

Metode *Geographically Weighted Panel Regression* (GWPR) Untuk Memodelkan Jumlah Penduduk Miskin Di Provinsi Jawa Timur Pada Tahun 2019 – 2022

Santi Novi Ramadhanty *

Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

santinovi837@gmail.com, santinovi2811@gmail.com

Abstract. Panel data is a combination of time series data and cross-sectional data. The purpose of panel data regression methods is to construct a regression model that can explain the influence of independent variables on the dependent variable across several sectors observed over a specific period in a study. In estimating the model, panel data regression methods use three types of estimators: the Common Effect Model, Fixed Effect Model, and Random Effect Model, from which the best model will later be selected. If, in the analysis, spatial data or observation locations are involved and this method is still used without adjustments, it may lead to a violation of assumptions, particularly spatial heterogeneity. Therefore, an approach to address spatial data issues is by using Geographically Weighted Regression (GWR). A method called Geographically Weighted Panel Regression (GWPR) needs to be developed, which aims to comprehensively integrate location (cross-sectional data) and observations over time. The GWPR analysis in this study uses an adaptive kernel because this type of kernel provides a different bandwidth for each observation point. This is due to its functional ability to adapt to the specific conditions of each observation point. By selecting the model based on the lowest AIC, highest R^2 , and lowest Cross Validation (CV) values, the optimal bandwidth is incorporated into the model, resulting in a weighted or calibrated model.

Keywords: *Panel data, Geographically Weighted Panel Regression, Poverty.*

Abstrak. Data Panel merupakan data gabungan antara data time series dan data cross-section. Metode regresi data panel bertujuan untuk membentuk suatu model regresi yang dapat memodelkan pengaruh bebas terhadap variabel terikat dalam beberapa sektor yang diamati selama periode waktu tertentu dari suatu penelitian. Dalam mengestimasi model metode regresi data panel memiliki 3 estimasi yaitu : Common Effect Model, Fixed Effect Model dan Random Effect Model yang nantinya akan dipilih model mana yang terbaik. Jika dalam analisis ini terdapat lokasi pengamatan atau data spasial dan dipaksakan untuk menggunakan metode ini, maka akan terjadi pelanggaran asumsi yaitu heterogenitas spasial, oleh karena itu ada pendekatan untuk mengatasi adanya data spasial dengan menggunakan Geographically Weighted Regression (GWR). Perlu dikembangkannya suatu metode yang disebut Geographically Weighted Panel Regression (GWPR) yang bertujuan untuk menggabungkan secara keseluruhan lokasi (cross sectional) dan observasi. Analisis GWPR dalam penelitian ini menggunakan adaptive kernel dikarenakan kernel ini memiliki bandwidth yang berbeda untuk setiap titik lokasi pengamatan, hal ini disebabkan kemampuan fungsinya yang dapat disesuaikan dengan kondisi titik – titik pengamatan. Dengan pemilihan model dengan melihat nilai AIC paling rendah, nilai R^2 paling tinggi dan nilai Cross Validation (CV) paling minimum, nilai bandwidth optimum ini dimasukkan kedalam model, sehingga model yang dihasilkan sudah terboboti.

Kata Kunci: *Data Panel, Geographically Weighted Panel Regression, Kemiskinan.*

A. Pendahuluan

Data panel merupakan data gabungan antara dua unsur, yaitu data *time – series* dan data *cross – section*. Data *time – series* merupakan suatu data pengamatan yang terbentuk pada waktu yang berbeda atau lebih dari satu periode. Data *cross – section* merupakan data pengamatan dari satu maupun beberapa variabel yang digabungkan dalam satu waktu atau satu periode. Tujuan dari metode regresi data panel yaitu membentuk suatu model regresi yang dapat memodelkan pengaruh variabel terikat terhadap variabel bebas dalam sektor tertentu selama beberapa periode waktu yang diamati dari suatu penelitian. Adanya pengaruh lokasi pengamatan (spasial) tentunya tidak bisa menggunakan analisis regresi data panel karena jika tetap dilakukan akan menyebabkan kesimpulan yang kurang tepat karena unsur spasial tidak tercakup didalamnya. Karakteristik geografis menyebabkan perbedaan atau keterikatan faktor yang berpengaruh, selain itu sangat penting adanya fungsi pembobot karena dapat menginterpretasikan lokasi dari data pengamatan satu dengan yang lainnya, oleh karena itu ada pendekatan untuk mengatasi adanya data spasial yaitu dengan menggunakan *Geographically Weighted Panel Regression (GWPR)*.

Menurut (Martha et al., 2021). Kasus kemiskinan yang menerapkan metode GWPR dengan hasil penelitian tersebut yaitu analisis data menggunakan metode *fixed effect* GWPR dengan fungsi pembobot kernel adaptif eksponensial, provinsi di Indonesia terbagi menjadi empat kelompok didasarkan pada variabel – variabel yang mempengaruhi kemiskinan di Indonesia selama periode 2015 – 2019 adalah penduduk miskin usia 15 tahun ke atas yang tidak bekerja, angka melek huruf penduduk miskin pada usia 15 – 55 tahun, persentase penduduk usia 15 tahun ke atas yang bekerja di sektor pertanian dan angka harapan hidup.

Kemiskinan merupakan salah satu permasalahan ekonomi yang kompleks dan akan terus terjadi di berbagai wilayah di Indonesia. Masalah kemiskinan menjadi penting dan terdesak untuk diberantas karena ini menjadi tolak ukur keberhasilan pembangunan ekonomi dan manusia di suatu daerah. Di Indonesia angka kemiskinan dalam empat tahun terakhir yaitu pada tahun 2019 sebanyak 26.504 ribu jiwa, tahun 2020 sebanyak 53.974 ribu jiwa, tahun 2021 sebanyak 54.046 ribu jiwa, tahun 2022 52.524 ribu jiwa dan untuk provinsi dengan angka kemiskinan tertinggi yaitu provinsi Jawa Timur. Menurut Badan Pusat Statistik Jawa Timur, pada tahun 2019 sebanyak 4056 ribu jiwa, tahun 2020 sebanyak 4585,97 ribu jiwa, tahun 2021 sebanyak 4259,6 ribu jiwa, dan pada tahun 2022 sebanyak 4236,51 ribu jiwa. Melihat jumlah penduduk miskin di Indonesia terutama provinsi Jawa Timur yang memiliki jumlah penduduk miskin tertinggi, oleh karena itu pemerintah di Jawa Timur terus berbenah untuk mengatasi kemiskinan. Kemiskinan tidak hanya fenomena ekonomi, tapi juga fenomena spasial artinya jumlah dan distribusi penduduk miskin sering kali dipengaruhi oleh faktor geografis atau lokasi, penduduk miskin di setiap wilayah tidak tersebar dengan merata dan kemiskinan di suatu wilayah bisa mempengaruhi kemiskinan di wilayah tetangganya. Semakin berkembangnya metode analisis *GWPR* akan digunakan penulis untuk menganalisis jumlah penduduk miskin di Provinsi Jawa Timur karena kemiskinan bersifat spasial (berbeda antar wilayah), hubungan antar variabel bisa berbeda setiap wilayah, dengan metode *GWPR* bisa menganalisis kemiskinan yang berubah – ubah antar waktu dan lokasi.

B. Metode

Jenis dan Sumber Data

Penelitian yang dilakukan menggunakan data sekunder yang bersumber dari Badan Pusat Statistik Jawa Timur tahun 2019 - 2022. Data terdiri dari 38 Kabupaten dan Kota yang menjadi satuan penelitian. Analisis data yang akan digunakan untuk menganalisis kasus kemiskinan menggunakan metode *Geographically Weighted Panel Regression* menggunakan Rstudio. Variabel penelitian yang digunakan yaitu Jumlah Penduduk Miskin (y), Indeks Pembangunan Manusia (X_1), Rata – rata Pengeluaran Perkapita (X_2), Tingkat Pengangguran Terbuka (X_3), Upah Minimum (X_4), Gini Ratio (X_5).

Tahapan Penelitian

Langkah – langkah dalam melakukan analisis *Geographically Weighted Panel Regression* untuk melihat model mana yang terbaik dan faktor manakah yang mempengaruhi kemiskinan Provinsi Jawa Barat Tahun 2019 – 2022 adalah sebagai berikut :

1. Melakukan eksplorasi data untuk melihat karakteristik data secara umum.
2. Membuat model regresi data panel yaitu :
 - a. Model Gabungan (Common Effect Model)

$$y_{it} = \alpha + \beta_1 x_{1,it} + \beta_2 x_{2,it} + \cdots + \beta_k x_{k,it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Dimana,

y_{it} = variabel terikat untuk unit *cross – section* ke - i , *time series* ke - t

α = Konstanta

β_1 = koefisien regresi ke – 1

$x_{1,it}$ = Variabel bebas ke 1 untuk *cross section* ke – i , *time series* ke - t , $i = 1, 2, 3, \dots N$ (banyaknya data *cross – section*), $t = 1, 2, 3, \dots T$ (banyaknya data *time series*)

ε_{it} = *error cross – section* ke - i dan *time series* ke – t

- b. Model Pengaruh Tetap (*Fixed Effect Model*)

- a) Persamaan model pengaruh tetap dengan pengaruh spesifik unit individu.

$$y_{ij} = \alpha + f_i + \beta_1 x_{1,it} + \beta_2 x_{2,it} + \cdots + \beta_k x_{k,it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

dengan f_i merupakan pengaruh spesifik unit individu ke – i .

- b) Persamaan model pengaruh tetap dengan pengaruh spesifik unit *time series*.

$$y_{ij} = \alpha + \lambda_i + \beta_1 x_{1,it} + \beta_2 x_{2,it} + \cdots + \beta_k x_{k,it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

dengan λ_i merupakan pengaruh spesifik unit waktu ke – i .

- c) Persamaan model pengaruh tetap dengan pengaruh spesifik unit *time series* dan unit individu.

$$y_{ij} = \alpha + \lambda_i + f_i + \beta_1 x_{1,it} + \beta_2 x_{2,it} + \cdots + \beta_k x_{k,it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

Salah satu cara dalam mengestimasi nilai β pada model pengaruh tetap adalah metode *within transformation*, yaitu menghilangkan pengaruh spesifik individu dengan suatu transformasi sehingga didapatkan nilai intersep antar unit individu menjadi konstan. *Within transformation* yaitu mengurangi data terhadap rata - rata *time series* yang bersesuaian.

- c. Model Pengaruh Acak (*Random Effect Model*)

$$y_{it} = \alpha + \beta_1 x_{1,it} + \beta_2 x_{2,it} + \cdots + \beta_k x_{k,it} + \omega_{it} \quad (5)$$

Dengan, $\omega_{it} = \gamma_i + \varepsilon_{it}$

dengan γ_i merupakan komponen galat individu ke – i dan ω_{it} merupakan kombinasi komponen galat. Pendugaan parameter model pengaruh acak dengan *Generalized Least Square (GLS)*.

3. Pemilihan model regresi data panel dengan menggunakan *Uji Chow* dan *Uji Hausman* sebagai berikut:
 - a. *Uji Chow*

Uji Chow digunakan untuk menentukan model apakah *Common Effect Model (CEM)* ataukah *Fixed Effect Model (FEM)* yang paling tepat digunakan dalam mengestimasi data panel.

Hipotesis:

$H_0 : \beta_{0_1} = \beta_{0_2} = \cdots = \beta_{0_N} = \beta_0$ (*Common Effect Model* yang terbaik)

$H_1 : \text{Minimal terdapat satu } \beta_0 \text{ yang berbeda}$ (*Fixed Effect Model* yang terbaik)

Statistik Uji :

$$F_C = \frac{RSS_1 - RSS_2 / (N - 1)}{RSS_2 / (NT - N - K)} \quad (6)$$

Dengan, RSS_1 = *residual sum of square* hasil CEM, RSS_2 = *residual sum of square* hasil FEM, N = jumlah data *cross section*, K = jumlah variabel bebas. Tolak H_0 jika nilai *p-value* $< \alpha$ artinya model yang terpilih yaitu model pengaruh tetap (*Fixed Effect Model* atau FEM).

b. Uji Hausman

Uji Hausman digunakan untuk memilih *Fixed Effect Model* atau *Random Effect Model*. Uji Hausman dilakukan jika pada uji Chow terpilih *Fixed Effect Model*.

Hipotesis :

H_0 : *Random Effect Model* yang terbaik

H_1 : *Fixed Effect Model* yang terbaik

Statistik uji :

$$W = (\hat{\beta}_{RE} - \hat{\beta}_{FE})^T [Var(\hat{\beta}_{RE}) - Var(\hat{\beta}_{FE})]^{-1} (\hat{\beta}_{RE} - \hat{\beta}_{FE}) \quad (7)$$

dimana, $\hat{\beta}_{RE}$ = koefisien model *Random Effect Model*, $\hat{\beta}_{FE}$ = koefisien model *Fixed Effect Model*. Tolak H_0 jika nilai p -value < α artinya model yang terpilih yaitu model pengaruh tetap (*Fixed Effect Model* atau FEM).

4. Melakukan pengujian asumsi regresi data panel sebagai berikut :

a. Uji Normalitas dengan *Kolmogorov Smirnov*

Uji ini digunakan untuk melihat apakah sisaan menyebar normal atau tidak dengan menggunakan *Kolmogorov Smirnov*.

Hipotesis :

H_0 : Sisaan menyebar normal

H_1 : Sisaan tidak menyebar normal

Statistik Uji :

$$D = \sup_x |F_n(x) - F_0(x)| \quad (8)$$

dimana, D = Nilai statistik dari *kolmogorov smirnov*, $F_n(x)$ = Fungsi distribusi kumulatif dari residual, $F_0(x)$ = Fungsi distribusi kumulatif normal standar (dengan mean dan standar deviasi residual). Tolak H_0 jika nilai p - value artinya tidak menyebar normal

b. Uji Multikolinearitas menggunakan nilai VIF

Uji multikolinearitas yaitu kondisi adanya hubungan linier antar beberapa atau semua peubah penjelas dari model regresi. Cara untuk mendeteksi masalah multikolinieritas yaitu dengan cara menghitung nilai Variance Inflation Factors (VIF) dan Tolerance (Mardiatmoko, 2020).

Hipotesis :

H_0 : tidak terdapat multikolinearitas

H_1 : terdapat multikolinearitas

Statistik Uji :

$$VIF_k = \frac{1}{1 - R_k^2} ; k = 1, 2, 3, \dots, K \quad (9)$$

dimana, R_k^2 adalah nilai koefisien korelasi antar variabel bebas ke - k dengan variabel bebas lainnya. Jika nilai $VIF > 10$ (Mardiatmoko, 2020) maka dapat disimpulkan terdapat multikolinieritas secara signifikan,

5. Uji Autokorelasi Spasial menggunakan uji Indeks dengan persamaan (10)

Uji kebebasan sisaan (autokorelasi) salah satunya dapat dilakukan dengan pengujian *Run Test* digunakan untuk menguji keacakan data.

Hipotesis:

H_0 : $I = 0$ (Tidak terdapat autokorelasi spasial antar lokasi)

H_1 : $I \neq 0$ (Terdapat autokorelasi spasial antar lokasi)

Rumus hitungan :

$$I = \left[\frac{N}{S} \right] \left\{ \frac{|\varepsilon' W \varepsilon|}{\varepsilon' \varepsilon} \right\} \quad (10)$$

dimana, ε adalah vektor residual dari OLS, W yaitu matriks pembobot spasial, N adalah banyaknya data dan S adalah faktor standarisasi. Untuk matriks pembobot yang terstandarisasi maka $\left[\frac{N}{S}\right]$ bernilai satu.

Statistik Uji :

$$Z_I = \frac{(I - E(I))}{\sqrt{\text{Var}(I)}} \quad (11)$$

dengan $E(I)$ adalah rata – rata dan $\text{Var}(I)$ adalah ragam dari Moran Statistik.

Tolak H_0 jika $|Z_I| \geq \frac{Z_\alpha}{2}$

6. Uji Heterogenitas Spasial menggunakan uji *Breusch-pagan*

Hipotesis :

$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_N^2 = \sigma^2$ (Tidak terdapat heterogenitas spasial)

$H_1: \sigma_i^2 \neq \sigma^2$ (Terdapat heterogenitas spasial)

Statistik uji *Breusch – Pagan* sebagai berikut (Greene., 2008):

$$BP = \frac{1}{2} \mathbf{f}' \mathbf{Z} (\mathbf{Z}' \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}' \mathbf{f} \quad (12)$$

dimana, $\mathbf{f} = (f_1, f_2, f_3, \dots, f_N)$ dengan $f_i = \frac{e_i^2}{\sigma^2} - 1$, $e_i = y_i - \hat{y}_i$ adalah least square residual unit ke – i , $\mathbf{Z}$ = matriks berdimensi berukuran $N \times (K \times 1)$ berisi vektor variabel bebas, T = banyaknya unit time series. N = banyaknya unit cross - section. Tolak H_0 jika nilai $BP > \chi_{(K)}^2$ atau nilai p-value $< \alpha$ artinya terdapat heterogenitas spasial pada model

7. Menentukan fungsi pembobot spasial terbaik sebagai berikut :

Adaptive Kernel Gaussian

$$w_{ij} = \exp \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{d_{ij}}{h_i} \right)^2 \right) \quad (13)$$

Adaptive Kernel Bisquare

$$w_{ij} = \left\{ \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{h_i} \right)^2 \right)^2 \right\} \quad (14)$$

Fixed Kernel Gaussian menggunakan persamaan (14)

$$w_{ij} = \exp \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{d_{ij}}{h_i} \right)^2 \right) \quad (15)$$

Fixed Kernel Bisquare menggunakan persamaan (2.23)

$$w_{ij} = \left\{ \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{h} \right)^2 \right)^2 \right\} \quad (16)$$

8. Menentukan nilai bandwidth optimum sebagai berikut :

Nilai CV minimum

$$CV = \sum_{i=1}^N [y_i - \hat{y}_{\neq i}(h)]^2 \quad (17)$$

dengan $\hat{y}_{\neq i}(h)$ adalah nilai dugaan untuk y_i dengan menghilangkan pengamatan ke – i dari proses pengujian parameter.

Koefisien determinasi (R^2)

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \times 100\% \quad (18)$$

dimana, y_i = data asli pada penelitian ke – i , $\hat{y}$ = hasil prediksi pada penelitian ke – i , $\bar{y}$ = nilai rata – rata variabel terikat, n = jumlah data penelitian

Akaike's Informtion Criterion (AIC)

$$AIC = 2n \ln(\hat{\sigma}) + n \ln(2\pi) + n + tr(L) \quad (19)$$

dengan $\hat{\sigma}$ adalah nilai estimator standar deviasi dari residual yaitu $\hat{\sigma} = \frac{RSS}{n}$ dan L adalah matriks proyeksi dimana $\hat{y} = Ly$

9. Melakukan pemodelan GWPR untuk masing – masing wilayah
10. Melakukan uji signifikasi parameter model GWPR sebagai berikut :

Uji Simultan menggunakan F_{hitung}

H_0 : seluruh parameter dalam model *GWPR* berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat

H_1 : minimal ada satu parameter dalam model *GWPR* tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat

Statistik Uji:

$$F = \frac{(SSR_{restricted} - SSR_{unrestricted})/r}{SSR_{unrestricted}/(n - p)} \quad (20)$$

dimana, $SSR_{restricted}$ = jumlah kuadrat *residual* dari model terpilih dengan pembatasan (misalnya tanpa variabel bebas), $SSR_{unrestricted}$ = jumlah kuadrat *residual* dari model *GWPR*, r = jumlah parameter yang dibatasi, p = jumlah total parameter model, n = banyaknya data.

Tolak H_0 jika nilai $p - value < \alpha$

Uji Parsial dengan uji t_{hitung}

Hipotesis :

$H_0 : \beta_k(s_i) = 0$ (tidak terdapat pengaruh yang signifikan dari variabel bebas dilokasi ke - i)

H_1 : minimal ada satu $\beta_k(s_i) \neq 0$, (terdapat pengaruh yang signifikan dari variabel bebas terhadap dilokasi ke - i)

Statistik Uji :

$$t_{hit} = \frac{\beta_k(u_i - v_i)}{SE[\beta_k(u_i - v_i)]} \quad (21)$$

dimana, $\beta_k(u_i - v_i)$ = nilai koefisien *GWPR* variabel ke - k , $SE(\hat{\beta}_k)$ = standar *error* dari koefisien tersebut. Tolak H_0 jika nilai $p - value < \alpha$

11. Interpretasi dan Kesimpulan

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan**Eksplorasi Data**

Kabupaten/Kota di Jawa Timur secara administratif terdiri atas 34 provinsi. Provinsi – provinsi tersebut memiliki karakteristik dari segi ekonomi, sosial, lingkungan yang berbeda, begitu pula banyaknya fenomena kemiskinan. Maka dari itu perlu diketahui variabel mana saja yang mempengaruhi terjadinya kemiskinan dari tahun 2019 sampai 2022 yang akan disajikan dalam bentuk statistik deskriptif sebagai berikut:

Tabel 1 Statistik deskriptif variabel yang digunakan

Variabel	Nilai Minimum	Nilai Maksimum	Rata – rata
PK (ribu jiwa)	6,63	276,58	113,7197
IPM (persen)	61,94	82,74	72,18796
RPP (rupiah)	8.610	18.345	11624,03
TPT (persen)	0,91	10,97	5.017697
UM (rupiah)	1.763.268	4.375.479	2421467
GR (poin)	0,256	0,421	0,3331033

Pemodelan Regresi Data Panel

Model Gabungan (Common Effect Model)

Model ini mengasumsikan nilai intersep dan koefisien kemiringan adalah sama untuk semua unit individu dan waktu. Berikut persamaan regresi data panel model gabungan :

$$\widehat{Kemiskinan} = 890,09 - 0,12933IPM^{**} + 0,0028871RPP + 5,066TPT + 0,000003874UM^{**} + 0,13471GR$$

Model Pengaruh Acak (Random Effect Model)

Model ini memasukan pengaruh unit individu dan waktu ke dalam komponen sisaan yang tidak berkorelasi dengan peubah penjelas yang diamati. Berikut persamaan model regresi data panel model pengaruh acak :

$$\widehat{Kemiskinan} = 243,19 - 1,8425IPM - 0,0003015RPP - 0,48210TPT + 0,00000156UM^{**} + 9,7361GR$$

Model Pengaruh Tetap (Fixed Effect Model)

Model ini mengasumsikan intersep bervariasi antar unit individu maupun koefisien kemiringan antar unit individu adalah konstan. Berikut persamaan regresi data panel model pengaruh tetap dengan pengaruh spesifik individu sebagai berikut :

$$\widehat{Kemiskinan} = -0,62702IPM - 0,02006RPP^{**} - 0,028946TPT + 0,0000031UM^{**} + 9,5213GR$$

Pemilihan Model Data Panel

Uji Chow

Hipotesis :

H_0 : Model Gabungan (*Common Effect Model*) terbaik

H_1 : Model Pengaruh Tetap (*Fixed Effect Model*) terbaik

Interpretasi :

Nilai F_{hit} sebesar 332,77 dengan $p - value < 2,2 \times 10^{-16}$. Hasil Uji Chow didapatkan nilai F_{hit} sebesar 332,77 dengan $p - value < 2,2 \times 10^{-16}$ yang lebih kecil dari taraf nyata $\alpha = 5\%$ sehingga tolak H_0 artinya model yang terpilih adalah model pengaruh tetap sehingga dilanjutkan ke Uji Hausman.

Uji Hausman

Hipotesis :

H_0 : Model Pengaruh Acak (*Random Effect Model*) Terbaik

H_1 : Model Pengaruh Tetap (*Fixed Effect Model*) Terbaik

Interpretasi :

Nilai X_k^2 sebesar 35,23 dengan $p - value = 0,00000001354$. Hasil Uji Chow didapatkan nilai X_k^2 sebesar 9,2861 dengan $p - value = 0,09818$ yang lebih besar dari taraf nyata $\alpha = 5\%$ sehingga terima H_0 artinya model yang terpilih adalah model pengaruh acak.

Pengujian Asumsi Regresi Data Panel

Uji Normalitas Sisaan

Hipotesis :

H_0 : Sisaan *Random Effect Model* menyebar normal

H_1 : Sisaan *Random Effect Model* tidak menyebar normal

Interpretasi :

$p - value = 0,2146$. Dapat dilihat pada nilai $p - value$ sebesar 0,2146 lebih besar dari taraf nyata $\alpha = 5\%$ sehingga terima H_0 artinya sisaan model pengaruh acak menyebar normal.

Uji Multikolinearitas

Nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) setiap variabel bebas selama empat tahun tidak ada yang lebih dari 10. Hal tersebut menunjukkan terdapat multikolinieritas pada variabel bebas tersebut.

Tabel 2. Nilai Variance Inflation Factor (VIF)

Variabel	Nilai VIF
Indeks Pembangunan Manusia (IPM)	7.162387
Rata – rata Pengeluaran Perkapita (RPP)	7.155573
Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT)	1.888587
Upah minimum (UM)	1.592694
Gini Ratio (GR)	1.326800

Pengujian Autokorelasi Spasial

Hipotesis:

$H_0: I = 0$ (Tidak terdapat autokorelasi spasial antar lokasi)

$H_1: I \neq 0$ (Terdapat autokorelasi spasial antar lokasi)

Interpretasi :

$p - value = 0,4727$. Dapat dilihat pada nilai $p - value$ sebesar 0,4727 lebih besar dari taraf nyata $\alpha = 5\%$ sehingga terima H_0 artinya Tidak terdapat autokorelasi spasial antar lokasi.

Pengujian Heterogenitas Spasial

Hipotesis :

$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_N^2 = \sigma^2$ (Tidak terdapat heterogenitas spasial)

$H_1: \sigma_i^2 \neq \sigma^2$ (Terdapat heterogenitas spasial)

Interpretasi :

$p - value = 0,01749$. Dapat dilihat pada nilai $p - value$ sebesar 0,01749 lebih kecil dari taraf nyata $\alpha = 5\%$ sehingga tolak H_0 artinya terdapat heterogenitas spasial.

Menentukan Nilai Bandwidth Optimum

Untuk melakukan pemodelan *GWPR* adalah pemilihan fungsi pembobot kernel terbaik untuk mendapatkan matriks pembobot spasial yang digunakan pada pemodelan *GWPR*.

Tabel 3. Ringkasan masing – masing fungsi pembobot kernel

Fungsi pembobot kernel	R^2	AIC	<i>Bandwidth Optimum</i>
<i>Adaptive Bisquare</i>	96,04%	1294,801	Berbeda – beda setiap kabupaten/kota
<i>Adaptive Gaussian</i>	75,32%	1526,586	Berbeda – beda setiap kabupaten/kota
<i>Fixed Bisquare</i>	65,38%	1599,067	0,9636111
<i>Fixed Gaussian</i>	64,02%	1578,235	1,721114

Pemodelan *GWPR*

Berdasarkan penduga parameter digunakan untuk membentuk model *GWPR* dimana model yang dihasilkan berbeda-beda di tiap Kab/Kota. Contoh model *GWPR* dengan Jumlah Penduduk Miskin per Luas Wilayah yang memiliki Tingkat kemiskinan paling tinggi sebagai berikut:

$$Y_{Malang} = 2771,9791 - 56,87213IPM^{**} + 0,065452768RPP^{**} \\ - 2,133215TPT + 0,000018UM^{**} + 813,70703GR^{**}$$

Model *GWPR* Kabupaten Malang memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 96,04%. Hal ini berarti Tingkat kemiskinan penduduk yang dapat dijelaskan oleh model sebesar 96,04% dan sisanya 3,94% dijelaskan oleh faktor – faktor lain yang tidak dimasukkan kedalam model.

Variabel bebas yang berpengaruh signifikan terhadap penduduk miskin di Kabupaten Malang adalah IPM, RPP dan UM dan GR. Variabel IPM sebesar 56,87213 artinya untuk Kabupaten Malang pada tahun ke t jika terjadi kenaikan 1% pada IPM maka akan meningkat penduduk miskin sebesar 56,87213. Variabel RPP sebesar 0,065452768 artinya untuk Kabupaten Malang pada tahun ke t jika terjadi kenaikan 1% pada RPP maka akan meningkat penduduk miskin sebesar 0,065452768. Variabel UM sebesar 0,000018 artinya untuk Kabupaten Malang pada tahun ke t jika terjadi kenaikan 1% pada UM maka akan meningkat penduduk miskin sebesar 0,000018 dengan syarat variabel lain konstan. Variabel GR sebesar 813,70703 artinya untuk Kabupaten Malang pada tahun ke t jika terjadi kenaikan 1% pada GR maka akan meningkat penduduk miskin sebesar 813,70703 dengan syarat variabel lain konstan.

Uji Signifikan Parameter

Tabel 4. Pengelompokan Kota/Kabupaten berdasarkan hasil uji signifikansi parameter model GWPR

Variabel peubah berpengaruh	Kab/Kota
Tidak Ada	Kabupaten Pacitan, Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Tulungagung, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Bojonegoro
RPP, UM, GR	Kabupaten Blitar, Kota Blitar
IPM, UM	Kabupaten Kediri, Kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Situbondo, Kota Kediri
IPM, RPP, UM	Kabupaten Malang, Kabupaten Lumajang, Kabupaten Probolinggo, Kota Malang, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan
UM	Kabupaten Jember, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Jombang, Kabupaten Tuban
RPP, UM	Kabupaten Mojokerto
IPM, RPP	Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Ngawi, Kabupaten Gresik, Kabupaten Bangkalan, Kabupaten Sampang, Kota Surabaya
IPM	Kabupaten Madiun, Kabupaten Magetan, Kabupaten Lamongan, Kota Madiun
IPM, GR	Kabupaten Pamekasan
TPT, GR	Kabupaten Sumenep
TPT, UM	Kota Mojokerto
IPM, RPP, TPT, GR	Kota Batu

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan *Geographically Weighted Panel Regression* dapat diambil simpulan sebagai berikut :

1. *Random Effect Model* GWPR dengan pembobot *adaptive bisquare* merupakan model terbaik untuk pemodelan jumlah penduduk miskin di Provinsi Jawa Timur, karena memiliki nilai AIC terkecil sebesar 1294,801
2. Hasil pemodelan *Random Effect Model* GWPR menunjukkan variabel yang berpengaruh terhadap jumlah penduduk miskin di tiap kabupaten/kota, berdasarkan kesamaan variabel yang berpengaruh di tiap kabupaten/kota didapatkan pengelompokan sebanyak 11 kelompok.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan lancar. Selanjutnya kepada orangtua dan keluarga yang selalu pihak yang memberikan hibah atau dana untuk kegiatan riset. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan lancar. Selanjutnya kepada orangtua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan baik moral maupun materi kepada penulis. Selanjutnya kepada Ibu Dwi Agustin Sirodj, S.Si., M.Stat selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dan pengetahuan kepada penulis demi terselesaikannya skripsi ini dengan baik. Dan tidak lupa, kepada sahabat dan teman-teman yang telah memberikan motivasi dan semangat.

Daftar Pustaka

- Aida Nurul Islah, & Teti Sofia Yanti. (2024). Peramalan Jumlah Kunjungan Pasien Balita Dengan Metode Holt's Double Exponential Smoothing. *Jurnal Riset Statistika*, 119–126. <https://doi.org/10.29313/Jrs.V4i2.5026>
- Amalina, F. N., & Achmad, A. I. (N.D.). *Perbandingan Fuzzy C-Means Clustering Dan Fuzzy Possibilistic C-Means Clustering Dalam Pengelompokan Kabupaten/Kota Di Jawa Barat Berdasarkan Akses Terhadap Sumber Air Dan Sanitasi Layak Pada Tahun 2020*. <https://journals.sangkuriangpublisher.com/datamath>
- Fitriani, A. N., & Suliadi. (2021). Selang Kepercayaan Koefisien Korelasi Berdasarkan Empirical Likelihood Dan Penerapannya Pada Data Rata-Rata Lama Sekolah Dan Penduduk Miskin Kota/Kabupaten Di Indonesia. *Jurnal Riset Statistika*, 1(1), 51–56. <https://doi.org/10.29313/Jrs.V1i1.146>
- Mardiatmoko. (2020). *Implementasi Geographically Weighted Regression (Gwr) Dan Mixed Geographically Weighted Regression (Mgwr) Dalam Perhitungan Penduduk Miskin*.
- Martha, S., Yundari, Y., Rizki, S. W., & Tamtama, R. (2021). Penerapan Metode Geographically Weighted Panel Regression (Gwpr) Pada Kasus Kemiskinan Di Indonesia. *Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 15(2), <https://doi.org/10.30598/Barekengvol15iss2pp241-248>
- Berita Pembangunan. (N.D.). Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas).
- Caraka, R., & Yasin, H. (2017). Geographically Weighted Regression (Gwr): Sebuah Pendekatan Regresi Geografis. Mobius.
- Fischer, M., & Getis, A. (2010). *Handbook Of Applied Spatial Analysis*. Springer.
- Fitri, E. P. (2019). Perbandingan Model Geographically Weighted Panel Regression Dengan Pembobot Adaptive Gaussian Dan Adaptive Bisquare Untuk Indeks Pembangunan Manusia Di Jawa Tengah.
- Fotheringham, A., Brundson, C., & Charlton, M. (2002). *Geographically Weighted Regression: The Analysis Of Spatially Varying Relationships*. Willey.
- Indeks Pembangunan Manusia. (N.D.). Badan Pusat Statistik.
- Jajang, J., Saefuddin, A., Mangku, I. W., & Siregar, H. (2013). Analisis Kemiskinan Menggunakan Model Panel Spasial Statik. *Mimbar, Jurnal Sosial Dan Pembangunan*, 29(2), 195. <https://doi.org/10.29313/Mimbar.V29i2.396>
- Machmud, A. (2016). *Perekonomian Indonesia Pasca Reformasi*. Erlangga.
- Sjafrizal. (2018). *Analisis Ekonomi Regional Dan Penerapannya Di Indonesia*.
- Utami, M., Yanti, T. S., Statistika, P., Matematika, F., & Alam, P. (2019). Pemodelan Kasus Pneumonia Pada Balita Di Kota Bandung Menggunakan Geographically Weighted Panel Regression.
- Utami, & Yanti, T. (2021). Pemodelan Kasus Pneumonia Pada Balita Di Kota Bandung Menggunakan Geographically Weighted Panel Regression. *Prosiding Statistika*, 7(2), 354–362.
- Wati, D. C., & Utami, H. (2020). Model Geographically Weighted Panel Regression (Gwpr) Dengan Fungsi Kernel Fixed Gaussian Pada Indeks Pembangunan Manusia Di Jawa Timur. *Jurnal Matematika Thales*, 2(1), 78–97. <https://doi.org/10.22146/Jmt.49230>
- Wooldridge, J. (2002). *Econometric Analysis Of Cross Section And Panel Data*. Mit Press.