

## Model Spatial Autoregressive Moving Average (SARMA) pada Data Jumlah Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) di Provinsi Kalimantan Timur dan Tengah Tahun 2016

### *Spatial Autoregressive Moving Average (SARMA) Model on the Number of Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) Events in East and Central Kalimantan Provinces 2016*

Devi Nur Endah Sari, Memi Nor Hayati, Sri Wahyuningsih  
Laboratorium Statistika Terapan FMIPA Universitas Mulawarman  
E-mail: [devinurendahs@gmail.com](mailto:devinurendahs@gmail.com)

#### Abstract

*Spatial Autoregressive Moving Average (SARMA) is a spatial regression model that uses the regional approach. The weighting matrix used is an adjacency matrix which is based on the intersection between observed locations. This study was conducted to determine the SARMA model and the factors that influence the number of cases of dengue hemorrhagic fever (DHF) in the provinces of East Kalimantan and Central Kalimantan in 2016. Based on the results of the Moran's Index test, there is a spatial autocorrelation on the number of dengue events in East Kalimantan Province and Central Kalimantan in 2016. The Lagrange Multiplier (LM) test has a spatial lag on the dependent variable and the error variable, which is a parameter  $\rho$  and  $\lambda$  that is significant to the significance level  $\alpha = 0,1$ . Based on the results of SARMA modeling that the factors that influence the number of dengue events in the provinces of East Kalimantan and Central Kalimantan in 2016 are the percentage of population density, the percentage of healthy houses, and the percentage of puskesmas.*

*Keywords: Dengue Hemorrhagic Fever (DHF), Lagrange Multiplier test (LM), Spatial Autoregressive Moving Average (SARMA)*

#### Pendahuluan

Analisis regresi merupakan salah satu metode statistika yang digunakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen, sehingga dihasilkan suatu model persamaan yang dapat digunakan untuk memprediksi variabel dependen jika diketahui variabel independennya. Regresi linier klasik dengan metode *Ordinary Least Square* (OLS) tidak memperhatikan posisi atau lokasi data yang digunakan (Rita dan Diah, 2015).

Menurut Lesage (2009), berdasarkan tipe data, pemodelan spasial dapat dibedakan menjadi pemodelan dengan pendekatan titik dan pendekatan area. Jenis pendekatan titik diantaranya *Geographically Weighted Regression* (GWR), *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR), *Geographically Weighted Logistic Regression* (GWLR), *Space-Time Autoregressive* (STAR), dan *Generalized Space Time Autoregressive* (GSTAR). Menurut Lesage (2009), jenis pendekatan area diantaranya *Mixed Regression Autoregressive* atau *Spatial Autoregressive Models* (SAR), *Spatial Error Models* (SEM), *Spatial Durbin Model* (SDM), *Conditional Autoregressive Models* (CAR), *Spatial Autoregressive Moving Average* (SARMA), dan data panel.

Menurut Anselin (1999) model SARMA merupakan model regresi spasial yang menggabungkan antara model SAR dan model SEM. Model ini menggunakan data spasial area

sebagai pendekatannya. Maka dari itu, matriks pembobot yang digunakan adalah matriks *contiguity* yang didasarkan pada persinggungan antar lokasi yang diamati. Model SAR merupakan model spasial yang terjadi akibat adanya pengaruh spasial pada *lag* variabel dependen dan model SEM terjadi akibat adanya pengaruh spasial pada *error*. Jika data menghasilkan dependensi *lag* dan dependensi *error* maka data dimodelkan dengan SARMA.

DBD merupakan penyakit yang disebabkan oleh virus *dengue* yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes Aegypti* dan *Aedes Albopictus* yang sebelumnya telah terinfeksi oleh virus *dengue* dari penderita demam berdarah lainnya (Ginjar, 2004). Penyakit DBD dapat terjadi di semua tempat yang terdapat nyamuk penularannya. Tempat-tempat potensial penyebaran tersebut yaitu tempat-tempat umum, karena merupakan tempat berkumpulnya orang-orang yang datang dari berbagai wilayah sehingga kemungkinan terjadinya pertukaran beberapa tipe virus *dengue* cukup besar yaitu sekolah, puskesmas, pasar, dan lain-lain (Suroso, 2000).

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data jumlah kejadian DBD di Provinsi Kalimantan Timur dan Provinsi Kalimantan Tengah Tahun 2016. Pemodelan dengan SARMA digunakan untuk memperoleh model dan faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kejadian DBD di Provinsi Kalimantan Timur dan Provinsi Kalimantan Tengah Tahun 2016.

**Analisis Regresi Linier Berganda**

Hubungan antara satu variabel dependen dengan dua atau lebih variabel independen disebut regresi linier berganda (Sugiyono, 2011). Secara umum model regresi linier berganda tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_p X_{ip} + \varepsilon_i; i = 1, 2, \dots, n \tag{1}$$

atau Persamaan (1) dapat ditampilkan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$y = X\beta + \varepsilon \tag{2}$$

Regresi linier berganda mempunyai asumsi-asumsi yang harus memenuhi yaitu pengujian heteroskedastisitas, pengujian autokorelasi, dan pengujian normalitas residual. Selain itu tidak terjadi multikolinieritas antar variabel independennya (Saefuddin dkk, 2009).

**Matriks Pembobot Spasial**

Matriks pembobot spasial pada dasarnya merupakan matriks yang menggambarkan hubungan antar wilayah. Pada penelitian ini matriks pembobot spasial yang digunakan adalah matriks *queen contiguity*. Matriks *queen contiguity* mendefinisikan  $W_{ij} = 1$  untuk wilayah yang bersisian atau titik sudutnya bertemu dengan wilayah yang menjadi perhatian, sedangkan  $W_{ij} = 0$  untuk wilayah lainnya (Lesage, 1999).

**Uji Dependensi Spasial**

*Indeks Moran's* adalah sebuah uji statistik untuk melihat nilai autokorelasi spasial, yang digunakan untuk mengidentifikasi suatu lokasi dari pengelompokan spasial atau autokorelasi spasial. Menurut Lee and Wong (2001) autokorelasi spasial adalah korelasi antara variabel dengan dirinya sendiri berdasarkan ruang. Rumus *Indeks Moran's* dengan matriks pembobot dalam bentuk standarisasi adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \tag{3}$$

atau Persamaan (3) dapat ditulis dalam matriks sebagai berikut:

$$I = \frac{(\varepsilon - \bar{\varepsilon})^T W (\varepsilon - \bar{\varepsilon})}{(\varepsilon - \bar{\varepsilon})^T (\varepsilon - \bar{\varepsilon})} \tag{4}$$

Adapun rumus untuk mencari nilai ekspektasi dari  $I$  adalah sebagai berikut:

$$E(I) = I_0 = -\frac{1}{n-1} \tag{5}$$

Rentang nilai *Indeks Moran's* dalam kasus matriks pembobot spasial terstandarisasi adalah

$-1 \leq I \leq 1$ . Nilai  $-1 \leq I \leq 0$  menunjukkan adanya autokorelasi spasial negatif, sedangkan  $0 \leq I \leq 1$  menunjukkan adanya autokorelasi positif, nilai *Indeks Moran's* bernilai 0 mengidentifikasi tidak berkelompok. Nilai *Indeks Moran's* tidak menjamin ketepatan pengukuran jika matriks pembobot yang digunakan adalah pembobot tak terstandarisasi. Identifikasi pola spasial menggunakan kriteria nilai indeks  $I$ , jika  $I > E(I)$

maka mempunyai pola mengelompok (*cluster*), memiliki pola menyebar (*dispersed*) apabila  $I < E(I)$ , sedangkan  $I \approx E(I)$  memiliki pola acak (*random*). Hipotesis yang digunakan uji dependensi spasial adalah

$H_0: I = 0$  (tidak terdapat autokorelasi spasial antar lokasi)

$H_1: I \neq 0$  (terdapat autokorelasi spasial antar lokasi)

dengan statistik uji

$$Z_{hitung} = \frac{I - I_0}{\sqrt{\text{var}(I)}} \tag{6}$$

**Uji Lagrange Multiplier (LM)**

Uji LM (*Lagrange Multiplier*) digunakan sebagai dasar untuk memilih model regresi spasial yang sesuai (Lesage, 2009). Tahapan pertama dalam uji ini adalah melakukan pengujian regresi linier berganda untuk mendapatkan nilai *error* menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS). Kemudian dilakukan identifikasi keberadaan model spasial dengan menggunakan uji LM. Pada uji *Lagrange Multiplier* ini ada tiga hipotesis yang digunakan, yaitu sebagai berikut:

**1. Spatial Autoregressive Model (SAR)**

$H_0: \rho = 0$  (tidak terdapat dependensi spasial lag)

$H_1: \rho \neq 0$  (terdapat dependensi spasial lag)

**2. Spatial Error Model (SEM)**

$H_0: \lambda = 0$  (tidak terdapat dependensi spasial error)

$H_1: \lambda \neq 0$  (terdapat dependensi spasial error)

**3. Spatial Autoregressive Moving Average (SARMA)**

$H_0: \rho, \lambda = 0$  (tidak terdapat dependensi spasial lag dan error)

$H_1: \rho, \lambda \neq 0$  (terdapat dependensi spasial lag dan error)

Uji  $LM_{lag}$  digunakan untuk identifikasi model SAR. Berikut statistik uji untuk  $LM_{lag}$ :

$$LM_{lag} = \frac{\left( \begin{matrix} \varepsilon^T W y \\ \varepsilon^T \varepsilon \\ n \end{matrix} \right)^2}{D} \tag{7}$$

dengan:

$$D = \left[ \frac{(\mathbf{W}\mathbf{X}\boldsymbol{\beta})^T [\mathbf{I} - \mathbf{X}(\mathbf{X}^T\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}^T] (\mathbf{W}\mathbf{X}\boldsymbol{\beta})}{\sigma^2 + \text{tr}(\mathbf{W}^T\mathbf{W} + \mathbf{W}\mathbf{W})} \right] \quad (8)$$

Pengambilan keputusan adalah  $H_0$  ditolak jika  $LM_{lag} > \chi^2_{(\alpha,1)}$ . Apabila  $H_0$  ditolak artinya terdapat dependensi lag, sehingga dilanjutkan ke pembuatan model SAR (Anselin, 1999).

Adapun uji  $LM_{error}$  digunakan untuk identifikasi model SEM. Berikut statistik uji untuk  $LM_{error}$ :

$$LM_{error} = \frac{\left( \frac{\boldsymbol{\varepsilon}^T \mathbf{W} \boldsymbol{\varepsilon}}{\boldsymbol{\varepsilon}^T \boldsymbol{\varepsilon}} \right)^2}{n \cdot \text{tr}(\mathbf{W}^T \mathbf{W} + \mathbf{W}\mathbf{W})} \quad (9)$$

Pengambilan keputusan adalah  $H_0$  ditolak jika  $LM_{error} > \chi^2_{(\alpha,1)}$ . Apabila  $H_0$  ditolak artinya terdapat dependensi error, sehingga dilanjutkan ke pembuatan model SEM (Anselin, 1999).

Uji ini terdiri dari  $LM_{lag}$  dan  $LM_{error}$ . Apabila  $LM_{error}$  signifikan maka model yang sesuai adalah SEM, dan apabila  $LM_{lag}$  signifikan maka model yang sesuai adalah SAR. Apabila keduanya signifikan maka model yang sesuai adalah SARMA.

### Regresi Spasial

Menurut Anselin (1988) regresi spasial adalah suatu metode untuk memodelkan suatu data yang memiliki unsur spasial yang memungkinkan untuk memperhitungkan antara pengamatan yang satu dengan pengamatan lain dikumpulkan melalui suatu titik area di suatu wilayah tertentu. Regresi spasial digunakan untuk menduga pengaruh variabel dependen terhadap variabel independen dengan ditambahkan unsur spasial di dalamnya. Model umum regresi spasial adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{y} = \rho \mathbf{W}\mathbf{y} + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{u} \quad (10)$$

$$\mathbf{u} = \lambda \mathbf{W}\mathbf{u} + \boldsymbol{\varepsilon}; \boldsymbol{\varepsilon} \sim N(0, \sigma^2 \mathbf{I}) \quad (11)$$

Terdapat 3 model yang bisa dibentuk dari model umum regresi spasial sebagai berikut:

#### 1. Spatial Autoregressive Model (SAR)

*Spatial Autoregressive Model* yaitu salah satu model spasial dalam pendekatan area dengan memperhitungkan pengaruh spasial lag pada variabel dependen saja (Anselin, 1988). Pada Persamaan (10) jika nilai  $\rho \neq 0$  dan  $\lambda = 0$  maka akan menjadi model SAR sehingga model spasialnya menjadi:

$$\mathbf{y} = \rho \mathbf{W}\mathbf{y} + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon}; \boldsymbol{\varepsilon} \sim N(0, \sigma^2 \mathbf{I}) \quad (12)$$

Adapun bentuk penaksiran parameter model regresi SAR yang diperoleh dengan menggunakan metode *maximum likelihood* yaitu sebagai berikut:

$$\boldsymbol{\beta} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T (\mathbf{I} - \rho \mathbf{W}) \mathbf{y} \quad (13)$$

#### 2. Spatial Error Model (SEM)

*Spatial Error Model* merupakan suatu model spasial yang terjadi akibat adanya pengaruh spasial pada error. Pada persamaan (10) apabila nilai  $\rho = 0$  dan  $\lambda \neq 0$  maka akan terbentuk persamaan model SEM sehingga model spasialnya menjadi (Rati, 2013):

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{u} \quad (14)$$

$$\mathbf{u} = \lambda \mathbf{W}\mathbf{u} + \boldsymbol{\varepsilon}; \boldsymbol{\varepsilon} \sim N(0, \sigma^2 \mathbf{I}) \quad (15)$$

Adapun bentuk penaksiran parameter model regresi SEM yang diperoleh dengan menggunakan metode *maximum likelihood* yaitu sebagai berikut:

$$\boldsymbol{\beta} = [(\mathbf{X} - \lambda \mathbf{W}\mathbf{X})^T (\mathbf{X} - \lambda \mathbf{W}\mathbf{X})]^{-1} (\mathbf{X} - \lambda \mathbf{W}\mathbf{X})^T (\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W}) \mathbf{y} \quad (16)$$

#### 3. Spatial Autoregressive Moving Average (SARMA)

*Spatial Autoregressive Moving Average* (SARMA) adalah penggabungan antara model spasial SAR dan SEM. Pada persamaan (10) apabila nilai  $\rho \neq 0$  dan  $\lambda \neq 0$ , maka akan terbentuk persamaan model SARMA (Anselin, 1999). Bentuk umum model SARMA adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{y} = \rho \mathbf{W}\mathbf{y} + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{u} \quad (17)$$

$$\mathbf{u} = \lambda \mathbf{W}\mathbf{u} + \boldsymbol{\varepsilon}; \boldsymbol{\varepsilon} \sim N(0, \sigma^2 \mathbf{I}) \quad (18)$$

$$\mathbf{u} = (\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W})^{-1} \boldsymbol{\varepsilon} \quad (19)$$

$$\mathbf{y} = \rho \mathbf{W}\mathbf{y} + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + (\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W})^{-1} \boldsymbol{\varepsilon} \quad (20)$$

#### Estimasi Parameter SARMA

Estimasi parameter  $\boldsymbol{\beta}$  untuk model SARMA yang diperoleh dengan menggunakan metode *maximum likelihood* yaitu sebagai berikut:

$$\boldsymbol{\beta} = [(\mathbf{X} - \lambda \mathbf{W}\mathbf{X})^T (\mathbf{X} - \lambda \mathbf{W}\mathbf{X})]^{-1} (\mathbf{X} - \lambda \mathbf{W}\mathbf{X})^T (\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W} - \rho \mathbf{W}) \mathbf{y} \quad (21)$$

Estimasi parameter  $\rho$  dan  $\lambda$  tidak dapat dilakukan dengan cara memaksimalkan persamaan penduga untuk  $\boldsymbol{\beta}$  secara analitik. Penduga untuk  $\rho$  dan  $\lambda$  diperoleh dengan cara yang sama yaitu menggunakan rumus *partial autocorrelation function* (PACF) dengan persamaan Yule-Walker, akan tetapi untuk  $\rho$  menggunakan nilai variabel dependen sedangkan untuk  $\lambda$  menggunakan nilai residual/error dari

model regresi linier berganda. Durbin telah memperkenalkan metode yang lebih efisien untuk menyelesaikan masalah persamaan Yule Walker sebagai berikut:

$$\hat{\phi}_{kk} = \frac{\hat{\rho}_k - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{kj} \hat{\rho}_{k+1-j}}{1 - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{kj} \hat{\rho}_j} \quad (22)$$

dengan  $\hat{\phi}_{k+1,j} = \hat{\phi}_{kj} - \hat{\phi}_{k+1,k+1} \hat{\phi}_{k,k+1-j}$ , untuk  $j = 1, 2, \dots, k$  (Aswi dan Sukarna, 2006).

### Uji Signifikansi Parameter SARMA

#### 1. Uji Simultan

Pengujian secara simultan menggunakan uji F dengan hipotesis:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_p = 0$$

$H_1$ : Minimal terdapat satu  $\beta_k \neq 0$ , untuk  $k = 1, 2, 3, \dots, p$

Statistik ujinya adalah

$$F_{hitung} = \frac{MSR}{MSE} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 / p}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 / (n - p - 1)} \quad (23)$$

Daerah kritis adalah Menolak  $H_0$  jika  $F_{hitung} > F_{tabel(\alpha; p; n-p-1)}$  atau  $p-value < \alpha$  (Kutner dkk, 2004).

#### 2. Uji Parsial

Pengujian signifikan parameter regresi secara parsial yaitu didasarkan pada nilai variansi error ( $\sigma^2$ ), sehingga hipotesisnya sebagai berikut:

$H_0 : \beta_k = 0$  (tidak ada hubungan yang signifikan),  
 $k = 0, 1, 2, 3, \dots, p$

$H_1 : \beta_k \neq 0$  (paling tidak terdapat satu hubungan yang signifikan)

Statistik ujinya adalah

$$Z_{hitung} = \frac{\hat{\beta}}{SE(\hat{\beta})} \quad (24)$$

dimana  $SE(\hat{\beta}) = \hat{\sigma} \sqrt{P_{kk}}$ ,  $P_{kk}$  merupakan diagonal untuk matriks  $(\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1}$  dan  $\hat{\sigma}$  adalah akar dari MSE. Daerah kritis adalah Menolak  $H_0$  jika  $Z_{hitung} > Z_{tabel(\alpha/2)}$  atau  $p-value < \alpha$  (Anselin, 1988).

### Demam Berdarah Dengue (DBD)

Penyakit infeksi yang disebabkan oleh virus dengue adalah demam berdarah dengue (DBD).

Infeksi virus dengue sampai saat ini masih menjadi masalah kesehatan di Indonesia. Indonesia dimasukkan dalam kategori “A” dalam sertifikasi DBD oleh *World Health Organization* (WHO) 2001 yang mengidentifikasi tingginya angka perawatan di rumah sakit dan kematian akibat DBD, khususnya pada anak-anak.

Penyakit DBD disebabkan oleh virus dengue yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* maupun nyamuk *Aedes albopictus*. Namun dalam peranannya nyamuk *Aedes aegypti* lebih berperan dalam penularan penyakit ini, karena hidup di dalam dan sekitar rumah, sedangkan nyamuk *Aedes albopictus* hidup dalam lingkungan kebun sehingga jarang kontak dengan manusia. Faktor utama penyakit DBD adalah nyamuk *Aedes aegypti* (daerah perkotaan) dan nyamuk *Aedes albopictus* (daerah pedesaan). Nyamuk yang menjadi factor penyakit DBD adalah nyamuk yang terinfeksi saat menggigit manusia yang sedang viremia (terdapat virus dalam darahnya) (Widoyono, 2011).

### Tahapan Analisis Data

Tahapan analisis data dalam penelitian ini menggunakan bantuan software ArcView GIS 3.3 digunakan untuk tahapan pembuatan peta tematik dan R studio digunakan untuk menganalisis regresi SARMA. Secara umum tahap-tahap analisis data adalah sebagai berikut:

1. Melakukan analisis statistika deskriptif dari data jumlah kejadian DBD.
2. Membuat peta penyebaran jumlah kejadian DBD.
3. Mendeteksi multikolinieritas antar variabel independen.
4. Melakukan analisis regresi linier berganda untuk mendapatkan nilai error/residual.
5. Menentukan matriks contiguity dan membuat matriks pembobot spasial.
6. Melakukan uji dependensi spasial dengan menggunakan indeks moran's.
7. Melakukan uji Lagrange Multiplier untuk melihat pengaruh interaksi spasial pada data dan memilih model regresi spasial yang sesuai.
8. Melakukan estimasi parameter SARMA.
9. Melakukan uji signifikansi parameter SARMA.
10. Melakukan interpretasi dan kesimpulan model

### Hasil dan Pembahasan

#### 1. Statistika Deskriptif

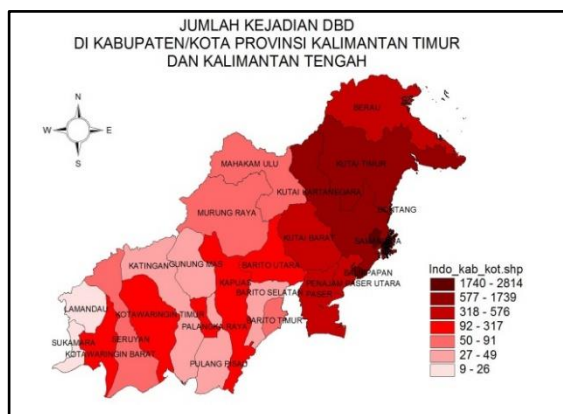
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data jumlah kejadian DBD di Provinsi Kalimantan Timur dan Provinsi Kalimantan Tengah Tahun 2016. Ringkasan deskriptif data yang diperoleh ditunjukkan pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1. diperoleh bahwa rata-rata jumlah kejadian DBD di tiap Kabupaten/Kota

di Kalimantan Timur dan Kalimantan Tengah tahun 2016 (Y) sebanyak 526 kejadian, dengan jumlah kejadian demam berdarah minimumnya sebanyak 9 kejadian dan maksimumnya 2.814 kejadian, di mana nilai standar deviasinya sebesar 778,626. Rata-rata persentase penduduk miskin di tiap Kabupaten/Kota di Kalimantan Timur dan Kalimantan Tengah tahun 2016 (X<sub>2</sub>) sebesar 6% dengan persentase kemiskinan maksimumnya 10,65% dan minimumnya sebesar 2,81% di mana nilai standar deviasinya yaitu 1,895. Rata-rata jumlah puskesmas di tiap Kabupaten/Kota di Kalimantan Timur dan Kalimantan Tengah tahun 2016 (X<sub>5</sub>) adalah 17 puskesmas dengan jumlah puskesmas maksimumnya 32 puskesmas dan minimumnya sebanyak 5 puskesmas di mana nilai standar deviasinya adalah 6,928.

**Tabel 1.** Statistika Deskriptif

Variabel	Rata-rata	Standar Deviasi	Min	Max
Y	526	778,626	9	2.814
X <sub>1</sub>	8	12,379	0,060	47,920
X <sub>2</sub>	6	1,895	2,810	10,650
X <sub>3</sub>	59	32,262	7	100
X <sub>4</sub>	49	24,061	3	87
X <sub>5</sub>	17	6,928	5	32



Gambar 1. Peta tematik jumlah kejadian DBD

Gambar 1. menggambarkan pengelompokkan jumlah kejadian DBD Kabupaten/Kota di Kalimantan Timur dan Kalimantan Tengah pada Tahun 2016. Warna terang menunjukkan bahwa jumlah kejadian DBD yang sangat rendah, lalu warna gelap menunjukkan jumlah kejadian DBD yang sangat tinggi. Jumlah kejadian yang sangat tinggi terjadi di Kota Samarinda dan Kota Balikpapan Provinsi Kalimantan Timur, sedangkan jumlah kejadian DBD yang sangat rendah terjadi di Kabupaten Lamandau dan Kabupaten Sukamara Provinsi Kalimantan Tengah.

**2. Mendeteksi Multikolinieritas**

Berdasarkan Tabel 2. nilai VIF untuk seluruh variabel independen yaitu > 10, sehingga dapat

disimpulkan bahwa tidak terjadi multikolinieritas untuk semua variabel independen.

**Tabel 2.** Mendeteksi Multikolinieritas

Variabel	Nilai VIF
X <sub>1</sub>	2,366
X <sub>2</sub>	1,858
X <sub>3</sub>	1,148
X <sub>4</sub>	1,531
X <sub>5</sub>	1,569

**3. Analisis Regresi Linier Berganda**

Langkah ini dilakukan untuk mendapatkan nilai error, berdasarkan persamaan (1) didapatkan model regresi linier berganda seperti berikut:

$$\hat{Y}_i = -1454,083 + 29,527X_{i1} + 26,146X_{i2} + 0,192X_{i3} + 10,712X_{i4} + 61,935X_{i5} + \epsilon_i \tag{25}$$

dengan nilai error sebagai berikut:

**Tabel 3.** Nilai Error dari Regresi Linier Berganda

No	Nilai Error	No	Nilai Error
1	83,233	13	-94,253
2	845,937	14	-321,119
3	535,863	15	-426,376
4	-471,018	16	-346,803
5	478,344	17	-508,007
6	379,975	18	-395,596
7	47,003	19	-153,783
8	194,289	20	224,042
9	37,405	21	-243,939
10	-170,562	22	26,147
11	85,503	23	-244,666
12	-144,330	24	582,711

**4. Uji Dependensi Spasial**

Pengujian dependensi spasial dihitung menggunakan rumus statistik uji Indeks Moran's berdasarkan Persamaan (6), uji dependensi spasial dilakukan pada data error atau residual dari regresi linier berganda.

$$Z(I) = \frac{I - I_0}{\sqrt{\text{var}(I)}} = \frac{0,456 - (-0,043)}{\sqrt{0,044}} = 2,379 \tag{26}$$

Karena nilai  $|Z(I)| = 2,379 > Z_{0,1/2} = Z_{0,05} = 1,64$  maka diputuskan menolak H<sub>0</sub>. Berdasarkan pengujian dependensi spasial maka didapatkan kesimpulan bahwa data jumlah kejadian demam berdarah dengue terdapat autokorelasi spasial, sehingga dapat dimodelkan dengan menggunakan model regresi spasial, untuk menentukan model regresi spasial yang tepat maka dilanjutkan dengan melakukan uji LM.

**5. Uji Lagrange Multiplier (LM)**

Uji ini digunakan untuk mengetahui model pengaruh spasial yang akan digunakan.

**Tabel 4.** Uji Lagrange Multiplier (LM)

Uji dependensi spasial	Nilai	$\chi^2_{(0,1;1)}$
LM <sub>error</sub>	7,476	2,705
LM <sub>lag</sub>	14,709	2,705

Berdasarkan Tabel 4. dapat disimpulkan bahwa LM<sub>error</sub> dan LM<sub>lag</sub> signifikan maka model yang sesuai untuk menganalisis data jumlah kejadian demam berdarah *dengue* adalah model SARMA.

**6. Estimasi Parameter SARMA**

Berdasarkan uji LM yang telah dilakukan sebelumnya bahwa pada data jumlah kejadian demam berdarah *dengue* dapat dimodelkan dengan SARMA, dimana nilai parameter koefisien spasial lag variabel dependen tidak sama dengan nol ( $\rho \neq 0$ ) begitu juga dengan koefisien spasial *lag error* ( $\lambda \neq 0$ ). Adapun model SARMA yang terbentuk untuk pemodelan jumlah kejadian demam berdarah *dengue* di Provinsi Kalimantan Timur dan Provinsi Kalimantan Tengah Tahun 2016 adalah sebagai berikut :

$$Y_i = \rho \sum_{j=1, i \neq j}^{24} w_{ij} Y_j + \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \beta_3 X_{i3} + \beta_4 X_{i4} + \beta_5 X_{i5} + \lambda \sum_{j=1, i \neq j}^{24} w_{ij} u_j + \varepsilon_i \tag{27}$$

Selanjutnya akan dilakukan perhitungan nilai  $\rho$  menggunakan SPSS 21 berdasarkan persamaan (22) dengan menggunakan nilai variabel dependen, sehingga diperoleh nilai  $\rho$  yang berkisar antara  $-0,151 < \rho < 0,659$ . Dari hasil nilai  $\rho$  yang telah diperoleh maka dicari nilai  $\beta$  dari masing-masing nilai  $\rho$  setelah itu dihitung jumlah kuadrat *error*nya sehingga diperoleh nilai  $\rho = 0,145$  dikarenakan jumlah *error* yang dimiliki paling kecil dibandingkan dengan nilai  $\rho$  yang lainnya.

Sedangkan untuk nilai  $\lambda$  dengan cara yang sama dilakukan perhitungan menggunakan SPSS 21 berdasarkan persamaan (22) dengan menggunakan nilai residual/*error* dari model regresi linier berganda, sehingga diperoleh nilai  $\lambda$  yang berkisaran antara  $-0,262 < \lambda < 0,257$ . Dari hasil nilai  $\lambda$  yang telah diperoleh maka dihitung nilai  $\beta$  dari setiap  $\lambda$  kemudian dihitung jumlah kuadrat *error*nya sehingga diperoleh nilai  $\lambda = 0,245$  dikarenakan nilai *error* yang dimiliki paling kecil dibandingkan dengan nilai  $\lambda$  yang lainnya.

Setelah dilakukan pengolahan data didapatkan  $\beta$  untuk model SARMA dari perhitungan

manual berdasarkan Persamaan (21) dengan  $\rho = 0,145$  dan  $\lambda = 0,245$ , untuk memudahkan perhitungan digunakan *software R studio* dengan hasil perhitungan sebagai berikut pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil Estimasi Parameter SARMA

Parameter	Nilai Estimasi
$\hat{\beta}_0$	-1.135,137
$\hat{\beta}_1$	29,529
$\hat{\beta}_2$	14,594
$\hat{\beta}_3$	-0,244
$\hat{\beta}_4$	7,198
$\hat{\beta}_5$	48,993

Setelah didapatkan hasil estimasi parameter SARMA maka model SARMA berdasarkan Persamaan (27) seperti berikut:

$$\hat{Y}_i = 0,145 \sum_{j=1, i \neq j}^{24} w_{ij} Y_j - 1135,137 + 29,529 X_{i1} + 14,594 X_{i2} - 0,244 X_{i3} + 7,198 X_{i4} + 48,993 X_{i5} + 0,245 \sum_{j=1, i \neq j}^{24} w_{ij} u_j \tag{28}$$

**7. Uji Signifikansi Parameter**

**a. Uji Simultan**

Pengujian signifikansi parameter secara simulatan dilakukan dengan menggunakan Persamaan (23). untuk memudahkan perhitungan, digunakan *Excel* dengan hasil perhitungan

$$F_{hitung} = 18,147 > F_{tabel(0,1;5;18)} = 2,196 \text{ maka}$$

diputuskan menolak  $H_0$ . Sehingga dapat disimpulkan minimal terdapat satu  $\beta \neq 0$  yang berpengaruh terhadap variabel dependen.

**b. Uji Parsial**

Pengujian signifikansi parameter  $\beta$  dilakukan dengan menggunakan Persamaan (24).

**Kesimpulan**

Berdasarkan keputusan pada Tabel 4.9. dapat disimpulkan bahwa konstanta, variabel  $X_1$ ,  $X_4$ , dan  $X_5$  memiliki pengaruh terhadap variabel jumlah kejadian demam berdarah *dengue*.

**8. Interpretasi Model**

Setelah dilakukan pengujian parameter SARMA, dapat diambil kesimpulan bahwa variabel yang berpengaruh terhadap jumlah kejadian demam berdarah *dengue* adalah persentase kepadatan penduduk ( $X_1$ ), persentase rumah sehat ( $X_4$ ), dan jumlah puskesmas ( $X_5$ ). Akan tetapi variabel persentase penduduk miskin ( $X_2$ ), dan persentase pelayanan kesehatan ( $X_3$ )

tidak berpengaruh terhadap jumlah kejadian demam berdarah *dengue*.

Tabel 6. Hasil Pengujian Parsial

Para meter	$P_{kk}$	$SE(\hat{\beta})$	$ Z_{hitung} $	$Z_{(0,1/2)}$	Keputusan
$\hat{\beta}_0$	1,803867	460,271	2,466	1,64	Menolak $H_0$
$\hat{\beta}_1$	0,000671	8,876	3,327	1,64	Menolak $H_0$
$\hat{\beta}_2$	0,022490	51,393	0,284	1,64	Gagal Menolak $H_0$
$\hat{\beta}_3$	0,000049	2,407	0,101	1,64	Gagal Menolak $H_0$
$\hat{\beta}_4$	0,000115	3,680	1,956	1,64	Menolak $H_0$
$\hat{\beta}_5$	0,001423	12,927	3,790	1,64	Menolak $H_0$

Berdasarkan Persamaan (28) dapat dijelaskan bahwa, jika tidak terdapat pengaruh dari variabel apapun maka jumlah kejadian demam berdarah *dengue* akan menurun sebesar 1.135 kejadian. Nilai koefisien spasial lag ( $\rho$ ) sebesar 0,145 dan nilai koefisien spasial error ( $\lambda$ ) sebesar 0,245 bersifat signifikan pada taraf signifikansi  $\alpha = 0,1$  sehingga dapat dikatakan bahwa jumlah kejadian DBD pada suatu wilayah atau lokasi ke-i akan berpengaruh terhadap jumlah kejadian DBD pada lokasi yang menjadi tetangganya.

Koefisien persentase kepadatan penduduk ( $X_1$ ) bernilai positif, menunjukkan bahwa jika terjadi kenaikan sebesar 1% kepadatan penduduk dan variabel lainnya dianggap konstan maka jumlah kejadian demam berdarah *dengue* akan meningkat sebesar 30 kejadian. Koefisien persentase penduduk miskin ( $X_2$ ) bernilai positif, menunjukkan bahwa jika terjadi kenaikan sebesar 1% penduduk miskin dan variabel lainnya dianggap konstan maka jumlah kejadian demam berdarah *dengue* akan meningkat sebesar 15 kejadian. Koefisien persentase pelayanan kesehatan ( $X_3$ ) bernilai negatif, menunjukkan bahwa jika terjadi kenaikan sebesar 1% pelayanan kesehatan dan variabel lainnya dianggap konstan maka jumlah kejadian demam berdarah *dengue* akan menurun sebesar 0 kejadian.

Koefisien persentase rumah sehat ( $X_4$ ) bernilai positif, menunjukkan bahwa jika terjadi kenaikan sebesar 1% mengenai persentase rumah sehat dan variabel lainnya dianggap konstan maka jumlah kejadian demam berdarah *dengue* akan meningkat

sebesar 7 kejadian. Koefisien jumlah puskesmas ( $X_5$ ) bernilai positif, menunjukkan bahwa jika terjadi kenaikan sebesar 1 puskesmas dan variabel lainnya dianggap konstan maka jumlah kejadian demam berdarah *dengue* akan meningkat sebesar 49 kejadian.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil model SARMA untuk kasus jumlah kejadian DBD di Provinsi Kalimantan Timur dan Provinsi Kalimantan Tengah Tahun 2016 adalah :

$$\hat{Y}_i = 0,145 \sum_{j=1, i \neq j}^{24} w_{ij} Y_j - 1135,137 + 29,529 X_{i1} + 14,594 X_{i2} - 0,244 X_{i3} + 7,198 X_{i4} + 48,993 X_{i5} + 0,245 \sum_{j=1, i \neq j}^{24} w_{ij} u_j$$

2. Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kejadian DBD Kabupaten/Kota di Provinsi Kalimantan Timur dan Provinsi Kalimantan Tengah pada Tahun 2016 dengan menggunakan metode SARMA yaitu persentase kepadatan penduduk ( $X_1$ ), persentase rumah sehat ( $X_4$ ), dan jumlah puskesmas ( $X_5$ ).

### Daftar Pustaka

- Anselin, L. 1988. *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Netherlands. Kluwer Academic Publisher.
- \_\_\_\_\_. 1999. *Spatial Econometrics*. Bruton Center, School of Social Sciences, University of Texas at Dallas.
- Aswi dan Sukarna. 2006. *Analisis Deret Waktu*. Makassar: Penerbit Andira.
- Ginancar, G. 2004. *Demam Berdarah*. Bandung: PT. Mizan Publika.
- Kutner, M.H., Nachtsheim, Christopher J. dan Neter, John. 2004. *Applied Linear Regression Model Forth Edition*. McGraw Hill Companies, Inc.
- Lee, J., and Wong, S.W.D. 2001. *Statistical Analysis with Arcview GIS*. United States of America: John Willey & Sons, Inc.
- LeSage, J.P. 1999. *Spatial Econometrics*. Toledo: Department of Economics University of Toledo.
- LeSage, J.P. and Pace, R.K.. 2009. *Introduction to Spatial Econometrics*. CRC Press, Taylor and Francis Group.
- Rati, M. 2013. Model Regresi Spasial Untuk anak Tidak Bersekolah Usia Kurang 15 Tahun di Kota Medan. *Jurnal Saintia Matematika*, Vol.1, No. 1, pp. 87-99.

- Rita, R & Diah,S,. 2015. Analisis Spasial Penyebab Penyakit Demam Berdarah Dengue Dengan Indeks Moran Dan Geary's C (Studi Kasus di Kota Semarang Tahun 2011). *Jurnal Gaussian*, vol. 02, no. 1, hh. 69-78
- Suroso, T. 2000. *Perkembangan DBD, Epidemiologi dan Pemberantasannya di Indonesia*. Jakarta: Puspa Swarna.
- Sugiyono. 2011. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Saefuddin, A., Notodiputro, K.H., Alamudin, A., & Sadik, K. 2009. *Statistika Dasar*. Jakarta: Grasindo.
- Widoyono. 2011. *Penyakit Tropis (Epidemiologi, penularan, pencegahan, & pemberantasannya) Edisi Kedua*. Jakarta: Penerbit Erlangga.