



PENGGUNAAN GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION PADA PENGELOMPOKAN KABUPATEN/KOTA PROVINSI JAWA TIMUR DIDASARKAN RATA-RATA LAMA SEKOLAH

FENNY FITRIANI^{1*}, SESIALIA INA², WARAPRAMESTI³

^{1,2,3}Prodi Statistika, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya

*Corresponding email: fenny_f@unipasby.ac.id

ABSTRAK

Pada tahun 2022, rata-rata lama sekolah penduduk di Jawa Timur masih berada di bawah rata-rata lama sekolah keseluruhan penduduk Indonesia. Dimana kabupaten yang paling rendah rata-rata lama sekolahnya adalah Kabupaten Sampang sebesar 5,06 dan paling tinggi pada Kota Madiun sebesar 11,67. Perbedaan signifikan ini dimungkinkan karena adanya pengaruh faktor area. Hal ini membutuhkan suatu penelitian yang dapat mengelompokkan area-area yang memiliki kesamaan permasalahan rata-rata lama sekolah. Hasil pengelompokan ini bisa menjadi dasar untuk menentukan tindakan yang sesuai dengan faktor signifikan yang dibutuhkan pada area tersebut. Pada artikel ini dijabarkan pengelompokan faktor-faktor yang mempengaruhi rata-rata lama sekolah di Jawa Timur dengan menggunakan metode *Geographically Weighted Regression (GWR)*. Metode ini dipilih karena pada metode proses analisis dilakukan dengan memperhatikan efek area pengamatan yang dilakukan. Faktor-faktor yang dianggap mempengaruhi yaitu variabel harapan lama sekolah, pengeluaran per kapita riil disesuaikan, tingkat tengganguran terbuka, rata-rata upah/gaji bersih sebulan pekerja formal, dan tingkat partisipasi angkatan kerja. Dari hasil analisis, didapatkan faktor signifikan yang paling banyak mempengaruhi adalah harapan lama sekolah dan yang paling sedikit mempengaruhi adalah persentase tingkat tengganguran terbuka.

Kata Kunci: GWR, pengelompokan, sekolah.

ABSTRACT

*In 2022, the average years of schooling of the population in East Java is still below the overall average years of schooling of the Indonesian population. The district with the lowest average years of schooling is Sampang District at 5.06 and the highest is Madiun City at 11.67. This significant difference may be due to the influence of area factors. This requires a study that can group areas that have similar average years of schooling problems. The results of this grouping can be the basis for determining actions that are in accordance with the significant factors needed in the area. This article describes the clustering of factors that affect the average length of schooling in East Java using the method *Geographically Weighted Regression (GWR)*. This method was chosen because in the method the analysis process is carried out by considering the effect of the observation area. The factors that are considered to influence are expected years of schooling, adjusted real per capita expenditure, open unemployment rate, average monthly net wage/salary of formal workers, and labor force participation rate. From the results of the analysis, it was found that the most significant factor affecting the average years of schooling is the expected years of schooling and the least influential is the percentage of open unemployment rate.*

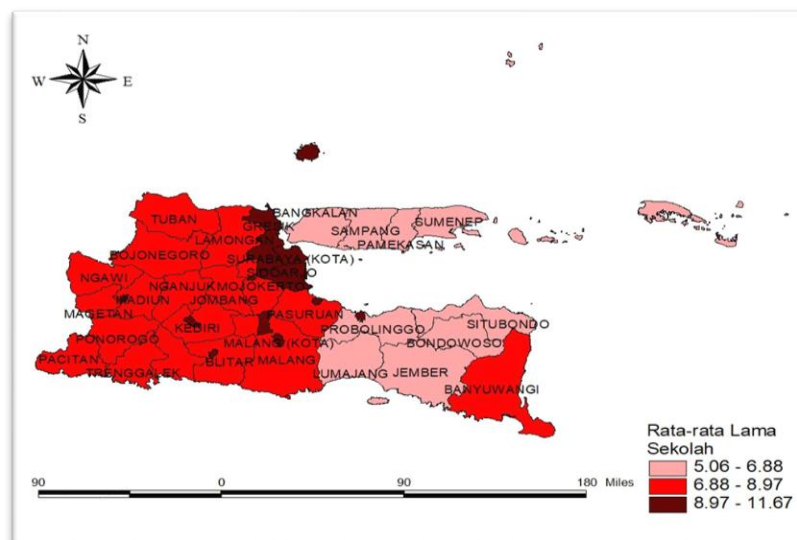
Keywords: *GWR, grouping, school.*

1 Pendahuluan

Pendidikan yang berkualitas merupakan satu hal dasar yang wajib didapatkan oleh seluruh masyarakat. Akan tetapi untuk saat ini, hal tersebut masih tidak dapat direalisasikan pada masyarakat di Indonesia. Keadaan ini sesuai dengan hasil pemetaan indeks pembangunan pendidikan (IPP) di Indonesia dimana 3 provinsi masuk kedalam IPP rendah, 24 provinsi masuk kedalam IPP sedang, dan 7 provinsi masuk kedalam IPP tinggi [1]. Untuk ketiga provinsi yang masuk kedalam kategori IPP rendah ini adalah provinsi Nusa Tenggara Timur, Papua Barat, dan Papua. Ketiga provinsi dengan kabupaten/kota yang ada di ketiga provinsi tersebut banyak yang masuk kedalam wilayah 3T [2]. Hal tersebut menunjukkan belum meratanya pembangunan pendidikan yang ada di Indonesia.

Di Pulau Jawa sendiri, khususnya di provinsi Jawa Timur, pembangunan pendidikan masih belum merata. Hal ini sesuai dengan nilai rata-rata lama sekolah dari penduduk Jawa Timur sebesar 8,03 dengan rata-rata minimum di Kabupaten Sampang dengan nilai rata-rata 5,06 dan rata-rata maksimum di Kota Madiun 11,67 [3]. Kesenjangan kejadian dua rata-rata lama sekolah di dua kabupaten/kota tersebut menunjukkan bahwa adanya faktor-faktor yang mungkin mempengaruhi rata-rata lama sekolah pada penduduk di tiap kabupaten/kota. Faktor-faktor ini mungkin akan sama untuk semua kabupaten/kota akan tetapi bisa saja juga berbeda. Pada Gambar 1 diberikan peta sebaran dari rata-rata lama sekolah yang ada di Jawa Timur tahun 2022.

Dari Gambar 1 terlihat bahwa kabupaten/kota yang bersebalahan memiliki rata-rata lama sekolah yang hampir sama yang ditunjukkan dengan warna yang sama. Hal ini memungkinkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi rata-rata lama sekolah di kabupaten/kota yang bersebalahan tersebut juga sama. Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi rata-rata lama sekolah di setiap kabupaten/kota ini akan dilakukan dengan menggunakan *Geographically Weighted Regression* (GWR).



Gambar 1. Sebaran rata-rata lama sekolah di Jawa Timur tahun 2022

Model GWR ini memungkinkan untuk dapat mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh signifikan yang dipengaruhi oleh efek spasial [4], [5]. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian-penelitian menggunakan model GWR yang diterapkan ke berbagai permasalahan yang dapat menentukan faktor-faktor signifikan untuk setiap daerah yang diteliti [6]–[11]. Sehingga dengan menggunakan model GWR ini dapat mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi rata-rata lama sekolah di setiap kabupaten/kota yang ada di Jawa Timur.

2 Tinjauan Pustaka

2.1 Geographically Weighted Regression

Dalam analisis data, pada saat pengujian asumsi residual pada model regresi akan didapatkan hasil terlanggar pada uji identik. Hal tersebut menunjukkan adanya efek spasial pada setiap area pengamatan karena adanya sifat unik pada area pengamatan yang diteliti. Sehingga model regresi biasa tidak dapat mewakili dengan benar untuk penyelesaian permasalahan pada kasus seperti ini. Model yang bisa digunakan adalah model *Geographically Weighted Regression* (GWR). Secara umum, model GWR ini dapat ditulis sebagai berikut:

$$Y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{j=1}^k \beta_j(u_i, v_i)X_{ij} + \varepsilon_i$$

Dengan Y_i merupakan nilai dari variabel terikat ke- i , X_{ij} merupakan nilai dari variabel bebas ke- j pada area pengamatan ke- i , $\beta_0(u_i, v_i)$ merupakan intersep pada pengamatan ke- i , $\beta_j(u_i, v_i)$ merupakan koefisien dari X_{ij} , ε_i merupakan residual pada pengamatan ke- i , dan k merupakan jumlah variabel bebas.

Bentuk model tersebut akan membentuk model yang unik pada setiap area pengamatan. Dengan kata lain, hasil pendugaan parameter pada model hanya bisa digunakan untuk melakukan prediksi pada tiap area atau titik pengamatan. Pada model GWR ini, asumsi yang digunakan adalah residual pada model akan berdistribusi normal dimana nilai *mean*-nya sama dengan nol dengan varians σ^2 .

2.2 Estimasi Parameter

Pada penentuan nilai estimasi parameter pada setiap area pengamatan yang ada di model GWR, dilakukan dengan menggunakan fungsi kernel. Terdapat tiga fungsi kernel yang masuk dalam fungsi kernel tetap (*fix kernel*) dan fungsi kernel adaptif (*adaptive kernel*). Fungsi-fungsi tersebut dijabarkan sebagai berikut:

a) *Fixed Kernel Gaussian*

$$w_j(u_i, v_i) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{ij}}{h}\right)^2\right)$$

b) *Fixed Kernel Tricube*

$$w_j(u_i, v_i) = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{h}\right)^3\right)^3, & d_{ij} \leq h \\ 0, & d_{ij} > h \end{cases}$$

c) *Fixed Kernel Bisquare*

$$w_j(u_i, v_i) = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{h}\right)^2\right)^2, & d_{ij} \leq h \\ 0, & d_{ij} > h \end{cases}$$

d) *Addaptive Kernel Gaussian*

$$w_j(u_i, v_i) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{ij}}{h_i}\right)^2\right)$$

e) *Addaptive Kernel Tricube*

$$w_j(u_i, v_i) = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{h_i}\right)^3\right)^3, & d_{ij} \leq h \\ 0, & d_{ij} > h \end{cases}$$

f) *Addaptive Kernel Bisquare*

$$w_j(u_i, v_i) = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{h_i}\right)^2\right)^2, & d_{ij} \leq h \\ 0, & d_{ij} > h \end{cases}$$

Dengan d_{ij} merupakan jarak *euclidean* antara area (u_i, v_i) dengan area (u_j, v_j) dan h_i merupakan *bandwidth*.

3 Metodologi

3.1 Bahan dan Data

Objek observasi yang diteliti pada artikel ini adalah 38 kabupaten/kota yang ada di Jawa Timur. Data yang diolah merupakan data sekunder yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Timur. Data-data yang diambil pada portal BPS yaitu data rata-rata lama sekolah tahun 2022 (Y), harapan lama sekolah (HLS) tahun 2022 (X_1), pengeluaran per kapita riil disesuaikan (PPKRD) tahun 2022 (X_2), persentase tingkat pengangguran terbuka (PTPT) tahun 2022 (X_3), rata-rata upah/gaji bersih sebulan pekerja formal (RUBSPF) tahun 2022 (X_4), dan persentase tingkat partisipasi angkatan kerja (PTPAK) tahun 2022 (X_5).

3.2 Metode

Untuk proses analisis dalam memodelkan rata-rata lama sekolah yang ada di kabupaten/kota yang ada di Jawa Timur dilakukan dengan mengikuti langkah sebagai berikut:

1. Melakukan pemetaan awal terhadap rata-rata lama sekolah dari setiap kabupaten/kota yang ada di Jawa Timur
2. Melakukan pengecekan efek spasial pada permasalahan rata-rata lama sekolah dengan menggunakan uji *Breusch-Pagan*
3. Melakukan pembentukan model GWR dengan tahapan:
 - a) Menentukan nilai *bandwidth optimum* dari model dengan *cross validation* (CV) pada semua fungsi kernel. Nilai *bandwidth optimum* didapatkan dari fungsi kernel yang memiliki nilai CV paling minimum.
 - b) Menentukan fungsi pembobot yang akan digunakan dengan membandingkan nilai R^2 dan atau nilai AIC pada tiap fungsi kernel. Dimana fungsi kernel terpilih didapat dari fungsi kernel yang memiliki nilai R^2 yang paling maksimum dan atau nilai AIC yang paling minimum.
 - c) Melakukan estimasi nilai parameter untuk model GWR.
 - d) Melakukan pengujian kesesuaian model dan signifikansi parameter secara parsial
 - e) Pembentukan model GWR
4. Penentuan model terbaik antara model regresi OLS dan model GWR dengan mencari nilai R^2 yang paling maksimum dan atau nilai AIC yang paling minimum
5. Pemberian kesimpulan

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Gambaran Rata-rata Lama Sekolah Di Jawa Timur

Hasil pemetaan dari rata-rata lama sekolah di Jawa Timur pada tahun 2022 diberikan pada Gambar 1. Dari hasil pemetaan pada Gambar 1 tersebut didapatkan 3 kelompok sebaran yaitu pada kelompok pertama dengan rentang 5,06 – 6,88, kelompok kedua dengan rentang 6,88 – 8,97, dan kelompok ketiga dengan rentang 8,97 – 11,67. Pada kelompok pertama terdiri atas 9 kabupaten/kota, kelompok kedua terdiri atas 18 kabupaten/kota, dan kelompok ketiga terdiri atas 11 kabupaten/kota. Rata-rata lama sekolah yang paling tinggi ada di Kota Madiun dengan besar rata-ratanya adalah 11,67. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata penduduk yang ada di

Kota Madiun minimal telah menamatkan pendidikan pada jenjang SMP. Untuk rata-rata lama sekolah yang paling rendah ada di Kabupaten Sampang dengan besar rata-ratanya adalah 5,06. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata penduduk yang ada di Kabupaten Sampang minimal telah menempuh pendidikan dasar sampai pada tahap kelas 5 SD. Sedangkan secara keseluruhan, rata-rata lama sekolah di Jawa Timur pada tahun 2022 sebesar 8,03 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata penduduk yang ada di Jawa Timur minimal telah menempuh pendidikan sampai pada kelas VIII atau kelas 2 SMP. Dengan kata lain, rata-rata penduduk di Jawa Timur ini tidak sampai menamatkan wajib belajar 9 tahun yang telah lama digerakkan oleh pemerintah Indonesia.

4.2 Pengecekan Efek Spasial

Satu tahapan sebelum melakukan proses pemodelan dengan menggunakan GWR adalah perlu dilakukan pengecekan apakah residual dalam model regresi OLS identik atau tidak. Dengan kata lain, sebelum dibentuk model GWR maka perlu dibentuk juga model regresi OLS dari permasalahan. Hasil perhitungan estimasi parameter dari model regresi OLS dijabarkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Estimasi parameter model regresi OLS

Variabel	Estimasi Parameter	Nilai Estimasi	<i>p-value</i>
	β_0	-4,747	0,30591
HLS (X_1)	β_1	0,5255	0,02006
PPKRD (X_2)	β_2	$3,619 \times 10^{-4}$	0,00395
PTPT (X_3)	β_3	0,1045	0,27327
RUBSPF (X_4)	β_4	$3,408 \times 10^{-7}$	0,41503
PTPAK (X_5)	β_5	$4,279 \times 10^{-3}$	0,92495
R^2		0,8053	

Berdasarkan Tabel 1, didapatkan nilai *p-value* yang kurang dari $\alpha = 10\%$ ada pada variabel X_1 dan X_2 . Dengan kata lain, variabel yang signifikan terhadap rata-rata lama sekolah adalah variabel harapan lama sekolah (X_1) dan variabel pengeluaran per kapita riil disesuaikan (X_2). Dari Tabel 1 tersebut, maka didapatkan model regresi OLS sebagai berikut:

$$\hat{Y} = -4,747 + 0,5255X_1 + (3,619 \times 10^{-4})X_2 + 0,1045X_3 + (3,408 \times 10^{-7})X_4 + (4,279 \times 10^{-3})X_5 \quad (1)$$

Pengujian asumsi residual identik dilakukan pada model (1). Uji asumsi ini dilakukan dengan menggunakan uji *Breusch-Pagan*. Hasil perhitungan didapatkan nilai *p-value* sebesar 0,08571 dimana nilai ini kurang dari $\alpha = 10\%$. Dengan kata lain, terdapat pengaruh area pada permasalahan rata-rata lama sekolah. Karena adanya pengaruh wilayah pada permasalahan, maka dapat dilanjutkan pembentukan model GWR.

4.3 Geographically Weighted Regression

4.3.1 Penentuan *bandwidth optimum*

Dalam penentuan *bandwidth optimum* ini diperlukan terlebih dahulu jarak dari setiap area observasi pengamatan. Untuk jarak dari tiap unit observasi pengamatan ini didapatkan berdasarkan jarak *euclidean* setiap kabupaten/kota di Jawa Timur. Untuk inputan dalam mencari jarak *Euclidean* ini menggunakan garis lintang dan garis bujur untuk setiap kabupaten/kota di Jawa Timur. Setelah seluruh jarak didapatkan, kemudian dilakukan penentuan *bandwidth optimum* dengan menggunakan CV. Pada Tabel 2 diberikan nilai CV dari masing-masing fungsi pembobot. Dari hasil pengolahan yang dilakukan, didapatkan nilai

bandwidth optimum dari permasalahan rata-rata lama sekolah ada pada fungsi pembobot *Fixed Kernel Gaussian* sebesar 0,8269306.

Tabel 2. Nilai CV pada masing-masing fungsi pembobot

Fungsi Pembobot	CV	Bandwidth
Fixed Kernel Gaussian	25,22683	0,8269306
Addaptive Kernel Gaussian	27,25398	0,4736782
Fixed Kernel Tricube	26,69329	3,395807
Addaptive Kernel Tricube	25,91445	0,7631634
Fixed Kernel Bisquare	26,41667	3,332601
Addaptive Kernel Bisquare	26,2512	0,7459429

4.3.2 Penentuan fungsi pembobot

Setelah penentuan nilai *bandwidth optimum* dilakukan, kemudian dilakukan penentuan fungsi pembobot yang terbaik untuk membentuk model GWR. Dari Tabel 3 didapatkan bahwa fungsi pembobot terbaik yang terpilih untuk membentuk model GWR dari permasalahan rata-rata lama sekolah adalah fungsi pembobot *addaptive kernel bisquare*. Fungsi tersebut terpilih karena memiliki nilai *AIC* yang paling minimum dan nilai R^2 yang paling maksimum. Hasil fungsi pembobot yang terpilih jika didasarkan pada Tabel 2 dan Tabel 3 mendapatkan hasil yang berbeda. Jika didasarkan pada Tabel 2 maka fungsi yang terpilih *fixed kernel gaussian* dan sedangkan jika didasarkan pada Tabel 3 maka fungsi yang terpilih *addaptive kernel bisquare*. Karena nilai R^2 dari *fixed kernel gaussian* lebih kecil dari nilai R^2 dari *addaptive kernel bisquare* dan meskipun nilai CV pada fungsi pembobot *addaptive kernel bisquare* lebih besar dari pada *fixed kernel gaussian*, maka fungsi yang terpilih dan digunakan untuk membentuk model GWR adalah fungsi *addaptive kernel bisquare*. Karena dengan memiliki nilai R^2 yang lebih tinggi, berarti model GWR yang terbentuk dari fungsi *addaptive kernel bisquare* lebih baik dalam menjelaskan permasalahan rata-rata lama sekolah.

Tabel 3. Nilai R^2 dan *AIC* pada masing-masing fungsi pembobot

Fungsi Pembobot	R^2	<i>AIC</i>
Fixed Kernel Gaussian	0,903671	68,39459
Addaptive Kernel Gaussian	0,866144	76,61017
Fixed Kernel Tricube	0,858847	78,51556
Addaptive Kernel Tricube	0,913146	64,37019
Fixed Kernel Bisquare	0,866281	76,99823
Addaptive Kernel Bisquare	0,921055	61,88499

4.3.3 Perhitungan estimasi parameter model GWR dan uji kesesuaian model

Dengan menggunakan fungsi pembobot *addaptive kernel bisquare* yang terpilih, pada Tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan estimasi parameter yang digunakan dalam membentuk model GWR. Tabel 4 ini menunjukkan nilai minimum dan nilai maksimum dari estimasi parameter pada model GWR yang dibentuk untuk model rata-rata lama sekolah kabupaten/kota di Jawa Timur. Sebagai contoh untuk nilai minimum estimasi parameter pada variabel harapan lama sekolah (X_1) merupakan nilai estimasi untuk Kabupaten Banyuwangi, sedangkan untuk nilai maksimum merupakan nilai estimasi untuk Kota Mojokerto. Hal tersebut menunjukkan untuk nilai estimasi parameter pada masing-masing kabupaten/kota berbeda-beda sehingga model GWR yang terbentuk akan berbeda juga.

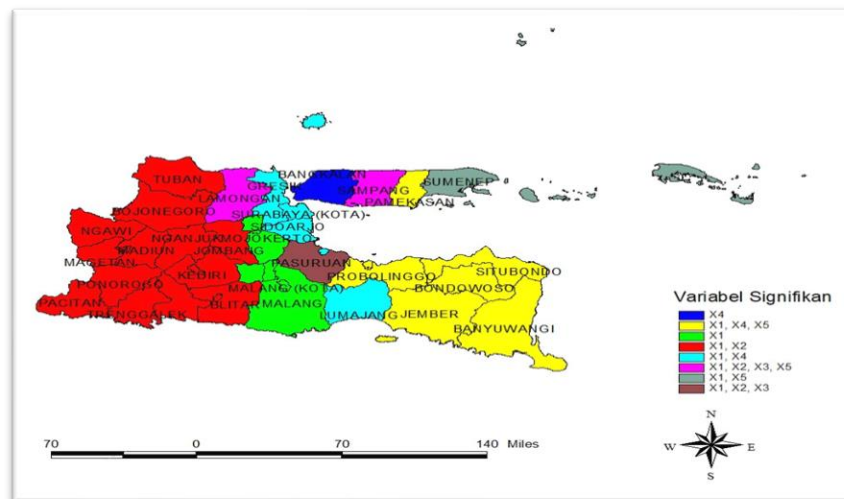
Setelah dilakukan perhitungan estimasi parameter untuk membentuk model GWR setiap kabupaten/kota, dilakukan uji kesesuaian model. Hasil perhitungan uji kesesuaian didapatkan nilai *p-value* sebesar 0,01854. Dengan menggunakan nilai $\alpha = 10\%$ maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan dari model GWR yang terbentuk jika dibandingkan dengan model regresi linear.

Tabel 4. Tabel estimasi parameter dari model GWR

Variabel	Estimasi Parameter	Nilai Koefisien Parameter		Global
		Minimum	Maximum	
	β_0	-18,928	7,3573	-4,7467
HLS (X_1)	β_1	0,42601	0,85171	0,5255
PPKRD (X_2)	β_2	$1,0215 \times 10^{-4}$	$5,8519 \times 10^{-4}$	0,0004
PTPT (X_3)	β_3	-0,15660	0,32931	0,1045
RUBSPF (X_4)	β_4	$-2,0201 \times 10^{-8}$	$9,0240 \times 10^{-7}$	0,0000
PTPAK (X_5)	β_5	-0,15881	0,14774	0,0043
	R^2		92,210	

4.3.4 Uji signifikansi parsial model GWR

Didasarkan pada hasil perhitungan estimasi parameter yang dilakukan, maka bisa diketahui bahwa variabel signifikan yang mempengaruhi rata-rata lama sekolah pada masing-masing kabupaten/kota yang ada di Jawa Timur berbeda-beda. Dengan menggunakan taraf signifikan $\alpha = 10\%$, maka didapatkan nilai $t_{(0,05;32)} = 1,694$ yang digunakan sebagai pembanding dalam penentuan variabel signifikan pada masing-masing kabupaten/kota. Gambar 2 merupakan hasil pemetaan kelompok variabel yang mempengaruhi signifikan pada rata-rata lama sekolah untuk masing-masing kabupaten/kota di Jawa Timur.

**Gambar 2.** Sebaran variabel signifikan untuk rata-rata lama sekolah di Jawa Timur

Kelompok variabel signifikan yang terbentuk untuk rata-rata lama sekolah kabupaten/kota di Jawa Timur ini terbagi menjadi 8 kelompok. Untuk rincian jumlah kabupaten/kota yang masuk di setiap kelompok diberikan pada Tabel 5. Dari Tabel 5, diketahui bahwa variabel signifikan yang paling banyak berpengaruh pada rata-rata lama sekolah adalah variabel harapan lama sekolah (X_1) yang berpengaruh pada 37 kabupaten/kota. Untuk variabel signifikan yang paling sedikit berpengaruh pada rata-rata lama sekolah adalah variabel persentase tingkat pengangguran terbuka (X_3) yang berpengaruh pada 2 kabupaten/kota.

Tabel 5. Sebaran jumlah kabupaten/kota

Variabel signifikan	Jumlah kabupaten/kota
HLS (X_1)	5
RUBSPF (X_4)	1
HLS (X_1), PPKRD (X_2)	16
HLS (X_1), RUBSPF (X_4)	5
HLS (X_1), PTPAK (X_5)	1
HLS (X_1), PPKRD (X_2), PTPT (X_3)	1

Variabel signifikan	Jumlah kabupaten/kota
HLS (X_1), RUBSPF (X_4), PTPAK (X_5)	7
HLS (X_1), PPKRD (X_2), PTPT (X_3), PTPAK (X_5)	2

Dari Tabel 5 tersebut, jika dijabarkan untuk setiap kabupaten/kota yang sesuai dengan kelompok variabel signifikannya maka dapat dijabarkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Sebaran jumlah kabupaten/kota

Variabel signifikan	Kelompok Kabupaten/kota
HLS (X_1)	Kab. Malang, Kab. Mojokerto, Kota Malang, Kota Mojokerto, Kota Batu
RUBSPF (X_4)	Kab. Bangkalan
HLS (X_1), PPKRD (X_2)	Kab. Nganjuk, Kab. Ngawi, Kab. Tulungagung, Kab. Pacitan, Kab. Blitar, Kab. Trenggalek, Kab. Ponorogo, Kab. Magetan, Kab. Kediri, Kab. Bojonegoro, Kab. Jombang, Kab. Madiun, Kab. Tuban, Kota Blitar, Kota Kediri, Kota Madiun
HLS (X_1), RUBSPF (X_4)	Kab. Sidoarjo, Kab. Lumajang, Kota Surabaya, Kota Pasuruan, Kab. Gresik, Kab. Sumenep
HLS (X_1), PTPAK (X_5)	Kab. Pasuruan
HLS (X_1), PPKRD (X_2), PTPT (X_3)	Kab. Jember, Kab. Bondowoso, Kab. Banyuwangi, Kab. Probolinggo, Kab. Situbondo, Kab. Pamekasan, Kota Probolinggo
HLS (X_1), PPKRD (X_2), PTPT (X_3), PTPAK (X_5)	Kab. Sampang, Kab. Lamongan

4.3.5 Pembentukan model GWR

Dari Tabel 4 dan Tabel 5, maka model GWR dari rata-rata lama sekolah untuk setiap kabupaten/kota di Jawa Timur berbeda-beda. Pada artikel ini akan diberikan 2 contoh model GWR yang terbentuk dengan kabupaten yang dipilih adalah Kabupaten Sampang dan Kota Madiun. Kabupaten Sampang merupakan kabupaten dengan rata-rata lama sekolah yang paling kecil dan Kota Madiun merupakan kabupaten dengan rata-rata lama sekolah paling tinggi di Jawa Timur. Untuk model GWR dari Kabupaten Sampang dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\hat{Y}_{27} = -3,14891 + 1,772103X_{1,27} + 4,208906X_{2,27} + 2,183506X_{3,27} + 0,83414X_{4,27} + 2,67336X_{5,27}$$

Pada model GWR pada Kabupaten Sampang, variabel yang berpengaruh signifikan adalah variabel harapan lama sekolah (X_1), variabel pengeluaran per kapita riil disesuaikan (X_2), variabel persentase tingkat pengangguran terbuka (X_3), dan persentase tingkat partisipasi angkatan kerja (X_5). Untuk model GWR dari Kota Madiun dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\hat{Y}_{36} = -0,96121 + 2,929562X_{1,36} + 3,426956X_{2,36} - 0,168498X_{3,36} + 0,031011X_{4,36} - 0,020896X_{5,36}$$

Pada model GWR pada Kota Madiun, variabel yang berpengaruh signifikan adalah variabel harapan lama sekolah (X_1) dan variabel pengeluaran per kapita riil disesuaikan (X_2).

4.4 Pemilihan Model Terbaik

Dari hasil model yang didapatkan baik model regresi linear dan model GWR pada model rata-rata lama sekolah di kabupaten/kota Jawa Timur, maka dilakukan pengujian untuk

menentukan model yang paling tepat untuk digunakan dengan melihat nilai AIC terkecil atau nilai R^2 terbesar. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai R^2 dan AIC pada tiap model

Model	R^2	AIC
Regresi OLS	80,53%	95.46196
GWR	92,11%	61.88499

Didasarkan pada Tabel 7, maka model paling tepat untuk digunakan adalah model GWR. Hal ini dapat dilihat dari nilai R^2 pada model GWR lebih besar dibandingkan dengan model regresi OLS dan ini didukung oleh nilai AIC model GWR lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai AIC pada model regresi OLS.

5 Kesimpulan

Didasarkan pada analisis yang telah dilakukan, pembentukan model rata-rata lama sekolah dari kabupaten/kota di Jawa Timur paling tepat dengan menggunakan model GWR. Dari model GWR tersebut didapatkan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh signifikan dalam rata-rata lama sekolah di masing-masing kabupaten/kota yang ada di Jawa Timur berbeda-beda. Terdapat 8 kelompok variabel signifikan yang terbentuk pada permasalahan rata-rata lama sekolah. Variabel yang paling banyak mempengaruhi rata-rata lama sekolah di Jawa Timur adalah harapan lama sekolah (mempengaruhi 37 kabupaten/kota). Variabel kedua yang paling banyak mempengaruhi adalah variabel pengeluaran per kapita riil disesuaikan (mempengaruhi 19 kabupaten/kota). Dari hasil pengelompokan dan dengan mengetahui persebaran dari masing-masing variabel signifikan, maka dapat dijadikan dasar dalam melakukan pembentukan kebijakan untuk dapat meningkatkan rata-rata lama sekolah pada masing-masing kabupaten/kota di Jawa Timur

Daftar Pustaka

- [1] F. Azizah, W. Pramesti, F. Fitriani, P. Studi Statistika, dan F. Sains dan Teknologi, "Analisis Education Mapping Terkait Pengelompokan Kesenjangan Pembangunan Pendidikan Menurut Provinsi di Indonesia," *MUST: Journal of Mathematics Education, Science and Technology*, vol. 7, no. 2, hlm. 130–138, Des 2022, doi: 10.30651/MUST.V7I2.11097.
- [2] T. Humas, "Daerah 3T: Pengertian, Permasalahan dan Daftar Wilayahnya di Indonesia – Universitas Islam An Nur Lampung." Diakses: 2 Oktober 2023. [Daring]. Tersedia pada: <https://an-nur.ac.id/daerah-3t-pengertian-permasalahan-dan-daftar-wilayahnya-di-indonesia/>
- [3] BPS, "Rata-rata Lama Sekolah (Tahun), 2020-2022," Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. Diakses: 6 Oktober 2023. [Daring]. Tersedia pada: <https://jatim.bps.go.id/indicator/26/32/1/rata-rata-lama-sekolah.html>
- [4] C. Brunson, A. S. Fotheringham, dan M. E. Charlton, "Geographically weighted regression: a method for exploring spatial nonstationarity," *Geogr Anal*, vol. 28, no. 4, hlm. 281–298, 1996, doi: 10.1111/J.1538-4632.1996.TB00936.X.
- [5] A. S. Fotheringham, M. Charlton, dan C. Brunson, *Geographically Weighted Regression the analysis of spatial varying relationships*. New Jersey: Wiley, 2002.
- [6] M. Marizal, H. Atiqah, P. Matematika, F. Sains, dan U. Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, "Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia di Indonesia dengan Geographically Weighted Regression (GWR)," *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, vol. 8, no. 2, hlm. 133–145, Sep 2022, doi: 10.24014/JSMS.V8I2.17886.
- [7] A. Fadliana dan P. P. Darajat, "Pemetaan Faktor Risiko Stunting Berbasis Sistem Informasi Geografis Menggunakan Metode Geographically Weighted Regression,"

- ikraith-informatika*, vol. 5, no. 3, hlm. 91–102, Okt 2021, Diakses: 11 April 2023. [Daring]. Tersedia pada: <https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/ikraith-informatika/article/view/1408>
- [8] D. W. S. Yusuf, E. M. P. Hermanto, dan W. Pramesti, “PEMODELAN GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION (GWR) PADA PERSENTASE KRIMINALITAS DI PROVINSI JAWA TIMUR TAHUN 2017,” *Indonesian Journal of Statistics and Its Applications*, vol. 4, no. 1, hlm. 156–163, Feb 2020, doi: 10.29244/IJSA.V4I1.557.
- [9] A. Hapsery dan D. Trishnanti, “APLIKASI GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION (GWR) UNTUK PEMETAAN FAKTOR YANG MEMPENGARUHI INDEKS AKTIVITAS LITERASI MEMBACA DI INDONESIA,” *Jurnal Riset dan Aplikasi Matematika (JRAM)*, vol. 5, no. 2, hlm. 80–91, Okt 2021, doi: 10.26740/JRAM.V5N2.P80-91.
- [10] M. R. Ramadayani, F. H. Indiyah, dan I. Hadi, “Pemodelan Geographically Weighted Regression Menggunakan Pembobot Kernel Fixed dan Adaptive pada Kasus Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia,” *JMT : Jurnal Matematika dan Terapan*, vol. 4, no. 1, hlm. 51–62, Feb 2022, doi: 10.21009/JMT.4.1.5.
- [11] A. Y. K. Kartini dan L. N. Ummah, “Pemodelan Kejadian Balita Stunting di Kabupaten Bojonegoro dengan Metode Geographically Weighted Regression dan Multivariate Adaptive Regression Splines,” *J Statistika: Jurnal Ilmiah Teori dan Aplikasi Statistika*, vol. 15, no. 1, hlm. 127–136, Jul 2022, doi: 10.36456/JSTAT.VOL15.NO1.A5074.
- [12] D. N. Gujarati, *BASIC ECONOMETRICS*. New York: McGraw-Hill/Irwin, 2003.