



*Corresponding author: Ruliana,
Department of Statistics, Universitas
Negeri Makassar, Makassar, Indonesia

E-mail: ruliana.t@unm.ac.id

RESEARCH ARTICLE

Spatial Regression Analysis to See Factors Affecting Food Security at District Level in South Sulawesi Province

Irma Yani Safitri, Muhammad Arif Tiro, & Ruliana*

Department of Statistics, Universitas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia

Abstract: Spatial regression is a development of classical linear regression which is based on the influence of place or location. To determine the location/spatial effect, a spatial dependency test was performed using the Moran Index, and the Lagrange Multiplier (LM) test was used to determine a significant spatial regression model. In this study, spatial regression was applied to the case of food security in each district in South Sulawesi Province. The results of the analysis show that there is a negative spatial autocorrelation, meaning that the spatial effect does not affect the level of food security. The significant spatial regression model is the SEM (Spatial Error Model) model. The equation of the SEM model produces variables that have a significant effect, namely the ratio of normative consumption per capita to net availability, percentage of population living below the poverty line, percentage of households with a proportion of expenditure on food more than 65 percent of total expenditure, percentage of households without access to electricity, percentage of households without access to clean water, life expectancy at birth, ratio of population per health worker to the level of population density, the average length of schooling for women above 15 years, and the percentage of children under five with height below standard (stunting). Thus, the resulting distribution pattern is a uniform data pattern. This means that each adjacent district tends to have different characteristics.

Keywords: Spatial regression, Moran's index, food security.

1. Introduction

Salah satu teknik statistika yang sering digunakan untuk mengetahui hubungan antar variabel bebas dengan variabel terikat disebut dengan analisis regresi. Analisis ini digunakan untuk mengetahui arah hubungan positif atau negatif variabel terikat dan variabel bebas guna memprediksi nilai dari variabel terikat jika nilai variabel bebas mengalami penurunan atau kenaikan. Namun, Pada pemodelan data sering dijumpai adanya hubungan atau pengaruh lokasi dengan lokasi lain. Hal ini lazim terjadi antara suatu wilayah dengan wilayah yang lain. Metode regresi spasial merupakan metode untuk mendapatkan informasi pengamatan yang dipengaruhi efek ruang atau lokasi (Fauzi, 2016). Analisis regresi spasial ini dapat dibentuk dalam berbagai kasus. Salah satunya pada kasus ketahanan pangan yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan. Dari hasil analisis ketahanan pangan tahun 2018, diketahui bahwa di Provinsi Sulawesi Selatan secara umum memiliki ketahanan pangan sudah baik dimana seluruh kabupatennya masuk dalam kategori tahan pangan prioritas 6. Pencapaian tersebut tentunya dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah (1) rasio konsumsi normatif perkapita terhadap ketersediaan bersih, (2) persentase penduduk yang hidup



dibawah garis kemiskinan, (3) persentase rumah tangga dengan proporsi pengeluaran untuk pangan lebih dari 65 persen terhadap total pengeluaran, (4) persentase rumah tangga tanpa akses listrik, (5) persentase rumah tangga tanpa akses ke air bersih, (6) angka harapan hidup pada saat lahir, (7) rasio jumlah penduduk per tenaga kesehatan terhadap tingkat kepadatan penduduk, (8) rata-rata lama sekolah perempuan diatas 15 tahun, dan (9) persentase balita dengan tinggi badan di bawah standar (stunting) (BKP, 2018b) dan dengan melihat kondisi geografis yang berbeda. Berdasarkan hal tersebut, maka pada penelitian ini menyertakan pengaruh spasial berupa lokasi (Kabupaten) dalam analisis dengan harapan dapat menambahkan informasi dari model yang terbentuk. Tujuan dari penelitian ini adalah melihat faktor-faktor yang mempengaruhi ketahanan pangan tingkat Kabupaten di Provinsi Sulawesi Selatan melalui penerapan regresi spasial.

2. Literature Review

2.1. Analisis Regresi

Analisis regresi merupakan alat statistik yang banyak digunakan dalam berbagai bidang. Analisis tersebut bertujuan untuk mengetahui hubungan antara variabel terikat dan variabel bebas. Salah satu jenis analisis regresi yakni regresi linear berganda. Persamaan regresi berganda adalah persamaan regresi dengan satu peubah terikat (Y) dengan lebih dari satu variabel bebas (X_1, X_2, \dots, X_p). Hubungan antara peubah-peubah tersebut dapat dirumuskan dalam bentuk model (Arif & Tiro, 2015):

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_p X_{pi} + \varepsilon_i \quad (1)$$

dimana β_0 merupakan konstanta dan β_p merupakan koefisien regresi variabel bebas ke p . Bila dituliskan dalam bentuk matriks:

$$Y = X\beta + \varepsilon$$

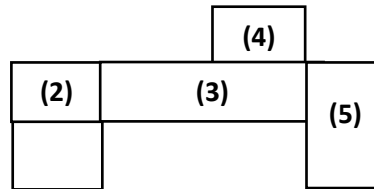
Asumsi-asumsi yang mendasari model regresi adalah:

- Uji Normalitas; analisis regresi linear mengasumsikan bahwa ε_i berdistribusi normal.
- Uji Multikolinearitas; multikolinearitas terjadi karena terdapat korelasi yang cukup tinggi di antara variabel bebas.
- Heterokedastisitas; uji heterokedastisitas dilakukan untuk menguji apakah dalam sebuah model regresi terjadi ketidaksamaan varians residual dari satu pengamatan ke pengamatan yang lain tetap.
- Autokorelasi; asumsi saling bebas atau pengujian autokorelasi residual dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya korelasi pada residual data.

2.2. Matriks Pembobot Spasial

Matriks pembobot spasial digunakan untuk menentukan bobot antar lokasi yang diamati berdasarkan hubungan ketetanggaan antar lokasi. Diagonal element pada matriks pembobot W diberi bobot 0. Salah satu metode penentuan matriks pembobot yang digunakan dalam penelitian ini adalah *queen contiguity* (persinggungan sisi-sudut). Matriks pembobot W_{ij} berukuran $n \times n$, dimana setiap elemen matriks menggambarkan ukuran kedekatan antara pengamatan ke i dan j .

$$W_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{jika } i \text{ dan } j \text{ saling bertetangga} \\ 0 & \text{jika } i \text{ dan } j \text{ tidak bertetangga} \end{cases}$$



Gambar 1. Ilustrasi *Contiguity*

Sehingga diperoleh:

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

Dalam perhitungan matriks pembobot spasial diperlukan proses standarisasi terhadap matriks pembobot spasial untuk mendapatkan jumlah barisnya sama dengan satu (Lesage, 1999) dalam (Yuriantari dkk, 2017).

2.3. Analisis Regresi Spasial

Regresi spasial adalah analisis yang mengevaluasi hubungan antara satu variabel dengan beberapa variabel lain dengan memberikan efek spasial pada beberapa lokasi yang menjadi pusat pengamatan. Menurut Anselin (1988), Bentuk umum model regresi spasial adalah sebagai berikut :

$$y = \rho W y + X \beta + u \quad (2)$$

dengan

$$\begin{aligned} u &= \lambda W u + \varepsilon \\ \varepsilon &\sim N(0, \sigma^2 I) \end{aligned}$$

dimana y adalah vektor variabel terikat berukuran $n \times 1$, X adalah matriks variabel penjelas, berukuran $n \times (p + 1)$, β adalah vektor koefisien parameter regresi berukuran $(p + 1) \times 1$, W adalah matriks pembobot spasial berukuran $n \times n$, u adalah vektor galat yang diasumsikan mengandung autokorelasi berukuran $n \times 1$, ε adalah vektor galat yang bebas autokorelasi berukuran $n \times 1$, ρ adalah koefisien autoregresif lag spasial, λ adalah koefisien autoregresif galat spasial, dan I adalah matriks identitas berukuran $n \times n$. (Anselin, 1988). Berdasarkan model umum diatas dapat diperoleh model regresi spasial diantaranya sebagai berikut:

2.3.1. Spatial Autoregressive Model (SAR)

Model Spasial *Lag* atau *Spatial Autoregressive Model* (SAR) adalah salah satu model spasial dengan pendekatan area dengan memperhitungkan pengaruh spasial *lag* pada variabel terikat saja (Anselin, 1999).

$$\begin{aligned} Y &= \rho W Y + X \beta + \varepsilon \\ \varepsilon &\sim N(0, \sigma^2 I) \end{aligned} \quad (3)$$

Parameter *lag* spasial (ρ) menunjukkan tingkat korelasi pengaruh spasial dari suatu wilayah terhadap wilayah lain di sekitarnya (Ward & Kristiani 2008) diacu dalam (Amelia, 2012).

2.3.2. Spatial Error Model (SEM)

Spatial Error Model (SEM) adalah model regresi spasial dimana ketergantungan spasial masuk melalui *error* atau muncul saat nilai *error* pada suatu lokasi berkorelasi dengan nilai *error* di lokasi sekitarnya atau dengan kata lain terdapat korelasi spasial antar error. Model SEM sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Y &= X\beta + u \\ u &= \lambda Wu + \varepsilon \\ \varepsilon &\sim N(0, \sigma^2 I_n) \end{aligned} \quad (4)$$

2.3.3. Spatial Autoregressive Moving Average (SARMA)

Regresi *Spatial Autoregressive Moving Average (SARMA)* adalah model regresi spasial yang menggunakan pendekatan spasial area. Matriks yang digunakan adalah matriks ketetanggaan yang didasarkan pada persinggungan antar lokasi yang diamati. Jika pada data yang dianalisis terdapat dependensi pada lag variabel terikat dan dependensi pada error maka pemodelan yang sesuai adalah SARMA. Bentuk umum persamaan SARMA adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Y &= \rho WY + X\beta + (I - \lambda W)^{-1} \varepsilon \\ \varepsilon &\sim N(0, \sigma^2 I) \end{aligned} \quad (5)$$

2.4. Uji Indeks Moran

Indeks Moran adalah nilai statistik uji yang digunakan untuk melakukan pengujian terhadap nilai autokorelasi spasial. Nilai Indeks Moran berada pada selang antara -1 dan 1 (-1 menunjukkan autokorelasi negatif sempurna dan 1 menunjukkan autokorelasi positif sempurna). Nilai Indeks Moran dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Lee dan Wong, 2001).

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i \neq j}^n w_{ij} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (6)$$

dimana I adalah Indeks moran, n adalah banyaknya lokasi kejadian, x_i adalah nilai pada lokasi i , x_j adalah nilai pada lokasi j , \bar{x} adalah rata-rata dari keseluruhan objek, dan w_{ij} adalah elemen pada pembobot terstandarisasi antara daerah i dan j

2.5. Uji Lagrange Multiplier

Uji *Lagrange Multiplier* digunakan untuk menentukan kehadiran efek spasial atau tidak dalam model. Bentuk pengujian Lagrange Multiplier (Anselin, 1988) sebagaimana dikutip (Rati dkk, 2013), yaitu:

a. Pada *Spatial Autoregressive Model (SAR)*

Hipotesis yang digunakan adalah:

$H_0: \rho = 0$ (tidak ada efek spasial pada lag)

$H_1: \rho \neq 0$ (ada efek spasial pada lag)

$$LM_{lag} = \frac{(\varepsilon^t W y)^2}{s^2 (W X \beta)^t M (W X \beta) + T s^2} \quad (7)$$

dengan,

$$M = I - X(X^t X)^{-1} X^t$$

$$T = tr[(W^t + W)W]$$

$$s^2 = \frac{\varepsilon^t \varepsilon}{n}$$



Pengambilan keputusan, tolak H_0 jika $LM_{lag} > \chi^2_{(1,\alpha)}$. Jika LM_{error} signifikan maka model yang sesuai adalah model SEM, dan jika LM_{lag} signifikan maka model yang sesuai adalah model SAR.

b. Pada *Spatial Error Model* (SEM)

Hipotesis yang digunakan adalah:

$H_0: \lambda = 0$ (tidak ada efek spasial pada *error*)

$H_1: \lambda \neq 0$ (ada efek spasial pada *error*)

$$LM_{error} = \frac{(\epsilon^t W \epsilon / s^2)^2}{T} \quad (8)$$

Pengambilan keputusan, tolak H_0 jika $LM_{error} > \chi^2_{(1,\alpha)}$ dimana distribusi χ^2 dengan 1 derajat bebas dan ϵ adalah nilai *error* dari hasil *Ordinary Least Square*.

2.6. Ukuran Kebaikan Model

Kriteria pemilihan model yang digunakan pada penelitian ini adalah (Fauzi, 2016):

a. Koefisien Determinasi (R^2)

Dinotasikan dengan:

$$R^2 = SSR/SST \quad (9)$$

dengan:

SSR : Sum Square Regression (Jumlah Kuadrat Regresi)

SST : Sum Square Total (Jumlah Kuadrat Total)

Nilai R^2 yang semakin besar menunjukkan kepercayaan terhadap model semakin besar.

b. *Akaike Info Criterion* (AIC)

Dinotasikan dengan:

$$AIC = -2L_m + 2m \quad (10)$$

dengan:

L_m : Maksimum *log-likelihood*

m : Jumlah parameter dalam model

Semakin kecil nilai AIC maka semakin baik.

2.7. Moran Scatterplot

Menurut (Anselin, 1993) dalam (Lutfi dkk, 2019) *Moran Scatterplot* adalah alat yang digunakan untuk melihat hubungan antara nilai pengamatan yang terstandarisasi dengan nilai rata-rata tetangga yang sudah terstandarisasi.

Kuadran II LH (<i>Low-High</i>)	Kuadran I HH (<i>High-High</i>)
Kuadran III LL (<i>Low-Low</i>)	Kuadran IV HL (<i>High-Low</i>)

Gambar 2. *Moran Scatter Plot*

2.8. Ketahanan Pangan

Ketahanan Pangan merupakan suatu kondisi terpenuhinya pangan bagi negara sampai dengan perseorangan, yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, beragam, bergizi, merata, dan terjangkau serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat, untuk dapat hidup sehat, aktif, dan produktif secara berkelanjutan. Untuk mengetahui tingkat ketahanan pangan suatu wilayah beserta faktor-faktor pendukungnya, telah dikembangkan suatu sistem penilaian dalam bentuk IKP yang mengacu pada definisi ketahanan pangan dan subsistem yang membentuk sistem ketahanan pangan (Pangan, 2018a).

Indeks Ketahanan Pangan (IKP) yang disusun oleh Badan Ketahanan Pangan, Kementerian Pertanian merupakan penyesuaian dari indeks yang telah ada berdasarkan ketersediaan data tingkat kabupaten/kota. Sembilan Indikator yang digunakan dalam penyusunan IKP merupakan turunan dari tiga aspek ketahanan pangan, yaitu ketersediaan, keterjangkauan dan pemanfaatan pangan.

3. Research Method

3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif. Pendekatan kuantitatif adalah penelitian yang analisisnya lebih fokus pada data-data numerik (angka) dengan memperhatikan wilayah (spasial) yang akan diolah menggunakan metode statistika.

3.2. Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder atau dokumentasi tertulis yang diambil dari Publikasi Badan Ketahanan Pangan 2018. Variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Ketahanan Pangan (Y) merupakan suatu kondisi terpenuhinya pangan bagi masyarakat Kabupaten di Provinsi Sulawesi Selatan yang diukur dengan skor indeks ketahanan pangan tingkat Kabupaten di Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2018. Beberapa faktor yang mempengaruhi ketahanan pangan sebagai variabel bebas yakni rasio konsumsi normatif perkapita terhadap ketersediaan bersih (X_1), persentase penduduk yang hidup dibawah garis kemiskinan (X_2), persentase rumah tangga dengan proporsi pengeluaran untuk pangan lebih dari 65 persen terhadap total pengeluaran (X_3), persentase rumah tangga tanpa akses listrik (X_4), persentase rumah tangga tanpa akses ke air bersih (X_5), angka Harapan Hidup pada saat lahir (X_6), rasio jumlah penduduk per tenaga kesehatan terhadap tingkat kepadatan penduduk (X_7), rata-rata lama sekolah perempuan diatas 15 tahun (X_8) dan persentase balita dengan tinggi badan di bawah standar (*stunting*) (X_9).

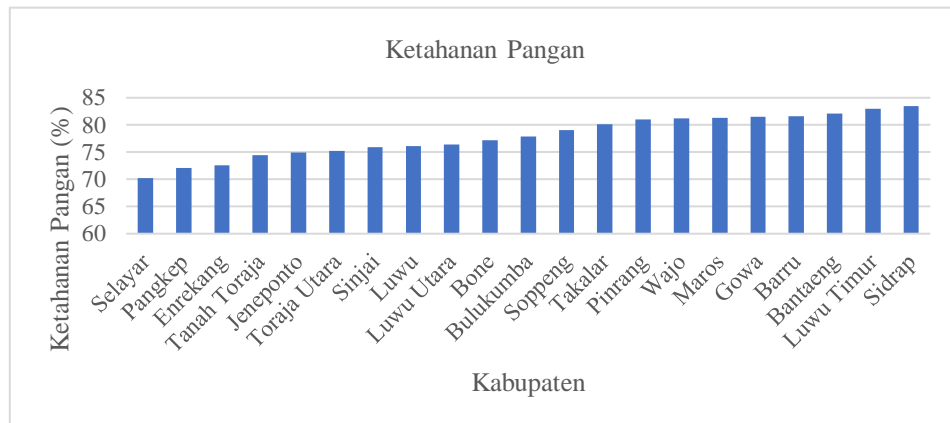
3.3. Teknik Analisis Data

Adapun teknik analisis data sebagai berikut:

- 1) Melakukan eksplorasi data untuk melihat karakteristik data secara umum.
- 2) Melakukan analisis regresi linear berganda dan pengujian asumsi regresi klasik
- 3) Membuat matriks pembobot spasial (W) *Queen Contiguity*
- 4) Memeriksa efek spasial yaitu *spatial dependence* dan melihat pola sebaran ketahanan pangan di Provinsi Sulawesi Selatan menggunakan Indeks Moran.
- 5) Melakukan uji LM untuk menentukan model regresi spasial (SAR, SEM, atau SARMA).
- 6) Melakukan pemodelan dan penaksiran parameter untuk model spasial.
- 7) Melakukan uji asumsi pada model regresi spasial
- 8) Mengukur kebaikan model regresi spasial dengan melihat nilai R^2 atau AIC.
- 9) Interpretasi hasil dan kesimpulan

4. Results and Discussion

4.1. Diagram Ketahanan Pangan Berdasarkan Kabupaten di Provinsi Sulawesi Selatan.



Gambar 3. Ketahanan Pangan Berdasarkan 21 Kabupaten di Provinsi Sulawesi Selatan

Berdasarkan Gambar 3 dilihat bahwa daerah yang memiliki ketahanan pangan paling tinggi dari 21 Kabupaten di Provinsi Sulawesi Selatan adalah Kabupaten Sidrap dengan skor indeks ketahanan pangan sebesar 83,44, sedangkan daerah yang memiliki ketahanan pangan terendah adalah Kabupaten Selayar dengan skor indeks ketahanan pangan sebesar 70,18.

4.2. Penggunaan Matriks Pembobot Spasial

Matriks pembobot yang digunakan dalam penelitian ini adalah matriks *queen contiguity* yang terstandarisasi. Wilayah yang termasuk tetangga diberi bobot 1 dan bobot 0 untuk wilayah yang tidak termasuk dalam kategori tetangga. Diperlukan proses standarisasi terhadap matriks pembobot spasial untuk mendapatkan jumlah baris yang *unity*, yaitu jumlah baris sama dengan 1, sehingga matriks pembobot spasial menjadi:

$$W_{21 \times 21} = \begin{bmatrix} 0 & 1/5 & 0 & \dots & 0 \\ 1/6 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1/3 \\ \dots & \dots & \dots & \ddots & \dots \\ 0 & 0 & 1/4 & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

4.3. Pengujian Indeks Moran

Pengujian autokorelasi spasial menggunakan Indeks Moran terhadap Ketahanan Pangan dengan pembobot terstandarisasi sebagai berikut.

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i \neq j} w_{ij} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$I = \frac{21 \times \{0(81,59 - 77,97)(81,59 - 77,97) + \dots + 0(82,1 - 77,97)(82,1 - 77,97)\}}{21 \times \{(81,59 - 77,97)^2 + \dots + (82,1 - 77,97)^2\}}$$

$$I = -0,089$$

Berdasarkan hasil analisis tersebut nilai I berada pada rentang $-1 < I \leq 1$ sebesar -0,089. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat autokorelasi spasial negatif. Nilai $I < E(I)$ atau $-0,089 < -0,05$ dengan pola spasial seragam. Selanjutnya dilakukan uji signifikansi *Morans I* dengan taraf kesignifikan ($\alpha = 0,05$). Hipotesis yang terbentuk adalah:

H_0 = Tidak terdapat autokorelasi spasial

H_1 = Terdapat autokorelasi spasial

Menentukan nilai harapan:

$$E(I) = -\frac{1}{n-1} = \frac{1}{21-1} = -\frac{1}{20} = -0,05$$

Selanjutnya penentuan nilai ragam untuk pendekatan normal sesuai dengan persamaan 2.18

$$Var(I) = \frac{n^2 S_1 - n S_2 + 3 S_0^2}{(n^2 - 1) S_0^2} - [E(I)]^2$$

dengan :

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} = 21$$

$$S_1 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (w_{ij} + w_{ji})^2$$

$$S_1 = \frac{1}{2} \{(0 + 0)^2 + (1/6 + 1/5)^2 + \dots + (0 + 0)^2\} = \frac{1}{2} (27.57)$$

$$S_1 = 13.78$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^n w_{ij} + \sum_{j=1}^n w_{ji})^2$$

$$S_2 = \{(1 + 1,16)^2 + \dots + (1 + 1,08)^2\} = 86,92$$

Maka nilai ragamnya adalah

$$Var(I) = \frac{(21^2 \times 1378) - (21 \times 86,92) + (3 \times 21^2)}{(21^2 - 1) 21^2} - (-0,05)^2$$
$$Var(I) = \frac{8.2206,66}{194.040} - 0,0025 = 0,0395$$

Sehingga diperoleh uji signifikan *Moran's I* :

$$Z(I) = \frac{I - E(I)}{\sqrt{Var(I)}} = \frac{-0,089 - (-0,05)}{\sqrt{0,0395}} = -0,19$$

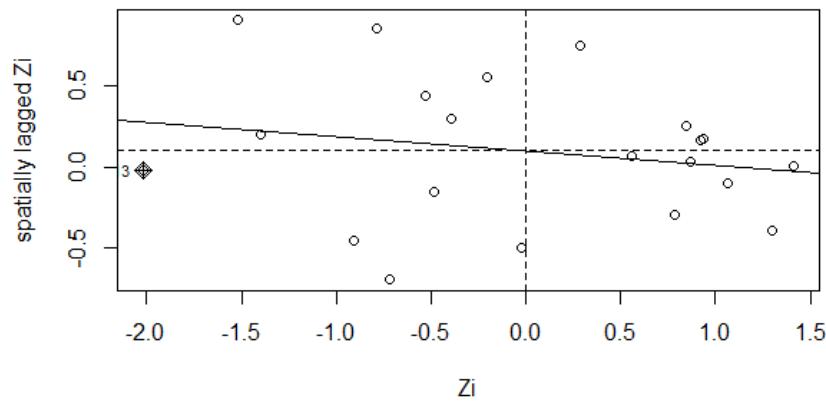
Kriteria penolakan H_0 :

Tolak H_0 pada taraf signifikansi α jika $Z(I) > Z_{\alpha/2}$.

Berdasarkan hasil analisis, nilai $Z(I) = -0,19$ dan nilai $Z_{\alpha/2} = 1,96$ maka gagal tolak H_0 . Hal ini menunjukkan tidak terdapat autokorelasi spasial antar wilayah dengan taraf kesignifikan $\alpha = 5\%$ sehingga disimpulkan bahwa tidak ada autokorelasi spasial. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh lokasi kurang mempengaruhi tingkat ketahanan pangan yang ada di kabupaten Provinsi Sulawesi Selatan atau dapat dikatakan lemah karena mendekati nol artinya antar kabupaten satu dengan yang lainnya tidak memiliki kemiripan.

4.4. Analisis Moran Scatterplot

Pengelompokkan wilayah berdasarkan tipe-tipe kuadran yang dilakukan dengan menggunakan software R dan diperoleh hasil analisis pada Gambar 4.



Gambar 4. *Moran Scatterplot* Ketahanan Pangan dari 21 Kabupaten di Provinsi Sulawesi Selatan.

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa terdapat 4 wilayah yang berada di kuadran I, 6 wilayah pada kuadran II, 5 wilayah pada kuadran III, dan 6 wilayah pada kuadran IV. Sehingga dapat dikelompokkan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengelompokan Wilayah Berdasarkan Tipe Kuadran

Observasi	Kuadran	Keterangan
Barru, Gowa, Soppeng, Wajo	I	HH
Luwu Timur, Maros, Pinrang, Sidrap, Takalar, Bantaeng	II	HL
Bulukumba, Luwu, Selayar, Toraja Utara, Tanah Toraja	III	LL
Bone, Enrekang, Jeneponto, Luwu Utara, Pangkep, Sinjai	IV	LH

Berdasarkan Tabel 1 dilihat bahwa kuadran I yang disebut juga kuadran *High-High*. Artinya memiliki autokorelasi positif, karena nilai pengamatan lokasi tersebut tinggi dan dikelilingi oleh area sekitar yang juga tinggi. Kuadran II disebut kuadran *High-Low*. Artinya memiliki autokorelasi negatif, karena nilai pengamatan lokasi tersebut tinggi dan dikelilingi oleh area sekitar yang memiliki nilai rendah. Kuadran III disebut kuadran *Low-Low*. Artinya memiliki autokorelasi positif, karena nilai pengamatan lokasi tersebut rendah dan dikelilingi oleh area sekitar yang juga rendah. Kuadran IV disebut kuadran *Low-High*. Artinya memiliki autokorelasi negatif, karena nilai pengamatan lokasi tersebut rendah dan dikelilingi oleh area yang tinggi.

4.5. Pengujian Uji Lagrange Multiplier

Uji Lagrange Multiplier digunakan untuk memilih model regresi spasial yang sesuai. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan Software R. Hasil analisis yang diperoleh disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Model Regresi Spasial yang Signifikan

	Statistic	Parameter	P. value
LMerr	4,3215	1	0,037*
LMLag	1,7981	1	0,179

Dari hasil analisis tersebut dapat dilihat bahwa model LMerr yang signifikan pada taraf 0.01. Hal ini menunjukkan model regresi spasial yang sesuai pada kasus ketahanan pangan tingkat Kabupaten di Provinsi Sulawesi Selatan adalah model SEM (*Spatial Error Model*) yang artinya

terdapat ketergantungan spasial di galat atau *error*. Model SEM yang dihasilkan disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Pendugaan Parameter Model SEM

	Estimasi	Std. Error	<i>z</i> value	Pr (> t)
(Intercept)	63,243	0,083	753,73	0,0002
X ₁	-6,155	0,016	-373,04	0,0002
X ₂	-0,358	0,001	-257,89	0,0002
X ₃	-0,083	0,000	-295,15	0,0002
X ₄	-0,075	0,001	-41,57	0,0002
X ₅	-0,153	0,000	-318,52	0,0002
X ₆	0,436	0,001	256,03	0,0002
X ₇	-0,053	0,001	-42,20	0,0002
X ₈	0,593	0,007	82,03	0,0002
X ₉	-0,117	0,000	-146,90	0,0002

Sehingga model yang terbentuk pada kasus ketahanan pangan tingkat kabupaten di Provinsi Sulawesi Selatan menggunakan model SEM adalah:

$$\hat{y} = 63,243 - 6,155X_1 - 0,358X_2 - 0,083X_3 - 0,075X_4 - 0,153X_5 + 0,436X_6 - 0,053X_7 + 0,593X_8 - 0,117X_9 - 1,0315Wu$$

Hal ini menandakan bahwa kesembilan variabel bebas tersebut memiliki pengaruh nyata terhadap tingkat ketahanan pangan wilayah Kabupaten di Provinsi Sulawesi Selatan. Variabel (X₁) artinya, dengan menurunnya rasio konsumsi normatif terhadap ketersediaan bersih (padi, jagung, ubi kayu dan ubi jalar) sebesar satu persen. Maka akan menurunkan tingkat ketahanan pangan di Provinsi Sulawesi Selatan sebesar 6,155 persen. Variabel (X₂) artinya, dengan menurunnya persentase penduduk yang hidup dibawah garis kemiskinan sebesar satu persen maka ketahanan pangan di Provinsi Sulawesi Selatan akan baik sebesar 0,358 persen. Variabel (X₃) artinya, dengan menurunnya persentase rumah tangga dengan proporsi pengeluaran untuk pangan lebih dari 65% terhadap total pengeluaran sebesar satu persen maka akan meningkatkan ketahanan pangan di Provinsi Sulawesi Selatan sebesar 0,083 persen. Variabel (X₄) artinya, menurunnya persentase rumah tangga tanpa akses listrik sebesar satu persen maka akan meningkatkan tingkat ketahanan pangan di Provinsi Sulawesi Selatan sebesar 0,075 persen. Variabel (X₅) artinya, menurunnya persentase rumah tangga tanpa akses ke air bersih sebesar satu persen maka akan meningkatkan tingkat ketahanan pangan di Provinsi Sulawesi Selatan sebesar 0,153 persen. Variabel (X₆) artinya, dengan meningkatnya angka harapan hidup pada saat lahir sebesar satu persen maka akan meningkatkan tingkat ketahanan pangan di Provinsi Sulawesi Selatan sebesar 0,436 persen. Variabel (X₇) artinya, menurunnya rasio jumlah penduduk per tenaga kesehatan terhadap tingkat kepadatan penduduk sebesar satu persen maka akan meningkatkan ketahanan pangan di Provinsi Sulawesi Selatan sebesar 0,053 persen. Variabel (X₈) artinya, dengan meningkatnya rata-rata lama sekolah perempuan diatas 15 tahun maka akan meningkatkan ketahanan pangan di Provinsi Sulawesi Selatan sebesar 0,593 persen dan variabel (X₉) artinya, dengan menurunnya persentase balita dengan tinggi badan di bawah standar (*stunting*) sebesar satu persen maka akan meningkatkan ketahanan pangan di Provinsi Sulawesi Selatan sebesar 0,117 persen. Koefisien λ sebesar -1,0315 mengindikasikan bahwa dengan adanya penurunan pengaruh sisaan dari wilayah yang mengelilingi suatu kabupaten, maka akan meningkatkan ketahanan pangan di Provinsi Sulawesi Selatan.

4.6. Mengukur Kebaikan Model

Kriteria yang digunakan untuk memilih model adalah dengan melihat nilai *AIC*. Nilai *AIC* dapat dilihat pada tabel 4.

mempengaruhi tingkat ketahanan pangan yang ada di kabupaten Provinsi Sulawesi Selatan.

- 2) Model regresi spasial yang signifikan adalah model *Spatial Error Model*. Model SEM yang dibentuk adalah sebagai berikut:

$$\hat{y} = 63,243 - 6,155X_1 - 0,358X_2 - 0,083X_3 - 0,075X_4 - 0,153X_5 + 0,436X_6 - 0,053X_7 + 0,593X_8 - 0,117X_9 - 1,0315Wu$$

- 3) Variabel yang berpengaruh negatif terhadap ketahanan pangan di Kabupaten Provinsi Sulawesi Selatan adalah Rasio konsumsi normatif perkapita terhadap ketersediaan bersih, Persentase penduduk yang hidup dibawah garis kemiskinan, Persentase rumah tangga dengan proporsi pengeluaran untuk pangan lebih dari 65 persen terhadap total pengeluaran, Persentase rumah tangga tanpa akses listrik, Persentase rumah tangga tanpa akses ke air bersih, Rasio jumlah penduduk per tenaga kesehatan terhadap tingkat kepadatan penduduk, Persentase balita dengan tinggi badan di bawah standar (*stunting*). Variabel ini menunjukkan bahwa setiap penurunan sebesar satu persen maka akan meningkatkan tingkat ketahanan pangan di Kabupaten Provinsi Sulawesi Selatan. Selain itu, juga terdapat variabel yang berpengaruh positif yakni Angka Harapan Hidup pada saat lahir dan Rata-rata lama sekolah perempuan diatas 15 tahun. Variabel ini menunjukkan bahwa setiap kenaikan satu persen makan akan meningkatkan tingkat ketahanan pangan di Kabupaten Provinsi Sulawesi Selatan.

References

- Amelia, M. (2012). *Penerapan Regresi Spasial untuk Data Kemiskinan Kabupaten di Pulau Jawa*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Netherlands: Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Anselin, L. (1999). *Spatial Econometrics*. In Dallas: *School of Social Science*. Richardson.
- Arif, A., & Tiro, M. A (2015). Perbandingan Matriks Pembobot Spasial Optimum Dalam Spasial Error Model (SEM) (Kasus: Indeks Pembangunan Manusia Kabupaten/Kota di Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2015). *Journal of Statistics and Its application on Teaching and Research*. Universitas Negeri Makassar.
- Badan Ketahanan Pangan (2018a). *Indeks Ketahanan Pangan Indonesia 2018*. Jakarta: Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian.
- Badan Ketahanan Pangan (2018b). *Peta Ketahanan dan Kerentanan Pangan Indonesia 2018*. Jakarta: Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian.
- Banerjee, S., Carlin, B. P., & Gelfand, A. E. (2004). *Hierarchical Modeling and Analysis for Spatial Data*. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC.
- Fauzi, F. (2016). *Model Regresi Spasial Terbaik Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Jawa Tengah*. Skripsi. Universitas Negeri Semarang.
- Hapsari, N. I., Rudiarto, I. (2017). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kerawanan dan Ketahanan Pangan dan Implikasi Kebijakannya di Kabupaten Rembang. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*. Vol. 5, No. 2, hal: 125-140.
- Kompasiana (2019). *Shp Indonesia 34 Provinsi, Kabupaten, dan Kecamatan*. <http://www.google.com/amp/s/www.kompasiana.com/amp/nsaripurba/5dda6c95097f364d44734282/shp-indonesia-34-provinsi>. Diakses pada tanggal 24 Maret 2020.
- Lutfi, A., Aidid, M. K., & Sudarmin. (2019). Identifikasi Autokorelasi Spasial Angka Partisipasi Sekolah di Provinsi Sulawesi Selatan Menggunakan Indeks Moran. *Journal of Statistics and Its application on Teaching and Research*. Universitas Negeri Makassar.

- Lee, J. and Wong, D.W.S. 2001. *Statistical Analysis with ArcviewGIS*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Lesage, J. P. (1999). *The Theory and Practice of Spatial Econometrics*. Toledo: Department of Economics.
- Masitoh, F., & Ratnasari V. (2016). Pemodelan Status Ketahanan Pangan di Provinsi Jawa Timur dengan Pendekatan Metode Regresi Probit Biner. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. Vol. 5, No. 2. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Oktaviani, N. (2018). *Analisis Regresi Spasial Pada Data Jumlah Penduduk Miskin Provinsi Lampung Tahun 2017*. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Rati, M., Nababan, E., & Sutarnan. (2013). Model Regresi Spasial untuk Anak Tidak Bersekolah Usia Kurang 15 Tahun di Kota Medan. *Saintika Matematika*. Vol. 1, No 1. hal: 87-99.
- Tiro, M. A. (2010). *Analisis Korelasi dan Regresi (Edisi Ketiga)*. Andira Publisher.
- Wulandari, M. (2016). *Analisis Tingkat Ketahanan Pangan Terhadap Kerawanan Pangan di Kabupaten Jombang Tahun 2015*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Wuryandari, T., Hoyyi, A., Kusumawardani, D. S., & Rahmawati, D. (2014). Identifikasi Autokorelasi Spasial Pada Jumlah Pengangguran di Jawa Tengah Menggunakan Indeks Moran. *Media Statistika*, Vol. 7, No. 1, hal: 1-10.
- Yuriantari, N. P., Hayati, M. N., & Wahyuningsih, S. (2017). Analisis Autokorelasi Spasialistik Panas di Kalimantan Timur Menggunakan Indeks Moran dan Local Indicator of Spatial Autocorrelation (LISA). *Ekspansional*, Vol. 8, No. 1, hal: 63-70.
- Zhukov, Y. M. (2010). *Applied Spatial Statistics in R, Section Spatial Autocorrelation*. Statistics, IQQS. Amerika : Harvard University. hal: 1-18.