

APLIKASI MODEL *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION* (GWR) UNTUK MENENTUKAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KASUS GIZI BURUK ANAK BALITA DI JAWA BARAT

Atiya Maulani, Nar Herrhyanto, dan Maman Suherman

Departemen Pendidikan Matematika FPMIPA UPI

ABSTRAK. Model regresi linear klasik atau *Ordinary Linear Regression* (OLR) merupakan bentuk regresi yang umum digunakan untuk menyatakan bentuk hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktornya. Regresi linear klasik mengasumsikan bahwa nilai taksiran parameter regresi akan bernilai sama untuk setiap lokasi pengamatan atau berlaku secara global. Model *Geographically Weighted Regression* (GWR) adalah bentuk lokal dari regresi linear klasik yang memperhatikan aspek spasial atau lokasi geografis yang berupa koordinat titik (u_i, v_i) . Dalam GWR, nilai taksiran parameter regresi yang diperoleh untuk setiap lokasi pengamatan akan berbeda-beda. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kasus gizi buruk anak balita di Jawa Barat dengan menggunakan GWR. Hasil pengujian terhadap model regresi linear berganda menunjukkan bahwa asumsi homogenitas varians tidak terpenuhi atau terjadi heterogenitas spasial, dan model regresi linear berganda yang diperoleh tidak berarti secara signifikan. Sehingga, analisis dilanjutkan dengan menggunakan GWR dengan pembobot *fixed* Kernel Gaussian dan GWR dengan pembobot *adaptive* Kernel Gaussian. Berdasarkan nilai R^2 dan jumlah kuadrat residual $J_1(S)$, model GWR dengan pembobot *adaptive* Kernel Gaussian lebih cocok digunakan untuk memodelkan kasus gizi buruk anak balita di Jawa Barat. Model GWR dengan pembobot *adaptive* Kernel Gaussian, menghasilkan R^2 paling besar dibandingkan model regresi linear berganda dan model GWR dengan pembobot *fixed* Kernel Gaussian, yaitu 0,8994658 atau 89,95 %, dan $J_1(S)$ yang paling kecil, yaitu 0,2555239. Faktor geografis juga berpengaruh terhadap kasus gizi buruk anak balita di Jawa Barat sehingga akan diperoleh model GWR berbeda-beda untuk setiap kota/kabupaten di Jawa Barat. Adapun faktor-faktor lokal yang mempengaruhi kasus gizi buruk anak balita di Jawa Barat adalah kasus bayi dengan berat badan lahir rendah (BBLR), anak balita mendapat vitamin A, sarana kesehatan, bayi yang diberi ASI eksklusif, penduduk miskin, dan usia perkawinan pertama 15 tahun.

Kata Kunci : *Geographically Weighted Regression*, Pembobot, Gizi Buruk

ABSTRACT. *Ordinary Linear Regression (OLR) model is a form of regression that used to indicate the relationship between the response variable with the predictor variable. Classical linear regression assumes that the value of the regression parameter estimates will have the same value for each observation or apply globally. Geographically Weighted Regression (GWR) model is the local form of the classical linear regression model that takes into account aspects of the spatial or geographic coordinates of a point (u_i, v_i) . In GWR, the estimated value of the regression parameters will vary for each location. This study aims to know the factors that affect malnutrition of toodler in West Java by using GWR. The test results of the multiple linear regression model showed that the assumption of varians homogeneity is not significant or there is spatial heterogeneity, and multiple linear regression models were not significant. Thus, the analysis continued using a GWR with weighted fixed Kernel Gaussian and GWR with adaptive weighted Kernel Gaussian. Based on the value of coefficient determination (R^2) and sum of squared residuals, GWR models with adaptive weighted Kernel Gaussian is suitable for modeling the malnutrition of toodler in West Java. GWR models with adaptive weighted kernel Gaussian has an R^2 value that greater than the multiple linear regression model and GWR models with fixed weighting kernel Gaussian, 0.8994658 or 89.95%, and JK (S) is the smallest, 0.2555239. Geographical factors also affect the cases of malnutrition of toodler in West Java that would be obtained GWR models vary according to each city/district in West Java. The local factors affecting malnutrition of toodler in West Java is the case of infants with low birth weight (LBW), infants received vitamin A, health facilities, exclusively breast-fed babies, poverty, and the age of first marriage 15 years.*

Key words: *Geographically Weighted Regression, Weighting, Malnutrition*

1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari, tidak jarang dihadapkan pada berbagai masalah yang berkaitan dengan dua atau lebih variabel dalam suatu bentuk hubungan tertentu yang dinyatakan dalam sebuah persamaan matematik. Bentuk hubungan antara variabel-variabel tersebut dikenal sebagai *regresi* (Sudjana, 2005). Untuk mempelajari bentuk hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor tersebut biasanya digunakan analisis regresi klasik atau *Ordinary Linear Regression (OLR)*.

Analisis regresi klasik mengasumsikan bahwa nilai taksiran dari parameter regresi akan bernilai sama untuk setiap lokasi pengamatan atau berlaku secara global. Dalam analisis regresi klasik sendiri, terdapat beberapa asumsi yang harus dipenuhi yaitu normalitas, linearitas, tidak terjadi autokorelasi, tidak terdapat multikolinearitas, dan homoskedastisitas. Namun, apabila analisis regresi klasik ini diterapkan untuk memodelkan data yang dipengaruhi oleh aspek spasial atau

kondisi geografis lokasi pengamatan, maka ada beberapa asumsi yang sulit dipenuhi. Berdasarkan keragaman data yang dimiliki oleh data spasial, maka asumsi linearitas dalam model regresi linear klasik akan sulit dipenuhi. Selain itu, asumsi yang sulit dipenuhi lainnya apabila data spasial dimodelkan dalam model regresi linear klasik adalah asumsi residual yang harus identik atau homoskedastisitas. Sehingga, apabila asumsi ini tidak dipenuhi maka akan menyebabkan terjadinya heterogenitas spasial.

Salah satu masalah yang memperhatikan aspek spasial (faktor geografis) adalah kasus gizi buruk pada anak balita di Jawa Barat. Jawa Barat merupakan salah satu dari enam provinsi di Indonesia yang mendapat prioritas untuk menanggulangi kasus gizi buruk. Pada tahun 2011, sekitar 30 ribu anak balita di Jawa Barat menderita gizi buruk. Dari 26 kota/kabupaten di Jawa Barat, Kabupaten Bogor adalah daerah dengan kasus gizi buruk yaitu sebanyak 3.304 kasus (BPS, 2011). Tingginya kasus gizi buruk anak balita di sejumlah daerah tersebut diduga dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti berat badan bayi lahir rendah (BBLR), kemiskinan, dan juga kondisi geografis dari kota/kabupaten tersebut.

Berdasarkan keragaman kasus gizi buruk anak balita di setiap kota/kabupaten di Jawa Barat dan untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi kasus gizi buruk anak balita di setiap kota/kabupaten di Jawa Barat yang memperhatikan aspek spasial tersebut, maka diperlukan sebuah metode statistika yang diharapkan dapat memodelkan kasus gizi buruk anak balita di Jawa Barat dengan lebih baik. Metode statistika tersebut adalah *Geographically Weighted Regression* (GWR).

2. MODEL REGRESI LINEAR KLASIK

Secara umum, model regresi linear klasik dapat dinyatakan dalam persamaan matematik sebagai berikut :

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

dengan

- Y_i : variabel respon pada pengamatan ke- i
- β_0 : konstanta/*intercept*
- β_k : koefisien regresi ke- k
- X_{ki} : variabel prediktor ke- k pada pengamatan ke- i
- ε_i : *error* yang diasumsikan identik, independen, dan berdistribusi normal dengan rata-rata nol dan varians σ^2
- n : banyak pengamatan

Model regresi linear berganda pada Persamaan (1) di atas dapat ditulis kedalam bentuk matriks sebagai berikut :

$$\begin{matrix} \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_1 & X_1 & \cdots & X_{1p} \\ 1 & X_2 & X_2 & \cdots & X_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{n1} & X_{n2} & \cdots & X_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_p \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \\ \mathbf{Y} & & \mathbf{X} & & \mathbf{\beta} & & \mathbf{\varepsilon} \\ n \times 1 & & n \times (p + 1) & & (p + 1) \times 1 & & n \times 1 \end{matrix} \quad (2)$$

dengan

- Y : vektor kolom ($n \times 1$) pengamatan
- X : matriks $n \times (p + 1)$ dengan kolom pertama bernilai 1 untuk *intercept*
- β : vektor kolom $(p + 1) \times 1$ dari koefisien regresi
- ε : vektor kolom ($n \times 1$) dari galat atau *error*

Persamaan (3) di atas dapat ditulis dalam bentuk sederhana sebagai berikut :

$$Y = X \beta + \varepsilon \quad (3)$$

Parameter β dapat ditaksir dengan menggunakan metode kuadrat terkecil atau *Ordinary Least Square* (OLS) sebagai berikut :

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (4)$$

3. MODEL GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION (GWR)

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

$$Y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i) X_{ki} + \varepsilon_i \quad (5)$$

dimana

- Y_i : nilai variabel respon pada titik lokasi pengamatan ke- i
- X_{ki} : nilai variabel prediktor ke- k pada titik lokasi pengamatan ke- i
- u_i, v_i : koordinat titik lokasi pengamatan ke- i (*longitude, latitude*)
- $\beta_0(u_i, v_i)$: konstanta/*intercept* GWR
- $\beta_k(u_i, v_i)$: koefisien regresi ke- k pada titik lokasi pengamatan ke- i
- ε_i : *error* pada titik lokasi ke- i yang diasumsikan independen, identik, dan berdistribusi normal dengan rata-rata nol dan varians σ^2

Parameter β dalam GWR dapat ditaksir dengan menggunakan metode kuadrat terkecil atau *Weighted Least Square* (WLS) sebagai berikut :

$$\hat{\beta}(u_i, v_i) = [X'W(u_i, v_i)X]^{-1} X'W(u_i, v_i)Y \quad (6)$$

Dalam model GWR diperlukan adanya pembobot. Pembobot tersebut berperan dalam penaksiran parameter. Pembobot dalam GWR dapat ditentukan dengan menggunakan fungsi Kernel sebagai berikut :

a. Fungsi Kernel tetap (*fixed Kernel*)

Fungsi Kernel tetap memiliki *bandwidth* yang sama pada setiap titik lokasi pengamatan.

1. Fungsi Kernel *Gaussian*

$$w_i = e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{d_i}{b}\right)^2} \quad (7)$$

2. Fungsi Kernel *Bi-square*

$$w_i = \begin{cases} \left[1 - \left(\frac{d_i}{b}\right)^2\right]^2, & \text{jika } d_i < b \\ 0, & \text{, jika } d_i \geq b \end{cases} \quad (8)$$

b. Fungsi Kernel adaptif (*adaptive Kernel*)

Fungsi Kernel adaptif memiliki *bandwidth* yang berbeda untuk setiap titik lokasi pengamatan. Hal ini disebabkan kemampuan fungsi Kernel adaptif yang dapat disesuaikan dengan kondisi titik-titik pengamatan.

1. Fungsi Kernel adaptif *Gaussian*

$$w_i = e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{d_i}{b_{i(q)}}\right)^2} \quad (9)$$

2. Fungsi Kernel adaptif *Bi-square*

$$w_i = \begin{cases} \left[1 - \left(\frac{d_i}{b_{i(q)}}\right)^2\right]^2, & \text{jika } d_i < b \\ 0, & \text{, jika } d_i \geq b \end{cases} \quad (10)$$

dengan $b_{i(q)}$ adalah *bandwidth* adaptif yang menetapkan q sebagai jarak tetangga terdekat dari titik lokasi pengamatan ke- i , dan d_i adalah jarak *euclidean* antara titik lokasi pengamatan ke- i dengan titik lokasi pengamatan ke- j (Fotheringham *et al*, 2002).

$$d_i = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2} \quad (11)$$

Bandwidth dapat dianalogikan sebagai radius (b) suatu lingkaran, sehingga sebuah titik lokasi pengamatan yang berada dalam radius lingkaran masih dianggap berpengaruh dalam membentuk parameter di titik lokasi pengamatan ke- i . Metode yang digunakan untuk menentukan *bandwidth*

optimum adalah metode validasi silang atau *Cross Validation* (CV) sebagai berikut :

$$C = \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{y}_{i \neq i}(b)]^2 \quad (12)$$

dengan $\hat{y}_{i \neq i}(b)$ adalah nilai penaksir y_i , dimana pengamatan di titik lokasi pengamatan ke- i dihilangkan dari proses penaksiran. Nilai *bandwidth* optimum diperoleh ketika CV minimum (Fotheringham *et al*, 2002).

4. PENGUJIAN HIPOTESIS MODEL GWR

Uji Keberartian Model GWR

Uji keberartian model GWR dilakukan untuk menentukan apakah model GWR lebih baik secara signifikan dalam memodelkan data daripada model OLR atau tidak.

Perumusan hipotesisnya adalah :

H_0 : Tidak ada pengaruh faktor geografis pada model

H_1 : Ada pengaruh faktor geografis pada model

atau

H_0 : $\beta_k(u_i, v_i) = \beta_k$ untuk setiap $k = 1, 2, \dots, p$ dan $i = 1, 2, \dots, n$

H_1 : Paling sedikit ada satu $\beta_k(u_i, v_i) \neq \beta_k, k = 1, 2, \dots, p$

Statistik uji yang digunakan adalah :

$$F = \frac{J_1}{J_2} \frac{hK}{hK} \frac{R}{R} \frac{Mod}{M} \frac{O}{G} \quad (13)$$

dengan n adalah banyak lokasi pengamatan.

Kriteria uji yang digunakan yaitu, jika $F \geq F_{\alpha; (dk_1, dk_2)}$, maka H_0 ditolak. Artinya, ada perbedaan yang signifikan antara model OLR dan model GWR dalam memodelkan data. Nilai $F_{\alpha; (dk_1, dk_2)}$, diperoleh dari Tabel Distribusi F dengan taraf signifikansi α , d pembilang = $dk_1 = n - p - 1$, dan d penyebut = $dk_2 = n - 2t_i (S_1) + t_i (S_1^t S_1)$ (Brunsdon, Fotheringham & Charlton, 2002, 91-92).

Uji Keberartian Koefisien GWR

Pengujian parameter model GWR dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor

yang mempengaruhi kasus gizi anak balita di setiap kota/kabupaten di Jawa Barat.

Perumusan hipotesis yang digunakan adalah :

H_0 : $\beta_k(u_i, v_i) = 0 ; k = 1, 2, \dots, p$

H_1 : $\beta_k(u_i, v_i) \neq 0$

Statistik uji yang digunakan adalah :

$$t_{H_0} = \frac{\hat{\beta}_k(u_i, v_i)}{S[\hat{\beta}_k(u_i, v_i)]} \quad (14)$$

dimana $S[\hat{\beta}_k(u_i, v_i)]$ merupakan standar *error* yang diperoleh dari akar positif varians $\hat{\beta}_k(u_i, v_i)$.

Kriteria pengujian yang digunakan yaitu, jika $|t_{H_0}| > t_{1-\frac{\alpha}{2}, (n-p-1)}$ maka H_0 ditolak. Artinya $\hat{\beta}_k(u_i, v_i) \neq 0$ atau dengan kata lain koefisien regresi lokal $\hat{\beta}_k(u_i, v_i)$ yang diperoleh untuk model GWR tersebut berarti. Nilai $t_{1-\frac{\alpha}{2}, (n-p-1)}$ diperoleh dari Tabel Distribusi *t-Student* dengan taraf signifikansi $\alpha = 5\%$ dan $d = (n - p - 1)$ (Nakaya *et al*, 2005).

Langkah-Langkah Analisis

1. Mendeskripsikan variabel respon dan variabel-variabel prediktor kasus gizi buruk anak balita di Jawa Barat.
2. Menganalisis model regresi linear klasik atau *Ordinary Linear Regression* (OLR) untuk kasus gizi buruk anak balita di Jawa Barat dengan langkah-langkah sebagai berikut :
 - a. Melakukan uji asumsi residual kasus gizi buruk anak balita di Jawa Barat.
 - b. Menaksir parameter model regresi klasik dengan metode kuadrat terkecil atau *Ordinary Least Square* (OLS).
 - c. Melakukan uji keberartian model regresi linear berganda.
3. Menganalisis model *Geographically Weighted Regression* (GWR) untuk kasus gizi buruk anak balita di Jawa Barat dengan langkah-langkah sebagai berikut :
 - a. Menentukan koordinat *longitude latitude* tiap kota/ kabupaten di Jawa Barat.
 - b. Menghitung jarak *euclidean* antar kota/ kabupaten di Jawa Barat.
 - c. Menentukan *bandwidth* berdasarkan kriteria CV minimum.
 - d. Menghitung matriks pembobot tiap kota/kabupaten di Jawa Barat dengan fungsi Kernel.
 - e. Menaksir parameter GWR dengan menggunakan *bandwidth optimum*.
4. Membandingkan jumlah kuadrat residual atau *residual sum of square* dan koefisien determinasi R^2 model dari OLS, model GWR dengan pembobot *fixed* Kernel Gaussian, dan GWR dengan pembobot *adaptive* Kernel Gaussian.
5. Menginterpretasikan dan menyimpulkan hasil yang diperoleh.

5. STUDI KASUS

Variabel-Variabel yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1 Variabel-Variabel Penelitian

Variabel	
Variabel Respon	
Y	Persentase Kasus Gizi Buruk Anak Balita di Jawa
Variabel Prediktor	
X1	Persentase kasus bayi dengan berat badan lahir
X2	Persentase balita yang mendapat imunisasi lengkap
X3	Persentase balita yang mendapat vitamin a
X4	Rasio jumlah saran kesehatan dengan jumlah balita
X5	Persentase bayi yang diberi ASI eksklusif
X6	Persentase penduduk miskin
X7	Persentase usia perkawinan pertama 15 tahun
X8	Persentase rumah tangga yang memanfaatkan

Hasil Analisis dan Pembahasan

Tabel 2 Statistika Deskriptif Kasus Gizi Buruk Anak Balita di Jawa Barat dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya

Descriptive Statistics					
	N	Minimu	Maximu	Mean	Std
Kasus Gizi Buruk	26	.28	1.55	.8177	.31885
Kasus BBLR	26	.09	4.19	2.0600	1.18684
Imunisasi	26	62.41	98.97	84.8688	8.86836
Vitamin A	26	68.90	100.00	89.1654	8.10140
Sarana Kesehatan	26	6.64	22.78	14.3315	3.51300
ASI Eksklusif	26	12.06	100.00	52.2242	27.31635
Penduduk Miskin	26	2.76	20.04	11.0192	3.91425
Usia Perkawinan Pertama <=15 Tahun	26	5.69	25.96	15.3804	5.74316
Sarana Air Bersih	26	16.64	98.41	57.2442	20.98687

Model Regresi Linear Berganda

Model regresi linear berganda untuk kasus gizi buruk anak balita di Jawa Barat adalah :

$$\hat{Y} = 0,720 + 0,095X_1 + 0,002X_2 - 0,007X_3 - 0,038X_4 + 0,001X_5 + 0,040X_6 + 0,016X_7 + 0,002X_8$$

Sebelum dilakukan uji keberartian terhadap model regresi linear berganda, perlu dilakukan uji asumsi residual terlebih dahulu. Berdasarkan hasil uji asumsi residual diperoleh bahwa residual pengamatan telah memenuhi asumsi linearitas dan independen atau tidak terjadi autokorelasi. Namun, asumsi independen atau homoskedastisitas tidak terpenuhi. Sehingga dapat diasumsikan terdapat heteroskedastisitas spasial.

Uji Keberartian Model Regresi Linear Berganda

Perumusan hipotesisnya adalah :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = \beta_8 = 0$$

H_1 : Paling sedikit ada satu tanda sama dengan tidak berlaku

Tabel 3 ANOVA^a

ANOVA ^a						
Model	Sum	of	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	1.196		8	.150	1.890	.129 ^b
Residual	1.345		17	.079		
Total	2.542		25			

a. Dependent Variable: Kasus Gizi Buruk

b. Predictors: (Constant), Air Bersih, Imunisasi, Usia Perkawinan Pertama <=15 Tahun, Kasus BBLR, Vitamin A, ASI Eksklusif, Penduduk Miskin, Sarana Kesehatan

Berdasarkan *output* Tabel 3, diperoleh nilai $F_{hitung} = 1,890$ dengan nilai signifikansi=0,129, sedangkan nilai $F_{tabel} = 2,55$ yang diperoleh dari Tabel Distribusi F, dengan mengambil taraf signifikansi $\alpha = 5\%$, dk pembilang = 8, dan dk penyebut = 17. Karena nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$ atau nilai signifikansi lebih besar dari $\alpha = 5\%$, maka H_0 diterima. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kasus berat badan lahir rendah (BBLR), balita mendapat imunisasi lengkap, balita yang diberi vitamin A, sarana kesehatan, bayi yang diberi ASI eksklusif, penduduk miskin, usia perkawinan pertama 15 tahun, dan keluarga yang menggunakan sarana air bersih, secara bersama-sama tidak berpengaruh terhadap kasus gizi buruk anak balita di Jawa Barat pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$.

Oleh karena hasil analisis dengan menggunakan regresi linear berganda tidak terpenuhi, maka analisis dilanjutkan dengan analisis *Geographically Weighted Regression* (GWR).

Model Geographically Weighted Regression (GWR)

Model Geographically Weighted Regression (GWR) yang digunakan dalam studi kasus ini menggunakan dua jenis fungsi pembobot, yaitu *fixed* Kernel Gaussian dan *adaptive* Kernel Gaussian.

Namun, sebelum dilakukan analisis untuk menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi kasus gizi buruk anak balita di Jawa Barat, terlebih dahulu akan dilakukan perbandingan nilai jumlah kuadrat residual dan koefisien determinasi untuk memilih model terbaik antara model regresi linear berganda (OLR) dengan model GWR dengan dua jenis pembobot yaitu *fixed* Kernel Gaussian dan *adaptive* Kernel Gaussian.

Tabel 4 Perbandingan Nilai J_1 (S) dan R^2

Model	J_1 (S)	R^2
Model OLR	1,3451993	0,471
Model GWR (<i>Fixed</i> Kernel Gaussian)	0,2951993	0,8838558
Model GWR (<i>Adaptive</i> Kernel Gaussian)	0,2555239	0,8994658

Berdasarkan Tabel 4, terlihat bahwa jumlah kuadrat residual model GWR dengan menggunakan pembobot *adaptive* Kernel Gaussian sebesar 0,2555239. Nilai ini lebih kecil dibandingkan jumlah kuadrat model OLR sebesar 1,3451993 dan model GWR dengan pembobot *fixed* Kernel Gaussian sebesar 0,2951993. Sehingga, model GWR dengan pembobot *adaptive* Kernel Gaussian lebih cocok digunakan untuk memodelkan kasus gizi buruk anak balita di Jawa Barat.

Langkah selanjutnya adalah melakukan penaksiran terhadap parameter model GWR dan uji keberartian terhadap model GWR dengan pembobot *adaptive* Kernel Gaussian serta menguji keberartian koefisien GWR untuk mengetahui faktor-faktor lokal apa saja yang berpengaruh secara signifikan terhadap kasus gizi buruk anak balita di Jawa Barat.

Tabel 5 Nilai Minimum dan Nilai Maksimum Penaksir Parameter Model GWR

	Min.	1st Qu.	Median	3rd Qu.	Max.
(Constant)	0.705500	1.088000	1.670000	1.909000	2.322000
Kasus BBLR	- 0.034190	0.011610	0.053710	0.131800	0.157700
Imunisasi	- 0.007003	- 0.004072	- 0.002144	0.009216	0.014060
Vitamin A	-	-	-	-	-0.006970

	0.026240	0.016150	0.013910	0.008237	
Sarana Kesehatan	-	-	-	-	-0.000056
	0.127700	0.080950	0.032630	0.015660	
ASI Eksklusif	-	-	0.001086	0.003782	0.006846
	0.004003	0.001668			
Penduduk Miskin	0.018580	0.026650	0.031800	0.036320	0.051030
Usia Perkawinan					
Pertama <=15	0.007929	0.015430	0.022090	0.024750	0.038300
Tahun					
Air Bersih	-	0.000695	0.002199	0.003354	0.006009
	0.002252				

Tabel 5 di atas menunjukkan bahwa penaksiran parameter pada setiap variabel memiliki nilai taksiran koefisien yang bernilai positif dan negatif pada beberapa kota/kabupaten.

Uji Keberartian Model GWR

Uji keberartian model GWR dilakukan untuk melihat apakah terdapat faktor geografis atau tidak pada model kasus gizi buruk anak balita di Jawa Barat. Perumusan hipotesisnya adalah :

H_0 : Tidak ada pengaruh faktor geografis pada model

H_1 : Ada pengaruh faktor geografis pada model

atau

H_0 : $\beta_k(u_1, v_1) = \beta_k(u_2, v_2) = \dots = \beta_k(u_2, v_2) = \beta_k, k = 0,1,2, \dots, 8$

H_1 : Paling sedikit ada satu $\beta_k(u_i, v_i) \neq \beta_k, i = 1,2, \dots, 26$

Tabel 6 ANOVA

Model	$J_1(S)$	dk	F	p_v
Model OLR	1.3451993	17		
Model GWR	0.2555239	4.506	5.2645	0.04706

Berdasarkan Tabel 6, nilai F_{hitung} = 5,2645 dan nilai p_v = 0,04706. Dengan mengambil taraf signifikansi = 5% , dk pembilang = 17 dan dk penyebut = 4,506, diperoleh nilai F_t = 5,2086. Karena nilai $F_{hitung} > F_t$, atau nilai p_v = 0,04706 lebih kecil dari = 5%, maka H_0 ditolak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa paling sedikit ada satu $\beta_k(u_i, v_i) \neq \beta_k, i = 1,2, \dots, 26$ atau dengan kata lain ada faktor geografis pada kasus gizi buruk anak balita di setiap kota/kabupaten di Jawa Barat.

Uji Keberartian Koefisien GWR

Uji keberartian koefisien GWR secara parsial dilakukan untuk mengetahui variabel prediktor mana saja yang berpengaruh secara signifikan terhadap kasus gizi buruk anak balita di setiap kota/kabupaten di Jawa Barat.

Perumusan hipotesis yang digunakan adalah :

$$H_{0k} : \beta_k(u_t, v_t) = 0 ; k = 1, 2, \dots, 8$$

$$H_{1k} : \beta_k(u_t, v_t) \neq 0$$

Kriteria pengujian yang digunakan, yaitu jika $|t_{hitung}| > t_{1-\frac{\alpha}{2}, (n-p-1)}$ maka H_{0k} ditolak.

Dalam kasus gizi buruk anak balita di Jawa Barat ini, dari Tabel Distribusi t-Student dengan mengambil taraf signifikansi $\alpha = 5\%$ dan $df = 17$ diperoleh nilai $t_{0,95} ; 17 = 2,11$.

Berikut adalah hasil pengujian keberartian koefisien GWR untuk Kota Tasikmalaya.

Tabel 7 Uji Keberartian Koefisien GWR di Kota Tasikmalaya

Variabel	Koefisien	t_{hitung}
(Constant)	1.634683	1.920852
Kasus BBLR (X_1)	0.133423	2.79618*
Imunisasi (X_2)	0.009108	1.10236
Vitamin A (X_3)	-0.015736	-1.22151
Sarana Kesehatan (X_4)	-0.092200	-3.18151*
ASI Eksklusif (X_5)	-0.001791	-0.92126
Penduduk Miskin (X_6)	0.031474	2.04363
Usia Perkawinan Pertama ≤ 15 Tahun (X_7)	0.030130	2.11472*
Air Bersih (X_8)	0.003282	1.08709

Keterangan : *) berarti secara signifikan pada $\alpha = 5\%$

Tabel 7 menunjukkan bahwa terdapat tiga buah variabel yang berpengaruh secara signifikan terhadap kasus gizi buruk anak balita di Kota Tasikmalaya Jawa Barat yaitu variabel kasus bayi dengan berat badan lahir rendah (BBLR), sarana kesehatan, dan usia perkawinan pertama ≤ 15 tahun.

Variabel-variabel prediktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap kasus gizi buruk anak balita di setiap kota/kabupaten lainnya di Jawa Barat dapat dilihat pada Tabel 8 di bawah ini.

**Tabel 8 Variabel Prediktor yang Signifikan dalam Model GWR
di setiap Kota/Kabupaten di Jawa Barat**

No.	Kota/Kabupaten	Variabel Prediktor yang Berpengaruh Signifikan
1.	Kabupaten Cianjur, Kabupaten Bandung, Kabupaten Subang, Kabupaten Purwakarta, Kabupaten Bandung Barat, Kota Bandung	—
2.	Kabupaten Sumedang	Kasus BBLR (X_1)
3.	Kabupaten Bogor, Kabupaten Karawang, Kabupaten Bekasi, Kota Bogor, Kota Bekasi, Kota Depok	ASI Eksklusif (X_5)
4.	Kabupaten Sukabumi, Kota Sukabumi	Penduduk Miskin (X_6)
5.	Kota Cimahi	Usia Perkawinan Pertama 15 Tahun (X_7)
6.	Kabupaten Garut	Kasus BBLR (X_1), Sarana Kesehatan (X_4)
7.	Kabupaten Indramayu	Kasus BBLR (X_1), Imunisasi Lengkap (X_3), Penduduk Miskin (X_6)
8.	Kabupaten Cirebon, Kabupaten Majalengka, Kota Cirebon	Kasus BBLR (X_1), Sarana Kesehatan (X_4), Penduduk Miskin (X_6)
9.	Kabupaten Ciamis, Kabupaten Kuningan, Kota Tasikmalaya	Kasus BBLR (X_1), Sarana Kesehatan (X_4), Usia Perkawinan Pertama 15 Tahun (X_7)
10.	Kabupaten Tasikmalaya, Kota Banjar	Kasus BBLR (X_1), Sarana Kesehatan (X_4), Penduduk Miskin (X_6), Usia Perkawinan Pertama 15 Tahun (X_7)

Model GWR dengan pembobot *adaptive* Kernel Gaussian untuk kasus gizi buruk anak balita di Kota Tasikmalaya adalah :

$$\hat{Y} = 1,634683 + 0,133423X_1 - 0,092200X_4 + 0,030130X_7$$

Model GWR untuk Kota Tasikmalaya di atas, menjelaskan bahwa kasus gizi buruk anak balita di Kota Tasikmalaya akan bertambah 0,133423 persen apabila persentase kasus bayi dengan berat badan lahir rendah (BBLR) bertambah sebesar satu persen, dengan syarat bahwa rasio sarana kesehatan terhadap anak balita dan usia perkawinan pertama 15 tahun di Kota Tasikmalaya adalah konstan. Sedangkan jika rasio sarana kesehatan terhadap anak balita di Kota Tasikmalaya bertambah satu persen dan persentase kasus bayi dengan berat badan lahir rendah (BBLR) dan usia perkawinan pertama 15 tahun adalah konstan, maka kasus gizi buruk di Kota Tasikmalaya akan berkurang sebesar 0,092200 persen. Apabila usia perkawinan pertama 15 tahun bertambah satu persen, maka kasus gizi buruk anak balita di Kota Tasikmalaya akan bertambah sebesar 0,030130 persen dengan syarat kasus bayi dengan berat badan lahir rendah (BBLR) dan sarana kesehatan adalah konstan. Selain itu, apabila ketiga variabel yang signifikan tersebut masing-masing bertambah satu persen, yaitu kasus bayi dengan berat badan lahir rendah (BBLR), sarana kesehatan, dan usia perkawinan pertama 15 tahun, maka kasus gizi buruk di Kota Tasikmalaya akan bertambah menjadi 1,977206 persen.



Gambar 1 Peta Keragaman Spasial Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kasus Gizi Buruk Anak Balita Setiap Kota/Kabupaten di Jawa Barat

6. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Berdasarkan jumlah kuadrat residual $J_1(S)$ dan nilai koefisien determinasi (R^2), model *Geographically Weighted Regression* (GWR) dengan pembobot *adaptive* Kernel Gaussian ternyata lebih cocok untuk memodelkan kasus gizi buruk anak balita di Jawa Barat daripada model OLR dan model GWR dengan pembobot *fixed* Kernel Gaussian. Hal ini dapat dilihat dari jumlah kuadrat residual model GWR dengan pembobot *adaptive* Kernel Gaussian sebesar 0,2555239 yang paling kecil diantara jumlah kuadrat residual model OLR sebesar 1,3451993 dan jumlah kuadrat model GWR dengan pembobot *fixed* Kernel Gaussian sebesar 0,2951993. Selain itu, nilai koefisien determinasi model GWR dengan pembobot *adaptive* Kernel Gaussian sebesar 89,95% lebih besar daripada nilai koefisien determinasi model OLR sebesar 40,7% dan nilai koefisien determinasi model GWR dengan pembobot *fixed* Kernel Gaussian sebesar 88,39%.
2. Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan metode GWR, dengan menggunakan model GWR dengan pembobot *adaptive* Kernel Gaussian diperoleh bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi kasus gizi buruk anak balita di Jawa Barat secara signifikan adalah kasus bayi dengan berat badan lahir rendah (BBLR), balita yang mendapat vitamin A, sarana kesehatan, bayi yang diberi ASI eksklusif, penduduk miskin, dan usia perkawinan pertama 15 tahun.

Saran

1. Model GWR dengan pembobot *adaptive* Kernel Gaussian dapat digunakan untuk memodelkan atau menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi kasus gizi buruk anak balita di Jawa Barat.
2. Pada penulisan skripsi ini hanya digunakan satu fungsi pembobot yaitu fungsi Kernel Gaussian untuk menaksir parameter GWR. Pada penulisan skripsi selanjutnya disarankan untuk menggunakan fungsi pembobot yang lain, yaitu fungsi Kernel Bi-Square.
3. Untuk penelitian selanjutnya, perlu ditambahkan variabel prediktor lain yang mempengaruhi kasus gizi buruk anak balita diluar faktor kesehatan dan ekonomi, seperti kasus bencana alam yang pernah terjadi di setiap lokasi pengamatan.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Admin, Master. (2012). *Mendeteksi Gizi Buruk Pada Balita*. Pati : Dinkes.
- [2] Agustina, Fitriani. (2010). *Modul Praktikum 4 Analisis Regresi Ganda*. Bandung : Jurusan Pendidikan Matematika FPMIPA UPI : Tidak diterbitkan.
- [3] Almatsier, Sunita. (2004). *Prinsip Gizi Dasar*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- [4] Ariyanto, Eko Fuji. (2010). *Forum. Potret Gizi di Jawa Barat*. [online] Tersedia di <http://www.yipd.or.id/main/readnews/16099>. Tanggal akses : 14 Mei 2013.
- [5] Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat. (2012). *Jabar dalam Angka 2012*. Bandung: BPS Provinsi Jawa Barat.
- [6] Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2010). *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 1995/MENKES/SK/XII/2010 Tentang Standar Antropometri Penilaian Status Gizi Anak*. Jakarta : Depkes RI.
- [7] Dwinata, Alona. (2012). *Model Regresi Logistik Terboboti Geografis (Studi Kasus : Pemodelan Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur)*. Tesis. Bogor : Sekolah Pascasarjana IPB : Tidak diterbitkan.
- [8] Fikri, M. Nazarudin, dkk. (2009). *Modul Pelatihan Sistem Informasi Geografis (SIG) Tingkat Dasar Bidang Kesehatan*. Mataram : Kerjasama Pemerintah Kota Mataram, Dinas Kesehatan Provinsi NTB, DED, GTZ : Tidak diterbitkan.
- [9] Fotheringham AS, Brundson C, Chartlon M. (2002). *Geographically Weighted Regression, the Analysis of Spatially Varying Relationships*. England : John Wiley & Sons, Ltd.
- [10] Gujarati, Damodar N. (2003). *Basic Econometrics*. New York : McGraw-Hill.
- [11] Handayani U.N, Dewi, Seolistijadi, dan Sunardi. (2005). *Pemanfaatan Analisis Spasial untuk Pengolahan Data Spasial Sistem Informasi Geografi*. Jurnal. Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Stikubank Semarang.

- [12] Istiono, Wahyudi, dkk. (2009). *Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Status Gizi Balita*. Berita Kedokteran Masyarakat. 25, (3), 150-155.
- [13] Janie, Dyah Nirmala Arum. (2012). *Statistik Deskriptif & Regresi Linear Berganda Dengan SPSS*. Semarang : Semarang University Press.
- [14] Nachrowi, Nachrowi Djalal dan Hardius Usman. (2002). *Penggunaan Teknik Ekonometri*. Jakarta : PT RajaGrafindo Persada.
- [15] Nakaya T, Fotheringham AS, Brunson C, Charlton M. (2005). *Geographically Weighted Poisson Regression for Disease Association Mapping*. Statistics in Medicine, Volume 24 Issue 17, pages 2695-2717.
- [16] Pangaribuan, Siska Dina Delima. (2001). *Analisis Regresi Logistik Terhadap Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Status Gizi Anak Balita di Jawa Tengah*. Skripsi. Bogor : Jurusan Statistika FPMIPA IPB : Tidak diterbitkan.
- [17] Prihatiningsih, Oktaviani. (2012). *Menentukan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) Provinsi Jawa Barat dengan Regresi Terboboti Geografis (RTG)*. Skripsi. Bogor : Jurusan Statistika FPMIPA IPB : Tidak diterbitkan.
- [18] Rahmawati, Rita dan Anik Djuraidah. (2010). *Regresi Terboboti Geografis dengan Pembobot Kernel Kudrat Galat untuk Data Kemiskinan di Kabupaten Jember*. [online] Tersedia di <http://journal.ipb.ac.id/index.php/statistika/arti-cle/viewFile/4885/3319>. Tanggal akses : 17 Januari 2013.
- [19] Saefuddin, Asep. (2011). *On Comparisson between Ordinary Linear Regression and Geographically Weighted Regression: With Application to Indonesia Poverty Data*. *European Journal of Scientific Research*. 57,(2), 275-285.
- [20] Sudjana. (2003). *Teknik Analisis Regresi dan Korelasi*. Bandung : Tarsito.
- [21] Sudjana. (2005). *Metoda Statistika*. Bandung : Tarsito.
- [22] Suparyanto. (2011). *Konsep Balita*. [online] Tersedia di <http://dr-suparyanto.blogspot.com/2011/03/konsep-balita.html?m=1> . Tanggal akses: 29 Maret 2013.

- [23] Wheeler, David C. and Antonio Paez. (2010). *Handbook of Applied Spatial Analysis : Software Tools, Methods and Applications*. Berlin : Springer.
- [24] Yasin, Habib. (2011). *Pemilihan Variabel pada Model Geographically Weighted Regression*. Jurnal. Program Studi Statistika FPMIPA UNDIP.