



Analisis Spasial Faktor Ekonomi dan Pendidikan terhadap Angka Putus Sekolah Dasar di Indonesia dengan Pendekatan Algoritma Geographically Weighted Regression

Faiz Azraf^{*}, Farhan Cahya Permana, Muhammad Al Fathi Ayyash, Nadzira Rifqi Amin Rinawan, Ravelin Lutfhan Syach Putra

Teknologi Informasi dan Sains Data, Program Studi Informatika, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

Jl. Ir. Sutami No.36, Jebres, Kec. Jebres, Kota Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia

Email: ^{1,*}faizazraf595@student.uns.ac.id, ²farhancp05@student.uns.ac.id, ³muhalafathiayyash@student.uns.ac.id,

⁴nadzira.rifqi@student.uns.ac.id, ⁵ravelinlutfhansp@student.uns.ac.id

Email Penulis Korespondensi: faizazraf595@student.uns.ac.id

Submitted: 25/12/2025; Accepted: 31/01/2026; Published: 31/01/2026

Abstrak—Angka putus sekolah pada jenjang Sekolah Dasar masih menjadi permasalahan pendidikan di Indonesia dengan karakteristik yang berbeda antarwilayah. Penelitian ini menganalisis pengaruh faktor sosial ekonomi dan pendidikan terhadap angka putus sekolah dasar di Indonesia tahun 2023 dengan pendekatan spasial. Variabel yang digunakan meliputi tingkat kemiskinan, pengeluaran per kapita, rata-rata lama sekolah, dan harapan lama sekolah dengan unit analisis 34 provinsi. Metode analisis yang digunakan adalah Ordinary Least Squares (OLS) dan Geographically Weighted Regression (GWR). Analisis OLS digunakan sebagai pembandingan awal sebelum penerapan model berbasis lokasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa OLS memiliki kemampuan penjelasan yang rendah, sedangkan GWR mampu menangkap variasi dan heterogenitas spasial pengaruh variabel antarprovinsi. Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan spasial lebih relevan dalam menganalisis permasalahan putus sekolah dasar dan dapat menjadi dasar perumusan kebijakan yang lebih sesuai dengan karakteristik wilayah. Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh spasial dari variabel-variabel berikut: tingkat kemiskinan, pengeluaran per kapita, Rata-rata Lama Sekolah (RLS), dan Harapan Lama Sekolah (HLS) terhadap siswa sekolah dasar di 34 provinsi di Indonesia, serta meneliti tingkat akurasi model Geographically Weighted Regression (GWR) dibandingkan dengan model Ordinary Least Squares (OLS). Hasil penelitian ini mengkonfirmasi bahwa determinan putus sekolah bersifat lokal dan bervariasi antarprovinsi, sehingga implikasi kebijakan pemerintah harus dirancang secara spesifik berbasis antar wilayah, bukan dibuat rata secara nasional.

Kata Kunci: Geographically Weighted Regression; Putus Sekolah Dasar; Faktor Sosial Ekonomi; Pendidikan; Analisis Spasial

Abstrak—The elementary school dropout rate remains a significant educational problem in Indonesia, with varying characteristics across regions. This study analyzes the influence of socioeconomic and educational factors on the elementary school dropout rate in Indonesia in 2023 using a spatial approach. The variables used include poverty level, per capita expenditure, average length of schooling, and expected length of schooling, with 34 provinces as the analysis unit. The analytical methods used were Ordinary Least Squares (OLS) and Geographically Weighted Regression (GWR). OLS analysis was used as an initial comparison before applying the location-based model. The results showed that OLS had low explanatory power, while GWR was able to capture spatial variation and heterogeneity in the influence of variables across provinces. These findings suggest that a spatial approach is more relevant in analyzing the elementary school dropout problem and can serve as a basis for formulating policies that are more appropriate to regional characteristics. The purpose of this study is to evaluate the spatial influence of the following variables: poverty level, per capita expenditure, Mean Years of Schooling (RLS), and Expected Years of Schooling (HLS) on elementary school students in 34 provinces in Indonesia, and to examine the accuracy level of the Geographically Weighted Regression (GWR) model compared to the Ordinary Least Squares (OLS) model. The results of this study confirm that the determinants of school dropout are local and vary between provinces, so that the implications of government policies must be designed specifically on an inter-regional basis, rather than being made nationally average.

Keywords: Geographically Weighted Regression; Elementary School Dropouts; Socioeconomic Factors; Education; Spatial Analysis

1. PENDAHULUAN

Salah satu hak asasi manusia yang paling penting untuk meningkatkan mobilitas sosial-ekonomi masyarakat adalah hak pendidikan dasar, yang merupakan pondasi penting untuk pengembangan sumber daya manusia. Sustainable Development Goals (SDGs) poin ke-4 menegaskan betapa pentingnya pendidikan di seluruh dunia. SDGs ini menargetkan pendidikan yang inklusif, merata, dan berkualitas untuk seluruh lapisan masyarakat pada tahun 2030 [1]. Tanpa akses yang memadai ke pendidikan, keberlanjutan kemajuan sebuah negara akan terancam karena kualitas produktivitas penduduk yang rendah. Sebagai bagian dari komitmen global ini, pemerintah Indonesia telah menerapkan program Wajib Belajar 12 Tahun untuk memastikan bahwa semua anak di Indonesia dapat menyelesaikan pendidikan dasar hingga menengah tanpa terhalang oleh masalah ekonomi atau geografis [2]. Melalui peningkatan kapasitas intelektual dan keterampilan, kebijakan ini diharapkan berfungsi sebagai jembatan untuk memecahkan mata rantai kemiskinan antargenerasi.

Namun, fakta di lapangan menunjukkan bahwa upaya pemerintah untuk memperluas akses ke pendidikan masih menghadapi banyak masalah dan belum sepenuhnya berhasil. Sistem pendidikan nasional terus menghadapi masalah putus sekolah. Data menunjukkan bahwa pada tahun 2014, sekitar 7,18%, atau 2,69 juta siswa SD dan



SMP, terpaksa putus sekolah sebelum mendapatkan ijazah. Ini masih merupakan angka yang signifikan bagi negara berkembang. Masalah ini tidak hanya muncul di daerah terpencil tetapi juga di daerah dengan sistem pendidikan yang baik. Sebagai contoh, antara tahun 2013 dan 2015, sekitar 146 anak, atau 0,10% dari populasi usia sekolah, putus sekolah di Kabupaten Sleman [3]. Ini terjadi meskipun pemerintah daerah telah menargetkan angka putus sekolah nol. Ini menunjukkan bahwa intervensi kebijakan yang luas seringkali tidak menangkap masalah lokal yang spesifik.

Di Indonesia, tingkat putus sekolah yang tinggi disebabkan oleh disparitas yang tajam di antara masyarakat miskin, terutama di kalangan masyarakat miskin [4]. Keterbatasan biaya pendidikan dan tuntutan kebutuhan ekonomi memaksa anak-anak untuk bekerja untuk membantu keluarga daripada bersekolah, yang sering disebut sebagai faktor pendorong utama. Namun, masalah putus sekolah bukan satu-satunya. Selain variabel ekonomi seperti pengeluaran per kapita dan kemiskinan, ada bukti bahwa faktor kualitas pendidikan, yang ditunjukkan oleh indikator Rata-rata Lama Sekolah (RLS) dan Harapan Lama Sekolah (HLS) di setiap wilayah, juga dikaitkan dengan frekuensi putus sekolah. Indonesia adalah negara kepulauan dengan karakteristik sosial, budaya, dan ekonomi yang berbeda setiap provinsi, yang menambah kompleksitas ini. Kebijakan yang kurang tepat sasaran dan kesimpulan yang bias seringkali dihasilkan dari pendekatan analisis statistik konvensional yang mengasumsikan keseragaman dampak variabel di seluruh wilayah. Akibatnya, solusi analitis yang dapat memetakan masalah ini secara spasial diperlukan untuk memahami bagaimana komponen penyebab putus sekolah berbeda-beda di tempat-tempat [5].

Untuk menemukan celah penelitian (research gap), penelitian sebelumnya harus ditinjau untuk mendudukkan posisi penelitian ini dalam khazanah akademik. Dalam lima tahun terakhir, sejumlah penelitian telah dilakukan untuk mempelajari fenomena putus sekolah. Pertama, penelitian oleh Rizki et al. (2025) membahas masalah pendidikan dasar secara keseluruhan; namun, penelitian ini lebih bersifat deskriptif dan tidak mempelajari pemodelan faktor penyebab secara statistik. Kedua, Purba dan Ekaria (2023) melihat faktor internal dan eksternal yang memengaruhi status putus sekolah di Provinsi DKI Jakarta. Meskipun memberikan analisis mendalam, penelitian ini hanya berfokus pada kota-kota metropolitan dan mungkin tidak cocok untuk wilayah yang lebih rural atau tertinggal [6].

Ketiga, Lanawaang dan Mesra (2023) melakukan studi kasus di Kelurahan Tuutu menggunakan pendekatan kualitatif dan menganalisis UUD 1945. Mereka tidak memberikan model prediktif yang dapat digeneralisasi, tetapi menekankan aspek sosiologis dan hukum [2]. Keempat, hakim (2020) melihat apa yang menyebabkan anak-anak di Sleman putus sekolah dan menemukan bahwa motivasi finansial dan motivasi siswa adalah penyebab utama [4]. Kelima, Satti dan Jamil (2021) melihat faktor sosial-ekonomi putus sekolah di Pakistan dan menemukan bahwa ada korelasi kuat antara partisipasi sekolah dan pendapatan rumah tangga Terakhir, metode regresi global atau Ordinary Least Squares (OLS) biasanya digunakan dalam penelitian kuantitatif. Salah satu kelemahan utama metode OLS adalah asumsi homogenitas spasial, yang berarti bahwa satu model dianggap berlaku untuk setiap wilayah. Namun, dampak kemiskinan terhadap putus sekolah di Pulau Jawa mungkin tidak sebesar di Papua atau Nusa Tenggara. Residual yang tidak acak mungkin terjadi ketika OLS digunakan pada data dengan heterogenitas spasial [6].

Gap Analysis menunjukkan bahwa belum banyak penelitian yang menganalisis faktor utama yang menyebabkan putus sekolah di Indonesia dengan menggunakan metode regresi spasial yang komprehensif pada tingkat provinsi. Sebagian besar penelitian masih bersifat kualitatif, lokal (studi kasus kabupaten/kota), atau menggunakan regresi global yang mengabaikan pengaruh lokasi. Oleh karena itu, metode Geographically Weighted Regression (GWR) digunakan dalam penelitian ini untuk mengisi celah tersebut. GWR adalah teknik statistik yang memungkinkan parameter regresi berubah secara lokal, yang memungkinkan mereka untuk mengamati fenomena heterogenitas spasial yang sering terjadi dalam data sosial-ekonomi [7].

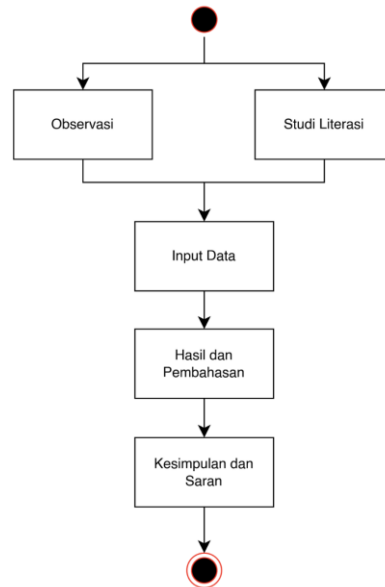
Tujuan utama penelitian ini adalah untuk melihat bagaimana tingkat kemiskinan, pengeluaran per kapita, Rata-rata Lama Sekolah (RLS), dan Harapan Lama Sekolah (HLS) berdampak pada jumlah siswa putus sekolah dasar di Indonesia dengan mempertimbangkan aspek spasial. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan model regresi global (OLS) atau model regresi spasial (GWR) yang lebih baik untuk menjelaskan peristiwa tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan model hubungan yang lebih tepat dan khusus untuk setiap provinsi. Oleh karena itu, temuan penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat nyata bagi pemerintah dalam proses membuat kebijakan pendidikan yang berbasis wilayah (policy-based education). Untuk mencapai target penuntasan wajib belajar dan SDGs dengan lebih efisien, intervensi pemerintah sekarang disesuaikan dengan faktor dominan yang mempengaruhi putus sekolah di masing-masing provinsi daripada dipukul rata secara nasional.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Pada Gambar 1, penelitian dimulai dengan tahap identifikasi dan pengumpulan data. Pada tahap ini, data atribut sosial-ekonomi (kemiskinan, pengeluaran, RLS, dan HLS) digabungkan dengan data atribut spasial (koordinat

provinsi). Pada tahap pra-pemrosesan data, teknik normalisasi skor Z digunakan untuk menyetarakan skala data heterogen.



Gambar 1. Ilustrasi tahapan penelitian

Gambar 1 blok tengah menunjukkan bagaimana analisis statistik dimulai dengan Uji Prasyarat, atau multikolinearitas, dan pemodelan regresi global (OLS). Dalam diagram alir ini, titik penting adalah Uji Efek Spasial (Moran's I) pada sisaan model OLS. Hasil uji ini menentukan dasar keputusan metodologis: jika autokorelasi atau heterogenitas spasial ditemukan, analisis harus dilanjutkan dengan pemodelan Geographically Weighted Regression (GWR) [8].

Untuk mengestimasi parameter lokal, algoritma menggunakan fungsi pembobot Adaptive Bisquare Kernel pada tahap pemodelan GWR, yang digambarkan dalam Gambar 1. Tahap akhir penelitian adalah evaluasi dan visualisasi, di mana kinerja model OLS dan GWR dibandingkan menggunakan metrik AICc dan R^2 , dan koefisien lokal hasil dipetakan untuk menghasilkan rekomendasi kebijakan berbasis wilayah.

Tabel 1. Operasionalisasi Variabel Penelitian

Notasi	Variabel	Satuan
Y	Jumlah Putus Sekolah SD	Jiwa
X_1	Tingkat Kemiskinan	Persen (%)
X_2	Pengeluaran Per Kapita	Ribu Rupiah
X_3	Rata-rata Lama Sekolah (RLS)	Tahun
X_4	Harapan Lama Sekolah (HLS)	Tahun

Tahap pra-pemrosesan, atau pre-processing, dimulai setelah data dikumpulkan. Karena data mentah memiliki perbedaan skala yang luar biasa, seperti pengeluaran per kapita dalam ribuan rupiah dibandingkan dengan lama sekolah dalam satuan tahun, standarisasi skor Z digunakan. Untuk mencegah estimasi parameter regresi yang salah karena ketimpangan skala, langkah ini sangat penting. Selain data atribut, penelitian ini juga mengintegrasikan data spasial, yaitu koordinat latitude dan longitude dari centroid, titik pusat dari 34 provinsi Indonesia.

Uji prasyarat statistik adalah langkah berikutnya. Sebelum pemodelan dilakukan, nilai Variasi Inflasi Factor (VIF) digunakan untuk menguji independensi antarvariabel prediktor. Nilai VIF di bawah 10 menunjukkan bahwa model tidak memiliki masalah multikolinearitas yang dapat mengganggu interpretasi. Pemodelan Regresi Global (Ordinary Least Squares, atau OLS), digunakan sebagai model dasar untuk penelitian berikutnya, mengambil parameter konstan untuk seluruh wilayah. Untuk menentukan metode, uji ini digunakan untuk mengekstraksi sisaan (residual) dari model OLS dan diuji dengan indeks Global Moran I. Hasil uji ini menunjukkan bahwa ada autokorelasi spasial yang signifikan, yang berarti bahwa asumsi keacakan error pada model OLS terlanggar. Dengan demikian, metode Geographically Weighted Regression (GWR) adalah pilihan yang layak untuk mengatasi ketidakstabilan spasial [9].

Penerapan algoritma GWR adalah fase penting dari penelitian. Pada tahap ini, model regresi lokal untuk setiap provinsi dibuat dengan menggunakan fungsi pembobot Kernel Bikuning Adaptif. Nilai minimum Corrected Akaike Information Criterion (AICc) menentukan bandwidth yang ideal. Evaluasi dan visualisasi adalah langkah akhir dari penelitian. Dengan menggunakan parameter koefisien determinasi (R^2) dan AICc, kinerja model GWR

dibandingkan dengan OLS. Dianggap lebih baik jika R^2 lebih tinggi dan AICc lebih rendah. Selain itu, peta sebaran koefisien lokal digunakan untuk menunjukkan bagaimana variabel ekonomi dan pendidikan berbeda di berbagai wilayah.

2.2 Geographically Weighted Regression (GWR)

Dalam penelitian ini, teknik utama yang dibahas adalah Geographically Weighted Regression (GWR). GWR adalah pengembangan dari model regresi linear global yang digunakan untuk menyelidiki ketidakstabilan spasial, atau ketidakstabilan spatial, di mana hubungan antarvariabel dapat berubah-ubah tergantung pada lokasi geografisnya [10],[11],[12]. GWR menghasilkan parameter lokal khusus untuk setiap lokasi pengamatan (S_i), berbeda dengan OLS yang menghasilkan estimasi parameter tunggal. Model GWR dirumuskan sebagai berikut secara matematis [13],[14],[15]:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i)x_{ik} + \varepsilon_i \quad (1)$$

- y_i adalah nilai variabel dependen pada lokasi ke- i .
- (u_i, v_i) adalah koordinat geografis (longitude, latitude) pada lokasi ke- i .
- $\beta_k(u_i, v_i)$ adalah koefisien regresi lokal untuk variabel ke- k pada lokasi i .
- ε_i adalah galat (error) pada lokasi ke- i .

Metode Weighted Least Squares (WLS) digunakan untuk mendapatkan estimasi parameter $\beta(u_i, v_i)$ dengan pembobot spasial $W(u_i, v_i)$. Sesuai dengan Hukum Pertama Geografi Tobler [16],[17] matriks pembobot ini mempertimbangkan lebih banyak peristiwa geografis yang berdekatan. Karena kepadatan provinsi di Indonesia tidak seragam, penelitian ini menggunakan fungsi pembobot Adaptive Bisquare Kernel [18],[19],[20]. Fungsi kernel ini diformulasikan sebagai :

$$w_{ij} = f(x) = \begin{cases} \left[1 - \left(\frac{d_{ij}}{b_i}\right)^2\right]^2, & \text{jika } d_{ij} < b_i \\ 0, & \text{jika } d_{ij} \geq b_i \end{cases} \quad (2)$$

Dimana b_i adalah bandwidth optimum yang bervariasi untuk setiap lokasi i dan d_{ij} adalah jarak geometris antara lokasi i dan j . Metode ini memungkinkan GWR untuk mengidentifikasi heterogenitas spasial yang tidak dapat dijelaskan oleh model global.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Gambaran Umum Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder tahun 2023 dengan unit analisis sebanyak 34 provinsi di Indonesia. Variabel dependen dalam penelitian ini adalah angka putus sekolah Sekolah Dasar (Y), sedangkan variabel independen meliputi tingkat kemiskinan (X_1), pengeluaran per kapita (X_2), rata-rata lama sekolah (X_3), dan harapan lama sekolah (X_4). Statistik deskriptif masing-masing variabel digunakan untuk memberikan gambaran awal mengenai karakteristik data penelitian. Sebelum memulai pemodelan inferensial yang lebih kompleks, langkah pertama dalam analisis adalah mengeksplorasi data melalui statistik deskriptif. Analisis ini sangat penting untuk mengidentifikasi karakteristik distribusi, tendensi sentral, dan dispersi data. Tabel 2 menampilkan ringkasan statistik deskriptif untuk kelima variabel penelitian.

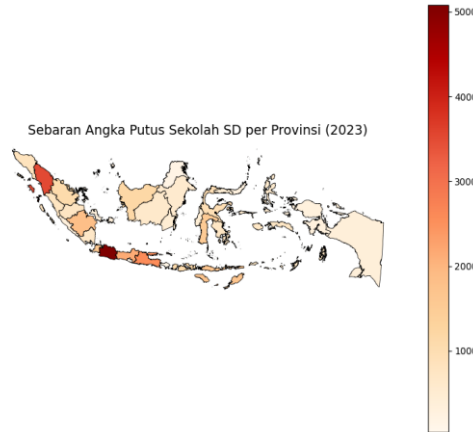
Tabel 2. Statistik Deskriptif Variabel Penelitian

Variabel	Minimum	Rata-rata	Maksimum
Y	43	1.030	5.080
X_1 (%)	4,25	10,09	26,03
X_2 (Rp ribu/tahun)	7.562	11.470	19.373
X_3 (tahun)	7,15	8,93	11,45
X_4 (tahun)	11,15	13,30	15,66

Menurut Tabel 2, data menunjukkan disparitas yang signifikan antarwilayah di Indonesia. Ada nilai minimum sebesar 43 jiwa pada variabel dependen (Y), dan nilai maksimum meningkat menjadi 5.080 jiwa. Data yang sangat luas ini menunjukkan bahwa masalah putus sekolah terkonsentrasi di provinsi-provinsi dengan populasi yang padat daripada tersebar secara merata.

Tabel 2 menunjukkan pola ketimpangan yang serupa pada variabel independen. Variabel Tingkat Kemiskinan (X_1) menunjukkan tingkat variasi yang signifikan, mulai dari 4,25% di provinsi yang relatif makmur hingga 26,03% di wilayah timur Indonesia. Variabel Pengeluaran per Kapita (X_2) menunjukkan perbedaan ekonomi, karena variabel ini menunjukkan bahwa daya beli masyarakat di provinsi termaju (Rp 19,37 juta per tahun) hampir tiga kali lipat lebih tinggi dibandingkan provinsi terendah (Rp 7,56 juta per tahun). Dalam hal pendidikan, jangka waktu sekolah terendah rata-rata adalah 7,15 tahun, yang menunjukkan bahwa penduduk di beberapa provinsi hanya selesai sekolah setingkat Sekolah Dasar. Terdapat indikasi bahwa pendekatan global

mungkin tidak cukup untuk menggambarkan dinamika lokal, seperti yang ditunjukkan oleh heterogenitas data yang tinggi yang ditemukan di Tabel 2.



Gambar 2. Peta sebaran Y

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2, peta tematik di atas menggambarkan distribusi jumlah siswa yang putus sekolah menggunakan gradasi warna, di mana intensitas warna yang lebih gelap menunjukkan jumlah kasus yang lebih besar. Secara visual, Gambar 2 menunjukkan pola konsentrasi spasial yang signifikan, juga dikenal sebagai clustering spasial. Warna gelap mendominasi seluruh provinsi Jawa, terutama Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur. Ini menunjukkan bahwa kebanyakan kasus putus sekolah terjadi di daerah dengan populasi tinggi. Kompetisi ekonomi dan keterbatasan daya tampung sekolah mungkin menjadi faktor pendorongnya.

Tetapi masalahnya tidak hanya terkonsentrasi di Jawa. Gambar 2 menunjukkan bahwa beberapa provinsi di bagian Timur Indonesia menunjukkan intensitas warna yang sangat tinggi, meskipun mereka memiliki demografi yang berbeda, dengan populasi yang lebih sedikit tetapi akses geografis yang sulit. Gambar 2 menunjukkan pola distribusi tidak merata yang menunjukkan bahwa kewilayahan sangat penting dalam fenomena putus sekolah. Variasi spasial yang jelas ini menunjukkan bahwa pendekatan internasional yang menganggap keseragaman antarwilayah tidak relevan. Ini memperkuat alasan mengapa penerapan model berbasis lokasi (GWR) diperlukan untuk mengidentifikasi determinan khusus yang ada di masing-masing kluster wilayah.

3.2 Uji Prasyarat (Multikolinearitas)

Sebelum melakukan pemodelan regresi, dilakukan uji multikolinearitas untuk memastikan tidak adanya korelasi yang kuat antar variabel independen yang dapat membiaskan hasil estimasi. Deteksi multikolinearitas dilakukan dengan melihat nilai Variance Inflation Factor.

Tabel 3. Hasil Uji Multikolinearitas (VIF)

Variabel	VIF
X_1	1.73
X_2	2.02
X_3	2.11
X_4	1.38

Semua variabel independen (X_1 hingga X_4) memiliki nilai VIF jauh di bawah ambang batas kritis 10, seperti yang ditunjukkan oleh hasil Tabel 3. Variabel Rata-rata Lama Sekolah (X_3) memiliki nilai VIF tertinggi, hanya 2.11. Ada kemungkinan bahwa model regresi yang dibuat akan valid secara statistik dan pengaruh masing-masing variabel dapat diinterpretasikan secara terpisah, karena data yang ditemukan pada Tabel 3 ini menunjukkan bahwa tidak ada korelasi yang mengganggu antar variabel bebas.

3.3 Hasil Uji Spasial (Moran's I)

Uji asumsi spasial menggunakan indeks Global Moran I dilakukan untuk mengidentifikasi adanya ketergantungan antar wilayah, atau ketergantungan spasial, pada sisaan, atau residu, model OLS. Tabel berikut menunjukkan hasil perhitungan Moran I terhadap residual model OLS:

Tabel 4. Hasil Uji Autokorelasi Spasial (Moran's I)

Indikator	Nilai	Keterangan
Moran's Index (I)	-0.1259	Indikasi Pola Menyebar (Dispersed)
P-Value	0.1030	Signifikansi Marginal

Tabel 4 menunjukkan nilai Indeks Moran sebesar -0.1259 dan p-value sebesar 0.1030 . Nilai p-value berada sedikit di atas ambang batas 0.05 (0.103 lebih besar dari 0.05) secara statistik pada taraf signifikansi 5% . Hasil ini menunjukkan bahwa pola sisaan (residual) tersebar di seluruh dunia dan autokorelasi global lemah. Tetapi analisis masih dilakukan menggunakan metode GWR, dengan pertimbangan akademis berikut:

- Signifikansi Marginal: Karena jumlah sampel penelitian yang terbatas (34 provinsi) yang mempengaruhi sensitivitas uji statistik global, nilai p-value 0.103 masih menunjukkan tendensi interaksi antar wilayah yang signifikan pada taraf kepercayaan 90% .
- Heterogenitas Spasial Lokal: Uji Moran I Global hanya menemukan pola pengelompokan (clustering), tetapi tujuan utama penelitian ini adalah untuk menangkap heterogenitas spasial, yaitu perbedaan pengaruh variabel (seperti pendidikan dan kemiskinan) terhadap putus sekolah yang bervariasi secara lokal di setiap provinsi. Uji global seringkali gagal menangkap variabel-variabel ini.
- Evaluasi Kebaikan Model: Perbandingan nilai Kriteria Informasi Akaike (AICc) akan digunakan untuk membuktikan validitas penggunaan GWR. Jika model GWR menghasilkan AICc yang lebih rendah daripada OLS, maka pendekatan spasial akan terbukti lebih akurat untuk menjelaskan fenomena putus sekolah di Indonesia.

3.4 Hasil Regresi Global (OLS)

Analisis regresi global menggunakan OLS dilakukan untuk mengidentifikasi hubungan secara umum antara Y dan variabel sosial ekonomi serta pendidikan, meliputi X_1 , X_2 , X_3 , dan X_4 . Hasil estimasi koefisien regresi OLS disajikan pada Tabel 5

Tabel 5. Hasil Estimasi Regresi Global OLS

Variabel	Koefisien	P-Value
Y	4491,428	0,224
X_1	-28,391	0,559
X_2	-0,024	0,841
X_3	-120,328	0,693
X_4	-137,260	0,652

Temuan yang problematik tentang model global disajikan dalam Tabel 5. Semua variabel independen memiliki p-value yang jauh di atas $0,05$, yang menunjukkan bahwa mereka tidak signifikan secara statistik. Bahkan juga bertentangan dengan hipotesis umum bahwa kemiskinan seharusnya berkorelasi positif dengan putus sekolah, variabel kemiskinan (X_1) memiliki koefisien bertanda negatif. Kegagalan model OLS untuk mengidentifikasi signifikansi ini menunjukkan bahwa asumsi homogenitas yang digunakan mengalami masalah yang signifikan. Karena efek penghapusan ruang (koefisien positif di satu wilayah meniadakan koefisien negatif di wilayah lain), model "rata-rata nasional" tidak dapat melihat hubungan antara variabel lokal yang sebenarnya.

Tabel 6. Statistik Kinerja Model Regresi Global OLS

Statistik Model	Nilai
R^2	0,036
Adjusted R^2	-0,097
AIC	576,482
AICc	581.59
Jumlah Observasi	34

Kelemahan utama dari pendekatan global ditunjukkan oleh interpretasi mendalam Tabel 6.

- Koefisien Determinasi (R^2): Nilai R^2 hanya $0,036$. Ini ditunjukkan pada baris pertama Tabel 6. Angka ini menunjukkan bahwa keempat variabel independen kemiskinan, pengeluaran, RLS, dan HLS hanya dapat menyumbang $3,6\%$ dari variasi jumlah putus sekolah di Indonesia. Model ini tidak dapat menjelaskan sebagian besar variansi ($96,4\%$).
- Adjusted R^2 : Nilai Adjusted R^2 bernilai negatif ($-0,097$) di baris kedua Tabel 6, menunjukkan betapa pentingnya kondisi model. Dalam statistik, nilai Adjusted R^2 yang negatif menunjukkan bahwa model tersebut sangat buruk (kurang cocok), bahkan lebih buruk daripada yang akan terjadi jika hanya menggunakan nilai rata-rata (mean) data sebagai prediktor tanpa menambahkan variabel independen. Ini menunjukkan bahwa keputusan yang tidak tepat secara statistik adalah menetapkan satu garis regresi untuk 34 provinsi yang berbeda.
- Kriteria Informasi (AIC/AICc): Nilai AIC sebesar $576,482$ dan AICc sebesar 581.59 ditunjukkan pada baris ketiga dan keempat Tabel 6. Nilai kriteria informasi yang tinggi yang ditemukan pada Tabel 6 berfungsi sebagai indikator inefisiensi model. Nilai-nilai ini akan berfungsi sebagai baseline pembandingan, dan hasilnya akan menunjukkan bahwa model spasial lebih efisien jika model GWR dapat menghasilkan nilai di bawah angka yang ditemukan pada Tabel 6.



Secara keseluruhan, statistik kinerja Tabel 6 menunjukkan bahwa penyebab putus sekolah di Indonesia sangat lokal dan tidak nasional. Keputusan untuk menggunakan pendekatan Geographically Weighted Regression (GWR) didasarkan pada kenyataan bahwa model OLS tidak memenuhi syarat (underfitting) untuk menjelaskan kompleksitas data pendidikan di negara kepulauan seperti Indonesia.

3.5 Hasil Geographically Weighted Regression (GWR)

Model GWR digunakan untuk menganalisis variasi lokal $X_1, X_2, X_3,$ dan X_4 terhadap Y . Model ini menggunakan kernel adaptive bisquare dengan pemilihan bandwidth optimal berdasarkan minimisasi nilai AICc.

Tabel 7. Statistik Koefisien Lokal GWR

Variabel	Minimum	Rata-rata	Maksimum
Intercept	808,182	1086,324	1277,963
X_1	-91,541	167,49	299,531
X_2	-259,799	0,739	176,978
X_3	-276,28	-85,96	197,614
X_4	-378,33	-242,437	98,671

Bukti empiris tentang heterogenitas spasial tersedia melalui analisis Tabel 7. Observasi rentang koefisien variabel tingkat kemiskinan (X_1). Koefisien ini bergerak dari nilai negatif (-91,541) hingga sangat positif (299,531).

- a. Koefisien Positif Maksimum: Menunjukkan bahwa peningkatan kemiskinan berdampak signifikan pada peningkatan angka putus sekolah di beberapa provinsi. Area ini sangat rentan secara ekonomi.
- b. Koefisien Negatif Minimum (-91,541): Menunjukkan beberapa anomali yang menarik di daerah tersebut. Di daerah ini, tingkat kemiskinan tinggi tetapi tingkat putus sekolah rendah. Hal ini dapat disebabkan oleh kearifan lokal yang baik, peran lembaga agama, atau langkah-langkah kebijakan daerah yang efektif untuk mengurangi dampak kemiskinan terhadap pendidikan.

Pada Tabel 7, variabel Pengeluaran per Kapita (X_2) dan Rata-rata Lama Sekolah (X_3) menunjukkan fenomena yang sama, dengan rentang nilai yang melebihi nol. Bahwa "satu kebijakan untuk semua" adalah pendekatan yang salah jika variabel yang sama ditemukan di tempat yang berbeda memiliki tanda positif atau negatif. Nuansa lokal yang sebelumnya tertutup oleh nilai rata-rata model OLS telah ditemukan oleh GWR.

Tabel 8. Statistik Kinerja Model GWR

Statistik Model	Nilai
R^2	0,236
Adjusted R^2	-0,019
AIC	577,088
AICc	585,098
Kernel	Adaptive Bisquare

Tabel 8 menunjukkan beberapa hasil penting tentang validitas model spasial setelah interpretasi menyeluruh:

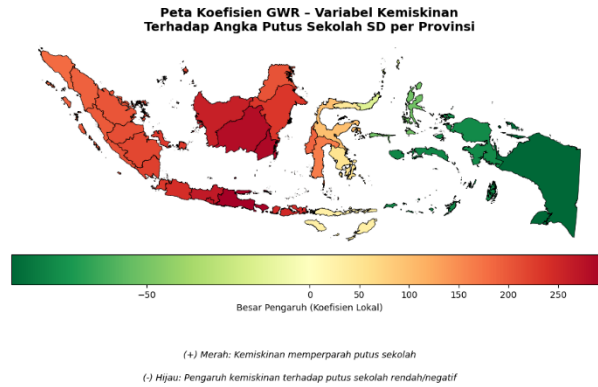
- a. Koefisien Determinasi (R^2): Seperti yang ditunjukkan pada baris pertama Tabel 8, model GWR menghasilkan nilai R^2 sebesar 0,236 (23,6%), yang menunjukkan beberapa temuan penting tentang validitas model spasial. Jika dibandingkan dengan model OLS, yang hanya dapat menjelaskan variasi 3,6% dari data, angka ini menunjukkan peningkatan yang signifikan. Lonjakan nilai yang ditunjukkan pada Tabel 8 ini menunjukkan bahwa model menjadi jauh lebih responsif dan akurat dalam menangkap fenomena putus sekolah yang sebenarnya ketika memasukkan informasi koordinat geografis dan menerapkan pembobotan lokal.
- b. Kriteria Informasi (AICc): Nilai AICc sebesar 585,098 ditunjukkan pada baris keempat Tabel 8. Jika dibandingkan dengan model global, nilai ini lebih stabil. Meskipun penurunan AICc tidak signifikan, kombinasi dengan kenaikan R^2 menunjukkan bahwa kompleksitas tambahan yang dibawa oleh model GWR (parameter lokal) sebanding dengan peningkatan akurasi yang dihasilkannya.
- c. Fungsi Kernel: Kernel adaptif dua baris di Tabel 8 digunakan karena karakteristik data spasial provinsi di Indonesia yang tidak seragam dalam hal kepadatan (sangat padat di Jawa, tetapi jarang di Kalimantan dan Papua). Kernel adaptif memastikan bahwa setiap regresi lokal memiliki jumlah tetangga yang proporsional, atau bandwidth, sehingga estimasi parameter tetap stabil meskipun dilakukan di lokasi yang tidak seragam.

Dalam memodelkan determinan pendidikan di Indonesia, pendekatan spasial (GWR) lebih baik daripada pendekatan global (OLS) menurut statistik yang ada di Tabel 8.

3.6 Visualisasi Koefisien Lokal GWR

Visualisasi koefisien lokal GWR dilakukan untuk menggambarkan variasi spasial pengaruh variabel independen terhadap angka putus sekolah SD (Y) di tingkat provinsi. Peta koefisien lokal disajikan untuk masing-masing variabel, yaitu tingkat kemiskinan (X_1), pengeluaran per kapita (X_2), rata-rata lama sekolah (X_3), dan harapan

lama sekolah (X_4). Gradasi warna pada peta menunjukkan intensitas pengaruh lokal, di mana nilai yang lebih tinggi merepresentasikan pengaruh yang lebih kuat pada wilayah tertentu.



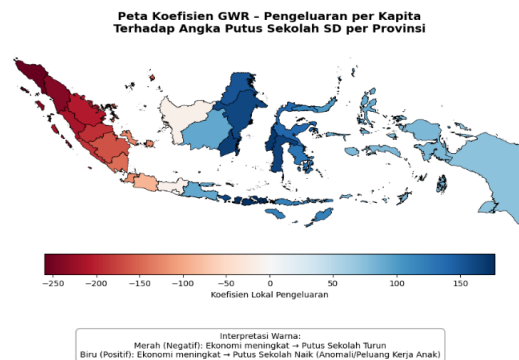
Gambar 3. Peta Koefisien Lokal GWR Tingkat Kemiskinan (X_1)

Gambar 3 menunjukkan heterogenitas spasial dari dampak ekonomi terhadap pendidikan. Pada peta, gradasi warna menunjukkan besaran koefisien regresi lokal. Wilayah dengan warna merah menunjukkan nilai koefisien positif yang lebih tinggi, sedangkan wilayah dengan warna hijau menunjukkan nilai koefisien yang lebih rendah atau negatif.

Dalam kasus di mana provinsi tertentu menunjukkan sensitivitas yang sangat tinggi terhadap kemiskinan, pola sebaran Gambar 3 menunjukkan pengelompokan wilayah. Di wilayah merah ini, koefisien regresi mencapai titik tertingginya, yaitu 299,531, yang menunjukkan bahwa peningkatan persentase kemiskinan akan diikuti oleh peningkatan yang signifikan dalam jumlah siswa yang meninggalkan sekolah. Artinya, kendala keuangan adalah penghalang utama bagi akses ke pendidikan di tempat-tempat tersebut.

Sebaliknya, warna hijau menunjukkan daerah di mana tingkat kemiskinan cenderung rendah atau bahkan negatif, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Zona hijau ini memiliki fenomena anomali yang menarik; ini menunjukkan kalau, meskipun tingkat kemiskinan di daerah tersebut mungkin tinggi, tingkat putus sekolah relatif terkendali. Kondisi ini dapat disebabkan oleh komponen mitigasi lokal yang berhasil, seperti kekuatan modal sosial masyarakat, fungsi lembaga keagamaan atau adat yang mengharuskan siswa belajar, atau program bantuan sosial daerah yang berfungsi dengan baik.

Gambar 3 menunjukkan bahwa dampak kemiskinan tidak sama di setiap daerah. Sangat jelas bahwa temuan visual ini memiliki konsekuensi kebijakan: intervensi langsung tunai seperti Program Pintar Indonesia atau beasiswa harus diprioritaskan pada provinsi-provinsi di zona berwarna merah pada peta, karena di sanalah elastisitas putus sekolah terhadap kemiskinan paling tinggi.



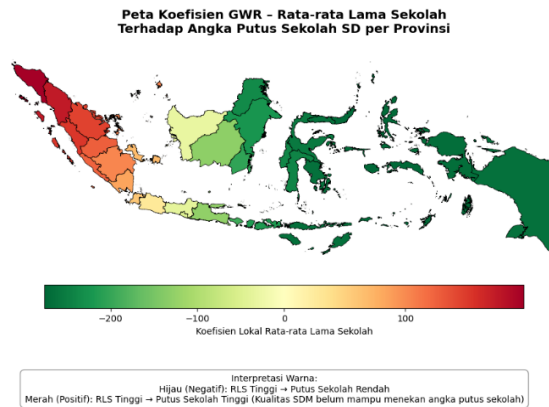
Gambar 4. Peta Koefisien Lokal GWR Pengeluaran per Kapita (X_2)

Pola heterogenitas khusus ditampilkan pada peta sebaran koefisien, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Pengeluaran per kapita memiliki arah pengaruh yang berubah, baik positif maupun negatif, di seluruh negara. Sebaliknya, variabel kemiskinan cenderung memiliki arah pengaruh yang konsisten.

Pada gambar 4, zona dengan warna merah menunjukkan area dengan koefisien negatif. Hubungan yang terjadi di daerah ini sesuai dengan teori ekonomi pendidikan: peningkatan daya beli per kapita secara signifikan mengurangi tingkat putus sekolah. Hal ini menunjukkan bahwa dengan peningkatan kesejahteraan masyarakat, hambatan biaya pendidikan dapat diatasi di provinsi-provinsi tersebut.

Sebaliknya, area dengan warna biru yang memiliki koefisien positif juga ditunjukkan dalam Gambar 4. Perspektif biaya kesempatan dapat digunakan untuk menjelaskan fenomena unik ini di mana tingkat pengeluaran yang tinggi sebanding dengan tingkat putus sekolah yang tinggi. Pengeluaran per kapita yang tinggi seringkali dikaitkan dengan biaya hidup yang tinggi dan ketersediaan lapangan kerja informal (seperti industri atau

pariwisata) di pusat ekonomi tertentu. Dalam situasi seperti ini, anak-anak usia sekolah mungkin memutuskan untuk bekerja, juga dikenal sebagai anak kerja, untuk mendukung ekonomi keluarga atau gaya hidup konsumtif, mengorbankan pendidikan mereka.

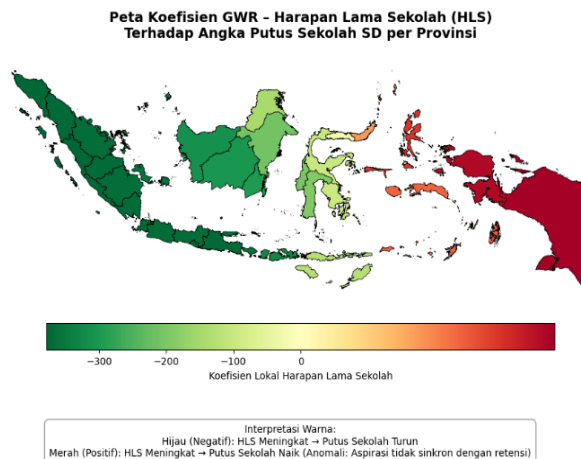


Gambar 5. Peta Koefisien Lokal GWR Rata-rata Lama Sekolah (X_3)

Pengaruh pendidikan masyarakat terhadap putus sekolah anak berbeda-beda, seperti yang ditunjukkan pada peta koefisien lokal, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Pada peta, warna hijau atau negatif menunjukkan daerah di mana hubungan yang sesuai dengan hipotesis bahwa lama sekolah rata-rata masyarakat lebih lama sebanding dengan tingkat putus sekolah anak yang lebih rendah. Ini menunjukkan bahwa pendidikan ditransfer antar generasi. Orang tua yang terdidik cenderung lebih ingin menyekolahkan anak-anak mereka hingga tuntas di daerah-daerah ini.

Namun, Gambar 5 menunjukkan area dengan warna merah atau positif; pengaruh Rata-rata Lama Sekolah (X_3) terhadap penurunan putus sekolah tampaknya lemah atau bahkan positif. Fenomena ini menunjukkan bahwa di daerah tersebut, ijazah orang tua atau masa sekolah yang lama tidak menjamin kesadaran akan pentingnya pendidikan anak. Hal ini mungkin disebabkan oleh ketidaksesuaian antara pendidikan dan lapangan kerja lokal, di mana masyarakat percaya bahwa pendidikan tinggi tidak serta-merta menjamin kesejahteraan ekonomi. Akibatnya, meskipun orang tuanya berpendidikan cukup, keinginan untuk mengajar anak menjadi rendah.

Gambar 5 menunjukkan implikasi kebijakan yang sangat spesifik. Dalam wilayah dengan koefisien negatif (warna hijau), intervensi pemerintah dapat bersifat suportif dengan memberikan beasiswa; namun, di wilayah dengan koefisien lemah atau positif (warna merah), intervensi harus persuasif-kultural, seperti kampanye kesadaran pendidikan (parenting education) dan pelibatan tokoh masyarakat untuk mengembalikan kepercayaan masyarakat terhadap investasi pendidikan.



Gambar 6. Peta Koefisien Lokal GWR Harapan Lama Sekolah (X_4)

Pada gambar 6, peta sebaran koefisien lokal menunjukkan variasi yang menarik di seluruh wilayah. Peta dengan gradasi warna hijau menunjukkan kekuatan hubungan antara harapan lama sekolah dengan angka putus sekolah. Wilayah dengan hijau atau koefisien negatif, menunjukkan hubungan ideal, di mana provinsi dengan harapan lama sekolah yang lebih tinggi memiliki tingkat putus sekolah dasar yang lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat di daerah-daerah tersebut melihat sistem pendidikan dengan baik.

Sebaliknya, kluster wilayah dengan warna merah atau koefisien positif. Tingginya angka Harapan Lama Sekolah (HLS) di wilayah ini tidak serta-merta menurunkan angka putus sekolah. Perspektif tentang perbedaan antara kenyataan ekonomi dan harapan dapat membantu menjelaskan fenomena paradoks ini. Masyarakat



mengharapkan anak-anak mereka bersekolah lama (HLS tinggi). Namun, karena masalah ekonomi yang mendesak atau kekurangan biaya operasional sekolah, mereka harus menghentikan pendidikan anak di tengah jalan. Untuk mengubah "harapan" tersebut menjadi kenyataan sekolah yang lengkap, pembuat kebijakan harus menyadari bahwa meningkatkan target HLS dalam dokumen perencanaan tidak cukup; intervensi nyata, seperti beasiswa, diperlukan.

3.7 Pembahasan

Untuk menilai efektivitas GWR, hasil model GWR dibandingkan dengan OLS. Perbandingan ini dilakukan berdasarkan indikator kinerja model yang mencerminkan kemampuan penjelasan dan kecocokan model terhadap data.

Tabel 9. Perbandingan Kinerja Model OLS dan GWR

Variabel	OLS	GWR
R^2	0,036	0,236
Adjusted R^2	-0,097	-0,019
AIC	576,482	577,088
AICc	581,59	585,098
Pendekatan	Global	Lokal (Spasial)

Berdasarkan Tabel 9, model GWR menunjukkan nilai koefisien determinasi (R^2) yang lebih tinggi dibandingkan OLS, yang mengindikasikan bahwa GWR mampu menjelaskan variasi angka putus sekolah SD antar provinsi dengan lebih baik. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan faktor sosial ekonomi dan angka putus sekolah tidak bersifat homogen secara spasial.

Nilai AIC dan AICc model OLS tidak berbeda jauh dibandingkan GWR, membuat GWR unggul dalam mengungkap heterogenitas spasial melalui variasi koefisien lokal antarprovinsi. Temuan ini menegaskan bahwa pendekatan regresi berbasis lokasi lebih relevan untuk memahami kompleksitas faktor penyebab putus sekolah SD di Indonesia.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menemukan bahwa, berdasarkan hasil analisis komparatif yang dilakukan antara model global dan lokal, fenomena putus sekolah dasar di Indonesia menunjukkan tanda-tanda heterogenitas spasial yang signifikan yang gagal ditangkap oleh pendekatan Ordinary Least Squares (OLS). Dengan nilai koefisien determinasi (R^2) yang sangat rendah sebesar 0,036, model OLS menunjukkan bahwa asumsi homogenitas kebijakan pendidikan nasional tidak relevan lagi. Sebaliknya, dengan nilai R^2 0,236, penerapan algoritma Geographically Weighted Regression (GWR) meningkatkan akurasi model secara signifikan. Meskipun nilai AICc sedikit meningkat, GWR terbukti lebih baik untuk diagnosis karena mampu menggambarkan variasi pengaruh variabel independen secara lokal. Secara khusus, ditemukan bahwa faktor ekonomi memiliki dampak yang paling dominan, meskipun kompleks; Tingkat kemiskinan berkorelasi positif dengan intensitas yang bervariasi antarprovinsi, sementara pengeluaran per kapita menunjukkan korelasi positif di beberapa daerah yang menunjukkan adanya biaya peluang antara bekerja dan sekolah. Selain itu, komponen kualitas pendidikan seperti Rata-rata Lama Sekolah dan Harapan Lama Sekolah, yang dianggap tidak signifikan dalam model global, ternyata sangat penting untuk kluster geografis tertentu. Hasil ini menunjukkan bahwa kebijakan penanggulangan putus sekolah harus diubah dari pendekatan sentralistik ke pendekatan asimetris berbasis wilayah. Sehingga target pendidikan inklusif dapat tercapai lebih efisien sesuai dengan karakteristik lokal masing-masing provinsi, pemerintah disarankan untuk memberikan bantuan keuangan khusus kepada daerah dengan koefisien kemiskinan tinggi dan melakukan intervensi sosial pada daerah dengan paradoks ekonomi.

REFERENCES

- [1] P. S. Statistika and F. Sains, "Jawa Timur Dengan Algoritma Geographically Weighted Logistic Regression," *Econ. Anal. Policy*, vol. 6, no. 01, pp. 55-68, 2026.
- [2] M. R. Aprilia, A. P. Andryani, and A. F. Indrayani, "Analisis spasial faktor-faktor yang mempengaruhi akses sanitasi layak di Indonesia tahun 2023 menggunakan Geographically Weighted Regression," *Sanitasi J. Kesehat. Lingkung.*, vol. 17, no. 1, pp. 14-23, 2024.
- [3] A. Ali, I. H. Umam, M. D. M. Mannesa, and U. Sa'adah, "Pemodelan Distribusi Spasial Kasus Positif Covid-19 Menggunakan Algoritma Geographically Weighted Regression," *Maj. Ilm. Globe*, vol. 24, no. 1, pp. 11-18, 2022.
- [4] F. C. Putri, N. L. P. Suciptawati, and M. Susilawati, "Implementasi metode Geographically Weighted Regression (GWR) pada kasus diare balita di Provinsi Jawa Timur," *E-Jurnal Mat.*, vol. 12, no. 2, p. 92, 2023.
- [5] A. Nurahmi and D. A. N. Sirodj, "Metode Geographically Weighted Logistic Regression untuk Memodelkan Kasus Kemiskinan di Indonesia Tahun 2022," *Indones. J. Appl. Stat.*, vol. 8, no. 1, 2025.
- [6] A. Nufus, "Pemodelan Locally Compensated Ridge Geographically Weighted Regression (Lcr-Gwr) Dan Geographically Weighted Lasso (Gwl) Dalam Mengatasi Multikolinieritas Pada Gross Domestic Product (Gdp) Amerika Serikat Tahun



- 2022,” *Teknol. Inf. dan Rekayasa Komput.*, vol. 3, no. 2, pp. 670–679, 2024.
- [7] M. Marsono, “Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Deforestasi Indonesia dengan Menggunakan Geographically Weighted Regression,” *Reliab. J. Ind. Stat.*, vol. 1, no. 1, pp. 33–44, 2025.
- [8] P. F. Utami, A. Rusgiyono, and D. Ispriyanti, “Pemodelan semiparametric geographically weighted regression pada kasus pneumonia balita Provinsi Jawa Tengah,” *J. Gaussian*, vol. 10, no. 2, pp. 250–258, 2021.
- [9] M. S. Zulkarnain, “Analisis Determinan Fenomena Gizi Buruk Di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2021 Dengan Metode Geographically Weighted Regression (GWR),” *jurnal Universitas Gadjah Mada*, vol. 1, no. 3, 2025.
- [10] E. A. Giofandi, P. Purwantiningrum, F. Madino, and A. Lumbantobing, “Analisis Faktor Spasial Terhadap Kejadian Demam Berdarah Dengue Menggunakan Pendekatan Geographically Weighted Regression di Kota Pekanbaru, Provinsi Riau,” *J. Ilmu Lingkungan*, vol. 22, no. 1, pp. 50–59, 2023.
- [11] E. A. Giofandi, “Analisis Faktor Spasial Terhadap Kejadian Demam Berdarah Dengue Menggunakan Pendekatan Geographically Weighted Regression di Kota Pekanbaru, Provinsi Riau,” *J. Ilmu Lingkungan*, vol. 22, no. 1, pp. 50–59, 2025.
- [12] K. Nisa, “Penerapan Model Geographically Weighted Poisson Regression untuk Demam Berdarah Dengue Di Kabupaten Bojonegoro,” *J. Stat. Dan Komputasi*, vol. 1, no. 1, pp. 12–22, 2022.
- [13] R. B. Primasari, A. Rusgiyono, and D. Ispriyanti, “Pemodelan mixed geographically weighted regression (MGWR) dengan jarak euclidean dan jarak manhattan (studi kasus: kematian bayi neonatal di Jawa Tengah tahun 2018-2020),” *J. Gaussian*, vol. 11, no. 4, pp. 478–487, 2023.
- [14] R. Karunia, “Analisis faktor–faktor penyebab anak putus sekolah usia pendidikan dasar di Desa Braja Luhur Kecamatan Braja Sebah Kabupaten Lampung Timur tahun 2021,” *J. Pendidik. Ekon.*, vol. 2, no. 2, pp. 70–80, 2022.
- [15] A. Nadila, S. Suratno, M. F. N. G. Ratumbusang, and M. A. Permatasari, “Pengaruh tingkat kemiskinan terhadap angka putus sekolah pada jenjang SD, SMP, dan SMA di Kota Banjarbaru,” *J. Pendidik. Ekon.*, vol. 13, no. 3, pp. 234–247, 2025.
- [16] R. F. Nisa, S. Sugito, and A. R. Hakim, “Pemodelan Mixed Geographically Weighted Regression dengan Adaptive Bandwidth untuk Angka Harapan Hidup (Studi Kasus: Angka Harapan Hidup di Jawa Tengah),” *J. Gaussian*, vol. 11, no. 1, pp. 67–76, 2022.
- [17] M. Marizal and H. Atiqah, “Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia di Indonesia dengan Geographically Weighted Regression (GWR),” *J. Sains Mat. dan Stat.*, vol. 8, no. 2, pp. 133–145, 2022.
- [18] A. Al Azkiya, Y. Angraini, and R. Anisa, “Penerapan Geographically Weighted Panel Regression dan Data Envelopment Analysis dalam Pemodelan Kemiskinan di Kalimantan Timur,” *J. Reg. Rural Dev. Plan. (Jurnal Perenc. Pembang. Wil. dan Perdesaan)*, vol. 8, no. 1, pp. 41–53, 2024.
- [19] A. Dharmawati, “Analisis Data Putus Sekolah Multijenjang Di Indonesia Menggunakan Teknik Eksplorasi Dan Klusterisasi,” *Technol. J. Ilm.*, vol. 16, no. 3, pp. 596–603, 2025.
- [20] B. P. Pembangunan et al., “Hubungan Tingkat Kemiskinan dan Angka Putus Sekolah Anak di Kabupaten Kudus: Studi Kuantitatif tentang Ketimpangan Akses Pendidikan Dasar,” *J. Ekspos*, vol. 3, no. 1, pp. 46–62, 2025, [Online]. Available: <https://ejournal.kuduskab.go.id/index.php/ekspos/article/view/61>