

Pemodelan Jumlah Wisatawan Tiga Tempat Wisata di Kawasan Danau Toba

Ike Fitriyaningsih^{1,a)}, Mukhammad Solikhin^{1,b)}, Yuniarta Basani^{1,c)}

¹ Unit Pelaksana Teknis Sains dan Matematika
Kelompok Keilmuan Matematika dan Statistika
Program Studi Diploma Teknik Informatika, Fakultas Teknik Informatika dan Elektro,
Institut Teknologi Del,
Jl. Sisingamangaraja, Laguboti, Sumatera Utara 22381

^{a)} ike.fitri@del.ac.id (corresponding author)

^{b)} mukhammad.solikhin@del.ac.id

^{c)} yuniarta.basani@del.ac.id

Abstrak

Danau Toba merupakan danau vulkanik terbesar di Asia Tenggara. Pesona keindahan Danau Toba menjadikan daerah di kawasan tersebut layak menjadi tujuan wisata. Potensi kawasan Danau Toba sebagai obyek wisata telah diakui secara nasional. Namun, pengunjung Danau Toba mengalami pasang surut sejak adanya kejadian tenggelamnya kapal penumpang pada tahun 1997, asap yang mengganggu lalu lintas udara dan krisis moneter pada tahun 1998. Taman Eden, Museum TB Silalahi Center dan Pulau Samosir adalah tiga destinasi wisata yang menarik di kawasan Danau Toba. Pemodelan jumlah wisatawan yang mendatangi ketiga daerah tersebut dapat dilakukan secara serentak menggunakan GSTAR (Generalized Space Time Autoregressive). Pada perkembangannya, model GSTAR ditambahkan orde differencing menjadi model GSTARI (Generalized Space Time Autoregressive Integrated). GSTARI merupakan model data deret waktu yang mempertimbangkan aspek lokasi. Lokasi tempat wisata Taman Eden, Museum TB Silalahi Center dan Pulau Samosir berdekatan dan telah dihitung matriks bobotnya menggunakan metode invers jarak (Fitriyaningsih, 2016). Pendugaan parameter model GSTARI (3,1)¹² dapat menggunakan software R yang bersifat open source. Model tersebut selanjutnya dapat digunakan untuk meramalkan berapa jumlah wisatawan yang akan mengunjungi ketiga tempat wisata tersebut secara serentak.

Kata-kata kunci: wisatawan, danau toba, peramalan, GSTARI, invers jarak.

PENDAHULUAN

Pemodelan banyaknya wisatawan yang datang ke Danau Toba dan wisata lain di sekitarnya dapat digunakan untuk meramalkan kedatangan wisatawan. Hasil peramalan banyaknya wisatawan ini dapat digunakan pemilih tempat wisata maupun pemerintah setempat untuk menentukan strategi pengelolaan obyek wisata. GSTAR (Generalized Space Time Autoregressive) merupakan metode pemodelan data deret waktu yang fleksibel untuk beberapa lokasi. Model GSTAR memungkinkan parameter *autoregressive* yang berbeda untuk setiap lokasi. Pada perkembangannya model GSTAR ditambah dengan *differencing* data membentuk model GSTARI (Generalized Space Time Autoregressive Integrated).

Taman Eden 100 terletak di Desa Lumban Rang Sionggang Utara, Kecamatan Lumbar Julu. Taman Eden 100 adalah sebuah wisata hutan alami yang memiliki beraneka jenis tanaman. Pulau Samosir terletak di tengah Danau Toba menawarkan berbagai destinasi budaya dan alam. Sebagai tujuan wisata yang diakui secara internasional, keberadaan hotel di pulau samosir sudah memadai. Tempat wisata terakhir, TB Silalahi Center (TBC) merupakan yayasan nirlaba yang didirikan oleh Letjen TNI (Purn) Dr. Tiopan Bernhard Silalahi. Data jumlah wisatawan di tiga lokasi tersebut dimodelkan secara simultan dengan GSTARI. Keterkaitan jumlah wisatawan antar lokasi disubstitusikan ke dalam model melalui matriks bobot berdasarkan invers jarak. Matriks bobot invers jarak ketiga lokasi tersebut adalah sebagai berikut [1]:

$$W_{ij} = \begin{bmatrix} 0 & 0.600 & 0.400 \\ 0.568 & 0 & 0.432 \\ 0.532 & 0.468 & 0 \end{bmatrix} \tag{1}$$

Selanjutnya data wisatawan dimodelkan menggunakan GSTARI (3,1)¹² sesuai saran penelitian Fitriyaningsih, 2016 [1]. Estimasi parameter model GSTARI (3,1)¹² menggunakan bantuan software R.

DASAR TEORI

Stasionaritas Data Deret Waktu

Banyaknya wisatawan yang mengunjungi tempat-tempat wisata tersebut secara berkala dalam jangka waktu tertentu merupakan data time series. Pemodelan time series menggunakan Autoregressive Integrated Moving Average mensyaratkan data stasioner. Jika ditemukan indikasi data tidak stasioner maka diperlukan suatu proses menggunakan metode pembedaan (*differencing*) atau transformasi. Pada metode pembedaan digunakan suatu operator shift mundur (*backward shift operator*), B, yang penggunaannya diilustrasikan sebagai berikut [2]:

$$\begin{aligned} BZ_t &= Z_{t-1} \\ B^d Z_t &= Z_{t-d} \end{aligned} \tag{2}$$

d adalah lag waktu *differencing* yang dilakukan.

Model GSTARIMA

GSTARIMA menunjukkan dependensi linier ruang/lokasi dan waktu. Ketergantungan antar lokasi ditunjukkan oleh matriks bobot. Sebelum melakukan pendugaan parameter *autoregressive*, matriks bobot lokasi harus ditentukan terlebih dahulu. Bobot invers jarak mengasumsikan bahwa semakin kecil jarak, semakin besar pengaruh antar dua lokasi. Model GSTARIMA dirumuskan sebagai berikut [3]:

$$\nabla Z_i(t) = \sum_{k=1}^p \sum_{l=1}^{\lambda_k} \Phi_{kl}^{(i)} W^{(l)} \nabla Z_i(t-k) + \varepsilon_i(t) - \sum_{k=1}^q \sum_{l=0}^{m_k} \Theta_{kl}^{(i)} W^{(l)} \varepsilon_i(t-k) \tag{3}$$

di mana:

$$\begin{aligned} \nabla Z_i(t) &= (1-B)^d Z_t = Z_{t-d} \\ \nabla Z_i(t-k) &= (1-B)^d Z_{t-k} = Z_{t-k-d} \end{aligned} \tag{4}$$

p = orde autoregressive

λ_k = orde spasial dari kondisi autoregressive ke-k

$\Phi_{kl}^{(i)}$ = matriks diagonal parameter autoregressive lokasi ke-i.

$W^{(l)}$ = matriks bobot lokasi

$\varepsilon_i(t)$ = error data lokasi ke-i waktu ke-t

$\varepsilon_i(t-k)$ = error data lokasi ke-i waktu ke-(t-k)

q = orde autoregressive

m_k = orde spasial dari kondisi autoregressive ke-k

$\Theta_{kl}^{(i)}$ = matriks diagonal parameter autoregressive lokasi ke-i.

Model GSTARIMA yang tidak mempunyai orde *moving average* disebut sebagai model GSTARI. Model GSTARIMA yang tanpa melalui proses *differencing* dan tidak mempunyai orde *moving average* dikenal sebagai model GSTAR. Pendugaan parameter model GSTAR dapat menggunakan OLS (*Ordinary Least Square*), yaitu meminimumkan kuadrat *error* [4]. Begitu pula pendugaan parameter model GSTARI maupun GSTARIMA [5].

STRUKTUR DATA DAN CODE SOFTWARE R

Data wisatawan di ketiga tempat wisata (Taman Eden, Pulau Samosir dan TB Silalahi Center) ditulis dalam format .txt kemudian diletakkan di direktori C:/Users/ike fitri/Documents/. Struktur data wisatawan ini sesuai Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Data Wisatawan

No	Bulan	Taman_Eden	Samosir	TBC
1	Januari	1771	8582	6175
2	Februari	1123	8236	5486
3	Maret	762	7873	4489
4	April	1065	10875	7871
.				
.				
.				
49	Januari	3707	13086	10982
50	Februari	2055	7320	4689

Proses pembentukan komponen data untuk pendugaan parameter model GSTARI (3,1)¹² dapat dilakukan menggunakan Code 1 sebagai berikut:

Code 1. Pembentukan Komponen Data

```
wisata <- read.table("C:/Users/ike fitri/Documents/wisatawan.txt",
  header=TRUE, sep="", na.strings="NA", dec=".", strip.white=TRUE) #input data

Zt<-cbind(wisata$Samosir,wisata$Taman_Eden,wisata$TBC) #select data to predict

Zt12=diff(Zt,12) #differencing
Zt24=diff(Zt,24)
Zt36=diff(Zt,36)

W<-matrix(c(0, 0.6, 0.4, 0.568, 0, 0.432, 0.532, 0.468, 0), nrow=3,ncol=3, byrow=TRUE)
#location weight

tr_Zt12<-t(Zt12) #transpose data
Vt12<- W%*tr_Zt12 #V=WZ

tr_Zt24<-t(Zt24)
Vt24<- W%*tr_Zt24

tr_Zt36<-t(Zt36)
Vt36<- W%*tr_Zt36

Zt12 #print data
Zt24
Zt36
t(Vt12)
t(Vt24)
t(Vt36)
```

Selanjutnya, komponen data yang dihasilkan code tersebut disusun dalam matriks prediktor (X) dan respon (Y) . sebagai berikut:

Tabel 2. Struktur Data Respon

Z11	Z12	Z13
3178	0	0
1076	0	0
1024	0	0
1712	0	0
1737	0	0
2210	0	0
2763	0	0
1648	0	0
913	0	0
1166	0	0
1154	0	0
1331	0	0
3707	0	0
2055	0	0
0	19664	0
0	5504	0
0	8877	0
0	9702	0
0	13065	0
0	9823	0
0	17488	0
0	12842	0
0	15012	0
0	12448	0
0	14446	0
0	32216	0
0	13086	0
0	7320	0
0	0	13063
0	0	4094
0	0	3976
0	0	4627
0	0	10296
0	0	6477
0	0	9350
0	0	6277
0	0	4326
0	0	3569
0	0	3334
0	0	7438
0	0	10982
0	0	4689

Code 2 merupakan proses pendugaan parameter menggunakan metode OLS (*Ordinary Least Square*) dengan software R.

Code 2. Pendugaan parameter dengan OLS

```
X <- read.table("C:/Users/ike fitri/Documents/X.txt",
  header=TRUE, sep="", na.strings="NA", dec=".", strip.white=TRUE) #baca data X
Y <- read.table("C:/Users/ike fitri/Documents/Y.txt",
  header=TRUE, sep="", na.strings="NA", dec=".", strip.white=TRUE) #baca data Y
mx=as.matrix(X) #buat matriks X
my=as.matrix(Y) #buat matriks Y
tx=t(mx) #transpose matriks X
xtx=tx%%mx #X*X
xtx.inv=solve(xtx) #invers X*X
xty=tx%%my #X*Y
phi=xtx.inv%%xty #estimasi parameter dg OLS dalam bentuk matriks
```

Data hasil code 1 software R sebelumnya, dibentuk dalam matriks predictor (X) dengan struktur data masukan sesuai Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Struktur Data Prediktor GSTARI (3,1)¹²

Zi12_1	Zi12_2	Zi12_3	Zi24_1	Zi24_2	Zi24_3	Zi36_1	Zi36_2	Zi36_3	Vi12_1	Vi12_2	Vi12_3	Vi24_1	Vi24_2	Vi24_3	Vi36_1	Vi36_2	Vi36_3
1081	0	0	1004	0	0	1407	0	0	3499.2	0	0	1666.2	0	0	9404.4	0	0
284	0	0	277	0	0	-47	0	0	-1770	0	0	-741.6	0	0	-2196	0	0
-69	0	0	242	0	0	262	0	0	-93.6	0	0	576.2	0	0	397.2	0	0
903	0	0	-102	0	0	647	0	0	-817.4	0	0	-1746.8	0	0	-2001.4	0	0
3	0	0	383	0	0	-250	0	0	2104.4	0	0	1891.2	0	0	159.4	0	0
524	0	0	577	0	0	881	0	0	-2358	0	0	-1696.6	0	0	-215.2	0	0
1544	0	0	1686	0	0	1709	0	0	3142.8	0	0	5919.6	0	0	6131.4	0	0
-949	0	0	-210	0	0	231	0	0	-8943.6	0	0	-6905.6	0	0	1753.4	0	0
362	0	0	-244	0	0	-200	0	0	4277.2	0	0	3886.6	0	0	-4467.8	0	0
166	0	0	358	0	0	409	0	0	1005.4	0	0	781.2	0	0	2017.2	0	0
90	0	0	568	0	0	388	0	0	3113.4	0	0	3123.8	0	0	3896.8	0	0
336	0	0	308	0	0	410	0	0	8910.6	0	0	6420.6	0	0	11055.4	0	0
529	0	0	1610	0	0	1533	0	0	-4779.2	0	0	-1280	0	0	-3113	0	0
979	0	0	1263	0	0	1256	0	0	1327.6	0	0	-442.4	0	0	586	0	0
0	5128	0	0	3419	0	0	11082	0	0	1070.2	0	0	154.256	0	0	3774.792	0
0	-2882	0	0	-1462	0	0	-2732	0	0	117.248	0	0	303.784	0	0	-628.04	0
0	410	0	0	1187	0	0	1004	0	0	-405.96	0	0	-9.424	0	0	-72.8	0
0	447	0	0	178	0	0	-1173	0	0	-659.544	0	0	-2059.824	0	0	-1033.912	0
0	1998	0	0	170	0	0	-473	0	0	979.752	0	0	2149.88	0	0	336.656	0
0	-3530	0	0	-2899	0	0	-596	0	0	38.432	0	0	373.96	0	0	654.2	0
0	2916	0	0	8328	0	0	7951	0	0	2381.648	0	0	1954.272	0	0	2440.376	0
0	-12140	0	0	-9298	0	0	3381	0	0	-2331.4	0	0	-1552.224	0	0	-166.008	0
0	6852	0	0	6067	0	0	-7125	0	0	384.896	0	0	127.52	0	0	-321.824	0
0	1897	0	0	1592	0	0	2766	0	0	-49.136	0	0	15.424	0	0	618.52	0
0	5235	0	0	5569	0	0	6098	0	0	21.312	0	0	87.616	0	0	477.424	0
0	14977	0	0	13409	0	0	18275	0	0	109.2	0	0	-1579.84	0	0	330.512	0
0	-6578	0	0	-1450	0	0	-3159	0	0	-598.52	0	0	471.68	0	0	-444.264	0
0	1816	0	0	-1066	0	0	354	0	0	813.112	0	0	930.36	0	0	1116.896	0
0	0	1056	0	0	-963	0	0	6888	0	0	2974.996	0	0	2134.22	0	0	5934.9
0	0	-102	0	0	339	0	0	-1392	0	0	-1197.688	0	0	-536.852	0	0	-1303.58
0	0	-849	0	0	-340	0	0	-513	0	0	155.172	0	0	684.26	0	0	609.256
0	0	-2714	0	0	-4634	0	0	-3244	0	0	689.592	0	0	29.04	0	0	-204.76
0	0	2264	0	0	4473	0	0	1108	0	0	936.66	0	0	283.316	0	0	-354.364
0	0	-600	0	0	107	0	0	356	0	0	-1373.272	0	0	-1049.768	0	0	189.764
0	0	3483	0	0	2307	0	0	3402	0	0	2186.096	0	0	4794.456	0	0	4630.256
0	0	-4149	0	0	-3317	0	0	-688	0	0	-6186.388	0	0	-4463.184	0	0	1705.2
0	0	415	0	0	616	0	0	-482	0	0	3399.32	0	0	2709.548	0	0	-3440.9
0	0	-332	0	0	-435	0	0	894	0	0	976.108	0	0	935.512	0	0	1512.076
0	0	-69	0	0	-544	0	0	595	0	0	2497.86	0	0	2908.468	0	0	3060.28
0	0	-189	0	0	-4062	0	0	226	0	0	7187.988	0	0	6439.268	0	0	8770.82
0	0	-2081	0	0	-1025	0	0	-3044	0	0	-2797.076	0	0	177.92	0	0	-662.856
0	0	595	0	0	493	0	0	934	0	0	1370.716	0	0	173.028	0	0	833.864

HASIL

Serangkaian komputasi menggunakan software R menghasilkan hasil pendugaan parameter model GSTARI (3,1)¹² menghasilkan output sebagai berikut:

```

> xtx=tx%*%mx
> my=as.matrix(Y)
> tx=t(mx)
> xtx=tx%*%mx
> xtx.inv=solve(xtx)
> xty=tx%*%my
> phi=xtx.inv%*%xty
> phi

```

	Zt1	Zt2	Zt3
Zt12_1	-0.45412002	0.00000000	0.00000000
Zt12_2	0.00000000	-0.6532880	0.00000000
Zt12_3	0.00000000	0.00000000	-6.6471709
Zt24_1	0.57683085	0.00000000	0.00000000
Zt24_2	0.00000000	3.0219926	0.00000000
Zt24_3	0.00000000	0.00000000	3.6384894
Zt36_1	1.92879694	0.00000000	0.00000000
Zt36_2	0.00000000	0.1233811	0.00000000
Zt36_3	0.00000000	0.00000000	1.5289610
Vt12_1	0.04746271	0.00000000	0.00000000
Vt12_2	0.00000000	-14.2149244	0.00000000
Vt12_3	0.00000000	0.00000000	-0.5765207
Vt24_1	-0.02880997	0.00000000	0.00000000
Vt24_2	0.00000000	4.8171749	0.00000000
Vt24_3	0.00000000	0.00000000	3.0025215
Vt36_1	-0.02828874	0.00000000	0.00000000
Vt36_2	0.00000000	6.7072422	0.00000000
Vt36_3	0.00000000	0.00000000	0.6652780

Gambar 1. Hasil Estimasi Parameter menggunakan Software R

MODEL GSTARI (3,1)¹² WISATAWAN DANAU TOBA

Selanjutnya, output software R diterjemahkan ke dalam model matematis GSTARI (3,1)¹² banyaknya wisatawan di Taman Eden ($Z_{1(t)}$), Pulau Samosir ($Z_{2(t)}$) dan TB Silalahi Center ($Z_{3(t)}$) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \begin{bmatrix} Z_{1(t)} \\ Z_{2(t)} \\ Z_{3(t)} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} -0.454 & 0 & 0 \\ 0 & -0.653 & 0 \\ 0 & 0 & -6.647 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{1(t)} - Z_{1(t-12)} \\ Z_{2(t)} - Z_{2(t-12)} \\ Z_{3(t)} - Z_{3(t-12)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.577 & 0 & 0 \\ 0 & 3.022 & 0 \\ 0 & 0 & 3.638 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{1(t)} - Z_{1(t-24)} \\ Z_{2(t)} - Z_{2(t-24)} \\ Z_{3(t)} - Z_{3(t-24)} \end{bmatrix} \\
 &+ \begin{bmatrix} 1.929 & 0 & 0 \\ 0 & 1.123 & 0 \\ 0 & 0 & 1.529 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{1(t)} - Z_{1(t-36)} \\ Z_{2(t)} - Z_{2(t-36)} \\ Z_{3(t)} - Z_{3(t-36)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.047 & 0 & 0 \\ 0 & -14.215 & 0 \\ 0 & 0 & -0.576 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{1(t-12)} \\ V_{2(t-12)} \\ V_{3(t-12)} \end{bmatrix} \\
 &+ \begin{bmatrix} -0.029 & 0 & 0 \\ 0 & 4.817 & 0 \\ 0 & 0 & 3.003 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{1(t-24)} \\ V_{2(t-24)} \\ V_{3(t-24)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -0.028 & 0 & 0 \\ 0 & 6.707 & 0 \\ 0 & 0 & 0.665 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{1(t-36)} \\ V_{2(t-36)} \\ V_{3(t-36)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{1(t)} \\ e_{2(t)} \\ e_{3(t)} \end{bmatrix} \tag{5}
 \end{aligned}$$

Karena V_t adalah hasil kali antara matriks bobot (w) dengan Z , maka model tersebut juga dapat ditulis sebagai:

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} Z_{1(t)} \\ Z_{2(t)} \\ Z_{3(t)} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} -0.454 & 0 & 0 \\ 0 & -0.653 & 0 \\ 0 & 0 & -6.647 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{1(t)} - Z_{1(t-12)} \\ Z_{2(t)} - Z_{2(t-12)} \\ Z_{3(t)} - Z_{3(t-12)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.577 & 0 & 0 \\ 0 & 3.022 & 0 \\ 0 & 0 & 3.638 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{1(t)} - Z_{1(t-24)} \\ Z_{2(t)} - Z_{2(t-24)} \\ Z_{3(t)} - Z_{3(t-24)} \end{bmatrix} \\ &+ \begin{bmatrix} 1.929 & 0 & 0 \\ 0 & 1.123 & 0 \\ 0 & 0 & 1.529 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{1(t)} - Z_{1(t-36)} \\ Z_{2(t)} - Z_{2(t-36)} \\ Z_{3(t)} - Z_{3(t-36)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0.028 & 0.019 \\ -8.074 & 0 & -6.141 \\ -0.307 & -0.270 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{1(t)} - Z_{1(t-12)} \\ Z_{2(t)} - Z_{2(t-12)} \\ Z_{3(t)} - Z_{3(t-12)} \end{bmatrix} \\ &+ \begin{bmatrix} 0 & -0.017 & -0.012 \\ 2.736 & 0 & 2.081 \\ 1.597 & 1.405 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{1(t)} - Z_{1(t-24)} \\ Z_{2(t)} - Z_{2(t-24)} \\ Z_{3(t)} - Z_{3(t-24)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & -0.017 & -0.011 \\ 3.810 & 0 & 2.898 \\ 0.354 & 0.311 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{1(t)} - Z_{1(t-36)} \\ Z_{2(t)} - Z_{2(t-36)} \\ Z_{3(t)} - Z_{3(t-36)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{1(t)} \\ e_{2(t)} \\ e_{3(t)} \end{bmatrix} \end{aligned} \tag{6}$$

KESIMPULAN

Pndugaan parameter GSTAR sebelumnya menghasilkan model Jumlah Wisatawan Tiga Tempat Wisata di Kawasan Danau Toba sebagai berikut:

- Wisatawan Taman Eden

$$\begin{aligned} Z_{1(t)} &= -0.432Z_{1(t-12)} + 0.549Z_{1(t-24)} + 1.834Z_{1(t-36)} + 0.005Z_{2(t)} + 0.027Z_{2(t-12)} - 0.016Z_{2(t-24)} \\ &\quad - 0.016Z_{2(t-36)} + 0.004Z_{3(t)} + 0.018Z_{3(t-12)} - 0.011Z_{3(t-24)} - 0.011Z_{3(t-36)} \end{aligned} \tag{7}$$

Banyaknya wisatawan di Taman Eden dipengaruhi secara negatif oleh wisatawan di tempat tersebut 12 bulan sebelumnya, dipengaruhi positif sebesar 0.549 banyaknya wisatawan di tempat tersebut 24 bulan sebelumnya dan sebesar 1.834 oleh wisatawan 36 bulan sebelumnya. Selain itu, wisatawan di taman eden juga dipengaruhi secara positif oleh banyaknya wisatawan di pulau samosir saat ini dan dua belas bulan sebelum, wisatawan di TBC saat ini dan 12 bulan sebelum. Sedangkan banyaknya wisatawan di pulau samosir dan TBC pada 24 dan 36 bulan sebelumnya berpengaruh negatif terhadap banyaknya wisatawan di Taman Eden.

- Wisatawan Pulau Samosir

$$\begin{aligned} Z_{2(t)} &= -0.438Z_{2(t-12)} + 2.025Z_{2(t-24)} + 0.083Z_{2(t-36)} + 1.024Z_{1(t)} - 5.411Z_{1(t-12)} + 1.834Z_{1(t-24)} \\ &\quad + 2.553Z_{1(t-36)} + 0.779Z_{3(t)} - 4.116Z_{3(t-12)} + 1.395Z_{3(t-24)} + 1.942Z_{3(t-36)} \end{aligned} \tag{8}$$

Banyaknya wisatawan di Pulau Samosir dipengaruhi secara negatif oleh wisatawan di tempat tersebut, banyak wisatawan di taman eden dan TBC pada 12 bulan sebelumnya. Sedangkan lag waktu yang lain adalah berpengaruh positif.

- Wisatawan TB Silalahi Center (TBC)

$$\begin{aligned} Z_{3(t)} &= 2.681Z_{3(t-12)} - 1.467Z_{3(t-24)} - 0.617Z_{3(t-36)} + 0.663Z_{1(t)} + 0.124Z_{1(t-12)} - 0.664Z_{1(t-24)} \\ &\quad - 0.143Z_{1(t-36)} + 0.583Z_{2(t)} + 0.109Z_{2(t-12)} - 0.567Z_{2(t-24)} - 0.126Z_{2(t-36)} \end{aligned} \tag{9}$$

Banyaknya wisatawan di TBC dipengaruhi secara negatif oleh wisatawan di tempat tersebut, banyak wisatawan di pulau samosir dan taman eden pada 24 bulan sebelumnya serta wisatawan 36 bulan sebelumnya. Sedangkan lag waktu yang lain adalah berpengaruh positif.

REFERENSI

1. I. Fitriyaningsih, *Identifikasi Model dan Bobot Lokasi GSTAR (Generalized Spatio Temporal Autoregressive) untuk Jumlah Wisatawan Tiga Tempat Wisata di Kawasan Danau Toba*, Jurnal Maksitek (2016).
2. F. Mubarak, *Penerapan GSTARIMA untuk Luas Serangan Relatif Wereng Batang Coklat pada Tanaman Padi dengan Matriks Pembobot Spasial Terbaik*, Tesis, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor (2017)
3. Siregar D. *Perbandingan Pemodelan dan Peramalan Harga Gula berdasarkan Model Space Time Arima dan Generalized Space Time Arima*, Tesis, Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor (2015)
4. I. Adam, D. Kusnandar, H. Perdana, *Penerapan Model GSTAR(1,1) untuk Data Curah Hujan*, Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya (Bimaster) Volume 6, No. 03 (2017), hal 159 – 166.
5. J.H.P Messakhi, M.N. Aidi, F.M Afendi, *Rice Harvest Area Modeling With GSTARIMA on Six Provinces in Indonesia*, International Journal of Scientific & Engineering Research **424** (2017) Volume 8, Issue 8.