

# PERAMALAN CURAH HUJAN DI DKI JAKARTA DENGAN MENGGUNAKAN METODE GENERALIZED SPACE TIME AUTOREGRESSIVE INTEGRATED (GSTAR-I)

Maharani Andini<sup>(1)</sup> Indah Manfaati Nur<sup>(2)</sup> dan M.Ai Haris<sup>(3)</sup>

<sup>123</sup>Universitas Muhammadiyah Semarang

email: [maharaniandini.r18@gmail.com](mailto:maharaniandini.r18@gmail.com)

| Article history | Abstract   |
|-----------------|--|
| Submission :    | This study aims to predict the monthly rainfall in the city of DKI Jakarta using the GSTAR-I method. The data used in this study are monthly rainfall data for the period January 2013 - November 2019. Data that is influenced by time and space is referred to as space time data. GSTAR-I is a model for non-stationary time series data. By using the inverse booter, the GSTAR model distance obtained is GSTAR (3,0) with an AIC value of 12.1028. The results of forecasting 10 months of rainfall in 2020 for the areas of Central Jakarta, North Jakarta, West Jakarta, South Jakarta and East Jakarta are in accordance with the condition of the rainfall which has decreased from the previous year. |
| Revised :       |  |
| Accepted :      |  |

## Keyword:

Rainfall, GSTAR, GSTAR-I

## PENDAHULUAN

Iklim merupakan kondisi rata-rata cuaca dalam kurun waktu yang panjang pada suatu lokasi. Iklim sendiri dipengaruhi oleh letak geografis dan topografi lokasi tersebut. Pada umumnya, kondisi iklim di dunia mengalami fluktuatif dan berubah-ubah menurut ruang maupun waktu. Perubahan iklim menurut ruang ini dibedakan berdasarkan perubahan iklim secara lokal dan global. Beberapa dekade terakhir telah terjadi pergeseran iklim atau musim dari periode perubahan musim yang biasanya (sirkulasi muson). Kondisi ini selalu berubah-ubah secara tidak beraturan dalam kurun waktu yang acak, sehingga sulit untuk memprediksi cuaca secara tepat. Untuk itu diperlukan informasi tentang prediksi cuaca yang tepat karena sudah menjadi kebutuhan utama untuk mendukung kegiatan di berbagai sektor. Informasi tersebut dapat berupa prakiraan curah hujan.

Jakarta merupakan daerah padat penduduk yang terjadi akibat tingginya tingkat pertumbuhan penduduk, baik dari kelahiran

maupun urbanisasi dari berbagai daerah. Curah hujan yang tinggi membuat banyak aktifitas di Jakarta terganggu sehingga diperlukan pemerintah dan pengusaha cepat tanggap dalam melakukan rencana perbaikan kota untuk menanggulangi terjadinya banjir.

Berdasarkan data yang diperoleh dari website resmi Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, curah hujan Kota Jakarta mengalami perubahan setiap tahunnya. Perubahan curah hujan Kota Jakarta yang tidak menentu membuat pemerintah dan pengusaha sulit menentukan strategi pengerjaan dalam dua pengembangan dan perbaikan infrastruktur kota. Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu dilakukan penelitian untuk memprediksikan dan meramalkan (forecasting) curah hujan Jakarta untuk memprediksi curah hujan Jakarta dimasa yang akan datang.

Ada tiga tahap untuk memodelkan GSTAR, yaitu tahap identifikasi, pendugaan parameter dan uji diagnostik model. Pada tahap identifikasi dilakukan identifikasi model tentatif. Langkah awal yang harus dilakukan

sebelum mengidentifikasi model tentatif pada pemodelan GSTAR adalah dengan memeriksa kestasioneritasan data. Dalam asumsi analisis deret waktu, proses dituntut stasioner. Tetapi pada kenyataannya banyak proses yang tidak stasioner. Menurut Cryer (1986), ide dasar dari stasioneritas adalah hukum probabilitas mengharuskan proses tidak berubah sepanjang waktu, dengan kata lain proses dalam keadaan setimbang secara statistik. Apabila data yang belum stasioner tidak distasionerkan akan membuat hasil pendugaan kurang tepat. Upaya yang dilakukan oleh para ahli untuk mengatasi ketidakstasioneritasan proses adalah dengan melakukan pembedaan tingkat pertama, kedua dan seterusnya. Proses pembedaan tersebut dikenal dengan proses yang terintegrasi. Data stasioner yang didapatkan melalui proses *differencing* mempunyai hasil yang berbeda dengan data yang memang sudah stasioner dari awal. Secara otomatis pendugaan parameter untuk data yang stasioner melalui proses *differencing* apabila tidak memasukkan unsur Integrated dalam model juga akan mempunyai pendugaan parameter yang tidak tepat. Pendugaan parameter yang kurang tepat membuat pemodelan dan peramalan tidak bisa menggambarkan keadaan yang sebenarnya dari data. Artinya peramalan yang dilakukan menjadi tidak berguna. Berdasarkan permasalahan ini model GSTAR diperluas menjadi model *Generalized SpaceTime Autoregressive Integrated* (GSTAR-I), dimana dalam prosesnya proses pembedaan ikut diperhitungkan menurut Fitriyaningsih dll. Pembahasan dan penerapan model GSTAR-I masih sedikit dilakukan sehingga dalam penelitian ini akan dilakukan pemodelan dengan menggunakan model GSTAR-I yang merupakan model khusus dari model GSTAR dengan memasukkan unsur Integrated dalam proses sehingga model lebih spesifik dan lebih tepat digunakan untuk peramalan data curah hujan.

## LANDASAN TEORI

### Uji Korelasi Antar Lokasi

Uji korelasi digunakan untuk mengetahui keterkaitan antar lokasi dalam penelitian. Dua variabel dikatakan berkorelasi apabila perubahan pada variabel yang satu akan diikuti perubahan pada variabel yang lain

secara teratur dengan arah yang sama (positif) atau berlawanan (negatif). Koefisien korelasi berkisar antara 1 sampai dengan -1 menurut Makridakis dkk., 1999. Apabila  $\rho = 0$  artinya dua lokasi tidak saling berkorelasi,  $\rho < 0$  artinya dia lokasi saling berkorelasi negatif dan  $\rho > 0$  artinya dua lokasi saling berkorelasi positif. Nilai koefisien korelasi mendekati 1 menunjukkan adanya korelasi yang sempurna.

### Uji Heterogenitas Lokasi

Menurut Karlina, et al., (2014) metode indeks Gini merupakan rasioanalisis yang sangat merepresentatif data dalam masyarakat yang heterogen. Metode indeks Gini biasanya digunakan untuk mengetahui tingkat pemerataan pendapatan masyarakat dengan melihat nilai indeks Gini yang dibagi menjadi beberapa kriteria diantaranya  $G_n = 0$  artinya pemerataan sempurna dan  $G_n = 1$  artinya pemerataan tidak sempurna. Indeks Gini merupakan suatu metode yang dapat digunakan untuk membandingkan dari satu waktu ke waktu atau dari satu lokasi ke lokasi yang lain.

### Stasioneritas

Uji ADF merupakan pengujian kestasioneran secara formal dengan melihat apakah data deret waktu mengandung akar unit (*unit root*). Uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF) merupakan uji akar-akar unit metode *Dickey Fuller* untuk model *autoregressive* tingkat  $p$  dengan  $p \geq 1$ . Persamaan model nilai uji *unit root* dijelaskan dengan model nilai rata-rata nol (*zero mean*).

### Identifikasi Model Ruang Waktu (*Space Time*)

Identifikasi model ruang waktu meliputi identifikasi terhadap ordo waktu dan ordo spasial. Ordo waktu dapat diidentifikasi dengan *matrix autocorrelation function* (MACF) dan *matrix partial autocorrelation function* (MPACF). Ordo spasial dibatasi pada ordo satu karena semakin tinggi ordo semakin sulit dalam menginterpretasikan (Setiawan 2015).

### Model *Generalized Space Time Autoregressive* (GSTAR)

Model *generalized space time autoregressive* (GSTAR) pertama kali

diperkenalkan oleh Borovkova, Lopuha dan Ruchjana pada tahun 2002 dalam Wutsqa dkk, (2010). Model *generalized space time autoregressive* (GSTAR) merupakan perluasan model *space time autoregressive* (STAR). Model *generalized space time autoregressive* (GSTAR) merupakan pengembangan dari model *space time autoregressive* (STAR) dengan asumsi parameter-parameter model berubah untuk setiap lokasi sehingga model *generalized space time autoregressive* (GSTAR) cenderung lebih fleksibel dibandingkan model *space time autoregressive* (STAR).

### **Bobot Lokasi**

Bobot *invers* jarak didapatkan dari penghitungan berdasarkan jarak sebenarnya antar lokasi. Lokasi yang berdekatan mendapatkan nilai bobot yang lebih besar dan lokasi yang berjauhan mendapatkan nilai bobot yang lebih kecil (Faizah dan Setiawan 2013, dalam Dwi 2018). Pembobot ini dihitung dari garis lintang dan garis bujur koordinat jarak yang diamati.

### **Uji Diagnostik Model**

Diagnostik model bertujuan untuk membuktikan bahwa model yang didapatkan layak digunakan dalam peramalan. Model *time series multivariate* memiliki dua asumsi yang harus terpenuhi yang harus terpenuhi, yaitu bersifat *white noise* dan berdistribusi normal *multivariate*.

### **Pemilihan Model Terbaik**

Pemilihan model terbaik dilakukan untuk memilih terbaik dari beberapa model yang dinyatakan layak pada uji diagnostik. Penentuan model berdasarkan skema plot MACF dan MPACF secara teori tidak praktis karena tergantung pada pengalaman peneliti. Salah satu kriteria pemilihan dalam penentuan model terbaik dengan menggunakan AIC (*Akaike's Information Criterion*). Model dikatakan baik jika nilai AIC terkecil dari beberapa model deret waktu.

### **Ketepatan Model**

Salah satu tingkat akurasi peramalan dapat diukur dari nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yaitu rata-rata

persentase kesalahan pertama dari beberapa periode. Tingkat keakuratan dapat dijelaskan dengan membandingkan nilai yang diproyeksikan dengan nilai actual. Untuk melakukan peramalan dan untuk mengetahui akuratnya sebuah model maka nilai akurasinya harus semakin kecil.

## **METODE PENELITIAN**

### **Sumber Data**

Penelitian ini menggunakan data sekunder mengenai curah hujan. Sumber data dalam penelitian ini adalah dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) DKI Jakarta. Data curah hujan periode Januari 2013 sampai Desember 2019.

### **Variabel Penelitian dan Struktur Data**

Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah data curah hujan pada periode 1 Januari 2013 sampai Desember 2019.

### **Langkah-langkah Penelitian**

Metode penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu :

1. Pengambilan data
2. Identifikasi data  
Melakukan identifikasi data dengan memeriksa kestasioneran data terhadap mean dan varian. Melihat kestasioneran data dengan melihat nilai rounded value pada plot Box-Cox untuk menguji kestasioneritasan terhadap varian dan menggunakan uji Dickey Fuller untuk menguji kestasioneran terhadap mean. Jika data tidak stasioner terhadap mean maka perlu melakukan differencing. Sebaliknya jika tidak stasioner terhadap varian maka perlu dilakukan transformasi data.
3. Melakukan uji korelasi antar lokasi dan uji indeks gini
4. Identifikasi model  
Untuk mengidentifikasi model dengan menentukan MACF dan MPACF sebagai orde autoregresif.
5. Menentukan orde autoregressive
6. Menentukan bobot lokasi yang akan digunakan dalam pendugaan parameter model GSTAR-I
7. Menduga parameter model GSTAR-I

8. Melakukan pengujian kelayakan model dengan cara melihat apakah sisaan bersifat white noise dan normal multivariat.
9. Pemeriksaan ketepatan model dengan melihat nilai MAPE
10. Peramalan

## HASIL PENELITIAN dan PEMBAHASAN

### Uji Korelasi

Dapat disimpulkan bahwa korelasi curah hujan Kota-kota di DKI Jakarta cukup tinggi. Korelasi curah hujan antara Jakarta Pusat dengan Jakarta Utara sebesar 0.7454, korelasi curah hujan antara Jakarta Pusat dengan Jakarta Barat sebesar 0.7866, korelasi curah hujan antara Jakarta Pusat dengan Jakarta Selatan sebesar 0.5981, dan korelasi curah hujan antara Jakarta Pusat dengan Jakarta Timur sebesar 0.5933. Hal ini menunjukkan adanya keterkaitan yang cukup kuat antar lokasi pengamatan.

### Uji Heterogenitas Lokasi

Dalam penerapan model GSTAR data yang digunakan harus memenuhi asumsi karakteristik heterogen. Berdasarkan hasil menunjukkan bahwa nilai G (Indeks Gini) pada kelima lokasi menunjukkan angka lebih dari 1 yang artinya lokasi heterogen.

### Stasioneritas terhadap Ragam

Kestasioneran data curah hujan dapat dilihat berdasarkan nilai koefisien parameter transformasi lamda ( $\lambda$ ) yang dihasilkan dari plot Box-Cox. Jika nilai  $\lambda$  sama dengan satu maka dapat disimpulkan bahwa data telah stasioner dan sebaliknya. Didapatkan nilai lamda ( $\lambda$ ) pada masing-masing lokasi adalah satu, sehingga dapat disimpulkan bahwa data telah stasioner terhadap ragam.

### Stasioneritas terhadap Rata-rata

Stasioneritas dalam rata-rata dapat dilihat dengan menggunakan uji Augmented Dickey-Fuller (ADF). Jika nilai  $p < 0.05$  ( $\alpha$ ) maka data telah stasioner dalam taraf nyata 5%. , nilai  $p$  pada masing-masing lokasi sebesar  $< 0.01$ , hal ini menunjukkan bahwa data telah stasioner karena semua nilai  $p < 0.05$ .

### Identifikasi Model

Hasil output yang menunjukkan nilai-nilai AIC yang mengombinasikan semua model GSTAR yang terbentuk dari identifikasi pada lag autoregressive 3 yang mempunyai nilai AIC terkecil yaitu 12.1208. sehingga model yang terbentuk adalah GSTAR(3). Sehingga model GSTAR yang digunakan dalam analisis data curah hujan di JakartaPusat, Jakarta Utara, Jakarta Barat, Jakarta Selatan, Jakarta Timur, dan Jakarta Pusat.

### Uji White Noise

Tujuan dari asumsi *white noise* untuk melihat hasil sisaan yang bersifat bebas antar pengamatan (independen). Pemeriksaan *white noise* pada penelitian ini menggunakan uji *portmanteau*. Hasil pengujian menggunakan uji *portmanteau* adalah sebagai berikut :

$H_0$  :  $\rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_m = 0$  (residual bersifat *white noise*)

$H_1$  :  $\rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_m \neq 0$  (residual tidak bersifat *white noise*)

Menunjukkan bahwa semua lag signifikan, sehingga dapat disimpulkan bahwa model GSTAR (3,0) tidak bersifat *white noise* yang berarti terdapat korelasi antar residual. Sehingga dari pengujian menggunakan uji *portmanteau* dapat disimpulkan bahwa sisaan tidak memenuhi asumsi *white noise*.

### Uji Residual Multivariat Normal

Setelah dilakukan pemeriksaan residual multivariat normal menggunakan uji Skewness dan Kurtosis didapatkan nilai  $p$  value yang artinya residual tidak berdistribusi normal, walaupun distribusi normal tidak terpenuhi namun asumsi normalitas residual dapat diabaikan.

### Pemeriksaan Ketepatan Model

Tabel 1 Hasil MAPE

| Lokasi          | MAPE   |
|-----------------|--------|
| Jakarta Pusat   | 58.06  |
| Jakarta Utara   | 45.10  |
| Jakarta Barat   | 61.99  |
| Jakarta Selatan | 32.33  |
| Jakarta Timur   | 109.52 |

Menunjukkan bahwa model GSTAR (3) tidak dapat di gunakan untuk meramal curah hujan di Jakarta Pusat, Jakarta Utara, Jakarta Barat, Jakarta Selatan dan Jakarta Timur karena nilai MAPE yang besar dengan nilai rata-rata dari keseluruhan adalah 61.40126 sangatlah besar dikarenakan data yang didapat mengalami kenaikan dan penurunan data yang sangat ekstrim.

### Peramalan

Berdasarkan model peramalan terbaik yang diperoleh adalah GSTAR (3). Peramalan 10 bulan kedepan yaitu menggunakan data curah hujan satu tahun terakhir pada masing-masing lokasi. Maka hasil peramalan menggunakan model GSTAR (3) adalah :

Tabel 2 Hasil Peramalan

|    | Jakarta Pusat   | Jakarta Utara | Jakarta Barat |
|----|-----------------|---------------|---------------|
| 1  | 4.1677          | 2.6056        | 3.6838        |
| 2  | 3.3999          | 2.6237        | 3.5286        |
| 3  | 3.0060          | 2.4543        | 3.1893        |
| 4  | 3.2722          | 2.2919        | 3.1267        |
| 5  | 2.9895          | 2.2595        | 3.0778        |
| 6  | 2.8390          | 2.2556        | 3.0337        |
| 7  | 2.8248          | 2.1700        | 2.9081        |
| 8  | 2.6699          | 2.0785        | 2.8162        |
| 9  | 2.4936          | 1.9882        | 2.6804        |
| 10 | 2.4276          | 1.8941        | 2.5566        |
|    | Jakarta Selatan | Jakarta Timur |               |
| 1  | 9.0534          | 6.9778        |               |
| 2  | 8.4559          | 5.7317        |               |
| 3  | 7.1040          | 7.0403        |               |
| 4  | 7.1992          | 6.6024        |               |
| 5  | 6.7285          | 7.4033        |               |
| 6  | 6.7152          | 6.5707        |               |
| 7  | 6.2877          | 6.6355        |               |
| 8  | 6.2262          | 5.7984        |               |
| 9  | 5.7825          | 5.7171        |               |
| 10 | 5.6107          | 5.1399        |               |

Secara matematis, model GSTAR yang digunakan untuk meramalkan dapat ditulis sebagai berikut :

a. Jakarta Pusat

Bedasarkan hasil perhitungan matriks didapatkan model GSTAR untuk daerah Jakarta Pusat sebagai berikut :

$$z_1(t) = 0.1504_{(t-1)} + 0.3130_{(t-1)} + 0.3624_{(t-1)} + 0.4612_{(t-1)} + 0.4941_{(t-1)} - 0.0169_{(t-2)} - 0.0837_{(t-2)} - 1.0969_{(t-2)} - 0.1233_{(t-2)} - 0.1321_{(t-2)} + 0.4179_{(t-3)} - 0.0568_{(t-3)} - 0.0568_{(t-3)} - 0.0838_{(t-3)} - 0.0898_{(t-3)}$$

Dari model yang tersusun kemudian dapat digunakan untuk peramalan curah hujan. Pada penelitian ini dilakukan peramalan untuk 10 bulan kedepan pada tahun 2020 dan hasil peramalan curah hujan untuk daerah Jakarta Pusat mengalami penurunan dari tahun sebelumnya.

b. Jakarta Utara

Bedasarkan hasil perhitungan matriks didapatkan model GSTAR untuk daerah Jakarta Utara sebagai berikut :

$$z_2(t) = 0.1249_{(t-1)} + 0.5643_{(t-1)} + 0.1529_{(t-1)} + 0.2706_{(t-1)} + 0.2706_{(t-1)} + 0.0093_{(t-2)} - 0.1748_{(t-2)} + 0.0109_{(t-2)} + 0.0194_{(t-2)} + 0.0194_{(t-2)} - 0.0376_{(t-3)} + 0.1914_{(t-3)} - 0.044_{(t-3)} - 0.0786_{(t-3)} - 0.0786_{(t-3)}$$

Dari model yang tersusun kemudian dapat digunakan untuk peramalan curah hujan. Pada penelitian ini dilakukan peramalan untuk 10 bulan kedepan pada tahun 2020 dan hasil peramalan curah hujan untuk daerah Jakarta Utara mengalami penurunan dari tahun sebelumnya.

c. Jakarta Barat

Berdasarkan hasil perhitungan matriks didapatkan model GSTAR untuk daerah Jakarta Barat sebagai berikut :

$$z_3(t) = 0.1834_{(t-1)} + 0.3474_{(t-1)} + 0.3149_{(t-1)} + 0.4725_{(t-1)} + 0.4632_{(t-1)} - 0.0132_{(t-2)} - 0.0247_{(t-2)} + 0.0129_{(t-2)} - 0.0336_{(t-2)} - 0.0329_{(t-2)} - 0.0259_{(t-3)} - 0.0491_{(t-3)} + 0.1818_{(t-3)} - 0.0668_{(t-3)} - 0.0655_{(t-3)}$$

Dari model yang tersusun kemudian dapat digunakan untuk peramalan curah hujan. Pada penelitian ini dilakukan peramalan untuk 10 bulan kedepan pada tahun 2020 dan hasil peramalan curah hujan untuk daerah Jakarta Barat mengalami penurunan dari tahun sebelumnya.

d. Jakarta Selatan

Berdasarkan hasil perhitungan matriks didapatkan model GSTAR untuk daerah Jakarta Selatan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
z_4(t) = & 0.8267_{(t-1)} + 1.0040_{(t-1)} + 1.0630_{(t-1)} + 0.2014_{(t-1)} \\
& + 1.3580_{(t-1)} - 0.2562_{(t-2)} - 0.3111_{(t-2)} \\
& - 0.3294_{(t-2)} + 0.0628_{(t-2)} - 0.4209_{(t-2)} \\
& + 0.1266_{(t-3)} + 0.1537_{(t-3)} + 0.1628_{(t-3)} \\
& + 0.1472_{(t-3)} + 0.2080_{(t-3)}
\end{aligned}$$

Dari model yang tersusun kemudian dapat digunakan untuk peramalan curah hujan. Pada penelitian ini dilakukan peramalan untuk 10 bulan kedepan pada tahun 2020 dan hasil peramalan curah hujan untuk daerah Jakarta Selatan mengalami penurunan dari tahun sebelumnya.

#### e. Jakarta Timur

Berdasarkan hasil perhitungan matriks didapatkan model GSTAR untuk daerah Jakarta Timur sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
z_5(t) = & 0.5252_{(t-1)} + 0.6060_{(t-1)} + 0.6869_{(t-1)} + 0.9696_{(t-1)} \\
& + 0.5609_{(t-1)} - 0.3192_{(t-2)} - 0.3683_{(t-2)} \\
& - 0.4174_{(t-2)} - 0.5892_{(t-2)} - 0.3095_{(t-2)} \\
& + 0.0551_{(t-3)} + 0.0637_{(t-3)} + 0.0722_{(t-3)} \\
& + 0.1019_{(t-3)} - 0.4485_{(t-3)}
\end{aligned}$$

Dari model yang tersusun kemudian dapat digunakan untuk peramalan curah hujan. Pada penelitian ini dilakukan peramalan untuk 10 bulan kedepan pada tahun 2020 dan hasil peramalan curah hujan untuk daerah Jakarta Timur mengalami penurunan dari tahun sebelumnya.

## SIMPULAN dan SARAN

### Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah di uraikan, maka kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah Model yang sesuai untuk data curah hujan di Jakarta Pusat, Jakarta Utara, Jakarta Barat, Jakarta Selatan, dan Jakarta Timur adalah model GSTAR (3). Dengan akurasi peramalan curah hujan dengan model GSTAR (3,0) memiliki nilai MAPE 61.40126. Hasil peramalan 10 bulan di tahun 2020 di daerah Jakarta Pusat, Jakarta Utara, Jakarta Barat, Jakarta Selatan, dan Jakarta Timur mengalami penurunan dari pada tahun sebelumnya sebesar - 0.965%.

### Saran

Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan model GSTAR dengan menggunakan pembobot lainnya agar peramalan lebih baik dan tepat.

## Daftar Pustaka

- Cryer, J. D & Chan, k.-S., (2008) *Time Series Analysis : with Application in R* (2nd ed), Springer Science+Business Media, LLC, New York.
- Dwi Yulianti. (2018) *Pemodelan Harga Beras di Pulau Suamtera dengan Menggunakan mode Generalized Space Time ARIMA*.
- Ischak, R. (2018). *Peramalan Rata-Rata Harga Beras di Tingkat Penggilingan Menggunakan Model Singular Spectrum Analysis (SSA)*. 57–64.
- Lewis, C. D. (1997). *Demand Forecasting and Inventory Control*.
- Makridakis S, Wheelwright SC, H. R. (1997). 1 / *the Forecasting Perspective. Forecasting Methods and Applications*, 1–632.
- Makridakis S, Wheelwright SC, & McGee, V. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta : Bina Rupa Aksara.
- Min, X dkk., (2010), *Urban Traffic Network Modeling and Short-term Traffic Flow Forecasting Based GSTARIMA Model. Annual Coference on Intelligent Transport System WA 1.3*, Madeira Island, Portugal.
- Montgomery DC, Cherly LJ, Murat K. (2015). *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting Second Edition*. New Jersey (US) : John Wiley and Sons, Inc.
- Nurchayani F. (2016). *Pengelompokan Stasiun Hujan untuk Model Generalized Space Time Autoregressive (GSTAR) pada Permalan Curah Hujan Kabupaten Jember dengan Tiga Pembobot*.
- Pfeifer PE, Deutsch SJ. (1980). *A three-stage iterative procedure for space-time modeling*.
- Rusdi. (2011) *Uji Akar-Akar Unit dalam Model Runtun Waktu Autoregresif*.
- Setiawan, A. (2015). *Kajian model VARIMA dan GSTARIMA untuk peramalan inflasi bulanan [Tesis]*. Bogoor Program Pasca Sarjana Instintut Pertanian Bogor.

Wei. W. W. S (2015). *Multivariate Time Series Analysis and Applications*.

Wei, W., (2006) *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods*. New York: Pearson Addison Wesley.

Whutsqa, D.U. , Suhartono dan Sujito, B., (2010) Gneralized Space-Time Autoregressive Modeling, *Proceding of*

*the 6<sup>th</sup> IMT-GT Convergence on Mathematics, Statistics and its Application (ICMSA2010)*, Universitas Tungku Abdul Rahman, Kuala Lumpur Malaysia.

Widiarsi, N. . (2015). Analisis Komparasi *Holt Winter* Dan *Sarima* Pada Peramalan Statistik Wisatawan Asing Kraton Yogyakarta. 95–100.

