

Model GSTARX dengan Bobot Invers Jarak untuk Jumlah Wisatawan pada Tiga Objek Wisata di Kota Batu

Nuri Wahyuningsih¹, Sentot Didik Surjanto², Elsa Vidya Nur Rhema³

Departemen Matematika, Fakultas Matematika, Komputasi, dan Sains Data, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
nuri@matematika.its.ac.id, sentotds@matematika.its.ac.id, dan elsa.vidya@gmail.com

Info Artikel

Riwayat Artikel:

Diterima: 21 Oktober 2019

Direvisi: 18 November 2019

Diterbitkan: 15 Januari 2020

Kata Kunci:

Multivariate

Space-Time

GSTARX

Variasi Kalender

ABSTRAK

Pariwisata berkembang sangat pesat, karena itu diperlukan adanya pendekatan kuantitatif dalam menganalisis data kepariwisataan dengan melakukan peramalan jumlah wisatawan dengan metode deret berkala. Pada paper ini, dikembangkan pemodelan *Generalized Space-Time Autoregressive with Exogenous Variables* (GSTARX). GSTARX adalah model yang menggabungkan unsur dependensi waktu dan lokasi pada suatu data *multivariate time series* yang melibatkan variabel eksogen berupa variasi kalender serta pembobotan lokasi dengan bobot invers jarak. Model GSTARX untuk masing-masing objek wisata yaitu:

$$Z_1(t) = 1318 + 213 D_{1,3}(t) - 197 D_{2,4}(t) - 325 D_{2,2}(t-1) + 183 D_{1,4}(t+1) + 0,5 Z_1(t-1) + e_1(t)$$

$$Z_2(t) = 0,008 - 0,002 D_{1,4}(t) - 0,002 D_{2,2}(t) - 0,0006 D_{1,4}(t-1) - 0,001 D_{1,4}(t+1) + 0,002 Z_1(t-1) + 0,005 Z_3(t-1) + e_2(t)$$

$$Z_3(t) = 0,03 + 0,2 D_{2,1}(t) - 0,2 D_{2,1}(t-1) - 0,1 D_{1,1}(t+1) - 0,1 D_{2,2}(t+1) + e_3(t)$$

Copyright © 2019 SIMANIS.
All rights reserved.

Korespondensi:

Elsa Vidya Nur Rhema,
Departemen Matematika,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember,
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
elsa.vidya@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Pariwisata merupakan pemicu berkembangnya perekonomian di Indonesia. Berdasarkan data dari Kementerian Pariwisata Indonesia mengindikasikan bahwa ranking devisa pariwisata terhadap 11 barang ekspor terbesar selalu mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan bahwa pariwisata berperan penting dalam meningkatkan pendapatan devisa Indonesia. Kota Batu sebagai kota yang memiliki daya tarik pariwisata yang kuat, setiap tahun, jumlah wisatawan yang berkunjung ke tempat-tempat wisata di Kota Batu selalu mengalami peningkatan. Sebagai bidang yang berkembang dengan pesat, maka pariwisata dapat dipandang sebagai sebuah disiplin ilmu yang memerlukan adanya pendekatan kuantitatif dalam menganalisis data kepariwisataan agar dapat digunakan oleh pemerintah untuk melakukan perencanaan kedepan. Melakukan peramalan jumlah wisatawan dengan metode deret berkala (*time series*) adalah salah satu cara yang dapat digunakan untuk melakukan pendekatan kuantitatif.

Peramalan data deret berkala adalah suatu cara untuk menganalisis data yang mempertimbangkan pengaruh waktu. Peramalan data deret berkala sering kali digunakan untuk menganalisis beberapa parameter yang saling berkaitan dengan data, yaitu lebih sering disebut analisis data deret berkala multivariat (*multivariate time series*). Menganalisis data jumlah wisatawan pada 3 objek wisata pada periode beberapa

tahun merupakan *multivariate time series*. Pada perkembangannya, dalam kehidupan sehari-hari sering dijumpai data deret berkala multivariat yang tidak hanya memiliki pengaruh waktu, tetapi juga memiliki keterkaitan dengan lokasi yang lain yang disebut dengan data model *space-time*. Salah satu model *space-time* Borovkova *et al.* [1] melalui suatu model yang dikenal sebagai *Generalized Space-Time Autoregressive* atau GSTAR. Model GSTAR ini mengasumsikan bahwa lokasi-lokasi yang menjadi objek penelitian memiliki karakteristik yang heterogen, sehingga perlu adanya pembedaan antara lokasi-lokasi berbeda yang ditunjukkan dengan matriks pembobot.

Pada penerapannya, agar peramalan dengan model GSTAR memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi, maka terdapatnya variabel eksogen pada data juga turut menjadi perihalan yang dianalisis. Peramalan seperti ini kemudian disebut dengan model GSTARX. Variabel eksogen yang dianalisis dalam model GSTAR bertujuan untuk mendapatkan tambahan informasi dalam melakukan peramalan. Pariwisata erat kaitannya dengan adanya masa liburan karena pada masa-masa liburan tersebut masyarakat cenderung ingin untuk menghabiskan waktu bersama keluarga maupun kerabatnya untuk mengunjungi tempat-tempat wisata. Fakta tersebut diduga membuat jumlah wisatawan pada objek-objek wisata cenderung meningkat pada masa-masa liburan. Fenomena ini disebut dengan efek variasi kalender.

Pada paper ini karena sampai saat ini belum ada penelitian yang membahas mengenai penerapan model GSTARX pada data jumlah wisatawan di Kota Batu, maka akan dibahas mengenai peramalan pada data model *space-time* yaitu jumlah wisatawan pada tiga objek wisata di Kota Batu dengan menerapkan model GSTARX dimana pengaruh variabel eksogen yang dipertimbangkan yaitu berupa variasi kalender. Terdapat tiga objek wisata di Kota Batu yang seringkali menjadi tujuan utama wisatawan untuk berkunjung yaitu Selecta, Batu *Night Spectacular*, dan Kusuma Agrowisata. Terdapat keterkaitan jumlah wisatawan pada ketiga objek wisata tersebut, oleh karena itu pada paper ini dibentuk model GSTARX pada data jumlah wisatawan di Selecta, Batu *Night Spectacular*, dan Kusuma Agrowisata.

2. METODE PENELITIAN

Berikut ini tahapan-tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan model variasi kalender dan GSTARX:

2.1 Pemodelan Variasi Kalender

Tahapan pemodelan Variasi Kalender dilakukan menurut langkah-langkah berikut ini:

1. Identifikasi analisis deskriptif dan pola data dengan menggunakan plot time series.
2. Identifikasi stasioneritas pada data dan melakukan stasionerisasi.
3. Melakukan identifikasi variabel dummy berdasarkan semua kemungkinan efek variasi kalender.
4. Melakukan regresi dummy dengan metode forward selection untuk pembentukan model variasi kalender.
5. Melakukan pengecekan signifikansi parameter.
6. Mendapatkan residual pada lokasi ke- i (disimbolkan dengan $U_i(t)$) yang akan dimodelkan dengan GSTARX.

2.2 Pemodelan GSTARX

Tahapan pemodelan GSTARX dilakukan menurut langkah-langkah berikut ini:

1. Identifikasi stasioneritas dan pola data residual $U_i(t)$ yang diperoleh dengan menggunakan skema MCCF.
2. Identifikasi orde waktu, AR (p) dari model dengan menggunakan skema MPCCF.
3. Melakukan penghitungan nilai pembobot wilayah menggunakan bobot seragam dan bobot invers jarak menggunakan jarak tempuh transportasi darat.
4. Melakukan estimasi parameter dengan menggunakan orde p dari langkah 2 dengan metode *Ordinary Least Square* (OLS) dan *Generalized Least Square* (GLS).
5. Melakukan pengecekan signifikansi parameter.
6. Mendapatkan model GSTAR-SUR.
7. Melakukan pengecekan asumsi residual model.
8. Melakukan peramalan terhadap jumlah wisatawan pada tiga lokasi wisata di Kota Batu dengan model GSTARX yaitu dengan persamaan:

$$Z_i(t) = Y_i(t) + U_i(t) \quad (1)$$

dengan:

$Z_i(t)$: hasil ramalan ke- t di lokasi ke- i dari model GSTARX

$Y_i(t)$: hasil ramalan ke- t di lokasi ke- i dari model variasi kalender

$U_i(t)$: hasil ramalan ke- t di lokasi ke- i dari model GSTAR

9. Melakukan pengujian asumsi residual dari hasil pemodelan GSTARX pada masing-masing lokasi dan bobot.
10. Menghitung RMSE data *out-sample* dan Mendapatkan model GSTARX yang sesuai untuk meramalkan jumlah wisatawan pada tiga objek wisata di Kota Batu.

3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemodelan Variasi Kalender

Jumlah wisatawan diduga dipengaruhi oleh efek adanya hari libur, dimana hari libur. Karena dugaan tersebut, maka dilakukan analisis *time series* dengan efek variasi kalender yang melibatkan variabel *dummy* satu bulan sebelum, pada bulan terjadinya, dan satu bulan setelah terjadinya liburan. Pemodelan variasi kalender diawali dengan identifikasi semua efek variasi kalender yang diduga mempengaruhi pola sebaran data. Variabel *dummy* dugaan awal yang dipakai adalah untuk efek variasi kalender pada saat terjadinya liburan semester ganjil, genap, dan Hari Raya Idul Fitri, serta bulan sebelum, dan sesudah terjadinya liburan-liburan tersebut. Kemudian dilakukan metode seleksi ke depan (*forward selection*) untuk pemilihan model regresi yang terbaik.

Metode seleksi ke depan dilakukan dengan memasukkan variabel *dummy* secara beruntun satu persatu sampai seluruh variabel *dummy* yang teruji signifikansi parameternya masuk ke dalam model. Hasil estimasi parameter model variasi kalender setelah dilakukan metode seleksi ke depan dapat dilihat pada Tabel 3.1, Tabel 3.2, dan Tabel 3.3. Persamaan model variasi kalender yang dihasilkan dari estimasi parameter yaitu ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$Y_1(t) = 1318,07 + 212,88D_{1,3}(t) - 196,56D_{2,4}(t) - 324,57D_{2,2}(t - 1) + 182,93D_{1,4}(t + 1) \quad (2)$$

$$Y_2(t) = 0,0076291 - 0,0017207D_{1,4}(t) - 0,0015164D_{2,2}(t) - 0,0006365D_{1,4}(t - 1) - 0,0011962 D_{1,4}(t + 1) \quad (3)$$

$$Y_3(t) = 0,03356 + 0,15127D_{2,1}(t) - 0,16657D_{2,1}(t - 1) - 0,10236D_{1,1}(t + 1) - 0,10056 D_{2,2}(t + 1) \quad (4)$$

Tabel 3.1 Hasil Regresi $Y_1(t)$ dengan *Forward Selection*

Parameter	Estimasi	Standard Error	t_{hitung}	t_{tabel}	Keputusan
$\hat{\beta}_0$	1318,07	21,28	61,93	1,99601	Signifikan
$\hat{\beta}_1$	212,88	51,06	4,17	1,99601	Signifikan
$\hat{\beta}_2$	-196,56	79,95	-2,46	1,99601	Signifikan
$\hat{\beta}_3$	-324,57	82,43	-3,94	1,99601	Signifikan
$\hat{\beta}_4$	182,93	52,57	3,48	1,99601	Signifikan

Tabel 3.2 Hasil Regresi $Y_2(t)$ dengan *Forward Selection*

Parameter	Estimasi	Standard Error	t_{hitung}	t_{tabel}	Keputusan
$\hat{\beta}_0$	0,0076291	0,000146	52,30	1,99601	Signifikan
$\hat{\beta}_1$	-0,0017207	0,000289	-5,97	1,99601	Signifikan
$\hat{\beta}_2$	-0,0015164	0,000459	-3,30	1,99601	Signifikan
$\hat{\beta}_3$	-0,0006365	0,000288	-2,21	1,99601	Signifikan
$\hat{\beta}_4$	-0,0011962	0,000302	-3,95	1,99601	Signifikan

Tabel 3.3 Hasil Regresi $Y_3(t)$ dengan *Forward Selection*

Parameter	Estimasi	Standard Error	t_{hitung}	t_{tabel}	Keputusan
$\hat{\beta}_0$	0,03356	0,01198	2,80	1,99601	Signifikan
$\hat{\beta}_1$	0,15127	0,06415	2,36	1,99601	Signifikan
$\hat{\beta}_2$	-0,16657	0,05226	-3,19	1,99601	Signifikan
$\hat{\beta}_3$	-0,10236	0,02946	-3,47	1,99601	Signifikan
$\hat{\beta}_4$	-0,10056	0,04556	-2,21	1,99601	Signifikan

3.2 Pemodelan GSTAR dengan Bobot Invers Jarak

Pemodelan GSTAR menggunakan bobot invers jarak mengasumsikan bahwa jumlah wisatawan di suatu lokasi dipengaruhi oleh jauh atau dekatnya jarak yang dimiliki lokasi tersebut dengan lokasi lainnya. Keterkaitan ini diperlihatkan dengan bobot lokasi yang dihitung berdasarkan jarak sebenarnya antar lokasi. Jarak antara dua lokasi yang jauh memiliki bobot yang lebih rendah dibandingkan dengan jarak antara dua lokasi yang lebih dekat. Hal ini dikarenakan untuk lokasi yang jaraknya lebih jauh diduga memiliki keterkaitan antar lokasi yang cenderung lebih kecil. Hasil perhitungan bobot invers jarak yaitu sebagai berikut:

$$W = \begin{bmatrix} 0 & 0,4949 & 0,5051 \\ 0,2929 & 0 & 0,7071 \\ 0,2971 & 0,7029 & 0 \end{bmatrix}$$

Hasil estimasi parameter model GSTAR dengan bobot invers jarak yaitu sebagai berikut:

Tabel 3.4 Estimasi Parameter Model GSTAR dengan Bobot Invers Jarak

Parameter	Estimasi	Standard Error	t_{hitung}	t_{tabel}	Keterangan
Φ_{10}^1	0,466147	0,106237	4,39	1,96	Signifikan
Φ_{11}^2	0,007468	0,002192	3,41	1,96	Signifikan

Model GSTAR terbaik yang diperoleh berdasarkan signifikansi parameter dugaan pada Tabel 3.4 dengan bobot invers jarak yaitu:

$$U_1(t) = 0,466147U_1(t-1) + e_1(t) \quad (5)$$

$$U_2(t) = 0,002187U_1(t-1) + 0,005281U_3(t-1) + e_2(t) \quad (6)$$

$$U_3(t) = e_3(t) \quad (7)$$

3.3 Pemodelan GSTARX

Pemodelan GSTARX yaitu pemodelan GSTAR dengan menambahkan variabel eksogen berupa variasi kalender. Pemodelan GSTARX pada objek wisata Selecta, BNS, dan Kusuma Agrowisata dilakukan sesuai Persamaan (1) dengan hasil pemodelan variasi kalender pada Persamaan (2), Persamaan (3), dan Persamaan (4) dan hasil pemodelan GSTAR pada Persamaan (5), Persamaan (6), dan Persamaan (7) yang telah didapatkan. Model GSTARX yang didapatkan yaitu sebagai berikut:

$$Z_1(t) = 1318,07 + 212,88 D_{1,3}(t) - 196,56 D_{2,4}(t) - 324,57 D_{2,2}(t-1) + 182,93 D_{1,4}(t+1) + 0,466147 Z_1(t-1) + e_1(t)$$

$$Z_2(t) = 0,0076291 - 0,0017207 D_{1,4}(t) - 0,0015164 D_{2,2}(t) - 0,0006365 D_{1,4}(t-1) - 0,0011962 D_{1,4}(t+1) + 0,002187 Z_1(t-1) + 0,005281 Z_3(t-1) + e_2(t)$$

$$Z_3(t) = 0,03356 + 0,15127 D_{2,1}(t) - 0,16657 D_{2,1}(t-1) - 0,10236 D_{1,1}(t+1) - 0,10056 D_{2,2}(t+1) + e_3(t)$$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan model yang diperoleh, jumlah wisatawan pada objek wisata Selecta dipengaruhi oleh parameter $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \hat{\beta}_3$, dan $\hat{\beta}_4$ yaitu estimasi besarnya pengaruh efek variasi kalender liburan sekolah yang terjadi pada minggu ke-3, liburan Hari Raya Idul Fitri pada minggu ke-4, liburan Hari Raya Idul Fitri pada minggu ke-2 bulan sebelumnya, liburan akhir semester pada minggu ke-4 bulan setelahnya, dan jumlah wisatawan pada bulan sebelumnya.

Pada objek wisata BNS hanya dipengaruhi oleh parameter $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \hat{\beta}_3$, dan $\hat{\beta}_4$ yaitu estimasi besarnya pengaruh efek variasi kalender liburan akhir semester pada minggu ke-4, liburan Hari Raya Idul Fitri pada minggu ke-2, liburan akhir semester pada minggu ke-4 pada bulan sebelumnya, liburan akhir semester pada minggu ke-4 pada bulan setelahnya, jumlah wisatawan pada objek wisata BNS, dan Kusuma Agrowisata.

Pada objek wisata Kusuma Agrowisata hanya dipengaruhi oleh parameter $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \hat{\beta}_3$, dan $\hat{\beta}_4$ yaitu estimasi besarnya pengaruh efek variasi kalender liburan Hari Raya Idul Fitri pada minggu ke-2, liburan Hari Raya Idul Fitri pada minggu ke-1 pada bulan sebelumnya, liburan akhir semester pada minggu ke-1 pada bulan setelahnya, saat terjadi liburan Hari Raya Idul Fitri pada minggu ke-2 bulan setelahnya, jumlah wisatawan dipengaruhi oleh efek variasi kalender saja. Tanda positif pada model menunjukkan pengaruh positif, yang berarti setiap perubahan pada variabel akan membuat jumlah wisatawan bertambah. Tanda negatif pada model menunjukkan pengaruh negatif, yang berarti setiap perubahan pada variabel akan membuat jumlah wisatawan berkurang.

REFERENSI

- [1] Borovkova, S. S., Lopuha, H. P., Ruchjana, B.N. (2002). *Generalized STAR With Random Weight*. Proceeding of the 17th International Workshop on Statistical Modelling, Chania-Greece.
- [2] Muryanto. (2016). *Pemodelan GSTARX untuk Peramalan Indeks Harga Konsumen di Kalimantan*. Tesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.