

---

## PEMODELAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION* (GWR) MENGGUNAKAN PEMBOBOT KERNEL PADA KASUS TINGKAT PENGANGGURAN TERBUKA DI KALIMANTAN

Viona Oktafiani<sup>1\*</sup>, Dewi Sri Susanti<sup>2</sup>, Yeni Rahkmawati<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Lambung Mangkurat, Kalimantan Selatan

\*e-mail: [vionaoktafiani21@gmail.com](mailto:vionaoktafiani21@gmail.com)

---

### Abstract

*Unemployment is one of the serious problems in Indonesia's economic development. This unemployment describes human resources that have not been utilized optimally, as a result of which people's productivity and income have not been maximized, this can also be one of the causes of poverty and other social problems. This study aims to find out the general picture of the open unemployment rate in the Kalimantan region, get the best model and factors that influence the open unemployment rate and illustrate it through thematic maps. The study began with testing assumptions and spatial effects then continued with testing global regression modeling and Geographically Weighted Regression. The weighting function used in this study is adaptive gaussian kernel. The variable that has a positive effect on the open unemployment rate in the Kalimantan region is population density. While the variable that negatively affects the open unemployment rate is the Labor Force Participation Rate.*

**Keywords:** *Open Unemployment Rate, Kalimantan Island, Spatial, GWR*

---

### 1. PENDAHULUAN

*Geographically Weighted Regression* (GWR) atau yang dikenal dengan metode regresi yang bersifat lokal karena metode ini memperhatikan perbedaan karakteristik wilayah sehingga hasil analisis menjadi lebih akurat dan estimasi parameter yang dihasilkan berbeda antar unit individu. Implementasi metode GWR bisa dilaksanakan pada sejumlah bidang, seperti bidang ekonomi dengan permasalahan kemiskinan di provinsi, sebab faktor kemiskinan diuraikan oleh variabel independen dan faktor lokal ataupun spasial.

Salah satu penerapan metode GWR di bidang ekonomi yaitu oleh Rendra Erdkhadifa pada tahun 2021 yang berjudul "Pemodelan Spasial Tingkat Pengangguran Terbuka di Jawa Timur dengan *Geographically Weighted Regression*". Pengangguran ialah salah satu masalah yang cukup serius dalam pembangunan ekonomi Indonesia. Pengangguran ini menggambarkan sumber daya manusia yang belum termanfaatkan secara optimal, akibatnya produktivitas dan pendapatan masyarakat belum maksimal hal ini bisa pula menjadi salah satu sebab adanya kemiskinan dan masalah masalah sosial lainnya (1). Oleh karena itu pemerintah menargetkan penurunan tingkat pengangguran yang dituangkan dalam RPJMN dan SDGS 8.5.2.

Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) yang dirilis oleh BPS berdasarkan hasil pendataan SAKERNAS periode Agustus dapat disajikan hingga level kabupaten/kota. Kabupaten/kota di region Kalimantan memiliki pola TPT yang berbeda-beda. Beberapa daerah di Kalimantan memiliki TPT di atas angka nasional seperti Kota

Pontianak di Kalimantan Barat, Kabupaten Sukamara di Kalimantan Tengah, Kota Banjarmasin di Kalimantan Selatan, Kota Balikpapan di Kalimantan Timur, dan Kota Tarakan di Kalimantan Utara. Perbedaan angka TPT pada setiap kabupaten dan kota menunjukkan bahwa setiap kabupaten dan kota di Kalimantan mempunyai karakteristik yang tidak sama.

Berdasar penjelasan sebelumnya, yang berlaku sebagai fokus penelitian ini ialah “Pemodelan *Geographically Weighted Regression* (GWR) menggunakan Pembobot Kernel pada Kasus Tingkat Pengangguran Terbuka di Kalimantan” dengan menggunakan variabel rata-rata lama sekolah, kepadatan penduduk, angka harapan hidup, Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK), PDRB, dan persentase penduduk miskin.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT)

Pengangguran digolongkan atas 3 macam yakni pengangguran terselubung, pengangguran terbuka, dan setengah menganggur. Yang disebut setengah pengangguran ialah seseorang yang bekerja kurang dari jam kerja normal (tidak lebih dari 35 jam seminggu), dan masih mencari pekerjaan ataupun bersedia menerima pekerjaan (BPS, 2012). Sedangkan, pengangguran terselubung ialah mereka yang bekerja namun penghasilan yang didapat tidak mampu memenuhi kebutuhan hidup. Sedangkan untuk pengangguran terbuka menurut BPS (2022) terdiri atas:

- a. Seseorang yang tidak memiliki pekerjaan dan sedang mencari pekerjaan.
- b. Seseorang yang tidak memiliki pekerjaan dan melakukan persiapan usaha.
- c. Seseorang yang tidak memiliki pekerjaan dan tidak mencari pekerjaan, sebab merasa tidak mungkin bisa memperoleh pekerjaan.
- d. Seseorang yang telah memiliki pekerjaan, namun belum mulai bekerja.

### 2.2. Statistika Deskriptif

Statistik deskriptif ataupun statistik deduktif ialah bagian dari statistik yang mempelajari mengenai cara mengumpulkan data dan menyajikan data sehingga dapat dipahami dengan mudah (2). Salah satu penyajian data dalam bentuk gambar adalah mempergunakan peta tematik. Peta tematik ialah peta yang berisikan gambaran informasi dengan suatu tema. Pewarnaan pada peta ditunjukkan untuk membedakan karakter antar daerah. Metode pembagian warna pada peta menggunakan sistem kelas interval kuantil yang dimulai dari mengurutkan data berdasarkan nilai terkecil sampai terbesar, kemudian banyaknya data dibagi dengan banyaknya kelas yang ditentukan diawal. Setiap kelas memiliki jumlah data yang sama (3).

### 2.3. Regresi Linier Berganda

Model regresi linier berganda atau regresi global ialah regresi linier yang mengikutsertakan 2 ataupun lebih variabel independen dan dugaan parameter regresinya sama untuk setiap unit individu (*cross section*). Adapun bentuk umum dari model regresi linier berganda sebagai berikut.

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i \quad (1)$$

dimana:

- $y_i$  = Variabel dependen pada pengamatan ke- $i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ )  
 $x_{ij}$  = Variabel independen ke- $j$  ( $j = 1, 2, 3, \dots, k$ ) pada pengamatan ke- $i$   
 $\beta_0$  = Koefisien intersep  
 $\beta_j$  = Koefisien regresi pada variabel independen ke- $j$   
 $\varepsilon_i$  = Residual pada pengamatan ke- $i$  dengan asumsi  $\varepsilon_i \sim IIDN(0, \sigma^2)$

## 2.4. Data Spasial

Data yang memiliki kandungan unsur geografis dan menggunakan koordinat lintang dan bujur selaku dasar referensi dikenal dengan data spasial. Data spasial mempunyai 2 bagian penting yakni informasi deskriptif (*attribute*) dan informasi lokasi (*spatial*).

## 2.5. Identifikasi Efek Spasial

Efek spasial ialah fenomena pengamatan yang dilaksanakan pada suatu lokasi mempunyai ketergantungan cukup kuat akan pengamatan yang dilaksanakan pada lokasi yang berdekatan. Efek spasial dikelompokkan atas 2 yakni dependensi spasial (*spatial dependence*) dan heterogenitas spasial (*spatial heterogeneity*). Adapun penjelasan dari masing-masing efek spasial sebagai berikut.

### 1) Dependensi Spasial

Dependensi spasial ialah sebuah hubungan korelasi diantara variabel dan dirinya sendiri ataupun sebuah ukuran dari kemiripan objek pada suatu ruang (waktu, jarak, dan wilayah). Dalam melakukan uji ada atau tidaknya dependensi spasial global dalam data yang sifatnya kontinu dipergunakan uji *Morans'I*. Berikut Rumus *Moran's I*:

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

dimana:

- $I$  = Nilai *Moran's I*  
 $n$  = Banyak lokasi pengamatan  
 $w_{ij}$  = Elemen dari matriks pembobot spasial untuk pengamatan lokasi ke- $i$  dan  $j$   
 $x_i$  = Nilai pengamatan lokasi ke- $i$   
 $x_j$  = Nilai pengamatan lokasi ke- $j$   
 $\bar{x}$  = Rata-rata dari variabel  $x$

### 2) Heterogenitas Spasial

Heterogenitas spasial bisa dideteksi melalui uji Breuch-Pagan yang memiliki rumus sebagai berikut:

$$BP = \frac{1}{2} \mathbf{f}^T \mathbf{Z} (\mathbf{Z}^T \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{f} + \left( \frac{1}{T} \right) \left[ \frac{\mathbf{e}^T \mathbf{W} \mathbf{e}}{\sigma^2} \right]^2 \sim \chi^2_{(p)} \quad (3)$$

dimana:

$\mathbf{f}$  = Vektor dengan elemen  $f_i = \left( \frac{\varepsilon_i^2}{\sigma^2} - 1 \right)$

$\varepsilon_i^2$  = Residual kuadrat terkecil untuk observasi ke- $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ )

$\sigma^2$  = Varians dari  $\varepsilon_i$

$\mathbf{Z}$  = Banyaknya variabel independen

## 2.6. Geographically Weighted Regression

*Geographically Weighted Regression* (GWR) ialah pengembangan atas model regresi dengan parameter dihitung di tiap lokasi observasi. Model GWR dapat ditulis sebagai berikut:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} + \varepsilon_i \quad (4)$$

dimana:

$y_i$  = Nilai pengamatan pada lokasi ke- $i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ )

$x_{ik}$  = Variabel independen ke- $k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, p$ ) pada pengamatan ke- $i$

$\beta_0(u_i, v_i)$  = Koefisien intersep model regresi GWR

$\beta_k(u_i, v_i)$  = Koefisien regresi variabel independen ke- $k$  pada titik ke- $i$

$\varepsilon_i$  = Residual pada pengamatan ke- $i$  dengan asumsi  $\varepsilon_i \sim IIDN(0, \sigma_1^2)$

$p$  = Banyaknya variabel independen dalam model

## 2.7. Fungsi Pembobot Spasial

Analisis model yang memperhatikan aspek spasial memerlukan pembobotan pada perhitungannya. Hubungan kedekatan (*neighboring*) antarlokasi pengamatan diterangkan dengan bentuk matriks pembobot  $w_{ij}$  (4). Ada 4 macam kernel pembobot antara lain :

### 1. Fungsi *Fixed Gaussian Kernel*

Adapun bentuk umum fungsi *fixed gaussian kernel* sebagai berikut.

$$w_{ij} = \begin{cases} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^2\right], & \text{untuk } d_{ij} < b \\ 0, & \text{untuk } d_{ij} > b \end{cases} \quad (5)$$

dimana:

$b$  = Parameter non negatif (*bandwith*)

$d_{ij}$  = Jarak *euclidean* antar wilayah ke- $i$  dan ke- $j$

## 2. Fungsi *Fixed Bi-Square Kernel*

Adapun bentuk umum fungsi *fixed bi-square kernel* sebagai berikut.

$$w_{ij} = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^2\right)^2, & \text{untuk } d_{ij} < b \\ 0, & \text{untuk } d_{ij} > b \end{cases} \quad (6)$$

## 3. Fungsi *Adaptive Gaussian Kernel*

Adapun bentuk umum fungsi *adaptive gaussian kernel* sebagai berikut.

$$w_{ij} = \begin{cases} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{ij}}{b_i}\right)^2\right], & \text{untuk } d_{ij} < b \\ 0, & \text{untuk } d_{ij} > b \end{cases} \quad (7)$$

dimana:

$b_i$  = Parameter non negatif (*bandwith*) ke- $i$

## 4. Fungsi *Adaptive Bi-Square Kernel*

Adapun bentuk umum fungsi *adaptive bi-square kernel* sebagai berikut.

$$w_{ij} = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{b_i}\right)^2\right)^2, & \text{untuk } d_{ij} < b_i \\ 0, & \text{untuk } d_{ij} > b_i \end{cases} \quad (8)$$

## 2.8. *Bandwith*

Pada fungsi pembobot kernel di atas, ada parameter *bandwidth* yang tidak diketahui nilainya. Oleh karena itu, mesti dilaksanakan taksiran pada parameter *bandwidth* itu. Salah satu metode yang bisa dipergunakan dalam penentuan *bandwidth* optimum ialah *Cross Validation* (CV). Menurut Fotheringham dkk. (2002) *Bandwidth* optimum dihasilkan dari CV yang paling minimum dengan persamaan sebagai berikut:

$$CV = \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{y}_{\neq i}(b)]^2 \quad (9)$$

dimana:

$y_i$  = Nilai pengamatan ke- $i$ ;  $i = 1, 2, \dots, n$

$\hat{y}_{\neq i}(b)$  = Nilai prediksi  $y_i$  (*fitted value*) tanpa melibatkan pengamatan ke- $i$

$n$  = Banyaknya sampel

## 2.9. Estimasi Parameter Model GWR

Pada pengestimasi parameter di sebuah titik lokasi, metode WLS menghasilkan pembobot yang berbeda di seluruh amatan. Besaran pembobot itu berdasar oleh jarak antar lokasi amatan. Kian dekat jarak pada amatan yang diestimasi parameternya, kian besar bobot itu pada estimasi  $\beta(u_i, v_i)$ . Estimasi parameter model GWR dengan metode WLS sebagai berikut.

$$\hat{\beta}(u_i, v_i) = (\mathbf{X}'\mathbf{W}(u_i, v_i)\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{W}(u_i, v_i)\mathbf{Y} \quad (10)$$

## 2.10. Uji Kesesuaian Model (Uji F)

Uji kesesuaian model (*goodness of fit*) GWR dilaksanakan dengan tujuan guna mencari tau apakah ada diferensiasi yang signifikan diantara regresi global dan GWR atau pun mengetahui ketepatan antara regresi global dengan GWR. Untuk menguji kesesuaian model digunakan statistik uji sebagai berikut.

$$F_{hitung} = \frac{RSS_{OLS} - RSS_{GWR/v_1}}{RSS_{GWR/\delta_1}} \sim F\left(\frac{v_1^2 \delta_1^2}{v_2 \delta_2}\right) \quad (11)$$

dimana:

$RSS_{OLS}$  = Jumlah kuadrat residual regresi global

$RSS_{GWR}$  = Jumlah kuadrat residual GWR

$v_1$  =  $n - p - 1 - \delta_1$

$v_2$  =  $n - p - 1 - 2\delta_1 + \delta_2$

$\delta_i$  =  $tr((1 - \mathbf{S})'(1 - \mathbf{S}))^i$

$\mathbf{S}$  =  $\mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{W}(u_i, v_i)\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{W}(u_i, v_i)$

## 2.11. Uji Parsial Signifikansi Parameter Model (Uji t)

Uji parsial signifikansi parameter model GWR dilakukan dengan tujuan guna mencari tau apa setiap variabel independen pada model mempunyai pengaruh signifikan

secara individu (parsial) pada variabel dependen. Untuk menguji signifikansi parameter model secara parsial digunakan statistik uji sebagai berikut.

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_k(u_i, v_i)}{\hat{\sigma} \sqrt{c_{kk}}} \sim t \left( \frac{\delta_1^2}{\delta_2^2} \right) \quad (12)$$

dimana:

$c_{kk}$  = Elemen diagonal ke- $k$  dari matriks  $\mathbf{C}\mathbf{C}'$

$\mathbf{C}$  =  $(\mathbf{X}'\mathbf{W}(u_i, v_i)\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{W}(u_i, v_i)$

$\hat{\sigma}$  =  $RSS_{GWR} / \delta_1$

$\delta_i$  =  $tr((1 - \mathbf{S})'(1 - \mathbf{S}))^i$

## 2.12. Pemilihan Model Terbaik

Pada model regresi global (model regresi linier klasik) koefisien determinasi dipergunakan dalam melakukan pengukuran proporsi dari variasi pada data pengamatan yang bisa dideksripsikan oleh model. Nilai  $R^2$  yang kecil ataupun mendekati nol artinya kemampuan variabel bebas untuk mendeskripsikan variabel tak bebas sangat terbatas, jika nilai  $R^2$  mendekati satu artinya kemampuan variabel bebas untuk mendeskripsikan variabel tak bebas sangat kuat, sehingga mengidentifikasikan bahwasannya model bisa mendeskripsikan variabilitas data (5). Sedangkan pada GWR, penentuan koefisien determinasi ( $R^2$ ) bisa dengan menggunakan persamaan berikut:

$$R^2 = \frac{TSS^w - RSS^w}{TSS^w} \quad (13)$$

## 3. METODE PENELITIAN

Data yang dipergunakan di penelitian ini merupakan data sekunder tahun 2022 yang didapat melalui *website* Badan Pusat Statistik yang ada di 5 Provinsi di Kalimantan. Penelitian ini menggunakan data unit individu (*cross section*) berupa wilayah yaitu 56 Kabupaten/Kota di Provinsi Kalimantan tahun 2022. Variabel yang dipergunakan di penelitian ini terdiri dari 1 variabel dependen dan 5 variabel independen. Variabel dependen yang dipergunakan ialah Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT). Variabel independen yang dipergunakan ialah rata-rata lama sekolah, kepadatan penduduk, angka harapan hidup, Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK), PDRB, dan persentase penduduk miskin. Berikut prosedur penelitiannya:



Berdasar Gambar 1 menunjukkan bahwasannya sebaran TPT di Pulau Kalimantan cukup beragam. Pada penelitian ini, sebaran TPT dibagi menjadi 3 kategori dimana wilayah yang menunjukkan warna paling terang menunjukkan TPT dalam kategori rendah dan warna paling gelap menunjukkan TPT dalam kategori tinggi.

**Tabel 1** Pengelompokan TPT Kabupaten/Kota Berdasarkan Kategori Target RPJMN

Provinsi	Rendah (< 3.6)	Sesuai Target (3.6 – 4.3)	Tinggi (> 4.3)
Kalimantan Barat	7	1	6
Kalimantan Tengah	6	2	6
Kalimantan Selatan	3	4	6
Kalimantan Timur	2	1	7
Kalimantan Utara	3	0	2
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>27</b>

Berdasarkan Tabel 1 didapatkan 29 kabupaten/kota memiliki angka TPT sesuai bahkan melebihi target RPJMN tahun 2020-2024 yang berada dikisaran 3,6-4,3 persen. Sebagian besar Kabupaten/Kota di Provinsi Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan dan Kalimantan Timur memiliki TPT yang tinggi. Kota Pontianak merupakan kabupaten/kota di region Kalimantan yang memiliki TPT tertinggi yaitu sebesar 9,92%. Salah satu penelitian oleh depi, dkk (2020) menyatakan bahwasannya besarnya jumlah angkatan kerja, apabila tak disertai dengan memperluas peluang kerja, selanjutnya secara otomatis menjadi beban pembangunan. Hal tersebut bisa menyebabkan kelonjakan tingkat pengangguran terdidik yang bisa pula memberikan pengaruh pada pendapatan perkapita dalam masyarakat.

## 4.2 Pembentukan Model Terbaik dan Faktor Yang Berpengaruh

### a. Model Regresi Global

Regresi Global atau regresi linier berganda ialah suatu metode statistik yang dipergunakan guna memahami hubungan diantara satu variabel dependen dengan dua ataupun lebih variabel independen. Langkah pertama yang dilakukan ialah melakukan estimasi koefisien model. Koefisien ini menggambarkan kekuatan dan arah hubungan diantara variabel independen dengan dependen. Berikutnya dilaksanakan uji asumsi. Pengujian asumsi yang pertama dilakukan adalah uji normalitas.

Uji normalitas dipergunakan guna mencari tahu apa data yang dipergunakan terdistribusi normal atautakah tidak. Berdasarkan hasil uji normalitas diperoleh nilai *p-value* dan nilai uji Kolmogorov-Smirnov secara berturut-turut yaitu *p-value* = 0.5315 > 0.05 dan  $KS = 0.10511 < KS_{tabel} = 0.180$ . Maka dapat disimpulkan terima  $H_0$  yang artinya bahwa data berdistribusi normal.

Pengujian asumsi selanjutnya yaitu asumsi multikolinearitas sebelum dilakukannya pemodelan data. Asumsi multikolinearitas digunakan untuk mengetahui apa ada

hubungan linear diantara beberapa ataupun seluruh variabel bebas yang masuk dalam model regresi. Uji multikolinearitas dilaksanakan menggunakan nilai VIF.

**Tabel 2** Hasil Uji Multikolinearitas (VIF)

Variabel	VIF
RRLS	1.702113
AAH	1.416664
Kepadatan Penduduk	1.287885
TPAK	1.191785
PDRB	1.075784
Persentase Penduduk Miskin	1.279933

Berdasarkan hasil pengujian multikolinearitas menggunakan nilai VIF yang disajikan pada Tabel 2, didapat nilai VIF pada tiap-tiap variabel. Semua nilai VIF pada tiap-tiap variabel tersebut tidak lebih dari 10, sehingga bisa diambil keputusan bahwasannya tidak adanya multikolinearitas antar variabel.

Data Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) telah memenuhi asumsi berdistribusi normal dan telah diuji multikolinearitas, dapat dilakukan pemodelan regresi untuk mengidentifikasi adanya pengaruh dari beberapa variabel bebas. Pada model regresi global akan dilakukan pengujian secara simultan kemudian pengujian secara parsial sehingga pada akhirnya didapatkan model regresi global.

### b. Uji Simultan Regresi Global

Pada pengujian ini dipergunakan dalam melakukan uji parameter yang dipergunakan dengan menyeluruh (barsama-sama) terhadap variabel TPT di region Kalimantan. Berdasarkan hasil uji simultan diperoleh nilai  $p\text{-value} = 6.858e-07 < \alpha = 0.05$ , nilai  $F = 9.452$ , dan nilai  $R^2 = 0.5365$ , maka diambil keputusan tolak  $H_0$  yang artinya bisa ditarik kesimpulan bahwasannya ada pengaruh variabel bebas pada variabel terikat secara simultan.

### c. Uji Parsial Regresi Global

Pada pengujian ini digunakan untuk menguji apakah terdapat variabel bebas yang memiliki pengaruh signifikan pada variabel terikat secara parsial.

**Tabel 3** Hasil Uji Parsial

Variabel	Estimasi	$T_{hitung}$	$P\text{-Value}$	Keputusan
Intercept	6.562e+00	0.944	0.349982	Terima $H_0$
Rata-rata Lama Sekolah ( $X_1$ )	-3.514e-03	-0.017	0.986187	Terima $H_0$
Angka Harapan Hidup ( $X_2$ )	1.840e-01	1.978	0.053521	Terima $H_0$

Kepadatan Penduduk (X <sub>3</sub> )	4.252e-04	2.494	0.016035	Tolak H <sub>0</sub>
Tingkat Partisipan Angkatan Kerja (TPAK) (X <sub>4</sub> )	-2.038e-01	-4.114	0.000148	Tolak H <sub>0</sub>
PDRB (X <sub>5</sub> )	2.029e-09	0.130	0.897002	Terima H <sub>0</sub>
Persentase Penduduk Miskin (X <sub>6</sub> )	-2.118e-01	-2.208	0.031938	Tolak H <sub>0</sub>

Setiap koefisien dalam model tidak semua berpengaruh secara signifikan terhadap TPT. Variabel rata-rata lama sekolah, angka harapan hidup dan PDRB tidak memiliki pengaruh secara signifikan pada TPT ditunjukkan dari Tabel 3 nilai *p-value* yang > 0.05. Adapun variabel yang memiliki pengaruh secara signifikan pada TPT yakni kepadatan penduduk, TPAK, dan persentase penduduk miskin ditunjukkan dari Tabel 4.3 nilai *p-value* yang < 0.05. Dan berdasarkan hasil pengujian parsial, maka model signifikan yang terbentuk yaitu sebagai berikut:

$$\hat{Y}_i = 6.562 + 0.0004252X_{i3} - 0.2038X_{i4} - 0.2118X_{i6} \quad (14)$$

Berdasarkan hasil pengujian parsial diperoleh 3 variabel yang signifikan, maka dilakukan pengujian kembali untuk 3 variabel tersebut. Berikut hasil pengujian:

**Tabel 4** Hasil Uji Parsial 3 Variabel yang Signifikan

Variabel	Estimasi	T <sub>hitung</sub>	P-Value	Keputusan
Intercept	20.1330067	6.074	1.47e-07	Tolak H <sub>0</sub>
Kepadatan Penduduk (X <sub>3</sub> )	0.0005110	3.172	0.00254	Tolak H <sub>0</sub>
Tingkat Partisipan Angkatan Kerja (TPAK) (X <sub>4</sub> )	-0.2168194	-4.498	3.87e-05	Tolak H <sub>0</sub>
Persentase Penduduk Miskin (X <sub>6</sub> )	-0.1580419	-1.783	0.08039	Terima H <sub>0</sub>

Berdasar hasil uji parsial dalam Tabel 4.4, *p-value* yang < 0.05 maka dinyatakan signifikan atau berpengaruh. Adapun variabel yang memiliki pengaruh secara signifikan pada TPT yakni kepadatan penduduk dan TPAK. Sehingga model yang terbentuk yaitu:

$$Y_i = 20.1330067 + 0.0005110X_{i3} - 0.2168194X_{i4} + \varepsilon_i \quad (15)$$

Berdasarkan model yang terbentuk dapat diartikan bahwa jika kepadatan penduduk (X<sub>3</sub>) naik satu satuan maka akan meningkatkan TPT (Y) sebesar 3.172 satuan. Jika TPAK (X<sub>4</sub>) naik satu satuan maka akan mengurangi TPT (Y) sebesar 4.498 satuan.

#### d. Uji Dependensi Spasial

Sebelum melakukan analisis GWR, tahap pertama yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi efek spasial pada data. Identifikasi efek spasial yang dilaksanakan di penelitian ini yang pertama ialah menguji dependensi spasial mempergunakan uji Moran's I. Berdasarkan hasil uji dependensi spasial diperoleh  $p\text{-value} = 0.1831847 > \alpha = 0.05$  dan  $I = 0.01446074$  dinyatakan diterima  $H_0$  yang bermakna tak ada dependensi spasial antar lokasi pengamatan dan pola tidak mengelompok.

#### e. Uji Heterogenitas Spasial

Setelah pengujian dependensi spasial, uji kedua yang dilakukan yaitu uji heterogenitas spasial dilaksanakan guna mencari tau apa dalam pengamatan ada karakteristik ataupun keunikan tersendiri pada masing-masing lokasi pengamatan. Pada uji ini dilakukan dengan uji *Breush-Pagan* (BP). Berdasarkan hasil uji heterogenitas spasial diperoleh nilai  $BP_{hitung} = 5.6139 < \chi^2_{(\alpha;5)} = 11.070$  dan  $p\text{-value} = 0.4678 > \alpha = 0.05$  dan maka keputusannya diterima  $H_0$  maknanya tidak ada heterogenitas spasial pada data. Meskipun tidak terdapat dependensi spasial dan heterogenitas spasial dalam data tetap dicobakan untuk membentuk model GWR, maka pada pengujian selanjutnya dilakukan estimasi model GWR.

#### f. Estimasi Parameter Model *Geographically Weighted Regression* (GWR)

Fungsi pembobot dipergunakan dalam menghasilkan estimasi yang tidak sama pada tiap lokasi amatan. Berdasarkan nilai  $R^2$  maksimum dan AIC minimum dapat diketahui bahwa fungsi pembobot kernel terbaik ialah *adaptive Gaussian*. Oleh karena itu, penelitian ini mempergunakan fungsi pembobot kernel *adaptive Gaussian* dengan nilai  $R^2$  sebesar 0.5053025 yang mengandung arti bahwasannya variabel independen yang dipergunakan di penelitian ini bisa memberi pengaruh pada variabel dependen Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) sebesar 50.53025 %, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variabel lain di luar model. Adapun kisaran nilai estimasi parameter model GWR menggunakan fungsi pembobot kernel *adaptive Gaussian* sebagai berikut.

**Tabel 5** Kisaran Nilai Estimasi Parameter Model GWR

Variabel	Koefisien Parameter ( $\beta(u_i, v_i)$ )		
	Minimum	Median	Maksimum
Intercept	19.38638586	19.83939573	20.75055460
Kepadatan Penduduk ( $X_3$ )	0.00047403	0.00049888	0.00053329
Tingkat Partisipan Angkatan Kerja (TPAK) ( $X_4$ )	-0.22481333	-0.21407939	-0.20716044
Persentase Penduduk Miskin ( $X_6$ )	-0.16632177	-0.14944633	-0.14573216

Berdasarkan hasil kisaran nilai parameter model GWR dengan fungsi pembobot *adaptive bisquare kernel* dapat diketahui bahwa pada variabel Tingkat Partisipan Angkatan Kerja (TPAK) ( $X_4$ ) dan persentase penduduk miskin ( $X_6$ ) konsisten mempunyai pengaruh negatif pada Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT). Sementara itu, variabel kepadatan penduduk ( $X_3$ ) mempunyai pengaruh positif pada Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT).

### g. Uji Kesesuaian Model

Uji kesesuaian model bermaksud guna mengetahui apa ada diferensiasi yang signifikan diantara regresi global dan GWR. Berdasarkan hasil pengujian kesesuaian model didapat  $p\text{-value} = 0.4576 > \alpha = 0.05$  dan  $F_{\text{hitung}} = 1.0306 < F_{\text{tabel}} = 1.589866$  maka diambil keputusan terima  $H_0$  yang artinya bisa ditarik kesimpulan bahwasannya tidak ada diferensiasi yang signifikan diantara model regresi global dan model GWR.

### h. Peta Tematik Model GWR

Berdasarkan uji kesesuaian model diperoleh bahwa model regresi global model GWR tidak ada diferensiasi yang signifikan, namun dari model GWR dapat ditunjukkan model untuk setiap wilayah. nilai  $R^2$  bervariasi yang berkisar antara 48,47% hingga 52,82%. Nilai  $R^2$  yang kurang dari 50% ditandai dengan warna terang pada peta, sedangkan nilai  $R^2$  yang melebihi ataupun setara 50% ditandai dengan warna gelap pada peta. Dengan asumsi bahwa nilai  $R^2$  yang melebihi ataupun setara 50% menunjukkan hubungan yang lebih erat dibandingkan nilai  $R^2$  yang kurang dari 50%. Secara rata-rata nilai  $R^2$  untuk semua kabupaten/kota di Kalimantan sebesar 50,20%, nilai ini lebih rendah dibandingkan model regresi global yang mampu menjelaskan variabel tak bebas sebesar 53,65%. Sehingga, secara umum yang disarankan adalah model regresi global. Berikut disajikan peta tematik berdasarkan nilai  $R^2$ .



Gambar 3: Peta Tematik Berdasarkan Nilai  $R^2$

### i. Pembahasan Hasil Penelitian

Berdasarkan uji parsial signifikansi model didapatkan hasil bahwa terdapat 2 variabel independen memberi pengaruh signifikan secara parsial pada variabel dependen. Variabel yang memiliki pengaruh signifikan positif pada TPT ialah variabel kepadatan penduduk. Maksudnya apabila kepadatan penduduk terjadi kelonjakan, TPT juga akan melonjak juga, dan begitu pula sebaliknya. Hal tersebut bisa terjadi sebab terjadi ketidakseimbangan antara tenaga kerja yang terserap dengan jumlah penduduk yang setiap tahun meningkat dan pula tak diiringi dengan perluasan lapangan pekerjaan baru yang menyebabkan timbulnya pengangguran. Pertambahan penduduk yang dari waktu ke waktu bisa menjadi pendorong atau penghambat pertumbuhan ekonomi. Pada konteks ini jumlah penduduk berlaku sebagai penghambat pertumbuhan

ekonomi jika tak terserap oleh unit usaha ataupun dunia kerja yang menyebabkan individu menjadi pengangguran. Oleh sebab itu saat terjadi pertambahan jumlah penduduk yang tak disertai bertambahnya lapangan kerja maka bisa membuat angka pengangguran baru bertambah yang mengakibatkan beban pada perekonomian sebuah daerah. Variabel yang berpengaruh signifikan negatif terhadap TPT ialah variabel Tingkat Partisipan Angkatan Kerja (TPAK). Artinya jika Tingkat Partisipan Angkatan Kerja (TPAK) naik, maka TPT akan menurun, dan begitu pula sebaliknya.

## 5. KESIMPULAN

Berdasar hasil dan pembahasan yang sudah didapat dalam penelitian ini, maka bisa disimpulkan sebagai berikut.

1. Model terbaik yang terbentuk yaitu model GWR dengan fungsi pembobot *adaptive gaussian kernel*. Berdasar hasil pengujian asumsi dan pengujian simultan dan parsial, didapatkan model regresi global yang signifikan yaitu sebagai berikut:

$$\hat{Y}_i = 20.1330067 + 0.0005110X_{i3} - 0.2168194X_{i4}$$

- Kemudian berdasarkan pengujian kesesuaian model, disebutkan bahwa permodelan GWR tidak memiliki perbedaan dengan permodelan regresi global. Sehingga pada penelitian ini permodelan yang digunakan yaitu permodelan regresi global.
2. Pada penelitian ini, model GWR dan model regresi global tidak terdapat perbedaan. Nilai rata-rata  $R^2$  pada model GWR 50,20%, nilai ini lebih rendah dibandingkan nilai  $R^2$  pada model regresi global sebesar 53,65%. Sehingga yang disarankan adalah model regresi global.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Naf'an, 2014. *Ekonomi Makro : Tinjauan Ekonomi Syariah*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [2] Hasan, M., 2000. *Pokok-Pokok Materi Statistik 1 (Statistika Deskriptif)*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- [3] Rahman, A., 2019. *Pengantar Kartografi & Sistim Informasi Geografis (Teori dan Praktik)*. s.l.:s.n.
- [4] Bekti, R. D., 2012. *Autokorelasi Spasial untuk Identifikasi Pola Hubungan Kemiskinan di Jawa Timur*. Volume vol. 3, No.1. 217-227.
- [5] Putri, A. & Salamah, M., 2013. *Pemodelan Kasus Balita Gizi Buruk di Kabupaten Bojonegoro dengan Geographically Weighted Regression*. Volume Vol. 2, No.1.
- [6] Badan Pusat Statistik. 2022. *Statistika Indonesia*. Jakarta: BPS.
- [7] Nalim & Salafudin., 2012. *Statistika Deskriptif*. Pekalongan: STAIN.
- [8] Muslim & Rifqi, M., 2014. *Pengangguran Terbuka dan Determinannya*. *Jurnal Ekonomi dan Studi Pembangunan* Volume 15, pp. 48-54.

- [9] Agustina, M. et al., 2022. *Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia Dengan Pendekatan Regresi Spasial. PROSIDING SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TERAPAN (SINTA)*.
- [10] Erdkhadifa, R., 2021. *Pemodelan Spasial Tingkat Pengangguran Terbuka di Jawa Timur dengan Geographically Weighted Regression. Statistika, Vol. 21 No. 2, pp. 85-97.*
- [11] Kusumaningrum , N., Permana, J. N., K. & Nohe, D. A., 2022. *Pemodelan Tingkat Pengangguran Terbuka di Pulau Kalimantan dengan Regresi Data Panel. Prosiding Seminar Nasional Matematika, Statistika, dan Aplikasinya, pp. 196-210.*