

---

# METODE SPATIAL AUTOREGRESSIVE DALAM ANALISIS KERAWANAN DEMAM BERDARAH DENGUE DI KOTA GORONTALO

## SPATIAL AUTOREGRESSIVE METHOD IN ANALYSIS OF DENGUE FEVER VULNERABILITY IN THE CITY OF GORONTALO

Tria Susilowati Mahading<sup>1</sup>, Resmawan<sup>2</sup>, Lailany Yahya<sup>3</sup>, Ingka Rizkyani Akolo<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universitas Negeri Gorontalo, [triamahading@gmail.com](mailto:triamahading@gmail.com)

<sup>2</sup>Universitas Negeri Gorontalo, [resmawan@ung.ac.id](mailto:resmawan@ung.ac.id)

<sup>3</sup>Universitas Negeri Gorontalo, [lailany.math@gmail.com](mailto:lailany.math@gmail.com)

<sup>4</sup>Politeknik Gorontalo, [inkarizkyani05@gmail.com](mailto:inkarizkyani05@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini membahas tentang regresi spasial untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kerawanan wabah Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kota Gorontalo. Metode regresi spasial yang digunakan adalah Spatial Autoregressive Model (SAR). Model SAR dapat memberikan tambahan informasi tentang pengaruh lokasi kelurahan/desa terhadap kejadian DBD di Kota Gorontalo. Hasil penelitian memberikan kesimpulan bahwa adanya pengaruh letak kelurahan/desa yang berdekatan dengan jumlah kasus DBD. Selain itu, diketahui juga bahwa jumlah penduduk, jumlah penduduk miskin, fasilitas kesehatan dan tinggi wilayah, merupakan faktor yang berpengaruh pada kerawanan wabah DBD di Kota Gorontalo.

**Kata kunci:** Regresi Spasial; Demam Berdarah Dengue; Spatial Autoregressive Model

### Abstract

*This study was aimed at discussing spatial regression to find out factors influencing the dengue fever vulnerability in Gorontalo city. The spatial regression method used in this study was the Spatial Autoregressive Model (SAR). The SAR model can provide additional information about the effect of the location of the village/village on the incidence of DBD in Gorontalo City. This study concluded that the number of population, number of poor population, educational facilities and the area elevation were factors influencing the dengue fever vulnerability in the city of Gorontalo.*

**Keywords:** *Spatial Regression; Dengue Fever; Spatial Autoregressive Model*

### PENDAHULUAN

Hal yang paling banyak dicari pada proses analisis data adalah keterkaitan antara satu variabel tak bebas dengan variabel bebas yang mempengaruhinya. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi variabel tak bebas yang diteliti menggunakan informasi dari variabel bebas yang terkait dengannya. Untuk mencapai tujuan tersebut, metode yang banyak digunakan

---

adalah metode regresi yang menggambarkan hubungan antara variabel bebas yang disebut lebih variabel prediktor (*independent variables*) dengan variabel tak bebas yang disebut variabel respon (*dependent variable*).

Model regresi klasik termasuk model yang sangat populer digunakan untuk analisis data karena prosedur pengolahannya dan interpretasi parameternya yang sederhana. Diantara contoh penerapan model regresi dalam penyelesaian masalah dapat dilihat pada kajian Wibowo (2018) dan (Ndangi, et.al, 2019). Namun terkadang seorang *analyst* tidak memperhatikan pengaruh keruangan/lokasi (spasial) dalam data yang mereka analisis. Hal ini akan mengurangi ketepatan hasil analisis dan mempengaruhi kesimpulan akhir untuk analisis tersebut. Pada praktiknya, data spasial menyebabkan efek dependensi atau ketergantungan antar lokasi sebagai observasinya yang jika diabaikan akan mempengaruhi struktur model regresi dan menyebabkan perbedaan model estimasi parameter yang ingin diketahui (Rizkiana, 2017).

Salah satu alat statistika yang digunakan dalam menganalisis data spasial adalah metode Regresi Spasial yaitu pengaruh lokasi pada data ikut diperhatikan. Data spasial dibedakan menjadi tiga tipe yaitu data titik, data garis, dan data area. Data titik digunakan untuk menunjukkan lokasi berupa titik seperti titik pada *longitude* dan *latitude*, data garis digunakan untuk menunjukkan sesuatu yang memiliki jalur panjang seperti jaringan jalan, sungai, listrik, dan sejenisnya. Adapun data area digunakan untuk menunjukkan lokasi berupa luasan, seperti negara, kabupaten, kota, dan sejenisnya (Merdekawaty, et.al., 2016).

Salah satu fenomena yang termasuk data spasial adalah penyebaran wabah penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD). DBD termasuk penyakit infeksius yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* betina yang dapat mengancam kesehatan manusia bahkan dapat mengakibatkan kematian (Ariani, 2016). Kota Gorontalo termasuk daerah yang banyak terjadi kasus DBD. Pada tahun 2015 tercatat 71 kasus DBD dengan jumlah kematian 4 jiwa. Selanjutnya pada tahun 2016 kembali tercatat 4 kematian jiwa dengan jumlah kasus meningkat hingga 174 kasus. Hingga pada awal tahun 2019 Kota Gorontalo tidak pernah absen dari kasus kematian karena penyakit DBD. Hal ini meresahkan masyarakat dan pemerintah Kota Gorontalo. Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan DBD, namun kasus penyebaran penyakit ini hingga saat ini belum dapat ditekan secara efektif (Pembengo, 2019).

Banyaknya kasus DBD pada suatu daerah pastinya memiliki kriteria berbeda, seperti pada kondisi geografis maupun hal-hal lain yang dapat mempengaruhi kejadian kasus DBD. Salah satu metode regresi spasial yang digunakan untuk menganalisis pengaruh kondisi geografis terhadap kejadian DBD adalah model *Spatial Autoregressive* (SAR). Model SAR adalah model spasial yang terjadi akibat adanya pengaruh spasial pada variabel respon (Fauzi, et.al., 2018). Beberapa penelitian yang telah dilakukan terkait pemodelan SAR diantaranya penelitian tentang *Spatial Autoregressive Model dan Matriks Pembobot Spasial Rook Contiguity* untuk Pemodelan Gini Ratio di Indonesia (Syaadah, 2016). Selanjutnya penelitian tentang Pemodelan Pneumonia pada Balita di Surabaya Menggunakan *Spatial Autoregressive Models* (Aulia, et.al., 2017). Selanjutnya, terdapat penelitian tentang Analisis *Spatial Autoregressive* Indeks Kesulitan Geografis (IKG) Provinsi Bengkulu (Afifah & Tuti, 2018).

---

Sebagai bagian dari upaya untuk meminimalisir penyebaran wabah DBD di Kota Gorontalo, pada artikel ini dilakukan kajian terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi kerawanan wabah DBD di Kota Gorontalo berdasarkan efek lokasi Kelurahan/Desa dengan menggunakan pemodelan *Spatial Autoregressive* (SAR).

## METODE

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder. Data tersebut didapatkan dari Dinas Kesehatan Kota Gorontalo, Dinas Sosial dan Pemberdayaan Masyarakat Kota Gorontalo, dan Badan Pusat Statistik Kota Gorontalo.

Menurut WHO faktor-faktor yang mempengaruhi kejadian DBD adalah faktor imun, lingkungan dan faktor virus itu sendiri (Ariani, 2016). Faktor lingkungan yakni kondisi geografis seperti jumlah penduduk, kepadatan penduduk, mobiltas penduduk, perilaku, adat istiadat dan sosial ekonomi berpengaruh terhadap kejadian DBD. Oleh karena itu, variabel prediktor dalam penelitian ini meliputi Jumlah Penduduk ( $X_1$ ), Jumlah Penduduk Miskin ( $X_2$ ), Persentase Angka Bebas Jentik (ABJ) ( $X_3$ ), Fasilitas Kesehatan ( $X_4$ ), dan Tinggi Wilayah ( $X_5$ ), sedangkan variabel respon adalah jumlah kasus penyakit DBD yang terjadi di setiap Kelurahan di Kota Gorontalo.

Tahapan analisis yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain:

1. Eksplorasi data dalam bentuk gambar peta tematik untuk mengetahui pola hubungan variabel dari sudut kewilayahan,
2. Uji asumsi residual (identik, independen, dan berdistribusi normal),
3. Menentukan matriks pembobot spasial  $W$  dengan metode *Queen Contiguity*,
4. Uji efek spasial menggunakan uji dependensi spasial (Moran's  $I$  dan Lagrange Multiplier (LM)) dan uji heterogenitas spasial (Breusch Pagan Test),
5. Pemodelan SAR dengan tahapan sebagai berikut:
  - a. Pendugaan parameter SAR,
  - b. Pengujian hipotesis signifikansi parameter dengan memperhatikan nilai  $Z$  hitung,
  - c. Pemodelan SAR dengan parameter yang signifikan,
6. Interpretasi dan kesimpulan.

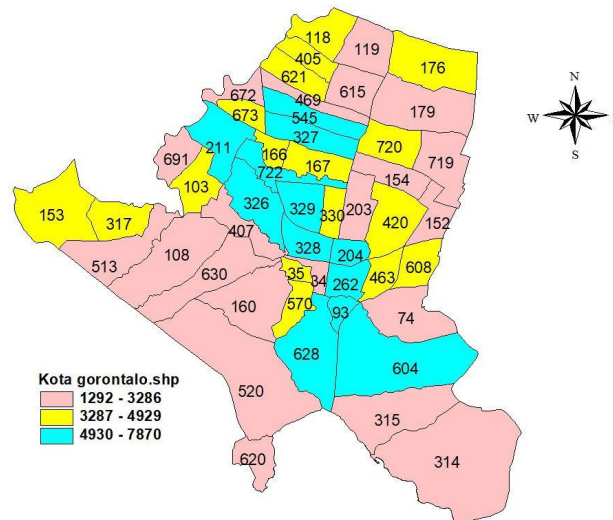
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Deskripsi Desa/Kelurahan di Kota Gorontalo Berdasarkan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penyebaran DBD

Kejadian DBD di Kota Gorontalo dapat digambarkan dengan memetakan jumlah kasus DBD yang terjadi di setiap Kelurahan di Kota Gorontalo. Persebaran penyakit DBD per Kelurahan di Kota Gorontalo ditampilkan secara spasial pada **Gambar 1**.

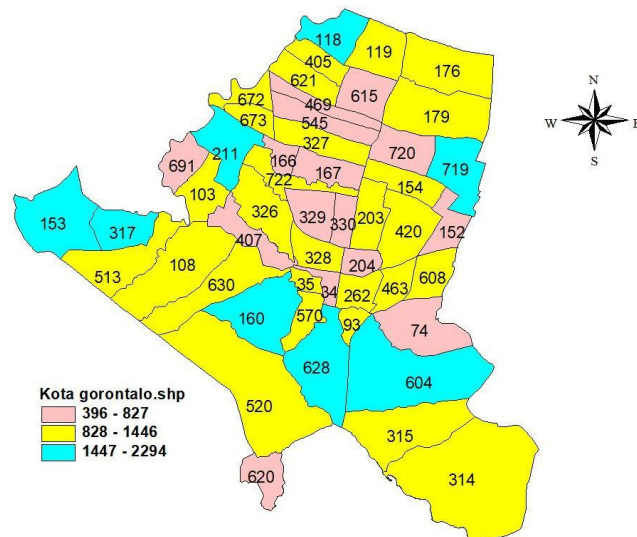
Berdasarkan **Gambar 1** dapat diketahui lokasi yang berwarna biru, mengidentifikasikan tingginya kasus DBD di lokasi tersebut. Terlihat bahwa kelurahan dengan kategori tinggi (7-13 kasus) terdapat di kelurahan Bulotadaa Barat (118), dan kelurahan Bulotadaa Timur (119), kelurahan Huangobotu (211), dan kelurahan Buladu (103), kelurahan Heledulaa Utara (203), dan kelurahan Heledulaa Selatan. Sedangkan untuk lokasi yang berwarna merah muda menandakan kasus DBD rendah salah satunya adalah kelurahan Dulalowo Timur (167) dan untuk kelurahan Limba U-II (329) berwarna kuning artinya kelurahan ini terindikasi kasus DBD sedang.





Gambar 2. Jumlah Penduduk (X1) di Kelurahan di Kota Gorontalo

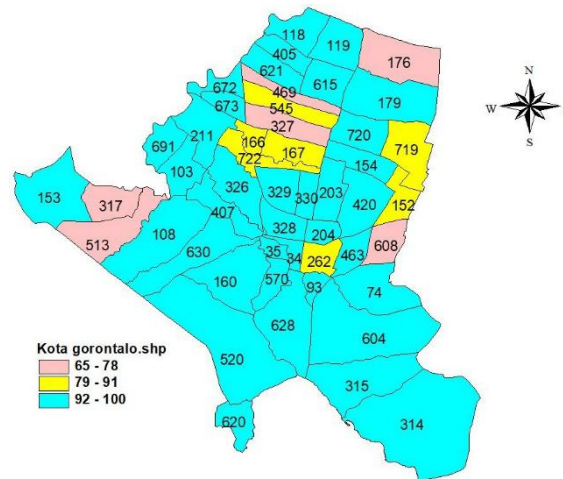
Jumlah penduduk miskin di Kelurahan di Kota Gorontalo ditampilkan secara spasial dalam **Gambar 3**.



Gambar 3. Jumlah Penduduk Miskin (X2) di Kelurahan di Kota Gorontalo

Penduduk miskin tertinggi terdapat di kelurahan Dembe-I (153) dan terendah di kelurahan Biawao (34) dapat dilihat pada **Gambar 3**. Penduduk miskin dapat menjadi faktor dalam penyebaran wabah DBD dikarenakan jumlah pendapatan warga yang rendah mengakibatkan lingkungan sekitar tidak terjaga kebersihannya dan sarana prasarana sanitasi yang kurang memadai. Sehingga wilayah yang memiliki jumlah penduduk miskin yang tinggi akan lebih mudah terkena wabah DBD.

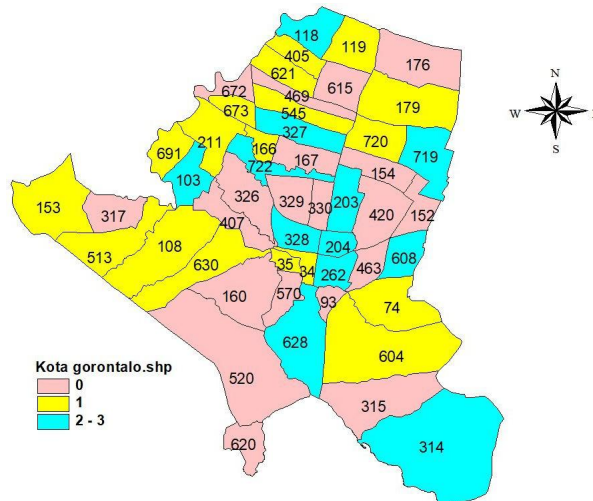
Tampilan spasial untuk persentase ABJ di Kelurahan di Kota Gorontalo dapat dilihat pada **Gambar 4**.



**Gambar 4. Persentase Angka Bebas Jentik (X3) di Kelurahan di Kota Gorontalo**

**Gambar 4** menjelaskan bahwa persentase ABJ tertinggi terdapat di kelurahan Buliide (108) dan sekitarnya, sedangkan yang terendah terdapat di kelurahan Dulomo (176). ABJ memiliki hubungan dengan penyebaran wabah DBD dimana nyamuk *Aedes aegypti* hidup dari jentik-jentik tersebut. Sehingga wilayah yang memiliki ABJ rendah akan lebih banyak terserang wabah DBD dibandingkan dengan wilayah yang ABJ nya sudah tinggi.

Fasilitas kesehatan di Kelurahan di Kota Gorontalo ditampilkan secara spasial pada **Gambar 5**.

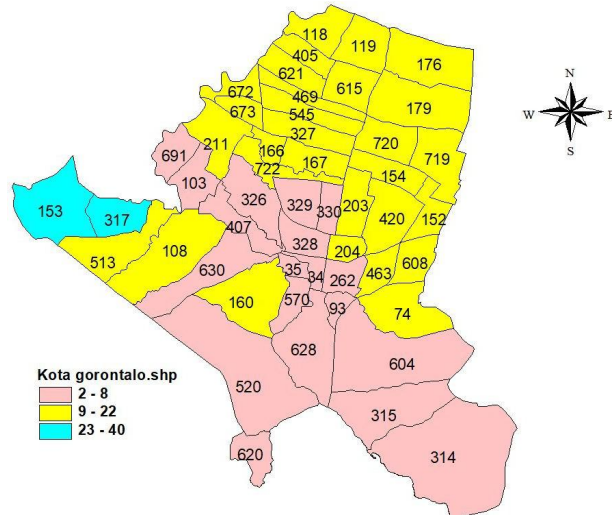


**Gambar 5. Fasilitas Kesehatan (X4) di Kelurahan di Kota Gorontalo**

Untuk **Gambar 5** mendeskripsikan tentang jumlah fasilitas kesehatan yang dimiliki oleh masing-masing kelurahan. Dimana fasilitas kesehatan menjadi salah satu faktor dalam pencegahan penyebaran wabah DBD, apabila dalam satu wilayah memiliki kekurangan terhadap fasilitas kesehatan maka akan menyebabkan penyebaran DBD yang begitu cepat karena penanganannya terhambat yang disebabkan oleh keterbatasan fasilitas. Dapat dilihat bahwa fasilitas kesehatan di tiap kelurahan masih banyak yang belum terpenuhi diantaranya adalah kelurahan

Tanjung Kramat (620) yang belum memiliki fasilitas kesehatan.

Untuk tinggi wilayah kelurahan di Kota Gorontalo disajikan dalam bentuk spasial pada **Gambar 6**.



**Gambar 6. Tinggi Wilayah Kelurahan (X5) di Kota Gorontalo**

**Gambar 6** menjelaskan wilayah tertinggi dari permukaan laut terdapat di kelurahan Dembe-I dan kelurahan Lekobalo (317) dan yang terendah adalah kelurahan Leato Selatan (314) dan Leato Utara (315). Seperti yang diketahui bahwa nyamuk memiliki jarak terbang 50-100 meter, maka dapat dikatakan bahwa ketinggian wilayah dari permukaan laut dapat berpengaruh terhadap penyebaran wabah DBD dimana lokasi yang memiliki ketinggian wilayah yang rendah dapat lebih mudah terkena wabah DBD dibandingkan dengan wilayah yang cukup tinggi.

### Uji Asumsi Residual

Uji asumsi residual yang dilakukan untuk mengetahui apakah residual yang dihasilkan identik, independen dan berdistribusi normal disajikan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1. Hasil Uji Residual**

Uji Asumsi	Kriteria Uji	Kesimpulan
Normalitas	$p\text{-value} > \alpha$	Terpenuhi
Homogenitas	$p\text{-value} < \alpha$	Tidak Terpenuhi
Autokorelasi	$DW > dU$	Terpenuhi

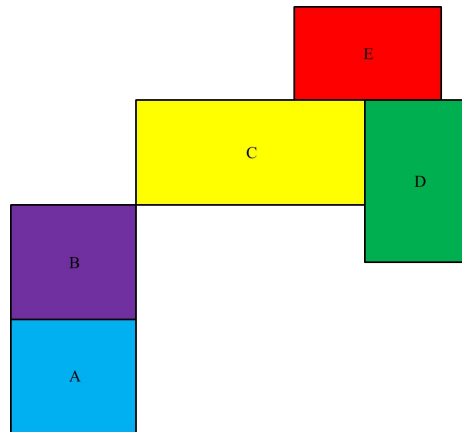
Berdasarkan hasil uji asumsi residual pada **Tabel 1** didapatkan bahwa residual berdistribusi normal, tidak identik, dan independen. Hal tersebut menyatakan bahwa salah satu asumsi untuk model OLS tidak terpenuhi, sehingga metode OLS akan memiliki kinerja kurang baik. Oleh karena itu, perlu dimodelkan dengan menggunakan metode regresi spasial.

### Matriks Pembobot Spasial

Pada penelitian ini digunakan matriks pembobot *spasial queen contiguity* karena adanya hubungan ketetanggaan dan jarak. Matriks pembobot *spasial queen contiguity* yaitu persinggungan sisi-sudut serta melihat bagaimana suatu penduduk berpindah atau berinteraksi langsung dengan penduduk yang berada di daerah/lokasi lain yang bertetanggaan langsung. Oleh karena itu, diberikan bobot spasial  $W$  dengan,

$$W_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{Jika } i \text{ dan } j \text{ saling berdekatan} \\ 0 & \text{untuk yang tidak berdekatan} \end{cases}$$

dimana  $i$  dan  $j$  merupakan daerah atau lokasi yang diamati. Pada **Gambar 7** disajikan ilustrasi penentuan matriks pembobot dengan metode *Queen Contiguity*.



**Gambar 7. Ilustrasi Queen Contiguity**

**Keterangan:** A, B, C, dan D pemisalan suatu wilayah/lokasi pengamatan

Untuk menentukan bobot matriksnya, dimana pada **Gambar 7** wilayah **A** berbagi batas dengan wilayah **B** sehingga menghasilkan bobot 1. Adapun wilayah **A** dengan wilayah **C** menghasilkan bobot 0 karena tidak ada sisi atau sudut (batas) yang bersentuhan atau bersinggungan. Sama halnya wilayah **A** terhadap wilayah **D** dan **E** menghasilkan bobot 0. Matriks pembobot yang dihasilkan dari **Gambar 7** adalah

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

### Uji Efek Spasial

Hasil uji efek spasial disajikan dalam **Tabel 2**.

**Tabel 2. Hasil Uji Efek Spasial**



Uji Efek Spasial	Kriteria Uji	Kesimpulan
<i>Moran's I</i>	p-value < $\alpha$	Signifikan
LM lag	p-value < $\alpha$	Signifikan
LM error	p-value < $\alpha$	Signifikan
Breusch Pagan	p-value < $\alpha$	Signifikan

Berdasarkan hasil uji efek spasial pada **Tabel 2** dapat disimpulkan bahwa kerawanan wabah DBD di Kota Gorontalo dipengaruhi oleh efek lokasi. Sehingga dalam kasus ini dapat dimodelkan dengan metode SAR.

**Pemodelan SAR**

Model Spatial Autoregressive (SAR) adalah model spasial yang terjadi akibat adanya pengaruh spasial pada variabel respon. Persamaan model SAR dapat ditulis dalam bentuk matriks,

$$y = \rho Wy + X\beta + u \tag{1}$$

$$u = \lambda Wu + \varepsilon \tag{2}$$

$$\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$$

$$y = [y_1 \ y_2 \ \dots \ y_n]^T; u = [u_1 \ u_2 \ \dots \ u]^T; \varepsilon = [\varepsilon_1 \ \varepsilon_2 \ \dots \ \varepsilon_n]^T \tag{3}$$

$$X = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & \dots & X_{1p} \\ 1 & X_{21} & \dots & X_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{n1} & \dots & X_{np} \end{bmatrix}; \beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_p \end{bmatrix}; W = \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & W_{13} & \dots & W_{1n} \\ W_{12} & W_{22} & W_{23} & \dots & W_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W_{n1} & W_{n2} & W_{n3} & \dots & W_{nn} \end{bmatrix} \tag{4}$$

Keterangan:

- $\lambda$  : Koefisien spatial error
- $\rho$  : Koefisien spatial lag
- $u$  : vektor error

Sebelum dilakukan pemodelan SAR dilakukan penaksiran parameter. Estimasi dari parameter  $\beta$  pada SAR diperoleh dengan menggunakan metode maksimum likelihood adalah sebagai berikut:

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T (y - \rho Wy) \tag{5}$$

Estimasi parameter model SAR disajikan dalam **Tabel 3**. Dari **Tabel 3** dapat terbentuk model SAR yang dituliskan dalam persamaan 6,

$$\hat{y}_i = 0,32468 \sum_{j=1, i \neq j}^{50} W_{ij} y_j - 1,1125 + 0,00018 X_{1i} - 0,0008 X_{2i} + 0,29910 X_{4i} + 0,04385 X_{5i} \tag{6}$$

**Tabel 3. Estimasi Parameter dengan SAR**

Parameter	Estimasi	$Z_{hitung}$	P-value
$\rho$	0,32468	2,0228*	0,043098
$\beta_0$	-1,1125	-0,8543	0,392940
$\beta_1$	0,00018276	2,0220*	0,043175
$\beta_2$	-0,00080027	-2,7376*	0,006188
$\beta_3$	0,014582	1,1519	0,249346
$\beta_4$	0,29910	2,5065*	0,012194
$\beta_5$	0,043854	2,6378*	0,008345

\*Signifikan pada  $\alpha = 5\%$ ;  $Z_{0,025} = 1,96$

Dari model SAR pada persamaan 6, dapat diinterpretasikan bahwa:

1. Apabila jumlah penduduk bertambah sebanyak satu jiwa maka akan cenderung menambah jumlah kasus DBD di Kota Gorontalo sebanyak 0,00018 persen dengan asumsi variabel lain konstan.
2. Apabila banyaknya jumlah penduduk miskin terhadap jumlah kasus DBD di Kota Gorontalo bertambah sebanyak satu jiwa maka jumlah kasus DBD akan cenderung berkurang sebanyak 0,0008 dengan asumsi variabel lain konstan.
3. Apabila jumlah fasilitas kesehatan bertambah sebanyak satu unit maka akan cenderung menambah jumlah kasus DBD di Kota Gorontalo sebanyak 0,29910 persen dengan asumsi variabel lain konstan.
4. Apabila tinggi wilayah kelurahan dari permukaan laut bertambah sebanyak satu meter maka akan cenderung menambah jumlah kasus DBD di Kota Gorontalo sebanyak 0,04385 persen dengan asumsi variabel lain konstan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan pemodelan Kerawanan Wabah DBD di Kota Gorontalo menggunakan metode SAR, faktor-faktor yang secara umum mempengaruhi kerawanan wabah DBD di Kota Gorontalo adalah jumlah penduduk, jumlah penduduk miskin, fasilitas kesehatan, dan tinggi wilayah kelurahan dari permukaan laut, yang direpresentasikan dalam model SAR pada persamaan (6).

## DAFTAR RUJUKAN

- Afifah, I., dan Tuti, P. (2018). *Analisis Spatial Autoregressive (SAR) Indeks Kesulitan Geografis (IKG) Provinsi Bnegkulu Tahun 2014*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Ariani, A.P. (2016). *Demam Berdarah Dengue (DBD)*. Yogyakarta: Nuha Medika.
- Aulia, I., Mutiah, S.C., dan Shofi, A. (2017). *Pemodelan Pneumonia pada Balita di Surabaya Menggunakan Spatial Autoregressive Models*. Jurnal Sains dan Seni ITS. Vol. 6. No. 1.
- Fauzi, F., Gabriella, H.W., Selly, A. (2018). *Spasial Ekonometrika Model Tingkat Pengangguran Terbuka Di Jawa Tengah*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Merdekawaty, R., Dwi, I., dan Sugito. (2016). *Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Upah Minimum Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa*

*Tengah Menggunakan Model Spatial Autoregressive. Jurnal Gaussian. Vol. 5. No. 3. Hal. 525-534.*

- Ndangi, W.D.R.A, Resmawan, R., & Djakaria, I. (2019). Analisis Diskriminan dan Regresi Logistik Multinomial pada Proses Pengklasifikasian Siswa. *Jambura Journal of Mathematics*, 1(2), 54–63. <https://doi.org/10.34312/jjom.v1i2.2100>
- Pembengo, N. (2019). Darurat DBD: Gorontalo 329 Kasus Demam Berdarah Dengue. Retrieved from <https://dinkes.gorontaloprov.go.id/darurat-dbd-gorontalo-329-kasus-demam-berdarah-dengue/>.
- Rizkiana, R. (2017). *Model Autoregresif Spasial dengan Dua Efek Dependensi Spasial*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Syaadah, L. (2016). *Spatial Autoregressive Model dan Matriks Pembobot Spasial Rook Contiguity untuk Pemodelan Gini Ratio di Indonesia Tahun 2014*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Wibowo, A. (2018). Pemodelan Mars dan Regresi Logistik Rumah Tangga Miskin Kalimantan Tengah Tahun 2016. *JMPM: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 3(1), 1-10.