



Analisis Faktor Risiko Stunting di Jawa Timur Menggunakan *Geographically Weighted Regression*

Ardia Eva Ardiani^a, Trimono^{b,*}, Kartika Maulida Hindrayani^c

^aProgram Studi Sains Data, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya 60294, Indonesia

* Alamat Surel: trimono.stat@upnjatim.ac.id

Abstrak

Stunting masih menjadi masalah gizi kronis serius di Indonesia, termasuk di Jawa Timur, dengan prevalensi yang bervariasi antar kabupaten/kota. Dampaknya tidak hanya pada pertumbuhan fisik, tetapi juga perkembangan kognitif, kemampuan belajar, dan kualitas hidup anak, yang memengaruhi produktivitas dan daya saing sumber daya manusia. Data Survei Status Gizi Indonesia 2024 menunjukkan penurunan provinsi dari 19,2% pada 2022 menjadi 14,7% pada 2024, namun kesenjangan antar kabupaten/kota tetap tinggi. Beberapa wilayah mencatat prevalensi di atas 20%, seperti Jember 30,4%, Lumajang 23,4%, Malang 23,3%, dan Kota Batu 24,5%, sedangkan lainnya di bawah 10%, seperti Lamongan 6,9%, Trenggalek 6,7%, dan Surabaya 8,5%. Hal ini menunjukkan faktor risiko stunting berbeda antarwilayah dan intervensi seragam kurang efektif. Penelitian ini menganalisis faktor risiko stunting di Jawa Timur menggunakan *Geographically Weighted Regression* (GWR), yang menangkap variasi spasial dengan koefisien berbeda tiap wilayah sehingga pengaruh lokal lebih akurat dan intervensi dapat disesuaikan. Hasil menunjukkan model GWR lebih efektif dibanding model OLS biasa, dengan R^2 0,434 dan AIC 240,467. Koefisien lokal GWR menunjukkan bahwa pengaruh Balita Gizi Kurang terhadap stunting signifikan terutama di wilayah timur Jawa Timur, seperti Banyuwangi, Bondowoso, Pamekasan, Situbondo, dan Sumenep, sementara pengaruh Bayi Berat Lahir Rendah dan Persentase Penduduk Miskin bervariasi antar wilayah dan sebagian besar tidak signifikan secara spasial. Hasil ini menegaskan bahwa pemetaan faktor risiko secara spasial sangat penting untuk merancang kebijakan intervensi stunting yang lebih tepat sasaran dan mendukung pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya terkait kesehatan dan gizi anak.

Kata kunci:

Stunting, Faktor Risiko Stunting, *Geographically Weighted Regression*, Autokorelasi Spasial, Jawa Timur

© 2026 Dipublikasikan oleh Jurusan Matematika, Universitas Negeri Semarang

1. Pendahuluan

Stunting masih menjadi masalah gizi kronis yang cukup serius di Indonesia. Kondisi ini muncul akibat kurangnya asupan gizi serta seringnya anak mengalami infeksi pada periode 1.000 Hari Pertama Kehidupan (HPK), yaitu sejak masa kehamilan hingga anak berusia 23 bulan. Stunting ditandai dengan tinggi badan anak yang berada di bawah standar sesuai usianya (Fariza et al., 2023). Stunting tidak hanya memengaruhi pertumbuhan fisik, tetapi juga menghambat perkembangan kognitif, keterampilan, dan meningkatkan kerentanan terhadap berbagai penyakit. Dalam jangka panjang, anak yang mengalami stunting cenderung memiliki kualitas hidup serta capaian pendidikan yang rendah. Kondisi ini berimplikasi pada menurunnya produktivitas dan daya saing sumber daya manusia (SDM), yang pada akhirnya dapat menghambat pertumbuhan ekonomi serta pembangunan nasional (Sakti et al., 2023).

Stunting masih menjadi persoalan serius di Indonesia, termasuk di Jawa Timur. Data Survei Status Gizi Indonesia (SSGI) dan Survei Kesehatan Indonesia (SKI) menunjukkan penurunan prevalensi dari 19,2% pada 2022, menjadi 17,7% pada 2023, dan 14,7% pada 2024. Meski tren provinsi membaik, kesenjangan antar kabupaten/kota tetap lebar. Tahun 2024, misalnya, Jember (30,4%), Lumajang (23,4%), Malang

To cite this article:

Ardiani, A. E., Trimono., & Hindrayani, K. M. (2026). Analisis Faktor Risiko Stunting di Jawa Timur Menggunakan *Geographically Weighted Regression*. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika* 9, 365-375

(23,3%), dan Kota Batu (24,5%) mencatat prevalensi tinggi, sedangkan Lamongan (6,9%), Trenggalek (6,7%), dan Surabaya (8,5%) jauh lebih rendah. Hal ini menandakan bahwa penyebab stunting bervariasi antarwilayah, sehingga diperlukan pendekatan berbasis lokal agar intervensi lebih tepat sasaran. Jika tidak segera ditangani, tingginya angka stunting di beberapa daerah dapat menghambat pencapaian target penurunan prevalensi nasional (Vianti et al., 2024).

Beberapa penelitian telah menganalisis faktor risiko stunting dengan pendekatan *Geographically Weighted Regression* (GWR). Vianti et al. (2024) menemukan bahwa KEK pada ibu hamil, anemia, sanitasi layak, serta imunisasi dasar lengkap berpengaruh signifikan terhadap stunting (Vianti et al., 2024). Putri et al. (2023) meneliti di Sulawesi Selatan dan menunjukkan bahwa gizi buruk pada balita serta akses air minum layak menjadi faktor utama perbedaan prevalensi antar kabupaten (Putri et al., 2024). Cholid (2023) membandingkan GWR dengan *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR) dan menyimpulkan bahwa GWR lebih mampu menangkap variasi spasial faktor risiko stunting di Indonesia (Cholid, 2023). Dari temuan-temuan tersebut terlihat bahwa GWR banyak digunakan dalam analisis spasial stunting, namun umumnya terbatas pada wilayah atau variabel tertentu, sehingga dibutuhkan kajian lebih luas di tingkat provinsi seperti Jawa Timur.

Penelitian ini menerapkan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) untuk menganalisis faktor risiko stunting di Jawa Timur. Berbeda dengan regresi linier biasa yang mengasumsikan hubungan seragam di seluruh wilayah, GWR mampu menangkap heterogenitas spasial dengan memberikan koefisien berbeda pada tiap daerah melalui matriks pembobot (Hermalia & Dyah Setyo Rini, 2023) (Vianti et al., 2024). Keunggulan ini memungkinkan pemahaman yang lebih akurat mengenai variasi faktor risiko stunting di setiap kabupaten/kota. Data penelitian bersumber dari Survei Status Gizi Indonesia (SSGI) 2024 serta indikator kesehatan, sosial ekonomi, dan lingkungan terkait. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memetakan faktor risiko stunting secara lebih tepat, sehingga menjadi dasar penting bagi kebijakan intervensi yang disesuaikan dengan karakteristik daerah masing-masing.

2. Metode

2.1. Variabel Penelitian dan Sumber Data

Penelitian ini memanfaatkan data sekunder yang bersumber dari instansi resmi, yaitu Survei Status Gizi Indonesia (SSGI) serta publikasi Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur dan Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2024. Cakupan data meliputi 38 kabupaten/kota di Jawa Timur. Variabel penelitian terdiri atas variabel dependen (y), yakni prevalensi stunting pada balita, serta variabel independen (x) yang meliputi bayi dengan berat lahir rendah (BBLR), balita dengan gizi kurang, dan persentase penduduk miskin.

2.2. Analisis Spasial

Analisis spasial adalah proses mengolah, memodelkan, dan menafsirkan data yang berkaitan dengan lokasi geografis di permukaan bumi, dengan tujuan memahami dan mengeksplorasi keterkaitan antar objek atau fenomena dalam suatu wilayah (Latue, 2023). Salah satu tahap penting dalam analisis spasial adalah mengukur autokorelasi spasial, yaitu sejauh mana suatu variabel membentuk pola dalam suatu wilayah. Indeks Moran digunakan untuk menilai keterkaitan tersebut dan menggambarkan pola autokorelasi spasial secara keseluruhan (Mailanda et al., 2022). Rumus perhitungan Indeks Moran dapat dituliskan sebagai berikut (Fat'Ha & Sutanto, 2020):

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

dengan :

I : nilai Indeks Moran

n : jumlah lokasi dalam analisis

- x_i : nilai variabel pada lokasi ke- i ($i = 1, 2, \dots, n$)
 x_j : nilai variabel pada lokasi ke- j ($j = 1, 2, \dots, n$)
 $\bar{x}$: rata-rata dari seluruh nilai variabel
 w_{ij} : elemen dalam matriks bobot spasial antara lokasi i dan j

Setelah memperoleh nilai Indeks Moran, langkah selanjutnya yaitu membandingkannya dengan nilai ekspektasinya untuk menentukan apakah terdapat autokorelasi spasial yang signifikan. Nilai ekspektasi dari Indeks Moran dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$E(I) = -\frac{1}{n-1} \quad (2)$$

Setelah nilai Ekspektasi Indeks Moran ($E(I)$) dihitung, interpretasi hasilnya dilakukan dengan membandingkan nilai I dengan $E(I)$. Nilai Indeks Moran berada dalam rentang -1 hingga 1, yang mencerminkan kemungkinan kondisi berikut (Fat'Ha & Sutanto, 2020) :

- Jika $I > E(I)$, maka terjadi autokorelasi spasial positif, di mana wilayah dengan karakteristik serupa cenderung berkelompok.
- Jika $I < E(I)$, maka terdapat autokorelasi spasial negatif, yang menunjukkan pola distribusi yang tersebar atau berlawanan.
- Jika $I = E(I)$, maka tidak ditemukan autokorelasi spasial, sehingga distribusi data dianggap acak tanpa pola tertentu.

2.3. Geographically Weighted Regression (GWR)

Geographically Weighted Regression (GWR) merupakan pengembangan dari metode *Ordinary Least Square (OLS)* menjadi model regresi berbobot yang mempertimbangkan efek spasial. Model ini hanya dapat digunakan untuk memprediksi pada titik atau lokasi tertentu sesuai dengan data yang di amati (Hariyani et al., 2024). Dalam model GWR, variabel dependen y diperkirakan berdasarkan variabel prediktor, di mana setiap koefisien regresinya bergantung pada lokasi tempat data diamati. Model GWR dapat dinyatakan dalam bentuk berikut (Siti Hartina Daulay & Elmanani Simamora, 2023) :

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} + \varepsilon_i \quad i = 1, 2, \dots, n$$

(3)

dengan :

- y_i : nilai observasi dari variabel dependen pada lokasi ke- i
 β_0 : intersep atau konstanta regresi yang berbeda di setiap lokasi i
 (u_i, v_i) : koordinat geografis dari lokasi pengamatan ke- i
 $\beta_k(u_i, v_i)$: koefisien regresi variabel prediktor ke- k pada lokasi ke- i
 x_{ik} : nilai observasi dari variabel prediktor ke- k pada lokasi ke- i
 ε_i : error atau selisih antara nilai prediksi dan aktual di lokasi i

Pada persamaan di atas, model GWR memungkinkan setiap lokasi memiliki koefisien regresi yang berbeda, sehingga dapat menangkap variasi spasial dalam hubungan antar variabel. Berbeda dengan OLS, GWR mempertimbangkan koordinat geografis dalam estimasi parameter, sehingga lebih akurat dalam analisis data yang dipengaruhi faktor lokasi. Dalam model GWR, estimasi parameter mempertimbangkan jarak antar observasi dengan menggunakan fungsi kernel. Fungsi ini memberikan bobot berdasarkan kesekatan spasial antar titik data. Secara umum, terdapat dua jenis fungsi pembobotan yang digunakan, yaitu *fixed kernel* (tetap) dan *adaptive kernel* (adaptif) (Vianti et al., 2024).

Estimasi parameter dalam model GWR dihitung menggunakan metode *Weighted Least Squares* (WLS), di mana setiap lokasi memiliki bobot yang berbeda berdasarkan jarak terhadap titik pusat pengamatan. Dengan pendekatan ini, model GWR mampu menangkap variasi spasial secara lebih akurat. Persamaan estimasi parameter dalam model GWR dapat dinyatakan sebagai berikut (Vianti et al., 2024) :

$$\hat{\beta}(ui, vi) = (X^T W(ui, vi) X)^{-1} X^T W(ui, vi) y \quad (4)$$

dengan :

$\hat{\beta}(ui, vi)$: vektor estimasi parameter regresi pada lokasi (ui, vi)
 X : matriks desain yang berisi nilai variabel prediktor
 X^T : transpose dari matriks desain X
 $W(ui, vi)$: matriks bobot pada lokasi (ui, vi)
 y : vektor nilai variabel dependen

2.4. Evaluasi Model

Evaluasi model dilakukan untuk menilai sejauh mana model regresi yang digunakan mampu menjelaskan variasi data dan seberapa baik keseimbangan antara kesesuaian model dengan kompleksitasnya. Dalam penelitian ini, evaluasi model dilakukan dengan menggunakan dua ukuran, yaitu Koefisien Determinasi (R^2) dan *Akaike Information Criterion* (AIC).

a) Koefisien Determinasi (R^2)

Koefisien Determinasi (R^2) adalah ukuran yang menunjukkan seberapa besar proporsi atau persentase variasi dalam variabel dependen (y) yang dapat dijelaskan oleh model regresi. Nilai ini diperoleh dari kuadrat koefisien korelasi dan digunakan untuk mengukur sejauh mana variabel independen mempengaruhi variabel dependen dalam suatu model regresi (Dewi, 2012). Nilai R^2 dianggap memiliki kemampuan yang kuat dalam menjelaskan variasi pada variabel dependen jika mendekati 1. Sebaliknya, jika nilai R^2 mendekati 0, maka model dianggap lemah dalam menggambarkan variasi yang terjadi pada variabel dependen. Perhitungan koefisien determinasi yang umum digunakan adalah sebagai berikut (Vianti et al., 2024) :

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (5)$$

dengan :

y_i : nilai aktual variabel dependen
 $\hat{y}_i$: nilai prediksi variabel dependen dari model regresi
 $\bar{y}$: rata-rata nilai variabel dependen
 n : jumlah observasi

b) *Akaike Information Criterion* (AIC)

Akaike Information Criterion (AIC) adalah metode yang ditemukan oleh *Akaike* yang digunakan untuk memilih model regresi terbaik (Fathurahman, 2010). AIC sering digunakan dalam pemodelan spasial untuk menilai keseimbangan antara akurasi model dan kompleksitas model. Model regresi terbaik adalah model regresi yang nilai AIC nya paling kecil, karena menunjukkan bahwa model memiliki kesesuaian yang baik tanpa terlalu kompleks (Vianti et al., 2024). Rumus untuk menghitung AIC adalah sebagai berikut :

$$AIC = -2 \log \log \left(\hat{\sigma}^2 \right) + n \log \log (2\pi) + n + tr(Q) \quad (6)$$

dengan :

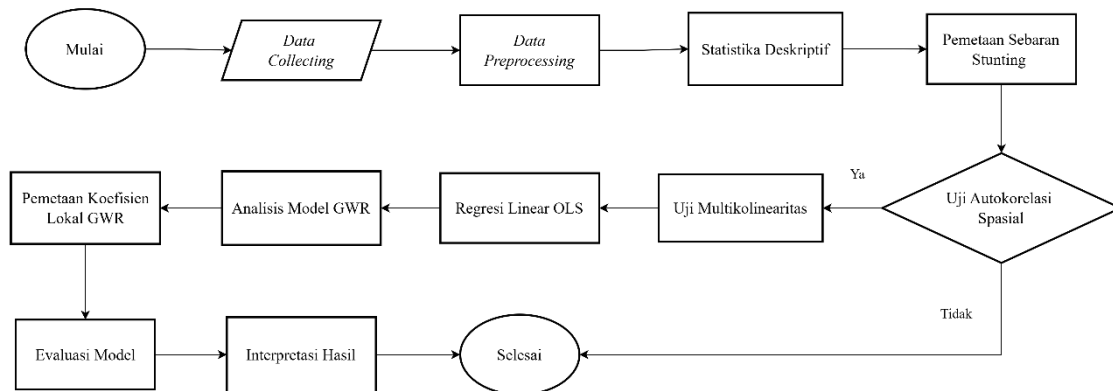
σ^2

σ : estimasi varian residual

$tr(Q)$: total matriks diagonal dari matriks Q

2.5. Langkah Analisis

Untuk mempermudah pemahaman mengenai alur analisis dalam penelitian ini, Gambar 1 menunjukkan diagram alir (*flowchart*) langkah-langkah analisis yang dilakukan.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Flowchart di atas menggambarkan tahapan analisis spasial yang dilakukan dalam penelitian ini. Proses diawali dengan pengumpulan data (*data collecting*) dari berbagai sumber resmi yang relevan dengan variabel penelitian. Selanjutnya dilakukan *data preprocessing* untuk membersihkan, menyesuaikan format, dan memastikan konsistensi antar variabel. Tahapan berikutnya adalah analisis statistika deskriptif dan pemetaan sebaran stunting untuk menggambarkan distribusi awal prevalensi stunting di setiap wilayah. Setelah itu dilakukan uji autokorelasi spasial untuk mendeteksi adanya keterkaitan spasial antar wilayah. Jika terdapat indikasi spasial, analisis dilanjutkan dengan uji multikolinearitas guna memastikan tidak adanya hubungan yang kuat antar variabel independen sebelum melakukan pemodelan regresi. Kemudian dilakukan regresi linear OLS sebagai model global dasar dan analisis model *Geographically Weighted Regression* (GWR) untuk menangkap variasi pengaruh antar wilayah. Hasil model GWR kemudian divisualisasikan melalui pemetaan koefisien lokal GWR, diikuti dengan evaluasi model dan interpretasi hasil untuk memberikan pemahaman terhadap variasi spasial faktor-faktor yang memengaruhi stunting.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Statistik Deskriptif

Sebelum melakukan analisis lebih lanjut, penting untuk memahami karakteristik dasar dari data yang digunakan dalam penelitian ini. Tabel 1 menyajikan ringkasan statistik deskriptif untuk variabel dependen dan independen yang menjadi fokus analisis.

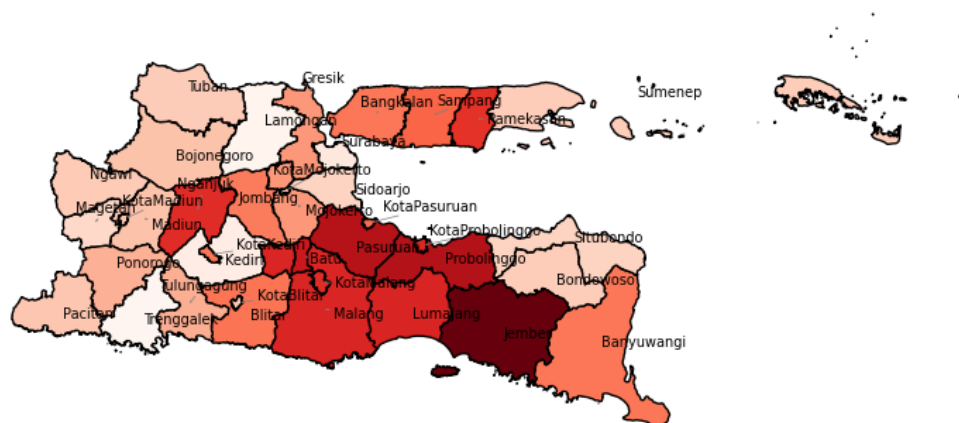
Tabel 1. Statistik Deskriptif Variabel Penelitian

Variabel	Rata-Rata	Std.Deviasi	Minimal	Maksimal
Prevalensi Stunting (y)	15,9	6,1	6,7	30,4
BBLR (x_1)	5,2	1,8	2	9,2
Balita Gizi Kurang (x_2)	5,5	2,6	1,5	14,9
Persentase Penduduk Miskin (x_3)	9,8	4,2	3,1	20,8

Hasil statistik deskriptif menunjukkan bahwa prevalensi stunting di Jawa Timur memiliki rata-rata sebesar 15,9% dengan variasi yang cukup tinggi antar daerah (minimum 6,7%, maksimum 30,4%). Faktor risiko seperti BBLR dan balita gizi kurang masing-masing memiliki rata-rata 5,2% dan 5,5%, menunjukkan masih adanya masalah gizi dan kesehatan ibu-anak di beberapa wilayah. Sementara itu, persentase penduduk miskin rata-rata mencapai 9,8% dengan variasi cukup besar antar kabupaten/kota. Secara keseluruhan, hasil ini menggambarkan adanya ketimpangan kondisi sosial dan kesehatan di Jawa Timur yang dapat memengaruhi tingkat stunting secara spasial.

3.2. Peta Sebaran Prevelensi Stunting di Jawa Timur

Untuk memperoleh gambaran visual mengenai persebaran stunting di Jawa Timur, dilakukan pemetaan spasial berdasarkan data terbaru dari masing-masing kabupaten/kota. Peta ini akan memudahkan identifikasi wilayah dengan risiko stunting tinggi maupun rendah.



Gambar 2. Peta Sebaran Prevalensi Stunting di Jawa Timur

Peta pada Gambar 2 menunjukkan bahwa tingkat stunting tidak merata antar wilayah. Daerah dengan warna lebih gelap seperti Kabupaten Jember, Pasuruan, dan Probolinggo menunjukkan prevalensi stunting yang lebih tinggi dibandingkan wilayah lainnya. Sebaliknya, wilayah perkotaan dan bagian barat Jawa Timur seperti Surabaya, Lamongan, dan Trenggalek cenderung memiliki prevalensi yang lebih rendah. Pola ini mengindikasikan adanya konsentrasi kasus stunting di wilayah selatan dan timur provinsi, yang dapat disebabkan oleh perbedaan kondisi sosial ekonomi, akses layanan kesehatan, dan infrastruktur antar daerah.

3.3. Indeks Moran Prevalensi Stunting di Jawa Timur

Untuk mengetahui apakah distribusi prevalensi stunting di Jawa Timur bersifat acak atau menunjukkan pola spasial tertentu, dilakukan pengujian autokorelasi spasial menggunakan Indeks Moran. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Indeks Moran Prevalensi Stunting di Jawa Timur

Statistik	Nilai
Moran's I	0,3914
<i>Z</i> score	3,1296
<i>P</i> value	0,003

Nilai Moran's I positif dan signifikan ($p < 0,05$) menunjukkan adanya autokorelasi spasial positif, artinya wilayah dengan prevalensi stunting tinggi cenderung berdekatan dengan wilayah dengan prevalensi tinggi pula. Dengan demikian, pola persebaran stunting di Jawa Timur bersifat mengelompok (*clustered*).

3.4. Uji Multikolinearitas

Sebelum membangun model regresi, dilakukan uji multikolinearitas untuk memastikan tidak adanya hubungan linear yang kuat antar variabel independen. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai VIF Variabel Independen

Variabel	Nilai VIF
BBLR (x_1)	7,9
Balita Gizi Kurang (x_2)	5,5
Persentase Penduduk Miskin (x_3)	9,8

Hasil uji multikolinearitas menunjukkan bahwa seluruh variabel independen memiliki nilai VIF < 10, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan linear yang kuat antar variabel independen. Dengan demikian, ketiga variabel tersebut layak digunakan bersama dalam model regresi selanjutnya.

3.5. Regresi Linear OLS

Analisis regresi linear OLS dilakukan untuk mengetahui pengaruh variabel BBLR, Balita Gizi Kurang, dan Persentase Penduduk Miskin terhadap Prevalensi Stunting secara global. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai R^2 sebesar 0,0809, yang berarti model hanya mampu menjelaskan sekitar 8,09% variasi prevalensi stunting. Nilai ini tergolong rendah, mengindikasikan bahwa masih terdapat faktor lain di luar model yang memengaruhi prevalensi stunting, serta adanya kemungkinan pengaruh spasial antar wilayah yang belum terakomodasi dalam model OLS. Tabel 4 berikut menyajikan hasil uji signifikansi masing-masing variabel independen terhadap prevalensi stunting:

Tabel 4. Hasil Uji Signifikansi Variabel Independen

Variabel	T-hitung	P-value	Kesimpulan
BBLR (x_1)	1,26	0,22	Tidak Signifikan
Balita Gizi Kurang (x_2)	1,16	0,26	Tidak Signifikan
Persentase Penduduk Miskin (x_3)	0,08	0,94	Tidak Signifikan

Berdasarkan tabel di atas, seluruh variabel memiliki nilai p-value > 0,05, sehingga tidak berpengaruh signifikan secara statistik terhadap prevalensi stunting pada tingkat global. Dengan demikian, model OLS ini belum mampu menangkap hubungan spasial antar wilayah. Oleh karena itu, diperlukan analisis lanjutan menggunakan pendekatan spasial seperti *Geographically Weighted Regression* (GWR) untuk melihat variasi hubungan antar kabupaten/kota di Jawa Timur secara lokal.

3.6. Uji Heterogenitas Spasial

Uji heterogenitas spasial dilakukan untuk mengetahui apakah pengaruh variabel independen terhadap prevalensi stunting berbeda antar wilayah.

Tabel 5. Hasil Uji Heterogenitas Spasial

Jenis Uji	Nilai Statistik	P-value	Kesimpulan
<i>Breusch-Pagan</i>	1,41	0,7	Tidak Terdapat Heterogenitas Spasial
<i>Koenker</i>	2,58	0,46	Tidak Terdapat Heterogenitas Spasial

Berdasarkan hasil uji *Breusch-Pagan* dan *Koenker*, diperoleh nilai p-value > 0,05, yang menunjukkan bahwa tidak terdapat heterogenitas spasial yang signifikan secara global pada model OLS. Artinya, pengaruh variabel independen terhadap prevalensi stunting secara umum dianggap seragam antar wilayah.

Namun demikian, mengingat nilai R^2 OLS yang rendah (0,0809) serta hasil Indeks Moran pada prevalensi stunting yang menunjukkan adanya autokorelasi spasial positif, maka analisis tetap dilanjutkan menggunakan *Geographically Weighted Regression* (GWR) untuk mengeksplorasi kemungkinan adanya variasi hubungan antar variabel pada tingkat lokal.

3.7. Uji Autokorelasi Spasial Residual OLS

Uji autokorelasi spasial residual OLS dilakukan untuk mengevaluasi apakah model regresi linear OLS sudah menangkap seluruh variasi spasial pada prevalensi stunting. Jika residual masih menunjukkan autokorelasi spasial, hal ini menjadi indikasi bahwa hubungan antar variabel mungkin berbeda di setiap wilayah, sehingga penggunaan *Geographically Weighted Regression* (GWR) menjadi relevan.

Tabel 5. Hasil Uji Autokorelasi Spasial Residual OLS

Statistik	Nilai
Moran's I	0,4015
P_{value}	0,001

Hasil uji Moran's I menunjukkan nilai positif sebesar 0,4015 dengan p-value = 0,001, yang menandakan adanya autokorelasi spasial residual yang signifikan secara statistik. Artinya, model OLS belum sepenuhnya menangkap variasi lokal pada prevalensi stunting, karena residual masih memiliki pola spasial yang terstruktur. Oleh karena itu, analisis dilanjutkan menggunakan GWR untuk mengeksplorasi hubungan variabel independen terhadap prevalensi stunting secara lokal.

3.8. Estimasi Model *Geographically Weighted Regression* (GWR)

Model *Geographically Weighted Regression* (GWR) digunakan untuk menganalisis variasi pengaruh faktor-faktor risiko stunting antar kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur. Setelah dilakukan pemilihan *bandwidth* optimum, diperoleh hasil ringkasan model seperti pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Hasil Estimasi Model GWR

Statistik	Nilai
<i>Bandwidth</i> Optimum	33
AIC	240,467
R^2	0,434

Hasil estimasi menunjukkan bahwa model GWR memiliki nilai R^2 sebesar 0,434, yang berarti sekitar 43,4% variasi prevalensi stunting dapat dijelaskan oleh variabel-variabel independen secara spasial. Nilai AIC sebesar 246,36 juga lebih rendah dibandingkan dengan model OLS sebelumnya, sehingga model GWR dinilai lebih baik dalam menjelaskan variasi spasial antarwilayah. Dengan demikian, model ini layak digunakan untuk tahap analisis parameter koefisien lokal pada setiap kabupaten/kota di Jawa Timur.

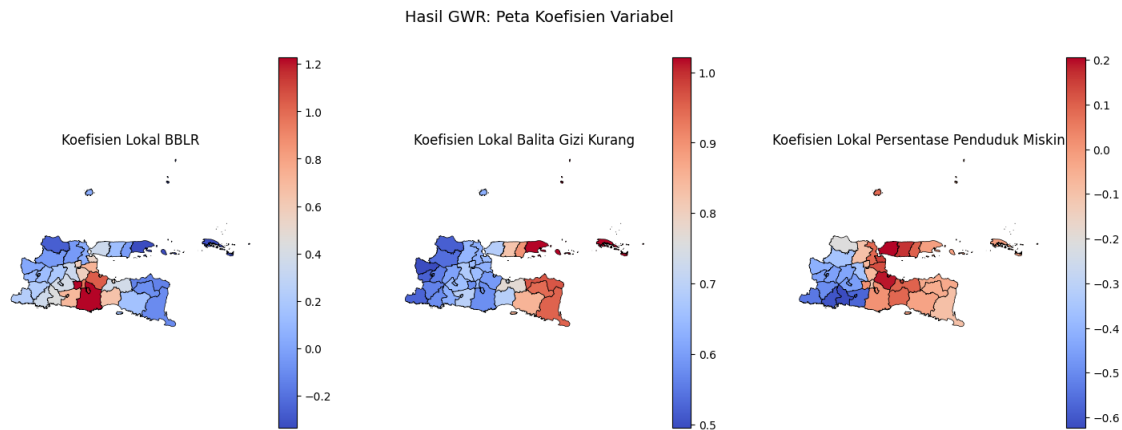
Selain itu, berdasarkan hasil rata-rata koefisien lokal yang diperoleh dari model GWR, dapat dirumuskan model estimasi rata-rata sebagai berikut:

$$\hat{Y} = 12,3699 + 0,3393x_1 + 0,6740x_2 - 0,1716x_3 \quad (7)$$

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa setiap kenaikan 1% pada variabel Bayi Berat Lahir Rendah (BBLR) dan Balita Gizi Kurang akan meningkatkan prevalensi stunting masing-masing sebesar 0,3393% dan 0,6740%, dengan asumsi variabel lain konstan. Sebaliknya, variabel Persentase Penduduk Miskin memiliki koefisien negatif (-0,1716), yang mengindikasikan bahwa hubungan antara kemiskinan dan stunting tidak bersifat seragam antarwilayah. Hasil ini menegaskan bahwa Balita Gizi Kurang merupakan faktor risiko yang paling berpengaruh terhadap prevalensi stunting, sedangkan faktor sosial ekonomi seperti kemiskinan menunjukkan variasi pengaruh yang lemah secara spasial.

3.9. Peta Koefisien Lokal Variabel GWR

Peta berikut menampilkan variasi spasial dari koefisien lokal untuk masing-masing variabel bebas pada model GWR. Warna merah menunjukkan pengaruh positif yang lebih kuat terhadap prevalensi stunting, sedangkan biru menunjukkan pengaruh yang lebih lemah atau negatif.



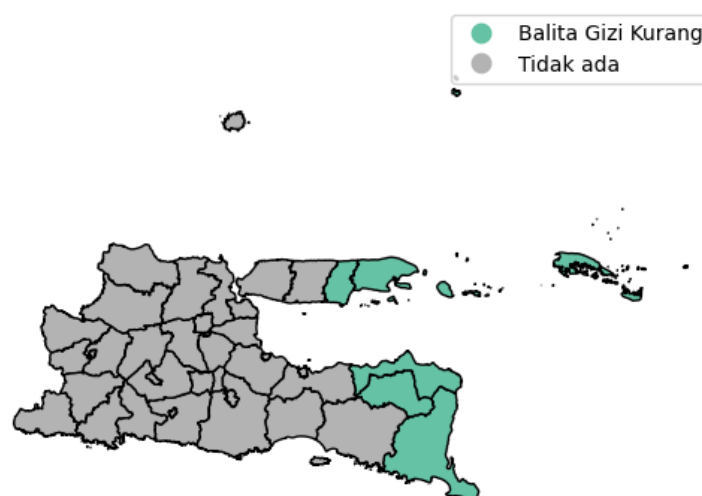
Gambar 3. Peta Koefisien Lokal Variabel GWR

Berdasarkan Gambar 3, terlihat bahwa pengaruh masing-masing variabel terhadap prevalensi stunting menunjukkan variasi spasial antarwilayah di Provinsi Jawa Timur.

- Koefisien Lokal BBLR menunjukkan nilai positif yang lebih tinggi di wilayah tengah seperti Kabupaten Malang, mengindikasikan bahwa peningkatan kasus BBLR berpotensi meningkatkan prevalensi stunting di daerah tersebut.
- Koefisien Lokal Balita Gizi Kurang relatif tinggi di wilayah timur seperti Situbondo, Banyuwangi, dan Sumenep, menandakan pengaruh kuat variabel ini terhadap stunting di wilayah tersebut.
- Koefisien Lokal Persentase Penduduk Miskin menunjukkan nilai negatif di sebagian besar wilayah timur, namun positif di beberapa wilayah barat, menunjukkan bahwa pengaruh kemiskinan terhadap stunting bersifat tidak seragam antar kabupaten/kota.

3.10. Analisis Koefisien Lokal dan Kelompok Variabel Signifikan

Analisis ini dilakukan untuk mengidentifikasi variabel yang berpengaruh signifikan secara lokal terhadap prevalensi stunting di masing-masing kabupaten/kota. Berdasarkan hasil estimasi nilai t pada model GWR, variabel Balita Gizi Kurang ditemukan signifikan di beberapa wilayah, sedangkan variabel lainnya tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan secara spasial.



Gambar 4. Peta Klaster Variabel Signifikan Lokal di Jawa Timur

Dari peta pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa terdapat variasi spasial terhadap signifikansi pengaruh masing-masing variabel. Untuk memperjelas wilayah yang termasuk dalam setiap kelompok variabel signifikan, disajikan Tabel 7 berikut yang memuat klasifikasi kabupaten/kota berdasarkan hasil uji signifikansi lokal.

Tabel 7. Kelompok Variabel Signifikan Lokal

Kelompok Variabel Signifikan Lokal	Kabupaten/Kota
Balita Gizi Kurang	Banyuwangi, Bondowoso, Pamekasan, Situbondo, Sumenep
Tidak Ada	Bangkalan, Batu, Blitar, Bojonegoro, Gresik, Jember, Jombang, Kediri, Kota Blitar, Kota Kediri, Kota Madiun, Kota Malang, Kota Mojokerto, Kota Pasuruan, Kota Probolinggo, Lamongan, Lumajang, Madiun, Magetan, Malang, Mojokerto, Nganjuk, Ngawi, Pacitan, Pasuruan, Ponorogo, Probolinggo, Sampang, Sidoarjo, Surabaya, Trenggalek, Tuban, Tulungagung

Berdasarkan hasil pada Gambar 4 dan Tabel 7, variabel Balita Gizi Kurang terbukti berpengaruh signifikan secara lokal terhadap prevalensi stunting di beberapa wilayah bagian timur Jawa Timur, yaitu Kabupaten Banyuwangi, Bondowoso, Pamekasan, Situbondo, dan Sumenep. Hal ini menunjukkan bahwa permasalahan gizi pada balita memiliki hubungan yang kuat dengan tingginya prevalensi stunting di wilayah-wilayah tersebut.

Sementara itu, sebagian besar kabupaten/kota lainnya termasuk dalam kelompok tidak ada variabel signifikan, yang menandakan bahwa faktor-faktor yang digunakan dalam model (BBLR, Balita Gizi Kurang, dan Persentase Penduduk Miskin) tidak memiliki pengaruh yang signifikan secara lokal terhadap stunting di daerah tersebut. Perbedaan ini memperkuat adanya heterogenitas spasial, di mana setiap wilayah memiliki karakteristik faktor risiko yang berbeda dan memerlukan pendekatan kebijakan yang lebih spesifik.

3.11. Perbandingan Hasil Model OLS dan GWR

Untuk menilai sejauh mana model GWR memberikan peningkatan kinerja dibandingkan dengan OLS, dilakukan perbandingan terhadap nilai R^2 dan AIC. Nilai R^2 yang lebih tinggi dan AIC yang lebih rendah menunjukkan model yang lebih baik dalam menjelaskan variasi data.

Tabel 8. Perbandingan Model OLS dan GWR

Model	R^2	AIC
OLS	0,0809	249,581
GWR	0,434	240,467

Berdasarkan Tabel di atas, model GWR menunjukkan nilai R^2 sebesar 0,434, jauh lebih tinggi dibandingkan model OLS yang hanya sebesar 0,0809. Hal ini mengindikasikan bahwa model GWR mampu menjelaskan sekitar 43,4% variasi prevalensi stunting antar wilayah, sedangkan model OLS hanya mampu menjelaskan sekitar 8%. Selain itu, nilai AIC pada model GWR (240,467) lebih rendah dibandingkan model OLS (249,581), yang berarti model GWR memiliki tingkat kesesuaian yang lebih baik dan lebih efisien secara statistik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model GWR lebih unggul dibandingkan model OLS dalam menangkap variasi spasial hubungan antara faktor-faktor risiko dengan prevalensi stunting di Jawa Timur.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis, prevalensi stunting di Provinsi Jawa Timur menunjukkan pola spasial yang terkluster, dengan wilayah timur dan selatan, seperti Jember, Probolinggo, dan Situbondo, memiliki prevalensi tinggi, sedangkan wilayah barat dan perkotaan, seperti Surabaya, Lamongan, dan Trenggalek, memiliki prevalensi rendah. Model *Ordinary Least Squares* (OLS) menunjukkan kemampuan yang terbatas dalam menjelaskan variasi stunting ($R^2 = 0,0809$) dan terdapat autokorelasi spasial pada residualnya. Oleh karena itu, digunakan model *Geographically Weighted Regression* (GWR), yang menunjukkan peningkatan kinerja dengan $R^2 = 0,434$ dan nilai AIC yang lebih rendah, menandakan bahwa model ini lebih baik dalam menangkap variasi spasial antar kabupaten/kota. Analisis lokal GWR mengindikasikan bahwa variabel Balita Gizi Kurang memiliki pengaruh signifikan terhadap prevalensi stunting di beberapa wilayah bagian timur Jawa Timur, seperti Banyuwangi, Bondowoso, Pamekasan, Situbondo, dan Sumenep. Hal ini menegaskan bahwa faktor gizi balita merupakan determinan utama stunting di wilayah tersebut. Sebaliknya, pengaruh BBLR dan Persentase Penduduk Miskin tidak signifikan secara spasial di sebagian besar wilayah. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pengaruh spasial terhadap faktor risiko stunting di Jawa Timur ada, namun tergolong lemah, karena hanya muncul pada variabel dan wilayah tertentu. Oleh karena itu, penanganan stunting perlu dilakukan dengan pendekatan intervensi yang spesifik wilayah, khususnya melalui penguatan program gizi balita di wilayah timur provinsi.

Daftar Pustaka

- Cholid, F. (2023). Perbandingan Geographically Weighted Regression dengan Mixed Geographically Weighted Regression. *Statistika*, 23(2), 96–109. <https://doi.org/10.29313/statistika.v23i2.1700>
- Dewi, S. P. (2012). Pengaruh Pengendalian Internal dan Gaya Kepemimpinan Terhadap Kinerja Karyawan SPBU Yogyakarta (Studi Kasus Pada SPBU Anak Cabang Perusahaan RB.Group). *Jurnal Nominal*, 1.
- Fariza, A., Asmara, R., & Istiqomah, G. N. (2023). Visualisasi Spasial Temporal Tingkat Risiko Stunting di Jawa Timur Menggunakan Metode Fuzzy Spatial Temporal Visualization of Stunting Risk Level in East Java Using Fuzzy Method. *Jurnal Teknologi Dan Informasi (JATI)*, 13(1), 83–95. <https://doi.org/10.34010/jati.v13i1>
- Fat'Ha, N., & Sutanto, H. T. (2020). Identifikasi Autokorelasi Spasial pada Pengangguran di Jawa Timur Menggunakan Indeks Moran. 8(2), 89–92.
- Fathurahman, M. (2010). Pemilihan Model Regresi Terbaik Menggunakan Akaike's Information Criterion (The Best Regression Model Selection Using Akaike's Information Criterion). *Ekspansional*, 1(2), 26–33. <https://fmipa.unmul.ac.id/files/docs/4.Fathurrahman.pdf>
- Hariani, F., Herniyati, H., Hardani, B. I., Amlil, I. D., & Hastuti, S. H. (2024). Pemodelan Stunting di Lombok Utara: Studi Geographically Weighted Regression. *Jurnal Sains Matematika Dan Statistika*, 10(2), 216–226. <https://doi.org/10.24014/jsms.v10i2.28683>
- Hermalia, & Dyah Setyo Rini. (2023). Pemodelan Persentase Balita Stunting Di Indonesia Tahun 2021 Dengan Metode Mixed Geographically Weighted Regression (Mgwr). *Journal of Scientech Research and Development*, 5(2), 780–790. <https://doi.org/10.56670/jsrd.v5i2.249>
- Latue, P. C. (2023). Analisis Spasial Temporal Perubahan Tutupan Lahan di Pulau Ternate Provinsi Maluku Utara Citra Satelit Resolusi Tinggi. *Buana Jurnal Geografi, Ekologi Dan Kebencanaan*, 1(1), 31–38. <https://doi.org/10.56211/buana.v1i1.339>
- Mailanda, R., Kusnandar, D., & Huda, N. M. (2022). Analisis Autokorelasi Spasial Kasus Positif Covid-19 Menggunakan Indeks Moran dan Lisa. *Buletin Ilmiah Math. Stat. Dan Terapannya (Bimaster)*, 11(3), 483–492.
- Putri, S. C. A., Salsabila, A., Suardi, S., Mutmainnah, M., & Aswi, A. (2024). Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kasus Stunting di Sulawesi Selatan Menggunakan Geographically Weighted

- Regression. *ESTIMASI: Journal of Statistics and Its Application*, 5(2), 240–249. <https://doi.org/10.20956/ejsa.v5i2.30142>
- Sakti, E. S., Makful, M. R., & Dewi, R. (2023). Analisis Spasial Prioritas Penanganan Stunting Di Provinsi Aceh Tahun 2021. *Jurnal Mutiara Kesehatan Masyarakat*, 8(1), 10–23. <https://doi.org/10.51544/jmkm.v8i1.3856>
- Siti Hartina Daulay, & Elmanani Simamora. (2023). Pemodelan Faktor-Faktor Penyebab Kemiskinan Di Provinsi Sumatera Utara Menggunakan Metode Geographically Weighted Regression (Gwr). *Jurnal Riset Rumpun Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(1), 47–60. <https://doi.org/10.55606/jurrimipa.v2i1.646>
- Vianti, F., Khaulasari, H., Farida, Y., Swantika, C., Vianti, F., Khaulasari, H., Farida, Y., & Swantika, C. (2024). *Model Geographically Weighted Regression Menggunakan Adaptive Gaussian Kernel untuk Pemetaan Faktor Penyebab Stunting Model Geographically Weighted Regression Menggunakan Adaptive Gaussian Kernel untuk Pemetaan Faktor Penyebab Stunting*. 12(2), 190–199.