berikut.

Tabel 9. Estimasi parameter metode SUR model GSTARX menggunakan bobot seragam

Parameter	Estimasi	p-value	Parameter	Estimasi	p-value
ϕ_{10}^1	0,130005	0,1699	ϕ_{11}^1	0,7744	<,0001
ϕ_{10}^2	0,2243	0,0144	ϕ_{11}^2	0,6365	<,0001
ϕ_{10}^3	0,2339	0,0138	ϕ_{11}^3	0,4509	0,0003
ϕ_{10}^4	0,1442	0,1249	ϕ_{11}^4	0,8342	<.0001
ϕ_{10}^5	0,5216	<,0001	ϕ_{11}^5	0,2050	<.0001
ϕ_{20}^1	0,18034	0,0536	ϕ_{21}^1	-0,00284	0,9820
ϕ_{20}^2	-0,00252	0,9782	ϕ_{21}^2	0,2348	0,0710
ϕ_{20}^3	0,00336	0,9714	ϕ_{21}^3	0,2576	0,0327
ϕ_{20}^4	0,2055	0,0323	ϕ_{21}^4	0,02936	0,8458

ϕ_{20}^5	0,1714	0,0204	ϕ_{21}^5	-0,0249	0,5666
β_1^1	-99,776	0,0182	β_1^2	-181,223	0,0182
β_1^3	-133,798	0,1840	β_1^4	-93645,5	<,0001
β_1^5	101,2352	0,0119			

Berdasarkan tabel di atas diperoleh bahwa hanya beberapa parameter yang signifikan karena memiliki $p - value \leq 0,05$. Sehingga hanya parameter signifikan yang digunakan, dengan $\hat{Z}_{1,t}, \hat{Z}_{2,t}, \hat{Z}_{3,t}, \hat{Z}_{4,t}$ dan $\hat{Z}_{5,t}$ secara berturut adalah nilai duga data inflasi yang stasioner di Kota Bulukumba, Watampone, Makassar, Parepare, dan Palopo. Selanjutnya, dengan menggunakan taraf signifikansi sebesar 5% ($\alpha = 0,05$), hasil dari penduga parameter model GSTARX dengan metode SUR menggunakan bobot invers jarak diperoleh sebagai berikut.

Tabel 10. Estimasi parameter metode SUR model GSTARX menggunakan bobot invers jarak

Parameter	Estimasi	Signifikansi	Parameter	Estimasi	Signifikansi
ϕ_{10}^1	0,1579	0,11663	ϕ_{11}^1	0,6616	<,0001
ϕ_{10}^2	0,2773	0,0027	ϕ_{11}^2	0,5156	<,0001
ϕ_{10}^3	0,2369	0,0188	ϕ_{11}^3	0,4033	0,0005
ϕ_{10}^4	0,1468	0,1247	ϕ_{11}^4	0,8149	<,0001
ϕ_{10}^5	0,5219	<,0001	ϕ_{11}^5	0,2047	<,0001
ϕ_{20}^1	0,2186	0,0307	ϕ_{21}^1	0,01215	0,9213
ϕ_{20}^2	-0,0106	0,9077	ϕ_{21}^2	0,2669	0,0246
ϕ_{20}^3	0,0037	0,9702	ϕ_{21}^3	0,2625	0,0206
ϕ_{20}^4	0,2234	0,0221	ϕ_{21}^4	0,0164	0,9135
ϕ_{20}^5	0,1746	0,0188	ϕ_{21}^5	-0,0259	0,5535
β_1^1	-99,776	0,0182	β_1^2	-181,223	0,0182
β_1^3	-133,798	0,1840	β_1^4	-93645,5	<,0001
β_1^5	101,2352	0,0119			

Berdasarkan tabel diatas, diperoleh bahwa hanya beberapa parameter yang signifikan karena memiliki $p - value \leq 0,05$. Sehingga hanya parameter signifikan yang digunakan, dengan $\hat{Z}_{1,t}, \hat{Z}_{2,t}, \hat{Z}_{3,t}, \hat{Z}_{4,t}$ dan $\hat{Z}_{5,t}$ secara berturut adalah nilai duga data inflasi yang stasioner di Kota Bulukumba, Watampone, Makassar, Parepare, dan Palopo.

3.8 Pengujian Diagnostik Model GSTARX

3.8.1 Uji White Noise

Ringkasan hasil pengujian asumsi *white noise* sisaan pada model GSTRAX dengan pembobot seragam dan invers jarak menggunakan software SAS dapat dilihat melalui Gambar 3 berikut.

Schematic Representation of Cross Correlations of Residuals											
Variable/Lag	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
yresid1	++++.++..
yresid2	++++.+
yresid3	++++.
yresid4	++++.
yresid5++++.	..++.
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between											

(a) Bobot Seragam

Schematic Representation of Cross Correlations of Residuals											
Variable/Lag	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
yresid1	++++.++..
yresid2	++++.+	+....
yresid3	++++.
yresid4	++++.+
yresid5+	++++.	..++.-
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between											

(b) Bobot Invers Jarak

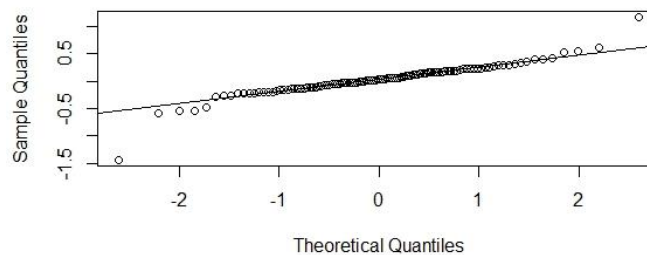
Gambar 3. Plot MACF residual

Berdasarkan gambar diatas diperoleh bahwa lag signifikan adalah lag ke-0, sehingga tidak ada korelasi antar variabel. Berdasarkan identifikasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa residual model GSTARX $([2_1])(26,0,1)$ bobot seragam dan bobot *invers* jarak memenuhi asumsi *white noise*.

3.9 Uji Normalitas Multivariat

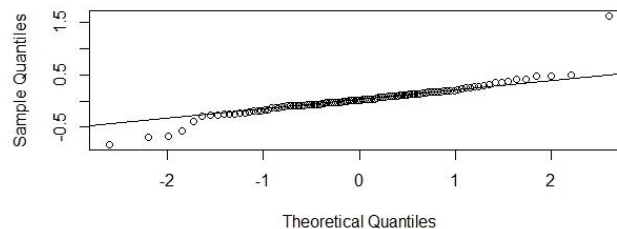
Pengujian normalitas dapat dilakukan dengan menggunakan QQ plot. Berikut hasil pengujian normalitas multivariat pada model GSTARX $([2_1])(26,0,1)$ menggunakan pembobot seragam dan *invers* jarak menggunakan software R-studio dapat dilihat melalui gambar berikut.

Normal Q-Q Plot



(a) Bobot Seragam

Normal Q-Q Plot



(b) Bobot Invers Jarak

Gambar 5. Uji normalitas

Berdasarkan QQ *plot* pada gambar di atas diketahui bahwa titik-titik yang merupakan nilai jarak mahalanobis menyebar di sekitar garis diagonal. Berdasarkan identifikasi tersebut dapat disimpulkan bahwa sisaan model berdistribusi normal multivariat. Dengan demikian asumsi normal multivariat terpenuhi, langkah selanjutnya adalah melakukan peramalan.

3.10 Diagnostik Hasil Peramalan Model GSTARX

Langkah terakhir dalam analisis deret waktu yaitu menentukan peramalan (*forecasting*) untuk periode selanjutnya. Transformasi balik dilakukan setelah hasil peramalan diperoleh, karena data yang digunakan merupakan data hasil transformasi. Selanjutnya adalah melakukan pengurangan konstanta karena data yang digunakan sebelumnya telah ditambahkan dengan konstanta untuk dilakukan analisis *Box-Cox*. Untuk mengetahui pembobot spasial yang lebih baik, dapat dilakukan dengan membandingkan nilai RMSE data *testing* antara model GSTARX bobot seragam dan *invers* jarak sebagai berikut:

Tabel 11. Nilai RMSE

Kota	RMSE Out-sample	
	Bobot Seragam	Bobot Invers Jarak
Bulukumba	0.287527459	0,296425432
Watampone	0.278354229	0,278870333
Makassar	0.973268271	0.326110163
Parepare	1.775213648	0,589391786
Palopo	0,553223862	0,185814011
Rata-rata RMSE	0,77351749	0,335202345

Berdasarkan tabel di atas diperoleh bahwa Kota Bulukumba dan Watampone memiliki RMSE lebih kecil pada bobot seragam, sementara Kota Makassar, Parepare dan Palopo memiliki RMSE yang lebih kecil pada bobot *invers* jarak. Berdasarkan rata-rata RMSE, dapat disimpulkan bahwa hasil peramalan inflasi menggunakan model GSTARX ([2₁])(26,0,1) dengan bobot *invers* jarak memiliki akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan bobot seragam.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya maka kesimpulan yang dapat diambil sebagai berikut:

1. Model yang sesuai untuk peramalan inflasi di lima kota/kab. di Prov. Sulawesi Selatan adalah model GSTARX, menggunakan bobot seragam sebagai berikut:

$$\hat{Z}_{1,t} = 0,936Z_{2,t-1} + 0,936Z_{3,t-1} + 0,936Z_{4,t-1} + 0,936Z_{5,t-1} - 99,776X_{1,t-1} + e_{1,t};$$

$$\hat{Z}_{2,t} = 0,2243Z_{2,t-1} + 0,1591Z_{1,t-1} + 0,1591Z_{3,t-1} + 0,1591Z_{4,t-1} + 0,1591Z_{5,t-1} - 181,223X_{2,t-1} + e_{2,t};$$

$$\hat{Z}_{3,t} = 0,2339Z_{3,t-1} + 0,1127Z_{1,t-1} + 0,1127Z_{2,t-1} + 0,1127Z_{4,t-1} + 0,1127Z_{5,t-1} + 0,0644Z_{5,t-2} + e_{3,t};$$

$$\hat{Z}_{4,t} = 0,1127Z_{1,t-1} + 0,1127Z_{2,t-1} + 0,1127Z_{3,t-1} + 0,1127Z_{5,t-1} + 0,2055Z_{4,t-2} - 9368,5X_{4,t-1} + e_{4,t};$$

$$\hat{Z}_{5,t} = 0,5216Z_{5,t-1} + 0,0512Z_{1,t-1} + 0,0512Z_{2,t-1} + 0,0512Z_{3,t-1} + 0,0512Z_{4,t-1} + 0,1714Z_{5,t-2} + 101,2352X_{5,t-1} + e_{4,t}.$$

Sedangkan model GSTARX , untuk data inflasi 5 kota di Prov. Sulawesi Selatan menggunakan bobot invers jarak sebagai berikut:

$$\hat{Z}_{1,t} = 0,2177Z_{2,t-1} + 0,2325Z_{3,t-1} + 0,1283Z_{4,t-1} + 0,0805Z_{5,t-1} + 0,2186Z_{1,t-2} - 99,776X_{1,t-1} + e_{1,t};$$

$$\hat{Z}_{2,t} = 0,2773Z_{2,t-1} + 0,1495Z_{1,t-1} + 0,1247Z_{3,t-1} + 0,1542Z_{4,t-1} + 0,087Z_{5,t-1} + 0,0773Z_{1,t-2} + 0,0646Z_{3,t-2} + 0,0789Z_{4,t-2} + 0,04505Z_{5,t-2} - 0,04505Z_{5,t-2} - 181,223X_{2,t-1} + e_{2,t};$$

$$\hat{Z}_{3,t} = 0,2369Z_{3,t-1} + 0,1401Z_{1,t-1} + 0,1084Z_{2,t-1} + 0,1031Z_{4,t-1} + 0,0515Z_{5,t-1} + 0,0912Z_{1,t-2} + 0,0706Z_{2,t-2} + 0,0671Z_{4,t-2} + 0,0335Z_{5,t-2} + e_{3,t};$$

$$\hat{Z}_{4,t} = 0,1507Z_{1,t-1} + 0,2639Z_{2,t-1} + 0,1957Z_{3,t-1} + 0,197Z_{5,t-1} - 0,2234Z_{4,t-2} - 9346,5X_{4,t-1} + e_{4,t};$$

$$\hat{Z}_{5,t} = 0,5219Z_{5,t-1} + 0,0357Z_{1,t-1} + 0,0507Z_{2,t-1} + 0,0382Z_{3,t-1} + 0,0744Z_{4,t-1} + 0,1746Z_{5,t-2} + 101,2352X_{5,t-1} + e_{5,t}.$$

2. Hasil peramalan menggunakan model GSTARX dengan pembobot invers jarak memiliki akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan pembobot seragam, akan tetapi terdapat selisih yang cukup besar antara hasil peramalan dan data aktual (testing). Hal tersebut terjadi karena efek spasial secara menyeluruh belum mampu dijelaskan oleh kedua bobot yang digunakan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang memberikan dana melalui Skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) Tahun Anggaran 2023 untuk melaksanakan penelitian ini.

Referensi

- [1] E. F. B. Simanungkalit, “Pengaruh Inflasi Terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia,” *J. Manage.*, vol. 13, no. 3, pp. 327–340, 2020.
- [2] A. Salim, Fadilla, and PurnamasariAnggun, “Pengaruh Inflasi Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Indonesia,” *Ekon. Sharia J. Pemikir. dan Pengemb. Ekon. Syariah*, vol. 7, no. 1, pp. 17–28, 2021.
- [3] D. Satria, “Dampak Inflasi Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Di Indonesia,” *Ecosains J. Ilm. Ekon. dan Pembang.*, vol. 1, no. 2, pp. 123–141, 2012, doi: 10.24036/ecosains.348757.00.
- [4] A. N. Alfiyatin, W. F. Mahmudy, C. F. Ananda, and Y. P. Anggodo, “Penerapan Extreme Learning Machine (ELM) untuk Peramalan Laju Inflasi di Indonesia,” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 2, p. 179, 2019, doi: 10.25126/jtiik.201962900.
- [5] N. Hidayati and S. E. Widamayanti, “Istithmar : Jurnal Studi Ekonomi Syariah Pengendalian Inflasi Di Indonesia Perspektif M . Umer Chapra,” vol. 7, no. 07, pp. 50–65, 2023.
- [6] A. L. Kusumatrisna, I. Sugema, and S. H. Pasaribu, “Efek Threshold Inflasi Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Regional Di Indonesia,” *J. Ekon. Pembang.*, vol. 27, no. 1, pp. 43–52, 2019, doi: 10.14203/jep.27.1.2019.43-52.
- [7] T. Arimurti and B. Trisnanto, “Persistensi Inflasi Di Jakarta Dan Implikasinya Terhadap Kebijakan Pengendalian Inflasi Daerah,” *Bul. Ekon. Monet. dan Perbank.*, vol. 14, no. 1, pp. 5–30, 2011, doi: 10.21098/bemp.v14i1.454.
- [8] S. Dharma, “Peranan Tim Pemantauan dan Pengendalian Inflasi Daerah (TPID) Terhadap Pengendalian Inflasi di Provinsi Sumatera Utara,” *J. Ekon. dan Keuang.*, vol. 3, no. 4, pp. 278–292, 2015, [Online]. Available: <https://jurnal.usu.ac.id/index.php/edk/article/view/11755/5115>.
- [9] B. P. Statistik, “Perkembangan Indeks Harga Konsumen / Inflasi Gabungan lima kota di Sulawesi Selatan Agustus 2022,” no. 43, 2022.
- [10] A. Prayogi, “Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Inflasi Di Indonesia Menggunakan Metode OLS,” *Growth J. Ilm. Ekon. Pembang.*, vol. 1, no. 2, p. p, 2022.
- [11] Nur’Eni, D. LusiYanti, and I. Gunawan, “Identifikasi Model Generalized Space-time Autoregressive (GSTAR) untuk Nilai Inflasi di Pulau Sulawesi,” *J. Ilm. Mat. Dan Terap.*, vol. 18, no. 1, pp. 75–83, 2021, doi: 10.22487/2540766x.2021.v18.i1.15522.



© 2024 Journal of Mathematics and Applications (JOMTA). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License. **Editorial of JOMTA:** Department of Mathematics, Universitas Sulawesi Barat, Jalan Prof. Dr. Baharuddin Lopa, S.H., Talumung, Majene 91412, Sulawesi Barat.