

# ANALISIS GEOSTATISTIK SEBARAN SPASIAL KEMISKINAN DI PROVINSI SUMATERA UTARA BERBASIS PEMODELAN VARIOGRAM

Dwi Heri Efrilia<sup>1</sup>, Ella Debora br Tarigan<sup>2</sup>, Emily Theresia Silaen<sup>3</sup>, Feby Florensia Stepahni Sihotang<sup>4</sup>, Nia Rizkita Tambunan<sup>5</sup>, Peggy Mahara Dingga<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup> Department of Statistics, Faculty of Mathematics and Natural Science, Medan State University, Medan, Indonesia

## Article Info

### Article history:

Received month dd, yyyy

Revised month dd, yyyy

Accepted month dd, yyyy

### Keywords :

Kemiskinan,  
Geostatistik,  
Variogram.

## ABSTRACT

Kemiskinan merupakan salah satu permasalahan sosial yang memiliki pola penyebaran yang berbeda secara spasial antar wilayah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola sebaran spasial kemiskinan di Provinsi Sumatera Utara menggunakan pendekatan geostatistik berbasis pemodelan variogram. Data yang digunakan berupa persentase kemiskinan pada tingkat kabupaten/kota di Sumatera Utara. Analisis diawali dengan eksplorasi data yang menunjukkan bahwa persentase kemiskinan memiliki nilai minimum sebesar 3,11%, maksimum 22,47%, dan rata-rata sebesar 9,08%, yang mengindikasikan adanya variasi yang cukup tinggi antar wilayah. Selanjutnya dilakukan analisis variogram empiris untuk mengidentifikasi struktur ketergantungan spasial. Hasil variogram empiris kemudian dimodelkan menggunakan beberapa model teoritis, yaitu model Spherical, Exponential, dan Gaussian. Berdasarkan hasil pemodelan, model Exponential dan Gaussian menunjukkan parameter nugget, sill, dan range yang lebih representatif dalam menggambarkan struktur spasial data dibandingkan model Spherical. Hal ini mengindikasikan adanya autokorelasi spasial dalam penyebaran kemiskinan di Sumatera Utara. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan geostatistik melalui variogram mampu mengidentifikasi pola ketergantungan spasial kemiskinan, sehingga dapat menjadi dasar dalam perumusan kebijakan yang lebih tepat sasaran berbasis wilayah.

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



## Corresponding Author:

Dwi Heri Efrilia

Department of Statistics, Faculty of Mathematics and Natural Science, Medan State University, Medan, Indonesia

Email: [dwiefrilia.4243260051@mhs.unimed.ac.id](mailto:dwiefrilia.4243260051@mhs.unimed.ac.id)

## 1. INTRODUCTION

Kemiskinan merupakan salah satu persoalan pembangunan yang bersifat multidimensional dan terus menjadi agenda prioritas pemerintah Indonesia. Permasalahan ini tidak hanya mencerminkan rendahnya tingkat pendapatan, tetapi juga keterbatasan akses terhadap layanan dasar seperti pendidikan, kesehatan, dan infrastruktur. Secara nasional, upaya pengentasan kemiskinan menunjukkan tren perbaikan; namun demikian, ketimpangan antarwilayah masih menjadi tantangan yang signifikan, terutama di provinsi-provinsi luar Pulau Jawa. Kemiskinan sebagai persoalan multidimensional tidak dapat dijelaskan semata-mata dari sisi rendahnya pendapatan. Persoalan ini mencakup pula keterbatasan akses terhadap pendidikan, kesehatan, infrastruktur dasar, dan peluang ekonomi yang terdistribusi secara merata antardaerah. Di tingkat nasional, data BPS menunjukkan bahwa pada September 2024 persentase penduduk miskin Indonesia mencapai 8,57 persen atau sekitar 24,06 juta jiwa, dengan kesenjangan yang sangat mencolok antara kawasan perkotaan dan perdesaan (BPS, 2025). Dalam konteks Sumatera Utara, kemiskinan tidak sekadar berkaitan dengan faktor ekonomi makro, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh faktor geografis, seperti keterisolasian wilayah kepulauan, minimnya konektivitas, dan rendahnya akses terhadap layanan publik [1].

Provinsi Sumatera Utara merupakan salah satu wilayah dengan jumlah penduduk miskin terbesar di Pulau Sumatera. Berdasarkan data [2], tingkat kemiskinan mengalami penurunan dari 7,99 persen pada Maret 2024 menjadi 7,19 persen pada September 2024, atau setara dengan 1,11 juta jiwa. Meskipun tren penurunan ini merupakan yang terbesar dalam empat tahun terakhir, disparitas tingkat kemiskinan antar kabupaten/kota masih sangat mencolok. Data menunjukkan bahwa Kabupaten Nias Barat mencatat persentase kemiskinan tertinggi sebesar 22,47 persen, sementara Kabupaten Deli Serdang hanya 3,11 persen selisih yang mencapai lebih dari 19 poin persentase di antara 33 kabupaten/kota.

Disparitas yang besar tersebut mengindikasikan adanya kecenderungan pengelompokan wilayah berdasarkan tingkat kemiskinan. Wilayah Kepulauan Nias, Pola pengelompokan kemiskinan seperti yang tampak dari data 33 kabupaten/kota Sumatera Utara di mana Nias Barat (22,47%), Nias Utara (20,79%), Nias Selatan (16,16%), Nias (14,51%), dan Gunungsitoli (13,85%) secara konsisten berada pada kelompok dengan kemiskinan tertinggi mengindikasikan adanya struktur ketergantungan spasial yang sistematis. Fenomena ini selaras dengan temuan [3] dalam studi kemiskinan di Kabupaten Mandailing Natal, Sumatera Utara, yang menunjukkan nilai Indeks Moran sebesar 0,152 dan mengonfirmasi bahwa desa-desa yang berdampingan cenderung memiliki karakteristik kemiskinan yang serupa akibat kesamaan kondisi geografis dan sosial-ekonomi. Hal ini mengisyaratkan bahwa kemiskinan di Sumatera Utara memiliki dimensi spasial yang tidak dapat diabaikan dalam proses perumusan kebijakan, yang meliputi Kabupaten Nias, Nias Selatan, Nias Utara, Nias Barat, dan Kota Gunungsitoli, secara konsisten berada pada kelompok dengan tingkat kemiskinan tinggi. Fenomena ini mengisyaratkan bahwa kemiskinan di Sumatera Utara memiliki dimensi geografis yang perlu dipahami secara spasial. Pendekatan analisis konvensional yang mengabaikan aspek lokasi berpotensi menghasilkan kebijakan yang tidak tepat sasaran [4].

Salah satu pendekatan yang relevan untuk memahami struktur spasial kemiskinan adalah geostatistik, khususnya melalui analisis variogram. Variogram empirik merupakan alat utama dalam geostatistik yang digunakan untuk menggambarkan perubahan variabilitas suatu variabel terhadap jarak antar lokasi [5]. Melalui pemodelan variogram, dapat diidentifikasi keberadaan dependensi spasial, jangkauan pengaruh antarwilayah (range), serta besarnya variansi yang dijelaskan secara spasial (sill). Model variogram teoritis yang umum digunakan meliputi model Spherical, Exponential, dan Gaussian, yang masing-masing memiliki karakteristik kurva yang berbeda dalam merepresentasikan struktur korelasi spasial.

Beberapa studi sebelumnya telah mengaplikasikan analisis spasial kemiskinan di berbagai wilayah Indonesia, di antaranya menggunakan pendekatan regresi spasial [6], *Local Indicator of Spatial Association / LISA* [7], serta interpolasi spasial berbasis Kriging dan IDW [4]. Namun, penerapan pemodelan variogram geostatistik secara khusus untuk mengidentifikasi dan memodelkan struktur dependensi spasial kemiskinan di tingkat kabupaten/kota Provinsi Sumatera Utara Pendekatan geostatistik melalui variogram memiliki keunggulan dibandingkan metode spasial lain seperti regresi spasial karena mampu mengukur secara eksplisit struktur korelasi antarlokasi berdasarkan jarak geografis, bukan hanya berdasarkan ketetanggaan (adjacency). Sementara studi-studi sebelumnya tentang kemiskinan di Indonesia umumnya menggunakan pendekatan regresi spasial seperti SAR dan SEM ([1]; [8]), atau autokorelasi spasial berbasis Indeks Moran dan LISA [3]; [9], penerapan pemodelan variogram geostatistik untuk mengidentifikasi struktur dependensi spasial kemiskinan secara eksplisit masih sangat jarang dilakukan. Padahal, sebagaimana ditekankan oleh [10], pemodelan variogram memberikan informasi yang jauh lebih kaya mengenai bagaimana kemiripan antarnilai berubah seiring jarak, dan informasi ini bersifat fundamental untuk analisis spasial yang lebih komprehensif, masih sangat terbatas. Padahal,

pemahaman terhadap struktur korelasi spasial kemiskinan melalui variogram dapat memberikan informasi mendasar tentang sejauh mana kondisi kemiskinan suatu wilayah dipengaruhi oleh wilayah di sekitarnya.

Urgensi penggunaan pendekatan berbasis wilayah dalam pengentasan kemiskinan semakin diperkuat oleh bukti-bukti empiris yang menunjukkan bahwa lokasi geografis merupakan penentu penting kondisi kemiskinan suatu daerah. [11] menegaskan bahwa analisis spasial modern harus mampu tidak hanya mendeteksi keberadaan autokorelasi spasial, tetapi juga mengkarakterisasi struktur dependensinya secara kuantitatif agar dapat digunakan sebagai basis kebijakan yang tepat sasaran. Dalam kerangka ini, pemodelan variogram geostatistik hadir sebagai alat yang mampu menjawab kebutuhan tersebut dengan mengukur sejauh mana dan dalam jangkauan berapa kondisi kemiskinan suatu wilayah dipengaruhi oleh wilayah di sekitarnya. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur dependensi spasial kemiskinan di 33 kabupaten/kota Provinsi Sumatera Utara menggunakan pendekatan geostatistik berbasis variogram. Secara spesifik, penelitian ini membangun variogram empirik dari data persentase kemiskinan, kemudian membandingkan kesesuaian tiga model variogram teoritis yaitu Spherical, Exponential, dan Gaussian guna menemukan model yang paling tepat dalam merepresentasikan pola spasial kemiskinan di Sumatera Utara. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi metodologis sekaligus menjadi dasar analisis lanjutan yang lebih komprehensif dalam mendukung kebijakan pengentasan kemiskinan berbasis wilayah.

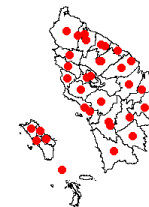
## 2. METHOD

### 2.1. Data dan Wilayah Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder persentase penduduk miskin seluruh 33 kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Sumatera Utara. Data spasial batas administrasi wilayah diperoleh dari shapefile GADM (*Global Administrative Areas*) tingkat kabupaten/kota. Seluruh proses analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak R dengan paket sf, sp, dan gstat.



Gambar 1. Peta Administrasi Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara



Gambar 2. Sebaran Titik Centroid Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara

### 2.2. Analisis Eksplorasi Data Spasial

Sebelum pemodelan variogram dilakukan, terlebih dahulu dilakukan analisis eksplorasi data meliputi statistik deskriptif, histogram, dan boxplot untuk memahami sebaran data persentase kemiskinan. Visualisasi peta sebaran spasial juga dilakukan untuk mengamati pola distribusi kemiskinan secara geografis berdasarkan koordinat centroid masing-masing kabupaten/kota.

### 2.3. Konstruksi Variogram Empirik

Variogram empirik dibangun menggunakan fungsi variogram() dari paket gstat dengan formula Persentase Kemiskinan  $\sim 1$ , yang mengasumsikan stasioneritas (*ordinary kriging assumption*). Variogram empirik mengukur setengah rata-rata kuadrat selisih nilai kemiskinan antarpasangan lokasi pada kelas jarak tertentu, yang secara matematis dinyatakan sebagai:

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2|N(h)|} \sum_{(i,j) \in N(h)} [Z(s_i) - Z(s_j)]^2 \quad (1)$$

Dengan:

- $\hat{\gamma}(h)$  = Nilai semivariansi estimasi pada lag jarak  $h$
- $h$  = Jarak antara dua lokasi (lag / distance)
- $N(h)$  = Himpunan semua pasangan lokasi yang terpisah sejauh  $n$
- $||N(h)||$  = Jumlah pasangan lokasi pada lag  $h$
- $Z(s_i), Z(s_j)$  = Nilai persentase kemiskinan di lokasi  $s_i$  dan  $s_j$

di mana  $N(h)$  adalah himpunan pasangan lokasi yang terpisah jarak,  $h$ , dan  $Z(s)$  adalah nilai persentase kemiskinan di lokasi  $s$ .

#### 2.4. Fitting Model Variogram Teoritis

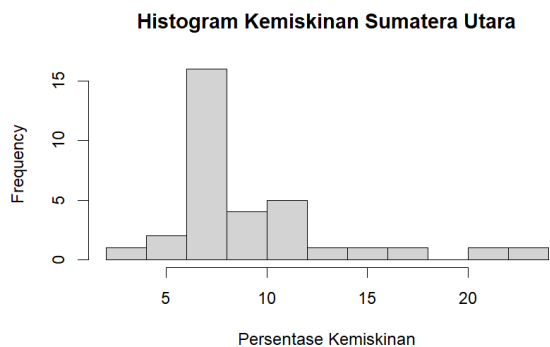
Terhadap variogram empirik yang telah dibangun, dilakukan fitting tiga model variogram teoritis menggunakan fungsi `fit.variogram()`, yaitu: Model Spherical (Sph), yang memiliki karakteristik peningkatan nilai yang cepat di awal kemudian mendatar secara gradual hingga mencapai sill pada jarak *range*-nya. Model Exponential (Exp), yang mendekati sill secara asimtotik sehingga cocok untuk data dengan dependensi spasial yang melemah secara eksponensial. Model Gaussian (Gau), yang memiliki kurva berbentuk parabola di sekitar origin dan mencapai sill lebih lambat, mengindikasikan variasi yang sangat halus di jarak pendek. Pemilihan model terbaik dilakukan berdasarkan nilai *Sum of Squared Errors* (SSE) terkecil antara variogram empirik dan model teoritis yang difitting, mengikuti pendekatan yang digunakan dalam geostatistik terapan [5].

### 3. RESULT AND DISCUSSION

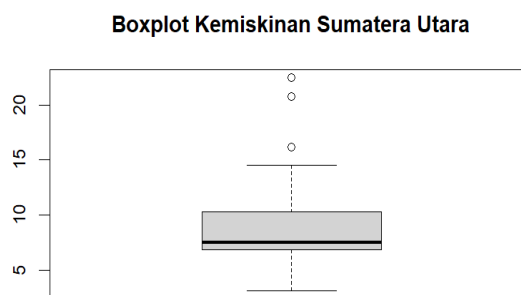
#### 3.1. Statistik Deskriptif Kemiskinan Sumatera Utara

Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa persentase kemiskinan di 33 kabupaten/kota Provinsi Sumatera Utara memiliki nilai minimum sebesar 3,11% (Kabupaten Deli Serdang) dan nilai maksimum sebesar 22,47% (Kabupaten Nias Barat), dengan rata-rata sebesar 9,08% dan median 7,47%. Nilai rata-rata yang lebih tinggi dari median mengindikasikan distribusi yang condong ke kanan (*right-skewed*), yang berarti sebagian besar kabupaten/kota memiliki tingkat kemiskinan di bawah rata-rata namun terdapat beberapa wilayah dengan kemiskinan yang sangat tinggi. Pola ini konsisten dengan temuan [2] yang mencatat disparitas kemiskinan yang signifikan antarwilayah, khususnya antara kawasan daratan Sumut dan Kepulauan Nias.

Lima kabupaten/kota dengan kemiskinan tertinggi seluruhnya berasal dari wilayah Kepulauan Nias, yaitu Nias Barat (22,47%), Nias Utara (20,79%), Nias Selatan (16,16%), Nias (14,51%), dan Gunungsitoli (13,85%). Hal ini sejalan dengan pandangan bahwa kemiskinan memiliki kecenderungan mengelompok secara geografis (*spatial clustering*), di mana wilayah yang berdekatan cenderung memiliki tingkat kemiskinan yang serupa akibat kesamaan kondisi infrastruktur, aksesibilitas, dan sumber daya .

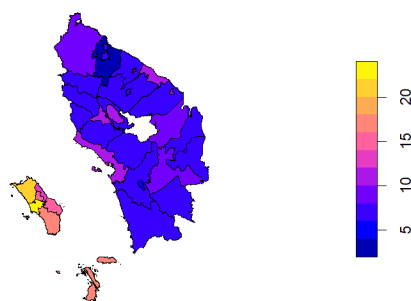


Gambar 3. Histogram Persentase Kemiskinan Kabupaten/Kota di Provinsi Sumatera Utara



Gambar 4. Boxplot Persentase Kemiskinan Kabupaten/Kota di Provinsi Sumatera Utara

**Peta Sebaran Kemiskinan Sumatera Utara**

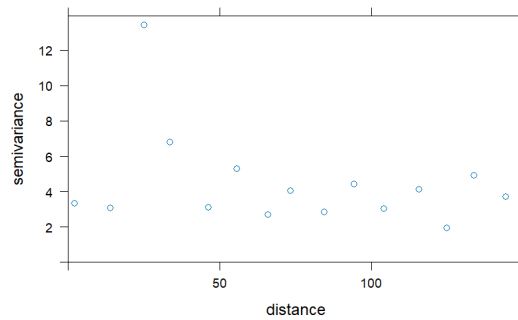


Gambar 5. Peta Sebaran Spasial Persentase Kemiskinan di Provinsi Sumatera Utara

### 3.2. Variogram Empirik

Variogram empirik yang dihasilkan terdiri dari 15 lag jarak, mulai dari jarak terdekat sekitar 2,35 satuan koordinat hingga jarak terjauh sekitar 144,32 satuan. Nilai semivariansi ( $\hat{\gamma}$ ) pada lag pertama sebesar 3,32 dan secara umum berfluktuasi pada kisaran 2,69 hingga 13,42 sepanjang rentang jarak yang ada. Nilai semivariansi yang cukup tinggi pada lag ke-3 (jarak  $\approx 25,19$ ;  $\hat{\gamma} = 13,42$ ) mengindikasikan adanya pasangan lokasi dengan perbedaan kemiskinan yang sangat besar pada jarak tersebut, yang kemungkinan mencerminkan transisi geografis antara wilayah Kepulauan Nias dan daratan Sumut.

Secara keseluruhan, pola variogram empirik tidak menunjukkan tren peningkatan yang konsisten seiring bertambahnya jarak, yang mengindikasikan bahwa stasioneritas data relatif terpenuhi. Ini penting karena, sebagaimana ditegaskan oleh [5], asumsi stasioneritas merupakan syarat dasar agar model variogram dapat diinterpretasikan secara valid.



Gambar 6. Variogram Empirik Persentase Kemiskinan Kabupaten/Kota di Provinsi Sumatera Utara

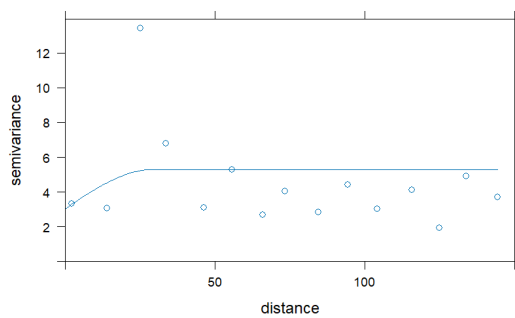
### 3.3 Perbandingan Model Variogram Teoritis

Hasil fitting tiga model variogram teoritis terhadap variogram empirik menghasilkan parameter sebagai berikut :

Model Exponential menghasilkan parameter yang paling informatif secara substantif. Nilai *nugget* sebesar 2,886 mengindikasikan adanya variabilitas kemiskinan yang terjadi pada jarak sangat pendek atau yang bersumber dari error pengukuran. Nilai *partial sill* sebesar 2,233 merepresentasikan variansi yang dapat dijelaskan oleh struktur spasial, sementara *range* sebesar 8,081 menunjukkan bahwa dependensi spasial kemiskinan berlaku hingga jarak sekitar 8 derajat koordinat geografis setelah jarak tersebut, nilai kemiskinan antarlokasi dianggap tidak berkorelasi secara spasial.

Model Gaussian menunjukkan nilai *range* yang jauh lebih besar (18,75), yang mengimplikasikan zona pengaruh spasial yang sangat luas. Sementara itu, parameter Model Spherical yang seluruhnya bernilai 1 mengindikasikan bahwa proses fitting tidak berhasil mengidentifikasi struktur spasial yang bermakna, sehingga model ini kurang representatif untuk data kemiskinan Sumatera Utara. Hal ini konsisten dengan hasil penelitian [4] yang menyatakan bahwa pemilihan model variogram yang tepat sangat bergantung pada karakteristik distribusi spasial data yang dianalisis.

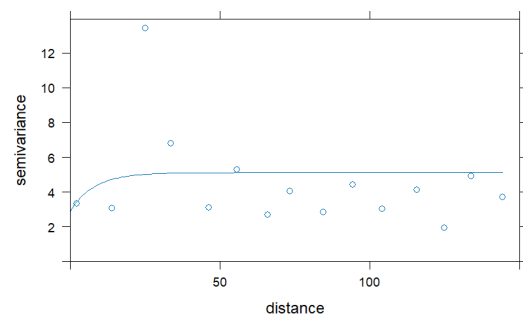
Perbandingan visual antara ketiga model dan variogram empirik menunjukkan bahwa Model Exponential dan Gaussian memiliki kesesuaian yang lebih baik dibanding Spherical. Kondisi ini dapat dipahami mengingat kemiskinan merupakan fenomena yang perubahannya antarlokasi bersifat gradual dan kontinu, sehingga lebih sesuai dengan model yang mendekati sill secara asimtotik (Exponential) atau halus (Gaussian). Sebagaimana dikemukakan oleh [7], pola spasial kemiskinan pada umumnya menunjukkan autokorelasi positif yang kuat, di mana wilayah dengan kemiskinan tinggi cenderung berdampingan dengan wilayah berkemiskinan tinggi pula pola inilah yang ditangkap oleh struktur variogram.



Gambar 7. Fitting Model Spherical terhadap

Variogram Empirik Kemiskinan Provinsi Sumatera

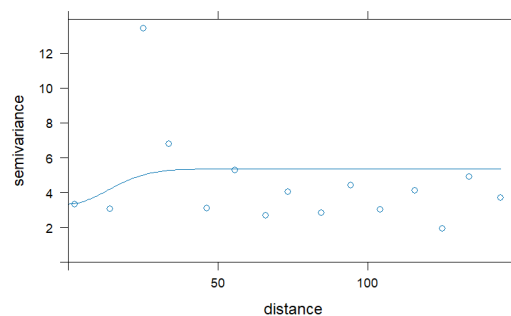
Utara



Gambar 8. Fitting Model Exponential terhadap

Variogram Empirik Kemiskinan Provinsi Sumatera

Utara



Gambar 9. Fitting Model Gaussian terhadap Variogram Empirik Kemiskinan Provinsi Sumatera Utara

Temuan mengenai pola autokorelasi spasial dan terpilihnya model *Exponential* dalam penelitian ini secara empiris mengisi celah analisis geostatistik pada isu kemiskinan di tingkat kabupaten/kota Provinsi Sumatera Utara. Meskipun studi sebelumnya telah mengonfirmasi adanya determinan keruangan terhadap kemiskinan di Sumatera Utara melalui pendekatan regresi panel spasial [12] serta identifikasi kluster geografis [1], penelitian ini memberikan kuantifikasi yang lebih presisi terkait jangkauan interaksi spasial tersebut. Secara khusus, parameter *range* (8,080) pada variogram membuktikan bahwa efek limpahan (*spillover effect*) kemiskinan antar wilayah memiliki batas radius yang jelas dan meluruh secara eksponensial. Karakteristik dependensi ini sejalan dengan pola kemiskinan di Pulau Jawa yang diidentifikasi oleh [13] dan [4]. Dengan demikian, pemodelan variogram ini tidak hanya memperkuat argumen bahwa kemiskinan bukanlah fenomena keruangan yang acak, melainkan juga memberikan landasan fundamental bagi perumusan kebijakan pengentasan kemiskinan berbasis kluster dan interpolasi data spasial lanjutan seperti *Kriging*."

#### 4. CONCLUSION

Berdasarkan hasil analisis geostatistik yang dilakukan terhadap data persentase kemiskinan di 33 kabupaten/kota Provinsi Sumatera Utara, diperoleh beberapa simpulan sebagai berikut. Pertama, sebaran kemiskinan di Provinsi Sumatera Utara menunjukkan ketimpangan yang cukup mencolok. Nilai persentase kemiskinan berkisar antara 3,11% di Kabupaten Deli Serdang hingga 22,47% di Kabupaten Nias Barat, dengan rata-rata sebesar 9,08%. Distribusi data yang menceng ke kanan mengindikasikan bahwa sebagian besar kabupaten/kota memiliki tingkat kemiskinan di bawah rata-rata, sementara kelompok kecil wilayah terutama dari Kepulauan Nias menjadi penyumbang nilai ekstrem yang mendorong rata-rata ke atas. Pola ini sejalan dengan temuan berbagai studi tentang kemiskinan di wilayah kepulauan yang memiliki keterbatasan akses infrastruktur dan layanan dasar [14].

Kedua, variogram empirik yang dibangun dari 15 lag jarak tidak memperlihatkan pola peningkatan semivariansi yang konsisten terhadap penambahan jarak. Kondisi ini mencerminkan bahwa struktur spasial

kemiskinan di Sumatera Utara tidak sepenuhnya mengikuti pola stasioner klasik, yang kemungkinan besar disebabkan oleh keberagaman kondisi geografis, ekonomi, dan sosial yang sangat beragam antarwilayah. Karakteristik variogram seperti ini umum dijumpai pada data sosial-ekonomi yang dipengaruhi oleh faktor lokal yang kuat [10].

Ketiga, dari tiga model variogram teoritis yang diuji Spherical, Exponential, dan Gaussian model Exponential terpilih sebagai model terbaik untuk merepresentasikan struktur spasial kemiskinan di Provinsi Sumatera Utara. Model Spherical tidak menghasilkan fitting yang bermakna karena seluruh parameternya bernilai default (nugget = 1, psill = 1, range = 1), yang menunjukkan kegagalan proses estimasi. Sementara itu, model Exponential menghasilkan parameter yang paling representatif, dengan nugget sebesar 2,886, partial sill sebesar 2,233, dan range sebesar 8,08 derajat koordinat. Nilai range ini mengindikasikan bahwa keterkaitan spasial kemiskinan antarkabupaten/kota hanya berlaku dalam radius sekitar 8 derajat, dan melemah secara bertahap seiring bertambahnya jarak. Karakteristik model Exponential yang memiliki penurunan korelasi spasial secara gradual dinilai lebih sesuai untuk menggambarkan fenomena sosial-ekonomi seperti kemiskinan dibandingkan model Gaussian yang mengasumsikan transisi lebih mulus [15].

Secara keseluruhan, pendekatan geostatistik berbasis pemodelan variogram terbukti dapat mengungkap struktur dependensi spasial kemiskinan yang tidak terlihat melalui analisis statistik konvensional. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar pertimbangan dalam perencanaan kebijakan pengentasan kemiskinan yang lebih tepat sasaran secara geografis, terutama dengan memprioritaskan intervensi pada wilayah-wilayah yang secara spasial saling berkaitan erat dalam hal kondisi kemiskinannya.

#### ACKNOWLEDGMENTS

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan dukungan selama proses penyusunan penelitian ini. Bantuan dan masukan yang diberikan sangat berarti dalam penyelesaian penelitian ini dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah menyediakan data yang digunakan dalam penelitian ini, sehingga penelitian ini dapat dilakukan dan diselesaikan dengan baik.

#### FUNDING INFORMATION

Penulis menyatakan bahwa tidak ada pendanaan yang diterima dalam penelitian ini. Seluruh kegiatan penelitian dilakukan secara mandiri tanpa dukungan dana dari pihak manapun.

#### AUTHOR CONTRIBUTIONS STATEMENT

Penelitian ini menggunakan pendekatan Contributor Roles Taxonomy (CRediT) untuk menjelaskan dan mengakui kontribusi masing-masing penulis secara jelas. Seluruh penulis telah berkontribusi secara signifikan dalam proses penelitian, mulai dari perumusan konsep, penyusunan metodologi, analisis data, hingga penulisan naskah. Setiap penulis juga terlibat dalam setidaknya satu aspek penulisan, baik dalam penyusunan draft awal maupun dalam proses peninjauan dan penyuntingan. Dwi Heri Efrilia ditetapkan sebagai corresponding author yang bertanggung jawab atas seluruh proses komunikasi terkait naskah serta memastikan keterlibatan semua penulis dalam proses pengajuan, revisi, dan publikasi.

Name of Author	C	M	So	Va	Fo	I	R	D	O	E	Vi	Su	P	Fu
Dwi Heri Efrilia	✓			✓				✓	✓			✓		
Ella Debora br Tarigan		✓			✓		✓		✓				✓	
Emily Theresia Silaen	✓			✓				✓		✓		✓		
Feby Florensia S S			✓			✓	✓				✓			✓
Nia Rizkita Tambunan			✓		✓		✓			✓		✓		
Peggy Mahara Dingga		✓				✓	✓				✓			✓

#### INFORMED CONSENT

Perlindungan privasi merupakan hak hukum yang harus dijaga dan tidak boleh dilanggar tanpa persetujuan dari individu yang bersangkutan. Dalam penelitian ini, penulis telah memastikan bahwa seluruh partisipan memberikan persetujuan setelah memperoleh penjelasan yang lengkap terkait tujuan dan prosedur penelitian.

#### DATA AVAILABILITY

Data yang mendukung hasil penelitian ini berasal dari sumber yang tersedia secara publik. Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari publikasi resmi dan data statistik yang diterbitkan oleh instansi yang berwenang, khususnya Badan Pusat Statistik (BPS), yang dapat diakses melalui situs resmi <https://sumut.bps.go.id>. Seluruh data yang digunakan dalam penelitian ini telah dicantumkan sumbernya secara jelas sehingga dapat diakses kembali oleh pembaca untuk keperluan verifikasi serta menjamin transparansi dan replikasi penelitian. Penelitian ini sepenuhnya menggunakan data sekunder dari sumber publik, sehingga tidak menghasilkan data baru.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Anselin and S. J. Rey, *\*Modern Spatial Econometrics in Practice: A Guide to GeoDa, GeoDaSpace and PySAL\**. Chicago, IL: GeoDa Press LLC, 2014.
- [2] Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara, "Persentase penduduk miskin September 2024 turun 0,80 poin menjadi 7,19 persen," Jan. 2025. [Online]. Available: <https://sumut.bps.go.id/pressrelease/2025/01/15/1312/persentase-penduduk-miskin-september-2024-turun-0-80-poin-menjadi-7-19-persen.html>
- [3] N. A. Cressie, *\*Statistics for Spatial Data\**, rev. ed. New York: John Wiley & Sons, 1993.
- [4] T. Hengl, *\*A Practical Guide to Geostatistical Mapping of Environmental Variables\**. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2007.
- [5] A. Iffah, S. Sediono, T. Saifudin, E. Ana, and D. Amelia, "Poverty modeling in Indonesia: A spatial regression analysis," *\*Economics Development Analysis Journal\**, vol. 12, no. 4, pp. 441–457, 2023.
- [6] I. O. Lumbantobing, A. W. Andari, F. Abangan, and B. Maulana, "Studi sebaran spasial data kemiskinan per provinsi di Indonesia menggunakan teknik kriging dan IDW," *\*Koehesi: Jurnal Sains dan Teknologi\**, pp. 41–50, 2025.
- [7] Monsaputra, "Analisis autokorelasi spasial kemiskinan di Provinsi Sumatera Barat," *\*Jurnal Geografi dan Pengajarannya\**, vol. 20, no. 2, pp. 97–106, 2022.
- [8] B. Nafandra and N. Amalita, "Regresi panel dan pemetaan local indicator of spatial association dalam analisis kemiskinan di Provinsi Bengkulu," *\*Imajiner: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika\**, vol. 8, no. 2, pp. 518–530, 2026.
- [9] A. Naldi, H. Siregar, and S. Mulatsih, "Analisis pola spasial dan sebaran penduduk miskin di Kabupaten Mandailing Natal," *\*Tataloka\**, vol. 25, no. 2, pp. 121–132, 2023.
- [10] R. Nurjanah, A. Rinaldi, and R. Pitri, "Spatial error model pada tingkat kemiskinan kabupaten/kota di Provinsi Lampung," *\*Variance: Journal of Statistics and Its Applications\**, vol. 5, no. 1, pp. 47–54, 2023.
- [11] A. O. Sihombing, "Analisis spasial kemiskinan di Sumatera Utara," *\*Journal of Analytical Research, Statistics and Computation\**, vol. 1, no. 1, pp. 64–77, 2022.
- [12] S. Sumarto and A. Suryahadi, *\*Kemiskinan dan Kebijakan Sosial di Indonesia: Tinjauan Teoritis\**. Jakarta: SMERU Research Institute, 2019.
- [13] R. Webster and M. A. Oliver, *\*Geostatistics for Environmental Scientists\**, 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2007.