RAGAM: Journal of Statistics and Its Application
Volume 02 Nomor 02, Desember 2023
Journal Homepage: https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/ragam

PEMODELAN GENERALIZED SPACE TIME AUTOREGRESSIVE (GSTAR) PADA DATA INDEKS HARGA KONSUMEN (IHK) 5 IBUKOTA PROVINSI DI PULAU KALIMANTAN

Muhammad Aldi Relawanto[1*], Yuana Sukmawaty[1], Dewi Sri Susanti[1]
[1]*Program Studi Statistika Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat*
Jl. A. Yani KM. 36, Banjarbaru 70714, Kalimantan Selatan

[*]*Email Corresponding: aldirel049@gmail.com*

Abstract
Generalized Space Time Autoregressive (GSTAR) model is a development model from the generalized STAR (Space Time Autoregressive) model. GSTAR model have autoregressive order to see the effect of the time element and location weighting matrix to see the effect of the location element. Unlike the STAR model, it can assume that each location research has different characteristics. The purpose of this research is to apply the Generalized Space Time Autoregressive (GSTAR) model to the Consumer Price Index (CPI) data in Kalimantan Island, especially in the capital city of each province in Kalimantan Island to find out the best estimation model with the best location weight. The location weights used the distance inverse location weights and the normalized cross-correlation location weights by estimating the parameters of the GSTAR model using the Ordinary Least Square (OLS) method. The best estimated model can be seen from the smallest Akaikae's Information Criterion (AIC) and Root Mean Square Error (RMSE) value. From the research results, it was found that the best GSTAR prediction model for CPI data for 5 cities in Kalimantan Island was the GSTAR(1,1)-I(1). These results are based on the GSTAR prediction model with the smallest AIC value and the data is differencing 1 time. The best location weight based on the smallest RMSE value for the GSTAR(1,1)-I(1) model is the normalized cross-correlation location weight.

***Keywords**: Stasionerity, Index, Location Weights, OLS, RMSE.*

1. PENDAHULUAN

Model *Generalized Space Time Autoregressive* (GSTAR) adalah model yang dikembangkan oleh Borovkova dan Nurani pada tahun 2002. Model GSTAR adalah model *Space Time Autoregressive* (STAR) yang dikembangkan, karena model STAR memiliki kelemahan pada fleksibilitas parameter saat dihadapkan dengan data yang memiliki lokasi dan waktu berbeda pada suatu data deret waktu [4]. Pada model GSTAR, unsur waktu direpresentasikan melalui orde autoregressive dan unsur lokasi direpresentasikan melalui matriks bobot lokasi. Penentuan bobot lokasi menjadi salah satu tahap terpenting untuk melakukan pemodelan GSTAR. Bobot lokasi dikatakan baik ketika memiliki tingkat kesalahan (*error*) terkecil dalam membentuk model.

Salah satu data yang dapat menggunakan pemodelan GSTAR dimana terdapat faktor waktu dan lokasi adalah data Indeks Harga Konsumen (IHK). IHK adalah ukuran perubahan harga barang atau jasa pada periode waktu tertentu yang digunakan sebagai salah satu indikator biaya hidup dan pertumbuhan ekonomi [3]. Tujuan penelitian ini yaitu menerapkan model *Generalized Space Time Autoregressive* (GSTAR) pada data Indeks Harga Konsumen (IHK) di Pulau Kalimantan khususnya di Ibukota Setiap Provinsi untuk mengetahui model dugaan terbaik dengan bobot lokasi terbaik yang dapat dihasilkan. Bobot lokasi yang digunakan yaitu bobot lokasi invers jarak dan bobot lokasi normalisasi korelasi silang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu data sehingga memberikan informasi yang berguna [8]. Analisis deskriptif bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai subjek penelitian berdasarkan data variabel yang diperoleh dan kelompok subjek yang diteliti.

2.2 Stasioneritas Data

Stasioneritas data dalam rata – rata dapat dilakukan dengan cara melihat skema *Matrix Autocorrelation Function* (MACF) atau melakukan pengujian *Augmented Dickey-Fuller* (ADF). Ketika data belum dapat dikatakan stasioner terhadap rata – rata maka perlu dilakukan *differencing* (pembedaan). *Differencing* dapat dinyatakan sebagai berikut [9]:

$$W_t = Z_t - Z_{t-1} \tag{1}$$

dimana

W_t	:	Data setelah *differencing* ke-t
Z_t	:	Data pengamatan pada waktu ke-t
Z_{t-1}	:	Data pengamatan pada waktu ke-t – 1

Stasioneritas data dalam varian dapat dilihat dari nilai *rounded value*-nya. Data dapat dikatakan stasioneritas dalam varian apabila *rounded value*-nya bernilai 1. Apabila tidak terjadi stasioneritas dalam varian, maka perlu dilakukannya transformasi *box-cox.* Fungsi transformasi *box-cox* dapat dinyatakan sebagai berikut [9]:

$$Z_t{}' = \begin{cases} \frac{Z_t{}^{\lambda}-1}{\lambda}, & untuk\ \lambda \neq 0 \\ \ln Z_t\,, & untuk\ \lambda = 0 \end{cases} \tag{2}$$

$Z_t{}'$	:	Transformasi data ke-t
t	:	Indeks waktu
λ	:	Nilai koefisien dari transformasi *Box-Cox*

2.3 Data Berkala Multivariate

Matrix Autocorrelation Function (MACF) dapat dirumuskan sebagai berikut [1]:

$$\hat{\rho}(k) = \left[\hat{\rho}_{ij}(k)\right] \tag{3}$$

Dimana $\hat{\rho}_{ij}(k)$ adalah korelasi silang sampel dari deret ke-i dan ke-j yang mana dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\hat{\rho}_{ij}(k) = \frac{\sum_{t=1}^{n-k}(Z_{i,t}-\bar{Z}_i)(Z_{j,t+k}-\bar{Z}_j)}{\left[\sum_{t=1}^{n}(Z_{i,t}-\bar{Z}_i)^2 \sum_{t=1}^{n}(Z_{j,t}-\bar{Z}_j)^2\right]^{\frac{1}{2}}} \tag{4}$$

Dimana $\bar{Z}_i$ dan $\bar{Z}_j$ adalah rata – rata sampel yang berasal dari unsur deret yang bersesuaian. *Matrix Partial Autocorrelation Function* (MACF) dapat dirumuskan sebagai berikut [1]:

$$\phi_{kk} = \frac{cov[(Z_t - \hat{Z}_t),(Z_{t+k} - \hat{Z}_{t+k})]}{\sqrt{var(Z_t - \hat{Z}_t)}\sqrt{(Z_{t+k} - \hat{Z}_{t+k})}} \quad (5)$$

Dimana $\hat{Z}_t$ dan $\hat{Z}_{t+k}$ merupakan rata – rata kesalahan kuadrat minimum dalam estimasi regresi linear dari Z_t dan Z_{t+k} yang berdasarkan pada $Z_{t+1}, Z_{t+2}, \dots, Z_{t+k-1}$.

2.4 Model *Generalized Space Time Autoregressive* (GSTAR)

Pada notasi matriks, model GSTAR dengan orde *autoregressive* p dan orde spasial $\lambda_1\lambda_2, \dots, \lambda_p$ dapat dituliskan dengan [10]:

$$Z(t) = \sum_{s=1}^{p}\left[\phi_{s0} + \sum_{k=1}^{\lambda s} \phi_{sk} W^{(k)}\right] Z(t-s) + e(t) \quad (6)$$

Dimana:

λ_p	:	Orde spasial dari parameter *autoregressive*
ϕ_{s0}	:	Matriks diagonal parameter *space time lag* spasial 0 dan parameter *autoregressive* lag ke-s
ϕ_{sk}	:	Matriks diagonal parameter *space time lag* spasial k dan parameter *autoregressive* lag ke-s
$W^{(k)}$	:	Matriks bobot berukuran NxN pada lag spasial k dengan $W^{(0)}$ yang merupakan matriks identitas berukuran NxN
$e(t)$	:	Vektor galat berukuran Nx1
$Z(t)$	:	Vektor acak berukuran Nx1 pada waktu t

2.5 Bobot Lokasi

Perhitungan bobot dengan metode invers jarak diperoleh dari hasil invers jarak sebenarnya yang kemudian dinormalisasi [4]. Pembobot lokasi ini dinyatakan dengan:

$$w_{ij} = \frac{w_{ij}^*}{\sum_{j=1}^{n} w_{ij}^*} \quad (7)$$

Yang mana,

$$w_{ij}^* = \begin{cases} \frac{1}{r_{ij}} & ; i \neq j \\ 0 & ; i = j \end{cases} \quad \text{dimana } (i, j = 1,2, \dots, n) \quad (8)$$

Dengan,

$$r_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2}\,,\ i \neq j \quad (9)$$

Keterangan:

r_{ij}	:	Jarak lokasi i ke j
(u_i, u_j)	:	Koordinat dari garis lintang
(v_i, v_j)	:	Koordinat dari garis bujur

Pembobot lokasi normalisasi korelasi silang didasari pada normalisasi korelasi silang antar lokasi pada lag waktu yang bersesuaian. Umumnya pembobot korelasi silang didefinisikan dengan [7]:

$$\rho_{ij}(k) = \frac{\gamma_{ij}(k)}{\sigma_i \sigma_j}, k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (10)$$

Dengan $\gamma_{ij}(k)$ merupakan kovarian silang antar pengamatan pada lokasi ke-I dan ke-j pada lag ke-k. Untuk melakukan pendugaan korelasi silang pada data sampel dengan cara:

$$r_{ij}(k) = \frac{\sum_{t=k+1}^{n}[Z_i(t)-\bar{Z}_I][Z_j(t-k)-\bar{Z}_J]}{\sqrt{(\sum_{t=1}^{n}[Z_i(t)-\bar{Z}_I])^2(\sum_{t=1}^{n}[Z_j(t)-\bar{Z}_J])^2}} \quad (11)$$

2.6 Estimasi Parameter

Metode *Orndinary Least Square* (OLS) adalah salah satu metode yang sering digunakan dalam melakukan estimasi nilai parameter dengan cara meminimumkan jumlah kuadrat *error.* Estimasi parameter model GSTAR pada persamaan (6) menggunakan metode OLS sebagai berikut [5]:

$$\widehat{\boldsymbol{\beta}} = [\boldsymbol{X}'\boldsymbol{X}]^{-1}\boldsymbol{X}'\boldsymbol{Z} \quad (12)$$

2.7 Uji Signifikansi Parameter

a. Uji t

Uji t dapat dilakukan sebagai berikut [6]:

Hipotesis:

H0 : $\phi = 0$ (parameter tidak signifikan)

H1 : $\phi \neq 0$ (parameter signifikan)

Statistik Uji:

$$t_{hitung} = \frac{\widehat{\phi}}{SE(\phi)} \quad (13)$$

Kriteria Pengujian:

Dengan $\alpha = 10\%$, jika $|t_{hitung}| > t_{tabel}$ maka H0 ditolak yang artinya parameter siginikan begitu sebaliknya.

b. Uji F

Uji F ini dapat dilakukan sebagai berikut [6]:

Hipotesis:

H0 : $\forall\phi_{kl} = 0$, dengan k=1,2,... l=0,1,... (parameter tidak signifikan)

H1 : $\exists\phi_{kl} \neq 0$, dengan k=1,2,... l=0,1,... (parameter signifikan)

Statistik Uji:

$$F^* = \frac{KRR}{KRS} \quad (14)$$

Dengan

$$KRR = JKR \quad (15)$$

$$KRS = \frac{JKS}{n-2} \quad (16)$$

Kriteria Pengujian:

Dengan $\alpha = 10\%$, jika $F^* > F_{(\alpha;1,n-2)}$ atau $p - value > \alpha$ maka H0 ditolak yang artinya parameter siginikan begitu sebaliknya.

2.8 Uji *White Noise*

Uji kelayakan ini dapat dilakukan dengan uji *Ljung Box Pearce* sebagai berikut [9]:

Hipotesis:

H0 : $\rho_1 = \rho_2 = \cdots = \rho_k = 0$ (*error* memenuhi syarat *white noise*)

H1 : Terdapat $\rho_k \neq 0, k = 1,2, \ldots, k$ (*error* tidak memenuhi syarat *white noise*)

Statistik Uji:

$$LB = n(n+2)\sum_{k=1}^{K} \frac{\hat{\rho}_k{}^2}{n-k} \tag{17}$$

Dimana n merupakan banyaknya pengamatan, k merupakan banyaknya lah, dan $\hat{\rho}_k$merupakan autokorelasi dugaan pada lag ke-k.

Kriteria Pengujian:

Dengan $\alpha = 10\%$, jika $LB > x^2_{1-\alpha,k}$tabel maka H0 ditolak yang artinya *error white noise* begitu sebaliknya.

2.9 Pemilihan Model Terbaik

a. *Akaikae's Information Criterion* (AIC)

Akaikae's Information Criterion (AIC) adalah salah satu kriteria untuk pemilihan model yang mana dalam modelnya mempertimbangkan banyaknya parameter. Adapun AIC dapat dirumuskan sebagai berikut [4]:

$$AIC = n \ln |\sum \boldsymbol{p}| + 2pm^2 \tag{18}$$

Dimana:

n	:	Banyaknya observasi
m	:	Ukuran dari vector proses Z_t
$\lvert\sum_{\boldsymbol{p}}\rvert$	:	Determinan dari matriks kovarians
p	:	Orde dari proses AR (p=1)

b. *Root Mean Square Error* (RMSE)

Root Mean Square Error (RMSE) adalah salah satu ukuran yang berfungsi untuk mengukur perbedaan antara nilai – nilai yang diramalkan dari suatu model dengan nilai sebenarnya dari pengamatan. Adapun RMSE dapat dirumuskan sebagai berikut [4]:

$$RMSE = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{1}{T_o}\sum_{j=1}^{T_o}(Z_j - \hat{Z}_j)^2} \tag{19}$$

Dengan:

T_o	:	Banyaknya ramalan yang dilakukan
Y_j	:	Data *out sample* ke-j
$\hat{Y}_j$	:	Data hasil ramalan ke-j

2.10 Indeks Harga Konsumen (IHK)

Di Indonesia, formula yang digunakan untuk perhitungan nilai IHK adalah indeks laspeyres sebagai berikut [2]:

$$I_n = \frac{\sum_{i=1}^{k} \frac{P_{ni}}{P_{(n-1)i}} P_{(n-1)i} \cdot Q_{oi}}{\sum_{i=1}^{k} P_{oi} \cdot Q_{oi}} \tag{20}$$

Dengan:

I_n	:	IHK pada bulan ke-n
$\frac{P_{ni}}{P_{(n-1)i}}$	:	Relatif harga komoditas i pada bulan ke-n

P_{ni} : Harga komoditas i pada bulan ke-n
$P_{(n-1)i}$: Harga komoditas i pada bulan ke-(n-1)
$P_{(n-1)i}.$: Nilai konsumsi komoditas i pada bulan ke-n(n-1)
$P_{oi}.Q_{oi}$: Nilai komoditas i pada tahun dasar
k : Jumlah barang atau jasa yang masuk dalam paket komoditas

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data IHK yang diperoleh dari situs resmi Badan Pusat Statistik Republik Indonesia. Data yang digunakan terdiri dari 5 ibukota provinsi di pulau Kalimantan yaitu Banjarmasin ($Z_1(t)$), Samarinda ($Z_2(t)$), Pontianak ($Z_3(t)$), Palangkaraya ($Z_4(t)$), dan Tarakan ($Z_5(t)$) periode tahun 2014 sampai dengan tahun 2019. Berikut Langkah Langkah analisis yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Mendeskripsikan data Indeks Harga Konsumen pada 5 ibukota provinsi di Pulau Kalimantan.
2. Membagi data menjadi data *in sample* dan *out sample*.
3. Melakukan pengecekan kestasioneran data dalam varian dengan uji *Box-Cox* dan kestasioneran data dalam rata – rata dengan melihat skema MACF. Jika terjadi data yang tidak stasioner dalam varian maka perlu dilakukan transformasi *Box-Cox* dan apabila terjadi data yang tidak stasioner dalam rata – rata maka dapat dilakukan *differencing*.
4. Mendapatkan model GSTAR dengan dilakukan identifikasi menggunakan skema MPACF serta memilih nilai AIC terkecil untuk menentukan orde *autoregressive.*
5. Membentuk bobot lokasi pada model GSTAR menggunakan dua bobot lokasi yaitu bobot lokasi invers jarak dan bobot lokasi normalisasi korelasi silang.
6. Melakukan estimasi parameter model GSTAR yang telah diidentifikasi sebelumnya menggunakan metode OLS.
7. Melakukan uji kelayakan pada model GSTAR yang telah didapat dengan melakukan uji signifikansi parameter yaitu uji F dan uji t, serta menguji *error* yang bersifat *white noise* menggunakan uji *Ljung-Box*.
8. Menghitung nilai RSME dan memilih bobot lokasi terbaik yang digunakan berdasarkan nilai RMSE terkecil.
9. Menginterpretasikan model GSTAR.

4. HASIL DAN PEMBAHAN

4.1 Analisis Deskriptif

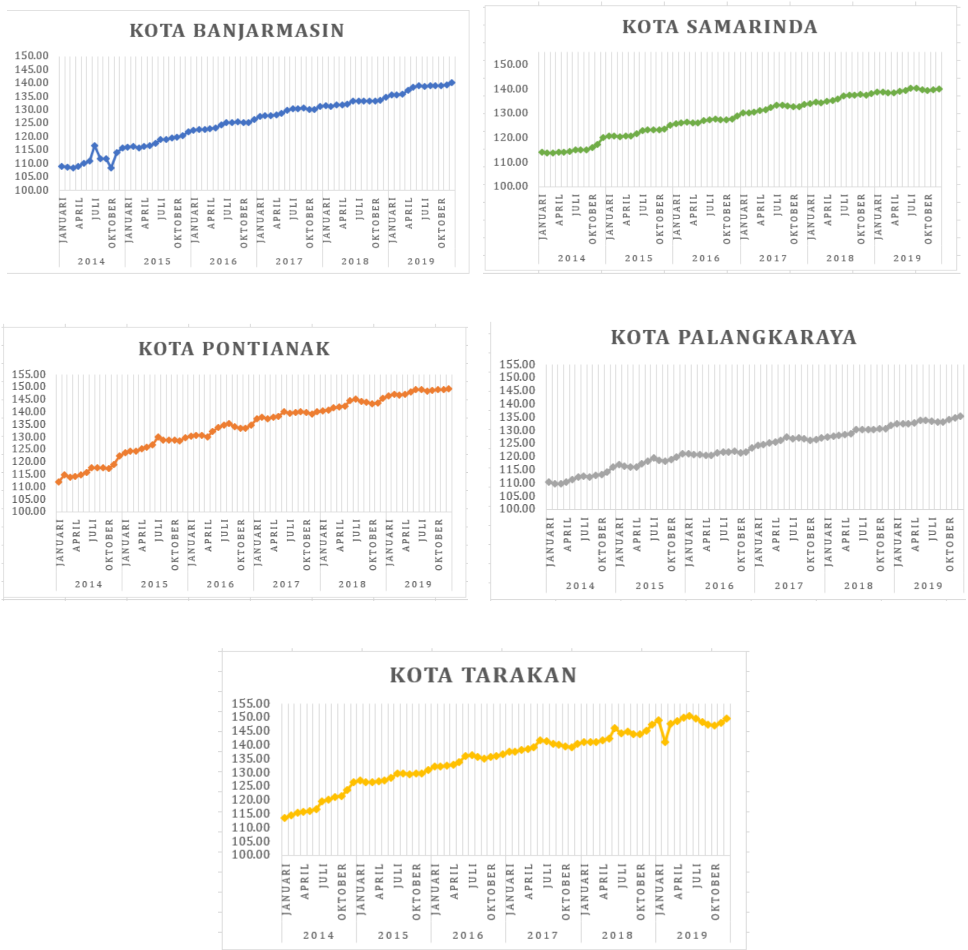
Hasil analisis deskriptif untuk data IHK 5 kota Provinsi di Pulau Kalimantan ditampilkan pada Tabel 1:

Tabel 1 analisis deskriptif data IHK 5 kota Provinsi di Pulau Kalimantan

No	Kota	Minimum	Maksimum	Mean	Standar Deviasi
1.	Banjarmasin	108.22	140.15	125.62	9.24
2.	Samarinda	113.78	140.25	128.70	8.38

3.	Pontianak	111.78	149.42	134.38	10.77
4.	Palangkaraya	109.63	135.43	123.47	7.31
5.	Tarakan	113.64	150.66	135.46	10.12

Tabel diatas menjelaskan bahwa pada data IHK rentang waktu Januari 2014 – Desember 2019 memiliki rata – rata IHK tertinggi terdapat di Kota Tarakan dengan nilai sebesar 135.46 dan rata – rata IHK terendah terdapat di Kota Palangkaraya sebesar 123.47. Berikut ini, disajikan perkembangan IHK 5 kota di Pulau Kalimantan dapat dilihat pada Gambar 1:



Gambar 1 Perkembangan IHK 5 kota di Pulau Kalimantan

Pada Gambar diatas menujukkan bahwa secara umum pola IHK 5 kota di Pulau Kalimantan periode dari Januari 2014 sampai dengan Desember 2019 relatif sama. Pola yang terlihat yaitu pola trend, yang mana adanya fluktuasi data setiap bulannya.

4.2 Estimasi Parameter Model GSTAR Pada IHK 5 Kota di Pulau Kalimantan

4.2.1. Deteksi Stasioneritas Data

Deteksi stasioneritas dalam varian pada data IHK 5 kota di Pulau Kalimantan menggunakan uji *box-cox* tersaji pada Tabel 2:

Tabel 2 Transformasi *Box-Cox*

Kota	Transformasi *Box-Cox*	
	1	2
Banjarmasin	λ=4	λ=1
Samarinda	λ=3	λ=1
Pontianak	λ=4	λ=1
Palangkaraya	λ=3	λ=1
Tarakan	λ=4	λ=1

Deteksi stasioneritas dalam rata – rata pada data IHK 5 kota di Pulau Kalimantan menggunakan uji ADF. Pada data ini dilakukan *differencing* 1 kali dan didapatkan hasil pada tabel Tabel 3:

Tabel 3 Uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF)

Kota	*P-value*	Kriteria Pengujian	Kesimpulan
Banjarmasin	0.04133	H_0 ditolak	Data Stasioner
Samarinda	0.01	H_0 ditolak	Data Stasioner
Pontianak	0.05685	H_0 ditolak	Data Stasioner
Palangkaraya	0.02463	H_0 ditolak	Data Stasioner
Tarakan	0.01	H_0 ditolak	Data Stasioner

Berdasarkan hasil diatas telah didapatkan bahwa data IHK 5 kota sudah stasioner dalam rata – rata dengan dilakukan *differencing* 1 kali. Data telah stasioner diketahui melalui nilai *p-value* < α=0.1.

4.2.2. Identifikasi Model

Melakukan pendugaan model GSTAR dengan melihat skema MPACF dan nilai AIC terkecil.

Schematic Representation of Partial Autocorrelations

Name/Lag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Banjarmasin	-..+.	.....	-....	-....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Samarinda	...+.	-....	-....	-....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Pontianak	...+.	.....	.....	..-..	.+...	.....	.....	.....	.....	.....
Palangkaraya	...+.	.....	.....	.....	.+...	...+.	.....	.....	.....	.....
Tarakan	....-	....-	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

+ is > 2*std error, - is < -2*std error, .is between

Gambar 2 Skema MPACF

Berdasarkan hasil diatas terlihat bahwa terdapat beberapa lag MPACF yang terpotong pada lag 1 sampai 6. Lag yang terpotong dilihat dari lag yang memiliki + dan – pada skema MPACF.

Tabel 4 Nilai *Akaikae's Information Criterion* (AIC)

Model	AIC
GSTAR (1)	8593.843
GSTAR (2)	8599.828

GSTAR (3)	8614.971
GSTAR (4)	8616.654
GSTAR (5)	8613.165
GSTAR (6)	8626.776

Berdasarkan hasil diatas terlihat bahwa nilai AIC terkecil terdapat pada model GSTAR orde 1 dengan nilai sebesar 8593.843. Sehingga model GSTAR dugaan sementara yang terbaik untuk digunakan pada data IHK 5 kota di Pulau Kalimantan adalah GSTAR (1,1)-I(1).

4.2.3. Perhitungan Bobot Lokasi Pada Model GSTAR

a. Bobot Lokasi Invers Jarak

Jarak sebenarnya antar kota pada penelitian ini diperoleh dari website id.toponavi.com. Dari hasil perhitungan, terbentuk matriks bobot lokasi invers jarak sebagai berikut:

$$\boldsymbol{W} = \begin{bmatrix} 0 & 0.197 & 0.121 & 0.579 & 0.103 \\ 0.284 & 0 & 0.138 & 0.296 & 0.281 \\ 0.269 & 0.214 & 0 & 0.329 & 0.188 \\ 0.554 & 0.196 & 0.141 & 0 & 0.181 \\ 0.208 & 0.394 & 0.170 & 0.228 & 0 \end{bmatrix}$$

b. Bobot Lokasi Normalisasi Korelasi Silang

Lag waktu yang besesuaian pada penelitian ini adalah lag 1. Lag ini didapatkan dari orde p dari model GSTAR (1,1)I(1) yaitu 1. Dari hasil perhitungan, terbentuk matriks bobot lokasi normalisasi korelasi silang sebagai berikut:

$$\boldsymbol{W} = \begin{bmatrix} 0 & 0.155 & 0.048 & 0.604 & 0.193 \\ 0.221 & 0 & 0.205 & 0.392 & 0.182 \\ 0.208 & 0.164 & 0 & 0.363 & 0.265 \\ 0.124 & 0.298 & 0.057 & 0 & 0.522 \\ 0.278 & 0.487 & 0.005 & 0.229 & 0 \end{bmatrix}$$

4.2.4. Estimasi Parameter dan Uji Kelayakan Model GSTAR

Estimasi parameter model GSTAR menggunakan bobot lokasi invers jarak dengan metode OLS dan uji t untuk data IHK 5 kota di pulau Kalimantan ditampilkan pada Tabel 5:

Tabel 5 Hasil estimasi parameter dan uji t model GSTAR menggunakan bobot lokasi invers jarak

Kota	Parameter	Estimasi Parameter	*P-value*	Keputusan	Kesimpulan
Banjarmasin	$\boldsymbol{\phi_{10}}^{(1)}$	-0.3054542	0.0334	Menolak H_0	Signifikan
	$\boldsymbol{\phi_{11}}^{(1)}$	1.1343646	0.0317	Menolak H_0	Signifikan
Samarinda	$\phi_{10}{}^{(2)}$	-01298196	0.9936	Menerima H_0	Tidak Signifikan
	$\phi_{11}{}^{(2)}$	0.0018183	0.9926	Menerima H_0	Tidak Signifikan
Pontianak	$\phi_{10}{}^{(3)}$	-0.0009270	0.9939	Menerima H_0	Tidak Signifikan

	$\phi_{11}^{(3)}$	0.3899191	0.1424	Menerima H_0	Tidak Signifikan
Palangkaraya	$\phi_{10}^{(4)}$	-0.0711640	0.9974	Menerima H_0	Tidak Signifikan
	$\phi_{11}^{(4)}$	0.0006966	0.9973	Menerima H_0	Tidak Signifikan
Tarakan	$\boldsymbol{\phi_{10}}^{(5)}$	-0.3713029	3.11e-07	Menolak H_0	Signifikan
	$\boldsymbol{\phi_{11}}^{(5)}$	1.1897182	6.84e-06	Menolak H_0	Signifikan

Sedangkan estimasi parameter model GSTAR menggunakan bobot lokasi normalisasi korelasi silang dengan metode OLS dan uji t untuk data IHK 5 kota di pulau Kalimantan ditampilkan pada Tabel 6:

Tabel 6 Hasil estimasi parameter dan uji t model GSTAR menggunakan bobot lokasi normalisasi korelasi silang

Kota	Parameter	Estimasi Parameter	*P-value*	Keputusan	Kesimpulan
Banjarmasin	$\boldsymbol{\phi_{10}}^{(1)}$	**-0.1945329**	**0.090705**	**Menolak H_0**	**Signifikan**
	$\boldsymbol{\phi_{11}}^{(1)}$	**0.6120764**	**0.082000**	**Menolak H_0**	**Signifikan**
Samarinda	$\phi_{10}^{(2)}$	-0.1663009	0.992786	Menerima H_0	Tidak Signifikan
	$\phi_{11}^{(2)}$	0.0026655	0.991945	Menerima H_0	Tidak Signifikan
Pontianak	$\phi_{10}^{(3)}$	0.0120113	0.913938	Menerima H_0	Tidak Signifikan
	$\phi_{11}^{(3)}$	0.3368274	0.128444	Menerima H_0	Tidak Signifikan
Palangkaraya	$\phi_{10}^{(4)}$	-0.0483543	0.997197	Menerima H_0	Tidak Signifikan
	$\phi_{11}^{(4)}$	0.0005318	0.996779	Menerima H_0	Tidak Signifikan
Tarakan	$\boldsymbol{\phi_{10}}^{(5)}$	-0.3270037	5.44e-06	Menolak H_0	Signifikan
	$\boldsymbol{\phi_{11}}^{(5)}$	1.3498253	0.000153	Menolak H_0	Signifikan

Setelah dilakukan estimasi parameter dan pengujian parameter secara parsial, tahap selanjutnya akan dilakukan pengujian signifikansi parameter secara serentak menggunakan uji F. Hasil *F-Statistics* (F^*) yang didapatkan dari model GSTAR (1,1)I(1) menggunakan bobot lokasi invers jarak yaitu sebesar 4.245 dan $F_{(0.1,10,305)}$ = 1.6197. Sehingga $F^* > F_{(0.1,10,305)}$, maka H_0 ditolak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model GSTAR(1,1)-I(1) menggunakan bobot lokasi invers jarak sesuai untuk menggambarkan IHK 5 kota di Pulau Kalimantan. Kemudian untuk hasil *F-Statistics* (F^*) yang didapatkan dari model GSTAR (1,1)I(1) menggunakan bobot lokasi normalisasi korelasi silang yaitu sebesar 3.439 dan $F_{(0.1,10,305)}$ = 1.6197. Sehingga $F^* > F_{(0.1,10,305)}$, maka H_0 ditolak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model GSTAR(1,1)-I(1) menggunakan bobot lokasi normalisasi korelasi silang sesuai untuk menggambarkan IHK 5 kota di Pulau Kalimantan.

Pada penelitian ini pengujian *white noise* dilakukan dengan menggunakan uji *ljung-box*. Berikut ini adalah hasil dari pengujian *white noise* menggunakan uji *ljung-box* pada data IHK 5 kota di Pulau Kalimantan Tabel 7:

Tabel 7. Hasil uji *white noise*

Kota	Hasil LB	$\chi^2_{0.1,62}$	Keputusan
Banjarmasin	49.44		Menerima H_0
Samarinda	25.98		Menerima H_0
Pontianak	15.02	76.63	Menerima H_0
Palangkaraya	11.00		Menerima H_0
Tarakan	**238.03**		**Menolak H_0**

Pada hasil diatas terdapat kota dengan tingkat *error* dugaan dari model 5 kota di pulau Kalimantan yang tidak memenuhi asumsi *white noise* yaitu Kota Tarakan. Sedangkan untuk kota lainnya telah memenuhi asumsi *white noise. Error* dapat dikatakan tidak memuhi *white noise* apabila $LB < \chi^2_{0.1,62}$.

4.3 Model Dugaan GSTAR Terbaik Pada Data IHK 5 Kota di Pulau Kalimantan

Model dugaan terbaik pada penelitian ini didapatkan dari model dengan nilai RMSE terkecil. Nilai RMSE dari model GSTAR (1,1)I(1) menggunakan bobot lokasi invers jarak sebesar 141.2714 dan Nilai RMSE dari model GSTAR (1,1)I(1) menggunakan bobot lokasi normalisasi korelasi silang sebesar 141.2075. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model GSTAR (1,1)-I(1) menggunakan bobot lokasi normalisasi korelasi silang adalah model terbaik yang bisa diterapkan pada data IHK 5 kota di Pulau Kalimantan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Data IHK 5 kota di Pulau Kalimantan menunjukkan pola yang relatif sama. Melalui plot time series data IHK di 5 kota tersebut dapat diidentifikasi adanya pola trend dengan variasi fluktuasi setiap bulannya.
2. Model GSTAR yang memiliki nilai AIC terkecil dan paling sesuai digunakan untuk menginterpretasikan data IHK 5 kota di Pulau Kalimantan adalah model GSTAR (1,1)-I(1).
3. Hasil perhitungan RMSE antara model dugaan GSTAR (1,1)-I(1) menggunakan pembobot normalisasi korelasi silang terbaik dan pembobot invers jarak berturut-turut adalah 141.2075 dan 141.2714. Dari kedua nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa GSTAR (1,1)-I(1) dengan menggunakan pembobot normalisasi korelasi silang memiliki nilai RMSE lebih kecil, sehingga merupakan model terbaik untuk menduga data IHK 5 kota di Pulau Kalimantan

DAFTAR PUSTAKA

[1] Anggraeni, D., Prahutama, A., & Andari, S. (2013). *Aplikasi Generalized Space Time Autoregressive (GSTAR) Pada Pemodelan Volume Kendaraan Masuk Tol Semarang*. *Media Statistika*, *6*, 71–80.

[2] BPS. (2020). *Survey Biaya Hidup (SBH) Tahun 2018*. In *BPS RI*. BPS RI.

[3] BPS Provinsi Jawa Tengah. (2013). *INDEKS HARGA KONSUMEN & INFLASI JAWA TENGAH 2013*. In *BPS Provinsi Jawa Tengah*. BPS Provinsi Jawa Tengah.

[4] Irawati, L., Tarno, & Yasin, H. (2015). *Peramalan Indeks Harga Konsumen 4 Kota Di Jawa Tengah Menggunakan Model Generalized Space Time Autoregressive (GSTAR). Jurnal Gaussian*, *4*(3), 553–562.

[5] Ruchjana, B. N., Borovkova, S. A., & Lopuhaa, H. P. (2012). *Least Squares Estimation of Generalized Space Time AutoRegressive (GSTAR) Model and Its Properties. AIP Conference Proceedings*, 61–64.

[6] Srihardianti, M., Mustafid, & Prahutama, A. (2016). *Metode Regresi Data Panel Untuk Peramalan Konsumsi Energi di Indonesia*. *Jurnal Gaussian*, *5*, 475–485.

[7] Suharto, & Atok. (2006). *Pemilihan Bobot Lokasi yang Optimal pada Model GSTAR*. Prosiding Konferensi Nasional Matematika XIII.

[8] Walpole, R.E. 1995. *Pengantar Statistika.* Edisi ke-3. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

[9] Wei, W.W.S. 2006. *Time Series Analysis : Univariat and Multivariat Method Second Edition.* Pearson Addison Wesley, Boston.

[10] Wutsqa, D.U, Suharto, & Sutijo, B. (2010). *Generalized Space-Time Autoregressive Modelling*. Proceedings of the 6th IMT-GT Conference on Mathematics, Statistics and its Application. Universitas Tuanku Abdul Rahman, Kuala Lumpur, Malaysia.