

Penerapan Model Spasial Menggunakan Matriks Pembobot *Queen Contiguity* dan *Euclidean Distance* Terhadap Kasus Gizi Buruk Balita di Provinsi Nusa Tenggara Timur

Kris Suryowati⁽¹⁾, Meitriana Nahak⁽²⁾, Rokhana Dwi Bekti⁽³⁾

^{1,2,3} Program Studi Statistika, Fakultas Sains Terapan, Institut Sains & Teknologi AKPRIND

Yogyakarta

Jl. Kalisahak No 27 Kota Yogyakarta

e-mail: suryowati@akprind.ac.id⁽¹⁾, mitmitmeitriana29@gmail.com⁽²⁾, rokhana@akprind.ac.id⁽³⁾

ABSTRAK

Gizi buruk balita masih menjadi masalah yang dihadapi oleh negara Indonesia khususnya pada provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT). Kasus gizi buruk balita dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti persentase penduduk miskin, persentase berat badan balita lahir rendah, dan jumlah fasilitas kesehatan. Kasus gizi buruk antar lokasi saling berhubungan menunjukkan adanya efek spasial. Oleh karena itu penelitian ini menggunakan metode model spasial untuk menguji pengaruh tersebut. Model spasial diantaranya *Spatial Autoregressive Model* (SAR), *Spatial Error Model* (SEM), dan *Spatial Durbin Model* (SDM). Matriks pembobot merupakan komponen penting dalam pembentukan model karena menunjukkan hubungan keterkaitan antar lokasi. Penelitian ini menggunakan pembobot *queen contiguity* dan *euclidean distance* kemudian membandingkannya. Sumber data adalah data sekunder tahun 2021, dimana amatan adalah 22 Kabupaten/Kota di Provinsi NTT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa estimasi parameter dan uji hipotesis memberikan hasil yang berbeda di masing-masing pembobot. Hasil uji efek spasial Moran's I dengan pembobot queen contiguity menunjukkan adanya autokorelasi spasial pada jumlah fasilitas kesehatan, sementara itu dengan pembobot euclidean distance adalah persentase berat badan balita lahir rendah. Berdasarkan perbandingan nilai AIC dan MSE, model terbaik yang analisis gizi buruk balita di NTT adalah SDM dengan pembobot queen contiguity.

Kata kunci: Model spasial, pembobot queen contiguity, pembobot euclidean distance, gizi buruk balita

ABSTRACT

Malnutrition of toddlers is still a problem faced by the Indonesian state, especially in the province of East Nusa Tenggara (NTT). Cases of under-five malnutrition can be caused by various factors, such as the percentage of poor people, the percentage of under-fives with low birth weight, and the number of health facilities. Cases of malnutrition between locations are interconnected showing a spatial effect. Therefore this study uses the spatial model method to examine this effect. Spatial models include Spatial Autoregressive Model (SAR), Spatial Error Model (SEM), and Spatial Durbin Model (SDM). The weighting matrix is an important component in model building because it shows the relationship between locations. This study uses queen contiguity and euclidean distance weights and then compares them. The data source is secondary data for 2021, where the observations are 22 Regencies/Cities in NTT. The results showed that parameter estimation and hypothesis testing gave different results in each weighting. The results of the Moran's I spatial effect test with queen contiguity weighting show that there is a spatial autocorrelation in the number of health facilities, meanwhile with the euclidean distance weighting is the percentage of low birth weight children. Based on a comparison of AIC and MSE values, the best model for analyzing under-five malnutrition in NTT is SDM with a queen contiguity weight.

Keywords: spatial modeling, queen contiguity weight, euclidean distance weight, Toddler Malnutrition

PENDAHULUAN

Hubungan sebab akibat antara variabel independen terhadap variabel dependen dapat dilakukan melalui analisis regresi. Metode ini menghasilkan suatu persamaan matematis yang menggambarkan pola hubungan tersebut. Salah satu metode untuk mengestimasi nilai-nilai parameter pada persamaan regresi adalah *Ordinary Least Square* (OLS). Metode OLS ini sangat ketat terhadap asumsi, diantaranya residual harus berdistribusi normal, independen, dan identik. Pada beberapa kasus asumsi ini sulit terpenuhi, khususnya pada data spasial yang mengandung pengaruh lokasi geografis dari setiap amatan. Apabila OLS dipaksakan maka akan menghasilkan estimasi parameter yang tidak tepat. Salah satu alternatifnya adalah pemodelan spasial.

Pemodelan spasial [1] merupakan suatu model yang digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara satu variabel dengan beberapa variabel lain dengan memberikan efek spasial pada beberapa lokasi yang menjadi pusat pengamatan. Pemodelan spasial terdiri atas beberapa metode *Spatial Autoregressive Models* (SAR), *Spatial Error Models* (SEM), dan *Spatial Durbin Model* (SDM) [2]. Metode SAR disebut juga *Spatial Lag Model* (SLM) adalah salah satu model spasial dengan pendekatan area dengan memperhitungkan pengaruh spasial lag pada variabel dependen saja. Metode SEM merupakan model digunakan saat nilai error pada suatu lokasi berkorelasi dengan nilai error dengan lokasi sekitarnya atau dengan kata lain terdapat korelasi spasial antar error. Metode SDM merupakan model regresi spasial yang memiliki bentuk seperti *Spatial Autoregressive Model* (SAR) yang memiliki spasial lag pada variabel respon (y). Hanya saja, SDM memiliki ciri khas adanya spasial lag pada variabel prediktor (X) [3].

Komponen yang mendasar dari model spasial adalah matriks pembobot spasial. Matriks ini mencerminkan adanya hubungan antara satu wilayah dengan wilayah lainnya [4]. Berdasarkan tipe pembobotnya, analisis regresi spasial dapat dibedakan menjadi analisis dengan pendekatan titik dan pendekatan area. Pendekatan titik adalah metode yang menggunakan informasi jarak (*distance*) sebagai pembobotnya. Pembentukan matriks pembobot jarak diperoleh dari perhitungan euclidean distance (*jarak euclidean*) antara lokasi penelitian berdasarkan derajat [5]. Sedangkan pendekatan area merupakan pendekatan yang menggambarkan relatif lokasi suatu unit data spasial dengan lokasi lain di suatu area. Dalam pendekatan area, terdapat beberapa jenis pembobot, salah satunya adalah *queen contiguity* [1]. Pembobot *queen contiguity* ini adalah jenis pembobot ketetanggaan yang memperhatikan sisi maupun sudut wilayah satu dengan wilayah yang lain. Untuk pengembangan teori Spasial dalam hal ini perlu dianalisis perbandingan kedua pembobot dalam pemodelan pemodelan spasial SAR, SEM, dan SDM.

Gizi buruk balita masih menjadi masalah yang dihadapi oleh negara Indonesia khususnya pada provinsi NTT. Gizi buruk balita disebabkan oleh berbagai faktor seperti presentase penduduk miskin, presentase berat badan balita lahir rendah (BBLR), dan jumlah fasilitas kesehatan. Berdasarkan data publikasi Badan Pusat Statistik, Provinsi Nusa Tenggara Timur menempati urutan pertama dengan rasio penderita gizi buruk tertinggi pada tahun 2018 sebesar 35,4, tahun 2019 sebesar 30,3%, tahun 2020 sebesar 28,2%, dan tahun 2021 kembali melonjak hingga mencapai 37,8%. Data tersebut menunjukkan bahwa kasus gizi buruk balita di Provinsi NTT mengalami kenaikan dan penurunan, sehingga perlu diketahui yang menjadi faktor-faktor penyebabnya.

Data gizi buruk balita di setiap Kabupaten/Kota memiliki karakteristik pola spasial, dimana karakteristik antar lokasi dapat saling berhubungan. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh spasial

sehingga diperlukan penggunaan metode regresi spsial untuk analisis faktor yang mempengaruhi gizi buruk balita di NTT. Beberapa penelitian yang menggunakan metode spasial untuk analisis angka gizi buruk diantaranya penelitian [6] yang melakukan analisis memodelkan angka gizi buruk di Provinsi Bali dengan pendekatan regresi spasial. Dalam penelitian ini, matriks pembobot yang digunakan adalah *Queen Contiguity* dan model terbaik adalah model SEM. Penelitian [7] yang melakukan analisis spasial gizi kurang balita di Kota Tangerang. Penelitian [8] yang menyusun pemetaan angka gizi buruk pada balita menurut Menggunakan Analisis Regresi spasial.

Penelitian yang telah membandingkan berbagai jenis pembobot pada model spasial diantaranya penelitian [5] yang melakukan pemodelan regresi logistik spasial dengan matriks pembobot spasial queen contiguity dan matriks jarak euclidean. Penelitian [9] yang melakukan kajian pengaruh matriks pembobot spasial dalam model spasial data panel untuk menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kemiskinan. Penelitian [10] yang membandingkan pembobot invers jarak dan kontinguity pada analissi data DBD. Penelitian [11] membandingkan beberapa pembobot kontinguity (*Rook Contiguity*, *Bishop Contiguity*, dan *Queen Contiguity*) pada analisis data IPM menggunakan SEM. Hasil menunjukkan *Rook Contiguity* adalah yang terbaik.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka penelitian ini melakukan pemodelan spasial pada kasus gizi buruk balita di Provinsi NTT. Penelitian ini membandingkan pemodelan spasial SAR, SEM, dan SDM ketika menggunakan pembobot queen contiguity dan euclidean distace.

METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder tahun 2021 yang diperoleh dari publikasi BPS dan Dinas Kesehatan Provinsi NTT. Variabel dependen yang digunakan adalah Persentase Gizi Buruk Balita, variabel independennya adalah Persentase Penduduk Miskin, Persentase Berat Badan Balita Lahir Rendah/BBLR, dan Jumlah Fasilitas Kesehatan Provinsi NTT.

Tahapan penelitian ini diawali dengan mendeskripsikan variabel penelitian dengan analisis deskriptif dan peta tematik, kemudian melakukan analisis regresi linear berganda dengan metode *OLS*. Selanjutnya menentukan pembobot *Queen Contiguity* dan *Euclidean Distance*, melakukan uji efek spasial, hingga estimasi parameter SAR, SEM, dan SDM. Langkah akhir adalah interpretasi dan membandingkan pemodelan menggunakan nilai AIC dan MSE. Analisis regresi linear berganda dengan metode *Ordinary Least Square* dengan persamaan

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon \quad (1)$$

Dengan Y adalah variabel dependen, $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ adalah Parameter regresi, X_1, X_2, \dots, X_k adalah variabel independen, dan ε adalah residual. Pada pemodelan regresi OLS dengan data spasial, asumsi residual distribusi normal, independen, dan identic sering tidak memenuhi. Hal ini karena adanya efek spasial pada data, yaitu adanya dependensi atau hubungan antar amatan. Alternative model yang dapat digunakan adalah regresi spasial. Analisis regresi spasial adalah analisis yang mengevaluasi hubungan antara satu variabel dengan beberapa variabel lain dengan memberkan efek spasial pada beberapa lokasi yang menjadi pusat pengamatan. Secara umum model regresi spasial sebagai berikut [12,13,14]:

$$\begin{aligned} Y &= \rho WY + X\beta + u \\ u &= \lambda Wu + \varepsilon, \\ \varepsilon &\sim N(0, \sigma^2 I) \end{aligned} \tag{2}$$

Dimana Y adalah matriks variabel respon yang berukuran $(n \times 1)$, X adalah matriks variabel bebas berukuran $n \times (k + 1)$, β adalah vektor koefisien parameter regresi berukuran $(k + 1) \times 1$, ρ adalah koefisien autokorelasi lag spasial, λ adalah koefisien autokorelasi lag dan *error* yang bernilai $|\lambda| < 1$, u adalah vektor *error* yang diasumsikan mengandung autokorelasi berukuran $n \times 1$, ε adalah vektor *error* yang berukuran $n \times 1$, I adalah matriks identitas berordo $n \times n$, W adalah matriks pembobot spasial yang berukuran $n \times n$.

Model SAR atau disebut juga *Spatial Lag Model* (SLM) adalah salah satu model spasial dengan pendekatan area dengan memperhitungkan pengaruh spasial lag pada variabel dependen saja. Bentuk umum model SAR seperti pada persamaan (3):

$$y = \rho W_1 y + X\beta + \varepsilon \tag{3}$$

Model SEM merupakan salah satu bentuk analisis regresi spasial yang terbentuk ketika terjadi autokorelasi pada error. Bentuk umum model SEM seperti pada persamaan (4):

$$\begin{aligned} y &= x\beta + \lambda W_2 u + \varepsilon \\ y &= x\beta + (1 - \lambda W_2)^{-1} \varepsilon \end{aligned} \tag{4}$$

Model SDM memiliki bentuk persamaan seperti SAR dengan hanya ada pengaruh spasial lag pada variabel dependen. Namun, SDM merupakan kasus khusus dari model SAR dengan menambahkan pengaruh lag pada variabel independen. Bentuk umum model SDM seperti pada persamaan (5) :

$$Y = \rho W_1 Y + \beta_0 + X\beta_1 + WX\beta_2 + \varepsilon, \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I) \tag{5}$$

Matrik pembobot spasial (W) memiliki peran penting pada pemodelan untuk menunjukkan hubungan antar lokasi. Banyak jenis pembobot spasial yang dapat digunakan yaitu pendekatan area dan titik. Matrik pembobot spasial *Queen Contiguity* merupakan salah satu jenis bobot pendekatan area [15]. Tipe ini menentukan daerah pengatamannya berdasarkan sisi-sisi yang saling bersinggungan dengan memperhitungkan sudut. Lokasi yang bersisian atau titik sudutnya bertemu dengan lokasi yang menjadi perhatian diberi pembobotan $W_{ij} = 1$, sedangkan untuk lokasi lainnya adalah $W_{ij} = 0$. Sementara itu matriks *Euclidean Distance* adalah salah satu jenis bobot pendekatan titik. Pembentukan matriks pembobot ini diperoleh dari perhitungan jarak euclidean antara lokasi berdasarkan koordinat *latitude* dan *longitude* dengan rumus sebagai berikut [16]:

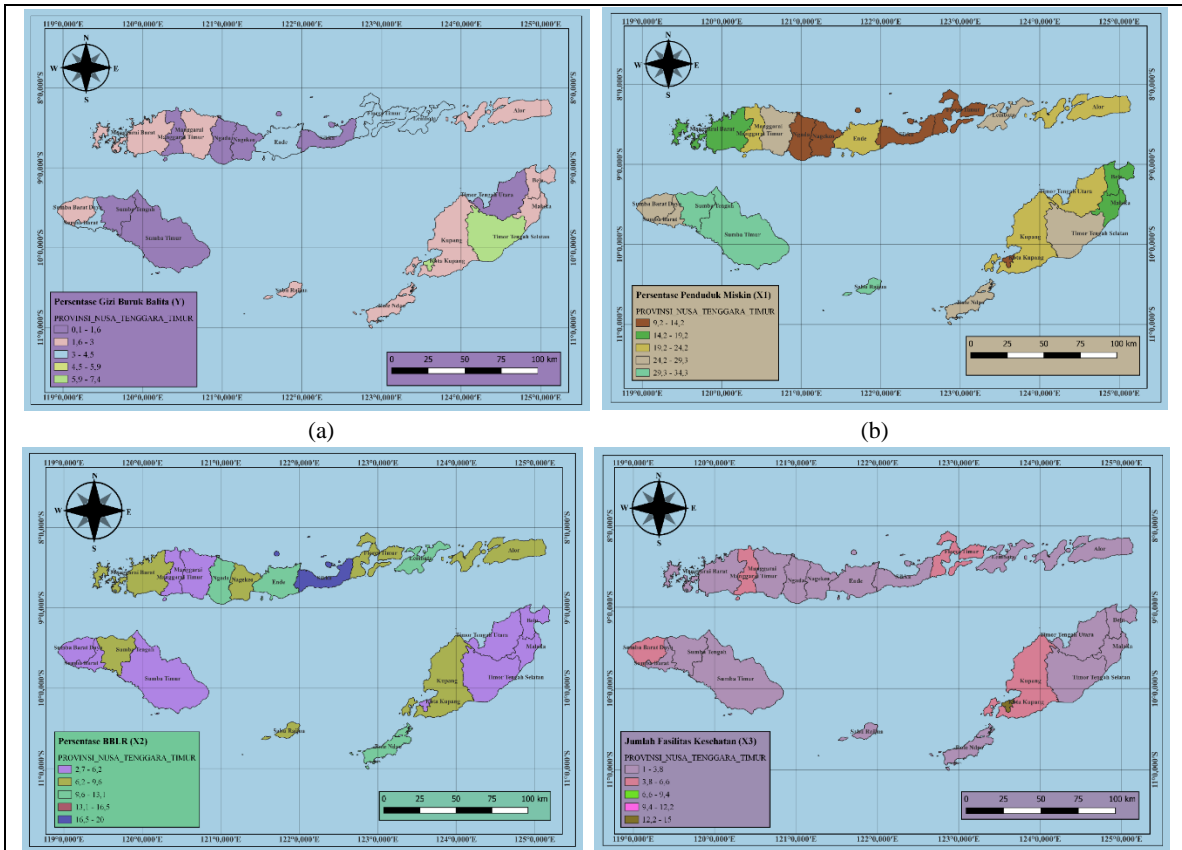
$$d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2} \tag{6}$$

dengan, u_i adalah *longitude* pada lokasi ke- i , u_j adalah *longitude* pada lokasi ke- j , v_i adalah *latitude* pada lokasi ke- i , dan v_j adalah *latitude* pada lokasi ke- j . Berdasarkan jarak yang diperoleh, maka akan dibuat matriks pembobot W_{ij} yang terbentuk berdasarkan batas jarak suatu lokasi yang mempengaruhi lokasi lain (r) dengan ketentuan pembentuk matriks $W_{ij}(d)$ sebagai berikut :

$$W_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jika } d_{ij} < r \\ 0, & \text{jika } d_{ij} \geq r \end{cases}$$

HASIL DAN DISKUSI

Rata-rata persentase gizi buruk balita di 22 Kabupaten/Kota Propinsi NTT tahun 2021 adalah 2,447%. Persentase gizi buruk balita tertinggi berada pada kabupaten Timur Tengah Selatan sebesar 7,390% dan persentase gizi buruk terendah berada di kabupaten Ngada sebesar 0,090%. Pola spasial dari masing-masing variabel dapat dilihat melalui peta tematik disajikan pada Gambar 1. Pada data persentase gizi buruk balita, sebagian besar terletak pada kelas interval 1,6% - 3% yaitu kabupaten Sumba Barat Daya, Sabu Raijua, Rote Ndao, Kupang, Malaka, Belu, Alor, Manggarai Timur, dan Manggarai Barat. Hal ini diketahui bahwa wilayah-wilayah yang bertetangga sebagian besar memiliki kategori persentase gizi buruk balita yang hamper sama. Begitu juga untuk variable persentase penduduk miskin, persentase berat badan balita lahir rendah, dan jumlah fasilitas kesehatan.



(c)

(d)

Gambar 1. Pola Spasial Data : a) persentase gizi buruk balita, b) persentase penduduk miskin, c) persentase Berat Badan Balita Lahir Rendah, d) Jumlah fasilitas kesehatan di Provinsi NTT

Hasil pemodelan regresi berganda dengan estimasi OLS mempunyai nilai R^2 sebesar 26,36% yang artinya bahwa sebesar 26,36% variabel persentase gizi buruk balita dapat dijelaskan oleh sekelompok variabel independen. Selanjutnya dilakukan uji asumsi klasik. Uji asumsi klasik bertujuan untuk memberikan kepastian bahwa persamaan regresi yang diperoleh memiliki ketepatan dalam estimasi, tidak bias, dan konsisten. Asumsi-asumsi yang harus dipenuhi yaitu normalitas, tidak terdapat gejala heterokedastisitas, autokorelasi, dan multikolinearitas. Berdasarkan pengujian, asumsi yang belum terpenuhi adalah adanya heterogenitas. Hal ini menunjukkan ada indikasi efek spasial.

Langkah selanjutnya adalah melakukan uji Moran's I untuk mengetahui ada tidaknya efek spasial dan pemodelan spasial. Tahap awal yaitu menentukan matriks pembobot spasial meliputi pembobot "Queen Contiguity merupakan matriks pembobot yang memperhatikan persinggungan sisi dan sudut" dan "Euclidean Distance.atau matriks pembobot jarak". Pada matriks pembobot queen contiguity untuk kabupaten/kota yang saling berdekatan (bersinggungan sisi/sudutnya maka diberi bobot 1) sedangkan kabupaten/kota yang tidak berdekatan (tidak bersinggungan sisi/sudutnya) diberi bobot 0, sehingga matriks beordo 22×22 sebagai berikut :

$$W_{ij} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & \dots & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & & & & & \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya matriks pembobot *Euclidean Distance* yang diperoleh dari perhitungan jarak *euclidean* antara lokasi penelitian berdasarkan derajat *latitude* dan *longitude*, sehingga dihasilkan matriks jarak antar kabupaten/kota dengan satuan kilometer sebagai berikut

$$d_{22 \times 22} = \begin{bmatrix} 0 & 220,0968 & 23,7114 & \dots & 436,0421 \\ 220,0968 & 0 & 205,9597 & \dots & 248,4350 \\ 23,7114 & 205,9597 & 0 & \dots & 430,0099 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 436,0421 & 280,4751 & 430,0099 & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

Kemudian menghitung matriks pembobot W_{jarak} berdasarkan batas jarak suatu lokasi yang mempengaruhi lokasi lain dengan terlebih dahulu menghitung rata-ratanya dalam hal ini diperoleh $(r) = 438 \text{ km}$. Penentuan pembobot W_{jarak} dengan formula sebagai berikut:

$$W_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{Jika } d_{ij} < 438 \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

sehingga diperoleh matriks pembobot jarak sebagai berikut:

$$W_{jarak\ 22 \times 22} = \begin{matrix} & 1 & 2 & 3 & \dots & 22 \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ \vdots \\ 22 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 0 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 1 & 0 & \dots & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & 1 & 1 & \dots & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Uji indeks moran digunakan untuk menguji dependensi spasial atau korelasi spasial antar lokasi (kabupaten). Pengujian ini dilakukan dengan hipotesis nol (Ho) adalah tidak ada autokorelasi spasial. Pengambilan keputusan adalah Ho ditolak ketika $|Z_{hitung}| > Z_{\frac{\alpha}{2}}$. Dengan menggunakan pembobot *queen contiguity*, variable yang terbukti mengandung autokorelasi spasial adalah jumlah fasilitas kesehatan. Sementara itu menggunakan pembobot *euclidean distance*, yang mengandung autokorelasi spasial variabel persentase berat badan balita lahir rendah.

Selanjutnya hasil estimasi parameter model SAR menggunakan matriks pembobot queen contiguity dan euclidean distance disajikan pada Tabel 1. Hasil estimasi parameter, AIC dan MSE pada kedua jenis pembobot adalah berbeda. Model SAR dengan pembobot *queen contiguity* menghasilkan nilai $\hat{\rho} = 0,237$ artinya persentase gizi buruk balita suatu kabupaten akan tinggi jika berdekatan dengan kabupaten lain yang memiliki persentase gizi buruk balita yang tinggi juga. Pada model SAR dengan pembobot *Euclidean Distance* menghasilkan nilai $\hat{\rho} = -0,0167$ artinya persentase gizi buruk balita suatu kabupaten akan tinggi jika berdekatan dengan kabupaten lain yang memiliki persentase gizi buruk balita yang rendah. Nilai AIC dan MSE pada pembobot Queen Continguitu adalah lebih kecil. Variable independen yang berpengaruh pada kedua model SAR adalah sama yaitu persentase penduduk miskin (X_3). Koefisien regresi masing-masing adalah sebesar 0,3596 dan 0,3666. Angka positif menunjukkan bahwa persentase gizi buruk balita tinggi jika persentase penduduk miskin juga tinggi

Tabel 1. Estimasi Parameter Model SAR

Parameter	Estimasi Parameter	Std.Error	Z _{value}	P _{value}
Pembobot Queen Contiguity				
β_0	0,5228	1,4068	0,3716	0,7101
β_1	0,0399	0,0455	0,8772	0,3804
β_2	-0,0610	0,0771	-0,7913	0,4287
β_3	0,3596	0,1128	3,1886	0,0014 ^(*)
$\hat{\rho} = 0,237, AIC = 87,169, MSE = 1,3192$				
Pembobot Euclidean Distance				
β_0	1,0503	1,6579	0,6335	0,5264
β_1	0,0539	0,0466	1,1558	0,2477
β_2	-0,0270	0,0858	-0,3145	0,7531

β_3	0,3666	0,1104	3,3190	0,0009 (*)
$\hat{\rho} = -0,0167$, AIC = 87,995 ,MSE = 1,3584				

Hasil estimasi parameter model SEM menggunakan matriks pembobot queen contiguity dan euclidean distance disajikan pada Tabel 2. Hasil estimasi parameter, AIC dan MSE pada kedua jenis pembobot adalah berbeda. Model SEM dengan pembobot *queen contiguity* menghasilkan nilai $\lambda = 0,45576$, artinya persentase gizi buruk balita suatu kabupaten/kota akan tinggi jika berdekatan dengan kabupaten lain yang memiliki residual yang tinggi juga. Sementara itu, model SAR dengan pembobot *Euclidean Distance* menghasilkan nilai $\lambda = -0,14665$, artinya persentase gizi buruk balita suatu kabupaten/kota akan tinggi jika berdekatan dengan kabupaten lain yang memiliki nilai residual yang rendah.

Tabel 2. Estimasi Parameter model SEM

Parameter	Estimasi Parameter	Std.Error	Z _{value}	P _{value}
Pembobot Queen Contiguity				
β_0	0,6644	1,1907	0,5580	0,5768
β_1	0,0296	0,0363	0,8173	0,4138
β_2	-0,0247	0,0659	-0,3754	0,7074
β_3	0,4613	0,1090	4,2324	0,00002313(*)
$\lambda = 0,45576$, AIC = 86,338, MSE = 1,2474				
Pembobot Euclidean Distance				
β_0	1,6608	1,4508	1,1447	0,2523
β_1	0,0194	0,0457	0,4260	0,6701
β_2	-0,0842	0,0948	-0,8887	0,3741
β_3	0,3313	0,1086	3,0502	0,0022 (*)
$\lambda = -0,14665$, AIC = 85,887, MSE = 1,1876				

Keterangan : (*) signifikan pada $\alpha = 5\%$

Nilai AIC dan MSE pada pembobot *Euclidean Distance* adalah lebih kecil. Variable independen yang berpengaruh pada kedua model SEM adalah sama yaitu persentase penduduk miskin (X_3). Koefisien regresi masing-masing adalah sebesar 0,4613 dan 0,3313. Angka positif menunjukkan bahwa prosentase gizi buruk balita tinggi jika persentase penduduk miskin juga tinggi.

Hasil estimasi parameter model SDM menggunakan matriks pembobot queen contiguity dan euclidean distance disajikan pada Tabel 3. Hasil estimasi parameter, AIC dan MSE pada kedua jenis pembobot adalah berbeda. Nilai AIC pada pembobot *Queen Contiguity* adalah lebih kecil. Namun demikian, nilai MSE pada pembobot *Euclidean Distance* adalah lebih kecil.

Tabel 3. Hasil Estimasi Parameter model SDM

Parameter	Estimasi Parameter	Std.Error	Z _{value}	P _{value}
Pembobot Queen Contiguity				

β_0	-0,9053	1,2252	-0,7389	0,4599
β_{11}	0,0849	0,0393	2,1584	0,0308 (*)
β_{12}	-0,0117	0,0617	-0,1908	0,8486
β_{13}	0,4657	0,0983	4,7342	0,0000022 (**)
β_{21}	0,0666	0,0329	2,0240	0,0429 (*)
β_{22}	-0,0591	0,0703	-0,8399	0,4009
β_{23}	-0,6217	0,1986	-3,1294	0,0017 (**)
$\hat{\rho} = 0,33361, AIC = 82,346, MSE = 1,0183$				
Pembobot <i>Euclidean Distance</i>				
β_0	3,3542	1,7073	1,9646	0,0494
β_{11}	-0,0266	0,0457	-0,5827	0,5601
β_{12}	-0,1152	0,1150	-1,0019	0,3163
β_{13}	0,1988	0,1079	1,8415	0,0655 (**)
β_{21}	-0,0575	0,0266	-2,1607	0,0307 (*)
β_{22}	-0,0628	0,0518	-1,2109	0,2259
β_{23}	-0,0411	0,0749	-0,5494	0,5827
$\hat{\rho} = -0,18847, AIC = 88,495, MSE = 1,0003$				

Variable independen yang berpengaruh pada kedua model SDM adalah berbeda. Pada pembobot *Queen Contiguity*, variable independen yang berpengaruh adalah persentase penduduk miskin (X_1), jumlah fasilitas kesehatan (X_3), lag persentase penduduk miskin (WX_1), dan lag jumlah fasilitas kesehatan (WX_3). Suatu kabupaten/kota akan memiliki persentase gizi buruk balita tinggi jika kabupaten/kota tersebut memiliki persentase penduduk miskin tinggi, jumlah fasilitas kesehatan yang tinggi, bertetanggan dengan kabupaten/kota yang memiliki persentase penduduk miskin tinggi, dan bertetanggan dengan kabupaten/kota yang memiliki jumlah fasilitas kesehatan rendah. Pada pembobot *Euclidean Distance*, variable independen yang berpengaruh adalah jumlah fasilitas kesehatan (X_3) dan lag persentase penduduk miskin (WX_1). Suatu kabupaten/kota akan memiliki persentase gizi buruk balita tinggi jika kabupaten/kota tersebut memiliki jumlah fasilitas kesehatan yang tinggi dan bertetanggan dengan kabupaten/kota yang memiliki persentase penduduk miskin rendah.

Pemilihan model terbaik menggunakan nilai AIC dan nilai MSE terkecil seperti pada Tabel 5. Dapat diketahui bahwa model terbaik dari pembobot *queen contiguity* dan *euclidean distance* adalah model *Spatial Durbin Model* (SDM) dengan nilai AIC yang diperoleh pada pembobot *queen contiguity* sebesar 82,346 dan nilai MSE sebesar 1,0187. Dan pada pembobot *euclidean distance* diperoleh nilai MSE sebesar 1,003. Apabila dibandingkan antar pembobot pada SDM, maka pembobot *queen contiguity* adalah yang lebih baik. Persamaan model ini adalah

$$Y_i = 0,33361 \sum_{j=1}^n W_{ij}Y_j - 0,9053 + 0,0849X_{1i} - 0,0117X_{2i} + 0,4657X_{3i} + 0,0666 \sum_{j=1}^n W_{ij}X_{1j} - 0,0591 \sum_{j=1}^n W_{ij}X_{2j} - 0,6217 \sum_{j=1}^n W_{ij}X_{3j}$$

Tabel 5. Pemilihan Model Terbaik

Model	Pembobot <i>Queen Contiguity</i>		Pembobot <i>Euclidean Distance</i>	
	AIC	MSE	AIC	MSE
SAR	87,169	1,3192	87,995	1,3584
SEM	86,338	1,2474	85,887	1,1876
SDM	82,346	1,0183	88,495	1,0003

KESIMPULAN

Model SAR, SEM, dan SDM dengan pembobot *queen contiguity* dan *euclidean distance* menghasilkan hasil estimasi parameter, signifikansi parameter, nilai AIC dan MSE yang berbeda-beda. Berdasarkan perbandingan nilai AIC dan MSE, model terbaik dari pembobot *queen contiguity* dan *euclidean distance* adalah model *Spatial Durbin Model* (SDM) dengan nilai AIC yang diperoleh pada pembobot *queen contiguity* sebesar 82,346 dan nilai MSE sebesar 1,0187. Dan pada pembobot *euclidean distance* diperoleh nilai MSE sebesar 1,003.

Apabila dibandingkan antar pembobot pada SDM, maka pembobot *queen contiguity* adalah yang lebih baik. Model ini menghasilkan variable independen yang berpengaruh adalah persentase penduduk miskin (X_1), jumlah fasilitas kesehatan (X_3), lag persentase penduduk miskin (WX_1), dan lag jumlah fasilitas kesehatan (WX_3). Suatu kabupaten/kota akan memiliki persentase gizi buruk balita tinggi jika kabupaten/kota tersebut memiliki persentase penduduk miskin tinggi, jumlah fasilitas kesehatan yang tinggi, bertetangga dengan kabupaten/kota yang memiliki persentase penduduk miskin tinggi, dan bertetangga dengan kabupaten/kota yang memiliki jumlah fasilitas kesehatan rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Anselin, *Spatial Econometrics: Methodes and Models*. Kluwer Academic Publisher, 1988.
- [2] K. Suryowati, R.D. Bekti, R. Fajiriyah, E. Siswoyo, "The effect of regional characteristics and relationship among locations in air pollution using spatial autoregressive (SAR) and spatial durbin models (SDM)," in *Proceeding, Journal of Physics: Conference Series*, 2021.
- [3] M. L. Laia, R. Deswanto, E. S. Utami, dan R. D. Bekti, "Metode Spatial Durbin Model Untuk Analisis Demam Berdarah Dengue Di Kabupaten Bantul," *Jurnal Nasional Teknologi Terapan (JNTT)*, vol. 3, no. 2, 2021
- [4] Mariana, "Pendekatan Regresi Spasial Dalam Pemodelan Tingkat Pengangguran Terbuka," *Jurnal Matematika*, Volume 1, 2013.

- [5] Y. L. Ridwan, "Pemodelan Regresi Logistik Spasial Dengan Matriks Pembobot Queen Contiguity dan Matriks Jarak Euclidean," *Jurnal Mahasiswa Statistik, Universitas Brawijaya*, vol. 2, no. 2, pp. 1175–1182, 2016.
- [6] A. A. I. A. Pratami, I. K. G. Sukarsa, N. L. P. Suciptawati, dan S. P. E. N. Kencana, "Memodelkan Angka Gizi Buruk Di Provinsi Bali Dengan Pendekatan Regresi Spasial," *Jurnal Matematika*, Vol 10, No 2, pp. 103-110, 2021.
- [7] N. K. Usada, K.S. Wanodya, dan N. Trisna, "Analisis Spasial Gizi Kurang Balita di Kota Tangerang Tahun 2019," *Jurnal Biostatistik, Kependudukan, dan Informatika Kesehatan (BIKFOKES)*, vol 2, no 1, pp. 1-15, 2021.
- [8] R. Rahmayeti, "Pemetaan Angka Gizi Buruk pada Balita Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Sumatera Barat Menggunakan Analisis Regresi Spasial" (*Doctoral dissertation, Universitas Negeri Padang*), 2019.
- [9] F. B. Lega dan R. D. BektikaJIAN pengaruh matriks pembobot spasial dalam model spasial data panel untuk menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kemiskinan di Provinsi Nusa Tenggara Timur," *Jurnal Statistika Industri dan Komputasi*, Vol 8, No 1, pp. 1-14, 2023..
- [10] K. Suryowati, R. D. Bektika, dan A. Faradila, "A comparison of weights matrices on computation of dengue spatial autocorrelation," *in IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018, p. 012052).
- [11] A. S. Utami, Y. Yundari, dan N. Imro'ah, "perbandingan beberapa matriks pembobot dalam Spatial Error Model Pada IPM Pulau Kalimantan Tahun 2020," *Bimaster: Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya*, Vol 11, No 5, 2020.
- [12] R. Deswanto, M. L. Laila, E.S. Utami, dan R.D. Bektika. *Pemodelan Spasial Area dengan R*. Yogyakarta: Akprind Press.
- [13] F. Fauzi, 2016. "Model Regresi Spasial Terbaik Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Jawa Tengah. Skripsi. Semarang: FMIPA Universitas Negeri Semarang
- [14] R.D. Bektika, G. Nurhadiyanti, dan E. Irwansyah, "Spatial pattern of diarrhea based on regional economic and environment by spatial autoregressive model," *in AIP Conference Proceedings* Vol. 1621, No. 1, pp. 454-461, 2014.
- [15] I. R. Akolo, "Perbandingan Matriks Pembobot Rook dan Queen Contiguity dalam Analisis Spatial Autoregressive Model (SAR) dan Spatial Error Model (SEM)," *Jambura Journal of Probability and Statistics*, Vol 3, No 1, pp. 11-18, 2022.
- [16] C. Caroline, E. P. Lestari, C. Srimindarti, D. Kusumawati, dan A. N. Safriandono, "Spatial Interaction Pattern of Local Workers in Central Java Province by using the Euclidean Distance Approach," *International Journal of Business & Management Science*, Vol 10, No 2, 2020