

Analisis Autokorelasi dan Pemodelan Spasial Tingkat Kemiskinan di Indonesia

Aulia Zahra Panjaitan¹, Hilda Umayyah Anak Ampun², M. Ridho Sahputra³, Nursani Salsabillah Akza⁴, Tia Ramadani⁵, Zulkhairi⁶

¹²³⁴⁵⁶Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan

Article Info

Article history:

Received: Maret 2026

Revised: April 2026

Accepted: Juni 2026

Keywords:

Autokorelasi Spasial

Clustering

LISA

Kemiskinan

Moran's I

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola spasial dan keterkaitan tingkat kemiskinan pada kabupaten/kota di Indonesia menggunakan pendekatan statistika spasial. Data yang digunakan mencakup 420 wilayah hasil penggabungan data sosial ekonomi dan data spasial. Metode analisis yang digunakan meliputi uji autokorelasi spasial global dengan Moran's I, analisis autokorelasi spasial lokal menggunakan *LISA*, serta pemodelan regresi dengan pendekatan *Ordinary Least Squares (OLS)* dan *Spatial Filtering*. Hasil penelitian menunjukkan adanya autokorelasi spasial positif yang signifikan pada tingkat kemiskinan, yang mengindikasikan pola mengelompok (*clustered*). Analisis *LISA* mengidentifikasi adanya kluster kemiskinan tinggi di wilayah Indonesia bagian timur, khususnya Papua, serta kluster kemiskinan rendah di wilayah Jawa, Sumatera, dan Kalimantan. Model *OLS* menunjukkan bahwa variabel angka harapan hidup, rata-rata lama sekolah, dan pengeluaran per kapita berpengaruh signifikan terhadap tingkat kemiskinan. Namun, model *Spatial Filtering* memberikan hasil yang lebih baik dengan peningkatan nilai koefisien determinasi, sehingga mampu menjelaskan variasi kemiskinan secara lebih komprehensif dengan mempertimbangkan efek spasial.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Corresponding Author:

Aulia Zahra Panjaitan

Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan

Email: auliazahra.4243260038@mhs.unimed.ac.id

1. PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan yang masih dihadapi oleh negara Indonesia yaitu masalah kemiskinan. Masalah kemiskinan merupakan masalah yang kompleks dan bersifat multidimensional sehingga menjadi prioritas pembangunan [1]. Kemiskinan merupakan topik inti yang selalu menjadi bahan pembicaraan negara dunia. Kemiskinan merupakan permasalahan serius di Indonesia yang masih berada pada jalur pembangunan ekonomi. Masih terdapat 24% dari 240 juta penduduk Indonesia yang hidup dalam kemiskinan, menurut tingkat kemiskinan yang didefinisikan sebagai mereka yang memiliki pendapatan tahunan kurang dari \$1 [2].

Dalam konteks analisis wilayah, data geospasial memegang peranan penting karena berkaitan dengan lokasi atau posisi suatu objek di permukaan bumi. Data ini mencakup informasi tentang objek, fenomena, atau kondisi yang memiliki aspek geografis, seperti koordinat, bentuk, dan ukuran. Data geospasial digunakan untuk membuat peta, menganalisis, dan memahami berbagai aspek lingkungan dan aktivitas manusia [3]. Autokorelasi spasial adalah ukuran kemiripan dari objek di dalam suatu ruang (jarak, waktu, dan wilayah). Hal ini menggambarkan kondisi nilai pengamatan di wilayah i dipengaruhi oleh nilai pengamatan di wilayah sekitarnya, misalnya wilayah j ($i \neq j$). Jika terdapat pola sistematis di dalam penyebaran sebuah variabel, maka terdapat autokorelasi spasial. Adanya autokorelasi spasial mengindikasikan bahwa nilai atribut pada daerah tertentu terkait oleh nilai atribut tersebut pada daerah lain yang letaknya berdekatan (bertetangga) [4].

Indeks Moran (Moran I) adalah metode yang paling sering digunakan untuk menghitung autokorelasi spasial global. Metode ini dapat digunakan untuk mendeteksi timbulnya keacakan spasial. Keacakan spasial ini dapat menunjukkan pola yang membentuk cluster atau membentuk tren dalam ruang [5]. *Local indicator of spatial autocorrelation (LISA)* merupakan pengujian autokorelasi spasial secara lokal yang berfungsi untuk memberikan informasi terkait hubungan spasial secara spesifik dari setiap daerah pengamatan. Apabila suatu daerah memiliki autokorelasi spasial maka dapat dikatakan daerah tersebut membentuk sebuah hubungan. Nilai LISA setiap daerah dapat digunakan untuk memberikan petunjuk adanya pengelompokan hubungan spasial yang signifikan dari nilai yang sama di sekitar daerah tersebut [6]. *Clustering* dalam analisis spasial adalah kondisi ketika nilai suatu fenomena cenderung mengelompok pada wilayah yang berdekatan secara geografis. Dengan kata lain, lokasi yang berdekatan memiliki nilai yang mirip sehingga membentuk suatu kelompok atau cluster. *Clustering* menunjukkan bahwa pola penyebaran data tidak bersifat acak (*non-random*), melainkan terdapat hubungan atau keterkaitan antar wilayah yang saling berdekatan [7].

Beberapa studi telah dilakukan dalam menangani masalah kemiskinan dengan pendekatan spasial, ada beragam saran dari studi sebelumnya mengenai analisis spasial kemiskinan dan hubungan antara kemiskinan dengan kepemilikan sertifikasi tanah dan dengan penggunaan lahan pertanian [8]. Susila (2011) menunjukkan bahwa hasil analisis visual spasial deskriptif dan autokorelasi spasial (dengan Indeks Geary dan Moran) terlihat bahwa sebaran spasial persentase penduduk miskin dan kepadatan penduduk miskin cenderung membentuk pola mengelompok (kantong kemiskinan) [9]. Berdasarkan penelitian oleh Swari, Suciptawati dan Susilawati (2023) bahwa dengan menggunakan uji LISA terdapat efek spasial pada data pertumbuhan ekonomi di Indonesia [6]. Salah satu permasalahan yang masih dihadapi oleh negara Indonesia yaitu masalah kemiskinan. Masalah kemiskinan merupakan masalah yang kompleks dan bersifat multidimensional sehingga menjadi prioritas pembangunan. Salah satu aspek penting untuk mendukung strategi penanggulangan kemiskinan adalah tersedianya data kemiskinan yang akurat. Ketika data telah tersedia, maka pemerintah dapat mengambil keputusan apa saja yang harus dilakukan untuk penanggulangan tersebut. Selain itu, data yang tersedia dapat membuat pemerintah membandingkan angka kemiskinan dari tahun ke tahun. Banyak penelitian terdahulu yang hanya menganalisis data menggunakan *Moran's I* dan LISA, tetapi tidak mengelompokkan data ke dalam cluster.

Penelitian sebelumnya telah banyak mengkaji pola spasial kemiskinan menggunakan metode *Moran's I* dan LISA. Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih terbatas pada analisis autokorelasi spasial tanpa menerapkan metode clustering untuk mengelompokkan wilayah secara lebih komprehensif [10]. Selain itu, kajian yang mencakup seluruh wilayah Indonesia secara simultan masih terbatas, sehingga diperlukan penelitian yang mampu menggabungkan analisis *Moran's I*, LISA, dan clustering untuk memberikan gambaran yang lebih menyeluruh mengenai pola dan pengelompokan kemiskinan di Indonesia. Berdasarkan keterbatasan tersebut, kebaruan dalam penelitian ini terletak pada pendekatan yang mengintegrasikan analisis autokorelasi spasial dan pengelompokan wilayah secara simultan, sehingga mampu memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai pola kemiskinan. Penelitian ini juga menekankan bahwa kemiskinan antar wilayah tidak bersifat independen, melainkan saling berkaitan secara spasial. Selain itu, penggunaan Spatial Filtering menjadi nilai tambah karena mampu mengatasi pengaruh autokorelasi spasial dan menghasilkan model yang lebih akurat dalam menjelaskan variasi kemiskinan antar wilayah di Indonesia.

Tujuan dari studi kasus ini adalah untuk menganalisis pola dan keterkaitan spasial tingkat kemiskinan pada kabupaten/kota di Indonesia menggunakan pendekatan statistika spasial. Studi kasus ini bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan autokorelasi spasial pada tingkat kemiskinan menggunakan metode *Moran's I*, serta mengetahui pola kluster spasial kemiskinan antar wilayah melalui analisis *Local Indicators of Spatial*

Association (LISA). Selain itu, studi kasus ini juga bertujuan untuk membangun model pemodelan spasial menggunakan Spatial Filtering guna mengatasi pengaruh autokorelasi spasial pada data serta memperoleh model yang lebih baik dalam menjelaskan variasi tingkat kemiskinan antar wilayah.

2. METHOD

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dalam studi ini adalah seluruh kabupaten/kota di Indonesia. Unit analisis penelitian ini berjumlah 514 kabupaten/kota yang tersebar di berbagai provinsi di Indonesia. Analisis dilakukan dengan mempertimbangkan aspek keterkaitan wilayah (*spatial relationship*) antar kabupaten/kota yang berdekatan secara geografis.

Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari sumber data sosial ekonomi Indonesia yang tersedia secara daring. Data yang digunakan memuat berbagai indikator sosial ekonomi yang berkaitan dengan kemiskinan pada tingkat kabupaten/kota di Indonesia. Selain data numerik, penelitian ini juga menggunakan data spasial berupa peta wilayah (shapefile) kabupaten/kota di Indonesia yang digunakan untuk membangun hubungan spasial antar wilayah.

Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari satu variabel respon dan beberapa variabel penjelas. Variabel respon dalam penelitian ini adalah persentase penduduk miskin yang dinotasikan sebagai Y . Sementara itu, variabel penjelas yang digunakan meliputi Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) yang dinotasikan sebagai X_1 , angka harapan hidup yang dinotasikan sebagai X_2 , rata-rata lama sekolah yang dinotasikan sebagai X_3 , dan pengeluaran per kapita yang dinotasikan sebagai X_4 .

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis statistika spasial untuk mengidentifikasi pola persebaran kemiskinan serta keterkaitan antar wilayah kabupaten/kota di Indonesia. Tahapan analisis yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi beberapa langkah sebagai berikut.

1 Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif dilakukan untuk memberikan gambaran umum mengenai karakteristik data kemiskinan serta variabel sosial ekonomi pada kabupaten/kota di Indonesia. Analisis ini meliputi perhitungan nilai statistik deskriptif seperti nilai rata-rata, nilai minimum, dan nilai maksimum dari setiap variabel penelitian. Selain itu, visualisasi data juga dilakukan dalam bentuk peta tematik untuk menggambarkan distribusi spasial tingkat kemiskinan antar wilayah.

2 Pembentukan Matriks Bobot Spasial

Matriks bobot spasial digunakan untuk menggambarkan hubungan kedekatan antar wilayah kabupaten/kota. Matriks ini dapat dibentuk menggunakan metode *queen contiguity* atau *rook contiguity* berdasarkan batas wilayah yang saling bersinggungan.

3 Uji Autokorelasi Spasial Global

Pengujian autokorelasi spasial dilakukan menggunakan *Moran's I* untuk mengetahui apakah terdapat keterkaitan spasial pada tingkat kemiskinan antar wilayah kabupaten/kota di Indonesia.

4 Analisis Autokorelasi Spasial Lokal

Apabila hasil pengujian *Moran's I* menunjukkan adanya autokorelasi spasial yang signifikan, maka analisis dilanjutkan menggunakan *Local Indicators of Spatial Association* (LISA). Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola kluster kemiskinan secara lokal pada setiap wilayah, seperti kluster *High-High*, *Low-Low*, *High-Low*, dan *Low-High*, sehingga dapat diketahui wilayah-wilayah yang memiliki karakteristik kemiskinan yang serupa dengan wilayah sekitarnya.

5 Pemodelan Regresi Awal

Tahap selanjutnya adalah membangun model regresi linier menggunakan metode *Ordinary Least Squares* (OLS) untuk menganalisis hubungan antara variabel sosial ekonomi dengan tingkat kemiskinan pada kabupaten/kota di Indonesia. Model ini digunakan sebagai model dasar untuk mengetahui pengaruh variabel penjelas terhadap variabel respon sebelum mempertimbangkan pengaruh spasial.

6 Spatial Filtering

Untuk mengatasi pengaruh autokorelasi spasial pada model regresi, dilakukan pendekatan *Spatial Filtering*. Metode ini bertujuan untuk menghilangkan komponen spasial yang terdapat pada residual model sehingga asumsi independensi dapat terpenuhi. Dengan demikian, model yang dihasilkan diharapkan mampu menjelaskan variasi tingkat kemiskinan antar wilayah secara lebih baik.

Perangkat Lunak

Analisis dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak R sebagai alat utama dalam pengolahan dan analisis data. Dalam penelitian ini, beberapa paket yang digunakan antara lain sf untuk pengolahan data spasial dan manipulasi *shapefile*, spdep untuk melakukan analisis autokorelasi spasial seperti perhitungan *Moran's I* dan LISA serta pembentukan matriks bobot spasial, dan tmap untuk pembuatan visualisasi peta tematik.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Data yang digunakan merupakan data sosial ekonomi pada tingkat kabupaten/kota di Indonesia dengan jumlah observasi sebanyak 514 wilayah. Variabel yang dianalisis terdiri dari satu variabel respon yaitu persentase penduduk miskin, serta empat variabel penjelas yaitu PDRB, angka harapan hidup, rata-rata lama sekolah, dan pengeluaran per kapita. Untuk memberikan gambaran awal data, dilakukan analisis statistik deskriptif yang menyajikan nilai minimum, maksimum, rata-rata, dan median dari setiap variabel.

3.1 Deskripsi Data Penelitian

Tabel 1. Hasil Statistik Deskriptif

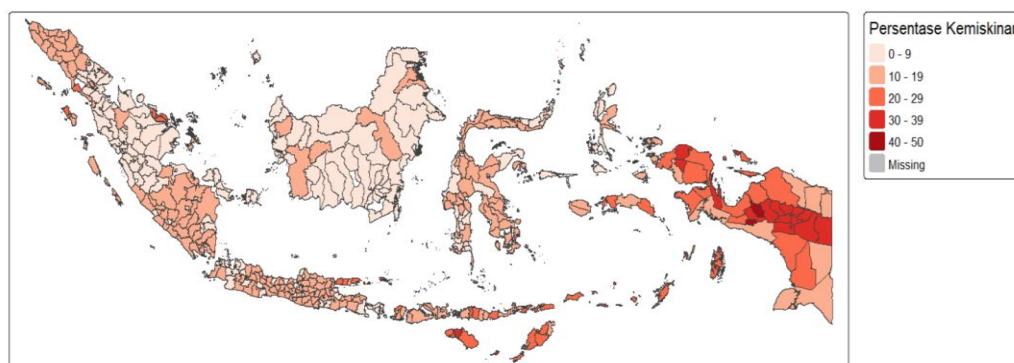
Variabel	Jumlah (N)	Minimum	Mean	Median	Maksimum
Persentase Penduduk Miskin	514	2,38	12,27	10,46	41,66
PDRB	514	1,042	34,798	13,069	819,000
Angka Harapan Hidup	514	55,37	69,62	69,92	77,86
Rata-rata Lama Sekolah	514	1,042	8,437	8,305	12,83
Pengeluaran per Kapita	514	3976	10325	10196	23888

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sosial ekonomi pada tingkat kabupaten/kota di Indonesia dengan jumlah observasi sebanyak 514 wilayah. Variabel yang dianalisis terdiri dari satu variabel respon dan empat variabel penjelas. Variabel respon dalam penelitian ini adalah persentase penduduk miskin, sedangkan variabel penjelas meliputi Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), angka harapan hidup, rata-rata lama sekolah, dan pengeluaran per kapita.

Berdasarkan Tabel 1, persentase penduduk miskin memiliki nilai minimum sebesar 2.38% dan nilai maksimum sebesar 41.66%, dengan nilai rata-rata sebesar 12.27%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tingkat kemiskinan antar kabupaten/kota di Indonesia. Variabel PDRB memiliki nilai minimum sebesar 1.042 dan nilai maksimum sebesar 819.000, dengan nilai rata-rata sebesar 34.798. Rentang nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat aktivitas ekonomi antar kabupaten/kota di Indonesia berbeda cukup besar. Variabel angka harapan hidup memiliki nilai minimum sebesar 55.37 tahun dan nilai maksimum sebesar 77.86 tahun, dengan nilai rata-rata sebesar 69.62 tahun. Sementara itu, variabel rata-rata lama sekolah memiliki nilai minimum sebesar 1.420 tahun dan nilai maksimum sebesar 12.830 tahun, dengan nilai rata-rata sebesar 8.437 tahun. Selain itu, variabel pengeluaran per kapita memiliki nilai minimum sebesar 3976 dan nilai maksimum sebesar 23888, dengan nilai rata-rata sebesar 10325. Nilai-nilai tersebut menunjukkan adanya variasi kondisi sosial ekonomi antar kabupaten/kota di Indonesia.

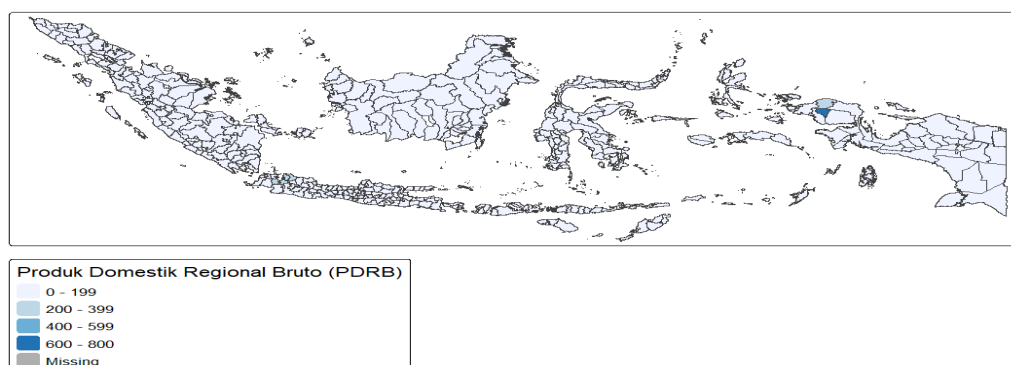
3.2 Peta Tematik Faktor Kemiskinan dan Tingkat Kemiskinan

Peta tematik digunakan untuk menggambarkan pola persebaran tingkat kemiskinan secara spasial pada kabupaten/kota di Indonesia. Visualisasi ini bertujuan untuk memberikan gambaran awal mengenai distribusi persentase penduduk miskin di setiap wilayah serta mengidentifikasi wilayah-wilayah yang memiliki tingkat kemiskinan relatif tinggi maupun rendah.



Gambar 1. Peta Tematik Persentase Penduduk Miskin

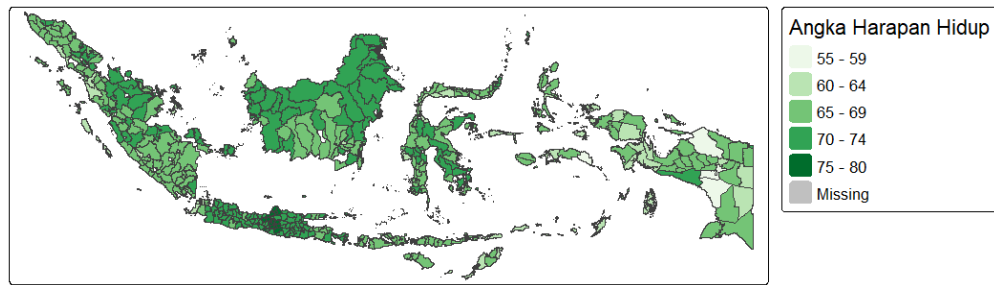
Berdasarkan Gambar 1, terlihat bahwa tingkat kemiskinan tidak tersebar secara merata antar wilayah. Wilayah dengan tingkat kemiskinan relatif tinggi banyak ditemukan di Indonesia bagian timur, khususnya pada beberapa kabupaten/kota di Papua dan Papua Barat. Sementara itu, wilayah dengan tingkat kemiskinan yang relatif lebih rendah banyak terdapat di beberapa wilayah Pulau Jawa dan Kalimantan. Pola tersebut menunjukkan adanya perbedaan kondisi sosial ekonomi antar wilayah serta mengindikasikan kemungkinan adanya keterkaitan spasial antar wilayah dalam tingkat kemiskinan.



Gambar 2. Peta Tematik Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)

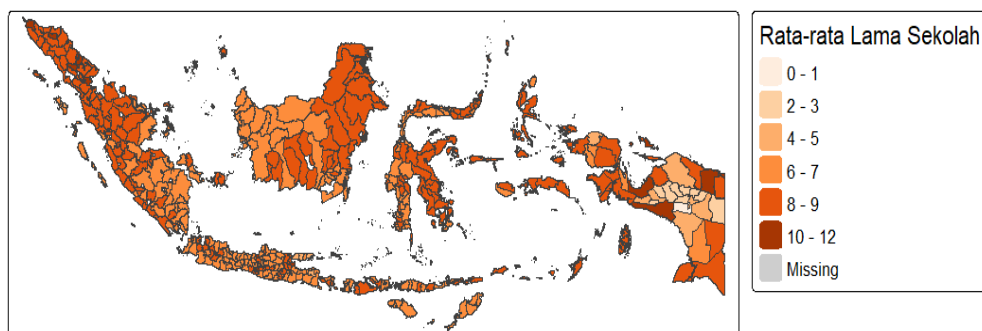
Selain variabel persentase penduduk miskin, visualisasi peta tematik juga dilakukan pada variabel penjelas yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), angka harapan hidup, rata-rata lama sekolah, dan pengeluaran per kapita. Peta tematik tersebut bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai pola persebaran spasial masing-masing variabel penjelas pada kabupaten/kota di Indonesia.

Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa nilai PDRB tidak tersebar secara merata antar wilayah. Sebagian besar kabupaten/kota memiliki nilai PDRB pada kategori rendah hingga menengah. Sementara itu, wilayah dengan nilai PDRB yang relatif tinggi terlihat pada beberapa kabupaten/kota di Papua, seperti Kabupaten Mimika, yang menunjukkan aktivitas ekonomi yang lebih tinggi dibandingkan wilayah lainnya. Kondisi ini menunjukkan adanya perbedaan tingkat aktivitas ekonomi antar wilayah di Indonesia.



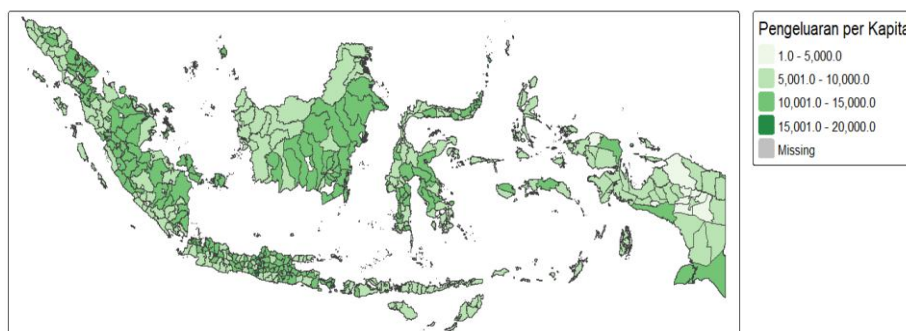
Gambar 3. Peta Tematik Angka Harapan Hidup

Berdasarkan Gambar 3, terlihat bahwa sebagian besar wilayah di Indonesia memiliki angka harapan hidup pada kisaran 65–74 tahun. Wilayah dengan angka harapan hidup yang relatif lebih tinggi umumnya terdapat di beberapa daerah di Pulau Jawa dan Bali, sedangkan beberapa wilayah di Papua menunjukkan angka harapan hidup yang relatif lebih rendah. Perbedaan ini menunjukkan adanya variasi kondisi kesehatan dan kesejahteraan masyarakat antar wilayah di Indonesia.



Gambar 4. Peta Tematik Rata-rata Lama Sekolah

Berdasarkan Gambar 4, terlihat bahwa sebagian besar wilayah memiliki rata-rata lama sekolah pada kisaran 6–9 tahun, yang menunjukkan bahwa rata-rata penduduk menempuh pendidikan hingga tingkat SMP atau awal SMA. Wilayah dengan rata-rata lama sekolah yang lebih tinggi umumnya terdapat di beberapa daerah di Pulau Jawa dan Bali, sedangkan beberapa wilayah di Papua menunjukkan rata-rata lama sekolah yang relatif lebih rendah. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan tingkat pendidikan antar wilayah di Indonesia.



Gambar 5. Peta Tematik Pengeluaran per Kapita

Berdasarkan Gambar 4 dan 5, terlihat bahwa sebagian besar kabupaten/kota di Pulau Sumatera, Jawa, dan Kalimantan memiliki nilai pengeluaran per kapita pada kategori 10,001 – 20,000. Sebaliknya, beberapa wilayah di Papua berada pada kategori pengeluaran per kapita yang lebih rendah, yaitu 1–10,000. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa tingkat kemampuan konsumsi masyarakat berbeda antar wilayah di Indonesia.

3.3 Pembentukan Matriks Bobot Spasial

Dalam penelitian ini, matriks bobot spasial dibentuk menggunakan metode queen contiguity, yaitu dengan mempertimbangkan wilayah yang memiliki sisi atau titik batas yang saling bersinggungan sebagai

wilayah yang saling bertetangga. Dengan metode ini, setiap kabupaten/kota akan memiliki beberapa wilayah tetangga yang digunakan dalam perhitungan hubungan spasial.

```
Neighbour list object:
Number of regions: 420
Number of nonzero links: 1586
Percentage nonzero weights: 0.899093
Average number of links: 3.77619
26 regions with no links:
13, 21, 55, 135, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151,
152, 153, 154, 218, 220, 236, 238, 239, 274, 321,
332, 333, 349, 356, 414
44 disjoint connected subgraphs
Link number distribution:

 0  1  2  3  4  5  6  7  8  9
26 37 55 70 83 54 58 20 14  3
37 least connected regions:
23 24 26 43 44 53 78 79 98 167 169 170 171 174 175 177 178 179 180 181 184 186 187 188 189 190 247 261 327 334 344 372 374 376 378 379 388 with
1 link
3 most connected regions:
60 210 230 with 9 links
```

Gambar 6. Hasil output R Studio Matriks Bobot Spasial

Berdasarkan Gambar 6, matriks bobot spasial yang dibentuk menggunakan metode *queen contiguity* menunjukkan bahwa jumlah wilayah yang dianalisis dalam penelitian ini sebanyak 420 kabupaten/kota. Data awal yang digunakan dalam penelitian ini mencakup 514 kabupaten/kota di Indonesia. Namun setelah proses penggabungan antara data sosial ekonomi dengan data spasial (*shapefile*), jumlah wilayah yang dapat dianalisis menjadi 420 kabupaten/kota. Hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan penulisan atau ketidaksesuaian nama wilayah antara dataset dengan shapefile yang digunakan, sehingga beberapa wilayah tidak dapat dipadankan dalam proses penggabungan data. Oleh karena itu, analisis spasial dalam penelitian ini dilakukan pada 420 kabupaten/kota yang berhasil dipadankan antara data atribut dan data spasial. Dari hasil pembentukan matriks bobot spasial tersebut diperoleh 1586 hubungan ketetanggaan antar wilayah dengan persentase bobot tidak nol sebesar 0,899. Selain itu, setiap wilayah memiliki rata-rata sekitar 3,78 wilayah tetangga. Hasil ini juga menunjukkan bahwa terdapat 26 wilayah yang tidak memiliki tetangga, yang umumnya merupakan wilayah kepulauan yang terpisah oleh laut. Selain itu, terbentuk 44 subgraf terpisah, yang menunjukkan adanya kelompok wilayah yang tidak saling terhubung dalam jaringan ketetanggaan spasial. Selain itu, terdapat 70 wilayah yang memiliki tiga tetangga dan 83 wilayah memiliki empat tetangga, yang merupakan jumlah wilayah terbanyak dalam distribusi tersebut. Sementara itu, terdapat 54 wilayah dengan lima tetangga, 58 wilayah dengan enam tetangga, 20 wilayah dengan tujuh tetangga, 14 wilayah dengan delapan tetangga, dan 3 wilayah yang memiliki sembilan tetangga. Distribusi ini menunjukkan bahwa sebagian besar kabupaten/kota di Indonesia memiliki 3 hingga 4 wilayah tetangga dalam matriks bobot spasial.

3.3 Uji Autokorelasi Spasial Global (Moran's I)

Uji autokorelasi spasial global dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat keterkaitan spasial pada tingkat kemiskinan antar kabupaten/kota di Indonesia. Pengujian ini menggunakan Indeks Moran (*Moran's I*) yang bertujuan untuk mengidentifikasi apakah pola persebaran kemiskinan bersifat mengelompok (*clustered*), acak (*random*), atau menyebar (*dispersed*). Nilai Indeks Moran (*Moran's I*) berada pada rentang -1 hingga $+1$. Interpretasi nilai tersebut adalah sebagai berikut:

$I > 0$: menunjukkan adanya autokorelasi spasial positif (pola mengelompok).

$I = 0$: menunjukkan pola persebaran data acak (random).

$I < 0$: menunjukkan adanya autokorelasi spasial negatif (pola menyebar).

Hipotesis:

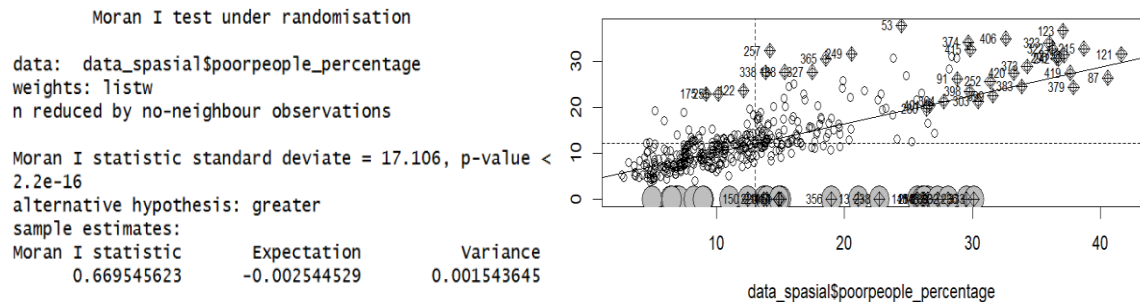
H_0 : Tidak terdapat autokorelasi spasial pada data (pola acak).

H_1 : Terdapat autokorelasi spasial pada data.

Pengujian juga dilakukan menggunakan nilai *p-value* untuk mengetahui signifikansi autokorelasi spasial.

Jika $p - value \leq \alpha$ (0,05) maka tolak H_0 , terdapat autokorelasi spasial yang signifikan.

Jika $p - value > \alpha$ (0,05) maka gagal menolak H_0 , tidak terdapat autokorelasi spasial.

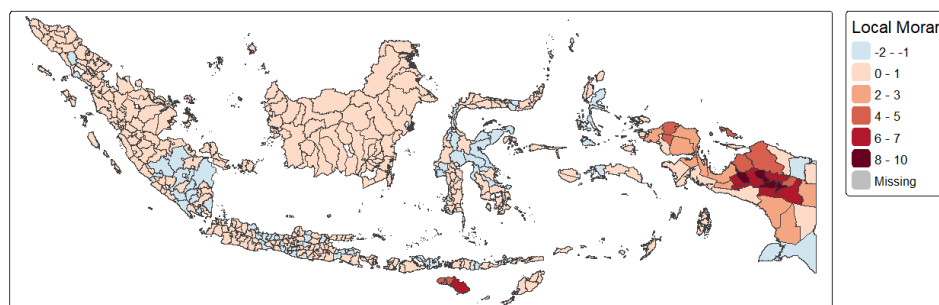


Gambar 7. Uji *Moran's I*

Berdasarkan hasil uji autokorelasi spasial global menggunakan Indeks Moran (*Moran's I*) diperoleh nilai *Moran's I* sebesar 0,6695 dengan nilai *Z-score* sebesar 17,106 dan *p-value* < 0,05. Nilai tersebut menunjukkan bahwa terdapat autokorelasi spasial positif yang signifikan pada variabel persentase penduduk miskin di kabupaten/kota di Indonesia. Hal ini berarti wilayah dengan tingkat kemiskinan tinggi cenderung berdekatan dengan wilayah yang juga memiliki tingkat kemiskinan tinggi, demikian pula wilayah dengan tingkat kemiskinan rendah cenderung berdekatan dengan wilayah dengan tingkat kemiskinan rendah. Pada gambar grafik tersebut terlihat bahwa sebagian besar titik data berada pada kuadran I (*High-High*) dan kuadran III (*Low-Low*). Kuadran *High-High* menunjukkan wilayah dengan tingkat kemiskinan tinggi yang dikelilingi oleh wilayah dengan tingkat kemiskinan tinggi, sedangkan kuadran *Low-Low* menunjukkan wilayah dengan tingkat kemiskinan rendah yang dikelilingi oleh wilayah dengan tingkat kemiskinan rendah. Pola ini menunjukkan adanya pengelompokan (*cluster*) spasial pada tingkat kemiskinan antar kabupaten/kota di Indonesia. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tingkat kemiskinan di Indonesia memiliki pola spasial yang mengelompok, sehingga analisis selanjutnya dapat dilanjutkan dengan analisis autokorelasi spasial lokal menggunakan LISA untuk mengidentifikasi kluster wilayah secara lebih rinci.

3.4 Analisis Autokorelasi Spasial Lokal (LISA)

Setelah diketahui bahwa terdapat autokorelasi spasial global yang signifikan pada variabel persentase penduduk miskin berdasarkan uji *Moran's I*, maka analisis dilanjutkan menggunakan Local Indicators of Spatial Association (LISA). Analisis LISA bertujuan untuk mengidentifikasi pola pengelompokan (*cluster*) kemiskinan secara lokal pada setiap kabupaten/kota di Indonesia.



Gambar 8. Local Indicators of Spatial Association (LISA)

Hasil analisis pada Gambar 8, menunjukkan nilai Local Moran pada masing-masing wilayah. Berdasarkan peta tersebut, terlihat adanya kluster wilayah dengan nilai Local Moran yang tinggi di wilayah Papua, yang ditunjukkan dengan warna merah tua. Wilayah-wilayah tersebut menunjukkan adanya hubungan spasial yang kuat, di mana kabupaten/kota dengan tingkat kemiskinan tinggi berada berdekatan dengan wilayah lain yang juga memiliki tingkat kemiskinan tinggi. Pola ini menunjukkan terbentuknya kluster kemiskinan tinggi (*High-High*) di kawasan tersebut. Sebaliknya, beberapa wilayah di Pulau Sumatra, Jawa, dan sebagian Kalimantan menunjukkan nilai Local Moran yang relatif lebih rendah, yang mengindikasikan bahwa wilayah-wilayah tersebut memiliki tingkat kemiskinan yang lebih rendah dan cenderung dikelilingi oleh wilayah dengan tingkat kemiskinan yang juga relatif rendah. Kondisi ini menunjukkan terbentuknya kluster kemiskinan rendah (*Low-Low*) pada wilayah-wilayah tersebut. Selain itu, terdapat beberapa wilayah yang menunjukkan nilai Local

Moran yang tidak terlalu tinggi maupun rendah, yang mengindikasikan bahwa wilayah tersebut tidak membentuk klaster yang kuat dengan wilayah di sekitarnya.

3.5 Pemodelan Regresi OLS

Setelah dilakukan analisis autokorelasi spasial global dan lokal, tahap selanjutnya adalah melakukan pemodelan regresi menggunakan metode Ordinary Least Squares (OLS). Pemodelan regresi OLS bertujuan untuk mengetahui pengaruh variabel sosial ekonomi terhadap persentase penduduk miskin pada kabupaten/kota di Indonesia. Dalam studi kasus ini, variabel respon yang digunakan adalah persentase penduduk miskin, sedangkan variabel penjelas yang digunakan meliputi Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), angka harapan hidup, rata-rata lama sekolah, dan pengeluaran per kapita.

Model Regresi OLS:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \varepsilon$$

Dengan:

- Y = Persentase penduduk miskin
- X_1 = Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)
- X_2 = Angka harapan hidup
- X_3 = Rata-rata lama sekolah
- X_4 = Pengeluaran per kapita
- α = konstanta
- $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ = koefisien regresi
- ε = error

Tabel 2. Hasil Estimasi Model Regresi OLS

Variabel	Koefisien	Std. Error	t-value	p-value
Intercept	71.2837	5.7438	12.411	<0.001
PDRB	0.0102	0.0052	1.962	0.0504
Angka Harapan Hidup	-0.5273	0.0907	-5.814	<0.001
Rata-rata Lama Sekolah	-0.9321	0.2298	-4.056	<0.001
Pengeluaran Per Kapita	-0.00146	0.00016	-9.066	<0.001

Persamaan Model Regresi OLS dari Tabel 2:

$$Y = 71.2837 + 0.0102X_1 - 0.5273X_2 - 0.9321X_3 - 0.00146X_4$$

Tabel 3. Statistik Model

Statistik	Nilai
R-squared	0.4942
Adjusted R-squared	0.4894
F-statistic	101.4
p-value (F-statistic)	<0.001
Residual Std. Error	5.434
Observasi	420

Berdasarkan hasil estimasi model regresi OLS, diperoleh nilai R^2 sebesar 0,4942, yang menunjukkan bahwa sekitar 49,42% variasi tingkat kemiskinan dapat dijelaskan oleh variabel PDRB, angka harapan hidup, rata-rata lama sekolah, dan pengeluaran per kapita. Sementara itu, sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar model. Variabel angka harapan hidup, rata-rata lama sekolah, dan pengeluaran per kapita memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tingkat kemiskinan dengan nilai *p-value* kurang dari 0,05. Koefisien negatif pada variabel tersebut menunjukkan bahwa peningkatan angka harapan hidup, tingkat pendidikan, dan pengeluaran per kapita cenderung menurunkan persentase penduduk miskin. Variabel PDRB memiliki nilai *p-value* sebesar 0,0504, yang menunjukkan bahwa pengaruhnya terhadap tingkat kemiskinan relatif lemah dan tidak signifikan pada tingkat signifikansi 5%.

Hasil uji simultan menunjukkan nilai *F-statistic* sebesar 101,4 dengan *p-value* < 0,05, yang menunjukkan bahwa secara bersama-sama variabel independen dalam model memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tingkat kemiskinan.

3.6 Pemodelan Spatial Filtering

Hasil uji autokorelasi spasial global menggunakan Moran's I menunjukkan bahwa terdapat autokorelasi spasial yang signifikan pada variabel persentase penduduk miskin. Kondisi ini menunjukkan bahwa asumsi independensi residual pada model regresi Ordinary Least Squares (OLS) kemungkinan tidak sepenuhnya terpenuhi. Oleh karena itu, diperlukan metode yang dapat mengatasi pengaruh spasial pada model regresi, salah satunya adalah Spatial Filtering. Metode Spatial Filtering bertujuan untuk menghilangkan komponen autokorelasi spasial pada residual dengan cara menambahkan komponen spasial ke dalam model regresi. Model regresi dengan pendekatan spatial filtering dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + k = 1 \sum_{k=1}^m \gamma_k E_k + \varepsilon$$

dengan:

- Y = Persentase penduduk miskin
- X_1 = Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)
- X_2 = Angka harapan hidup
- X_3 = Rata-rata lama sekolah
- X_4 = Pengeluaran per kapita
- E_k = Eigenvector spasial yang digunakan sebagai filter
- β dan γ = parameter model
- ε = error

Tabel 4. Hasil Estimasi Model Spatial Filtering

Variabel	Koefisien	t-value	p-value
<i>Intercept</i>	67.690	13.497	<0.001
PDRB	0.00596	1.502	0.1339
Angka Harapan Hidup	-0.5634	-7.158	<0.001
Rata-rata Lama Sekolah	-0.7351	-4.007	<0.001
Pengeluaran Per Kapita	-0.000989	-8.145	<0.001
<i>Eigenvector Spasial</i>	Signifikan	-	<0.05

Tabel 5. Statistik Model Spatial Filtering

Statistik	Nilai
<i>R-squared</i>	0.765
<i>Adjusted R-squared</i>	0.751
<i>Residual Std Error</i>	3.792
<i>F-statistic</i>	56.03
<i>p-value</i>	<0.001

Berdasarkan hasil estimasi model Spatial Filtering, diperoleh nilai R^2 sebesar 0,765, yang menunjukkan bahwa sekitar 76,5% variasi tingkat kemiskinan dapat dijelaskan oleh variabel PDRB, angka harapan hidup, rata-rata lama sekolah, pengeluaran per kapita, serta komponen spasial yang dimasukkan melalui *eigenvector*. Jika dibandingkan dengan model OLS sebelumnya yang memiliki R^2 sebesar 0,494, terlihat bahwa nilai koefisien determinasi meningkat cukup signifikan setelah dilakukan spatial filtering. Hal ini menunjukkan bahwa model spatial filtering mampu menangkap pengaruh spasial yang sebelumnya tidak dapat dijelaskan oleh model OLS. Variabel angka harapan hidup, rata-rata lama sekolah, dan pengeluaran per kapita memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tingkat kemiskinan dengan nilai *p-value* kurang dari 0,05. Koefisien negatif pada variabel tersebut menunjukkan bahwa peningkatan angka harapan hidup, tingkat pendidikan, serta pengeluaran per kapita cenderung menurunkan persentase penduduk miskin. Sementara itu, variabel PDRB memiliki nilai *p-value* sebesar 0,1339, yang menunjukkan bahwa variabel tersebut tidak berpengaruh signifikan terhadap tingkat kemiskinan pada model ini. Selain itu, beberapa *eigenvector* spasial yang signifikan menunjukkan bahwa terdapat komponen spasial dalam data kemiskinan yang berhasil ditangkap oleh model *spatial filtering*. Dengan demikian, model ini mampu mengurangi pengaruh autokorelasi spasial pada residual dan memberikan hasil estimasi yang lebih baik dibandingkan model OLS.

4. CONCLUSION

Penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat kemiskinan di Indonesia memiliki pola spasial yang signifikan dan cenderung mengelompok antar wilayah. Hasil uji *Moran's I* membuktikan adanya autokorelasi spasial positif, yang diperkuat oleh analisis *LISA* melalui identifikasi kluster kemiskinan tinggi dan rendah. Faktor-faktor sosial ekonomi seperti angka harapan hidup, tingkat pendidikan, dan pengeluaran per kapita terbukti berpengaruh signifikan dalam menurunkan tingkat kemiskinan. Pemodelan menggunakan *Spatial Filtering* terbukti lebih optimal dibandingkan model OLS karena mampu mengakomodasi efek spasial dalam data, sehingga menghasilkan model yang lebih akurat dan lengkap. Selanjutnya, penelitian ini dapat dikembangkan dengan menambahkan variabel lain yang sesuai serta menggunakan metode pemodelan spasial yang lebih kompleks. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam perumusan kebijakan yang lebih tepat sasaran untuk penanggulangan kemiskinan berbasis wilayah di Indonesia.

Acknowledgments

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Hana Dewi Marina Hutabarat, S.Si., M.Si. selaku dosen pengampu mata kuliah Statistika Spasial yang telah memberikan tugas ini sehingga dapat menambah wawasan penulis. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada teman-teman yang telah membantu dan mendukung proses penyusunan artikel ini, baik dalam bentuk masukan, motivasi, maupun bantuan selama proses pengerjaan sehingga artikel ini dapat diselesaikan dengan baik.

Author Contributions Statement

Name of Author	C	M	So	Va	Fo	I	R	D	O	E	Vi	Su	P	Fu
Aulia Zahra Panjaitan	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Hilda Umayyah Anak Ampun	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
M. Ridho Sahputra	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Nursani Salsabillah Akza	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tia Ramadani	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Zulkhairi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

C : Conceptualization

M : Methodology

So : Software

Va : Validation

Fo : Formal analysis

I : Investigation

R : Resources

D : Data Curation

O : Writing - Original Draft

E : Writing - Review & Editing

Vi : Visualization

Su : Supervision

P : Project administration

Fu : Funding acquisition

Data Availability

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari repositori dataset publik Kaggle. Data tersebut tersedia secara terbuka dan dapat diakses oleh pembaca melalui platform Kaggle pada tautan dataset yang sesuai. Dataset ini digunakan untuk mendukung analisis dan temuan dalam penelitian ini.

REFERENCES

- [1] D. V. Ferezagia, "Analisis Tingkat Kemiskinan Di Indonesia Jurnal Sosial Humaniora Terapan Analisis Tingkat Kemiskinan Di Indonesia," *J. Sos. Hum. Terap. Vol.*, Vol. 1, No. 1, Pp. 1–6, 2018.
- [2] R. P. P. Sinurat, "Analisis Faktor-Faktor Penyebab Kemiskinan Sebagai Upaya Penanggulangan Kemiskinan Di Indonesia," *J. Regist.*, Vol. 5, No. 2, Pp. 87–103, 2023.
- [3] P. Wijaya, P. Nandana, And M. Faisal, "Analisis Efektivitas Metode Filtering Dan Intersection Dalam Analisis Data Permukaan Bangunan Dengan Qgis," *Jiska (Jurnal Inform. Sunan Kalijaga)*, Vol. 10, No. 3, Pp. 351–363, 2025.
- [4] R. Mailanda, D. Kusnandar, And N. M. Huda, "Analisis Autokorelasi Spasial Kasus Positif Covid-19," *Bul. Ilm. Math. Stat. Dan Ter.*, Vol. 11, No. 3, Pp. 483–492, 2022.
- [5] G. F. Ramadhan And J. Sodik, "Ketimpangan Dan Autokorelasi Spasial Pertumbuhan Ekonomi Provinsi Di Pulau Jawa Pada Tahun 2016 – 2021 Gita," *Dev. J. Progr. Stud. Ekon. Pembang.*, Vol. 9, No. 1, Pp. 36–48, 2021, Doi: 10.25139/Dev.V9i1.9581.
- [6] N. Kadek, P. Adi, N. Luh, P. Suciptawati, And M. Susilawati, "Memodelkan Pertumbuhan Ekonomi Pada Pandemi Covid-19 Di Indonesia," *Media Inf. Penelit. Kabupaten Semarang*, Vol. 5, No. 2, Pp. 288–301, 2023.
- [7] A. Simatauw, E. Sedyono, And S. Y. J. Prasetyo, "Autokorelasi Spasial Untuk Analisis Pola Pengawasan Kawasan Lindung Di Kota Ambon Maluku," *Teknika*, Vol. 8, No. 1, Pp. 36–43, 2019, Doi: 10.34148/Teknika.V8i1.144.
- [8] A. Irawadi, B. Juanda, And K. Munibah, "Analisis Kemiskinan Spasial Dan Kaitannya Dengan Sertifikasi Tanah Dan Penggunaan Lahan Pertanian Di Kabupaten Mamuju," *Tata Loka*, Vol. 22, No. 1, Pp. 70–82, 2020.
- [9] A. R. Susila, "Analisis Sebaran Kemiskinan Dan Faktor Penyebab Kemiskinan Di Kabupaten Lebak," *Semnas Fekon Optimisme Ekon. Indones.*, Vol. 1, No. 1, Pp. 198–207, 2013.
- [10] A. Bahauddin, A. Fatmawati, And F. P. Sari, "Analisis Clustering Provinsi Di Indonesia Berdasarkan Tingkat Kemiskinan

Menggunakan Algoritma K-Means,” *Misi (Jurnal Manaj. Inform. Sist. Informasi)*, Vol. 4, No. 1, Pp. 1–8, 2021.