

Analisis Kasus Demam Berdarah Di Dki Jakarta Dengan Model *Generalized Space Time Autoregressive (GSTAR)*

1st Meysa Rizkita
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

meysarizkita@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Meta Kallista
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

metakallista@telkomuniversity.ac.id

3rd Ashri Dinimaharawati
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ashridini@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Demam Berdarah adalah penyakit yang disebabkan oleh gigitan nyamuk *Aedes Aegypti* yang membawa virus dengue. Menurut Badan Pusat Statistik DKI Jakarta yang mengambil sumber dari Kementerian Kesehatan, kasus penderita DBD di DKI Jakarta pada tahun 2020 terdapat 4.744 kasus. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data kasus demam berdarah DBD Kota Administrasi Jakarta Barat, Jakarta Pusat dan Jakarta Utara bulan Januari 2017 - Desember 2020. Pada penelitian ini menggunakan model *Generalized Space Time Autoregressive (GSTAR)*, tujuan dan manfaat dari penelitian ini membuat model GSTAR dengan parameter yang sudah dihitung, dapat membantu dinas Kesehatan untuk memprediksi kasus demam berdarah untuk 1 periode kedepan, GSTAR menggunakan 2 bobot lokasi yaitu bobot lokasi seragam dan bobot lokasi invers jarak. Untuk mencari estimasi parameter menggunakan *Ordinary Least Square (OLS)* dengan meminimumkan jumlah kuadrat residual. Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa model GSTAR yang digunakan (1_1), model GSTAR setelah dilakukan pengujian model memenuhi asumsi white noise dan menggunakan persamaan bobot lokasi inverse jarak karena menjadi model terbaik untuk peramalan kasus demam berdarah, dengan nilai *Mean Absolute Error (MAE)* 29,2213. *Root Mean Square Error (RMSE)* 5,2197. Dan R^2 0,5543.

Kata kunci— Demam Berdarah, GSTAR

I. PENDAHULUAN

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit akibat gigitan nyamuk *Aedes Aegypti* dan *Aedes albopictus* betina yang membawa virus dengue. Virus ini dapat menyerang golongan umur, mulai anak-anak, remaja, dewasa, dan lanjut usia, virus ini akan masuk dan mengalir ke pembuluh darah, menginfeksi sel-sel yang ada pada tubuh manusia. DBD termasuk penyakit berbahaya karena disebabkan oleh faktor cuaca dan kurangnya kesadaran masyarakat tentang kebersihan lingkungan sekitar. Gejala dari DBD yaitu demam tinggi, nyeri otot, mual muntah, dan munculnya ruam merah[1].

Menurut Badan Pusat Statistik DKI Jakarta yang mengambil sumber dari Kementerian Kesehatan, kasus penderita DBD di DKI Jakarta pada tahun 2020 adalah 4.744 kasus yang tersebar di 6 wilayah seperti Kota Adm. Jakarta Pusat, Kota Adm. Jakarta Timur, Kota Adm. Jakarta Selatan, Kota Adm. Jakarta Barat, Kota Adm. Jakarta Utara dan Kep. Seribu[2].

Indonesia merupakan salah satu negara dengan penduduk terpadat di dunia, dan kepadatan penduduknya menjadi salah satu faktor penyebab dari penyakit DBD. Penyakit DBD sering terjadi di wilayah yang memiliki iklim subtropis dan tropis, Indonesia menjadi salah satu negara beriklim tropis, Indonesia memiliki tingkat curah hujan yang cukup tinggi menyebabkan nyamuk *Aedes Aegypti* mudah berkembang biak dengan cepat.

Metode *Generalized Space Time Autoregressive (GSTAR)* merupakan salah satu metode untuk meramalkan data deret waktu di beberapa lokasi yang berdekatan, Model GSTAR merupakan pengembangan dari model *Space Time Autoregressive (STAR)*. Pada model GSTAR penentuan bobot lokasi sangat penting, bobot lokasi yang digunakan adalah bobot lokasi seragam, *invers* jarak, untuk setiap bobot lokasi memiliki karakteristik masing-masing.

Dalam Tugas Akhir ini menggunakan metode regresi dengan algoritma *Generalized Space Time Autoregressive (GSTAR)* berbasis web dan menggunakan bahasa pemrograman *Python* untuk mengolah data. Penggunaan metode ini diharapkan dapat membantu Dinas Kesehatan antisipasi jika terjadi kenaikan kasus DBD dan mengurangi kasus kematian akibat DBD.

II. KAJIAN TEORI.

A. Demam Berdarah

Demam berdarah adalah penyakit yang disebabkan oleh gigitan nyamuk yang membawa virus dengue. Tanpa diobati dengan tepat, demam berdarah berisiko mengancam nyawa[1]. Perubahan iklim dapat mempengaruhi iklim akan mempengaruhi perkembangan nyamuk *Aedes Aegypti*. Gejala dari demam berdarah yaitu: demam, mual, muncul ruam merah dan lain-lain.

B. Statistik Deskriptif

Statistic deskriptif adalah Statistik deskriptif adalah pengumpulan, penyederhanaan, ringkasan dan penyajian

tabel atau grafik agar diperoleh informasi yang mudah dipahami oleh pengguna[5].

C. Korelasi

Korelasi adalah hubungan antar variabel. Korelasi untuk menghitung bagaimana variabel berhubungan satu sama lain tanpa menggunakan model. Korelasi yang dihitung adalah linier[8].

$$r = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2)(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2)}} \quad (2.4)$$

dimana :

- r : Koefisien korelasi
- n : Jumlah Data
- X_i : Nilai variabel X_i
- \bar{X} : Nilai rata-rata X_i
- Y_i : Nilai variabel Y_i
- \bar{Y} : Nilai rata-rata Y_i

D. Time Series

Time Series adalah suatu rangkaian variabel yang diamati pada interval waktu ruang yang sama ditunjukkan sebagai sebuah time series. Fungsi yang menghubungkan nilai time series dengan nilai time series awal, kesalahan, atau hal lain yang terkait dengan time series[9].

E. Multivariate

Analisis multivariat digunakan untuk menggambarkan analisis data multivariat dalam arti banyak pengamatan atau variabel yang diperoleh untuk setiap individu atau entitas yang diteliti[19].

F. Differencing

Differencing adalah mengambil perbedaan antara peristiwa yang berurutan dalam rangkaian waktu. Karena mean dan varian differencing konstan, maka dapat diperlakukan sebagai deret stasioner [10].

G. Vector Autoregressive (VAR)

Model VAR tidak mengandalkan teori, hanya perlu menentukan variabel relevan yang harus dimasukkan ke dalam sistem[11].

H. Generalized Space Time Autoregressive (GSTAR)

Model GSTAR adalah model yang lebih fleksibel, dapat menggunakan parameter yang bervariasi dibandingkan dengan model STAR karena model STAR hanya memerlukan nilai parameter yang sama untuk semua lokasi[12].

GSTAR dari *autoregressive* orde p dan orde spasial $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p$ GSTAR($p\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p$) dapat ditulis sebagai berikut [15]

$$Z(t) = \sum_{s=1}^p [\phi_{s0} + \sum_{k=1}^{\lambda_s} \phi_{sk} W^{(k)}] Z(t-s) + e(t) \quad (2.5)$$

ϕ_{s0} adalah diagonal ($\phi_{s0}^1, \dots, \phi_{s0}^N$) dan ($\phi_{sk}^1, \dots, \phi_{sk}^N$). $W_{ii}^k = 0$ dan $\sum_{i \neq j} W_{ij}^k = 1$, $W^{(k)}$.

model GSTAR dapat ditulis sebagai berikut[12]:

$$\begin{bmatrix} Z_1(t) \\ Z_2(t) \\ Z_3(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \phi_{10}^1 & 0 & 0 \\ 0 & \phi_{10}^2 & 0 \\ 0 & 0 & \phi_{10}^3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_1(t-1) \\ Z_2(t-1) \\ Z_3(t-1) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \phi_{11}^1 & 0 & 0 \\ 0 & \phi_{11}^2 & 0 \\ 0 & 0 & \phi_{11}^3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_1(t-1) \\ Z_2(t-1) \\ Z_3(t-1) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1(t) \\ e_2(t) \\ e_3(t) \end{bmatrix}$$

I. Stasioner Time Series

Stasioneritas adalah deret dengan rata-rata dan varian konstan, tanpa pola berulang yang dapat diprediksi. Stasioneritas mengharuskan mean, varians dan autokorelasi untuk menjadi invarian terhadap waktu pengamatan yang aktual. Menggunakan Augmented Dickey Fuller (ADF) untuk menentukan stasioner data [10].

J. Penentuan Model GSTAR

Penentuan Model GSTAR pada penelitian ini menggunakan orde VAR *Akaike's Information Criterion* (AIC). Nilai AIC terkecil akan menjadi orde autoregressive dan orde spasial menggunakan 1.

K. Bobot Lokasi

1. Bobot Lokasi Seragam (*Uniform*)

Bobot lokasi seragam ditentukan dari lokasi berdekatan, untuk data lokasi yang homogen atau memiliki jarak yang sama dengan memberikan nilai bobot lokasi yang sama. Berikut rumus yang digunakan untuk menghitung bobot lokasi seragam:

$$W_{ij} = \frac{1}{n_i} \quad (2.7)$$

Dimana :

n_i : Banyak lokasi yang berdekatan

2. Bobot Lokasi Invers Jarak

Bobot lokasi *invers* jarak didapatkan dari jarak antar lokasi yang sebenarnya, dengan mengambil titik tengah dari setiap lokasi yang akan digunakan

$$\begin{bmatrix} 0 & \frac{r_1}{r_1+r_2} & \frac{r_2}{r_1+r_2} \\ \frac{r_1}{r_1+r_3} & 0 & \frac{r_3}{r_1+r_3} \\ \frac{r_2}{r_2+r_3} & \frac{r_2}{r_2+r_3} & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & W_{12} & W_{13} \\ W_{21} & 0 & W_{23} \\ W_{31} & W_{32} & 0 \end{bmatrix}$$

(2.8)

Dimana :

- r1 : jarak lokasi 1 dengan lokasi 2
- r2 : jarak lokasi 1 dengan lokasi 3
- r3 : jarak lokasi 2 dengan lokasi 3

L. Estimasi Parameter

Estimasi Parameter menggunakan Ordinary Least Square (OLS) dengan meminimumkan jumlah kuadrat residual. untuk model GSTAR (1_1), maka persamaan linear dapat ditulis sebagai berikut[15]:

$$Z_i = Y_i \phi_I + \varepsilon$$

Atau dalam bentuk matriks dari persamaan diatas dapat ditulis sebagai berikut:

$$Z_i = \begin{bmatrix} Z_i(1) \\ Z_i(2) \\ \vdots \\ Z_i(T) \end{bmatrix}, Y_i = \begin{bmatrix} Z_i(0) & V_i(0) \\ Z_i(1) & V_i(1) \\ \vdots & \vdots \\ Z_i(T-1) & V_i(T-1) \end{bmatrix}, \phi_I = \begin{bmatrix} \phi_{10}^i \\ \vdots \\ \phi_{11}^i \end{bmatrix}, \varepsilon = \begin{bmatrix} e_i(1) \\ e_i(2) \\ \vdots \\ e_i(T) \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

Dimana :

$Z_i(t)$: Banyaknya sebuah pengamatan yang diteliti ($t=0,1,\dots,T$)

I : Lokasi ($i=1,2,\dots,N$)

$$V_i(t) = \sum_{j=1}^N w_{ij} Z_j(t) \quad (2.10)$$

$i \neq j$, setiap i, j bernilai $= 1, 2, \dots, N$. Sehingga didapatkan nilai estimasi parameter sebagai berikut:

$$\hat{\phi} = (Y'Y)^{-1}(Y'Z) \tag{2.11}$$

M. Uji Kelayakan Model

Melakukan uji kelayak Model menggunakan uji Ljung Box model bersifat white noise atau tidak

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^K \left(\frac{r_k^2}{n-k} \right) \tag{2.12}$$

Dimana:

N: jumlah data

k: banyaknya lag yang dipilih

r: autokorelasi sisaan pada lag k

N. Kriteria Model Terbaik

1. Root Mean Squared Error (RMSE)

RMSE mengukur perbedaan antara nilai prediksi model sebagai perkiraan nilai yang diamati.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (y(t) - y'(t))^2}{n}}$$

2. Mean Absolute Error (MAE)

Mean Absolute Error (MAE) merupakan nilai selisih yang dimulak antara nilai prediksi dengan nilai sebenarnya. MAE sering digunakan untuk mencari nilai keakuratan dalam sebuah model statistik[16].

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |A_i - F_i| \tag{2.14}$$

Dimana:

n : Jumlah periode

A_i : Nilai Sebenarnya ke-i

F_i : Nilai Prediksi atau peramalan ke-i

3. R Squared

R-squared atau koefisien determinasi adalah nilai variabel independen yang mempengaruhi variabel dependen. Nilai R-squared berkisar dari 0 hingga 1, semakin mendekati ke 1 semakin baik [17].

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} \tag{2.15}$$

Dimana :

SSR : Kuadrat dari selisih Y dan Y rata-rata

SST : Kuadrat dari selisih Y sebenarnya dan Y rata

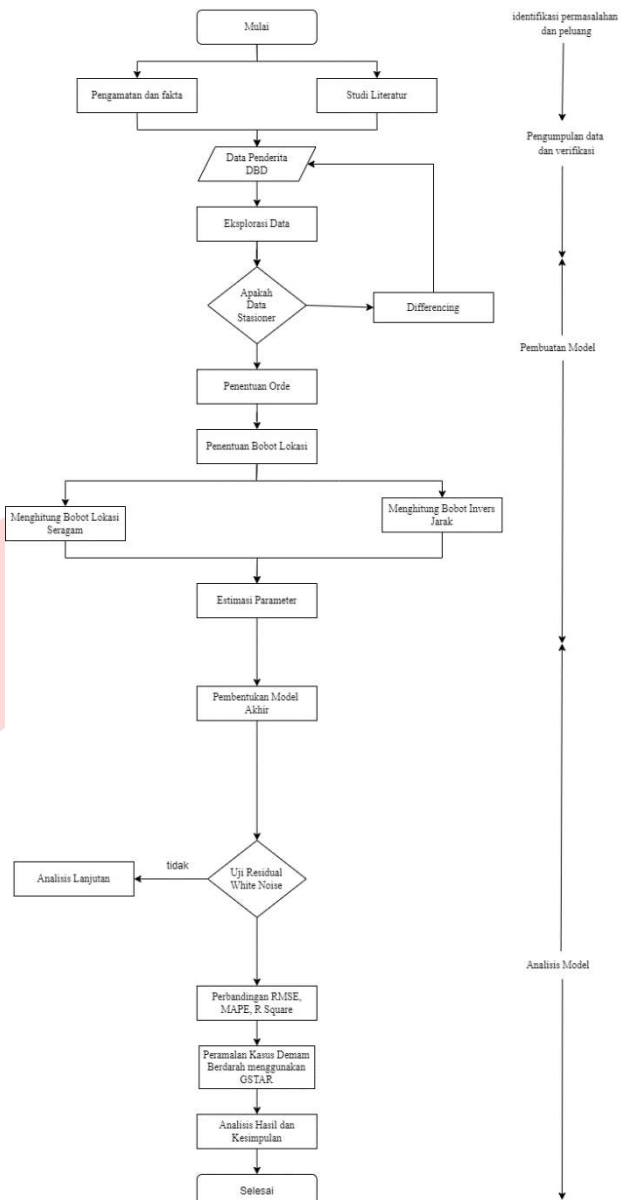
O. Website

Website adalah kumpulan halaman web yang dihubungkan bersama untuk menampilkan informasi spesifik yang dapat diakses di Internet menggunakan browser web.

III. METODE

Pada penelitian ini menggunakan 3 Variabel data penderita yaitu:

- A. Penderita di Jakarta Barat
- B. Penderita di Jakarta Pusat
- C. Penderita di Jakarta Utara

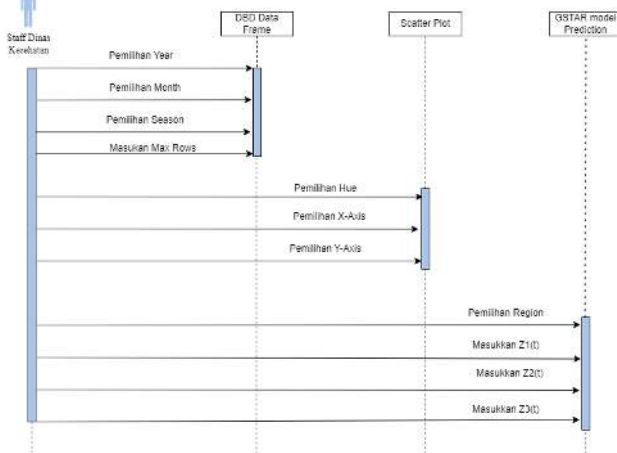


Gambar 1. Tahapan Penelitian

Gambar diatas merupakan tahapan dari penelitian ini, berikut penjelasan dari gambar tersebut.

- A. Pengamatan dan fakta mengenai penyakit demam berdarah dan mencari studi literatur.
- B. Mencari data demam berdarah
- C. Eksplorasi data untuk melihat deskripsi data seperti mean, standar deviasi, nilai minimum dan maksimum.
- D. Pengujian data untuk melihat data apakah data sudah stasioner atau belum menggunakan uji Augmented Dickey Fuller (ADF), jika belum maka dilakukan differencing atau pembeda pada data.
- E. penentuan model GSTAR menggunakan Akaike's Information Criterion (AIC), dengan melihat nilai minimum lag.
- F. penentuan bobot lokasi dalam penelitian ini menggunakan 2 bobot lokasi yaitu bobot lokasi seragam dan bobot invers jarak.
- G. estimasi parameter menggunakan Ordinary Least Square (OLS) dengan meminimumkan kuadrat residual.

- H. Pembentukan model GSTAR
- I. menguji white noise untuk menentukan apakah model layak digunakan jika tidak model tersebut tidak dapat digunakan dan dilakukan analisis lanjutan
- J. Perhitungan MAE, RMSE terendah dan R square mendekati 1.
- K. menentukan model dari bobot lokasi seragam atau invers jarak yang digunakan sebagai model peramalan selanjutnya melakukan peramalan 3 lokasi yaitu Jakarta Barat, Jakarta Pusat dan Jakarta Utara.



Gambar 2. Sequence Diagram

Pada Gambar 2. Menjelaskan staff dinas Kesehatan dapat mengakses website dengan menggunakan IP Localhost dan setiap tab pada website dapat diakses.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Eskplorasi Data

Tabel Statistik deskriptif data DBD DKI Jakarta Januari 2017-Desember 2020.

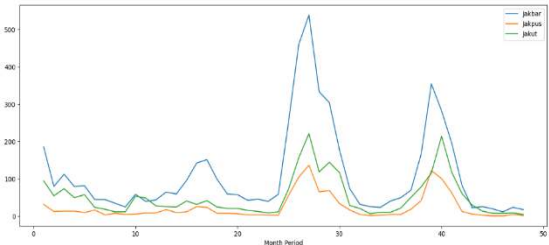
Tabel 1. Statistik Deskriptif

Statistika	Jakarta Barat	Jakarta Pusat	Jakarta Utara
Rata-Rata	87,2708	24,6042	63,0208
Standar Deviasi	114,0531	37,1980	57,5683
Minimum	2,0000	0,0000	4,0000
Maksimum	539,0000	145,0000	221,0000

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa rata-rata tertinggi data sebesar 87,2708. Rata-rata tertinggi sebesar 114,0531.

B. Plot data

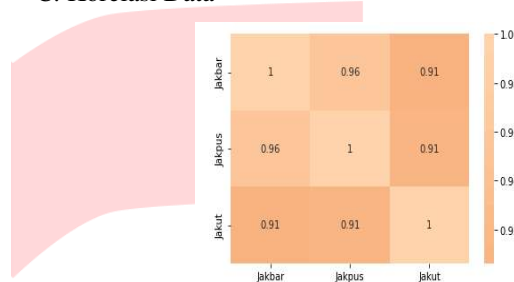
Plot data kasus penderita DBD DKI Jakarta sebagai berikut.



Gambar 3. Plot data DBD

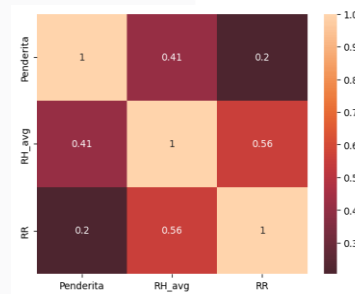
Pada gambar diatas kasus DBD tertinggi di Jakarta Barat dibandingkan wilayah Jakarta Pusat dan Jakarta Utara.

C. Korelasi Data



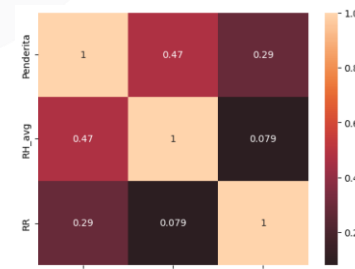
Gambar 4. Korelasi antar Wilayah

Dari gambar diatas bahwa setiap wilayah saling berhubungan karena nilai korelasi mendekati 1.



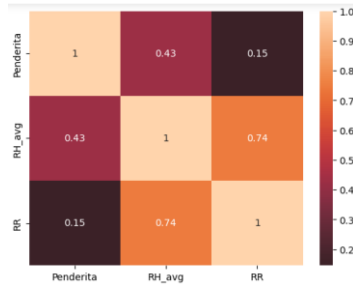
Gambar 5. Korelasi DBD dan BMKG Jakarta Barat

Pada gambar diatas dapat disimpulkan hubungan cukup adalah penderita dengan kelembaban.



Gambar 6. Korelasi DBD dan BMKG Jakarta Pusat

Pada gambar diatas dapat disimpulkan hubungan cukup adalah penderita dengan kelembaban.



Gambar 7. Korelasi DBD dan BMKG Jakarta Pusat

Pada gambar diatas dapat disimpulkan hubungan cukup adalah penderita dengan kelembaban.

D. Pengujian Data Stasioner

Tabel 2. Data Stasioner

Lokasi	ADF Test	1% Level	P-Value	Keterangan
Jakarta Barat	-2,9844	-3,5812	0,0363	Stasioner
Jakarta Pusat	-3,7900	-3,5848	0,0030	Stasioner
Jakarta Utara	-3,6992	-3,5885	0,0041	Stasioner

Dari tabel diatas bahwa data untuk 3 lokasi sudah stasioner maka tidak diperlukan differencing data.

E. Identifikasi Model GSTAR

Tabel 1. Hasil Pengujian AIC model VAR

Lag	0	1*	2	3	4	5
AIC	25,27	-45,77*	-41,61	-42,57	-39,20	-40,36

Dari hasil pada tabel diatas maka nilai lag minimum pada lag 1. Model GSTAR yang digunakan dalam penelitian ini adalah (1₁).

F. Penentuan Bobot Lokasi GSTAR

1. Bobot Lokasi Seragam

Hasil Perhitungan Bobot Lokasi Seragam sebagai berikut.

$$W = \begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & 0 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 \end{bmatrix}$$

2. Bobot Lokasi Invers Jarak

Hasil Perhitungan Bobot Lokasi Invers Jarak.

Sebagai berikut

$$W = \begin{bmatrix} 0 & 0,33079848 & 0,66920152 \\ 0,49152542 & 0 & 0,50847458 \\ 0,33834586 & 0,66165414 & 0 \end{bmatrix}$$

G. Estimasi Parameter

Tabel 4.

Estimasi Parameter Bobot Lokasi Seragam.

Parameter	Estimasi
ϕ_{10}^1	1,5202
ϕ_{10}^2	0,4805
ϕ_{10}^3	-0,1611
ϕ_{11}^1	-1,9175
ϕ_{11}^2	0,1237
ϕ_{11}^3	0,7614

Tabel 5.

Estimasi Parameter Bobot Lokasi Inver Jarak.

Parameter	Estimasi
ϕ_{10}^1	1,4509
ϕ_{10}^2	0,4872
ϕ_{10}^3	-0,1559
ϕ_{11}^1	-1,5611
ϕ_{11}^2	0,1221
ϕ_{11}^3	0,9428

Berdasarkan hasil dari estimasi parameter dan bobot lokasi yang didapatkan maka diurai ke bentuk persamaan model GSTAR 1₁ sebagai berikut.

Bobot Lokasi Seragam

$$Z_1(t) = 1,5202 Z_1(t-1) - 0,95875 Z_2(t-1) - 0,95875 Z_3(t-1) + e_1(t)$$

$$Z_2(t) = 0,4805 Z_2(t-1) + 0,06185 Z_1(t-1) + 0,06185 Z_3(t-1) + e_2(t)$$

$$Z_3(t) = -0,1611 Z_3(t-1) + 0,3807 Z_1(t-1) + 0,3807 Z_2(t-1) + e_3(t)$$

Bobot lokasi invers jarak.

$$Z_1(t) = 1,4509 Z_1(t-1) - 0,5164 Z_2(t-1) - 1,0447 Z_3(t-1) + e_1(t)$$

$$Z_2(t) = 0,4872 Z_2(t-1) + 0,0600 Z_1(t-1) + 0,0621 Z_3(t-1) + e_2(t)$$

$$Z_3(t) = -0,1599 Z_3(t-1) + 0,3189 Z_1(t-1) + 0,6238 Z_2(t-1) + e_3(t)$$

H. Uji Kelayakan Model

Tabel 6.

Hasil pengujian menggunakan Ljung Box

Bobot Lokasi	p-value	α	Keputusan	Kesimpulan
Seragam	3,6993	0,05	Gagal Tolak H_0	Memenuhi White Noise
Invers Jarak	0,1562	0,05	Gagal Tolak H_0	Memenuhi White Noise

Dari tabel tersebut model dapat digunakan karena memenuhi white noise dengan p-value lebih dari $\alpha = 0,05$.

I. Kriteria Model Terbaik

Tabel 7.

Ringkasan Hasil MAE, RMSE, dan R^2

Bobot Lokasi	MAE	RMSE	R ²
Seragam	30,3797	5,3075	0,5371
Invers Jarak	29,2213	5,2197	0,5543

Dari beberapa perbandingan hasil dari tabel diatas merupakan sesuai dengan kriteria, maka didapatkan nilai minimum MAE 29,2213. RMSE 5,2197 dan nilai R² tertinggi 0,5543.

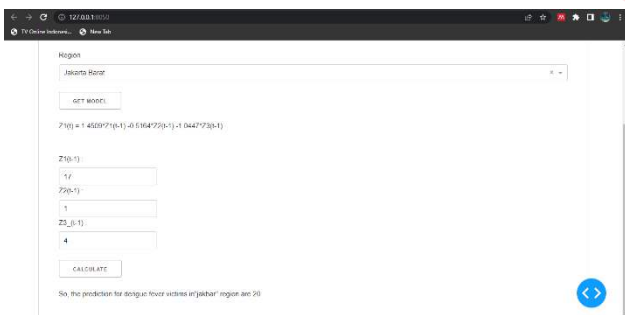
J. Peramalan

Dari hasil MAE, RMSE, dan R² model GSTAR 1₁ untuk meramalkan penderita kasus demam berdarah 1 periode kedepan sebagai berikut.

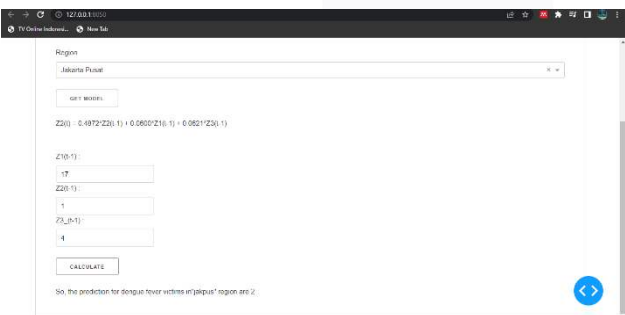
- Jakarta Barat = 20 orang
- Jakarta Pusat = 2 orang
- Jakarta Utara = 5 orang

K. Website

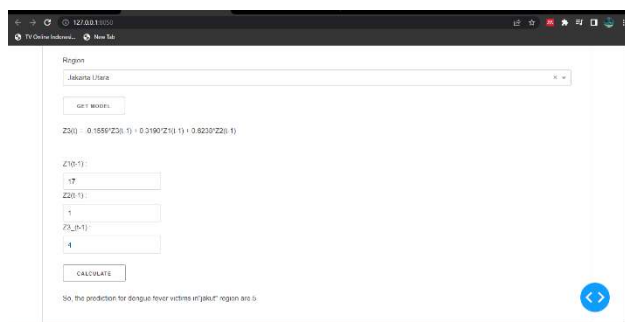
Peramalan Jakarta Barat



Gambar 8. Peramalan Jakarta Barat



Gambar 9. Peramalan Jakarta Pusat



Gambar 10. Peramalan Jakarta Utara

Pada Gambar 7, Gambar 8, Gambar 9. Memasukkan angka peramalan t=49.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan dari perumusan dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut.

A. Dari perhitungan bobot lokasi dan estimasi parameter maka didapatkan persamaan model GSTAR 1₁ sebagai berikut.

1. Bobot Lokasi Seragam

$$Z_1(t) = 1,5202 Z_1(t-1) - 0,95875 Z_2(t-1) - 0,95875 Z_3(t-1) + e_1(t)$$

$$Z_2(t) = 0,4805 Z_2(t-1) + 0,06185 Z_1(t-1) + 0,06185 Z_3(t-1) + e_2(t)$$

$$Z_3(t) = -0,1611 Z_3(t-1) + 0,3807 Z_1(t-1) + 0,3807 Z_2(t-1) + e_3(t)$$

2. Bobot lokasi invers jarak.

$$Z_1(t) = 1,4509 Z_1(t-1) - 0,5164 Z_2(t-1) - 1,0447 Z_3(t-1) + e_1(t)$$

$$Z_2(t) = 0,4872 Z_2(t-1) + 0,0600 Z_1(t-1) + 0,0621 Z_3(t-1) + e_2(t)$$

$$Z_3(t) = -0,1599 Z_3(t-1) + 0,3189 Z_1(t-1) + 0,6238 Z_2(t-1) + e_3(t)$$

B. Dari pengujian akurasi model didapatkan model bobot Invers jarak dengan nilai MAE didapatkan 29,2213. Nilai RMSE sebesar 5,2197 dan Nilai R² sebesar 0,5543 keakuratan dari model tersebut cukup baik. Maka hasil peramalan untuk wilayah Jakarta Barat 20 orang, Jakarta Pusat 2 orang, dan Jakarta Utara 5 orang.

REFERENSI

[1] alodokter.com. (2021, September 21). *Pengertian Demam Berdarah*. alodokter.com: <https://www.alodokter.com/demam-berdarah> (akses tanggal 21 oktober 2022)

[2] Badan Pusat Statistik. (n.d.). *BPS Provinsi DKI Jakarta*. Retrieved from Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta: <https://jakarta.bps.go.id/indicator/30/504/2/jumlah-kasus-penyakit-menurut-provinsi-kabupaten-kota-dan-jenis-penyakit-.html> (akses tanggal 21 juni 2022)

[3] Fadli, d. R. (2022, Maret 22). *Demam Berdarah*. Halodoc: <https://www.halodoc.com/kesehatan/demam-berdarah> (akses tanggal 21 Oktober 2022)

[4] Andriani, Y, Wahyuningsih, N, " Model Peramalan Jumlah Penderita DBD di Kabupaten Kediri Menggunakan Metode GSTAR" Paper, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya

[5] Nuryadi, S. M., Tutut Dewi Astuti, S. M., Endang Sri Utami, S. M., & M. Budiantara, S. C. (2017). *Dasar-Dasar Statistik Penelitian*. Yogyakarta: SIBUKU MEDIA.

[6] Prof. Dr. Ir. Sugiarto, M., & Ir. Hongyanto Setio, M. (2021). *Statistika Deskriptif Konsep Peluang*. Yogyakarta: ANDI (Anggota IKAPI).

- [7] George E. P. Box, G. M. (1994). *Time series analysis : forecasting and control*. London : Prentice-Hall, 1994.
- [8] Sunardi, H., Nugroho, S., & Swita, B. (n.d.). KAJIAN KORELASI ANTAR PEUBAH BEBAS DALAM REGRESI LINIER. *Sigma Mu Rho e-Jurnal Statistika*, 12-24.
- [9] Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & E.Mcgee, V. (1991). *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Erlangga.
- [10] Pal, D. A., & Prakash, D. P. (2017). *Practical Time Series Analysis*. United Kingdom: Practical Time Series Analysis.
- [11] Dr. Mahyus Ekananda, M. M. (2014). *Analisis Data Time Series*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- [12] Wutsqa, D. U., Suhartono, & Sutijo, B. (2010). Generalized Space-Time Autoregressive Modeling. Proceedings of The 6th IMT-GT Conference on Mathematics, Statistics and its Application
- [13] Rachmawansah, K. (2017). Model GSTARX-SUR dengan Pembobot Normalisasi Korelasi Silang (NKS) dan Normalisasi Cross-Covariance (NCC) untuk Peramalan Jumlah Penumpang Pelayaran dalam Negeri. Tesis. Malang: Universitas Brawijaya.
- [14] Anggraeni, D., Prahutama, A., & Andari, S. (2013). Aplikasi Generalized Space TIME Autoregressive (Gstar) Pada Pemodelan Volume Kendaraan Masuk Tol Semarang. *Media Statistika*, 61-70.
- [15] Borovkova, S., Lopuhaä, H. P., & Ruchjana, B. N. (2008). Consistency and asymptotic normality of least squares estimators in generalized STAR. *Statistica Neerlandica*, 482-508.
- [16] Rumus Statistik. (2021). *Cara Menghitung MAE (Mean Absolute Error) di Excel dan R*. Retrieved from Rumus Statistik: <https://www.rumusstatistik.com/2021/05/cara-menghitung-mae.html> (akses tanggal 1 februari 2023)
- [17] Kurniawan, R., & Yuniarto, B. (2016). *Analisis regresi*. Jakarta: Kencana.
- [18] Wijayanti, N. N. (2022, Februari 28). *Niagahoster*. Apa Itu Website? Pengertian, Jenis-jenis Website:<https://www.niagahoster.co.id/blog/pengertian-website/> (diakses 9 desember 2022)
- [19] Afifi, A., May, S., & Clark, V. A. (2012). *Practical Multivariate Analysis, Fifth Edition*. Taylor & Francis.
- [20] S. Siti, " IMPLEMENTASI MODEL GENERALIZED SPACE TIME AUTOREGRESSIVE (GSTAR) DALAM PERAMALAN DATA HARGA BERAS" Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2022.
- [21]. Irsadi. A, " Analisis Jual Beli Listrik Dengan Mekanisme Peer-To-Peer Energi Surya Atap" Thesis, Universitas Indonesia, Jakarta, 2019.