



Analisis Faktor Determinan Sosio-Ekonomi terhadap Rate Kasus HIV di Jawa Barat Menggunakan Regresi Binomial Negatif

Ibnu Ahmad Ambiya Al Assyad

Universitas Pertahanan

Alamat: Jl. Anyar, Sukahati, Kec. Citeureup, Kabupaten Bogor

Korespondensi penulis: ibnuahmad.aa@gmail.com

Abstract. West Java Province faces a challenge as the province with the highest number of HIV cases in Indonesia, where its case data, in the form of count data, is proven to experience strong overdispersion (Dispersion Ratio = 50.804). This study aims to model the HIV case rate in 27 regencies/cities (2024) to identify influential socio-economic factors and to straightforwardly compare the effectiveness of a non-spatial model (Global NBR) with a local spatial model (GWPR). Using the number of HIV cases as the response variable (with a population offset) and 5 explanatory variables (including unemployment, health workers, & women of childbearing age), the Negative Binomial Regression (NBR) methodology was definitively chosen over Poisson to address overdispersion. The main research finding shows that the Global NBR Model (AIC=345.76) is significantly better and more parsimonious (efficient) than the Spatial GWPR Model (AIC=594.57). The victory of the global model is supported by the Moran's I Test on its residuals, which proved no remaining spatial autocorrelation ($p = 0.7118$). The best model identified the open unemployment rate ($OR = 1.142$) as a risk factor, while the number of health workers (positive) and the number of women of childbearing age (negative) were identified as significant statistical anomalies, indicating the presence of an Ecological Fallacy and surveillance reporting bias.

Keywords: Socio-Economic Determinants, HIV/AIDS, Negative Binomial Regression

Abstrak. Provinsi Jawa Barat menghadapi tantangan sebagai provinsi dengan kasus HIV tertinggi di Indonesia di mana data kasusnya berbentuk data hitungan yang terbukti mengalami overdispersi kuat (Dispersion Ratio = 50.804). Penelitian ini bertujuan memodelkan rate kasus HIV di 27 kabupaten/kota (2024) untuk mengidentifikasi faktor sosio-ekonomi yang berpengaruh dan secara lugas membandingkan efektivitas model non-spasial (Global NBR) dengan model spasial lokal (GWPR). Dengan menggunakan variabel respon jumlah kasus HIV (dengan offset populasi) dan 5 variabel penjelas (termasuk pengangguran, nakes, & PUS), metodologi Regresi Binomial Negatif (NBR) dipilih secara definitif di atas Poisson untuk mengatasi overdispersi. Temuan utama penelitian menunjukkan bahwa Model Global NBR (AIC=345.76) secara signifikan lebih baik dan lebih parsimonious (hemat) dibandingkan Model Spasial GWPR (AIC=594.57). Kemenangan model global ini didukung oleh Uji Moran's I pada sisaannya yang membuktikan tidak ada autokorelasi spasial tersisa ($p = 0.7118$). Model terbaik ini mengidentifikasi tingkat pengangguran terbuka ($OR = 1.142$) sebagai faktor risiko, sementara jumlah tenaga kesehatan (positif) dan jumlah PUS (negatif) teridentifikasi sebagai anomali statistik signifikan yang mengindikasikan adanya Ecological Fallacy dan bias surveilans pelaporan.

Kata Kunci: Determinan Sosio-Ekonomi, HIV/AIDS, Regresi Binomial Negatif

LATAR BELAKANG

Human Immunodeficiency Virus (HIV) tetap menjadi salah satu tantangan kesehatan masyarakat global paling signifikan di abad ke-21. Meskipun telah ada kemajuan besar dalam terapi, HIV terus menjadi penyebab utama morbiditas dan mortalitas di negara berkembang (Gedefie et al., 2025; Tsegaw et al., 2024). Di Indonesia, epidemi HIV/AIDS menunjukkan tren yang mengkhawatirkan, dan secara khusus, Provinsi Jawa Barat menghadapi tantangan yang

Received Januari 10, 2026; Revised Januari 19, 2026; Accepted Januari 20, 2026

*Ibnu Ahmad Ambiya Al Assyad, ibnuahmad.aa@gmail.com

sangat berat. Data terbaru menempatkan Jawa Barat pada peringkat pertama sebagai provinsi dengan jumlah kasus HIV baru tertinggi di Indonesia (Priyastiwi & Ratih, 2025). Tingginya mobilitas penduduk, urbanisasi, dan keragaman sosio-ekonomi di 27 kabupaten/kota di Jawa Barat menciptakan lanskap epidemiologi yang kompleks dan menuntut analisis mendalam untuk memahami faktor-faktor pendorong di tingkat lokal.

Identifikasi faktor risiko merupakan kunci untuk intervensi yang efektif. Studi di berbagai negara telah secara konsisten mengaitkan prevalensi HIV dengan berbagai determinan sosio-ekonomi. Faktor-faktor seperti kemiskinan (Manyangadze et al., 2021), tingkat pengangguran (Djuraidah et al., 2023), tingkat pendidikan, dan akses terhadap layanan kesehatan (Solomon et al., 2021) terbukti memiliki korelasi kuat dengan penyebaran HIV. Namun, menganalisis data kasus HIV memiliki tantangan metodologi yang unik. Data kasus penyakit pada dasarnya adalah data hitungan (*count data*), yang seringkali menunjukkan fenomena *overdispersi* kondisi di mana varians data secara signifikan lebih besar daripada nilai rata-ratanya (Ahmad et al., 2025). Penggunaan model Regresi Poisson standar dalam kondisi ini akan menghasilkan kesimpulan yang keliru (Dalimunthe & Husein, 2025).

Untuk mengatasi masalah *overdispersi* pada data hitungan, pengembangan metode telah beralih dari Regresi Poisson ke model yang lebih fleksibel seperti Regresi Binomial Negatif (NBR) (Ziaulhaq & Affandi, 2024). NBR secara eksplisit mengakomodasi varians berlebih, sehingga menjadi model dasar yang lebih kuat untuk data epidemiologi (Rosilala & Hasanah, 2025). Namun, baik Poisson maupun NBR standar memiliki keterbatasan besar: keduanya mengasumsikan bahwa hubungan antara faktor risiko (misalnya, pengangguran) dan kasus HIV berlaku sama rata (konstan) di semua wilayah. Asumsi ini seringkali tidak realistis dalam studi geografis (Kamara et al., 2022; Simela et al., 2025).

Perkembangan metode spasial terbaru berfokus pada heterogenitas spasial, yaitu asumsi bahwa hubungan dapat bervariasi secara lokal. Metode yang paling menonjol untuk ini adalah Geographically Weighted Regression (GWR), yang dalam konteks data hitungan diaplikasikan sebagai Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR) (Fundisi et al., 2023; Kiani et al., 2025). GWPR menghasilkan model "lokal" untuk setiap kabupaten/kota, memungkinkan kita memetakan bagaimana pengaruh sebuah variabel (misalnya, kemiskinan) bisa jadi sangat kuat di satu wilayah, namun lemah di wilayah lain. Studi yang paling relevan dengan penelitian ini adalah yang dilakukan oleh Manyangadze et al. (2021) di Zimbabwe. Mereka menggunakan GWPR untuk menganalisis faktor sosio-ekonomi HIV dan berhasil membuktikan adanya heterogenitas spasial yang signifikan; mereka menemukan bahwa pengaruh kemiskinan dan tingkat pengangguran terhadap insiden HIV memang bervariasi secara geografis di berbagai distrik. Studi mereka menjadi patokan bahwa GWPR adalah alat yang ampuh untuk mengungkap variasi lokal yang terlewat oleh model global.

Berdasarkan latar belakang dan kesenjangan studi literatur, penelitian ini memiliki tujuan yang spesifik. Tidak seperti studi sebelumnya yang langsung mengasumsikan perlunya model spasial, penelitian ini akan secara kritis memvalidasi apakah model spasial (GWPR) benar-benar lebih baik daripada model non-spasial (Global NBR) yang lebih parsimonious (hemat) dalam konteks data HIV di Jawa Barat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi faktor determinan sosio-ekonomi yang berpengaruh signifikan terhadap rate kasus HIV di Jawa Barat, memvalidasi penggunaan Regresi Binomial Negatif (NBR) melalui uji *overdispersi*, membandingkan kinerja model Global NBR dengan model Spasial GWPR menggunakan kriteria AIC dan Uji Moran's I pada sisaan untuk menentukan model terbaik, serta menginterpretasi temuan model terbaik termasuk membahas potensi *Ecological Fallacy* pada koefisien anomali.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain studi *cross-sectional*, menggunakan data sekunder yang bersifat agregat di tingkat kabupaten/kota. Unit analisis dalam

penelitian ini adalah 27 Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Barat pada tahun 2024. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis:

1. Data Atribut (Statistik): Data sekunder yang mencakup variabel dependen (kasus HIV) dan variabel penjelas (sosio-ekonomi). Data ini bersumber dari publikasi resmi Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Barat dan portal Open Data Jawa Barat untuk tahun 2024.
2. Data Spasial: Data *shapefile* (.shp) yang mendefinisikan batas administrasi 27 kabupaten/kota di Jawa Barat. Data geospasial ini bersumber dari Badan Informasi Geospasial (BIG).

Metode analisis data dalam penelitian ini mengikuti algoritma sistematis untuk menghasilkan model terbaik. Alur penelitian ini dirancang untuk memvalidasi setiap asumsi model secara kritis, dari pra-pemodelan hingga seleksi model akhir. Berikut adalah Algoritma Penelitian yang digunakan:

Tahap 1: Analisis Deskriptif dan Visualisasi

Langkah awal adalah melakukan analisis statistik deskriptif (Min, Max, Mean, StdDev) untuk semua variabel. Selanjutnya, *rate* kasus HIV ($\text{jumlah kasus} / \text{total penduduk} \times 10.000$) dihitung dan divisualisasikan menggunakan peta *choropleth* (seperti yang ditunjukkan di Bab 4) untuk mengidentifikasi pola spasial awal atau kluster visual kasus.

Tahap 2: Uji Diagnostik Pra-Pemodelan (Validasi Asumsi)

Sebelum pemodelan, dua uji diagnostik krusial dilakukan pada set variabel independen:

1. Uji Multikolinearitas: Dilakukan dengan menghitung *Variance Inflation Factor* (VIF) untuk semua 5 variabel penjelas. Model dianggap bebas multikolinearitas jika semua nilai VIF < 5 (atau 10).
2. Uji Overdispersi: Uji ini adalah justifikasi utama untuk pemilihan model. Uji `check_overdispersion()` (dari *package* `performance`) dilakukan pada model Regresi Poisson global. Jika hipotesis *equidispersi* (rata-rata = varians) ditolak ($p < 0.05$) dan *dispersion ratio* > 1, maka data terbukti *overdispersed*.

Tahap 3: Pemodelan Global (Model Benchmark)

Berdasarkan hasil Tahap 2 (yang mengonfirmasi overdispersi), model Global Regresi Binomial Negatif (NBR) dibuat menggunakan fungsi `glm.nb()` (dari *package* `MASS`). Teori dasar model ini (dijelaskan di Bab 2, Rumus 2.3 & 2.4) mengasumsikan bahwa koefisien (pengaruh) dari setiap variabel *X* adalah konstan (sama) untuk semua 27 kabupaten/kota. Model ini akan menjadi benchmark atau model dasar untuk perbandingan.

Tahap 4: Validasi Spasial Model Global NBR

Tahap ini adalah langkah validasi kritis. Setelah Model Global NBR dibuat, sisaan (residuals) dari model tersebut diekstraksi. Kemudian, Uji Moran's I global diterapkan pada sisaan tersebut untuk menguji adanya autokorelasi spasial.

1. Jika $p < 0.05$: Ini berarti sisaan masih memiliki pola. Model global gagal dan harus diganti dengan model spasial.
2. Jika $p > 0.05$: Ini berarti sisaan sudah acak. Model Global NBR terbukti cukup dan berhasil menangkap struktur data, sehingga model spasial yang lebih kompleks mungkin tidak diperlukan (Simela et al., 2025).

Tahap 5: Pemodelan Spasial GWPR (Model Pembanding)

Untuk menguji hipotesis heterogenitas spasial (seperti yang disarankan oleh Manyangadze et al., 2021 dan Fundisi et al., 2023), model Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR) dibuat menggunakan fungsi `gwr.generalised()` (dari *package* `GWmodel`). Teori dasar GWPR (dijelaskan di Bab 2, Rumus 2.5) akan menghasilkan koefisien yang bervariasi secara lokal untuk setiap kabupaten/kota. Model ini dijalankan sebagai pembanding untuk menguji apakah pemodelan lokal (heterogenitas) memberikan kecocokan model yang lebih baik daripada model global (homogenitas).

Tahap 6: Seleksi Model Terbaik dan Interpretasi

Model terbaik dipilih dengan membandingkan Model Global NBR (dari Tahap 3) dan Model Spasial GWPR (dari Tahap 5).

1. Kriteria Utama: Akaike's Information Criterion (AIC). Model dengan nilai AIC terendah akan dipilih sebagai model terbaik (paling parsimonious) (Ziaulhaq & Affandi, 2024).
2. Kriteria Pendukung: Hasil Uji Moran's I (dari Tahap 4).
- Setelah model terbaik terpilih, interpretasi mendalam dilakukan. Koefisien model (β) diubah menjadi Odds Ratio (OR) (dihitung dengan e^β untuk interpretasi yang lebih mudah (misalnya, "peningkatan risiko sebesar X%"). Terakhir, setiap koefisien anomali (bertentangan dengan teori) akan dianalisis menggunakan konsep *Ecological Fallacy* (Putra, 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Visualisasi Deskriptif Data

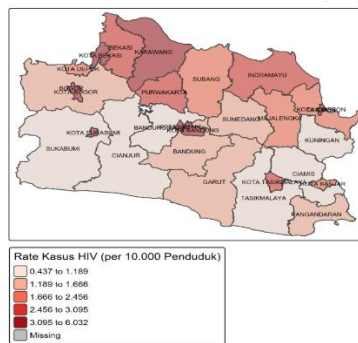
Tahap awal adalah memahami karakteristik data mentah melalui statistik deskriptif dan visualisasi spasial (pemetaan) untuk mengidentifikasi pola awal.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Variabel Penelitian

Variabel	Minimal	Maksimal	Mean	Standar Deviasi
Jumlah Kasus	51.00	1400.00	394.00	325.52
Rate Kasus HIV	0.44	6.03	2.34	1.40
Persentase Kemiskinan	2.34	11.93	8.01	2.65
Tingkat Pengangguran Terbuka	1.58	8.97	6.52	1.71
Rata-Rata Lama Sekolah	6.95	11.79	8.91	1.48
Jumlah Tenaga Kesehatan	787.00	9969.00	3558.41	2153.73
Jumlah Pasangan Usia Subur	34009.00	1001630.00	318917.74	219990.98

Tabel 1 menyajikan ringkasan statistik untuk 27 kabupaten/kota di Jawa Barat. Terlihat bahwa rate kasus hiv (dihitung per 10.000 penduduk) memiliki rata-rata 2.34, namun dengan rentang yang sangat lebar, dari minimum 0.44 hingga maksimum 6.03. Standar deviasi yang sangat tinggi pada variabel jumlah kasus (325.52), jumlah tenaga kesehatan (2153.73), dan jumlah pasangan usia subur (219990.98) menunjukkan adanya variabilitas atau kesenjangan yang ekstrem antar wilayah, yang memperkuat dugaan awal perlunya analisis yang lebih mendalam.

Peta Persebaran Rate Kasus HIV di Jawa Barat (2024)



Gambar 1. Peta Persebaran Rate Kasus HIV (per 10.000 Penduduk) di Jawa Barat 2024

Gambar tersebut memvisualisasikan data rate kasus hiv dari Tabel 1 secara spasial. Peta ini menunjukkan bahwa persebaran rate kasus HIV tidak acak dan tidak merata. Terdapat indikasi pengelompokan (klaster) rate kasus tinggi (direpresentasikan dengan warna merah tua) yang tampak terkonsentrasi di wilayah-wilayah urban dan semi-urban yang padat penduduk, seperti Kota Depok, Kota Bogor, Kota Bekasi, Kota Bandung, dan Kabupaten Bandung Barat. Sebaliknya, wilayah dengan rate kasus lebih rendah (warna terang) umumnya berada di bagian timur dan selatan Jawa Barat. Pola visual ini mengindikasikan adanya potensi dependensi spasial atau heterogenitas spasial.

Pre-processing (Uji Diagnostik Pemodelan)

Sebelum membangun model regresi, dilakukan dua uji diagnostik utama (pre-processing) untuk memvalidasi asumsi metodologi.

Tabel 2. Hasil Uji Multikolinearitas (VIF)

Variabel	VIF
Persentase Kemiskinan	3.075
Tingkat Pengangguran Terbuka	1.421
Rata-rata Lama Sekolah	3.921
Jumlah Tenaga Kesehatan	2.947
Jumlah Pasangan Usia Subur	3.004

Tabel tersebut menyajikan hasil uji overdispersi pada model Poisson global. Uji ini krusial untuk memilih antara Regresi Poisson atau Regresi Binomial Negatif (NBR). Hasil dispersion ratio (50.804) yang jauh lebih besar dari 1 dan didukung oleh p-value yang sangat signifikan (< 0.001) secara definitif menolak asumsi equidispersi (rata-rata = varians) yang dimiliki model Poisson. Ini membuktikan bahwa data kasus HIV di Jawa Barat mengalami overdispersi kuat, sehingga penggunaan Regresi Binomial Negatif (NBR) yang secara khusus dirancang untuk menangani varians berlebih adalah pilihan metodologi yang tepat dan diwajibkan (Priyastiwi & Ratih, 2025; Ziaulhaq & Affandi, 2024).

Hasil Pemodelan Regresi dan Evaluasi Model Terbaik

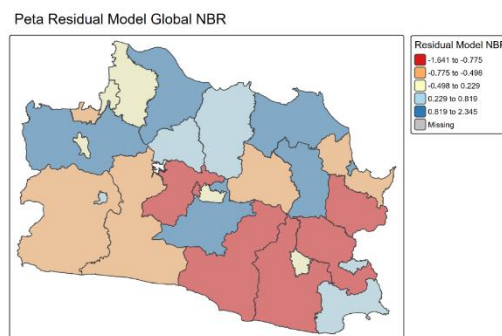
Berdasarkan temuan overdispersi, penelitian ini melakukan evaluasi spasial kritis dengan membandingkan dua pendekatan:

Tabel 3. Perbandingan Kinerja Model (AIC)

Model	Nilai AIC	Keterangan
Model Global NBR	345.76	Model Terbaik (Terpilih)
Model Spasial GWPR	594.57	Model Pembanding

Tabel 3 menyajikan evaluasi akhir dari hipotesis spasial menggunakan *Akaike's Information Criterion* (AIC). Terlihat jelas bahwa Model Global NBR (AIC = 345.76) memiliki nilai AIC yang jauh lebih rendah (lebih baik) dibandingkan Model Spasial GWPR (AIC = 594.57). Ini adalah temuan sentral dari analisis spasial ini: meskipun Gambar 1 menunjukkan pola spasial, upaya untuk memodelkan pola tersebut menggunakan model heterogenitas spasial (GWPR) ternyata menghasilkan model yang secara statistik kurang parsimonious (hemat) dan lebih buruk. Ini menunjukkan bahwa setelah overdispersi ditangani dengan benar oleh NBR, tidak ada lagi heterogenitas spasial signifikan yang mampu ditangkap oleh GWPR untuk memperbaiki model.

Validasi Spasial Model Global NBR (Uji Moran's I): Untuk mengonfirmasi temuan dari Tabel 3, analisis spasial lebih lanjut dilakukan untuk menguji autokorelasi spasial pada sisaan (residuals) Model Global NBR. Hasil Uji Moran's I: Moran I statistic = -0.117, p-value = 0.7118



Gambar 2. Peta Sisaan (Residual) Model Global NBR

Ini adalah inti dari validasi spasial dalam penelitian ini. Hasil Uji Moran's I ($p = 0.7118$) yang sangat tinggi dan tidak signifikan (jauh di atas 0.05) membuktikan secara statistik bahwa tidak ada autokorelasi spasial yang signifikan yang tersisa di dalam sisaan (*error*) model. Peta 4.2 secara visual mengonfirmasi temuan ini; pola sisaan terlihat acak (campuran warna) dan tidak membentuk klaster *hotspot* atau *coldspot* yang jelas. Kedua temuan ini (statistik dan visual) memvalidasi kecukupan spasial (*spatial sufficiency*) dari Model Global NBR. Ini adalah temuan krusial: ini membuktikan bahwa faktor penjelas dalam model global (setelah dikoreksi overdispersi) sudah berhasil menjelaskan pola spasial yang awalnya terlihat di Peta 1.

Pembahasan Hasil Model Terbaik (Global NBR)

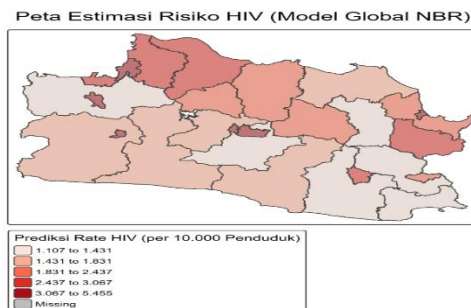
Setelah Model Global NBR terpilih sebagai model terbaik dan tervalidasi cukup secara spasial, langkah selanjutnya adalah menginterpretasi koefisien parameternya yang bersifat global (berlaku di seluruh Jawa Barat).

Tabel 4. Hasil Estimasi Parameter Model Global NBR (Model Terbaik)

Variabel	Estimate	Standar Error	Z Value	Pr(> z)	Odds Ratio
(Intercept)	-10.178	1.22	-8.330	<0.001	0.000
Persentase Kemiskinan	0.023	0.050	0.469	0.639	1.024
Tingkat Pengangguran Terbuka	0.133	0.054	2.477	0.013	1.142
Rata-rata Lama Sekolah	0.081	0.101	0.807	0.420	1.085

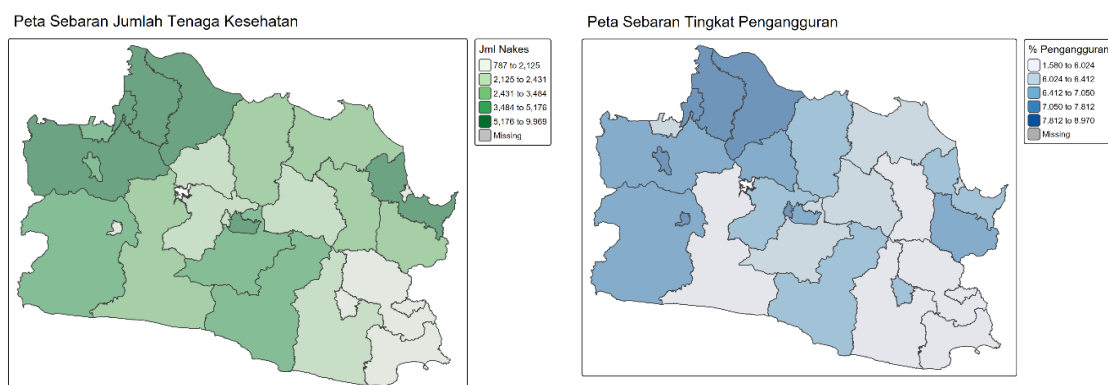
Jumlah Tenaga Kesehatan	0.00014	0.00006	2.290	0.022	1.00014
Jumlah Pasangan Usia Subur	-0.000002	0.000001	-2.888	0.004	0.999998

Tabel 4 menyajikan hasil estimasi model terbaik yang tervalidasi spasial. Tiga variabel penjelas teridentifikasi memiliki pengaruh signifikan ($p < 0.05$). Pertama, tingkat pengangguran terbuka signifikan ($p = 0.013$) dengan Odds Ratio (OR) 1.142, yang dapat diinterpretasikan bahwa setiap kenaikan 1 poin persentase pada tingkat pengangguran, diasosiasikan dengan peningkatan 14.2% pada rate kasus HIV ($(1.142 - 1) * 100\%$), ceteris paribus. Kedua, jumlah tenaga kesehatan signifikan ($p = 0.022$) dengan OR 1.00014. Ini bukan berarti nakes menyebabkan HIV, melainkan diduga kuat mencerminkan efek surveilans (pelaporan): wilayah dengan jumlah tenaga kesehatan yang lebih banyak kapasitas deteksi dan pelaporan yang lebih baik, sehingga kasus HIV yang tercatat menjadi lebih tinggi. Ketiga, jumlah pasangan usia subur (PUS) signifikan ($p = 0.004$) dengan koefisien negatif. Ini adalah temuan anomali yang mengindikasikan adanya Ecological Fallacy (Putra, 2023), di mana hubungan negatif ini kemungkinan adalah bias statistik pada data agregat, bukan hubungan kausalitas di tingkat individu.

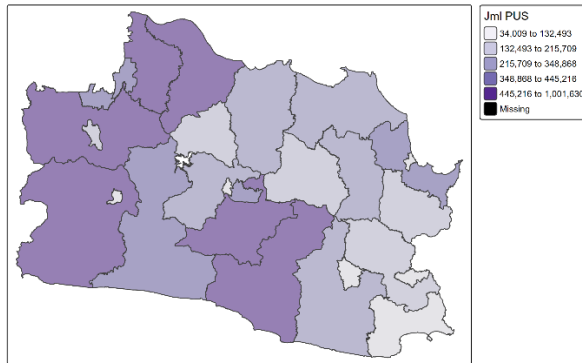


Gambar 3. Peta Estimasi Risiko (Prediksi) dari Model Global NBR

Peta tersebut menunjukkan rate kasus HIV yang diprediksi oleh Model Global NBR terbaik. Pola pada peta prediksi ini terlihat sangat mirip dengan pola pada peta observasi aktual. Model ini berhasil memprediksi kluster risiko tinggi di wilayah yang sama (Bogor, Bekasi, Bandung, Depok). Kemiripan visual ini, didukung oleh validasi spasial Uji Moran's I yang non-signifikan, mengonfirmasi bahwa model global non-spasial ini memiliki *goodness-of-fit* yang sangat baik.



Peta Sebaran Jumlah PUS



Gambar 4. Peta Analisis Anomali dan *Ecological Fallacy*

Anomali Nakes (Positif): menunjukkan bahwa jumlah_tenaga_kesehatan (warna hijau tua) terkonsentrasi di wilayah yang sama dengan kluster kasus HIV tinggi, yaitu wilayah urban seperti Kota Bandung, Kota Bogor, dan Kota Bekasi. Ini bukan berarti nakes menyebabkan HIV, melainkan diduga kuat mencerminkan efek surveilans (pelaporan). Wilayah dengan nakes banyak memiliki kapasitas deteksi, pengujian, dan pelaporan yang lebih baik, sehingga kasus HIV yang tercatat secara resmi menjadi lebih tinggi.

Anomali PUS (Negatif): menunjukkan pola yang serupa, di mana jumlah PUS (warna ungu tua) juga terkonsentrasi di wilayah urban padat (Bogor, Bekasi). Hubungan negatif yang ditemukan model (semakin banyak PUS, semakin rendah kasus) mengindikasikan adanya *Ecological Fallacy* (Putra, 2023). Ini kemungkinan adalah bias statistik pada data agregat, di mana wilayah dengan PUS tinggi juga memiliki program KB dan layanan kesehatan ibu-anak yang lebih mapan, yang mungkin secara tidak langsung meningkatkan kesadaran akan kesehatan reproduksi dan seksual.

Perbandingan dengan Studi Sebelumnya dan Kontribusi Baru

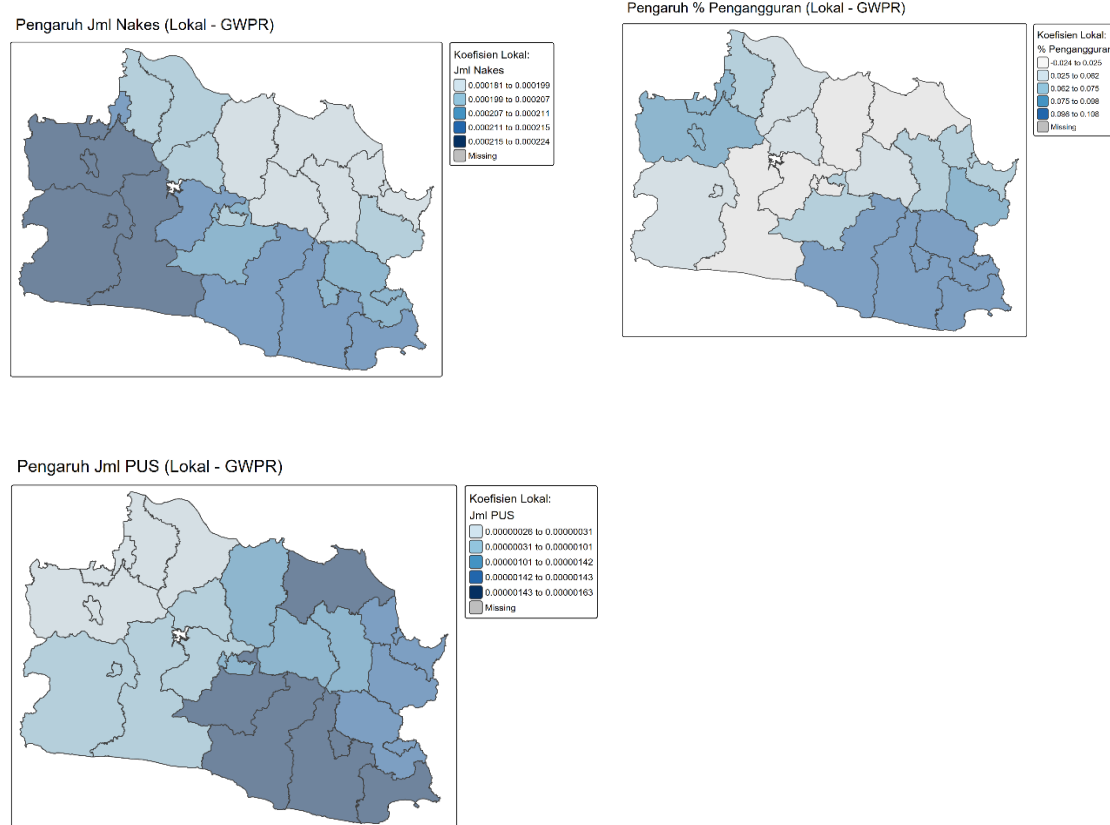
Pembahasan hasil penelitian ini menjadi lebih kaya ketika dibandingkan dengan literatur dan studi sebelumnya. Hasil penelitian ini menunjukkan konsistensi pada beberapa aspek, namun juga menunjukkan inkonsistensi yang krusial pada aspek lain, yang justru menjadi kontribusi baru dari penelitian ini. Konsistensi dengan Studi Sebelumnya: Temuan bahwa data kasus HIV di Jawa Barat mengalami overdispersi sangat konsisten dengan penelitian sebelumnya di lokasi yang sama (Priyastih & Ratih, 2025; Ziaulhaq & Affandi, 2024). Hal ini memperkuat argumen bahwa Regresi Poisson tidak memadai, dan NBR adalah metode yang tepat untuk kasus ini. Selain itu, temuan bahwa tingkat pengangguran terbuka berpengaruh positif signifikan juga konsisten dengan studi lain di Indonesia (Djuraidah et al., 2023) dan di luar negeri (Manyangadze et al., 2021), yang mengaitkan kerentanan ekonomi dengan peningkatan risiko HIV.

Inkonsistensi dan Kontribusi Baru (Global vs. Spasial): Inkonsistensi terbesar, yang sekaligus menjadi kontribusi baru penelitian ini, adalah pada hasil akhir validasi spasial. Banyak studi spasial HIV terbaru (misalnya Manyangadze et al., 2021 di Zimbabwe; Fundisi et al., 2023 di Afrika Selatan; Kiani et al., 2025) menemukan bahwa model spasial lokal (GWPR) lebih unggul daripada model global. Namun, penelitian ini menemukan kebalikannya: Model Global NBR (AIC=345.76) terbukti jauh lebih baik daripada Model Spasial GWPR (AIC=594.57) Argumen Penyebab (Metode dan Validasi): Penyebab perbedaan ini bukanlah pada data, tetapi pada ketelitian validasi model. Penelitian ini tidak hanya mengasumsikan bahwa data spasial pasti membutuhkan model spasial, tetapi secara kritis menguji asumsi tersebut. Uji Moran's I pada sisaan Model Global NBR (Tahap 4) menunjukkan p-value 0.7118. Ini membuktikan bahwa setelah memperhitungkan overdispersi (menggunakan NBR) dan faktor penjelas yang tepat, tidak ada lagi struktur spasial yang tersisa untuk dijelaskan. Model spasial GWPR, dalam kasus ini, menjadi *over-fitting* dan tidak diperlukan.

Elaborasi Kontribusi Baru: Kontribusi baru dari penelitian ini adalah pembuktian validasi kritis (*critical validation*) bahwa model global yang parsimonious (hemat) dapat lebih unggul daripada model spasial yang kompleks jika divalidasi dengan benar. Ini menjadi argumen penting agar peneliti tidak secara otomatis menerapkan GWR/GWPR hanya karena datanya bersifat geografis, melainkan harus divalidasi terlebih dahulu melalui uji sisaan spasial (seperti Moran's I). Selain itu, penelitian ini mengidentifikasi *Ecological Fallacy* pada variabel jumlah_tenaga_kesehatan dan jumlah_pasangan_usia_subur sebagai bias *surveilans* pelaporan, sebuah temuan krusial bagi pembuat kebijakan di Jawa Barat agar tidak salah menginterpretasikan data agregat.

Analisis Eksplorasi Model Spasial Pembandingan (GWPR)

Meskipun Model Global NBR terbukti sebagai model terbaik (AIC=345.76), penelitian ini tetap melakukan analisis spasial eksplorasi penuh menggunakan Model GWPR (AIC=594.57) untuk menginvestigasi mengapa model ini kalah. Peta-peta berikut memvisualisasikan koefisien lokal yang dihasilkan oleh model GWPR.



Gambar 5. Peta Koefisien Lokal Model Spasial GWPR (Eksplorasi)

Peta tersebut menunjukkan hasil dari model spasial GWPR. Peta-peta ini menunjukkan bagaimana pengaruh setiap variabel (koefisien) akan bervariasi jika kita memaksakan model spasial. Misalnya, Peta 5(a) menunjukkan bahwa pengaruh tingkat_pengangguran (warna biru) akan menjadi positif di sebagian besar wilayah, namun berubah menjadi negatif (warna merah) di wilayah lain. Namun, seperti yang dibuktikan oleh perbandingan AIC dan Uji Moran's I, variasi koefisien lokal yang ditunjukkan di Peta 5 ini tidak signifikan secara statistik dan tidak memperbaiki model. Variasi ini kemungkinan besar hanyalah noise statistik, yang memperkuat

kesimpulan utama penelitian ini: bahwa Model Global NBR lebih valid dan fenomena spasial (heterogenitas) tidak terbukti signifikan dalam data ini setelah overdispersi dikontrol.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil memodelkan faktor-faktor yang memengaruhi laju kasus HIV di Provinsi Jawa Barat menggunakan data sekunder, dengan mempertimbangkan karakteristik data penyakit yang bersifat nonlinier dan mengalami penyebaran berlebih sehingga regresi binomial negatif dinyatakan sebagai model yang paling tepat. Meskipun secara visual terdapat indikasi pengelompokan spasial, hasil validasi menunjukkan bahwa model global lebih baik, lebih sederhana, dan sudah memadai secara spasial dibandingkan model spasial lokal, karena tidak ditemukan lagi autokorelasi spasial pada sisaan setelah variabel penjelas diperhitungkan dengan benar. Model terbaik mengidentifikasi tingkat pengangguran sebagai faktor risiko yang signifikan, sementara jumlah tenaga kesehatan dan pasangan usia subur juga berpengaruh signifikan namun menunjukkan pola yang tidak lazim. Anomali tersebut tidak ditafsirkan sebagai hubungan sebab-akibat, melainkan sebagai indikasi kuat adanya bias surveilans pelaporan serta kekeliruan penafsiran yang melekat pada penggunaan data agregat. Keterbatasan utama penelitian ini terletak pada penggunaan data tingkat wilayah yang berpotensi menimbulkan kekeliruan ekologis, sehingga seluruh temuan, khususnya yang bersifat anomali, perlu diinterpretasikan secara hati-hati sebagai indikasi bias pelaporan dan bukan sebagai bukti kausalitas individual.

Berdasarkan temuan dan keterbatasan tersebut, saran dapat diberikan untuk kebijakan dan penelitian selanjutnya. Secara kebijakan, intervensi penanggulangan HIV perlu difokuskan pada kelompok rentan secara ekonomi, yang dibuktikan oleh signifikannya variabel tingkat pengangguran terbuka. Pembuat kebijakan juga disarankan untuk tidak salah menginterpretasikan data anomali; hubungan positif jumlah tenaga kesehatan harus dibaca sebagai indikator keberhasilan surveilans pelaporan. Untuk penelitian berikutnya, perbaikan dari limitasi dapat dilakukan dengan menggunakan data disagregat (misalnya, tingkat puskesmas atau individu) untuk menghindari Ecological Fallacy. Selain itu, studi di masa depan pada data yang berbeda dapat mengeksplorasi model spasial yang lebih canggih yang secara langsung menangani overdispersi, seperti Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR) atau model spasial Bayesian (misalnya, model BYM), untuk mengonfirmasi temuan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M., Ali, A., & Ahmad, R. W. (2025). *Dialogue Social Science Review (Dssr) A Comparative Evaluation Of Poisson , Negative Binomial , And Zero-Inflated Models For Count Data Dialogue Social Science Review (Dssr)*. 3(8), 188–198.
- Berek, J. F. S., & Guntur, R. D. (2025). Pemodelan Generalized Poisson Regression (Gpr) Terhadap Jumlah Kasus Penyakit Tuberculosis Di Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Sains Matematika Dan Statistika*, 11(1), 127. <https://doi.org/10.24014/jsms.V11i1.30743>

- Birri Makota, R., & Musenge, E. (2023). Spatial Heterogeneity In Relationship Between District Patterns Of Hiv Incidence And Covariates In Zimbabwe: A Multi-Scale Geographically Weighted Regression Analysis. *Geospatial Health*, 18(2). <https://doi.org/10.4081/Gh.2023.1207>
- Dalimunthe, R. A., & Husein, I. (2025). Zero Inflated Negative Binomial Regression In Malaria Cases In North Sumatera. *Jistech (Journal Of Islamic Science And Technology)* *Jistech*, 10(1), 107–115. <http://jurnal.uinsu.ac.id/index.php/jistech>
- Djuraidah, A., Anisa, R., Ristiyanti Tarida, A., Alwi Aliu, M., Septemberini, C., Putri Astrini, Y. P. A., & Tasya Meilania, G. (2023). Pemodelan Mixed Geographically Weighted Regression-Spatial Autoregressive (Mgwr-Sar) Pada Kasus Hiv Di Indonesia. *Jurnal Aplikasi Statistika & Komputasi Statistik*, 15(2), 65–76. <https://doi.org/10.34123/jurnalasks.v15i2.608>
- Fitriyah, N. I., Arum, P. R., & Wasono, R. (2024). Pemodelan Hiv Dan Aids Di Provinsi Jawa Timur Menggunakan Metode Regresi Bivariat Poisson Invers Gaussian (Bpig). *Prosiding Seminar Nasional Unimus*, 7, 226–235.
- Fundisi, E., Dlamini, S., Mokhele, T., Weir-Smith, G., & Motolwana, E. (2023). Exploring Determinants Of Hiv/Aids Self-Testing Uptake In South Africa Using Generalised Linear Poisson And Geographically Weighted Poisson Regression. *Healthcare (Switzerland)*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/Healthcare11060881>
- Gedefie, A., Muche, A., Mohammed, A., Ayres, A., Melak, D., Abeje, E. T., Bayou, F. D., Belege Getaneh, F., Asmare, L., & Endawkie, A. (2024). Prevalence And Determinants Of Hiv Among Reproductive-Age Women (15–49 Years) In Africa From 2010 To 2019: A Multilevel Analysis Of Demographic And Health Survey Data. *Frontiers In Public Health*, 12(January), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1376235>
- Kiani, B., Mario Martin, B., Cadavid Restrepo, A., Mayfield, H. J., Skinner, E., Karina Maldonado Alcaíno, A., Nilles, E. J., Lau, C. L., & Sartorius, B. (2025). A Study Protocol For Developing A Spatial Vulnerability Index For Infectious Diseases Of Poverty In The Caribbean Region. *Global Health Action*, 18(1). <https://doi.org/10.1080/16549716.2025.2461867>
- Laybohr Kamara, I., Wang, L., Guo, Y., Huo, S., Guo, Y., Xu, C., Liao, Y., Liu, W. J., Ma, W., & Gao, G. F. (2022). Spatial–Temporal Heterogeneity And Determinants Of Hiv Prevalence In The Mano River Union Countries. *Infectious Diseases Of Poverty*, 11(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s40249-022-01036-1>
- Manyangadze, T., Chimbari, M. J., & Mavhura, E. (2021). Spatial Heterogeneity Association Of Hiv Incidence With Socio-Economic Factors In Zimbabwe. *Journal Of Geographical Research*, 4(3), 51–60. <https://doi.org/10.30564/Jgr.V4i3.3466>
- Poisson, R. (2025). Pemodelan Kasus Baru Hiv Di Jawa Barat Menggunakan Poisson Inverse Gaussian Regression. 9(1), 114–128.
- Rodrigues, T. B., Dias, B. R. L., Gomes, D., Arcêncio, R. A., Andrade, J. A. A., Ferreira, G. R. O. N., Gonçalves, L. H. T., & Botelho, E. P. (2023). Aids-Related Mortality In Paráprovince, Brazilian Amazon Region: Spatial And Temporal Analysis. *Plos One*, 18(1 January), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0279483>
- Rosilala, A., & Hasanah, S. H. (2025). Comparison Of Negative Binomial Sar, Sem, And Sarma Methods In Modeling The Number Of Malnutrition Cases Among Toddlers In Central Java. *Jurnal Gaussian*, 14(1), 42–53. <https://doi.org/10.14710/J.Gauss.14.1.42-53>
- Simela, S. R., Kelepile, M., & Sebobi, T. I. (2025). Spatial Analysis And Associated Risk Factors Of Hiv Prevalence In Botswana: Insights From The 2021 Botswana Aids Impact Survey (Bais V). *Bmc Infectious Diseases*, 25(1). <https://doi.org/10.1186/s12879-025-10464-X>
- Solomon, M., Furuya-Kanamori, L., & Wangdi, K. (2021). Spatial Analysis Of Hiv Infection And Associated Risk Factors In Botswana. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 18(7). <https://doi.org/10.3390/ijerph18073424>
- Tsegaw, M., Mulat, B., Shitu, K., & Barrow, A. (2024). Comprehensive Hiv Knowledge And

- Associated Factors Among Reproductive-Age Women: Analysis Of The Gambia Demographic And Health Survey 2019/2020. *Health Research Policy And Systems*, 22(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/S12961-024-01128-4>
- Wu, Z., Fu, G., Wen, Q., Wang, Z., Shi, L. E., Qiu, B., & Wang, J. (2023). Spatiotemporally Comparative Analysis Of Hiv, Pulmonary Tuberculosis, Hiv-Pulmonary Tuberculosis Coinfection In Jiangsu Province, China. *Infection And Drug Resistance*, 16(June), 4039–4052. <https://doi.org/10.2147/Idr.S412870>
- Zhang, H., Sun, R., Wu, Z., Liu, Y., Chen, M., Huang, J., Lv, Y., Zhao, F., Zhang, Y., Li, M., Jiang, H., Zhan, Y., Xu, J., Xu, Y., Yuan, J., Zhao, Y., Shen, X., & Yang, C. (2024). Spatial Pattern Of Isoniazid-Resistant Tuberculosis And Its Associated Factors Among A Population With Migrants In China: A Retrospective Population-Based Study. *Frontiers In Public Health*, 12(March), 1–11. <https://doi.org/10.3389/Fpubh.2024.1372146>
- Ziaulhaq, M. H., & Affandi, A. (2024). Analisis Komprehensif Pengaruh Faktor Sosial Terhadap Jumlah Kematian Pasien Hiv: Analisis Regresi Poisson Dan Regresi Binomial Negatif. *Equiva Journal*, 2(2).