

Spatial Regression Analysis of Variables Affecting Poverty on Sumatra Island in 2023

Analisis Regresi Spasial Peubah-Peubah yang Mempengaruhi Kemiskinan di Pulau Sumatera Tahun 2023

Ria Yunita¹, Muhammad Jodi At-Takbir¹, Elke Frida Rahmawati¹, Rizky Kurniawan¹, Muhammad Ryan Azahran¹, Faiz Aji Muzakki¹, Anik Djuraidah^{1‡}, Muhammad Nur Aidi¹, Rahma Anisa¹, Ummul Auliyah Syam¹

^{1,2}Department of Statistics, IPB University, Indonesia

[‡]corresponding author: anikdjuraidah@apps.ipb.ac.id

Copyright © 2024 Ria Yunita, Muhammad Jodi At-Takbbir, Elke Frida Rahmawati, Rizky Kurniawan, Muhammad Ryan Azahran, Faiz Aji Muzakki, Anik Djuraidah, Muhammad Nur Aidi, Rahma Anisa, and Ummul Auliyah Syam. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract

Regresi spasial merupakan metode analisis yang mempertimbangkan pengaruh spasial antarwilayah, sehingga penting dalam mengidentifikasi peubah-peubah yang memengaruhi tingkat kemiskinan. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2023, tingkat kemiskinan di Pulau Sumatera memiliki nilai yang bervariasi, dimana provinsi yang berdekatan memiliki nilai yang cenderung mirip. Provinsi Aceh mencatat angka kemiskinan tertinggi (14,45%), sedangkan Kepulauan Bangka Belitung memiliki angka terendah (4,52%). Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan persentase penduduk miskin di Pulau Sumatera menggunakan pendekatan regresi spasial dengan mempertimbangkan pengaruh lokasi dan interaksi antarwilayah. Analisis dilakukan menggunakan data sekunder dari 154 kota/kabupaten di Sumatera dengan lima peubah penjelas, meliputi rata-rata lama sekolah, tingkat pengangguran terbuka, akses air minum layak, akses sanitasi layak, dan log PDRB. Setelah melakukan eksplorasi data, pembentukan matriks pembobot spasial, dan uji efek spasial, pemodelan regresi spasial dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu *Spatial Autoregressive Model* (SAR) dan *Spatial Error Model* (SEM). Model SAR dipilih sebagai model terbaik berdasarkan nilai *Akaike Information Criterion* (AIC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata lama sekolah, akses sanitasi layak, dan log PDRB secara signifikan memengaruhi tingkat kemiskinan di Sumatera. Model SAR mengungkap adanya efek langsung dan tidak langsung antarwilayah. Temuan ini memberikan panduan bagi pemerintah untuk merancang kebijakan berbasis spasial guna mengurangi kesenjangan sosial dan menurunkan angka kemiskinan.

Keywords: kemiskinan, *Spatial Autoregressive Model* (SAR), *Spatial Error Model* (SEM).

1. Pendahuluan

Regresi spasial merupakan metode analisis statistik yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi hubungan antara suatu peubah dengan beberapa peubah lain serta mempertimbangkan pengaruh spasial antar wilayah. Metode regresi spasial memungkinkan untuk mempertimbangkan pengaruh ruang sehingga memberikan indikasi bahwa kejadian di suatu wilayah dipengaruhi oleh kejadian di wilayah sekitarnya (Anselin, 1988). Dalam konteks kemiskinan, analisis regresi spasial berkontribusi menjadi alat untuk memahami distribusi dan peubah-peubah yang berpengaruh terhadap tingkat kemiskinan di suatu daerah.

Salah satu model regresi spasial yang umum digunakan adalah *Spatial Autoregressive Model* (SAR). Model ini merupakan salah satu jenis model spasial yang menggunakan pendekatan berbasis area dan mempertimbangkan pengaruh spasial lag pada peubah respon. Model ini menunjukkan bahwa peubah respon tidak hanya dipengaruhi oleh peubah bebas di wilayah yang diamati, tetapi juga di sekitar wilayah tersebut (Pratiwi, 2024). Dalam analisis kemiskinan, model SAR dapat digunakan untuk mengetahui bagaimana interaksi peubah-peubah antarwilayah dalam memengaruhi tingkat kemiskinan. Sementara itu, model lain yang sering digunakan adalah *Spatial Error Model* (SEM). Model ini merupakan jenis model regresi spasial yang menunjukkan adanya ketergantungan spasial melalui komponen eror, sehingga eror dalam model ini masih dapat menjelaskan komponen sistematis spasial (Ayudia & Putri, 2024).

Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2023, tingkat kemiskinan antarprovinsi di Pulau Sumatera memiliki nilai yang bervariasi. Beberapa provinsi, seperti Sumatera Selatan, Bengkulu, dan Lampung memiliki angka kemiskinan yang cukup tinggi yaitu sekitar 11-14%. Sementara itu, provinsi seperti Sumatera Barat, Sumatera Utara, Riau, Kepulauan Riau, dan Jambi memiliki angka kemiskinan yang lebih rendah yaitu sekitar 5-8%. Provinsi Aceh menjadi provinsi dengan tingkat kemiskinan tertinggi di Pulau Sumatera yaitu sebesar 14,45%, sedangkan Kepulauan Bangka Belitung memiliki tingkat kemiskinan terendah yaitu sebesar 4,52%. Pola ini memperlihatkan adanya keterkaitan spasial antarwilayah dalam peubah-peubah yang memengaruhi kemiskinan.

Dengan adanya informasi ini, analisis regresi spasial menjadi sangat penting untuk mengidentifikasi peubah apa saja yang memengaruhi tingkat kemiskinan di berbagai wilayah, khususnya di Provinsi Sumatera. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan model regresi spasial terbaik dalam memprediksi tingkat kemiskinan di Provinsi Sumatera serta mengidentifikasi peubah-peubah yang berpengaruh signifikan terhadap kemiskinan di wilayah tersebut. Dengan mengoptimalkan penggunaan model terbaik, hasil penelitian ini akan memberikan wawasan yang lebih baik terkait peubah-peubah yang memengaruhi kemiskinan serta menyediakan informasi yang berguna bagi pengambil kebijakan dalam upaya pengentasan kemiskinan.

2. Metodologi

2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik. Data mencakup lima peubah penjelas dan satu peubah respon, dengan total 154 kota/kabupaten di Pulau Sumatera sebagai unit amatan. Peubah-peubah yang digunakan dalam analisis ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 : Peubah dan Satuan yang digunakan

Kode	Nama Peubah	Satuan
Y	Persentase Penduduk Miskin	Persen
X ₁	Rata - Rata Lama Sekolah	Tahun
X ₂	Tingkat Pengangguran Terbuka	Persen
X ₃	Rumah Tangga yang Memiliki Akses Air Minum Layak	Persen
X ₄	Rumah Tangga yang Memiliki Akses Sanitasi Layak	Persen
X ₅	Log (Pendapatan Domestik Regional Bruto)	Log(Miliar Rupiah)

2.2 Metodologi Penelitian

Prosedur analisis data yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan eksplorasi data dengan melihat sebaran peubah respon, membuat matriks korelasi dan melihat ada tidaknya multikolinearitas.

2. Pemodelan Regresi Berganda

Analisis regresi linear berganda didefinisikan sebagai sebuah metode statistik yang bertujuan untuk mempelajari hubungan antara satu peubah respon dengan dua atau lebih peubah penjelas (Montgomery et al., 2012). Regresi linear berganda memiliki formula sebagai berikut:

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

Y : Peubah respon

X_k : peubah penjelas ke-k; k = 1, 2, ..., k

B_k: dugaan parameter ke-k; k = 0, 1, ..., k ε : Peubah acak dari sisaan/galat

Dalam pemodelan regresi linear berganda perlu dilakukan diagnostik model dengan menguji normalitas sisaan, kehomogenan ragam sisaan dan autokorelasi sisaan, serta multikolinearitas.

3. Pembentukan Matriks Pembobot Spasial

Matriks pembobot spasial (W) merupakan matriks yang menggambarkan hubungan antar wilayah dan diperoleh berdasarkan informasi jarak atau ketetanggaan (kontinguitas) (Revildy et al., 2021). Pada penelitian ini, berbagai metode pembobotan spasial dipertimbangkan untuk mengeksplorasi pengaruh spasial terhadap peubah respon. Matriks-matriks pembobot yang diperiksa meliputi *K-Nearest Neighbor* ($k=10$) dan *Inverse Distance Weight* ($\alpha=1$). Dari beberapa pengujian pembobot spasial, akan dipilih pembobot spasial terbaik dengan *p-value* dibawah signifikansi 5% dan nilai Indeks Moran tertinggi.

4. Pengujian Efek Spasial

a. Untuk mendeteksi autokorelasi spasial, Uji Moran's I dilakukan pada sisaan model regresi.

H₀ : Terdapat autokorelasi spasial pada sisaan

H₁ : Tidak terdapat autokorelasi spasial pada sisaan

b. Uji Lagrange Multiplier dapat menentukan jenis model regresi spasial yang cocok mengevaluasi keberadaan ketergantungan spasial, baik dalam bentuk *error* maupun *lag* spasial.

c. Uji Efek Heterogenitas Spasial. Uji menggunakan *Breusch-Pagan Test* dengan hipotesis yang digunakan sebagai berikut :

H₀ : Ragam Sisaan Homogen

H₁ : Ragam Sisaan Tidak Homogen

5. Pemodelan Regresi Spasial

Pemodelan Regresi Spasial yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu model SAR dan SEM Spatial Autoregressive Model (SAR) adalah model regresi linear di mana variabel dependennya menunjukkan adanya korelasi spasial. Model ini terjadi jika nilai $\rho \neq 0$ dan $\lambda = 0$, sehingga model tersebut dikategorikan sebagai SAR (Akolo, 2022). Model SAR memiliki persamaan berikut:

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

dengan asumsi $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I)$. Dari persamaan diatas diperoleh persamaan berikut.

$$\varepsilon = (I - \rho W) (y - X\beta) \quad (4)$$

Sementara itu, Spatial Error Model (SEM) merupakan model regresi linear dimana korelasi spasial terjadi pada error-nya. Model SEM terbentuk ketika nilai $\rho = 0$ dan $\lambda \neq 0$ (Akolo, 2022). Model SEM memiliki persamaan berikut:

$$y = X\beta + \mu \quad (5)$$

$$\mu = \lambda W \mu + \varepsilon \quad (6)$$

$$\varepsilon = (I - \lambda W) (y - X\beta) \quad (7)$$

Dalam konteks ini, y merupakan variabel respon, X adalah matriks variabel penjelas, W adalah matriks pembobot spasial, dan λ mengacu pada koefisien.

6. Melakukan uji asumsi seperti normalitas, kehomogenan ragam, dan autokorelasi spasial pada model regresi spasial yang dibentuk.

7. Menentukan Model Terbaik

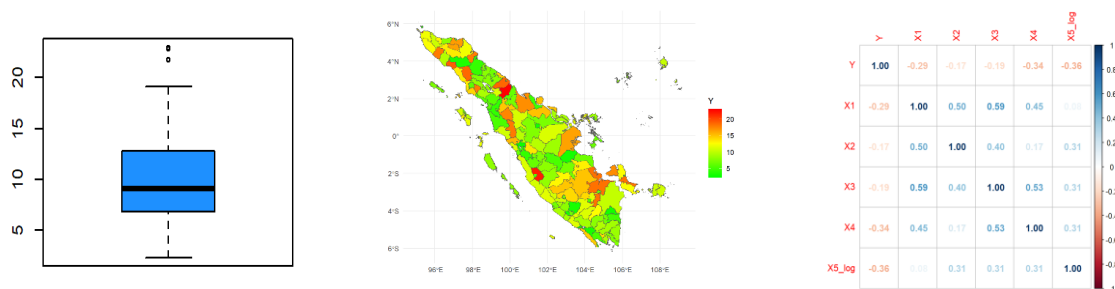
Pemilihan model terbaik menggunakan indikator atau metrik evaluasi model yaitu Akaike Information Criterion (AIC). Akaike's Information Criterion (AIC) adalah ukuran yang digunakan untuk menentukan model regresi terbaik berdasarkan kualitas relatifnya yang ditemukan oleh Akaike and Schwarz (Ernawati et al., 2023). Model terbaik ditunjukkan oleh nilai AIC terkecil di antara model yang dibandingkan. AIC didasarkan pada pendekatan Maximum Likelihood Estimation (MLE) tetapi dapat diterapkan dalam berbagai jenis situasi pemodelan (Darsyah & Ramadhan, 2022).

8. Menginterpretasikan model terbaik

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Eksplorasi Data

Pulau Sumatera terdiri dari 120 kabupaten dan 34 kota. Sebaran persentase penduduk miskin pada tiap kabupaten/kota di Pulau Sumatera dapat dilihat melalui Boxplot yang ditunjukkan pada Gambar 1(a). Berdasarkan Gambar 1(a), persentase penduduk miskin cenderung menjulur ke kanan dengan kisaran persentase 5 sampai 15 persen. Selain itu, dapat diamati bahwa terdapat amatan dengan nilai melebihi pagar atas Boxplot atau terindikasi amatan pencilan. Pencilan yang teramati merupakan Kabupaten Kepulauan Meranti, Nias Barat, dan Nias Utara dengan masing-masing persentase penduduk miskin sebesar 22.98 persen, 22.81 persen, dan 21.79 persen.



Gambar 1 : (a) Boxplot persentase penduduk miskin di Pulau Sumatera, (b) Peta sebaran persentase penduduk miskin di Pulau Sumatera, (c) Matriks korelasi

Gambar 1(b) menyajikan peta tematik persentase penduduk miskin di Pulau Sumatera, apabila warna semakin pekat, maka persentase penduduk miskin semakin tinggi. Berdasarkan Gambar 1(b), dapat dilihat bahwa sebagian besar kabupaten/kota memiliki kecenderungan warna yang sama, artinya persentase kemiskinan satu daerah mendekati persentase kemiskinan daerah lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pola bergerombol antar wilayah yang bertetangga. Namun, terdapat beberapa kabupaten/kota yang menunjukkan perbedaan warna yang cukup signifikan, atau terindikasi bahwa daerah tersebut memiliki persentase kemiskinan yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan daerah lainnya.

Plot korelasi antar peubah penjelas dan peubah responnya disajikan pada Gambar 1(c). Berdasarkan Gambar 1(c), dapat diamati bahwa seluruh peubah penjelas memiliki korelasi negatif terhadap peubah responnya. Sebagai contoh, rata-rata lama sekolah (X_2) memiliki hubungan negatif terhadap persentase penduduk miskin. Hal ini terjadi dikarenakan rata-rata lama sekolah di beberapa kabupaten/kota di Pulau Sumatera cenderung rendah sehingga mengakibatkan persentase kemiskinan semakin tinggi.

3.2 Model Regresi Linear Berganda

Regresi linear berganda dapat diterapkan jika antar peubah penjelas tidak terdapat multikolinearitas (Nafiudin et al., 2021). Berdasarkan Tabel 2, antar peubah penjelas tidak terjadi multikolinearitas sehingga regresi linear berganda dapat diterapkan. Hasil pendugaan parameter regresi linear berganda dapat dilihat pada Tabel 2. Koefisien penduga pada peubah rata-rata lama sekolah (X_1), persentase rumah tangga yang memiliki akses terhadap sanitasi layak (X_4), dan log dari PDRB ($\log \log (X_5)$) signifikan terhadap taraf nyata 5%, sehingga ada pengaruh peubah penjelas tersebut terhadap persentase penduduk miskin. Selain itu, didapatkan nilai $Adj R^2$ sebesar 0.216 yang memiliki arti bahwa sebesar 21.6 persen keragaman penduduk miskin dapat dijelaskan oleh peubah penjelasnya.

Tabel 2 : Pendugaan parameter regresi linear berganda

Parameter	Koefisien duga	Standard error	p-value	Adj R^2	AIC
Intersep	22.131	2.612	<0.001		
X_1	-1.081	0.349	0.002		
X_2	0.139	0.206	0.500	0.216	870.667
X_3	0.067	0.036	0.063		
X_4	-0.053	0.025	0.035		
$\log \log (X_5)$	-1.567	0.362	<0.001		

*taraf signifikansi 5%

Tabel 3 : Hasil uji diagnostik model regresi berganda

Asumsi	Uji Formal	p-value	Kesimpulan
Normalitas	Anderson-darling test	0.106	Menyebar normal
Kehomogenan Ragam	Breusch-pagan test	0.271	Ragam homogen

Tabel 3 menyajikan hasil uji asumsi yang harus dipenuhi pada regresi linear berganda. Berdasarkan tabel tersebut, diperoleh bahwa sisaan menyebar normal dan ragam homogen pada taraf 5%. Namun, pada eksplorasi sebelumnya, diperoleh bahwa kabupaten/kota di Pulau Sumatera memiliki persentase penduduk miskin yang cenderung sama pada wilayah yang saling berdekatan, sehingga terdapat indikasi autokorelasi spasial yang akan dianalisis secara lanjut.

3.2 Pendeteksian Multikolinearitas

Multikolinearitas merupakan kondisi ketika antar peubah penjelas tidak saling bebas, atau terdapat korelasi antar peubah penjelas (Arisandi et al., 2021). Besaran yang digunakan untuk mendeteksi multikolinearitas adalah *variance inflation factor* (VIF). Jika nilai VIF lebih dari 10, maka teridentifikasi adanya multikolinearitas antar peubah penjelas (Sriningsih et al., 2018). Tabel 4 menyajikan nilai VIF antar peubah penjelas. Berdasarkan Tabel 2, diperoleh nilai VIF tidak lebih dari 10, sehingga tidak terdapat multikolinearitas antar peubah penjelas.

Tabel 4 : Nilai VIF antar peubah penjelas

X_1	X_2	X_3	X_4	$\log \log (X_5)$
2.038	1.554	1.920	1.594	1.328

3.4 Matriks Pembobot Spasial

Secara geografis, sebagian besar kabupaten/kota di Pulau Sumatera terletak dalam satu pulau. Namun, terdapat beberapa kabupaten/kota yang dibatasi oleh lautan, sehingga penelitian ini menggunakan metode regresi spasial dengan matriks pembobot spasial berdasarkan jarak. Setelah dilakukan analisis lebih lanjut, diperoleh dua matriks pembobot spasial terbaik yaitu *k-Nearest Neighbor* (kNN) dengan k optimum sebesar 10 dan *Inverse Distance Weight* (IDW) dengan $\alpha = 1$ yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 : Tabel signifikansi indeks Moran berdasarkan matriks pembobot spasial

Matriks	Indeks Moran	<i>p-value</i>
10-nearest neighbor (10NN)	0.071	0.009
<i>Inverse distance weight</i> (IDW)	0.012	0.070

Berdasarkan Tabel 5, diperoleh bahwa indeks Moran pada kedua matriks pembobot signifikan pada taraf 10%. Namun, matriks pembobot 10NN memiliki indeks Moran yang lebih besar dibandingkan dengan IDW yang mengindikasikan autokorelasi spasial yang lebih tinggi. Oleh karena itu, matriks pembobot spasial yang akan digunakan adalah 10NN.

3.5 Pengujian Efek Spasial

3.5.1 Uji Dependensi Spasial

Pengujian dependensi spasial dilakukan dengan menggunakan uji autokorelasi spasial dan uji *Langrange Multiplier*. Pengujian autokorelasi spasial dengan Indeks Moran menggunakan matriks pembobot terbaik yang telah diperoleh sebelumnya, yaitu K-Nearest Neighbors (KNN) dengan 10 tetangga terdekat. Hasil pengujian Indeks Moran ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6 : Hasil uji autokorelasi spasial

Peubah	Indeks Moran	p-value
Y	0,070	0,018*
X_1	-0,025	0,550
X_2	0,048	0,091
X_3	0,031	0,247
X_4	-0,013	0,839
log X_5	0,007	0,663
Sisaan	0,064	0,029*

*signifikan pada taraf nyata 5%

Berdasarkan hasil pengujian Indeks Moran pada Tabel 6 menunjukkan bahwa hanya peubah Y dan sisaan model regresi yang memiliki p-value $< 0,05$ maka tolak H_0 sehingga autokorelasi spasial pada peubah tersebut berpengaruh nyata. Hal ini menunjukkan adanya ketergantungan spasial pada peubah Y dan sisaan model regresi, sementara ketergantungan spasial tidak terjadi pada semua peubah penjelas. Nilai autokorelasi yang terjadi pada peubah Y dan sisaan ini bernilai positif karena nilai Indeks Moran kedua peubah tersebut bernilai positif.

Setelah melakukan uji autokorelasi spasial, pemilihan model regresi spasial yang sesuai dilakukan dengan menggunakan uji *Langrange Multiplier*. Uji ini bertujuan untuk menentukan jenis model regresi spasial yang lebih tepat. Hasil pengujian Langrange Multiplier disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7 : Hasil uji *Langrange Multiplier*

	Statistik	p-value
LM SEM	3,612	0,05 .
Robust LM SEM	0,842	0,35
LM SAR	5,254	0,02*
Robust LM SAR	2,484	0,11
SARMA	6,096	0,04*

*signifikan pada taraf nyata 5% .signifikan pada taraf nyata 10%.

Hasil uji *Langrange Multiplier*(LM) menunjukkan bahwa uji LM SAR dan SARMA signifikan pada taraf nyata 5%, sedangkan uji LM SEM signifikan pada taraf nyata 10%. Namun, uji robust LM SAR dan robust LM SEM tidak signifikan, hal ini mengindikasikan bahwa kombinasi autokorelasi spasial pada variabel dependen dan sisaan tidak cukup kuat untuk melakukan pemodelan dengan model SARMA. Oleh karena itu, pemodelan dilakukan dengan menggunakan model SAR dan SEM.

3.5.2 Uji Efek Heterogenitas Spasial

Uji efek heterogenitas spasial dilakukan dengan menggunakan uji *Breusch-Pagan* untuk mendeteksi adanya heterogenitas spasial di antara lokasi-lokasi yang berbeda. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa asumsi mengenai keragaman spasial terpenuhi dalam analisis. Hasil uji *Breusch-Pagan* menghasilkan p-value sebesar $0,27 > 0,05$ maka tak tolak H_0 . Artinya, ragam sisaan homogen atau tidak terdapat efek heterogenitas spasial dalam model regresi.

3.6 Model Regresi Spasial

3.6.1 Model SAR

Model SAR adalah pendekatan regresi spasial yang menambahkan komponen autoregresif pada variabel respon untuk menangkap pengaruh spasial dari unit observasi terdekat. Dalam model ini, nilai variabel respon pada suatu lokasi dipengaruhi oleh nilai variabel respon di lokasi-lokasi tetangga, yang diukur melalui parameter ρ (ρ). Hasil pendugaan parameter dan uji diagnostik model SAR secara berturut-turut disajikan pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8: Hasil pendugaan parameter model SAR

Peubah	Koefisien	p-value
ρ	0,314	0,042
Intersep	19,045	$2,859 \times 10^{-11} *$
X_1	-1,060	0,001 *
X_2	0,099	0,614
X_3	0,065	0,057
X_4	-0,054	0,024*
log X_5	-1,496	$1,819 \times 10^{-5} *$

*signifikan pada taraf nyata 5%

Tabel 9 : Hasil uji diagnostik model SAR

Asumsi	Jenis Uji	p-value
Normalitas	<i>Anderson-Darling</i>	0,275
Homogenitas Ragam	<i>Breusch Pagan</i>	0,487
Autokorelasi	Indeks Moran	0,824

*signifikan pada taraf nyata 5%

Hasil pendugaan parameter model SAR pada Tabel 8 menunjukkan peubah penjelas yang berpengaruh terhadap model regresi persentase penduduk miskin yaitu rata-rata lama sekolah (X_1), persentase akses sanitasi layak (X_4), dan log PDRB (X_5). Selain itu, koefisien autoregresif lag spasial (ρ) juga berpengaruh nyata pada taraf nyata 5%. Hal ini berarti persentase penduduk miskin di suatu wilayah pulau sumatera dipengaruhi oleh persentase penduduk miskin wilayah lain dengan besar pengaruh yaitu 0,314. Pemodelan regresi spasial dengan menggunakan model SAR ini juga telah memenuhi semua asumsi yang diperlukan, yaitu asumsi normalitas, homogenitas ragam, dan tidak adanya autokorelasi. Hal ini dibuktikan dengan p-value setiap uji asumsi yang lebih besar dari 0,05, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 9.

3.6.2 Model SEM

Model SEM dirancang untuk mengidentifikasi adanya ketergantungan spasial dalam komponen error, yang terjadi ketika koefisien spasial lag error tidak bernilai 0 ($\lambda \neq 0$). Dalam model ini, kesalahan pada suatu lokasi dipengaruhi oleh kesalahan yang terjadi pada lokasi-lokasi tetangga, yang diukur melalui parameter λ (lambda). Hasil

estimasi parameter dan uji diagnostik model SEM disajikan secara berurutan dalam Tabel 10 dan Tabel 11.

Tabel 10 : Hasil pendugaan parameter model SEM

Peubah	Koefisien	p-value
λ	0,317	0,06 .
Intersep	21,931	$2,2 \times 10^{-16} *$
X_1	-1,004	0,002 *
X_2	0,068	0,733
X_3	0,062	0,074
X_4	-0,054	0,025*
$\log X_5$	-1,437	$4,381 \times 10^{-5} *$

*signifikan pada taraf nyata 5% .signifikan pada taraf nyata 10%.

Tabel 11: Hasil uji diagnostik model SEM

Asumsi	Jenis Uji	p-value
Normalitas	Anderson-Darling	0,298
Homogenitas Ragam	Breusch Pagan	0,394
Autokorelasi	Indeks Moran	0,690

Hasil pendugaan parameter model SEM pada Tabel 10 menunjukkan peubah penjelas yang berpengaruh terhadap model regresi persentase penduduk miskin yaitu rata-rata lama sekolah (X_1), persentase akses sanitasi layak (X_4), dan log PDRB (X_5). Selain itu, koefisien spasial *lag error* (λ) berpengaruh nyata pada taraf nyata 10%. Hal ini berarti kesalahan dalam memprediksi persentase penduduk miskin di suatu wilayah Pulau Sumatera dipengaruhi oleh kesalahan pada wilayah tetangga dengan besarnya pengaruh sebesar 0,317. Pemodelan regresi spasial dengan menggunakan model SEM ini juga telah memenuhi semua asumsi yang diperlukan, yaitu asumsi normalitas, homogenitas ragam, dan tidak adanya autokorelasi. Hal ini dibuktikan dengan p-value setiap uji asumsi yang lebih besar dari 0,05, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 11.

3.7 Model Terbaik

Model regresi spasial terbaik ditentukan berdasarkan nilai AIC yang dihasilkan dari masing-masing model. Model terbaik merupakan model yang memiliki nilai AIC terkecil. Perbandingan model regresi persentase penduduk miskin berdasarkan nilai AIC disajikan pada Tabel 12

Tabel 12 : Perbandingan model berdasarkan nilai AIC

Model	AIC
OLS (Regresi Klasik)	870,66
SAR	868,55
SEM	869,32

Berdasarkan Tabel 12 model SAR memiliki nilai AIC terkecil dibandingkan model regresi klasik (OLS) dan model SEM sehingga model SAR dipilih sebagai model

terbaik. Hal ini juga sesuai dengan nilai parameter $\rho(\rho)$ pada model SAR signifikan pada taraf 5%. Selain itu, model SAR ini juga telah memenuhi asumsi kenormalan, kehomogenan ragam, dan tidak ada autokorelasi spasial. Persamaan matematis model SAR dapat dituliskan pada persamaan 8.

$$\hat{y} = 19,045 + 0,314Wy - 1,060X_1 + 0,099X_2 + 0,065X_3 - 0,054X_4 - 1,496 \log X_5 \quad (8)$$

Interpretasi koefisien pada model regresi spasial tidak dapat dilakukan secara langsung melalui nilai dugaan parameternya. Hal ini karena rata-rata perubahan persentase penduduk miskin di suatu wilayah tidak hanya dipengaruhi oleh perubahan satu satuan peubah X_k wilayah itu sendiri (efek langsung), tetapi juga dipengaruhi oleh perubahan peubah X_k di wilayah lain (efek tidak langsung). Tabel 13 menyajikan rata-rata besarnya pengaruh dari setiap perubahan satu-satuan pada masing-masing peubah penjelas terhadap persentase penduduk miskin yang dihasilkan di seluruh wilayah.

Tabel 13 : Efek marginal model SAR

Peubah	Efek langsung	Efek tidak langsung	Efek total
X_1	-1,0709	-0,475	-1.546
X_2	0,1008	0,044	0,145
X_3	0,0659	0,029	0,095
X_4	-0,054	-0,024	-0,079
$\log X_5$	-1,510	-0,670	-2,181

Berdasarkan Tabel 13 rata-rata lama sekolah (X_1) memiliki efek langsung dan tidak langsung yang signifikan dan bernilai negatif. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sihombing (2022) yang menyatakan hubungan negatif antara rata-rata lama sekolah dengan persentase tingkat kemiskinan. Pengaruh negatif tersebut dapat diinterpretasikan dengan setiap peningkatan satu satuan rata-rata lama sekolah di suatu wilayah akan mengurangi persentase penduduk miskin sebesar 1,0709 persen. Selain itu, peningkatan rata-rata lama sekolah di wilayah lain juga berkontribusi pada penurunan persentase penduduk miskin sebesar 0,475 persen. Jika peningkatan ini terjadi secara merata di seluruh wilayah, persentase penduduk miskin akan turun dengan rata-rata sebesar 1,546 persen dan efek umpan baliknya sebesar -0,010 persen.

Peubah persentase rumah tangga dengan akses sanitasi layak (X_4) juga memiliki efek langsung dan tidak langsung yang signifikan dan bernilai negatif. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sari et al. (2024) yang menyatakan hubungan negatif antara sanitasi layak dengan persentase tingkat kemiskinan. Dalam hal ini, peningkatan satu satuan pada persentase sanitasi layak ini di suatu wilayah akan menurunkan persentase penduduk miskin sebesar 0,054 persen. Sementara itu, jika peningkatan terjadi di wilayah lain, penurunannya sebesar 0,024 persen. Ketika akses sanitasi layak meningkat di semua wilayah, persentase penduduk miskin diperkirakan menurun rata-rata sebesar 0,079 persen dengan efek umpan balik sebesar -0,0005 persen.

Selanjutnya, efek langsung dan tidak langsung dari peubah log PDRB (X_5) memberikan pengaruh negatif yang paling besar terhadap persentase penduduk miskin. Menurut (Damanik & Sidauruk, 2020), PDRB dan persentase tingkat

kemiskinan ini juga memiliki pengaruh yang bernilai negatif. Interpretasi pengaruh ini dapat diartikan jika peningkatan satu satuan log PDRB di wilayah yang sama akan menurunkan persentase penduduk miskin dengan rata-rata sebesar 1.510 persen, sedangkan peningkatan log PDRB di wilayah lain akan menurunkan persentase penduduk miskin dengan rata-rata sebesar 0.670 persen. Jika peningkatan log PDRB terjadi di seluruh wilayah, maka persentase penduduk miskin di seluruh wilayah akan menurun dengan rata-rata sebesar 2.181 persen dan nilai umpan baliknya sebesar -0,0144 persen.

Peubah penjelas TPT dan akses air minum layak (X_2 dan X_3) menunjukkan pengaruh positif terhadap persentase penduduk miskin. Namun nilai pengaruh pada peubah penjelas akses air minum layak (X_3) ini tidak sesuai dengan teori yang ada. Hal ini juga dapat dilihat dari hasil uji parsial kedua peubah tersebut menunjukkan bahwa peubah TPT dan akses air minum layak tidak signifikan pada taraf nyata 5% sehingga pengaruhnya terhadap persentase penduduk miskin tidak kuat untuk dianggap relevan secara statistik. Oleh karena itu, kedua peubah penjelas ini merupakan peubah yang tidak mempengaruhi persentase penduduk miskin.

4. Simpulan dan Saran

Persentase penduduk miskin di Pulau Sumatera memiliki kecenderungan ragam yang homogen pada wilayah yang saling berdekatan, namun terdapat autokorelasi spasial sehingga penelitian ini menggunakan model dependensi spasial. Model dependensi spasial terbaik pada penelitian ini adalah *spatial autoregressive model* (SAR) dengan pembobot 10-NN dikarenakan memiliki nilai AIC terkecil dibandingkan dengan model lainnya. Terdapat tiga peubah yang mempengaruhi penduduk miskin di Pulau Sumatera, yaitu rata-rata lama sekolah, persentase rumah tangga terhadap akses sanitasi layak, dan pendapatan domestik regional bruto. Ketiga peubah tersebut memiliki hubungan negatif terhadap persentase penduduk miskin di Pulau Sumatera dengan mempertimbangkan efek langsung maupun tidak langsung antarwilayah.

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi, khususnya bagi Pemerintah dalam upaya mengurangi penduduk miskin, misalnya pemerintah dapat meningkatkan akses pendidikan terhadap wilayah dengan rata-rata lama sekolah yang rendah. Selain itu, pemerintah dapat meningkatkan akses sanitasi, seperti pengelolaan air bersih pada wilayah dengan akses sanitasi layak yang rendah.

Daftar Pustaka

- Akolo, I. R. (2022). Perbandingan Matriks Pembobot Rook dan Queen Contiguity dalam Analisis Spatial Autoregressive Model (SAR) Dan Spatial Error Model (SEM). *Jambura Journal of Probability and Statistics*, 3(1), 11–18. <https://doi.org/10.34312/jjps.v3i1.13582>
- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Kluwer Academic Publisher.
- Arisandi, R., Ruhiat, D., & Marlina, E. (2021). Implementasi Ridge Regression untuk Mengatasi Gejala Multikolinearitas pada Pemodelan Curah Hujan Berbasis Data Time Series Klimatologi. *Jurnal Riset Matematika Dan Sains Terapan*, 1(1), 1–11. <https://ejournal.unibba.ac.id/index.php/jrmst/article/view/735%0Ahttps://ejournal.unibba.ac.id/index.php/jrmst/article/download/735/666>
- Ayudia, N. U., & Putri, D. E. (2024). Pemodelan Spatial Autoregressive Model (SAR)

- pada Kasus Kemiskinan di Jawa Timur. *Jurnal Gaussian*, 13(2), 308–318. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.13.2.308-318>
- Damanik, R. K., & Sidauruk, S. A. (2020). Pengaruh Jumlah Penduduk dan PDRB terhadap Kemiskinan di Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Darma Agung*, 28(3), 358–368. <https://doi.org/10.46930/ojsuda.v28i3.800>
- Darsyah, M. Y., & Ramadhan, M. N. (2022). Pemodelan Jumlah Kasus Penyakit Kusta di Provinsi Sulawesi Tenggara Menggunakan Metode Regresi Poisson Inverse Gaussian. *Jurnal Litbang Edusaintech*, 3(1), 11–24. <https://doi.org/10.51402/jle.v3i1.9>
- Ernawati, I., Somayasa, W., Arman, & Alfian. (2023). Pemilihan Model Regresi Linier Berganda Dengan Kriteria AIC. *Jurnal Matematika, Komputasi Dan Statsitika*, 3(1), 233–237. <https://jmks.uho.ac.id/index.php/journal/article/view/30>
- Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2012). *Introduction to Linear Regression Analysis* (5th ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Nafiudin, Andari, Kurnia, D., & Safitri, A. T. (2021). Pentingnya Desain Ulang Pekerjaan dan Deskripsi Pekerjaan untuk Peningkatan Kinerja Pegawai pada Masa Pandemi Covid 19. *Jurnal Sains Manajemen*, 7(2), 154–167. <https://doi.org/10.30656/sm.v7i2.4139>
- Pratiwi, M. (2024). *Analisis Pengaruh Spasial dan Faktor-Faktor yang Memengaruhi Tingkat Kemiskinan di Provinsi Sumatera Barat*. Institut Pertanian Bogor.
- Revildy, W. D., Lestari, S. S. S., & Nalita, Y. (2021). Pemodelan Spatial Error Model (SEM) Angka Prevalensi Balita Pendek (Stunting) di Indonesia Tahun 2018. *Seminar Nasional Official Statistics*, 2020(1), 1224–1231. <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2020i1.662>
- Sari, L., Izzulsyah, I., Zinatussorihah, & Melantika, I. O. (2024). Pengaruh Jumlah Penduduk Miskin dan Akses Sanitasi Layak terhadap Prevalensi Stunting Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal Fraction*, 4(1), 6–13.
- Sihombing, A. O. (2022). Analisis Spasial Kemiskinan Di Sumatera Utara. *Journal of Analytical Research, Statistics and Computation*, 1(1), 64–77. <https://www.jarsic.org/main/article/view/6/3>
- Sriningsih, M., Hatidja, D., & Prang, J. D. (2018). Penanganan Multikolinearitas dengan Menggunakan Analisis Regresi Komponen Utama pada Kasus Impor Beras di Provinsi Sulut. *Jurnal Ilmiah Sains*, 18(1), 18–24. <https://doi.org/10.35799/jis.18.1.2018.19396>