

PEMODELAN KUSTA DI INDONESIA TAHUN 2023 DENGAN GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION MENGGUNAKAN FIXED GAUSSIAN WEIGHTED**Rahmi Utami**

Program Studi S1 Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

Email: rahmiutami.21025@mhs.unesa.ac.id**Affiat Oktaviarina**

Program Studi S1 Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

Penulis Korespondensi: affatioktaviarina@unesa.ac.id**Danang Ariyanto**

Program Studi S1 Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

Penulis Korespondensi: danangariyanto@unesa.ac.id**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan prevalensi kusta di Indonesia tahun 2023 dengan pendekatan GWR menggunakan pembobot *Fixed Gaussian*. Data yang digunakan meliputi prevalensi kusta dan beberapa faktor sosial-ekonomi di 34 provinsi. Metode analisis diawali dengan regresi linier global (OLS) kemudian dilanjutkan dengan GWR untuk melihat variasi spasial pengaruh setiap variabel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model GWR memiliki nilai AIC yang lebih rendah dan R^2 yang lebih tinggi dibandingkan model OLS, sehingga GWR dinilai lebih baik dalam menangkap variasi spasial. Beberapa provinsi di kawasan timur Indonesia, seperti Maluku, Maluku Utara, Papua, dan Sulawesi Utara, teridentifikasi memiliki variabel yang signifikan secara lokal, sedangkan provinsi di wilayah barat tidak menunjukkan signifikansi lokal. Temuan ini menegaskan perlunya penerapan pendekatan spasial dalam pengendalian kusta agar kebijakan yang disusun lebih tepat sasaran sesuai dengan kondisi wilayah masing-masing.

Kata Kunci: kusta, *Geographically Weighted Regression*, variasi spasial, *Fixed Gaussian*.

Abstract

This study aims to model the prevalence of leprosy in Indonesia in 2023 using the GWR approach with a Fixed Gaussian weighting function. The data used include leprosy prevalence and several socio-economic factors from 34 provinces. The analysis began with a global linear regression (OLS) and then proceeded with GWR to capture spatial variations in the influence of each factor. The results show that the GWR model has a lower AIC and a higher R^2 compared to the OLS model, indicating that GWR is more effective in capturing spatial heterogeneity. Several provinces in eastern Indonesia, such as Maluku, North Maluku, Papua, and North Sulawesi, were identified as having locally significant factors, while provinces in western Indonesia showed no local significance. These findings highlight the importance of applying spatial approaches in leprosy control programs so that policies can be better targeted and adapted to the specific conditions of each region.

Keywords: leprosy, Geographically Weighted Regression, spatial variation, Fixed Gaussian.

PENDAHULUAN

Hingga saat ini, penyakit menular tetap menjadi salah satu persoalan penting yang dihadapi dalam upaya peningkatan derajat kesehatan masyarakat di tingkat global. Mengingat tingkat penularannya yang relatif cepat serta potensi dampak jangka panjang yang ditimbulkan, baik pada individu

maupun masyarakat luas. Dalam kerangka Sustainable Development Goals (SDGs), upaya pengendalian penyakit menular, termasuk kusta, menjadi salah satu prioritas yang tercantum dalam Target 3.3. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), kusta atau lepra termasuk penyakit infeksi kronis yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium leprae* dan dapat memengaruhi berbagai organ,

seperti kulit, saraf perifer, saluran pernapasan bagian atas, serta mata. Apabila tidak mendapatkan penanganan yang tepat dan dini, penyakit ini berisiko menimbulkan kecacatan permanen.

Kusta masih tergolong sebagai permasalahan kesehatan masyarakat di Indonesia. Berdasarkan laporan WHO (2024), Indonesia tercatat sebagai salah satu dari tiga negara dengan jumlah kasus kusta terbesar secara global, selain India dan Brasil. Data Kementerian Kesehatan RI (2024) menunjukkan bahwa pada tahun 2023 prevalensi kusta di Indonesia tercatat sebesar 0,63 per 10.000 penduduk, dengan angka kasus baru mencapai 5,2 per 100.000 penduduk. Meskipun secara nasional terdapat kecenderungan penurunan kasus, sejumlah provinsi di wilayah timur Indonesia, seperti Papua dan Papua Barat, masih mencatat prevalensi yang relatif tinggi. Kondisi tersebut mengindikasikan adanya ketimpangan antarwilayah yang diduga berkaitan dengan perbedaan faktor risiko, termasuk keterbatasan akses layanan kesehatan serta kondisi sosial dan ekonomi masyarakat.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor sosial-ekonomi dan kondisi geografis berpengaruh terhadap penyebaran kusta. Misalnya, tingkat kemiskinan, akses sanitasi layak, tingkat pendidikan, dan riwayat kontak erat dengan penderita diketahui berhubungan signifikan dengan risiko terjangkit kusta. Oleh karena itu, penting untuk menganalisis pola penyebaran kusta dengan mempertimbangkan variasi spasial agar intervensi yang dilakukan dapat tepat sasaran sesuai kondisi lokal.

Salah satu pendekatan analisis yang dapat digunakan untuk mengkaji variasi spasial tersebut adalah *Geographically Weighted Regression* (GWR). Metode ini memungkinkan pendugaan parameter regresi secara lokal sehingga mampu menangkap perbedaan pengaruh variabel penjelas di setiap lokasi, yang tidak dapat diakomodasi oleh model regresi linier global. Penelitian yang dilakukan oleh Shovalina dkk(2016) menunjukkan bahwa penerapan GWR menghasilkan kinerja model yang lebih baik dibandingkan dengan pendekatan MGWR, dalam pemetaan kasus kusta di Jawa Timur karena kemampuannya dalam menggambarkan variasi lokal secara lebih rinci. Pendekatan serupa juga diterapkan oleh Rahmawati dkk.(2024) dalam analisis kasus tuberkulosis di

Provinsi Jawa Timur, yang membuktikan bahwa GWR efektif digunakan untuk menganalisis distribusi penyakit menular dengan mempertimbangkan faktor spasial sehingga menghasilkan informasi yang lebih akurat untuk mendukung pengambilan kebijakan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk memodelkan prevalensi kusta di Indonesia pada tahun 2023 menggunakan pendekatan *Geographically Weighted Regression* (GWR) dengan pembobot *Fixed Gaussian*. Analisis dilakukan pada 34 provinsi dari total 38 provinsi di Indonesia yang memiliki kelengkapan data. Penelitian ini diharapkan mampu mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh signifikan secara lokal terhadap prevalensi kusta di masing-masing provinsi serta menyajikan peta sebaran pengaruh faktor tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan mampu menjadi rujukan bagi pemerintah dalam merancang strategi pengendalian kusta yang sesuai dengan karakteristik wilayah guna menunjang tercapainya Target 3.3 SDGs tahun 2030.

KAJIAN TEORI

A. REGRESI GLOBAL

Pendekatan regresi global menganalisis hubungan antara variabel respons (dependen) dan variabel penjelas (independent) dengan mengasumsikan bahwa pengaruhnya bersifat seragam pada seluruh unit pengamatan., tanpa mempertimbangkan variasi lokasi atau pola spasial di dalamnya. Berdasarkan Draper dan Smith (2014) model matematis regresi dituliskan sebagai berikut:

$$\widehat{Y}_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \cdots + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i \dots \dots (1)$$

Di mana \widehat{Y}_i adalah nilai variabel respon dalam pengamatan ke-i, β_k adalah parameter regresi untuk variabel bebas ke-k, X_{ik} nilai variabel bebas ke-k pada pengamatan ke-i ε_i adalah galat.

B. GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION (GWR)

Pendekatan GWR memungkinkan analisis hubungan antara variabel respons (dependen) dan faktor penjelas (independent) yang dilakukan secara lokal, sehingga variasi pengaruh antarwilayah dapat tercermin dalam model. Metode ini diperkenalkan oleh Fotheringham dkk (2002) dengan asumsi bahwa hubungan antar variabel tidak selalu bersifat homogen di seluruh

wilayah pengamatan. Dalam model GWR, koefisien regresi diestimasi secara lokal sehingga nilainya dapat bervariasi sesuai dengan karakteristik lokasi tertentu. Berikut ini merupakan model GWR.

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

Di mana y_i menyatakan variabel dependen pada lokasi ke- i , x_{ik} adalah variabel independen ke- k , $\beta_0(u_i, v_i)$ merupakan koefisien regresi lokal yang bergantung pada koordinat geografis (u_i, v_i) , dan ε_i adalah komponen galat.

C. FUNGSI PEMBOBOT

Penentuan bobot spasial merupakan elemen penting dalam penerapan metode GWR karena bobot tersebut mencerminkan tingkat pengaruh antar lokasi. Penelitian ini menerapkan fungsi kernel *Fixed Gaussian* sebagai pembobot, dengan penggunaan parameter bandwidth yang bersifat tetap di seluruh lokasi pengamatan. Secara matematis, fungsi pembobot tersebut dirumuskan sebagai berikut:

$$w_j(u_i, v_i) = \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{d_{ij}}{h} \right)^2 \right] \dots\dots (3)$$

di mana d_{ij} menyatakan jarak antara lokasi ke- i dan ke- j , serta h merupakan parameter bandwidth yang mengontrol tingkat kedekatan spasial.

D. LIKELIHOOD RATIO TEST

LRT digunakan untuk membandingkan kinerja model regresi global dengan model spasial GWR. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah variasi spasial yang ditangkap oleh model GWR bersifat signifikan, sehingga model GWR lebih layak digunakan dibandingkan model *Ordinary Least Squares* (OLS) (Fotheringham dkk., 2002). Dengan kata lain, LRT berfungsi untuk memastikan bahwa model lokal lebih baik dalam menangkap heterogenitas spasial. Berikut merupakan rumus dari LRT:

$$G_k = 2[\ln L(\hat{\theta}) - \ln L(\hat{\omega})] \dots\dots (4)$$

Di mana $L(\hat{\theta})$ adalah likelihood dari model tanpa pembatas (*unrestricted*) dan $L(\hat{\omega})$ adalah likelihood dari model dengan pembatas (*restricted*). Nilai Statistik G_k tersebut diasumsikan mengikuti

distribusi *chi-square*, dengan derajat kebebasan ditentukan berdasarkan banyaknya parameter yang dikenai pembatasan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan analisis spasial untuk mengkaji variasi prevalensi kusta antarprovinsi. Data yang digunakan berupa data sekunder yang bersumber dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia dan Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2023. Data mencakup prevalensi kusta dan beberapa faktor sosial-ekonomi di 34 provinsi. Analisis data dilakukan dengan menerapkan pendekatan *Geographically Weighted Regression* (GWR) yang menggunakan pembobot *Fixed Gaussian* guna mengidentifikasi perbedaan pengaruh faktor-faktor penelitian pada masing-masing wilayah..

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari satu variabel dependen dan enam variabel independen. Variabel dependen adalah prevalensi kusta di Indonesia pada tahun 2023 (Y). Sementara itu, variabel independennya meliputi beberapa indikator sosial dan ekonomi, yaitu persentase rumah tangga yang tidak memiliki fasilitas tempat buang air besar(X_1), persentase rumah tangga yang menempati rumah layak huni(X_2), persentase rumah tangga dengan akses terhadap air minum layak(X_3), persentase penduduk miskin(X_4), tingkat kegemaran membaca masyarakat(X_5), serta Indeks Pembangunan Manusia (IPM)(X_6).

Tahapan analisis dalam penelitian ini disusun secara sistematis sebagai berikut :

1. Data dianalisis secara deskriptif untuk melihat karakteristik dan distribusinya pada 34 provinsi.
2. Melakukan uji *Korelasi Pearson* untuk mengidentifikasi hubungan liner antara variabel respon (dependen) dan variabel penjelas (independen).
3. Membentuk model regresi linier global menggunakan estimasi parameter *Ordinary Least Squares* (OLS), dengan uji asumsi sebagai berikut:
 - a. Pengujian F untuk menilai signifikansi model regresi secara simultan.

- b. Uji t-value untuk uji signifikansi parsial tiap variabel independen terhadap variabel dependen.
 - c. Pengujian normalitas residual dilakukan menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov*.
 - d. Deteksi multikolinearitas antarvariabel independen dilakukan melalui nilai *Variance Inflation Factor* (VIF).
 - e. Autokorelasi diuji menggunakan statistik *Durbin-Watson*.
 - f. Uji *Breusch-Pagan* untuk mengidentifikasi adanya heteroskedastisitas dalam konteks analisis spasial.
4. Menyusun model GWR dengan tahapan sebagai berikut:
- a. Jarak antarprovinsi dihitung menggunakan pendekatan Euclidean sebagai dasar analisis spasial.
 - b. Nilai bandwidth optimal ditentukan menggunakan metode *Cross Validation* (CV) untuk digunakan pada model GWR.
 - c. Mengestimasi parameter menggunakan *Weighted Least Squares* (WLS).
 - d. Uji keseluruhan model menggunakan *Likelihood Ratio Test* (LRT).
 - e. Menghitung nilai t lokal untuk melihat signifikansi spasial masing-masing variabel.
5. Melakukan evaluasi model menggunakan AIC dan koefisien determinasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Statistik Deskriptif

Variabel	Min	Range	Maks	SD
Y	0,01	1,51	14,65	3,13
X ₁	0	5,67	23,85	4,33
X ₂	29,01	62,49	85,79	12,64
X ₃	66,49	88,19	99,42	7,75
X ₄	4,30	10,10	26,00	5,18
X ₅	60,58	66,6	73,27	2,76
X ₆	63,01	73,77	83,55	3,76

Hasil analisis deskriptif pada Tabel 1 menunjukkan adanya variasi yang cukup besar pada prevalensi kusta dan faktor-faktor yang diduga memengaruhinya di 34 provinsi Indonesia. Nilai prevalensi kusta (Y) memiliki rentang yang lebar,

mengindikasikan perbedaan tingkat kejadian kusta antar provinsi. Variabel persentase rumah tangga yang tidak memiliki fasilitas buang air besar (X₁) menunjukkan nilai minimum nol, yang menandakan bahwa terdapat provinsi dengan cakupan sanitasi dasar yang relatif baik, sementara di provinsi lain persentasenya mencapai 23,85 persen. Di sisi lain, beberapa indikator pembangunan dan kualitas hidup, seperti akses terhadap air minum layak (X₃) dan Indeks Pembangunan Manusia (X₆), memiliki nilai minimum yang relatif tinggi. Meskipun demikian, nilai maksimum dan simpangan baku yang cukup besar pada variabel-variabel tersebut menunjukkan bahwa kesenjangan antar wilayah masih terjadi. Variasi data yang cukup mencolok ini menegaskan pentingnya penggunaan pendekatan spasial dalam analisis, mengingat perbedaan karakteristik tiap provinsi berpotensi memengaruhi risiko penularan kusta secara tidak merata. Oleh karena itu, analisis deskriptif ini menjadi landasan awal untuk mengidentifikasi wilayah yang memerlukan prioritas intervensi kebijakan dalam upaya pengendalian kusta.

Setelah analisis deskriptif dilakukan, langkah selanjutnya adalah uji *korelasi Pearson* untuk melihat hubungan linier antara prevalensi kusta dengan masing-masing faktor independen. Uji ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan hubungan setiap variabel, apakah saling berkorelasi positif atau negatif, serta seberapa besar hubungan tersebut. Berikut merupakan hasil korelasi Pearson:

Tabel 2. Hasil Korelasi Pearson

Variabel	Nilai Korelasi	P-value	Kesimpulan
X ₁	0,39	0,01	Berhubungan
X ₂	-0,3	0,07	Tidak Berhubungan
X ₃	-0,36	0,03	Berhubungan
X ₄	0,59	0,0001	Berhubungan
X ₅	-0,5	0,002	Berhubungan
X ₆	-0,59	0,0002	Berhubungan

Hasil uji *Korelasi Pearson* pada Tabel 2 menunjukkan ada beberapa variabel independen menunjukkan hubungan yang signifikan dengan prevalensi kusta di Indonesia. Variabel persentase rumah tangga yang tidak memiliki fasilitas tempat buang air besar (X₁), persentase rumah tangga

dengan akses air minum layak (X_3), persentase penduduk miskin (X_4), tingkat kegemaran membaca masyarakat (X_5), dan Indeks Pembangunan Manusia (X_6) memiliki nilai korelasi yang signifikan dengan p-value di bawah 0,05, sehingga variabel tersebut berkaitan dengan prevalensi kusta. Sementara itu, variabel persentase rumah tangga yang menempati rumah layak huni (X_2) tidak menunjukkan hubungan yang signifikan karena memiliki p-value di atas 0,05. Temuan ini mengindikasikan bahwa tidak semua indikator sosial-ekonomi berhubungan langsung dengan prevalensi kusta. Hasil uji korelasi ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam pemodelan regresi untuk mengidentifikasi pengaruh variabel-variabel yang relevan secara lebih mendalam.

Berdasarkan hasil estimasi parameter menggunakan metode OLS, diperoleh model regresi global sebagai berikut:

$$\hat{Y} = 36,6 - 0,14X_1 - 0,02X_2 - 0,01X_3 + 0,23X_4 - 0,29X_5 - 0,18X_6 \dots\dots (5)$$

Model regresi global yang terbentuk selanjutnya diuji menggunakan uji F (*F-test*) untuk mengetahui signifikansi model secara keseluruhan sebelum dilakukan analisis lanjutan dengan pendekatan spasial.

Tabel 3. Hasil Uji Serentak Regresi Global

	Df	Sum of Square	Mean of Square	F-Value
Regresi	6	151,19	25,19	3,92
Error	27	173,33	6,42	
Total	33	324,52		

Berdasarkan hasil uji serentak yang ditampilkan pada Tabel 3, diketahui bahwa variabel independen secara bersama-sama berkontribusi terhadap variasi prevalensi kusta. Hal ini ditunjukkan oleh nilai $F_{hitung} = 3,92$, yang lebih besar dibandingkan nilai kritis $F_{(0,05;6;27)} = 2,45$ pada tingkat signifikansi 5%. Tahap selanjutnya yaitu melakukan uji parsial (*t-test*) dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Uji Parsial Regresi Global

Variabel	P-value	Signifikasi
(Intercept)	0,05	Tidak
X_1	0,35	Tidak
X_2	0,56	Tidak
X_3	0,83	Tidak
X_4	0,07	Tidak

X_5	0,21	Tidak
X_6	0,36	Tidak

Hasil uji parsial pada Tabel 4 menunjukkan bahwa tidak ada variabel independen yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel Y pada taraf signifikansi 5%. Hal ini ditunjukkan oleh semua nilai *p-value* yang lebih besar dari 5%. Tahap selanjutnya yaitu melakukan uji asumsi residual regresi global dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Uji Asumsi Residual

Asumsi	Nilai	p-value
Normalitas	0,13	0,52
Autokorelasi	1,97	0,44
Heterogenitas	16,14	0,006

Berdasarkan hasil pengujian asumsi pada Tabel 5, menunjukkan bahwa nilai statistik *Kolmogorov-Smirnov* sebesar 0,13 dengan *p-value* 0,52. Hal itu menyebabkan residual dalam model terdistribusi normal karena nilai signifikansinya melebihi 0,05. Selanjutnya, uji autokorelasi menunjukkan nilai *Durbin-Watson* sebesar 1,97 dengan *p-value* 0,44 yang juga lebih besar dari 0,05. Hal ini berarti tidak ditemukan indikasi adanya autokorelasi di antara residual, sehingga asumsi independensi residual terpenuhi.

Tabel 6. Hasil Uji VIF

Variabel	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
VIF	2,37	1,55	2,00	2,23	2,11	2,99

Hasil pengujian multikolinearitas yang disajikan pada Tabel 6 menunjukkan bahwa seluruh variabel independen memiliki nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) kurang dari 10. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model regresi global tidak mengalami permasalahan multikolinearitas, sehingga hubungan antar variabel independen masih berada dalam batas yang dapat diterima.

Selanjutnya, hasil uji heteroskedastisitas menghasilkan nilai statistik sebesar 16,14 dengan *p-value* 0,006 (< 5). Hasil ini mengindikasikan adanya ketidakkonsistenan varians residual antar wilayah, sehingga asumsi homoskedastisitas pada model regresi global tidak terpenuhi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa model regresi global belum sepenuhnya mampu merepresentasikan variasi spasial yang terdapat pada data prevalensi kusta. Oleh karena itu, meskipun asumsi kenormalan dan

independensi residual telah dipenuhi, keberadaan heteroskedastisitas menjadi dasar yang kuat untuk melanjutkan analisis menggunakan pendekatan regresi spasial, yaitu GWR.

Model GWR yang digunakan dalam analisis ini dibangun dengan pembobot *Fixed Gaussian* dengan *bandwidth* optimum sebesar 7,263764 dan CV score sebesar 334,7248. Tahapan berikutnya dilakukan pengujian kesesuaian model untuk menilai apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara model regresi global berbasis OLS dengan model GWR menggunakan LRT. Uji ini dilakukan dengan membandingkan nilai log-likelihood model global (-75,95) dan model GWR (-37,69). Nilai LRT yang dihasilkan sebesar 76,48 dengan derajat kebebasan 27, lebih besar dari nilai chi-square kritis (40,11) pada taraf signifikansi 5%. Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat variasi spasial yang signifikan, sehingga model global tidak memadai dan pendekatan GWR diperlukan untuk menangkap variasi lokal antar wilayah.

Selanjutnya dilakukan pengujian parsial pada model GWR untuk mengidentifikasi variabel yang berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen di masing-masing provinsi. Pada tahap ini, signifikansi diuji berdasarkan nilai *p-value* atau nilai *t-statistic* lokal. Apabila *p-value* suatu variabel lebih kecil dari 0,05 (atau nilai $|t| > 1,96$) dengan demikian, variabel tersebut dinyatakan memiliki pengaruh yang signifikan secara lokal pada provinsi tersebut. Hasil uji ini membantu menggambarkan bagaimana pengaruh masing-masing faktor dapat berbeda antar wilayah, sehingga dapat digunakan sebagai dasar kebijakan yang lebih tepat sasaran sesuai karakteristik lokal.

Tabel 7. Hasil Uji Parsial GWR

Variabel	Provinsi yang Signifikan
X_1	Gorontalo, Maluku, Maluku Utara, NTT, Papua, Papua Barat, Sulawesi Barat, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Utara
X_2	Maluku, Maluku Utara, Papua, Papua Barat, Sulawesi Utara
X_3	Maluku, Maluku Utara, Papua, Papua Barat, Sulawesi Utara
X_4	Maluku, Maluku Utara, Papua, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Utara
X_5	Gorontalo, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Maluku, Maluku Utara, Nusa

	Tenggara Barat, NTT, Papua, Papua Barat, Sulawesi Barat, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Utara
X_6	Gorontalo, Maluku, Maluku Utara, Papua, Papua Barat, Sulawesi Barat, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Utara

Hasil uji parsial GWR menunjukkan adanya variasi spasial yang nyata, di mana provinsi-provinsi di wilayah timur Indonesia seperti Maluku, Maluku Utara, Papua, dan Sulawesi Utara konsisten signifikan pada hampir semua variabel, sedangkan wilayah barat seperti Aceh dan Jawa Timur tidak menunjukkan signifikansi lokal. Temuan ini mengindikasikan bahwa hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen tidak homogen di seluruh wilayah, melainkan bervariasi secara lokal, terutama di kawasan kepulauan dan Pulau Sulawesi yang memiliki heterogenitas spasial lebih tinggi. Oleh karena itu, penerapan model spasial seperti GWR diperlukan untuk menangkap perbedaan lokal tersebut sehingga kebijakan atau intervensi dapat disusun lebih tepat sasaran sesuai dengan karakteristik wilayah masing-masing. Berdasarkan hasil di atas, kita bisa membentuk Model GWR yaitu sebanyak 34 model sesuai dengan banyaknya provinsi yang digunakan. Model-model tersebut sebagian akan disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Model GWR Masing-Masing Provinsi

Provinsi	Model
Gorontalo	$57,13 - 0,39 X_1 - 0,4 X_5 - 0,35 X_6$
Kalimantan Selatan	$18,92 - 0,15 X_1$
:	:
Sulawesi Utara	$85,14 - 0,49 X_1 + 0,07 X_2 - 0,17 X_3 + 0,19 X_4 - 0,46 X_5 - 0,57 X_6$
Sulawesi Tenggara	$55,68 - 0,4 X_1 + 0,13 X_4 - 0,43 X_5 - 0,3 X_6$

Setelah dilakukan pengujian parsial, tahap berlanjutnya adalah menentukan model terbaik antara OLS dan GWR. Pemilihan model dilakukan dengan membandingkan nilai AIC dan nilai R^2 dari kedua model. Model dengan nilai AIC yang lebih kecil menunjukkan tingkat kesesuaian yang lebih baik dengan data, sedangkan nilai R^2 yang lebih tinggi menunjukkan proporsi keragaman data yang dapat dijelaskan oleh model tersebut. Jika model

GWR memiliki AIC lebih rendah dan R² lebih tinggi dibandingkan model OLS, maka GWR dianggap lebih tepat untuk digunakan karena mampu menangkap variasi spasial yang tidak terdeteksi oleh model global.

Tabel 9. Evaluasi Model Terbaik

Model	AIC	R ²
OLS	167,86	0,465
GWR	90,7	0,94

Berdasarkan informasi pada Tabel 9, nilai AIC model GWR (90,7) tercatat lebih rendah dibandingkan nilai AIC model OLS (167,86). Selain itu, nilai R² pada model GWR sebesar 0,94 menunjukkan bahwa model ini mampu menjelaskan sekitar 94% variasi prevalensi kusta, sedangkan model OLS hanya mampu menjelaskan sekitar 46,5%. Perbedaan ini menunjukkan bahwa GWR dapat menangkap variasi spasial antarwilayah yang tidak terdeteksi oleh model regresi global, sehingga informasi yang diperoleh menjadi lebih akurat. Dengan demikian, model GWR dipilih sebagai model terbaik karena memiliki tingkat kesesuaian yang lebih baik dengan data dan mampu memberikan gambaran pengaruh faktor risiko secara lokal.

PENUTUP

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa model *Geographically Weighted Regression* (GWR) dengan pembobot *Fixed Gaussian* mampu memetakan variasi spasial prevalensi kusta di Indonesia tahun 2023 secara lebih akurat dibandingkan model regresi linier global (OLS). Hasil uji *Likelihood Ratio Test* (LRT) menunjukkan adanya variasi spasial yang signifikan, sedangkan perbandingan nilai AIC dan R² juga menunjukkan bahwa model GWR memiliki AIC lebih rendah dan koefisien determinasi lebih tinggi. Beberapa provinsi di wilayah timur Indonesia, seperti Maluku, Maluku Utara, Papua, dan Sulawesi Utara, teridentifikasi memiliki variabel-variabel yang signifikan secara lokal, sedangkan provinsi di wilayah barat cenderung tidak menunjukkan signifikansi lokal. Temuan ini menunjukkan bahwa faktor-faktor sosial ekonomi memengaruhi prevalensi kusta secara bervariasi antarwilayah, sehingga pendekatan spasial penting diterapkan untuk mendukung

perumusan kebijakan pengendalian kusta yang lebih efektif dan sesuai dengan karakteristik masing-masing provinsi.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar pemerintah pusat dan daerah mempertimbangkan penggunaan pendekatan spasial dalam perumusan program pengendalian kusta, terutama di provinsi yang menunjukkan variasi lokal signifikan. Selain itu, penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan memperluas cakupan variabel, menambahkan data individu atau tingkat kabupaten/kota, serta membandingkan metode GWR dengan metode spasial lainnya untuk memperoleh hasil yang lebih mendalam. Diharapkan analisis serupa dapat diterapkan pada penyakit menular lain untuk mendukung pencapaian target SDGs 2030.

DAFTAR PUSTAKA

- Draper, N. R., & Smith, H. (2014). Applied regression analysis. In *Applied Regression Analysis* (hal. 1-716). <https://doi.org/10.1002/9781118625590>
- Fotheringham, A. S., Brunsdon, C., & Charlton, M. (2002). *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships*. Wiley.
- Kementerian Kesehatan RI. (2024). Profil Kesehatan Indonesia 2023. In *Kementerian Kesehatan RI*. <https://www.kemkes.go.id/downloads/resources/download/pusdatin/profil-kesehatan-indonesia/Profil-Kesehatan-2021.pdf>
- Rahmawati, N., Karno, F., & Hermanto, E. M. P. (2024). Analisis Penyakit Tuberkulosis (TBC) pada Provinsi Jawa Timur Tahun 2021 Menggunakan Geographically Weighted Regression (GWR). *Indonesian Journal of Applied Statistics*, 6(2), 116. <https://doi.org/10.13057/ijas.v6i2.78593>
- Shovalina, M. E. I. R., Programe, U., Statistics, D. O. F., Mathematics, F. O. F., & Science, N. (2016). *Modeling and Mapping Leprosy Prevalence Disease Patients in the District / City of East Java With Mixed Geographically Weighted Pemodelan Dan Petaan Prevalensi Penderita Penyakit Kusta Di Kabupaten / Kota*.
- WHO. (2024). *World Health Statistics (2024) – Forbes Health*. <https://www.forbes.com/health/mind/mental-health-statistics/>