

Tugas Besar Statistika Spasial  
Semester Genap Tahun Ajaran 2023/2024

# **PEMODELAN REGRESI SPASIAL PADA INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA DI KALIMANTAN TAHUN 2022**

Dosen Pengampu :  
Mega Silfiani, S.Si., M.Si., M.Sc.  
Riki Herliansyah, Ph.D.

Oleh :  
Adha Karamina Achmad (16211001)  
Ukhti Nurul Isnaniah (16211028)

## 1. DATA PENELITIAN

Penelitian ini berfokus pada Kabupaten dan Kota di Pulau Kalimantan, yang terdiri dari 55 Kabupaten dan Kota di lima provinsi Pulau Kalimantan. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari situs resmi Badan Pusat Statistik dan Kementerian Ketenagakerjaan RI. Adapun variabel yang diteliti yaitu Indeks Pembangunan Manusia (IPM), persentase penduduk miskin, jumlah penduduk, Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT), Rata-rata Lama Sekolah (RLS), dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK). Data yang digunakan merupakan data periode Tahun 2022.

## 2. VARIABEL YANG DIUKUR

Variabel yang diukur dan dianalisis dalam penelitian ini yaitu Indeks Pembangunan Terbuka ( $Y$ ) sebagai variabel dependen dengan persentase penduduk miskin ( $X_1$ ), jumlah penduduk ( $X_2$ ), Tingkat Pengangguran Terbuka ( $X_4$ ), Rata-rata Lama Sekolah ( $X_5$ ), dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja ( $X_6$ ) sebagai variabel independen. Berikut data yang digunakan untuk dianalisis dengan menampilkan 10 data teratas.

**Tabel 1.** Data penelitian

Kab/Kota	IPM	%Penduduk Miskin	Jumlah Penduduk	TPT	RLS	TPAK
Balangan	69,73	5.83	68313	3.98	7,85	72.54
Banjar	70,72	2.79	305404	2.72	7,71	69.91
Barito Kuala	67,37	4.75	161336	3.63	7,63	70.74
Barito Selatan	71,01	4.88	131997	3.53	9,01	65.99
Barito Timur	72,07	6.59	115406	2.95	9,32	75.3
Barito Utara	71,21	5,80	160235	4.82	8,90	69.98
Bengkayang	68,74	6,03	296855	2.84	7,00	69.95
Berau	75,74	5.65	175265	5,02	9,54	64.97
Bulungan	72,08	9.32	162878	5,03	9,20	64.24
Gunung Mas	71,40	5.64	142309	2.96	9,24	69.53

Sumber : BPS dan Kementerian Ketenagakerjaan RI

## 3. METODE PENELITIAN

Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah analisis regresi spasial. Analisis regresi spasial merupakan bentuk lanjut dari analisis regresi yang dirancang untuk menangani

masalah pada data spasial. Ketika data memiliki komponen lokasi, muncul dua masalah utama yaitu ketergantungan spasial antar pengamatan (*spatial dependence*) dan heterogenitas spasial (*spatial heterogeneity*) dalam proses pemodelan (Wenny, 2021). Beberapa model regresi spasial adalah sebagai berikut.

### 3.1 *Spatial Autoregressive Model (SAR)*

*Spatial Autoregressive Model (SAR)* merupakan model regresi linier yang terbentuk akibat adanya pengaruh nilai variabel dependen di suatu wilayah terhadap nilai di wilayah lain (Wenny, 2021). Model umum untuk model SAR adalah sebagai berikut.

$$y = \rho Wy + X\beta + \varepsilon \dots \dots \dots (1)$$

$$\varepsilon \sim N(0, \alpha^2 I_n)$$

di mana:

$y$  = vektor variabel dependen berukuran  $n \times 1$

$\rho$  = koefisien variabel dependen lag spasial

$W$  = matriks bobot spasial

$X$  = matriks variabel independen berukuran  $n \times k$

$\beta$  = parameter pengaruh variabel independen terhadap variasi pada variabel dependen

### 3.2 *Spatial Error Model (SEM)*

*Spatial Error Model (SEM)* merupakan model regresi linier yang terbentuk akibat adanya ketergantungan galat/error pada suatu wilayah terhadap wilayah lain (Wenny, 2021). Model umum untuk SEM adalah sebagai berikut.

$$y = X\beta + (I - \lambda W)^{-1} \varepsilon \dots \dots \dots (2)$$

$$\varepsilon \sim N(0, \alpha^2 I_n)$$

di mana:

$\lambda$  = koefisien spasial *lag error*

### 3.3 *Spatial Autoregressive Moving Average (SARMA)*

*Spatial Autoregressive Moving Average (SARMA)* merupakan model gabungan antara model spasial SAR dan SEM. Model umum untuk SARMA adalah sebagai berikut.

$$y = \rho Wy + X\beta + (I - \lambda W)^{-1} \varepsilon \dots \dots \dots (3)$$

### 3.4 Uji Moran's I

Autokorelasi spasial terjadi karena ketergantungan antara satu lokasi dengan lokasi lain yang berdekatan. Salah satu uji yang digunakan untuk memeriksa keberadaan autokorelasi spasial secara global adalah uji Moran's I, yang dapat dihitung dengan rumus berikut (Grekousis, 2020).

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \dots\dots\dots(4)$$

Moran's I memiliki nilai yang berkisar antara -1 s.d 1. Hipotesis pengujian yang dilakukan yaitu :

$H_0$  :  $I = E(I)$  (tidak terdapat autokorelasi spasial)

$H_1$  :  $I \neq E(I)$  (terdapat autokorelasi spasial)

### 3.5 Rumusan Masalah

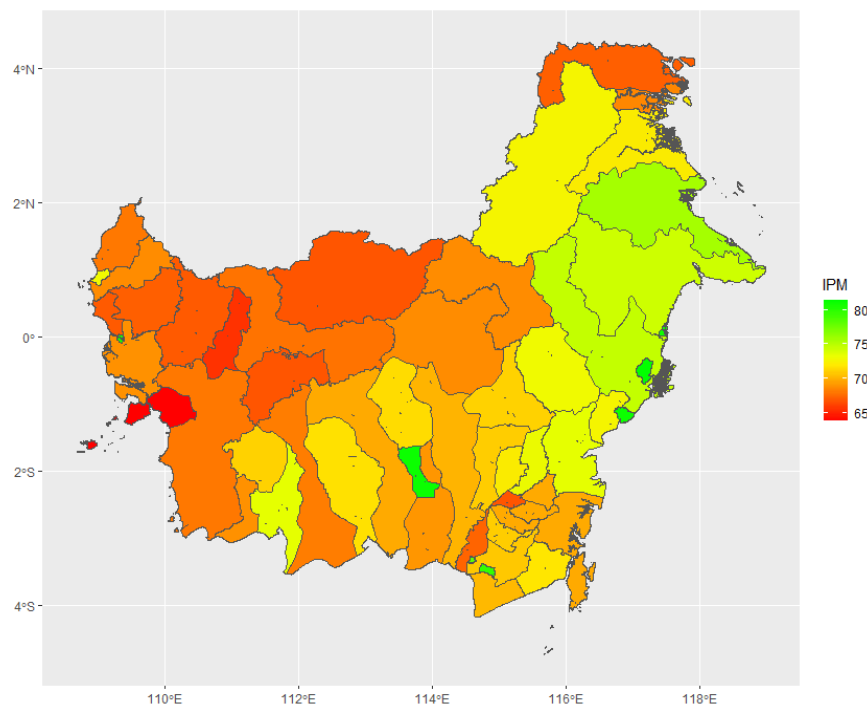
Adapun rumusan masalah yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Model regresi spasial apa yang paling terbaik dalam memodelkan IPM Kalimantan tahun 2022?
2. Bagaimana pengaruh spasial dari variabel-variabel yang diidentifikasi terhadap IPM Kalimantan tahun 2022?
3. Variabel apa yang paling berpengaruh signifikan terhadap IPM Kalimantan tahun 2022 berdasarkan model terbaik?

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis Data Eksplorasi/*Exploratory Data Analysis* (EDA)

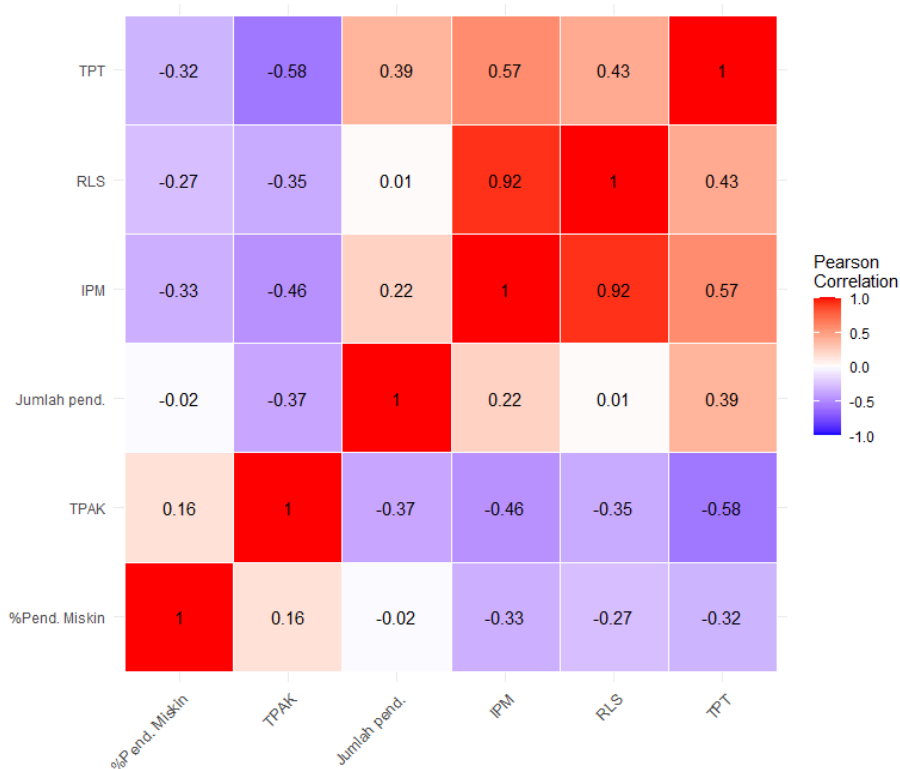
Dilakukan analisis data eksplorasi untuk lebih mengetahui karakter data, termasuk distribusi, korelasi antar variabel, serta mengidentifikasi potensi anomali atau nilai-nilai *outlier*. Berikut merupakan peta sebaran IPM berdasarkan kabupaten dan kota di Kalimantan tahun 2022 dengan warna merah mengindikasikan nilai IPM yang rendah, warna kuning mengindikasikan nilai IPM sedang, dan warna hijau mengindikasikan nilai IPM tinggi.



**Gambar 1.** Peta sebaran IPM Kalimantan tahun 2022

Berdasarkan Gambar 1, terlihat bahwa daerah Kalimantan dari tengah ke barat dan pada bagian utara menunjukkan nilai IPM yang rendah, sedangkan daerah Kalimantan pada bagian timur menunjukkan nilai IPM yang tinggi.

Selanjutnya, dilakukan identifikasi adanya multikolinearitas pada variabel independen yang digunakan dengan matriks korelasi. Langkah ini bertujuan untuk memeriksa tingkat hubungan antar variabel-variabel yang ada dalam model. Berikut merupakan matriks korelasi dari variabel-variabel yang akan dianalisis.



**Gambar 2.** Matriks korelasi

Hasil matriks korelasi menunjukkan bahwa rata-rata lama sekolah (RLS) dengan indeks pembangunan manusia (IPM) memiliki korelasi positif paling tinggi sebesar 0.92. artinya jika rata-rata lama sekolah mengalami peningkatan akan diikuti dengan peningkatan indeks pembangunan manusia juga, dan sebaliknya. Selanjutnya, berdasarkan analisis matriks korelasi tidak mengindikasikan bahwa terjadinya multikolinearitas pada variabel independen.

Kemudian dilakukan statistika deskriptif untuk mengetahui karakter data yang dianalisis. Berikut merupakan hasil analisis statistika deskriptif.

**Tabel 2.** Statistika deskriptif

Variabel	Mean	Median	Min.	Max.
IPM	71.38	70.53	63.81	81.43
% Penduduk Miskin	6.05	5.73	2.45	11.55
Jumlah penduduk	249,496	175,862	20,147	673,836
TPT	4.51	4.16	1.33	9.92
TPAK	68.52	69.44	60.57	77.68
RLS	8.49	8.25	6.21	11.6

Sumber : Penulis, 2024

Berdasarkan hasil statistika deskriptif nilai IPM paling rendah sebesar 63.81 pada Kab. Kayong Utara Kalbar dan IPM paling tinggi sebesar 81.43 pada Kota Samarinda Kaltim.

Persentase penduduk miskin paling rendah sebesar 2.45% pada Kab. Ketapang Kalbar dan paling tinggi sebesar 11.45% pada Kab. Mahakam Ulu Kaltim. Jumlah penduduk paling rendah sebesar 20 ribu penduduk pada Kab. Mahakam Ulu Kaltim dan paling tinggi sebesar 674 ribu penduduk pada Kota Samarinda Kaltim. Tarakan Kaltara. TPT paling rendah sebesar 1.33 pada Kab. Sekadau Kalbar dan paling tinggi sebesar 9.92 pada Kota Pontianak Kalbar. TPAK paling rendah sebesar 60.57 pada Kab. Ketapang Kalbar dan paling tinggi sebesar 77.68 pada Kab. Kapuas Hulu Kalbar. RLS paling rendah sebesar 6.21 pada Kab. Kayong Utara Kalbar dan paling tinggi sebesar 11.6 pada Kota Palangka Raya Kalteng.

## 4.2 Identifikasi Model SAR

Syarat penggunaan model *Spatial Autoregressive Model* (SAR) adalah variabel respon dependen atau terdapat autokorelasi spasial. Adapun pengecekan model SAR dapat dilakukan melalui pengujian indeks moran. Hipotesis pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

$H_0$  : Tidak terdapat autokorelasi spasial pada variabel respon

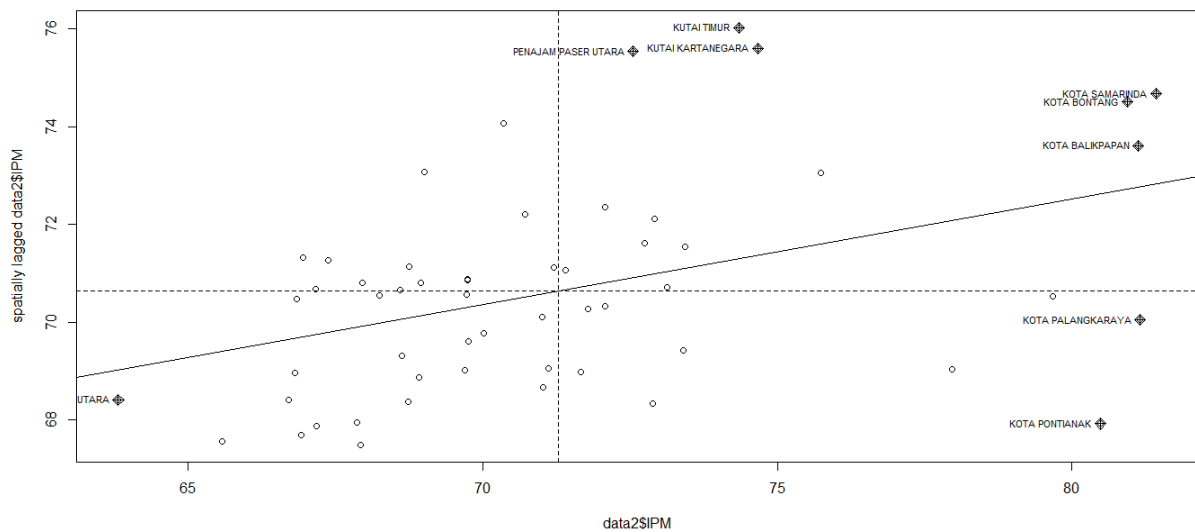
$H_1$  : Terdapat autokorelasi spasial pada variabel respon

Dilakukan perhitungan indeks moran dengan hasilnya yang dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 3.** Hasil Uji Indeks Moran's I Variabel Respon

	<b>Indeks Moran's I</b>	<b>P-Value</b>	<b>Keputusan</b>
<b>Value</b>	0.215	0.005	Tolak $H_0$

Berdasarkan uji indeks Moran's I diperoleh keputusan tolak  $H_0$  artinya variabel respon terdapat autokorelasi spasial atau variabel respon bersifat dependen. Maka model regresi spasial SAR dapat digunakan. Terdapat pula nilai indeks moran yang bersifat yaitu 0.215 menunjukkan adanya autokorelasi positif. Berikut disajikan plot moran yang memvisualisasikan kuadran serta daerah yang termasuk di dalamnya.



**Gambar 3.** Moran plot

Plot moran terbagi menjadi 4 kuadran. Dalam plot terlihat Kota Balikpapan, Kota Bontang, Kota Samarinda, Kutai Timur, Kutai Kartanegara, dan Penajam Paser Utara berada dalam kuadran I yaitu *high high*. Artinya, Kota Balikpapan termasuk daerah yang memiliki nilai IPM yang tinggi dan wilayah sekitarnya juga memiliki nilai IPM yang tinggi. Kota Pontianak berada dalam kuadran IV yaitu *high low*. Artinya, Kota Pontianak termasuk daerah yang memiliki nilai IPM yang tinggi sedangkan wilayah sekitarnya memiliki nilai IPM yang rendah.

### 4.3 Model Regresi Klasik

Sebelum melakukan identifikasi model *Spatial Error Model* (SEM) terlebih dahulu dibuat model regresi klasik untuk mendapatkan nilai residual. Adapun koefisien regresi yang dihasilkan sebagai berikut.

**Tabel 4.** Koefisien regresi klasik

Variabel	Estimasi	Std. Error	P-Value
Konstanta	46.28	4.826	0.000
TPAK	-0.135	0.574	0.585
Jumlah penduduk	0.000	0.000	0.003
TPT	-0.615	1.328	0.055
% Penduduk Miskin	-1.200	0.903	0.189
RLS	30.48	1.794	0.000

Konstanta yang dihasilkan sebesar 46.28, ini menunjukkan besar IPM jika variabel independen bernilai nol atau konstan. Didapatkan bahwa variabel yang berpengaruh signifikan terhadap IPM adalah jumlah penduduk dan rata-rata lama sekolah, selain itu



rata-rata lama sekolah juga memberikan pengaruh terhadap peningkatan IPM yang tinggi sebesar 30.48. Berikut hasil pengecekan asumsi pada residual yang dihasilkan terhadap asumsi kenormalan, kehomogenan ragam, dan kebebasan galat.

**Tabel 5.** Hasil Uji Asumsi Residual

Asumsi	P-Value	Keputusan	Keterangan
Normalitas	0.7209	Gagal tolak $H_0$	Residual berdistribusi normal
Homogenitas	0.6564	Gagal tolak $H_0$	Residual homogen
Kebebasan galat	0.5843	Gagal tolak $H_0$	Residual saling bebas

Hasil uji asumsi keseluruhan menunjukkan P-Value > alfa (0.05), artinya residual memenuhi ketiga asumsi klasik yaitu asumsi residual berdistribusi normal, variansi residual homogen, dan residual model saling bebas.

#### 4.4 Identifikasi Model SEM

Berdasarkan residual yang telah didapatkan sebelumnya maka selanjutnya akan diuji autokorelasi pada residual melalui uji indeks moran. Hipotesis pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

$H_0$  : Tidak terdapat autokorelasi spasial pada residual

$H_1$  : Terdapat autokorelasi spasial pada residual

**Tabel 6.** Hasil Uji Indeks Moran Residual

	Indeks Moran	P-Value	Keputusan
Value	0.209	0.007	Tolak $H_0$

Berdasarkan pengujian indeks moran menunjukkan cukup ada bukti untuk menyatakan bahwa tidak terdapat autokorelasi spasial pada residual karena nilai P-Value < alfa (0.05). Indeks moran yang dihasilkan positif sebesar 0.209 yang menunjukkan adanya autokorelasi positif.

#### 4.5 Uji Efek Spasial

Setelah dilakukan identifikasi model, didapatkan bahwa variabel respon dan residual tidak independen atau terdapat autokorelasi. Maka model SAR, SEM, dan SARMA memenuhi asumsi dan dapat digunakan. Sehingga akan dilakukan uji efek spasial terhadap model-model tersebut. Berikut merupakan hasil dari uji efek spasial.

**Tabel 7.** Uji Efek Spasial

Uji Test	Statistics	Parameter	P-Value
RSerr	4.606	1	0.032
RSlag	1.532	1	0.216
adjRSerr	3.140	1	0.076
adjRSlag	0.666	1	0.796
SARMA	4.673	2	0.097

Hasil uji efek spasial menunjukkan terdapat 1 model yang signifikan terhadap analisis yang dilakukan berdasarkan P-Value nya yaitu RSerr.

#### 4.6 Model Spasial

Dilakukan pengecekan asumsi model pada ketiga model spasial yang signifikan untuk memastikan bahwa asumsi yang diperlukan untuk penggunaan model tersebut terpenuhi dan hasil analisis yang dihasilkan dapat diandalkan.

##### a. Model SAR

**Tabel 8.** Model SAR

Variabel	Estimasi	Std. Error	P-Value
$\rho$	0.106	0.086	0.221
$\beta_0$	39.28	7.144	0.000
$\beta_1$	-0.0276	0.053	0.606
$\beta_2$	0.000	0.000	0.000
$\beta_3$	-0.674	0.125	0.033
$\beta_4$	-0.309	0.085	0.121
$\beta_5$	2.656	0.191	0.000

Berdasarkan uji SAR didapatkan nilai parameter Rho sebesar 0.1063 dengan P-Value sebesar 0.221. Nilai tersebut digunakan untuk menilai apakah terdapat autokorelasi spasial dalam data.

**Tabel 9.** Hasil Uji Asumsi Model SAR

Asumsi	P-Value	Keputusan	Keterangan
Normalitas	0.288	Gagal tolak $H_0$	Residual berdistribusi normal
Homogenitas	0.542	Gagal tolak $H_0$	Residual homogen
Autokorelasi	0.056	Gagal tolak $H_0$	Tidak ada autokorelasi spasial

Hasil uji asumsi model SAR terlihat bahwa dari uji kenormalan, kehomogenan ragam, dan autokorelasi p-value > alpha (0.05) gagal tolak  $H_0$ . Artinya, galat menyebar normal, ragam

galat homogen, dan tidak terdapat autokorelasi spasial pada model SAR sehingga dapat dikatakan bahwa semua asumsi klasik terpenuhi.

#### b. Model SEM

**Tabel 10.** Model SEM

Variabel	Estimasi	Std. Error	P-Value
$\lambda$	0.425	0.148	0.227
$\beta_0$	44.74	4.206	0.000
$\beta_1$	-0.016	0.049	0.739
$\beta_2$	0.000	0.000	0.001
$\beta_3$	0.136	0.123	0.260
$\beta_4$	-0.126	0.085	0.138
$\beta_5$	3.184	0.184	0.000

Nilai parameter lambda yang dihasilkan pada model SEM sebesar 0.42548 dengan P-Value sebesar 0.227. Nilai lambda merupakan nilai parameter autokorelasi spasial.

**Tabel 11.** Hasil Uji Asumsi Model SEM

Asumsi	P-Value	Keputusan	Keterangan
Normalitas	0.273	Gagal tolak $H_0$	Residual berdistribusi normal
Homogenitas	0.388	Gagal tolak $H_0$	Residual homogen
Autokorelasi	0.487	Gagal tolak $H_0$	Tidak ada autokorelasi spasial

Hasil uji asumsi model SEM terlihat ketiga asumsi memiliki p-value > alpha (0.05) gagal tolak  $H_0$ . Artinya galat menyebar normal, ragam galat homogen, dan tidak terdapat autokorelasi spasial pada model SEM sehingga dapat dikatakan bahwa semua asumsi klasik terpenuhi.

#### c. Model SARMA

Hasil identifikasi model menunjukkan bahwa data menghasilkan dependensi lag dan dependensi error. Maka data yang digunakan dapat dimodelkan dengan SARMA atau *Spatial Autocorrelation Moving Average*.

**Tabel 12.** Model SARMA

Variabel	Estimasi	Std. Error	P-Value
$\rho$	-0.038	0.108	0.726
$\lambda$	0.0464	0.162	0.004

Variabel	Estimasi	Std. Error	P-Value
$\beta_0$	47.32	8.731	0.000
$\beta_1$	-0.015	0.048	0.747
$\beta_2$	0.000	0.000	0.000
$\beta_3$	0.124	0.122	0.309
$\beta_4$	-0.128	0.085	0.134
$\beta_5$	3.195	0.185	0.000

Pada uji SARMA parameter yang digunakan adalah Rho dan Lambda. Rho yang dihasilkan sebesar -0.0377 dan P-Value sebesar 0.72573, sedangkan lambda yang diperoleh sebesar 0.46433 dan P-Value sebesar 0.004.

**Tabel 13.** Hasil Uji Asumsi Model SARMA

Asumsi	P-Value	Keputusan	Keterangan
Normalitas	0.279	Gagal tolak $H_0$	Residual berdistribusi normal
Homogenitas	0.387	Gagal tolak $H_0$	Residual homogen
Autokorelasi	0.479	Gagal tolak $H_0$	Tidak ada autokorelasi spasial

Ketiga uji asumsi model SARMA memiliki p-value > alpha (0.05) maka keputusan uji gagal tolak  $H_0$ . Artinya, galat menyebar normal, ragam galat homogen, dan tidak terdapat autokorelasi spasial pada model SARMA sehingga dapat dikatakan bahwa semua asumsi klasik terpenuhi.

#### 4.7 *Goodness of Fit*

Berdasarkan hasil uji model spasial SAR, SEM, dan SARMA ketiga model memenuhi asumsi klasik. Maka selanjutnya dilakukan uji *goodness of fit* untuk memilih model yang paling terbaik. Berikut merupakan tabel yang membandingkan model regresi klasik dan ketiga model spasial.

**Tabel 14.** Perbandingan model

	Regresi Klasik	SAR	SEM	SARMA
AIC	197.19	197.69	195.97	195.9
Rho		0.106 (0.221)		-0.038 (0.726)
Lambda			0.425 (0.022)	0.464 (0.004)
Asumsi Normalitas	✓	✓	✓	✓
Asumsi Homogenitas	✓	✓	✓	✓
Asumsi Autokorelasi	✓	✓	✓	✓

Model SARMA dianggap baik jika Rho dan Lambda keduanya signifikan. Jika Rho tidak signifikan, model tersebut sama dengan SEM. Jika Lambda tidak signifikan, model tersebut sama dengan SAR. Jika keduanya tidak signifikan, model tersebut sama dengan model regresi klasik (Annebel, 2021).

Berdasarkan Tabel 14 model SARMA memiliki Rho yang tidak signifikan, tetapi memiliki lambda yang signifikan. Sehingga dapat dikatakan bahwa model SARMA dan SEM sama. Model yang tersisa adalah regresi klasik, SAR, dan SEM. Maka selanjutnya dilakukan perbandingan model melalui nilai AIC terkecil, dilihat dari ketiga model yang tersisa SEM memiliki nilai AIC terkecil. Dapat disimpulkan bahwa model SEM merupakan model spasial terbaik.

#### 4.8 Uji Efek Spasial

Setelah dilakukan uji kebaikan model, didapatkan bahwa model SEM lebih baik dibandingkan metode lainnya. Model SEM memiliki nilai lamda sebesar 0.42548 dengan P-Value sebesar 0.022. Untuk mengetahui apakah terdapat autokorelasi spasial maka dilakukan uji hipotesis berikut.

$H_0 : \lambda = 0$  (*tidak ada autokorelasi spasial*)

$H_1 : \lambda \neq 0$  (*terdapat autokorelasi spasial*)

Nilai P-Value menunjukkan  $< 0.05$  maka terdapat cukup bukti untuk tolak  $H_0$ , yang berarti terdapat autokorelasi spasial positif. Artinya, IPM memiliki pengaruh yang signifikan terhadap lokasi tetangga. Berikut ditampilkan tabel dari estimasi parameter model SEM.

**Tabel 15.** Estimasi parameter model SEM

Variabel	Estimasi	Std. Error	P-Value
$\lambda$	0.425	0.148	0.227
$\beta_0$	44.74	4.206	0.000
$\beta_1$	-0.016	0.049	0.739
$\beta_2$	0.000	0.000	0.001
$\beta_3$	0.136	0.123	0.260
$\beta_4$	-0.126	0.085	0.138
$\beta_5$	3.184	0.184	0.000

Berdasarkan tabel estimasi parameter, persamaan yang dihasilkan dari model SEM adalah

$$y = 0.425W_{\mu} + 44.74\beta_0 - 0.016\beta_1 + 0.136\beta_3 - 0.126\beta_4 + 3.184\beta_5 + \varepsilon$$

Jumlah penduduk dan rata-rata lama sekolah memiliki pengaruh signifikan dibandingkan faktor lainnya. Nilai konstanta yang dihasilkan sebesar 44.74, artinya jika menganggap faktor lainnya konstan (nol) maka IPM sebesar 44.74. Berikut hasil interpretasi estimasi parameter yang diperoleh.

- a. Setiap perubahan satu satuan TPAK mengakibatkan penurunan sebesar 0.016 pada IPM, dengan menganggap faktor lain konstan.
- b. Koefisien regresi jumlah penduduk sebesar 0.000, sehingga jumlah penduduk tidak terlalu mempengaruhi peningkatan atau penurunan IPM.
- c. Koefisien regresi TPT sebesar 0.136, jika TPT meningkat satu satuan maka akan meningkatkan IPM sebesar 0.136 dengan anggapan faktor lain konstan.
- d. Koefisien regresi persentase penduduk miskin sebesar -0.126, yang artinya setiap perubahan satu persen penduduk miskin mengakibatkan penurunan IPM sebesar 0.126, dengan menganggap faktor lain konstan.
- e. Koefisien rata-rata lama sekolah sebesar 3.184, yang artinya setiap perubahan satu tahun rata-rata lama sekolah mengakibatkan peningkatan IPM sebesar 3.184, dengan menganggap faktor lain konstan.

## **5. KESIMPULAN**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Model spasial terbaik dalam memodelkan IPM Kalimantan adalah model SEM yang menunjukkan nilai AIC terkecil dibanding dengan model spasial lainnya.
2. Berdasarkan uji efek spasial menunjukkan model SEM memiliki lambda sebesar 0.425 dengan P-Value < 0.05 sehingga terdapat autokorelasi spasial positif pada model SEM, artinya variabel-variabel yang diidentifikasi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap lokasi daerah tetangga.
3. Berdasarkan model SEM, variabel independen yang paling berpengaruh signifikan terhadap IPM Kalimantan adalah variabel jumlah penduduk dan rata-rata lama sekolah.

## **6. SARAN**

Adapun saran yang dapat kami ajukan untuk penelitian selanjutnya adalah menambahkan variabel independen yang relevan terhadap IPM seperti faktor ekonomi lainnya, pendidikan, atau infrastruktur. Penambahan variabel ini dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif dan akurat mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi IPM, sehingga dapat digunakan untuk perencanaan kebijakan yang lebih efektif dan tepat sasaran.