

# PEMODELAN PREVALENSI PENYAKIT KUSTA DI JAWA TIMUR DENGAN PENDEKATAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION*

Christopher Andreas<sup>1</sup>, Horidah Horidah<sup>2</sup>, Rizza Sulistiana<sup>3</sup>, Dhyana Venosia<sup>4</sup>, dan Nur  
Chamidah<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga  
e-mail: <sup>1</sup>christopher.andreas-2018@fst.unair.ac.id, <sup>2</sup>horidah-2018@fst.unair.ac.id, <sup>3</sup>rizza.sulistiana-  
2018@fst.unair.ac.id, <sup>4</sup>dhyana.venosia-2018@fst.unair.ac.id, <sup>5</sup>nur-c@fst.unair.ac.id

## Abstrak

Indonesia merupakan penyumbang kasus baru penyakit kusta tiga terbesar lingkup dunia, dengan Jawa Timur sebagai provinsi yang berkontribusi tertinggi. Hal ini membuat pemerintah menetapkan target rencana aksi guna mengeliminasi kusta di Indonesia. Penyakit kusta tergolong penyakit menular sehingga penyebaran penyakit ini dipengaruhi faktor lingkungan geografis. Oleh sebab itu, digunakan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) karena dapat mengestimasi nilai parameter disetiap titik pengamatan melalui aspek spasial. Pada pemodelan prevalensi penyakit kusta di Jawa Timur, dengan persentase rumah tangga yang menggunakan fasilitas mandi, cuci, kakus bersama ( $X_1$ ), persentase rumah tangga yang belum memiliki akses terhadap sanitasi layak ( $X_2$ ), dan jumlah penduduk miskin ( $X_3$ ) memberi pengaruh signifikan terhadap prevalensi penyakit kusta di Jawa Timur, dengan sebaran kabupaten dan kota yang dipengaruhi secara signifikan masing – masing sebanyak 26,32%, 18,42%, dan 39,47%. Selain itu, hasil pemodelan GWR menunjukkan akurasi dan kebaikan model yang lebih baik daripada model regresi global yang ditinjau berdasarkan nilai *Symmetric Mean Absolute Percentage Error* (sMAPE) dan *Akaike Information Criterion* (AIC), yang masing-masing sebesar 12,14% dan -73,124. Pada penelitian ini, diketahui bahwa prevalensi penyakit kusta tertinggi di Jawa Timur terjadi di Kabupaten Sumenep dengan nilai prevalensi sebesar 2,06. Untuk mencapai target eliminasi kusta yang ditetapkan pemerintah, maka Pemerintah Kabupaten Sumenep dapat menurunkan nilai persentase rumah tangga yang belum memiliki akses terhadap sanitasi layak ( $X_2$ ) hingga mencapai 12,01% dan jumlah penduduk miskin ( $X_3$ ) hingga mencapai 13,215 ribu jiwa. Pemerintah Jawa Timur perlu fokus untuk menanggulangi variabel-variabel yang signifikan disetiap wilayah masing-masing kabupaten atau kota, supaya bisa menurunkan prevalensi kusta sampai target yang ditetapkan oleh pemerintah. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai landasan dalam merumuskan rekomendasi kebijakan di setiap kabupaten dan kota di Jawa Timur guna mencapai target eliminasi kusta yang ditetapkan pemerintah.

Kata Kunci : Analisis Spasial, Eliminasi Kusta, Metode GWR, Prevalensi Penyakit Kusta, Regresi Global.

## Abstract

*Indonesia is the largest contributor to new cases of leprosy in the world, with East Java as the province with the highest contribution. This has made the government set a target for an action plan to eliminate leprosy in Indonesia. Leprosy is classified as an infectious disease so that the spread of this disease is influenced by geographical environmental factors. Therefore, the Geographically Weighted Regression (GWR) method is used because it can estimate the parameter value at each observation point through the spatial aspect. In modeling the prevalence of leprosy in East Java, with the percentage of households using shared bathing, washing, and latrine facilities ( $X_1$ ), the percentage of households that do not have access to sanitation feasible ( $X_2$ ), and the number of poor people ( $X_3$ ) had a significant influence on the prevalence of leprosy in East Java, with the distribution of districts and cities being significantly affected respectively by 26.32%, 18.42 %, and 39.47%. In addition, the results of the GWR modeling show that the accuracy and goodness of the model are better than the global regression model reviewed based on the Symmetric Mean Absolute Percentage Error (sMAPE) and Akaike Information Criterion (AIC) values, which are 12,14% and -73,124, respectively. In this study, it was found that the highest prevalence of leprosy in East Java occurred in Sumenep Regency with a prevalence value of 2,06. To achieve the leprosy elimination target set by the government, the Sumenep Regency Government can reduce the percentage of households that do not have access to proper sanitation ( $X_2$ ) to 12,01% and the number of poor people ( $X_3$ ) to reach 13,215 thousand inhabitants. The East Java government needs to focus on tackling significant variables in each district or city, in order to reduce the prevalence of leprosy to the target set by the government. The results of the study can be used as a basis for formulating policy recommendations in every district and city in East Java to achieve the leprosy elimination target set by the government.*

*Keyword : Spatial Analysis, Elimination of Leprosy, GWR Method, Prevalence of Leprosy, Global Regression.*

## PENDAHULUAN

Berdasarkan *Sustainable Development Goals* (SDGs), penyakit menular atau *infectious disease* merupakan salah satu fokus kajian utama di bidang kesehatan. Salah satu penyakit menular tersebut adalah penyakit kusta. Dalam buku rencana aksi SDGs yang dikeluarkan oleh Bappenas pada tahun 2020, salah satu target rencana aksi SDGs bidang kesehatan di Indonesia adalah mengakhiri epidemi *Acquired Immune Deficiency Syndrome* yang biasa disebut dengan AIDS, Tuberkulosis yang biasa disebut dengan TBC, malaria, dan penyakit tropis seperti filariasis dan kusta (Bappenas, 2020). Salah satu penyakit kulit menular ialah penyakit kusta. Penyakit ini dipicu oleh bakteri *Mycobacterium Leprae*. Penyakit Kusta ini biasa dikenal dengan sebutan “*The Great Imitator Disease*”. Hal ini, karena keberadaan kusta sulit untuk teridentifikasi melalui gejala yang ditimbulkan (Tami, 2019). Penyakit kusta pada umumnya menyerang bagian kulit, mukosa pada saluran pernapasan, mata, dan saraf tepi. Penanganan terhadap terjadinya kasus penyakit kusta yang belum memadai akan menyebabkan penyakit kusta berkembang. Penderita penyakit kusta dapat mengalami masalah pada bagian kulit, mata, saraf, dan anggota gerak tubuh.

Negara Indonesia ialah salah satu dari sekian negara berkembang yang berpotensi terindikasi menjadi negara penyumbang terhadap kasus baru pada penyakit kusta urutan ke-3 terbesar lingkup dunia terkait jumlah kasus yang diciptakan sebesar 8% terhadap kasus kusta yang ada di dunia dimana 9.061 kasus baru kusta ditemukan (Kemenkes, 2021a). Fenomena penyakit kusta tahun 2020 teridentifikasi penemuan kasus baru sebanyak 11.173 di Indonesia dengan 86% diantaranya adalah kusta bertipe *Multibasiler* atau MB (Kemenkes, 2021b). Pendeteksian terjadinya kasus baru penyakit kusta diperlukan untuk mengendalikan peningkatan kasus baru penyakit kusta yang terjadi. Dalam meninjau terkait keberhasilan pendeteksian kasus penyakit kusta baru dapat dilakukan dengan penerapan penggunaan indikator terhadap angka kecacatan pada tingkat-2. Sebesar 1,18 dari 1.000.000 jumlah penduduk, merupakan angka kecacatan pada tingkat ke-2 yang

ditetapkan untuk tahun 2020, dimana angka yang ditetapkan akan berubah-ubah setiap tahunnya dan cenderung menurun. Hal ini, mengindikasikan bahwa terjadinya keterlambatan penemuan kasus penyakit kusta baru berpotensi dapat dicegah (Kemenkes, 2021a). Meskipun demikian, penanggulangan kusta di Indonesia perlu terus ditingkatkan.

Beberapa strategi yang diperlukan untuk memenuhi target penanggulangan kusta di Indonesia telah tertuang pada UU Nomor 11 Tahun 2019 tentang penanggulangan kusta pada Bab 2 Pasal 2 Ayat 1 & 3 yang berisi tentang target eliminasi kusta di Indonesia. Perwujudan terhadap penanggulangan terkait kasus penyakit kusta baru tersebut merupakan suatu tanggung jawab yang dimiliki oleh seluruh golongan masyarakat seperti tercantum pada UU Nomor 11 Tahun 2019 Pasal 5 Ayat (1).

Indonesia adalah sebuah negara kesatuan dengan 34 provinsi, dimana Jawa Timur merupakan satu diantara provinsi lainnya yang terindikasi memiliki beban terhadap penyakit kusta tertinggi. Hal ini, membuat provinsi Jawa Timur menjadi provinsi dengan penyumbang kontribusi yang besar mengenai jumlah pada kasus penyakit kusta yang ada di negara Indonesia (Ritianty dkk., 2020). Maka, Jawa Timur terindikasi sebagai provinsi dengan jumlah banyaknya penyakit kusta tertinggi yang berada di Indonesia (Kominfo Jatim, 2020). Selama tahun 2019 hingga 2020, pengendalian kasus kusta di Jawa Timur mengalami peningkatan yang ditinjau berdasarkan mengecilnya penemuan kusta dari 8,06 menjadi 4,19 per 1.000.000. Guna mewujudkan eliminasi kusta di Indonesia, khususnya pada Provinsi Jawa Timur, pengoptimalan faktor yang diasumsikan berpengaruh signifikan pada penyakit kusta harus dilakukan. Maka, dilakukan suatu penelitian guna membentuk pemodelan statistika terkait prevalensi kasus penyakit kusta di Jawa Timur sehingga faktor yang mempengaruhi jumlah kasus pada penyakit kusta dapat diidentifikasi dengan jelas.

Penelitian terkait telah dilakukan oleh Pertiwi, dkk. (2020), yang menyimpulkan bahwa persentase rumah sehat memberikan pengaruh terkait jumlah terkait kasus pada penyakit kusta untuk kabupaten atau kota yang

berada di Jawa Timur. Kemudian, menurut Zuhdan dkk. (2017), kondisi mengenai ekonomi keluarga dengan pendapatan yang kurang serta kebersihan yang buruk individu mempengaruhi peningkatan jumlah kasus penyakit kusta. Maka, dapat diduga faktor terkait yang dapat mempengaruhi terjadinya kasus penyakit kusta antara lain terkait aspek kebersihan dan ekonomi. Oleh sebab itu, penduga variabel yang digunakan dalam memodelkan terkait kasus mengenai penyakit kusta untuk kabupaten atau kota yang berada di Jawa Timur antara lain, fasilitas Mandi, Cuci, Kakus Bersama (MCK Bersama), sanitasi belum layak, dan penduduk miskin. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini, memiliki kaitan yang erat dengan fokus kajian bersama di bidang kesehatan yang tertuang dalam SDGs yaitu *water-borne disease* dan *water, sanitation, and hygiene*.

Kemudian, dalam upaya memetakan penyakit kusta untuk setiap kabupaten atau kota yang berada di Jawa Timur digunakan pendekatan spasial. Pada pendekatan spasial menggunakan penaksiran dengan titik pengamatan, sehingga memperoleh nilai parameter yang berbeda-beda (Widayaka dkk, 2016). Dalam hal ini, pada model regresi spasial terdapat *spatial dependence* dan *spatial heterogeneity* sebagai efek spasialnya. Salah satu pendekatan spasial yakni metode *Geographically Weighted Regression* yang biasa disebut dengan GWR. Pemilihan metode GWR dilakukan untuk memperoleh nilai parameter setiap titik pengamatan pada data yang bersifat kontinu melalui aspek spasial (Widayaka dkk, 2016). Metode GWR, merupakan suatu metode yang dapat digunakan dalam melakukan pemodelan variabel independen terhadap variabel dependen dengan melibatkan unsur wilayah. Keuntungan dari model GWR yaitu dapat melakukan suatu pemodelan berdasarkan faktor wilayah yang tidak dapat dilakukan dalam pemodelan regresi klasik. Dziauddin & Idris (2017), mengemukakan bahwa pada model GWR memiliki sebuah kemampuan dalam menghasilkan hasil yang akurat karena mampu memberikan perbedaan atribut pada efek spasial di setiap wilayah berdasarkan daerah geografisnya terkait nilai suatu properti

residensial. Kemudian, estimasi parameter yang ada pada model melalui GWR digunakan *Weighted Least Square* yang biasa disebut dengan WLS dengan menggunakan pembobot fungsi *kernel gaussian*. Maka, dapat disimpulkan bahwa pemodelan dengan menggunakan model GWR lebih akurat daripada model yang diperoleh melalui regresi linier karena model GWR digunakan dengan tujuan untuk memperoleh titik pengamatan dengan perbedaan hasil nilai parameter yang tidak dapat dilakukan jika menggunakan regresi global (Widayaka dkk, 2016). Selain itu, terkait variabel yang signifikan untuk setiap daerah pada model GWR adalah berbeda.

Berdasarkan uraian diatas, dalam hal ini peneliti menduga bahwa persebaran kasus terkait penyakit kusta disebabkan oleh kondisi geografis yang terjadi pada kabupaten atau kota yang berada di Jawa Timur. Fenomena ini, diduga karena adanya faktor kedekatan wilayah yang memberikan pengaruh sehingga penggunaan metode GWR telah dianggap sesuai. Pada kasus ini, diharapkan dengan menggunakan model GWR, diperoleh nilai parameter yang berbeda untuk setiap kabupaten atau kota yang berada di Jawa Timur sehingga hasil estimasi prediksi yang diperoleh sesuai dengan realita di lapangan.

Menurut Muharry (2014), kebersihan dan ekonomi merupakan salah satu faktor risiko yang mempengaruhi terjadinya penyakit kusta. Analisis pemodelan prevalensi kasus penyakit kusta yang dipengaruhi oleh variabel yang meliputi aspek kebersihan dan ekonomi dengan metode GWR menjadi kebaruan penelitian ini. Pada penelitian sebelumnya, Muharry (2014) menggunakan desain studi kasus kontrol dengan kesimpulan yang diperoleh yaitu kondisi ekonomi keluarga rendah dan kebersihan perorangan buruk mempengaruhi terjadinya penyakit kusta. Kemudian, dengan metode yang sama Zuhdan dkk (2017), menyimpulkan bahwa faktor yang berpengaruh terhadap kejadian penyakit kusta antara lain tingkat pendidikan rendah, lama kontak  $\geq 1$  tahun, status gizi buruk, kondisi ekonomi keluarga yang berpendapatan kurang, dan kebersihan perorangan yang buruk. Penelitian ini secara khusus juga memberikan

kontribusi berupa pemetaan wilayah terkait kasus penyakit kusta sehingga pemerintah Jawa Timur dapat mempersiapkan upaya *tracing* dengan lebih sigap agar kasus yang terjadi tidak meluas ke seluruh daerah, serta sebagai landasan dalam membuat kebijakan untuk mengeliminasi penyakit kusta khususnya di Jawa Timur, sesuai dengan tujuan dalam SDGs.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Prevalensi Penyakit Kusta

Prevalensi penyakit kusta per 10.000 penduduk didefinisikan sebagai jumlah kasus kusta yang terdaftar per 10.000 penduduk pada wilayah dan kurun waktu tertentu (Ernawati dkk., 2016). Berdasarkan definisi tersebut, dapat diperoleh rumus untuk menghitung prevalensi penyakit kusta di suatu wilayah sebagai berikut.

$$\text{prevalensi} = \frac{\text{jumlah kasus kusta}}{\text{jumlah penduduk}} \times 10.000$$

Pemerintah pusat menetapkan target eliminasi penyakit kusta berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2019 tentang Penanggulangan Kusta Pasal 2 Ayat 1 (Kemenkes, 2019). Indikator untuk mencapai target eliminasi kusta sesuai dengan yang ditetapkan oleh pemerintah pusat adalah kurang dari 0,0001 atau dengan kata lain apabila prevalensi kasus penyakit kusta di suatu daerah melebihi target tersebut maka daerah tersebut belum memenuhi target penanggulangan kusta.

Kategori beban kusta dapat diklasifikasikan menjadi 2 diantaranya beban kusta tinggi (*high burden*) dan beban kusta rendah (*low burden*) (Indayani dkk., 2017). Suatu daerah dikatakan memiliki beban kusta tinggi apabila jumlah kasus baru kusta lebih dari 0,0001 penduduk dan atau jumlah kasus baru lebih dari 1.000 kasus. Sementara itu, daerah yang memiliki beban kusta rendah adalah daerah yang memiliki jumlah kasus baru kusta kurang dari 0,0001 penduduk.

### Faktor Penyebab Penyakit Kusta

Persebaran penyakit kusta di Jawa Timur dipengaruhi oleh kondisi geografis. Hal ini disebabkan adanya keterkaitan antara daerah yang satu dengan daerah yang lainnya. Selain

itu, terdapat variabel pada aspek kebersihan dan ekonomi yang diduga mempengaruhi persebaran penyakit kusta.

### Fasilitas Mandi, Cuci, Kakus Bersama (MCK Bersama)

Menurut BPS, sejak tahun 2019 penggunaan MCK bersama merupakan salah satu indikator rumah tangga yang memiliki akses terhadap sanitasi layak yang digunakan secara bersama pada Anggota Rumah Tangga (ART). MCK bersama memiliki hubungan yang erat dengan rumah dan lingkungan, sehingga dapat mempengaruhi kesehatan. Kebersihan MCK yang digunakan bersama menentukan keberlangsungan berkembangbiaknya berbagai macam bakteri, salah satunya bakteri kusta. Kondisi MCK bersama yang sehat, dapat mencegah penularan dan kemunculan penyakit, terutama penyakit kusta yang memiliki keterkaitan yang erat dengan kebersihan MCK (Putri dkk., 2021).

### Sanitasi Belum Layak

Menurut Rasyidah (2019), akses terhadap sanitasi yang belum layak menyebabkan timbulnya berbagai macam penyakit yang disebabkan oleh faktor kebersihan. Salah satu penyakit yang berpotensi dapat ditimbulkan dari pengaruh sanitasi yang belum layak adalah penyakit kusta. Sanitasi belum layak sebagaimana yang dimaksud antara lain akses tidak memadainya akses air bersih, tidak sehatnya fasilitas jamban, dan perilaku mencuci tangan yang higienis (Olo dkk., 2021). Hal ini disebabkan oleh air yang merupakan perantara penularan penyakit kusta sekaligus bertindak sebagai reservoir untuk *Mycobacterium leprae* (Siswanti & Wijayanti, 2018).

### Penduduk Miskin

6. Konsep penduduk miskin menurut Badan Pusat Statistik (2020) adalah penduduk dengan rata-rata pengeluaran per kapita tiap bulan berada di bawah garis kemiskinan. Garis kemiskinan sebagaimana yang dimaksud meliputi Garis Kemiskinan Makanan (GKM) dan Garis Kemiskinan Non-Makanan (GKNM). Dalam hal ini, tingkat ekonomi dapat mempengaruhi derajat kesehatan karena ketidakmampuan dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari sehingga kebutuhan akan kesehatan belum tentu terjamin. Hal ini membuktikan

bahwa penderita kusta didominasi oleh kelompok dengan sosial ekonomi rendah atau dapat dikatakan miskin (Muntasir dkk., 2018).

### Analisis Regresi Linier Berganda

Untuk mengetahui hubungan fungsional antara beberapa variabel prediktor dengan satu variabel respon maka digunakan analisis regresi (Paolella, 2019). Secara umum, model regresi linier berganda sebagai berikut:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_{p-1} X_{ip-1} + \varepsilon_i$$

Dengan  $Y_i$  adalah variabel respon pengamatan ke- $i$ ,  $\beta_0$  adalah konstanta atau intersep,  $\beta_1$  adalah parameter regresi variabel prediktor 1 pengamatan ke- $i$ ,  $X_{i1}$  adalah variabel prediktor 1 pengamatan ke- $i$ ,  $p$  adalah jumlah prediktor dan  $\varepsilon_i$  adalah galat pengamatan ke- $i$ .

Pada analisis regresi, terdapat asumsi yang harus terpenuhi untuk mendapatkan estimator tidak bias dan memiliki variansi minimum dengan metode kuadrat terkecil. Asumsi tersebut yaitu galat harus berdistribusi normal, tidak terjadi kasus multikolinieritas dan heteroskedastisitas, serta tidak ada autokorelasi dalam galat apabila data berupa data *time series* (Olive, 2017; Andreas, dkk., 2021).

### Asumsi Spasial Dalam Analisis Data Spasial

Pada analisis data spasial, terdapat asumsi yang harus terpenuhi yaitu autokorelasi spasial dan heterogenitas spasial. Autokorelasi spasial terjadi karena adanya ketergantungan antar lokasi pengamatan. Autokorelasi spasial dapat diketahui dengan menggunakan metode *Moran's Index* (Wuryandari dkk., 2014). Statistik uji untuk asumsi ini adalah sebagai berikut:

$$Z(I) = \frac{I - E(I)}{\sqrt{\text{var}(I)}}$$

$$\text{dengan } I = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2},$$

$$E(I) = -\frac{1}{n-1}; \text{var}(I) = \frac{n^2 S_1 - n S_2 + 3 S_0^2}{(n^2 - 1) S_0^2} - [E(I)]^2$$

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}; S_1 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (w_{ij} + w_{ji})^2;$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^n w_{ij} + \sum_{j=1}^n w_{ji} \right)^2$$

dengan  $x_i$  adalah data lokasi ke- $i$ ,  $x_j$  adalah data lokasi ke- $j$ ,  $\bar{x}$  adalah rata-rata data,  $w_{ij}$  adalah matriks pembobot,  $I$  adalah nilai indeks moran,  $E(I)$  adalah rata-rata indeks moran,

dan  $\text{var}(I)$  adalah variansi dari indeks moran. Asumsi autokorelasi spasial dapat terpenuhi dalam taraf signifikansi  $\alpha$  apabila  $|Z(I)| > Z_{\frac{\alpha}{2}}$  atau nilai  $p$ -value  $< \alpha$ .

Heterogenitas spasial terjadi karena adanya keragaman antar lokasi observasi. Dalam hal ini, uji *Breusch-Pagan* digunakan untuk mengetahui adanya heterogenitas spasial (Fatati dkk., 2017). Statistik uji untuk asumsi ini adalah sebagai berikut:

$$BP = \frac{1}{2} [f^T Z (Z^T Z)^{-1} Z^T f] \sim \chi_p^2$$

dengan  $f_i = \left( \frac{\varepsilon_i^2}{\sigma^2} - 1 \right)$  dan  $Z$  adalah matriks dengan ukuran  $n \times (p + 1)$ . Matriks tersebut berisi vektor yang telah dinormalkan ( $z$ ) untuk setiap pengamatan. Sementara  $\varepsilon_i^2$  adalah galat pengamatan ke- $i$ ,  $\sigma^2$  adalah variansi galat, dan  $p$  adalah jumlah prediktor.

Asumsi heterogenitas spasial dapat terpenuhi dalam taraf signifikansi  $\alpha$  apabila  $BP > \chi^2_{\alpha(p-1)}$  atau nilai  $p$ -value  $< \alpha$ .

### Geographically Weighted Regression (GWR)

7. Pada dasarnya, *Geographically Weighted Regression* (GWR) merupakan metode yang didasarkan pada model regresi. Setiap lokasi memiliki nilai parameter regresi yang berbeda dalam metode GWR (Chamidah dkk., 2014). Hal ini dikarenakan parameter dihitung di setiap lokasi observasi. Variabel prediktor yang koefisien regresinya bergantung pada lokasi pengamatan dapat digunakan untuk memprediksi variabel respon pada model GWR (Sediono, dkk., 2022). Model GWR dapat dituliskan sebagai berikut (Permai dkk., 2021):

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_k \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} + \varepsilon_i$$

dengan  $y_i$  adalah variabel respon pada lokasi ke- $i$ ,  $x_{ik}$  adalah variabel prediktor pada lokasi ke- $i$ ,  $(u_i, v_i)$  adalah koordinat lokasi ke- $i$ ,  $\beta_0(u_i, v_i)$  adalah intersep yang bervariasi secara geografis,  $\beta_k(u_i, v_i)$  adalah koefisien untuk variabel bebas  $k$  di lokasi ke- $i$  dan  $\varepsilon_i$  adalah galat di lokasi ke- $i$ .

### Estimasi Parameter Model GWR

Estimasi parameter lokal pada model GWR dilakukan dengan cara memberikan pembobot yang berbeda di setiap lokasi observasi.

Pembobot ini disebut dengan metode WLS atau *Weighted Least Square* (Magri dan Ispriyanti, 2017). Estimator dari model GWR adalah sebagai berikut (Lu dkk., 2014):

$$\hat{\beta}(u_i, v_i) = (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{y}$$

dengan  $\mathbf{W}(u_i, v_i)$  adalah diagonal matriks pembobot untuk lokasi  $(u_i, v_i)$ ,  $\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X}$  adalah matriks varian-kovarian terbobot secara geografis dan  $\mathbf{Y}$  adalah vektor dari nilai-nilai variabel prediktor.

### Pembobot Model GWR

Fungsi pembobot model GWR digunakan untuk memberikan nilai dugaan parameter yang berbeda di setiap lokasi. Fungsi kernel dapat digunakan untuk menentukan besarnya pembobot di setiap lokasi (Kusnandar dkk., 2021). Menurut Pratiwi dkk. (2019), fungsi pembobot kernel tersebut antara lain:

1. Fungsi *Fixed Kernel*, yaitu pembobot untuk semua lokasi pengamatan yang memiliki nilai *bandwidth* yang sama, dengan uji statistik yang digunakan sebagai berikut:

$$8. W_j(u_i, v_i) = \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{d_{ij}}{b} \right)^2 \right]$$

dengan  $d_{ij}$  adalah jarak antara lokasi ke- $i$  dan lokasi ke- $j$  yang diperoleh dari jarak *euclidian*  $(d_{ij})^2 = (u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2$  dan  $b$  adalah parameter non negatif yang disebut *bandwidth*.

2. Fungsi *Adaptive Kernel*, yaitu pembobot untuk setiap lokasi pengamatan yang memiliki nilai *bandwidth* berbeda, dengan uji statistik yang digunakan sebagai berikut:

$$9. W_j(u_i, v_i) = \begin{cases} \left[ 1 - \left( \frac{d_{ij}}{b} \right)^2 \right]^2 & ; \text{jika } d_{ij} < b \\ 0 & ; \text{lainnya} \end{cases}$$

### Uji Kesesuaian Model GWR (*Goodness of Fit*)

Uji kesesuaian model GWR dilakukan untuk mendeteksi secara global apakah model GWR lebih baik daripada regresi global (Diastina dkk., 2019). Uji kesesuaian model GWR dilakukan dengan mengkombinasikan uji regresi linier dengan model data spasial.

### Pengujian Signifikansi Parameter Secara Parsial

Uji signifikansi parameter dari model GWR secara parsial dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi variabel prediktor apa saja

yang memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel respon di setiap lokasi (Utami dkk., 2016).

### Ukuran Kebaikan Model

Ukuran kebaikan model dilakukan dengan tujuan untuk membandingkan kebaikan dari model regresi secara global dengan model GWR yang mempertimbangkan unsur spasial. Ukuran tersebut diantaranya adalah koefisien determinasi, koefisien determinasi terkoreksi, dan *Akaike Information Criterion* (AIC).

Koefisien Determinasi

$$R^2 = 1 - \frac{JKG}{JKT}$$

dengan  $JKG = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$ ;  $JKT = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$   
Keterangan :

$y_i$  : variabel respon pengamatan ke- $i$

$\hat{y}_i$  : nilai dugaan variabel respon pengamatan ke- $i$

$\bar{y}$  : nilai rata-rata variabel respon

Koefisien Determinasi Terkoreksi

$$10. R_\alpha^2 = 1 - \frac{JKG / (n-p)}{JKT / (n-1)}$$

Dengan  $n$  adalah jumlah pengamatan dan  $p$  adalah jumlah prediktor (Wohon, dkk., 2017). *Akaike Information Criterion* (AIC)

$$AIC = 2n \ln(\hat{\sigma}) + n \ln(2\pi) + n + tr(S)$$

dengan  $\hat{\sigma} = \frac{JKG}{n}$  dan  $S$  adalah matriks proyeksi ukuran  $n \times n$  dimana  $\hat{y} = S\mathbf{y}$ .

Bentuk matriks  $S$  sebagai berikut.

$$S = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_1^T [\mathbf{X}_1^T \mathbf{W}(r_1, s_1) \mathbf{X}_1]^{-1} \mathbf{X}_1^T \mathbf{W}(r_1, s_1) \\ \mathbf{X}_2^T [\mathbf{X}_2^T \mathbf{W}(r_2, s_2) \mathbf{X}_2]^{-1} \mathbf{X}_2^T \mathbf{W}(r_2, s_2) \\ \vdots \\ \mathbf{X}_n^T [\mathbf{X}_n^T \mathbf{W}(r_n, s_n) \mathbf{X}_n]^{-1} \mathbf{X}_n^T \mathbf{W}(r_n, s_n) \end{bmatrix}$$

dengan  $\mathbf{W}(r_1, s_1)$  adalah matriks berukuran  $n \times n$  (Lu, dkk., 2014).

### Ukuran Akurasi Model

Ukuran akurasi model dilakukan dengan tujuan untuk mengukur keakuratan suatu model statistik dalam melakukan prediksi. Dalam penelitian ini, ukuran tersebut dihitung menggunakan sMAPE (*symmetric Mean Absolute Percentage Error*). Ukuran sMAPE digunakan karena terdapat beberapa data aktual yang mempunyai nilai nol dan dirumuskan sebagai berikut: (Crenata, dkk., 2012).

$$sMAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{(y_i + \hat{y}_i)}$$

## METODOLOGI

### Data dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder tahun 2020 yang diperoleh dari publikasi Badan Pusat Statistik dengan judul “STATISTIK INDONESIA 2021” (Badan Pusat Statistik, 2021).

### Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan meliputi variabel prediktor dan variabel respon. Secara rinci, terdapat 4 variabel yang terdiri dari 3 variabel prediktor dan 1 variabel respon. Variabel tersebut antara lain yaitu:

1. Prevalensi kasus penyakit kusta di Provinsi Jawa Timur ( $Y$ )
2. Persentase rumah tangga yang menggunakan fasilitas Mandi, Cuci, Kakus Bersama (MCK Bersama) di Provinsi Jawa Timur ( $X_1$ )
3. Persentase rumah tangga yang belum memiliki akses terhadap sanitasi layak ( $X_2$ )
4. Jumlah penduduk miskin ( $X_3$ )

Selain itu, terdapat pula variabel geografis yaitu  $u_i$  berupa *latitude* (garis lintang) dan  $v_i$  berupa *longitude* (garis bujur) dari masing-masing lokasi.

### Prosedur Analisis

11. Tahap-tahap yang dilakukan dalam analisis data yaitu antara lain:

1. Membuat deskripsi prevalensi penyakit kusta di Jawa Timur dan berbagai variabel yang mempengaruhinya berdasarkan peta tematik.
2. Membuat model statistika terkait prevalensi penyakit kusta di Jawa Timur yang diperoleh dengan metode GWR dengan tahapan antara lain:
  - a. Melakukan pengujian asumsi spasial pada data variabel respon yaitu sebagai berikut:
    - i. Melakukan uji Moran's I untuk menguji dependensi data, dengan kriteria jika  $p\text{-value} < \alpha$  maka data memenuhi aspek spasial dependensi, berlaku juga sebaliknya.

- ii. Melakukan uji Breusch-Pagan untuk menguji heterogenitas data, dengan kriteria jika jika  $p\text{-value} < \alpha$  maka data memenuhi aspek spasial heterogenitas, berlaku juga sebaliknya.

- b. Melakukan pemodelan data prevalensi penyakit kusta di Jawa Timur berdasarkan model GWR dengan tahapan antara lain:

- i. Menentukan *latitude* dan *longitude* di setiap kabupaten dan kota di Jawa Timur.
- ii. Melakukan perhitungan jarak *Euclidean* antar pengamatan berdasarkan lokasi geografis.
- iii. Menghitung nilai *bandwidth* optimum menggunakan kriteria AIC.
- iv. Memilih matriks pembobot dengan menggunakan fungsi *kernel Gaussian*.
- v. Mengestimasi parameter model GWR dengan menggunakan *bandwidth* optimum, yang dijelaskan pada model berikut ini:

$$\hat{Y} = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^3 \beta_k(u_i, v_i) x_{ik}$$

- vi. Menguji kesesuaian model GWR.
  - vii. Menguji signifikansi parameter secara parsial.
3. Menganalisis model GWR terkait prevalensi kasus penyakit kusta di setiap kabupaten dan kota di Jawa Timur dengan peta tematik
    - a. Melakukan pemodelan prevalensi penyakit kusta di Jawa Timur dengan pendekatan model regresi linier global dengan tahapan antara lain:
      - i. Mengestimasi model regresi global dengan data prevalensi penyakit kusta di Jawa Timur sebagai variabel respon dengan metode *Ordinary Least Square* (OLS), yang dijelaskan pada model berikut ini :
        12.  $\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3$
      - ii. Menguji asumsi klasik yang berlaku pada model regresi global.
      - iii. Menguji signifikansi parameter secara bersama maupun parsial.

- b. Membandingkan hasil akurasi dan kebaikan model antara model regresi global dan model GWR menggunakan ukuran koefisien determinasi, koefisien determinasi terkoreksi, dan AIC.
- c. Menginterpretasikan model terbaik dan menyimpulkan hasil yang diperoleh dengan peta tematik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Deskripsi Data

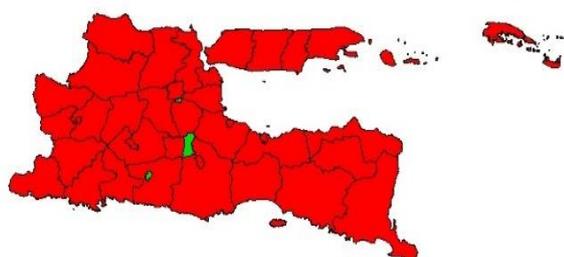
Sebelum melakukan pemodelan, ditampilkan nilai statistika secara deskriptif dari data yang digunakan pada Tabel 1.

Tabel 1. Deskripsi Statistika.

Variabel	Mean	Maks	Min
Y	0,422	2,06	0
X <sub>1</sub>	17,928	55,93	1,29
X <sub>2</sub>	9,409	23,73	1,65
X <sub>3</sub>	116,292	265,56	8,09

Berdasarkan Tabel 1 dapat diperoleh informasi bahwa angka prevalensi kasus penyakit kusta di Jawa Timur memiliki rata – rata sebesar 0,422 dengan nilai maksimum sebesar 2.06 yaitu terdapat di Kabupaten Sumenep dan nilai minimum sebesar 0 yaitu terdapat di Kota Blitar, Kota Batu, dan Kota Mojokerto. Dengan kata lain, angka prevalensi rata – rata sebesar 0,422 menyatakan nilai rasio dari jumlah kasus kusta di Jawa Timur dibagi dengan jumlah seluruh populasi dikali 10.000.

Indikator Pencapaian Target Eliminasi Kusta berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2019 ayat 1 sampai 3 menyatakan bahwa target angka prevalensi penyakit kusta adalah sebesar kurang dari 0,0001. Oleh karena itu, klasifikasi prevalensi penyakit kusta di Jawa Timur dilakukan dengan 2 kriteria yaitu memenuhi target dan tidak memenuhi target sebagaimana digambarkan dalam peta tematik pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Tematik Prevalensi Kasus Penyakit Kusta di Jawa Timur

Pada Gambar 1, daerah yang memenuhi target eliminasi kusta ditandai dengan warna hijau sedangkan daerah yang belum memenuhi target eliminasi kusta ditandai dengan warna merah.

### Pemodelan Prevalensi Kasus Penyakit Kusta dengan Metode GWR

Sebelum melakukan pemodelan GWR, asumsi spasial dalam data harus terpenuhi terlebih dahulu. Pengujian asumsi spasial secara lengkap disajikan pada Tabel 2. Kriteria pengambilan kesimpulan yang digunakan adalah asumsi spasial terpenuhi apabila nilai p-value kurang dari tingkat signifikansi 10%.

Tabel 2. Pengujian Asumsi Spasial

Asumsi	Pengujian n	p-value	Kesimpulan n
Dependensi spasial	<i>Moran's I</i>	5,20e-07	Terdapat dependensi spasial dalam data
Heterogenitas spasial	<i>Breusch Pagan</i>	0,001347	Terdapat heterogenitas spasial dalam data

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa semua asumsi spasial telah terpenuhi sehingga analisis spasial dapat dilanjutkan. Setelah dilakukan pengujian asumsi spasial, analisis dapat dilanjutkan dengan pemilihan *bandwidth* optimum. Pemilihan nilai *bandwidth* secara optimum tersebut akan berpengaruh terhadap ketepatan model yang dibentuk. Rentang nilai *bandwidth* diperoleh dari nilai minimum dan maksimum jarak *Euclidean* pada setiap lokasi pengamatan. Dalam hal ini, nilai rentang *bandwidth* tersebut adalah 0,01414214 dan 3,150016.

Penentuan pembobot fungsi *kernel* dilakukan dengan membandingkan nilai AIC yang diperoleh berdasarkan fungsi *kernel* yaitu *Fixed Gaussian*, *Fixed Bisquare*, *Adaptive Gaussian*, dan *Adaptive Bisquare*. Namun, pada kasus ini, fungsi pembobot *Adaptive Gaussian* dan *Adaptive Bisquare* tidak dapat dilakukan karena tidak konvergen pada nilai rentang *bandwidth* yang didefinisikan. Oleh

sebab itu, dipertimbangkan penggunaan dua fungsi pembobot *kernel* yaitu *Fixed Gaussian* dan *Fixed Bisquare* yang hasilnya diringkas pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Nilai AIC pada Tiap Pembobot Fungsi *Kernel*

Pembobot	<i>Bandwidth</i> Optimum	Nilai AIC
<i>Fixed Gaussian</i>	0,134	-73,124
<i>Fixed Bisquare</i>	0,965	2,757

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh informasi bahwa nilai AIC minimum diperoleh dengan pembobot fungsi *Kernel Fixed Gaussian*. Hal ini berarti pembobot fungsi tersebut yang dipilih untuk mengestimasi model terbaik dalam penelitian ini.

Selanjutnya, untuk menguji apakah model GWR yang dihasilkan berbeda dengan model regresi global, maka dilakukan uji kesesuaian model GWR. Berikut adalah hipotesis yang digunakan:

$H_0$  : Tidak ada perbedaan signifikan antara model GWR dengan model regresi global.

$H_1$  : Terdapat perbedaan signifikan antara model GWR dengan model regresi global.

Kriteria pengujian yang digunakan dengan tingkat kesalahan sebesar 10% adalah  $H_0$  ditolak jika  $F > F_{(\alpha;df_1;df_2)}$  atau  $F > F_{(0.10;34;30,987)}$ . Dengan kata lain,  $H_0$  ditolak jika  $F > 1,582$ . Hasil pengujian tersebut diringkas pada Tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Uji Kesesuaian Model GWR

Keterangan	SS	DF	MS	F
<i>Global Residuals</i>	5,99	34,00		
<i>GWR Improvement</i>	5,93	30,99	0,19	
<i>GWR Residuals</i>	0,05	3,01	0,02	10,61

Berdasarkan Tabel 4, nilai F yang diperoleh sebesar 10,61 lebih besar dari daerah kritis yaitu 1,582 sehingga keputusannya adalah tolak  $H_0$ . Kesimpulan yang diperoleh adalah terdapat perbedaan signifikan antara model GWR dengan model regresi global. Hal ini menunjukkan pengaruh spasial cukup berperan

dalam pemodelan kasus ini sehingga menghasilkan model yang berbeda dengan regresi global.

Untuk mengidentifikasi variabel prediktor yang berpengaruh signifikan di setiap lokasi, maka diperlukan pengujian signifikansi parameter secara parsial. Pengujian tersebut menggunakan statistik uji  $T$ . Kriteria pengujian yang digunakan dengan nilai  $\alpha$  sebesar 10% yaitu tolak  $H_0$  jika  $|T_{ki}| > t_{(0.05;3.013)}$  atau  $|T_{ki}| > 2,34923$ . Berdasarkan hasil analisis pada model GWR di setiap kabupaten dan kota di Jawa Timur, maka dapat dikelompokkan variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Pengelompokkan ini diringkas dalam Tabel 5.

Tabel 5. Pengelompokkan Kabupaten/Kota di Jawa Timur Berdasarkan Variabel Prediktor yang Berpengaruh Signifikan

Kabupaten/Kota	Variabel yang Berpengaruh Signifikan
Sidoarjo, Kota Pasuruan	$X_1$
Pasuruan, Sampang	$X_2$
Kediri, Jombang, Kota Kediri, Situbondo	$X_3$
Tuban, Lamongan, Gresik, Bangkalan, Kota Mojokerto, Kota Surabaya	$X_1, X_3$
Bondowoso, Pamekasan, Sumenep	$X_2, X_3$
Banyuwangi, Kota Probolinggo	$X_1, X_2, X_3$

Dengan demikian, dapat persamaan model GWR dengan variabel prediktor yang memberi pengaruh signifikan pada setiap lokasi pengamatan. Berdasarkan persamaan model GWR yang diperoleh, dapat dilakukan interpretasi model GWR. Dalam hal ini, interpretasi ditampilkan untuk Kabupaten Sumenep dan Kabupaten Pamekasan yang memiliki prevalensi penyakit kusta tertinggi dan tertinggi kedua di Jawa Timur dengan model GWR sebagai berikut.

Persamaan Model Kabupaten Sumenep

$$\hat{y} = -1,296176 + 0,102920X_2 + 0,004532X_3$$

Interpretasi Model :

Setiap kenaikan persentase rumah tangga yang belum memiliki akses terhadap sanitasi layak ( $X_2$ ) di Kabupaten Sumenep sebesar 1% akan menaikkan prevalensi kasus penyakit kusta di wilayah tersebut sebesar 0,102920% dengan variabel lain dianggap konstan, dan setiap kenaikan jumlah penduduk miskin ( $X_3$ ) di Kabupaten Sumenep sebesar 1 ribu jiwa akan menaikkan prevalensi kasus penyakit kusta di wilayah tersebut sebesar 0,004532% jika variabel lain dianggap konstan.

Persamaan Model Kabupaten Pamekasan

$$\hat{y} = -0,416359 + 0,069750X_2 + 0,002897X_3$$

Interpretasi Model :

Setiap kenaikan persentase rumah tangga yang belum memiliki akses terhadap sanitasi layak ( $X_2$ ) di Kabupaten Pamekasan sebesar 1% akan menaikkan prevalensi kasus penyakit kusta di wilayah tersebut sebesar 0,069750% dari kasus sebelumnya dengan asumsi variabel lain konstan, dan setiap kenaikan jumlah penduduk miskin ( $X_3$ ) di Kabupaten Pamekasan sebesar 1 ribu jiwa akan menaikkan prevalensi kasus penyakit kusta di wilayah tersebut sebesar 0,002897% jika variabel lain konstan.

### Perbandingan Ukuran Kebaikan Model dan Ukuran Akurasi Model GWR dengan Model Regresi Global

Ukuran kebaikan dan akurasi dari model GWR yang telah diperoleh akan dibandingkan dengan model regresi global. Dengan menerapkan teknik OLS, maka diperoleh persamaan model regresi global. Berikut adalah persamaan model regresi global yang diperoleh:

$$\hat{y} = -0,22 + 0,010 X_1 + 0,026 X_2 + 0,001 X_3$$

Sebelum dianalisis lebih lanjut, dilakukan uji asumsi klasik pada model regresi global yang dirangkum dalam Tabel 6.

Tabel 6. Uji Asumsi Klasik pada Regresi Global

Asumsi	Pengujian	Hasil Pengujian
Normalitas Residual	Kolmogorov-Smirnov	Residual berdistribusi normal
Multi-kolinieritas	Melalui nilai VIF	Tidak ada kasus multikolinieritas

Heteroskedastisitas	Glejser	Terdapat gejala heteroskedastisitas
---------------------	---------	-------------------------------------

Berdasarkan Tabel 6, terlihat bahwa model regresi global masih memiliki pelanggaran asumsi klasik yaitu terjadi kasus heteroskedastisitas. Selain itu, nilai ukuran evaluasi model pada model GWR memiliki nilai yang lebih baik dibandingkan model regresi global. Ringkasan ukuran evaluasi model tersebut ditampilkan pada Tabel 7. Berdasarkan Tabel 7, diperoleh bahwa nilai *R-Square*, *Adjusted R-Square*, dan nilai AIC pada model GWR lebih baik dibandingkan model regresi global. Hal ini berarti model GWR memiliki ukuran kebaikan model yang lebih baik.

Tabel 7. Perbandingan Ukuran Evaluasi Model

Model	<i>R-Square</i>	<i>Adjusted R-Square</i>	AIC
Model GWR	99,42%	89,39%	-73,12
Model Regresi Global	36,46%	28,76%	47,61

Selain itu, ukuran akurasi model disajikan seperti pada Tabel 8. Berdasarkan Tabel 8, diperoleh bahwa nilai sMAPE dari model GWR lebih tinggi daripada model regresi global yaitu 12,14% pada model GWR dan 28,94% pada model regresi global. Hal ini berarti model GWR memiliki akurasi yang lebih baik sehingga pembahasan lebih lanjut akan didasarkan pada hasil pemodelan GWR.

Tabel 8. Perbandingan Ukuran Akurasi Model

Model	sMAPE
Model GWR	12,14%
Model Regresi Global	28,94%

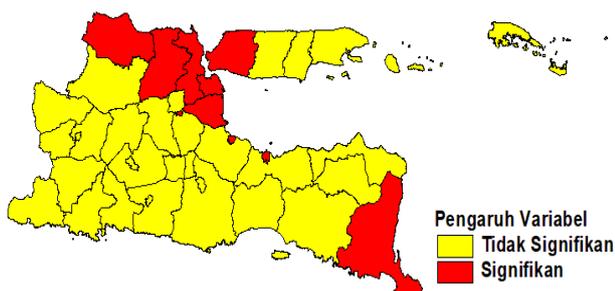
### Pembahasan Hasil Pemodelan

Berdasarkan hasil analisis menggunakan GWR, terdapat wilayah kabupaten atau kota di Jawa Timur yang belum memenuhi target eliminasi kusta di Indonesia. Daerah yang memenuhi target eliminasi kusta berdasarkan nilai dugaan model GWR adalah Kota Blitar. Jika dibandingkan dengan data aktual, kabupaten atau kota yang telah memenuhi target eliminasi kusta adalah Kota Blitar, Kota Mojokerto dan Kota Batu. Hal ini berarti bahwa kabupaten atau kota yang telah

memenuhi target eliminasi kusta di Jawa Timur baru mencapai 7.89%. Jika nilai prevalensi penyakit kusta di Jawa Timur dikategorikan berdasarkan tingkat pencapaian target eliminasi kusta yang ditetapkan pemerintah, maka ketepatan klasifikasi yang dihasilkan oleh model GWR adalah sebesar 94.74%.

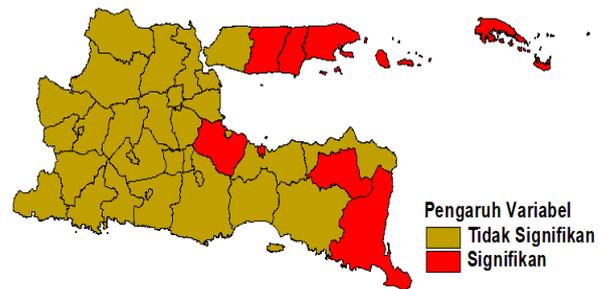
Selain itu, berdasarkan hasil analisis diperoleh bahwa variabel yang digunakan dalam penelitian ini memiliki pengaruh signifikan pada sejumlah wilayah di Jawa Timur. Hasil ini sejalan dengan penelitian Zuhdan dkk. (2017) yang menunjukkan bahwa faktor ekonomi keluarga mempengaruhi jumlah kasus penyakit kusta. Selain itu, hasil penelitian ini mendukung hasil penelitian Muharry (2014) yang menyatakan bahwa kebersihan yang buruk akan mempengaruhi jumlah kasus penyakit kusta. Lebih lanjut, penelitian ini memberikan hasil analisis yang lebih mendalam terkait penyebaran penyakit kusta di Jawa Timur yaitu bahwa tidak seluruh kabupaten dan kota memiliki faktor penyebab terjadinya penyakit kusta yang sama. Dengan kata lain, terdapat wilayah tertentu yang dipengaruhi oleh satu atau beberapa variabel prevalensi penyakit kusta.

Persebaran prevalensi kasus penyakit kusta di Jawa Timur yang secara signifikan dipengaruhi oleh persentase rumah tangga yang menggunakan fasilitas MCK bersama ( $X_1$ ) adalah sebesar 26,32% yang meliputi Sidoarjo, Kota Pasuruan, Tuban, Lamongan, Gresik, Bangkalan, Kota Mojokerto, Kota Surabaya, Banyuwangi, dan Kota Probolinggo. Persebaran ini disajikan melalui peta tematik pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2, daerah dengan pengaruh  $X_1$  yang signifikan ditandai dengan warna merah sedangkan daerah dengan pengaruh  $X_1$  yang tidak signifikan ditandai dengan warna kuning.



Gambar 2. Persebaran prevalensi Kasus Penyakit Kusta di Jawa Timur Berdasarkan variabel  $X_1$

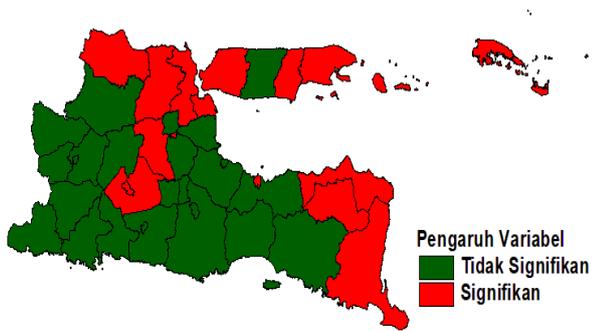
Persebaran prevalensi kasus penyakit kusta di Jawa Timur berdasarkan variabel  $X_2$  yaitu persentase rumah tangga yang belum memiliki akses terhadap sanitasi layak disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Persebaran Prevalensi Kasus Penyakit Kusta di Jawa Timur Berdasarkan Variabel  $X_2$

Berdasarkan Gambar 3 dapat diperoleh informasi bahwa 18,42% prevalensi penyakit kusta pada setiap kabupaten dan kota di Jawa Timur secara signifikan dipengaruhi oleh persentase rumah tangga yang belum memiliki akses terhadap sanitasi layak. Daerah tersebut ditandai dengan warna merah yang meliputi wilayah Kabupaten Pasuruan, Sampang, Bondowoso, Pamekasan, Sumenep, Banyuwangi, dan Kota Probolinggo.

Persebaran prevalensi kasus penyakit kusta di Jawa Timur berdasarkan variabel  $X_3$  yaitu jumlah penduduk miskin disajikan pada Gambar 4. Berdasarkan Gambar 4, diperoleh informasi yaitu terdapat 39,47% kabupaten dan kota yang menunjukkan bahwa jumlah penduduk miskin secara signifikan berpengaruh terhadap prevalensi penyakit kusta di Jawa Timur. Daerah ini ditandai dengan warna merah yang meliputi Kediri, Jombang, Kota Kediri, Situbondo, Tuban, Lamongan, Gresik, Bangkalan, Kota Mojokerto, Kota Surabaya, Bondowoso, Pamekasan, Sumenep, Banyuwangi, dan Kota Probolinggo.



Gambar 4. Persebaran Prevalensi Kasus Penyakit Kusta di Jawa Timur Berdasarkan Variabel  $X_3$

### Relevansi Hasil Penelitian dan Rekomendasi Kebijakan

Pada gambaran umum terkait prevalensi penyakit kusta di Jawa Timur, dapat disimpulkan bahwa ada tiga faktor yang berpengaruh yaitu persentase rumah tangga yang menggunakan fasilitas MCK bersama, persentase rumah tangga yang belum memiliki akses terhadap sanitasi layak dan jumlah penduduk miskin. Hal ini mendukung berbagai penelitian terdahulu yang menjelaskan pengaruh ketiga variabel tersebut terhadap prevalensi kasus penyakit kusta yaitu penelitian oleh Zuhdan dkk. (2017) dan Muharry (2014). Dengan demikian, secara umum hasil pemodelan GWR yang diperoleh telah sesuai dan relevan dengan kondisi real.

Hasil pemodelan GWR yang telah diperoleh digunakan sebagai landasan dalam merumuskan rekomendasi kebijakan yang sesuai guna menurunkan angka prevalensi kasus penyakit kusta di Jawa Timur agar sesuai target eliminasi kusta yang ditetapkan oleh pemerintah. Pada bagian ini, rekomendasi kebijakan akan difokuskan pada kabupaten atau kota yang memiliki nilai prevalensi kasus penyakit kusta tertinggi di Jawa Timur yaitu Kabupaten Sumenep. Persamaan model GWR untuk kabupaten Sumenep dengan variabel yang berpengaruh signifikan sebagai berikut:

$$\hat{y} = -1,296176 + 0,102920X_2 + 0,004532X_3$$

Saat ini, persentase rumah tangga yang belum memiliki akses terhadap sanitasi layak ( $X_2$ ) di Kabupaten Sumenep adalah sebesar 35,26%. Selain itu, jumlah penduduk miskin ( $X_3$ ) di Kabupaten Sumenep sebesar 17,62 ribu jiwa dan nilai prevalensi kasus penyakit kusta di Kabupaten Sumenep adalah 2,06. Untuk

bisa mencapai target eliminasi kusta dengan prevalensi kasus tertinggi sebesar kurang dari 0,0001, maka persentase rumah tangga yang belum memiliki akses terhadap sanitasi layak ( $X_2$ ) di Kabupaten Sumenep harus mencapai 11,8191% jika variabel lain dianggap tetap. Di sisi lain, jika jumlah penduduk miskin mencapai nol dengan variabel lain dianggap tetap, maka nilai prevalensi kasus penyakit kusta belum mampu mencapai target yang ditetapkan pemerintah. Hal ini mengindikasikan bahwa diperlukan langkah – langkah yang perlu diterapkan guna mengendalikan variabel yang berpengaruh signifikan tersebut. Secara khusus, Kabupaten Sumenep perlu berfokus pada variabel persentase rumah tangga yang belum memiliki akses terhadap sanitasi layak atau variabel jumlah penduduk miskin. Kombinasi peningkatan melalui kedua variabel tersebut akan menghasilkan penurunan nilai prevalensi penyakit kusta seperti pada Tabel 9.

Tabel 9. Usaha Penurunan Prevalensi Penyakit Kusta di Kabupaten Sumenep

Keterangan	$\hat{Y}$	$X_2$	$X_3$
Data Aktual	2,06	35,26%	17,62
Target Pemerintah	0,0001	12,01%	13,215

Berdasarkan Tabel 9, terlihat bahwa nilai prevalensi penyakit kusta di Kabupaten Sumenep akan mencapai target pemerintah jika nilai persentase rumah tangga yang belum memiliki akses terhadap sanitasi layak ( $X_2$ ) adalah sebesar 12,01% dan jumlah penduduk miskin ( $X_3$ ) adalah sebesar 13,215 ribu jiwa. Dengan kata lain, untuk mencapai target eliminasi kusta, Pemerintah Kabupaten Sumenep perlu menurunkan kedua variabel tersebut hingga mencapai nilai tersebut.

Secara umum, rekomendasi kebijakan yang dapat diterapkan oleh pemerintah daerah Jawa Timur adalah memperhatikan variabel yang berpengaruh signifikan tersebut. Dengan memberi fokus perhatian pada variabel yang berpengaruh signifikan di setiap kabupaten dan kota di Jawa Timur, maka prevalensi penyakit kusta di Jawa Timur dapat menurun sehingga dapat mencapai target eliminasi kusta yang ditetapkan pemerintah.

## KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh bahwa prevalensi penyakit kusta tertinggi terjadi di Kabupaten Sumenep dengan nilai 2,06. Kemudian, kabupaten atau kota dengan prevalensi penyakit kusta terendah yaitu terdapat di Kota Blitar, Kota Mojokerto, dan Kota Batu dengan prevalensi penyakit kusta sebesar 0.
2. Model GWR menghasilkan ukuran kebaikan model lebih baik daripada model regresi global yang ditinjau dari koefisien determinasi, koefisien determinasi terkoreksi, dan nilai AIC. Lebih lanjut, ukuran akurasi model GWR juga memberi hasil yang lebih baik dibanding model regresi global yang ditinjau dari nilai SMAPE. Hal ini menunjukkan bahwa faktor spasial berpengaruh terhadap prevalensi penyakit kusta di Jawa Timur. Selain itu, model regresi global juga kurang sesuai untuk diterapkan pada kasus ini karena terjadi penyimpangan asumsi klasik.
3. Hasil pemodelan GWR memberikan persamaan model yang berbeda untuk setiap kabupaten dan kota di Jawa Timur. Persebaran variabel prediktor yang signifikan pada setiap wilayah tersebut adalah variabel  $X_1$  signifikan pada 26,32% kabupaten atau kota, variabel  $X_2$  signifikan pada 18,42% kabupaten atau kota, dan  $X_3$  signifikan pada 39,47% kabupaten atau kota di Jawa Timur.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andreas, C., Harianto, F. Y., Safitri, E. J., dan Chamidah, N. 2021. Analyzing The Effect of BI 7-Days Repo Rate on The Jakarta Composite Index Using Nonparametric Regression Approaches Based on Least Square Spline Estimator. *Jurnal Matematika, Statistika & Komputasi*, 17(3), 447-461.
- Badan Pusat Statistik. 2020. *Statistik Indonesia 2020*. Jakarta Pusat: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. 2021. *Statistik Indonesia 2021*. Jakarta Pusat: Badan Pusat Statistik.
- Bappenas. 2020. *Pedoman Teknis Penyusunan Rencana Aksi: Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB)/ Sustainable Development Goals (SDGs). Edisi II*. Jakarta: Bappenas.
- Chamidah, N., Saifudin, T., dan Rifada, M. 2014. The vulnerability modeling of dengue hemorrhagic fever disease in surabaya based on spatial logistic regression approach. *Applied Mathematical Sciences*, 8(25), 1369-1379.
- Crenata, A. K., Setiawaty, B., dan Ardana, N. K. K. 2012. Pemodelan Nilai Tukar Rupiah Terhadap Dollar Amerika Menggunakan Deret Waktu Hidden Markov Empat Waktu Sebelumnya. *Journal of Mathematics and Its Applications*, 11(2), 37-46.
- Diastina, A. R. N., Handajani, S. S., dan Slamet, I. 2019. Analisis Model Geographically Weighted Regression (GWR) pada Kasus Jumlah peserta KB Aktif di Provinsi Jawa Tengah. *Prosiding Seminar Nasional Geotik 2019*. ISSN: 2580-8796. 364-373.
- Dziauddin, M. F. dan Idris, Z. 2017. Use Oo Geographically Weighted Regression (GWR) Method to Estimate the Effects of Location Attributes on the Residential Property Values. *The Indonesian Journal of Geography*. 49(1), 97.
- Ernawati., Latra, I. Y., dan Puhadi. 2016. Analisis Faktor-Faktor yang Memengaruhi Angka Prevalensi Penyakit Kusta di Jawa Timur dengan Pendekatan Spatial Durbin Model. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 5(2): 295-300.
- Fatati, I. F., Wijayanto, H., dan Soleh, A. M. 2017. Analisis Regresi Spasial dan Pola Penyebaran Pada Kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) di Provinsi Jawa Tengah. *Media Statistika*. 10(2): 95-105.
- Indayani, N. I., Windraswara, R., dan Prameswari, G. N. 2017. Analisis Spasial Faktor Risiko Lingkungan dengan Kejadian Kusta di Wilayah Pesisir. *Higeia Journal of Public Health Research and Development*. 1(4),120-130.
- Kemenkes. 2019. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2019 Tentang Penanggulangan Kusta*. [http://hukor.kemkes.go.id/uploads/produk\\_hukom/PMK\\_No\\_\\_11\\_Th\\_2019](http://hukor.kemkes.go.id/uploads/produk_hukum/PMK_No__11_Th_2019)

- \_ttg\_Penanggulangan\_Kusta.pdf. Diakses pada 18 September 2021.
- Kemendes. 2021a. *Prevalensi Kusta pada Anak Tinggi. Temukan Kasusnya. Periksa Kontak dan Obati Sampai Tuntas*. <http://p2p.kemkes.go.id/pravalensi-kusta-pada-anak-tinggi-temukan-kasusnya-periksa-kontak-dan-obati-sampai-tuntas/>. diakses pada 18 September 2021.
- Kemendes. 2021b. *Profil Kesehatan Indonesia 2020*. Jakarta: Kementerian Kesehatan.
- Kominfo Jatim. 2020. *Miliki Penderita Kusta Terbanyak. Masyarakat Diminta Lakukan Deteksi Dini*. <http://kominfo.jatimprov.go.id/read/umum/miliki-penderita-kusta-terbanyak-masyarakat-diminta-lakukan-deteksi-dini>. diakses pada 16 September 2021.
- Kusnandar, D., Debarata, N. N., dan Fitriani, S. 2021. Pemodelan Sebaran Total Dissolved Solid Menggunakan Metode Mixed Geographically Weighted Regression. *Jurnal Aplikasi Statistika dan Komputasi Statistik*. 13(1), 9-16.
- Lu, B., Charlton, M., Harris, P., dan Fotheringham, S. 2014. Geographically Weighted Regression with a Non-Euclidean Distance Metric: A Case Study Using Hedonic House Price data. *International Journal of Geographical Information Science*. 28(4), 660-681.
- Magri, I. dan Ispriyanti, D. 2017. Pemodelan Data Kemiskinan di Provinsi Sumatera Barat dengan Metode Geographically Weighted Regression (GWR). *Media Statistika*. 6(1), 37-49.
- Muharry, A. 2014. Faktor Risiko Kejadian Kusta. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 9(2), 174-182.
- Muntasir, M., Salju, E. V., dan Rulianti, L. P. 2018. Studi Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Penyakit Kusta pada Wilayah Kerja Puskesmas Bakunase Kota Kupang Tahun 2017. *Jurnal Info Kesehatan*. 16(2), 197-213.
- Olive, D. J. 2017. *Linear Regression*. Gewerbestrasse: Springer.
- Olo, A., Mediani, H. Z., dan Rakhmawati, W. 2021. Hubungan Faktor Air dan Sanitasi dengan Kejadian *Stunting* pada Balita Indonesia. *Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*. 5(2), 1113-1126.
- Paolella, M. S. 2019. *Linear Models and Time-Series Analysis : Regression. ANOVA. ARMA. and GARCH*. New Jersey: John Willey & Sons Inc.
- Permai, S. D., Christina, A., Gunawan, A. A. S. 2021. Fiscal Decentralization Analysis That Affect Economic Performance Using Geographically Weighted Regression (GWR). *Procedia Computer Science*. 179 (2021), 399-406.
- Pertiwi, N. M. S., Sukarsa, I. K. G., dan Susilawati, M. 2020. Pemodelan Jumlah Kasus Penyakit Kusta di Provinsi Jawa Timur. *E-Jurnal Matematika*. 9(1), 42-50.
- Pratiwi, Y. D., Mariani, S., dan Hendikawati, P. 2019. Pemodelan Regresi Spasial Menggunakan Geographically Weighted Regression. *Unnes Journal of Mathematics (UJM)*. 8(2), 32-41.
- Putri, A. S., Pramuningtyas, R., Lestari, N., dan Prakoeswa, F. R. S. 2021. Ketersediaan Jamban Lebih Berpengaruh Dibandingkan Sarana Pembuangan Limbah. Pembuangan Sampah dengan Kusta Wanita di Kabupaten Gresik. *Proceeding Book National Symposium and Workshop Continuing Medical Education XIV*.
- Rasyidah, U. M. 2019. Diare Sebagai Konsekuensi Buruknya Sanitasi Lingkungan. *Jurnal Kesehatan dan Kedokteran*. 1(1), 31-36.
- Ritianty, M. A., Yunus, N., dan Puji. D. 2020. Peran Kelompok Perawatan Diri (KPD) dalam Upaya Mencegah Peningkatan Kecacatan pada Penderita Kusta. *Jurnal Promosi Kesehatan Indonesia*. 15(1), 22-30.
- Sediono, Mardianto, M. F. F., Ulyah, S. M., Pangestu, A. A., Susanti, R., Firdaus, H. A., dan Andreas, C. 2022. The Modelling of Earthquake Magnitude in The Southern Part of Java Island Using Geographically Weighted Regression. *Communications in Mathematical Biology and Neuroscience*. 2022(2022), 13.
- Siswanti dan Wijayanti, Y. 2018. Faktor Risiko Lingkungan Kejadian Kusta. *Higeia Journal of Public Health Research and Development*. 2(3), 252-262.
- Tami, M. 2019. Hubungan Antara Kusta Tipe Pausi Basiler dengan Angka Keberhasilan

- Pengobatan Kusta di Jawa Timur. *Jurnal Berkala Epidemiologi*. 7(1), 17-24.
- Utami, T. W., Rohman, A., dan Prahutama, A. 2016. Pemodelan Regresi Berganda dan Geographically Weighted Regression pada Tingkat Pengangguran Terbuka di Jawa Tengah. *Media Statistika*. 9(2), 133-147.
- Widayaka, G. W., Mustafid., dan Rahmawati, R. 2016. Pendekatan Mixed Geographically Weighted Regression untuk Pemodelan Pertumbuhan Ekonomi Menurut Kabupaten/Kota di Jawa Tengah. *Jurnal Gaussian*. 5(4), 727-736.
- Wohon, S. C., Hatidja, D., dan Nainggolan, N. 2017. Penentuan Model Regresi Terbaik dengan Menggunakan Metode Stepwise (Studi Kasus: Impor Beras di Sulawesi Utara). *Jurnal Ilmiah Sains*. 17(2), 80-88.
- Wuryandari, T., Hoyyi, A., Kusumawardani, D. S., dan Rahmawati, D. 2014. Identifikasi Autokorelasi Spasial Pada Jumlah Pengangguran di Jawa Tengah Menggunakan Indeks Moran. *Media Statistika*. 7(1), 1-10.
- Zuhdan, E., Kabulrachman, K., dan Hadisaputro, S. 2017. Faktor-faktor yang mempengaruhi kejadian kusta pasca kemoprofilaksis (studi pada kontak penderita kusta di Kabupaten sampang). *Jurnal Epidemiologi Kesehatan Komunitas*. 2(2), 89-98.

