

---

## PERBANDINGAN MATRIKS PEMBOBOT *ROOK* DAN *QUEEN* CONTIGUITY DALAM ANALISIS *SPATIAL AUTOREGRESSIVE MODEL (SAR)* DAN *SPATIAL ERROR MODEL (SEM)*

Ingka Rizkyani Akolo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan,  
IAIN Sultan Amai Gorontalo

e-mail: [inkarizkyani05@gmail.com](mailto:inkarizkyani05@gmail.com)

---

### Abstrak

Matriks pembobot spasial sangat penting dalam memberikan gambaran hubungan antara satu lokasi dengan lokasi lainnya dalam regresi spasial. Dalam penelitian ini penulis membandingkan matriks pembobot *queen contiguity* dan *rook contiguity* dalam model SAR dan SEM pada kasus stunting di Kabupaten Bone Bolango Provinsi Gorontalo. Variabel yang digunakan yakni jumlah IDL, persentase BBLR, jumlah sanitasi layak, persentase bayi ASI Eksklusif dan jumlah penduduk miskin. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi stunting di Kabupaten Bone Bolango, membandingkan hasil analisis matriks *rook contiguity* dan *queen contiguity* dalam model SAR dan SEM serta menentukan model dan matriks pembobot terbaik dalam pemodelan stunting di Kabupaten Bone Bolango. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor yang signifikan pada model SAR adalah jumlah penduduk miskin, sedangkan faktor yang signifikan pada model SEM adalah jumlah IDL, jumlah sanitasi layak, dan persentase bayi ASI Eksklusif. Pada model SEM p-value bobot queen lebih kecil dibandingkan pada bobot rook contiguity. Berdasarkan nilai AIC diperoleh bobot terbaik pada model SAR dan SEM yakni bobot queen contiguity sedangkan model terbaik dalam penelitian ini adalah model SEM.

**Kata Kunci:** *rook contiguity, queen contiguity, SAR, SEM, stunting*

---

---

### Abstract

The spatial weighting matrix is very important to overview of the relationship between one location to another in the spatial regression. In this study, the authors compare the weighting matrix of *queen contiguity* and *rook contiguity* in the SAR and SEM models in stunting cases in Bone Bolango Regency, Gorontalo Province. The variables used are the number of IDL, the percentage of LBW, the amount of proper sanitation, the percentage of exclusively breastfed babies, and the number of poor people. The purpose of this study was to determine the factors that influence stunting in Bone Bolango Regency, compare the results of the analysis of the rook contiguity and queen contiguity matrices in the SAR and SEM models and determine the best model and weighting matrix in stunting modeling in Bone Bolango Regency. The results showed that the significant factor in the SAR model was the number of poor people, while the significant factors in the SEM model were the number of IDL, the number of proper sanitation, and the percentage of exclusively breastfed babies. In the SEM model, the p-value of queen contiguity is smaller than that of rook contiguity. The best model in this study is the SEM model.

**Keywords:** *rook contiguity, queen contiguity, SAR, SEM, stunting*

---

## 1. PENDAHULUAN

Regresi spasial merupakan pengembangan dari metode regresi linear klasik dengan mempertimbangkan pengaruh lokasi didalam analisisnya. Pemodelan dengan regresi spasial seringkali digunakan ketika ada korelasi antara satu lokasi dengan lokasi lainnya yang saling berdekatan. Hal ini biasanya disebut dengan spasial dependensi (Samadi et al. 2017). Ada beberapa model regresi spasial yang sering digunakan yakni *Spatial Autoregressive Model* (SAR), *Spatial Error Model* (SEM), dan *Spatial Autoregressive Moving Average* (SARMA). *Spatial Autoregressive Model* (SAR) merupakan model regresi linear yang pada variabel dependennya terdapat korelasi spasial, sedangkan *Spatial Error Model* (SEM) merupakan model regresi linear yang errornya terdapat korelasi spasial. Model SARMA merupakan gabungan antara model SAR dan SEM (Nur et al. 2020).

Dalam regresi spasial terdapat matriks pembobot yang disimbolkan dengan  $W$ . Matriks pembobot spasial ini dapat memberikan gambaran hubungan antara satu lokasi dengan lokasi lainnya sehingga mempunyai peranan cukup penting dalam regresi spasial. Hal ini sesuai dengan pendapat Getis dan Aldstadt bahwa ketika struktur spasial dibutuhkan dalam analisis data, maka salah satu komponen penting dalam model spasial adalah matriks pembobot spasial (Getis dan Aldstadt 2004). Matriks ini didasarkan pada jarak atau persinggungan (*contiguity*) antara satu lokasi dengan lokasi lainnya. Ada beberapa macam matriks *contiguity*, yakni *linear contiguity* (persinggungan tepi), *rook contiguity* (persinggungan sisi), *bishop contiguity* (persinggungan sudut), dan *queen contiguity* (persinggungan sisi dan sudut).

Matriks pembobot *queen contiguity* digunakan dalam beberapa penelitian yakni bobot *queen* pada model SAR (Kusrini et al. 2013); bobot *queen* pada identifikasi autokorelasi spasial dengan LISA (Modjo et al. 2019); Mustika & Edy (2019) bobot *queen* pada model SEM (Sulistiyawan dan Mustika 2019); dan pada model SARMA (Nur et al. 2020). Matriks pembobot *rook contiguity* digunakan dalam penelitian tentang model spasial data panel (Dewi 2016). Berdasarkan penelitian sebelumnya diketahui bahwa sebagian besar matriks pembobot yang digunakan dalam penelitian spasial adalah matriks *queen contiguity*, padahal bobot lain seperti *rook contiguity* dapat dipertimbangkan penggunaannya dalam model. Oleh karena itu, dalam penelitian ini penulis akan membandingkan matriks pembobot *queen contiguity* dan *rook contiguity* sehingga dapat diketahui matriks pembobot terbaik yang dapat digunakan untuk model regresi spasial. Perbandingan kedua matriks pembobot ini akan dianalisis berdasarkan model SAR dan SEM pada kasus *stunting* di Kabupaten Bone Bolango Provinsi Gorontalo.

*Stunting* merupakan masalah kurang gizi kronis pada balita yang disebabkan karena asupan gizi anak tidak terpenuhi dalam waktu yang relative lama. *Stunting* ini mengakibatkan adanya gangguan dalam pertumbuhan fisik anak yakni tinggi badan anak yang lebih pendek dibandingkan dengan teman sebayanya. Selain itu, *stunting* dapat pula berdampak pada perkembangan otak dan kemampuan anak (Angelia dan Nurhafnita 2020). Bone Bolango merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Gorontalo yang mengeluarkan peraturan bupati tentang gerakan percepatan penurunan dan pencegahan *stunting*. Dalam Peraturan Bupati Bone Bolango nomor 77 tahun 2021 diketahui bahwa upaya percepatan penurunan dan pencegahan *stunting* ini disebabkan karena prevalensi *stunting* di Kabupaten Bone Bolango masih cukup tinggi (Pemerintah Bone Bolango 2021). Untuk mencegah *stunting*, perlu dilakukan analisis faktor-faktor yang mempengaruhinya. Faktor-faktor *stunting* dianalisis dengan model SAR dan SEM. Adapun tujuan penelitian ini adalah mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi *stunting* di Kabupaten Bone Bolango, membandingkan hasil analisis matriks *queen contiguity* dan *rook contiguity* dalam model

SAR dan SEM serta menentukan model dan matriks pembobot terbaik dalam pemodelan *stunting* di Kabupaten Bone Bolango.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data *stunting* dan faktor-faktornya tahun 2019 yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Kabupaten Bone Bolango. Variabel respon yang digunakan insidensi *stunting*, dan variabel prediktor yakni Jumlah Imunisasi Dasar Lengkap (X1), Persentase Berat Bayi Lahir Rendah (X2), Jumlah Sanitasi Layak (X3), Persentase Bayi ASI Eksklusif (X4), dan Jumlah Penduduk Miskin (X5).

Tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan Matriks Pembobot Spasial tipe *queen contiguity* dan *rook contiguity*.
- b. Melakukan uji dependensi spasial menggunakan uji Moran's I dan Lagrange Multiplier, serta uji heterogenitas spasial menggunakan uji Breusch-Pagan menggunakan *software* R untuk masing-masing matriks pembobot.
- c. Melakukan estimasi parameter model Spatial Autoregressive (SAR) dan Spatial Error Model (SEM) menggunakan *software* R untuk masing-masing matriks pembobot.
- d. Melakukan pengujian signifikansi parameter SAR dan SEM menggunakan *software* R untuk masing-masing matriks pembobot
- e. Membandingkan akurasi model SAR dan SEM untuk masing-masing matriks pembobot
- f. Kesimpulan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Menentukan Matriks Pembobot Spasial

Matriks pembobot spasial yang digunakan dalam penelitian ini ada dua yakni matriks *rook contiguity* dan *queen contiguity*. Matriks *rook contiguity* merupakan matriks pembobot yang menggunakan konsep persinggungan sisi pada peta. Untuk kecamatan yang saling berdekatan (bersinggungan sisi) maka diberi bobot 1, sedangkan kecamatan lainnya yang tidak bersinggungan diberi bobot 0. Matriks *queen contiguity* adalah matriks pembobot yang memperhatikan persinggungan sisi-sudut pada peta. Untuk kecamatan yang saling berdekatan (bersinggungan sisi/sudutnya) maka diberi bobot 1, sedangkan untuk kecamatan yang tidak berdekatan (tidak bersinggungan sisi/sudutnya) diberi bobot (Afifah 2017). Kedua matriks ini kemudian distandarisasi dengan cara membagi masing-masing komponen matriks bobot diatas dengan jumlah masing-masing barisnya. Matriks pembobot *rook contiguity* yang sudah distandarisasi disajikan pada persamaan (1) sedangkan matriks pembobot *queen contiguity* yang sudah distandarisasi disajikan pada persamaan (2) berikut:

$$W_{rook} = \begin{bmatrix} 0 & 0,33 & 0,33 & 0 & \dots & 0 \\ 0,33 & 0 & 0 & 0,33 & \dots & 0 \\ 0,5 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0,25 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$W_{queen} = \begin{bmatrix} 0 & 0,25 & 0,25 & 0 & \dots & 0 \\ 0,25 & 0 & 0 & 0,25 & \dots & 0 \\ 0,5 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0,25 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

### 3.1 Uji Asumsi Residual

Tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian asumsi residual yakni uji asumsi normalitas, homogenitas, multikolinearitas dan autokorelasi.

#### 3.1.1 Uji Asumsi Normalitas

Uji asumsi normalitas dalam penelitian ini menggunakan uji Shapiro-Wilks. Berdasarkan output R diketahui bahwa hasil uji Shapiro-Wilks menghasilkan nilai  $W = 0,960$  dengan  $p\text{-value} = 0,599$ . Hasil ini menunjukkan bahwa residual berdistribusi normal, sehingga asumsi normalitas terpenuhi.

#### 3.1.2 Uji Asumsi Homogenitas

Uji asumsi homogenitas dilakukan dengan menggunakan uji Glejser. Berdasarkan output R, diperoleh hasil pengujian seperti yang disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1** Pengujian Homogenitas dengan Uji Glejser

Variabel	Estimate	Std. Error	t-hitung	p-value
Intercept	69,693	19,415	3,590	0,003
X1	-1,131	0,450	-2,512	0,027
X2	-5,202	1,958	-2,657	0,021
X3	-0,560	0,223	-2,509	0,027
X4	0,006	0,009	0,643	0,532
X5	0,012	0,004	3,277	0,007

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa hanya 1 variabel yang memiliki  $p\text{-value} > \alpha$  (5%) yakni variabel X4, sedangkan variabel lainnya memiliki  $p\text{-value} < \alpha$  (5%). Hal ini menunjukkan bahwa data tidak homogen. Apabila asumsi homogenitas tidak terpenuhi, maka dapat digunakan regresi spasial dalam analisis datanya (Sugiarti 2013).

#### 3.1.3 Uji Asumsi Multikolinearitas

Uji Asumsi multikolinearitas menggunakan uji VIF. Berdasarkan output R diperoleh hasil pengujian seperti yang disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2** Pengujian Multikolinearitas dengan Uji VIF

Variabel	VIF
X1	1,358
X2	1,547
X3	6,364
X4	4,950
X5	4,235

Tabel 2 menunjukkan bahwa semua nilai VIF untuk semua variabel mempunyai nilai kurang dari 10. Hal ini berarti bahwa tidak terjadi multikolinearitas antar variabel.

### 3.1.4 Uji Asumsi Autokorelasi

Uji asumsi autokorelasi menggunakan uji Durbin-Watson. Berdasarkan output R, diperoleh nilai Durbin Watson = 2,1741. Nilai dL dan dU untuk k = 5 variabel bebas yakni dL = 0,7098 dan dU = 2,0600. Nilai  $4 - DW = 1,8259$ . Ini menunjukkan nilai  $dL < 4 - DW < dU$  maka pengujian tidak dapat disimpulkan. Oleh karena tidak ada kesimpulan yang diperoleh maka dilanjutkan dengan *run test*. Hasil *run test* menunjukkan nilai p-value = 1,000 sehingga pada taraf signifikansi 5% p-value  $> \alpha$ . Hal ini menunjukkan bahwa tidak terjadi autokorelasi pada data penelitian.

## 3.2 Uji Dependensi Spasial

### 3.2.1 Uji Moran's I

Uji Moran's I dilakukan dengan menggunakan 2 matriks pembobot yakni matriks *rook contiguity* dan *queen contiguity*. Hasil pengujian dengan bantuan *software R* disajikan dalam Tabel 3.

**Tabel 3** Uji Moran's I

Bobot	p-value
<i>Rook</i>	0,048
<i>Queen</i>	0,052

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa pada taraf signifikansi 5%, jika menggunakan bobot *rook contiguity* maka terdapat dependensi spasial pada data penelitian sedangkan jika menggunakan bobot *queen contiguity* maka tidak terdapat dependensi spasial. Akan tetapi, apabila menggunakan taraf signifikansi 10%, maka bobot *queen* dapat digunakan karena signifikan.

### 3.2.2 Uji Lagrange Multiplier

Seperti halnya uji Morans'I, Uji Lagrange Multiplier juga dilakukan dengan menggunakan matriks pembobot *rook* dan *queen contiguity*. Hasil pengujian dengan bantuan *software R* disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4** Uji Lagrange Multiplier

Bobot	p-value	
	<i>Rook</i>	<i>Queen</i>
LM Error	0,582	0,558
LM Lag	0,174	0,158
Robust LM Error	0,038	0,052
Robust LM Lag	0,016	0,020
SARMA	0,046	0,056

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh dua hasil yang berbeda. Jika menggunakan matriks *rook contiguity* maka diperoleh hasil bahwa robust LM error, robust LM Lag dan SARMA mempunyai p-value yang kurang dari 5%. Hal ini menunjukkan bahwa data dapat dimodelkan dengan model SAR, SEM dan SARMA jika menggunakan matriks *rook contiguity*. Jika menggunakan matriks *queen contiguity* maka diperoleh hasil bahwa hanya robust LM Lag yang signifikan (p-value  $< 5\%$ ). Dengan demikian untuk melihat perbandingan kedua matriks pembobot spasial, maka digunakan dua model yakni model SAR dan SEM.

### 3.3 Uji Heterogenitas Spasial

Uji heterogenitas spasial dalam penelitian ini menggunakan uji Breusch-Pagan. Berdasarkan output R diperoleh nilai BP = 8,6731 dengan p-value = 0,034. Apabila p-value  $< \alpha$  (5%) maka terdapat heterogenitas spasial, sebaliknya apabila p-value  $> \alpha$  (5%) maka tidak terdapat heterogenitas spasial. Oleh karena p-value  $< \alpha$  (5%) maka hal ini menunjukkan terdapat heterogenitas spasial pada data yang digunakan. Sehingga data ini dapat dimodelkan juga dengan model GWR, akan tetapi tidak dibahas dalam penelitian ini.

### 3.4 Estimasi Parameter Model SAR

Hasil estimasi parameter model SAR untuk dua matriks pembobot tipe *rook* dan *queen* disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5** Estimasi Parameter Model SAR

Variabel	Estimate		p-value	
	<i>Rook</i>	<i>Queen</i>	<i>Rook</i>	<i>Queen</i>
Intercept	-74,938	-78,615	0,068	0,053
X1	1,519	1,627	0,109	0,083
X2	-0,633	-0,539	0,877	0,894
X3	-0,175	-0,143	0,716	0,763
X4	-0,005	-0,007	0,786	0,722
X5	0,019	0,018	0,014	0,014
rho	0,598	0,621	0,073	0,063

Berdasarkan hasil estimasi parameter model SAR baik menggunakan bobot *rook* maupun *queencontiguity* menghasilkan kesimpulan yang sama yakni hanya 1 variabel yang signifikan dalam model. Variabel tersebut adalah jumlah penduduk miskin (X5). Hal ini berarti bahwa jumlah penduduk miskin berpengaruh signifikan terhadap angka insidensi *stunting* di Kabupaten Bone Bolango. P-value bobot *rook* dan *queen contiguity* pada variabel yang signifikan (X5) menghasilkan nilai yang sama.

### 3.5 Estimasi Parameter Model SEM

Hasil estimasi parameter model SEM untuk dua matriks pembobot tipe *rook* dan *queen* disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6** Estimasi Parameter Model SEM

Variabel	Estimate		p-value	
	<i>Rook</i>	<i>Queen</i>	<i>Rook</i>	<i>Queen</i>
Intercept	-132,380	-127,440	0,064	0,082
X1	3,460	3,592	0,000	0,000
X2	4,967	5,204	0,143	0,108
X3	1,001	0,970	0,023	0,018
X4	0,042	-0,041	0,019	0,014
X5	0,009	0,009	0,064	0,067
Lambda	0,877	0,886	0,005	0,003

Berdasarkan hasil estimasi parameter model SEM baik menggunakan bobot *rook* maupun *queencontiguity* menghasilkan kesimpulan yang sama yakni 3 variabel yang signifikan dalam model. Variabel tersebut adalah Jumlah Imunisasi Dasar Lengkap (X1), Jumlah Sanitasi Layak (X3), dan Persentase Bayi ASI Eksklusif (X4). Hal ini berarti bahwa

jumlah IDL, jumlah sanitasi layak dan persentase bayi ASI Eksklusif berpengaruh signifikan terhadap angka insidensi *stunting* di Kabupaten Bone Bolango. Perbandingan antara *p-value* bobot *rook* dan *queen contiguity* adalah untuk variabel yang signifikan, *p-value* bobot *queen* lebih kecil dibandingkan dengan bobot *rookcontiguity*.

### 3.6 Perbandingan Akurasi Model SAR Berdasarkan Matriks Pembobot Spasial

Perbandingan akurasi model SAR untuk masing-masing bobot *rook* dan *queen contiguity* dilakukan berdasarkan nilai *Akaike Information Criterion* (AIC). Nilai AIC untuk bobot *rook* sebesar 203,35 sedangkan untuk bobot *queen* sebesar 203,12. Hal ini berarti bahwa nilai AIC untuk bobot *queen* lebih kecil dibandingkan bobot *rook*. Dengan demikian matriks pembobot spasial terbaik dalam pemodelan SAR adalah bobot *queen contiguity*.

### 3.7 Perbandingan Akurasi Model SEM untuk Matriks Pembobot Spasial

Perbandingan akurasi model SEM dilakukan juga berdasarkan nilai *Akaike Information Criterion* (AIC). Nilai AIC untuk bobot *rook* sebesar 198,65 sedangkan untuk bobot *queen* sebesar 197,69. Hal ini berarti bahwa nilai AIC untuk bobot *queen* lebih kecil dibandingkan bobot *rook*. Dengan demikian matriks pembobot spasial terbaik dalam pemodelan SEM adalah bobot *queen contiguity*.

### 3.8 Perbandingan Akurasi Model SAR dan SEM Menggunakan Bobot *Queen Contiguity*

Langkah selanjutnya adalah membandingkan akurasi model SAR dan SEM dengan bobot terbaik yakni *queen contiguity*. Perbandingan akurasi dilakukan berdasarkan nilai AIC. Model SAR memiliki nilai AIC sebesar 203,12 sedangkan model SEM memiliki AIC sebesar 197,69. Hal ini menunjukkan bahwa model terbaik dalam penelitian ini ada model SEM dengan bobot *queen contiguity*.

## 4 KESIMPULAN

Faktor yang berpengaruh signifikan pada model SAR adalah jumlah penduduk miskin (X5), sedangkan faktor yang berpengaruh signifikan pada model SEM adalah Jumlah Imunisasi Dasar Lengkap (X1), Jumlah Sanitasi Layak (X3), dan Persentase Bayi ASI Eksklusif (X4). Perbandingan antara *p-value* bobot *rook* dan *queen contiguity* pada model SEM adalah untuk variabel yang signifikan, *p-value* bobot *queen* lebih kecil dibandingkan dengan bobot *rookcontiguity*. Bobot terbaik pada model SAR dan SEM dalam penelitian ini adalah bobot *queencontiguity*. Model terbaik dalam penelitian ini adalah model SEM.

$$\hat{y}_i = -127,440 + 3,592X_1 + 5,204X_2 + 0,970X_3 - 0,041X_4 + 0,009X_5 + \hat{u}_i$$

$$\hat{u}_i = 0,886 \sum_{j=1, i \neq j}^n w_{ij} u_j + \varepsilon_i$$

## DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, S. . (2017), "Pemodelan Alokasi Persediaan Suku Cadang dengan Mempertimbangkan Pengaruh Spasial," ITS.
- Angelia, I. O., dan Nurhafnita (2020), "Optimalisasi Pemanfaatan Lahan Pekarangan Menggunakan Teknik Vertikultur untuk Budidaya Sayuran Pencegah Stunting Pada Balita Gizi Buruk," *Jurnal Abdimas Gorontalo*, 3, 42–45.
- Dewi, V. N. (2016), "Model Estimation for Spatial SUR Panel Data (Case Study Sectoral Employment Model in Indonesia)," ITS.
- Getis, A., dan Aldstadt, J. (2004), "Constructing the spatial weights matrix using local statistic," *Geographical Analysis*, 36, 90–104.

- Kusrini, D. E., Suhartono, S., dan Sari, D. M. (2013), "Pemodelan Kasus Tindak Pidana di Kota Surabaya dengan Pendekatan Regresi Spasial," *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2, D135–D140.
- Modjo, M. E., Setiawan, A., dan Susanto, B. (2019), "Identifikasi Autokorelasi Spasial Pada Laju Inflasi Di Indonesia Timur Menggunakan Lisa Bootstrap," in *Konferensi Nasional Penelitian Matematika dan Pembelajarannya (KNPMP) IV*, Surakarta.
- Nur, D., Sari, E., Hayati, M. N., dan Wahyuningsih, S. (2020), "Model Spatial Autoregressive Moving Average (SARMA) pada Data Jumlah Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) di Provinsi Kalimantan Timur dan Tengah Tahun 2016," *Eksponensial*, 11, 57–64.
- Pemerintah Bone Bolango (2021), "Perbup Bonbol No. 77 th 2021 ttg Pncepatan Pnurunan & Pncegahan Stunting.pdf."
- Samadi, H., Yudiantri, A., dan Efendi (2017), "Penerapan model regresi spasial dalam Menentukan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi iIndeks Pembangunan Manusia di Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera barat," *Jurnal Matematika UNAND*, VI, 80–89.
- Sugiarti, N. (2013), "Pengujian Autokorelasi pada Model Regresi Spasial Lag dengan Statistik Uji Moran," UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Sulistiyawan, E., dan Mustika, R. (2019), "Spasial Error Model untuk Balita Gizi Buruk DI di Provinsi Jawa Timur Tahun 2016," *Jurnal Riset dan Aplikasi Matematika (JRAM)*, 3, 57. <https://doi.org/10.26740/jram.v3n1.p57-63>.