

**ANALISIS PERTUMBUHAN EKONOMI DI JAWA TENGAH  
DENGAN GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION MODEL  
DENGAN PEMBOBOT KERNEL GAUSSIAN**

**Reynaldi Komtua Naibaho\*, Rosita Kusumawati**

Program Studi Statistika, Universitas Negeri Yogyakarta

\*e-mail: [reynaldikomtua.2018@student.uny.ac.id](mailto:reynaldikomtua.2018@student.uny.ac.id); [rosita.kusumawati@gmail.com](mailto:rosita.kusumawati@gmail.com)

**Abstrak.** Pertumbuhan ekonomi suatu daerah dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor-faktor seperti tingkat pendidikan, infrastruktur pendukung, tingkat kesehatan. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi suatu daerah dapat berbeda dengan daerah lain. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi suatu daerah dan apakah faktor geografis juga mempengaruhi pertumbuhan ekonomi suatu daerah dengan menggunakan model *Geographically Weighted Regression* (GWR). Model GWR merupakan pengembangan dari model regresi berganda yang ketika asumsi heterogenitas tidak terpenuhi pada model regresi berganda maka dilakukan pembobotan dengan metode *Weighted Least Regression* (WLS). Pada penelitian ini pembobot yang digunakan adalah lokasi geografis dengan fungsi pembobot *fixed kernel gaussian* dan *adaptive kernel gaussian*. Diperoleh model GWR terbaik adalah model GWR dengan fungsi pembobot *adaptive kernel gaussian* yang ditunjukkan dengan nilai  $JKG = 1,014040e^{+16}$ ,  $AIC = 1270,36$ ,  $R^2 = 0,56$  dan nilai  $p$  sebesar 0,443. Model GWR ini menghasilkan 35 model lokal. Model lokal yang diperoleh dapat dikelompokkan menjadi 5 kelompok berdasarkan variabel-variabel independen yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel dependen.

**Kata kunci:** regresi, GWR, pertumbuhan ekonomi

**Abstract.** The economic growth of an area can be influenced by various factors such as the level of education, supporting infrastructure, level of health. The factors that affect the economic growth of a region may be different from other regions. This study aims to determine the factors that influence the economic growth of a region and whether geographical factors also affect the economic growth of an area by using the *Geographically Weighted Regression* (GWR) model. The GWR model is an extension of the multiple regression model, when the assumption of heterogeneity is not met in the multiple regression model, it is weighted using the *Weighted Least Regression* (WLS) method. In this study the weights used were geographic locations with the *fixed gaussian kernel* and *adaptive gaussian kernel* weighting functions. The best GWR model obtained is the GWR model with the *adaptive gaussian kernel* weighting function as indicated by the value of  $JKG = 1,014040e^{+16}$ ,  $AIC = 1270.36$ ,  $R^2 = 0.56$  and a  $p$ -value of 0.443. This GWR model produces 35 local models. The local models obtained can be grouped

into 5 groups based on the independent variables that have a significant effect on the dependent variable.

**Keywords:** regression, GWR, economic growth

## PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi dapat dipengaruhi oleh berbagai macam faktor, berdasarkan hasil laporan (Grant, 2017) pendidikan menjadi salah satu faktor yang sangat mempengaruhi pertumbuhan ekonomi suatu negara, negara dengan tingkat pendapatan yang rendah-menengah cenderung kurang memperhatikan pendidikan warganya. Pada penelitian (Weil, 2014), tingkat kesehatan masyarakat turut mempengaruhi pertumbuhan ekonomi di berbagai negara, diukur dengan harapan hidup dan beberapa indikator lain. Penelitian (Palei, 2015) infrastruktur seperti rumah sakit, sekolah, jalan raya, pengairan merupakan faktor yang memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi suatu negara.

Kondisi suatu daerah dapat berbeda dengan daerah-daerah yang lain karena pengaruh kondisi geografis, sumber daya alam, sumber daya manusia yang dimiliki dll. Perbedaan kondisi ini menyebabkan terjadinya perbedaan kegiatan ekonomi yang mempengaruhi pertumbuhannya. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan penelitian terkait faktor-faktor yang berpengaruh pada pertumbuhan ekonomi ketika terjadi masalah heterogenitas spasial adalah metode *weighted least regression* dengan pembobot lokasi geografis, hasil dari metode ini adalah model *geographically weighted regression*.

Model *geographically weighted regression* (GWR) merupakan pemodelan pengembangan dari metode regresi. Namun, pemodelan GWR memiliki parameter persamaan pada setiap lokasi pengamatan berbeda dengan lokasi lainnya. Sehingga banyaknya vektor parameter yang diduga adalah sebanyak lokasi pengamatan yang digunakan dalam data. Dalam GWR, model yang dihasilkan juga tidak dapat digunakan untuk menduga parameter selain parameter di lokasi pengamatan (Jetz, Rahbek, & Lichstein 2005). Penelitian model GWR telah banyak dilakukan oleh peneliti, seperti penelitian yang telah dilakukan oleh (Amelia et al., 2020) tentang pemodelan incident rate demam berdarah dengue di Indonesia yang berkaitan dengan faktor lingkungan menggunakan model GWR. Penelitian lain dilakukan oleh (Lutfiani et al., 2019) dan (Magri & Ispriyanti, 2013) yang menyatakan bahwa model GWR lebih efektif daripada OLS dan model GWR dapat menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kemiskinan di Provinsi Sumatera Barat pada tingkat kabupaten/kota.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis pertumbuhan ekonomi di Jawa Tengah tahun 2021 dengan variabel independen yang digunakan yaitu angka partisipasi murni, usia harapan hidup, jumlah SMK dan jumlah rumah sakit terhadap produk domestik regional bruto sebagai variabel dependen menggunakan model GWR dengan fungsi pembobot fixed kernel gaussian dan adaptive kernel gaussian.

## METODE

### Variabel dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari publikasi Badan Pusat Statistik (BPS Jawa Tengah, 2022) berupa data PDRB angka partisipasi murni, usia harapan hidup, jumlah SMK dan jumlah rumah sakit dan simplemaps (Simplemaps, 2022) berupa data letak geografis (*longitude* dan *latitude*) tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah sebagai pembobot geografis. Penelitian ini juga menggunakan. Banyaknya unit observasi dalam penelitian ini adalah sebanyak 35 kabupaten/kota di provinsi Jawa Tengah.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel PDRB (Y), Angka partisipasi murni (X<sub>1</sub>), Usia harapan hidup (X<sub>2</sub>), jumlah SMK (X<sub>3</sub>), jumlah rumah sakit (X<sub>4</sub>) dan, variabel geografis yaitu longitude (v) dan latitude (u).

### Analisis Data

*Geographically weighted regression* (GWR) merupakan model perluasan dari model regresi linear berganda dengan perhatian terhadap heterogenitas spasial. Menurut (Lu et al., 2014) GWR adalah teknik non-stasioner yang memodelkan hubungan yang bervariasi secara spasial. Heterogenitas spasial terjadi apabila terdapat respon yang tidak sama dari variabel independen pada lokasi yang berbeda dalam satu wilayah penelitian. Model GWR menghasilkan nilai parameter yang berbeda untuk setiap titik atau lokasi yang dianalisis. Model GWR lokal untuk setiap lokasi dapat ditulis sebagai berikut (Fotheringham et al., 2002);

$$Y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^k \beta_k(u_i, v_i)X_{ik} + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

dimana:

- $Y_i$  : nilai variabel dependen pada lokasi ke- $i$
- $x_{ik}$  : nilai observasi variabel independen ke- $k$  pada lokasi ke- $i$
- $\beta_0(u_i, v_i)$  : *intercept* pengamatan lokasi ke- $i$
- $(u_i, v_i)$  : menyatakan koordinat letak geografis (*longitude, latitude*) dari lokasi ke- $i$
- $\beta_k(u_i, v_i)$  : parameter ke- $k$  pada lokasi ke- $i$
- $\varepsilon_i$  : eror pada lokasi ke- $i$  yang diasumsikan identik, independen, dan berdistribusi normal dengan mean nol dan varian konstan  $\sigma^2$

Pengestimasi parameter pada model GWR dapat dilakukan dengan metode *weighted least square* (WLS). Metode WLS memberi bobot yang tidak sama pada semua amatan, dengan tujuan menstabilkan varians eror untuk memenuhi asumsi heterokedastisitas dan meminimumkan jumlah kuadrat galat yang dapat dituliskan sebagai berikut (Kutner et al., 2005):

$$JKG_{Weighted} = \sum_{i=1}^n w_i(u_i, v_i)(Y_i - \beta_0(u_i, v_i) - \beta_1(u_i, v_i)X_{i1} - \dots - \beta_k(u_i, v_i)X_{ik})^2 \quad (2)$$

Penduga parameter model GWR didapatkan dengan menambahkan pembobot lokasi pada rumus penduga parameter OLS atau dapat dituliskan sebagai berikut (Kutner et al., 2005);

$$\hat{\beta}(u_i, v_i) = (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{Y} \quad (3)$$

Dimana  $\hat{\beta}$  merupakan matriks dari koefisien regresi terestimasi dan  $\mathbf{W}(u_i, v_i)$  adalah matriks diagonal  $n \times n$  dengan elemen diagonalnya adalah fungsi pembobot geografis untuk setiap  $n$  data pada titik regresi ke- $i$ , dan elemen lainnya adalah 0. Jika ada  $n$  data dan  $k$  variabel, maka matriks  $\beta$  dan  $\mathbf{X}$  akan memiliki dimensi  $n \times (k + 1)$ .

$$\mathbf{W}(u_i, v_i) = \begin{pmatrix} w_{i1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & w_{i2} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & w_{in} \end{pmatrix}, \quad \hat{\beta} = \begin{pmatrix} \beta_{10} & \beta_{11} & \dots & \beta_{1k} \\ \beta_{20} & \beta_{21} & \dots & \beta_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \beta_{n0} & \beta_{n1} & \dots & \beta_{nk} \end{pmatrix},$$

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} 1 & X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1k} \\ 1 & X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{i1} & X_{i2} & \dots & X_{nk} \end{pmatrix}$$

Fungsi pembobot geografis digunakan untuk mendeskripsikan hubungan antara posisi pengamatan yang diamati dengan pengamatan lainnya. Fungsi yang digunakan sebagai fungsi pembobot adalah fungsi kernel. Fungsi kernel memberikan pembobot sesuai dengan bandwidth optimum yang nilainya bergantung pada data. Terdapat dua fungsi kernel dalam metode GWR yaitu fungsi fixed kernel (kernel yang memiliki bandwidth yang sama untuk semua lokasi pengamatan) dan fungsi adaptive kernel (kernel yang memiliki bandwidth yang berbeda untuk semua lokasi pengamatan) (Fotheringham et al., 2002).

1. Fixed Kernel

a. Fixed Kernel Gaussian

$$w_{ij} = \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{d_{ij}}{b} \right)^2 \right] \quad (4)$$

b. Fixed Kernel Bi-Square

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

2. Adaptive Kernel

a. Adaptive Kernel Gaussian

$$w_{ij} = \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{d_{ij}}{b_i} \right)^2 \right] \quad (6)$$

b. Adaptive Kernel Bi-square

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

dengan

$$d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2} = \text{jarak euclidean antara lokasi ke-}i \text{ dan ke-}j$$

Teknik analisis data sebagai berikut:

1. Eksplorasi data PDRB di Provinsi Jawa Tengah per kabupaten/kota.
2. Menyusun model regresi OLS
3. Menguji efek spasial menggunakan Breusch-Pagan test.
4. Estimasi parameter regresi dari model GWR dengan tahap-tahap sebagai berikut;
  - a. Menentukan bandwidth optimum untuk fungsi fixed kernel gaussian dan adaptive kernel gaussian dengan meminimumkan *cross validation (CV) value*. Bandwidth yang diperoleh digunakan untuk menghitung matriks pembobot spasial.

$$CV = \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{y}_{\neq i}(b)]^2 \quad (8)$$

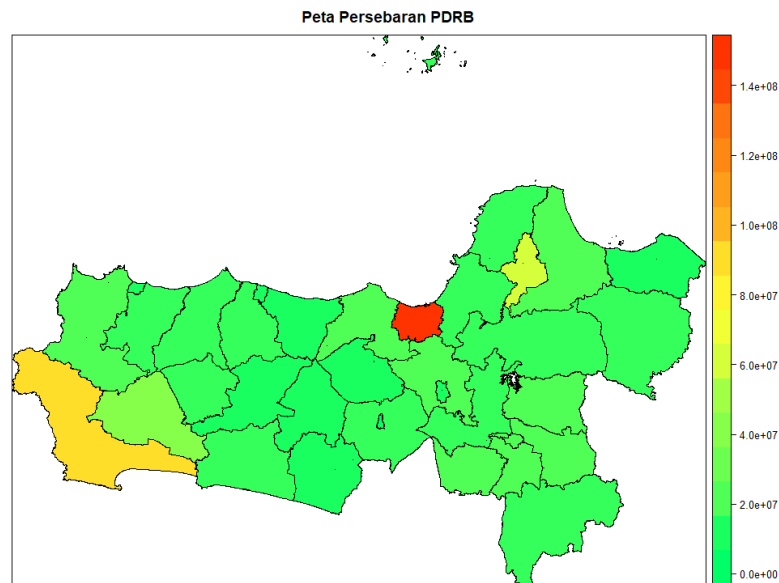
- b. Menghitung matriks pembobot spasial  $\mathbf{W}(u_i, v_i) = \text{diag}(w_{i1}, w_{i2}, \dots, w_{in})$  dengan fungsi pembobot *Fixed Kernel Gaussian* dan *Adaptive Kernel Gaussian*
  - c. Menghitung estimator parameter dari model GWR berikut:

$$\hat{\beta}(u_i, v_i) = (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{Y} \quad (9)$$

5. Bandingkan model yang telah terbentuk berdasarkan nilai JKG,  $R^2$ , dan AIC.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 1 dapat dilihat persebaran PDRB pada Provinsi Jawa Tengah, dapat dilihat adanya kesenjangan pada besaran PDRB dimana PDRB pada Kota Semarang merupakan PDRB tertinggi dibandingkan kabupaten/kota lainnya dengan besar Rp. 144.710.663.



Gambar 1. Peta Persebaran PDRB di Provinsi Jawa Tengah 2021

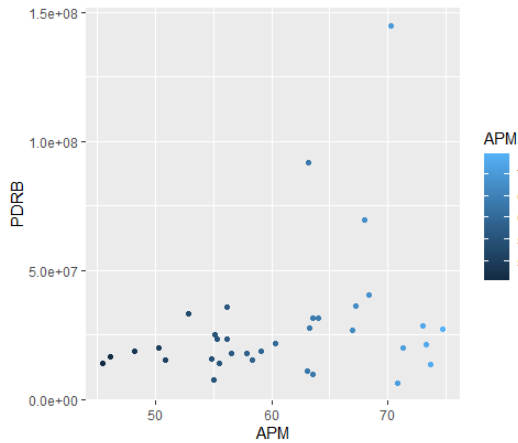
### 1. Statistik deskriptif

Analisis statistik deskriptif dilakukan untuk mengetahui karakteristik dilakukan untuk mengetahui karakteristik data yang akan dianalisis. Tabel 1. menampilkan ringkasan statistik dari variabel yang akan digunakan dalam analisis ini.

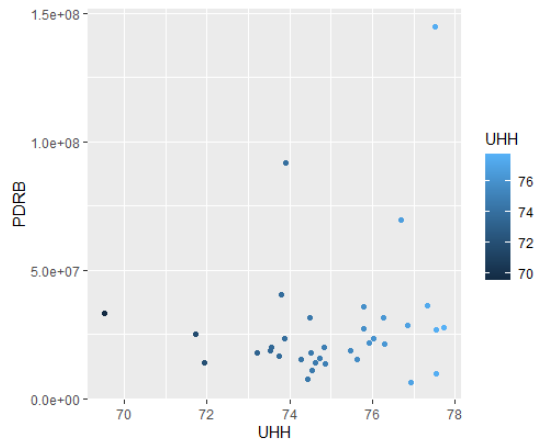
**Tabel 1. Statistik deskriptif dari variabel-variabel penelitian**

No	Variabel	Rata-rata	Nilai terkecil	Nilai terbesar	Simpangan baku
1	PDRB	28459068	6513895	144710663	26054185
2	Angka Partisipasi Murni	60,92	69,54	74,73	8,25
3	Usia Harapan Hidup	75,01	69,04	77,73	1,83
4	Jumlah SMK	44,31	13	95	19,41
5	Jumlah Rumah Sakit	9,43	3	29	6,11

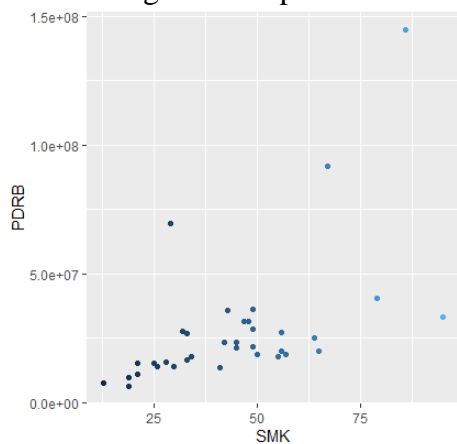
Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa rata-rata PDRB di Provinsi Jawa Tengah adalah Rp.28.459.068.000, dengan PDRB terkecil Rp.6.513.895.000 dan terbesar Rp.144.710.663.000. Adapun hubungan antara variabel-variabel independen angka partisipasi murni, usia harapan hidup, jumlah smk, jumlah rumah sakit dan variabel dependen PDRB dapat dilihat pada Gambar 1 sampai dengan Gambar 4.



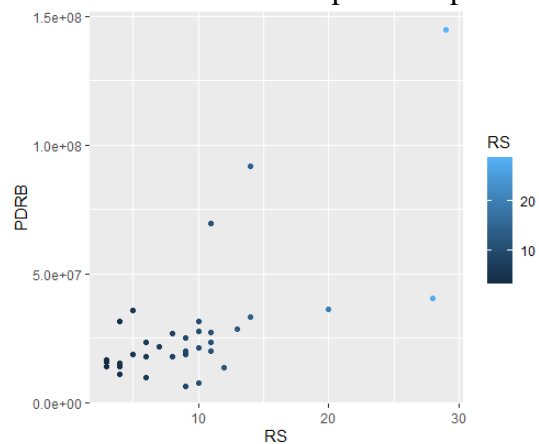
Gambar 2. Plot hubungan PDRB dan Angka Partisipasi Murni



Gambar 3. Plot hubungan PDRB dan Usia Harapan Hidup



Gambar 4. Plot hubungan PDRB dan Jumlah SMK



Gambar 5. Plot hubungan PDRB dan Jumlah Rumah Sakit

## 2. Model regresi OLS

Tahap pertama dalam melakukan analisis regresi adalah menyusun model regresi awal yang akan dianalisis, dimana dalam penelitian ini, model regresi awal dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Y_{i\text{PDRB}} = \beta_0 + \beta_1 X_{i\text{APM}} + \beta_2 X_{i\text{UHH}} + \beta_3 X_{i\text{jumlah SMK}} + \beta_4 X_{i\text{jumlah RS}} + \varepsilon \quad (10)$$

Selanjutnya dilakukan penaksiran parameter model dengan metode OLS, hasil dari proses penaksiran dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Penaksiran parameter regresi dengan metode OLS**

	<i>Estimate</i>	<i>Std.Error</i>	<i>t-value</i>	<i>P-value</i>
<i>Intercept</i>	-378107543	181248712	-2,086	0,045
APM	-642010	548630	-1,170	0,251
UHH	5372028	2571177	2,089	0,045
SMK	563768	264471	2,132	0,041
RS	1880138	827151	2,273	0,030

Dari Tabel 2. maka dapat disusun model regresi OLS sebagai berikut:



$$\hat{Y}_{iPDRB} = -378107543 + 5372028X_{iAPM} + 563768X_{iUHH} + 1880138X_{i \text{ jumlah SMK}} + 235,5X_{i \text{ jumlah RS}} \quad (11)$$

3. Uji Breusch-Pagan test

**Tabel 3. Hasil uji Breusch-Pagan test**

BP	p-value
13,898	0,007

Hasil uji Breusch-Pagan menunjukkan p-value sebesar  $0,007 < \alpha(0,05)$  sehingga terdapat keragaman spasial dalam model OLS, sehingga pengoptimalan model dapat dilakukan dengan melakukan pembobotan spasial pada model.

4. Model *Geographically Weighted Regression*

Tahap pertama dalam pemodelan GWR adalah menentukan *bandwidth* untuk setiap fungsi pembobot kernel yang ditentukan dalam penelitian ini pembobot yang digunakan adalah *fixed kernel gaussian* dan *adaptive kernel gaussian*. diperoleh nilai *bandwidth* optimal untuk fungsi pembobot *fixed kernel gaussian* adalah sebesar 2,840725 dengan nilai CV sebesar  $1,887575e^{+16}$  dan nilai *adaptive quantile* untuk fungsi pembobot *adaptive kernel gaussian* adalah sebesar 0,9999339 dengan nilai CV sebesar  $1,909967e^{+16}$ .

Tahap berikutnya adalah melakukan pemodelan GWR dengan mempertimbangkan faktor lokasi menggunakan *weighted least square* dengan fungsi pembobot *fixed kernel gaussian* dan *adaptive kernel gaussian*. Pada model GWR dengan *bandwidth fixed kernel gaussian* terdapat perbedaan pengaruh pada Kabupaten Wonogiri, Karanganyar, dan Sragen yang dipengaruhi oleh usia harapan hidup, jumlah SMK, dan jumlah RS, serta pada Kabupaten Blora dan Rembang yang hanya dipengaruhi oleh variabel jumlah RS sedangkan pada lokasi lain dipengaruhi *intercept* dan variabel usia harapan hidup, jumlah SMK dan jumlah RS. Pada penerapan model GWR dengan fungsi pembobot *adaptive kernel Gaussian* menghasilkan perbedaan pengaruh yang lebih banyak dari model GWR dengan fungsi pembobot *fixed kernel Gaussian*. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.

*Pembandingan Model*

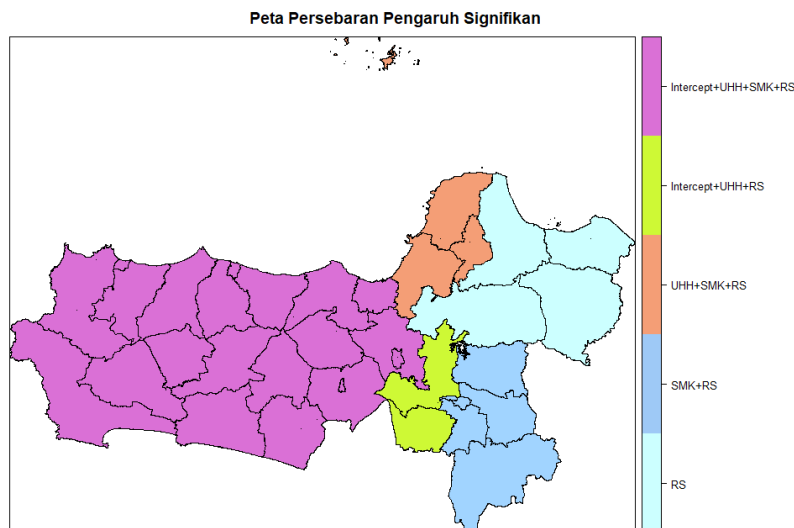
**Tabel 4. Tabel nilai JKG, AIC, R<sup>2</sup>**

Model	JKG	AIC	R <sup>2</sup>	p-value
OLS	1,070493e+16	1278,72	0,54	
GWR FIXED	1,042513e+16	1271,06	0,55	0,472
GWR ADAPTIVE	1,014040e+16	1270,36	0,56	0,443

diperoleh nilai p-value untuk model GWR dengan pembobot *fixed kernel gaussian* dan *adaptive kernel gaussian* keduanya belum memberikan p-value yang lebih kecil dari nilai  $\alpha(0,05)$ , sehingga kedua model belum memberikan perbedaan yang signifikan terhadap model global (OLS). Sedangkan dari nilai JKG, AIC dan R<sup>2</sup> dapat disimpulkan jika model GWR dengan fungsi pembobot *adaptive kernel gaussian* merupakan model terbaik untuk menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi di Jawa Tengah karena memberikan nilai JKG dan IAC terendah dan nilai R<sup>2</sup> tertinggi.

Terdapat 35 model regresi yang diperoleh dari model GWR dengan pembobot *adaptive kernel gaussian*, terdiri dari 35 model lokal, adapun model lokal yang diperoleh dapat dikelompokkan menjadi 5 kelompok berdasarkan variabel-variabel yang mempengaruhi model

regresi secara signifikan. Kelompok pertama merupakan kelompok yang dipengaruhi oleh *intercept* dan variabel usia harapan hidup, jumlah SMK, dan jumlah RS kelompok ini terdiri dari Kabupaten Cilacap, Kabupaten Banyumas, Kabupaten Purbalingga, Kabupaten Banjarnegara, Kabupaten Kebumen, Kabupaten Purworejo, Kabupaten Wonosobo, Kabupaten Magelang, Kabupaten Semarang, Kabupaten Temanggung, Kabupaten Kendal, Kabupaten Batang, Kabupaten Pekalongan, Kabupaten Pemalang, Kabupaten Tegal, Kabupaten Brebes, Kota Magelang, pada kelompok ini variabel independen berpengaruh secara positif sehingga setiap kenaikan usia harapan hidup, jumlah SMK, dan jumlah RS maka akan menaikkan PDRB di masing-masing daerah. Kelompok kedua dipengaruhi signifikan oleh *intercept* dan variabel usia harapan hidup, dan jumlah RS terdiri dari Kabupaten Kudus, Kabupaten Jepara dan Kabupaten Demak, pada kelompok ini variabel dependen berpengaruh secara positif, sehingga setiap kenaikan usia harapan hidup, dan jumlah RS akan menaikkan PDRB pada masing-masing daerah. Kelompok yang ketiga dipengaruhi signifikan oleh variabel usia harapan hidup, jumlah SMK, dan jumlah RS terdiri dari Kabupaten Boyolali dan Kabupaten Klaten, pada kelompok ini variabel independen berpengaruh secara positif sehingga setiap kenaikan usia harapan hidup, jumlah SMK, dan jumlah RS maka akan menaikkan PDRB di masing-masing daerah. Kelompok yang keempat dipengaruhi signifikan oleh variabel jumlah SMK dan jumlah RS terdiri dari Kabupaten Sukoharjo, Kabupaten Wonogiri, Kabupaten Karanganyar, Kabupaten Sragen, dan Kota Surakarta, pada kelompok ini variabel independen berpengaruh secara positif sehingga setiap kenaikan jumlah SMK dan jumlah RS akan meningkatkan PDRB di masing-masing daerah. Kelompok kelima dipengaruhi signifikan oleh variabel jumlah RS terdiri dari Kabupaten Grobongan, Kabupaten Blora, Kabupaten Rembang, dan Kabupaten Pati, pada kelompok ini variabel independen berpengaruh secara positif sehingga setiap kenaikan jumlah RS akan menaikkan PDRB masing-masing daerah.



Gambar 6. Peta persebaran pengaruh variabel pada fungsi pembobot *adaptive kernel Gaussian*

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa bagian barat sampai tengah dari Provinsi Jawa Tengah dipengaruhi signifikan oleh *intercept* dan variabel usia harapan hidup, jumlah SMK dan jumlah RS, sedangkan bagian timur dari Provinsi Jawa Tengah dibagi menjadi empat, pertama Kabupaten Kudus, Kabupaten Jepara dan Kabupaten Demak yang dipengaruhi signifikan oleh *intercept* dan variabel usia harapan hidup, dan jumlah RS, kedua Kabupaten Boyolali dan Kabupaten Klaten yang dipengaruhi signifikan oleh variabel usia harapan hidup,



jumlah SMK, dan jumlah RS, ketiga Kabupaten Sukoharjo, Kabupaten Wonogiri, Kabupaten Karanganyar, Kabupaten Sragen, dan Kota Surakarta yang dipengaruhi signifikan oleh variabel jumlah SMK dan jumlah RS, keempat Kabupaten Grobongan, Kabupaten Blora, Kabupaten Rembang, dan Kabupaten Pati yang hanya dipengaruhi signifikan oleh variabel jumlah RS.

## SIMPULAN

Pertumbuhan ekonomi dari kabupaten/kota di Jawa Tengah bersama dengan faktor pendukungnya terindikasi memiliki keragaman spasial berdasarkan uji Breusch-Pagan dan model terbaik untuk menjelaskan pertumbuhan ekonomi di Jawa Tengah adalah model GWR dengan pembobot *adaptive kernel gaussian* karena memberikan nilai JKG dan IAC terendah dan nilai  $R^2$  tertinggi. Dari variabel-variabel yang mempengaruhi model lokal secara signifikan, maka Jawa Tengah dapat dibagi menjadi 5 yaitu, kelompok pertama yang dipengaruhi oleh *intercept* dan variabel usia harapan hidup, jumlah SMK, dan jumlah RS, kelompok kedua dipengaruhi signifikan oleh *intercept* dan variabel usia harapan hidup, dan jumlah RS, kelompok yang ketiga dipengaruhi signifikan oleh variabel usia harapan hidup, jumlah SMK, dan jumlah RS, kelompok yang keempat dipengaruhi signifikan oleh variabel jumlah SMK dan jumlah RS, dan kelompok kelima yang dipengaruhi signifikan oleh variabel jumlah RS.

## Saran

Penelitian ini masih dapat dikembangkan dengan menggunakan fungsi pembobot lain seperti *fixed kernel bisquare*, atau *adaptive kernel bisquare* atau dapat menambahkan variabel lain yang dapat meningkatkan tingkat keheterogenitasan model.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amelia, K., Asril, L. O., & Febrianti, L. (2020). Pemodelan incident rate demam berdarah dengue di Indonesia yang berkaitan dengan faktor lingkungan menggunakan metode geographically weighted regression (GWR). *EKOLOGIA*, 20(2), 64–73. <https://doi.org/10.33751/ekologia.v20i2.2167>
- BPS Jawa Tengah. (2022). *Tabel dinamis*. Badan Pusat Statistik Jawa Tengah. <https://jateng.bps.go.id/site/pilihdata.html>
- Fotheringham, A. S., Brunson, C., & Charlton, M. (2002). *Geographically weighted regression: The analysis of spatially varying relationships* (1st ed.). Wiley.
- Grant, C. (2017). *The contribution of education to economic growth. K4D helpdesk report*.
- Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., Neter, J., & Li, W. (2005). *Applied Linear Statistical Models* (5th ed.). McGraw-Hill/Irwin.
- Lu, B., Charlton, M., Harris, P., & Fotheringham, A. 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. <https://doi.org/10.1080/13658816.2013.865739>
- Lutfiani, N., Mariani, S., & Sugiman. (2019). Pemodelan geographically weighted regression (GWR) dengan fungsi pembobot kernel gaussian dan bi-square. *UNNES Journal of Mathematics*, 8(1), 82–91. <https://doi.org/10.15294/UJM.V8I1.17103>
- Maggri, I., & Ispriyanti, D. (2013). Pemodelan data kemiskinan di Provinsi Sumatera Barat dengan metode geographically weighted regression (GWR). *Media Statistiks*, 6(1), 37–49. <https://doi.org/10.14710/MEDSTAT.6.1.37-49>

- Palei, T. (2015). Assessing the impact of infrastructure on economic growth and global competitiveness. *Procedia Economics and Finance*, 23(October 2014), 168–175. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(15\)00322-6](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(15)00322-6)
- Simplemaps. (2022). *Indonesia cities database*. <https://simplemaps.com/data/id-cities>
- Weil, D. N. (2014). Health and economic growth. *Handbook of Economic Growth*, 2, 623–682. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53540-5.00003-3>