

PENERAPAN MODEL *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION* DENGAN FUNGSI PEMBOBOT KERNEL BISQUARE PADA TINGKAT PENGANGGURAN TERBUKA DI PROVINSI JAWA TIMUR

Ayu Sri Rahayu¹, Trimono^{2*}, Shindi Shella May Wara³

^{1,2,3}Program Studi Sains Data, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

*Penulis korespondensi: trimono.stat@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Pengangguran merupakan permasalahan yang terjadi akibat ketimpangan antara jumlah angkatan kerja dan ketersediaan lapangan kerja. Tingkat pengangguran memiliki karakteristik yang bervariasi antarwilayah karena dipengaruhi oleh kondisi geografis, demografis, dan ekonomi lokal yang berbeda-beda. Hal ini mengindikasikan adanya keterkaitan spasial, sehingga pendekatan regresi global atau *Ordinary Least Squares* (OLS) dinilai kurang tepat karena mengasumsikan parameter yang sama untuk seluruh lokasi. Penelitian ini bertujuan memodelkan TPT di Provinsi Jawa Timur menggunakan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR). GWR merupakan salah satu metode yang digunakan untuk memodelkan variabel respon dengan variabel prediktor yang berbasis wilayah atau area. Tahapan analisis meliputi regresi OLS, pengujian asumsi klasik, penentuan *bandwidth* optimum menggunakan metode *Cross Validation* (CV), pembentukan matriks pembobot dengan fungsi *Bisquare Kernel*, hingga estimasi parameter model lokal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model GWR lebih efektif dalam menjelaskan variabilitas data dibandingkan OLS, yang ditunjukkan dengan peningkatan nilai koefisien determinasi R^2 menjadi 62,52%. Diperoleh model GWR dengan fungsi pembobot *bisquare* di Kabupaten Pacitan $\hat{y} = -0.002040 - 0.051676(X_1) - 0.000002(X_2) + 0.000004(X_3) - 0.000092(X_4) - 0.207008(X_5) - 0.018294(X_6)$. Kesimpulannya, faktor-faktor yang memengaruhi pengangguran di Jawa Timur bersifat lokal dan berbeda pengaruhnya di setiap wilayah.

Kata kunci: Tingkat Pengangguran Terbuka, *Geographically Weighted Regression*, *Bisquare Kernel*, Regresi Spasial.

1 PENDAHULUAN

Pengangguran merupakan salah satu indikator makroekonomi yang mencerminkan ketimpangan antara ketersediaan lapangan kerja dengan jumlah angkatan kerja yang terus bertambah (Kulsum, 2017, Marlina dkk., 2024). Di Provinsi Jawa Timur, Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) menjadi masalah karena karakteristik wilayah yang beragam, mulai dari kawasan industri padat karya hingga daerah agraris. Variasi kondisi geografis, infrastruktur, dan kualitas sumber daya manusia antar kabupaten/kota menyebabkan masalah pengangguran tidak terjadi secara seragam. Kondisi ini menuntut pemahaman yang mendalam mengenai faktor-faktor yang memengaruhi pengangguran, tidak hanya secara global tetapi juga mempertimbangkan aspek kewilayahan guna merumuskan kebijakan yang tepat sasaran.

Secara umum, analisis statistik yang sering digunakan untuk memodelkan faktor-faktor pengangguran adalah regresi linear berganda dengan metode *Ordinary Least Squares* (OLS). Namun, pendekatan OLS memiliki kelemahan mendasar ketika diterapkan pada data spasial

karena mengasumsikan bahwa hubungan antar variabel bersifat konstan di seluruh lokasi pengamatan. Padahal, menurut Hukum Pertama Geografi, segala sesuatu saling berhubungan, tetapi sesuatu yang dekat memiliki hubungan lebih erat daripada yang jauh (Septiyanto & Tusianti, 2020). Pengabaian efek spasial dapat menghasilkan estimasi parameter yang bias dan tidak efisien, karena karakteristik lokal suatu wilayah sering kali dipengaruhi oleh wilayah tetangganya (Septiyana dkk., 2023).

Untuk mengatasi keterbatasan asumsi global tersebut, metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) dikembangkan sebagai pengembangan dari regresi global yang mampu mengakomodasi keterkaitan spasial. GWR menghasilkan model lokal untuk setiap titik pengamatan dengan memberikan pembobot yang berbeda berdasarkan kedekatan jarak antar wilayah. Pemilihan fungsi pembobot menjadi krusial dalam estimasi parameter GWR. Salah satu fungsi pembobot yang direkomendasikan adalah fungsi Kernel Bisquare. Pemilihan fungsi ini didasarkan pada karakteristiknya yang memberikan bobot nol pada wilayah yang berada di luar radius *bandwidth* tertentu, sehingga estimasi parameter menjadi lebih fokus pada karakteristik lokal tetangga terdekat. Efektivitas fungsi ini didukung oleh penelitian Kartini (2019) pada kasus pengangguran di Kabupaten Bojonegoro, yang membuktikan bahwa penerapan GWR dengan pembobot Kernel Bisquare mampu meningkatkan kemampuan model dalam menjelaskan keragaman data (R^2) menjadi 72,11%, lebih tinggi dibandingkan regresi global yang hanya sebesar 69,8%. Pendekatan ini dinilai lebih relevan untuk membedah kompleksitas pengangguran di Jawa Timur yang memiliki disparitas antar wilayah cukup tinggi.

Berdasarkan urgensi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk memodelkan Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) di Provinsi Jawa Timur menggunakan pendekatan *Geographically Weighted Regression* (GWR) dengan fungsi pembobot Kernel Bisquare. Penelitian ini diharapkan dapat membuktikan bahwa model GWR mampu menjelaskan variabilitas data dengan lebih baik dibandingkan model OLS, yang ditunjukkan oleh peningkatan nilai koefisien determinasi (R^2).

2 METODE

2.1 Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Timur per kabupaten/kota tahun 2024. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah data 38 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur yang disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Variabel Penelitian

Jenis Variabel	
Y	Tingkat Pengangguran Terbuka
X ₁	Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja
X ₂	Produk Domestik Regional Bruto
X ₃	Upah Minimum Kabupaten/Kota
X ₄	Kepadatan Penduduk
X ₅	Persentase Penduduk Miskin
X ₆	Rata-Rata Lama Sekolah

Selain itu juga digunakan dua variabel geografis mengenai lokasi kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur

u = Garis lintang

v = Garis bujur

Dua variabel tambahan tersebut diperlukan dalam GWR, yaitu sebagai variabel yang digunakan dalam menentukan pembobot (*weight*).

2.2 Geographically Weighted Regression (GWR)

Model *Geographically Weighted Regression* (GWR) merupakan pengembangan dari metode regresi klasik. Perbedaannya terletak pada parameter model yang diestimasi secara lokal, sehingga nilai parameter pada setiap lokasi pengamatan dapat berbeda antara satu wilayah dengan wilayah lainnya. Dalam analisis GWR, model yang dihasilkan bersifat lokal dan hanya berlaku untuk lokasi pengamatan tertentu, sehingga tidak dapat digunakan untuk mengestimasi parameter pada lokasi di luar titik pengamatan tersebut (Lutfiani et al., 2019).

Model dari *Geographically Weighted Regression* (GWR) dapat ditulis sebagai berikut:

$$y_i = \beta_0(x_i, y_i) + \sum_{k=1}^K \beta_k(x_i, y_i) x_{ik} + \varepsilon_i$$

dengan

y_i = nilai variabel respon pada titik lokasi pengamatan ke- i

x_{ik} = nilai variabel prediktor ke- k pada titik lokasi pengamatan ke- i

(x_i, y_i) = koordinat titik lokasi pengamatan ke- i (longitude, latitude)

$\beta_0(x_i, y_i)$ = koordinat / intercept GWR

$\beta_k(x_i, y_i)$ = koefisien regresi ke- k pada titik lokasi pengamatan ke- i

ε_i = error pada titik lokasi ke- i yang diasumsikan dengan rata-rata nol dan varians σ^2

2.2.1 Analisis Data Spasial

Analisis data spasial digunakan untuk mengidentifikasi adanya pengaruh spasial pada data observasi. Pengaruh spasial tersebut meliputi keberagaman spasial (*spatial heterogeneity*) dan ketergantungan spasial (*spatial dependence*) (Annabilah, 2019). Keberagaman spasial diuji menggunakan uji Breusch–Pagan (BP) dengan hipotesis sebagai berikut:

$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_K^2$: tidak terdapat heterogenitas spasial (data bersifat homogen)

$H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$: terdapat heterogenitas spasial (data bersifat heterogen)

Statistik uji Breusch–Pagan dirumuskan pada persamaan:

$$BP = (1/2) \sum_{i=1}^n \hat{\varepsilon}_i^2 (\hat{\varepsilon}_i^2)^{-1} \hat{\varepsilon}_i^2$$

Kriteria pengambilan keputusan adalah menolak H_0 apabila nilai statistik uji lebih besar dari nilai χ^2_p pada taraf signifikansi α dengan derajat bebas sebesar p , di mana p menyatakan jumlah variabel bebas.

Selanjutnya, ketergantungan spasial diuji menggunakan uji Moran's I dengan hipotesis sebagai berikut:

$H_0: \rho = 0$: tidak terdapat ketergantungan spasial

$H_1: \rho \neq 0$: terdapat ketergantungan spasial

Statistik uji Moran's I dihitung berdasarkan persamaan

$$I = \frac{n \bar{y} - \sum y_i}{\sqrt{\sum y_i^2 - n \bar{y}^2}}$$

dengan kriteria keputusan menolak H_0 apabila nilai statistik uji berada di luar daerah penerimaan pada taraf signifikansi α .

2.2.2 Estimasi Parameter GWR

Estimasi parameter pada model *Geographically Weighted Regression* (GWR) dilakukan menggunakan pendekatan *Weighted Least Square* (WLS). Dalam metode ini, koordinat lokasi berfungsi sebagai pembobot, dan perhitungan parameter diselesaikan melalui operasi matriks sebagai berikut:

$$\hat{\beta}_i(x_i, y_i) = [X_i' W_i(x_i, y_i) X_i]^{-1} X_i' W_i(x_i, y_i) Y_i$$

dengan:

X_i = matriks prediktor berdimensi $n \times (k + 1)$

Y_i = matriks respon berdimensi $n \times 1$

$\hat{\beta}_i$ = vektor penduga parameter GWR peubah prediktor ke j untuk setiap lokasi ke- i .

Pembobotan bertujuan untuk menghasilkan estimasi parameter yang bersifat lokal, sehingga nilainya dapat bervariasi antar satu lokasi dengan lokasi lainnya. Penentuan matriks pembobot pada lokasi ke- i sangat bergantung pada pemilihan fungsi kernel. Untuk fungsi pembobot *Fixed Bisquare Kernel* persamaannya dirumuskan sebagai:

$$W_{ij} =$$

dengan:

W_{ij} = jarak Euclidean antar lokasi (x_i, y_i)

$$W_{ij} = \sqrt{(x_i - x_{ij})^2 + (y_i - y_{ij})^2}$$

Pemilihan *bandwidth* optimum menggunakan metode *Cross Validation* (CV) dengan persamaan berikut:

$$CV(h) = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{-i}(h))^2$$

Dengan y_i sebagai variabel respon pada lokasi pengamatan ke- i dan $\hat{y}_{-i}$ sebagai nilai prediksi pada lokasi pengamatan ke- (i) yang diperoleh tanpa menyertakan data dari lokasi tersebut, maka *bandwidth* optimum ditentukan berdasarkan nilai *Cross Validation* (CV) yang paling kecil.

2.2.3 Uji Kesesuaian Model

Uji kesesuaian model dilakukan dengan menggunakan koefisien determinasi (R^2) yang dirumuskan sebagai berikut:

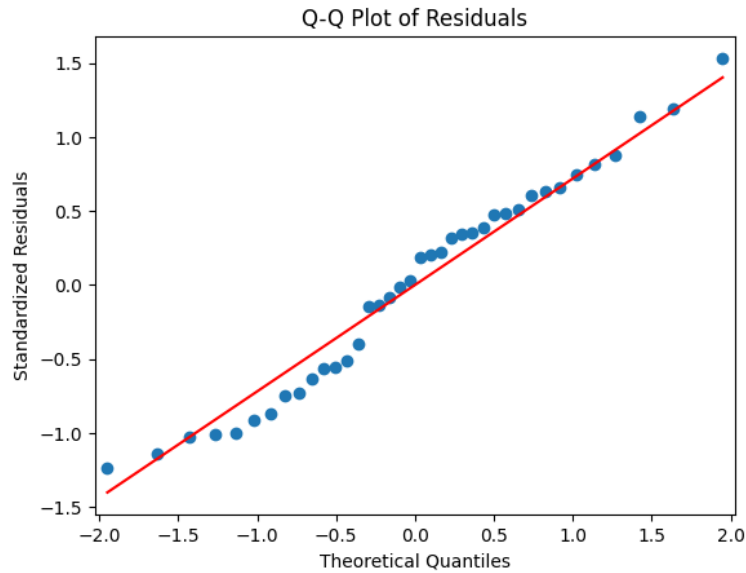
$$R^2(x_i, y_i) = \frac{\sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n y_i)^2}{n}}{\sum_{i=1}^n y_i^2 - \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}$$

Koefisien determinasi lokal berfungsi untuk mengukur proporsi variabilitas peubah respon yang mampu diterangkan oleh peubah prediktor pada masing-masing lokasi pengamatan.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji Asumsi Model OLS

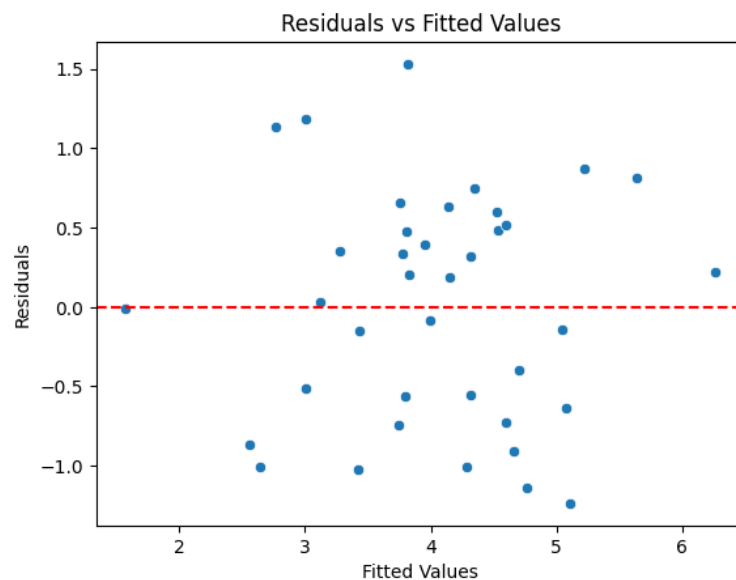
3.1.1 Uji Normalitas



Gambar 1. Q-Q Plot of Reiduals

Pada Gambar, distribusi titik-titik *standardized residuals* terlihat berimpit dan mengikuti garis diagonal referensi (garis merah) dengan sangat konsisten. Meskipun terdapat sedikit penyimpangan minor di bagian ekor distribusi, secara umum pola ini menunjukkan kepatuhan yang kuat terhadap garis teoritis. Hal ini menegaskan bahwa residual dari model tersebut berdistribusi normal, sehingga asumsi normalitas dianggap telah terpenuhi.

3.1.2 Asumsi Heteroskedastisitas



Gambar 2. Residuals vs Fitted Values

Berdasarkan grafik Gambar, terlihat bahwa titik-titik residual tersebar secara acak dan merata di sekitar garis horizontal nol tanpa membentuk pola geometris yang sistematis. Pola penyebaran yang tidak beraturan ini mengindikasikan bahwa model regresi telah memenuhi

asumsi homoskedastisitas, yang berarti varians dari sisaan (*error*) bersifat konstan di seluruh rentang nilai prediksi. Selain itu, ketiadaan pola lengkungan yang ekstrem juga menunjukkan bahwa asumsi linearitas antara variabel independen dan dependen sudah terpenuhi dengan baik.

3.1.3 Asumsi Multikolinieritas

Tabel 2. Nilai VIF

Variabel	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
VIF	1.410427	1.384068	1.264596	2.848489	3.151654	5.354450

Berdasarkan Tabel x, seluruh variabel independen dari X₁ hingga X₆ memiliki nilai di bawah ambang batas kritis 10. Meskipun variabel X₆ memiliki nilai tertinggi sebesar 5.35, angka tersebut masih dikategorikan aman dan dapat diterima. Dengan demikian, disimpulkan bahwa model regresi ini terbebas dari masalah multikolinearitas.

3.1.4 Uji Autokorelasi

Nilai statistik Durbin-Watson diperoleh sebesar $\hat{\rho} = 1.326$. Berdasarkan nilai dari tabel Durbin-Watson error 5%, diperoleh $\hat{\rho} = 1.8641$ dan $\hat{\rho} = 1.1463$, jika $4 - \hat{\rho} = 4 - 1.1463 = 2.8537$ dan $4 - \hat{\rho} = 4 - 1.8641 = 2.1359$. Jika $\hat{\rho} = 1.326$ maka $1.326 < 2.159$, dari hasil tersebut maka hal ini mengindikasikan adanya autokorelasi positif pada residual model.

3.1.5 Model OLS

Persamaan model yang terbentuk adalah $Y = 14.3027 - 0.1729X_1 - (1.282 \times 10^{-6})X_2 + (4.869 \times 10^{-7})X_3 - 0.0001X_4 - 0.0246X_5 + 0.2025X_6$. Variabel X₃ dan X₆ memiliki koefisien bernilai positif yang artinya penambahan 1 unit satuan variabel-variabel tersebut menyebabkan peningkatan nilai variabel dependen, kecuali peningkatan variabel X₁, X₂, X₄, dan X₅ dapat menurunkan nilai variabel dependen, karena nilai koefisien negatif.

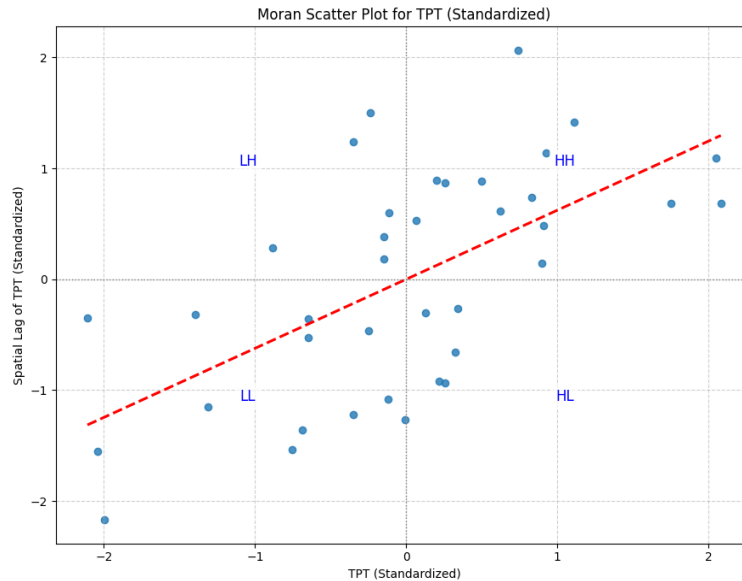
Tabel 2. Hasil estimasi

	Coef	Std err	t	P> t
Intercept	14.3027	3.659	3.909	0.000
X ₁	-0.1729	0.042	-4.160	0.000
X ₂	-1.282e-06	1.64e-06	-0.782	0.440
X ₃	4.869e-07	1.82e-07	2.679	0.012
X ₄	-0.0001	9.67e05	-1.347	0.188
X ₅	-0.0246	0.055	-0.447	0.658
X ₆	0.2025	0.178	1.140	0.263

Berdasarkan tabel hasil estimasi, dengan menggunakan nilai taraf nyata 0,05, dapat ditunjukkan bahwa peubah-peubah prediktor yang signifikan berpengaruh terhadap variabel dependen adalah X₁ dan X₃ karena masing-masing menunjukkan nilai sig. (P-value) kurang dari 0,05 (yaitu 0.000 dan 0.012). Nilai koefisien determinasi model OLS adalah 0.6165 yang artinya 61.65% dari variabel dependen dipengaruhi oleh variabel-variabel prediktor, sisanya dipengaruhi oleh faktor lain.

3.2 Uji Asumsi GWR

3.2.1 Autokorelasi Spasial



Gambar 2. *Moran Scatter Plot*

Berdasarkan Gambar x, untuk variabel Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) yang telah distandardisasi, terlihat adanya pola hubungan linear positif yang ditunjukkan oleh kemiringan (*slope*) garis regresi berwarna merah yang bergerak dari kiri bawah ke kanan atas. Sebaran titik data yang dominan berada pada Kuadran I (*High-High*) dan Kuadran III (*Low-Low*) mengindikasikan terjadinya autokorelasi spasial positif. Artinya, terdapat kecenderungan pengelompokan (*spatial clustering*) di mana wilayah dengan TPT tinggi cenderung dikelilingi oleh wilayah tetangga yang memiliki TPT tinggi pula, dan sebaliknya, wilayah dengan TPT rendah cenderung bertetangga dengan wilayah ber-TPT rendah. Keberadaan titik-titik pada kuadran *Low-High* dan *High-Low* yang relatif lebih sedikit menunjukkan bahwa fenomena *spatial outlier* (perbedaan nilai ekstrem dengan tetangga) tidak mendominasi pola sebaran data.

3.2.2 Uji Heterogenitas Spasial

Berdasarkan hasil pengujian formal menggunakan uji Breusch-Pagan untuk mendeteksi adanya heterogenitas, diperoleh nilai probabilitas (*p-value*) sebesar 0.5989. Karena nilai *p-value* tersebut jauh lebih besar dari taraf signifikansi $\alpha = 0.05$, maka keputusan statistik yang diambil adalah gagal menolak hipotesis nol (H_0). Hal ini mengonfirmasi bahwa varians dari sisaan (*residual*) bersifat konstan atau homogen.

3.2.3 Pemilihan Bandwidth Optimum

Berdasarkan proses kalibrasi untuk menentukan pembobot spasial (*spatial weighting*) yang paling ideal, diperoleh nilai *bandwidth* optimum sebesar 1.5356. Nilai ini merepresentasikan radius atau jangkauan spasial yang paling optimal untuk menentukan seberapa besar pengaruh unit wilayah tetangga terhadap estimasi parameter di suatu lokasi pengamatan. Pemilihan nilai *bandwidth* ini didasarkan pada kriteria *Cross-Validation (CV) Score* terkecil, yaitu sebesar 40.0287 (yang merepresentasikan *Sum of Squared Errors*). Nilai CV yang minimum ini mengindikasikan bahwa pada tingkat *bandwidth* 1.5356, model GWR mampu meminimalkan kesalahan prediksi secara paling efektif, sehingga menghasilkan keseimbangan terbaik antara bias dan varians dalam pemodelan data spasial ini.

3.2.4 Hasil Model GWR

Berbeda dengan regresi global yang menghasilkan satu nilai parameter untuk semua lokasi, GWR menghasilkan estimasi parameter yang berbeda untuk setiap Kabupaten/Kota di Jawa Timur. Sebagai contoh, model GWR dengan pembobot kernel bisquare untuk Kabupaten Pacitan adalah $\hat{Y}_{\text{Pacitan}} = -0.002 - 0.052(X_1) - 2.12 \times 10^{-6}(X_2) + 4.41 \times 10^{-6}(X_3) - 9.3 \times 10^{-5}(X_4) - 0.207(X_5) - 0.018(X_6)$.

Setiap lokasi memiliki konstanta dan koefisien regresi yang unik sesuai dengan karakteristik spasial wilayah tersebut. Variasi nilai parameter ini menunjukkan adanya heterogenitas spasial dalam pengaruh Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja, Produk Domestik Regional Bruto, Upah Minimum Kabupaten/Kota, Kepadatan Penduduk, Persentase Penduduk Miskin, dan Rata-rata Lama Sekolah terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka.

3.2.5 Pemilihan Model Terbaik

Untuk menentukan model terbaik antara Regresi Global (OLS) dan GWR, dilakukan perbandingan nilai Koefisien Determinasi (R^2). Model dengan nilai R^2 yang lebih tinggi dianggap lebih baik dalam menjelaskan keragaman data.

Tabel 3. Perbandingan Kebaikan Model

Model	R^2
Regresi Global (OLS)	0,6165 (61,65%)
GWR (Kernel Bisquare)	0,6252 (62,52%)

Berdasarkan tabel di atas, nilai R^2 yang dihasilkan oleh model GWR (62,52%) lebih besar dibandingkan dengan model OLS (61,65%). Peningkatan nilai R^2 ini menunjukkan bahwa model GWR dengan pembobot Kernel Bi-square mampu menjelaskan variansi data dengan lebih baik dibandingkan model global. Dengan demikian, model GWR lebih efektif digunakan untuk memodelkan faktor-faktor yang mempengaruhi Tingkat Pengangguran Terbuka di Provinsi Jawa Timur.

4 KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) di Provinsi Jawa Timur memiliki keterkaitan spasial antarwilayah, ditunjukkan dengan adanya pola pengelompokan (spatial clustering) pada data. Oleh karena itu, penerapan model Geographically Weighted Regression (GWR) dengan fungsi pembobot Fixed Bisquare Kernel terbukti lebih efektif dan presisi dibandingkan metode regresi global atau Ordinary Least Squares (OLS) dalam memodelkan faktor-faktor yang memengaruhi pengangguran. Keunggulan model GWR dibuktikan dengan peningkatan nilai Koefisien Determinasi (R^2) dari 61,65% pada model OLS menjadi 62,52% pada model GWR. Hal ini mengindikasikan bahwa model spasial mampu menjelaskan variabilitas data dengan lebih baik. Selain itu, penelitian ini menemukan bahwa faktor-faktor seperti Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja, PDRB, Upah Minimum, Kepadatan Penduduk, Kemiskinan, dan Lama Sekolah memiliki pengaruh yang bersifat lokal dan bervariasi besan parameter estimasinya di setiap kabupaten/kota. Dengan demikian, kebijakan penanggulangan pengangguran di Jawa Timur tidak dapat disamaratakan, melainkan harus disesuaikan dengan karakteristik unik masing-masing wilayah. Saran yang dapat diberikan untuk

penelitian berikutnya, peneliti selanjutnya dapat menambahkan faktor lain yang berpotensi memengaruhi pengangguran. Selain itu, peneliti selanjutnya juga dapat membandingkan penggunaan fungsi pembobot (kernel) lain, seperti *Gaussian* atau *Tricube*, serta menggunakan metode *Adaptive Bandwidth* untuk melihat konsistensi dan akurasi model terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Annabilah, Z. F. (2019). Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia Di Jawa Timur Menggunakan Geographically Weighted Regression (Gwr). *Jurnal Ilmiah Matematika*, 7(1), 14-17.
- Kartini, A. Y. (2019). Analisis Geographically Weighted Regression Dengan Pembobot Kernel Bi-Square Untuk Angka Pengangguran Di Kabupaten Bojonegoro. *JaMES: Journal of Mathematics Education and Science*, 2(1), 51-59.
- Kulsum, U. (2017). Pengaruh Pengangguran dan Inflasi terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Sumatera Utara. *Jurnal Ekonomikawan*, 17(1).
- Lutfiani, N., Sugiman, & Mariani, S. (2019). Pemodelan Geographically Weighted Regression (Gwr) Dengan Fungsi Pembobot Kernel Gaussian Dan Bi-Square. *UNNES Journal of Mathematics*, 8(1), 82-91.
- Marlina, R., Cecilia, D., & Hafizh, M. (2024). Terbatasnya Ketersediaan Lapangan Kerja Dan Dampak Pengangguran Yang Tinggi Di Indonesia. *Journal of Economics and Development (JEnD)*, 1(2), 46-59.
- Septiyana, A. N., Fatkhurrohman, I., Fikri, F. F., S, R., Prananggalih, A. T., Bahtiar, A. B., ML, D. S., & Berliana, S. M. (2023). Pemodelan Geographically Weighted Regression pada Tingkat Pengangguran Terbuka di Pulau Jawa Tahun 2020. *Seminar Nasional Official Statistics*, 2023(1), 737-746.
- Septiyanto, W. G., & Tusianti, E. (2020). Analisis Spasial Tingkat Pengangguran Terbuka di Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Ekonomi Indonesia*, 9(2), 119-131.