



PEMODELAN REGRESI SPASIAL MENGGUNAKAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION* DENGAN PEMBOBOT *FIXED KERNEL GAUSSIAN* DAN *ADAPTIVE KERNEL BISQUARE*

Yuninda Diah Pratiwi[✉], Scolastika Mariani, Putriaji Hendikawati

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Gedung D7 Lt. 1, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima Juli 2018

Disetujui Maret 2019

Dipublikasikan Mei 2019

Keywords:

Geographically Weighted Regression,

Fixed Kernel Gaussian, Adaptive

Kernel Bisquare

Abstrak

Model regresi linier secara umum bersifat global, dimana estimasi parameternya bernilai sama untuk semua lokasi. Pada kenyataannya, antara lokasi satu dengan lainnya memiliki kondisi yang berbeda, sehingga data antar pengamatan sulit dianalisis menggunakan regresi linier. Mengabaikan uji keragaman spasial dalam model regresi akan mengakibatkan hasil yang diperoleh kurang sesuai. GWR merupakan metode statistika yang digunakan dalam menganalisis keragaman spasial. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi AHH dengan membandingkan model terbaik dari regresi linier dengan GWR pada pembobot fixed kernel gaussian dan adaptif kernel bisquare. Data yang digunakan bersumber dari Profil Kesehatan Provinsi Jawa Tengah Tahun 2016 dan Provinsi Jawa Tengah Dalam Angka 2017. Software yang digunakan adalah R.3.4.3 dan ArcView GIS 3.3. Hasil penelitian menunjukkan model GWR dengan fungsi pembobot fixed kernel gaussian merupakan model terbaik dilihat dari AIC terkecil sebesar 55,911 dan (R^2) terbesar sebesar 0,9587. Terbentuk 8 kelompok lokasi yang memiliki peubah penjelas sama yang signifikan terhadap AHH.

Abstract

Linear regression model is generally global, its parameter estimates the same value for all locations. In fact, the location with others has different conditions, so the data between observations was difficult to be analyzed using linear regression. Ignoring the spatial diversity test in the regression model will give less well-matched results. GWR is one of a statistical method used in analyzing spatial diversity. This study aims to analyze the factors that influence AHH by comparing the best model of linear regression with GWR in fixed kernel gaussian and adaptive kernel bisquare. The data that used comes from Health Profile of Central Java Province in 2016 and Central Java Province In 2017. Software that used is R.3.4.3 and ArcView GIS 3.3. The result shows that GWR model with fixed kernel gaussian weighting function is the best model that can be seen from the smallest AIC of 55,911 and the biggest (R^2) is 0,9587. There were 8 location groups having the same independent variables that were significant to AHH.

How to Cite

Pratiwi Y. D., Mariani Sc. & Hendikawati, P. (2019). Pemodelan Regresi Spasial Menggunakan *Geographically Weighted Regression* dengan Pembobot *Fixed Kernel Gaussian* dan *Adaptive Kernel Bisquare*. *UNNES Journal of Mathematics* 8(1): 72-81

PENDAHULUAN

Model regresi linier secara umum bersifat global, dimana estimasi parameternya bernilai sama untuk semua lokasi pengamatan. Model persamaan global akan memberikan informasi yang akurat untuk wilayah lokal jika tidak ada atau hanya ada sedikit keragaman antar wilayah lokalnya (Fotheringham et.al 2002). Pada kenyataannya, antara lokasi satu dengan lokasi lainnya memiliki kondisi yang berbeda, sehingga data antar pengamatan sangat sulit dianalisis menggunakan regresi linier. Mengabaikan uji keragaman spasial dalam model regresi akan mengakibatkan hasil yang diperoleh kurang sesuai. Kondisi antar lokasi yang berbeda diduga akan memberikan efek keragaman spasial, seperti yang dikemukakan Anselin & Getis (1992) yang mengatakan pengaruh spasial antar lokasi dapat disebabkan oleh keragaman spasial, yaitu satu peubah penjelas yang sama memberikan respon yang berbeda antara satu lokasi dengan lokasi lainnya.

Geographically Weighted Regression (GWR) merupakan salah satu metode statistika yang digunakan dalam menganalisis keragaman spasial yang menggunakan matriks pembobot yang besarnya tergantung pada kedekatan antar lokasi serta menghasilkan estimasi parameter model yang bersifat lokal untuk setiap lokasi dan berbeda dengan lokasi lainnya (Fotheringham et.al 2002). Fungsi *kernel* menggunakan unsur jarak antar lokasi pengamatan yang nilainya kontinu, sehingga diharapkan hasil analisis akan lebih baik (Rahmawati & Djuraidah, 2010).

Angka harapan hidup (AHH) merupakan salah satu indikator atau penilaian derajat kesehatan suatu negara dan digunakan sebagai acuan dalam berhasilnya perencanaan program-program kesehatan pemerintah (Ayuni, 2015). Semakin tingginya AHH maka derajat kesehatan masyarakat semakin baik begitu juga sebaliknya. Oleh karena itu, AHH dapat digunakan sebagai alat untuk mengevaluasi kinerja pemerintah dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

AHH penduduk di Indonesia tercatat 70,1 pada tahun 2010-2015, meningkat dari posisi sebelumnya pada tahun 2005-2010 sebesar 69,1. Hal ini menunjukkan semakin meningkat kualitas hidup dan kesehatan masyarakat di Indonesia. AHH menurut Kabupaten atau Kota di Jawa Tengah menunjukkan adanya perbedaan antar lokasi. Kabupaten Sukoharjo menempati posisi pertama pada tahun 2016 dan posisi kedua ditempati Kota Semarang (BPS, 2017). Berdasarkan permasalahan

tersebut, bahwa AHH menurut kabupaten/kota di Jawa Tengah sangat mungkin dipengaruhi oleh unsur lokasi karena adanya perbedaan antar lokasi, sehingga AHH di Jawa Tengah telah memenuhi syarat untuk dilakukan analisis menggunakan model GWR.

Beberapa penelitian yang menggunakan model GWR diantaranya, Saefuddin et. al (2011), menyimpulkan penerapan model GWR lebih baik daripada model *Ordinary Linear Regression* sederhana dalam memprediksi presentase kemiskinan berdasarkan nilai koefisien determinasi (R^2) terbesar, dengan pembobot terbaik *kernel gaussian* berdasarkan nilai CV minimum. Yuhan & Sitorus (2017) menyimpulkan bahwa GWR dengan pembobot *adaptif bisquare* memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan OLS dalam menjelaskan kelompok hampir miskin di Indonesia.

Berdasarkan hal tersebut, beberapa penelitian terdahulu mengatakan bahwa *fixed kernel gaussian* merupakan pembobot terbaik dan beberapa penelitian terdahulu yang lain mengatakan bahwa *adaptif kernel bisquare* merupakan pembobot terbaik, sehingga peneliti mencoba untuk menganalisis data AHH di Jawa Tengah Tahun 2016 dengan membandingkan model terbaik dari regresi linier yang belum mengakomodasikan adanya aspek spasial dengan model GWR dengan menggunakan pembobot *fixed kernel gaussian* dan *adaptif kernel bisquare* berdasarkan nilai AIC terkecil dan R^2 terbesar. Hal tersebut yang menjadi latar belakang dalam melakukan penulisan skripsi ini dengan judul "Pemodelan Regresi Spasial Menggunakan *Geographically Weighted Regression* dengan Pembobot *Fixed Kernel Gaussian* dan *Adaptive Kernel Bisquare*".

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah (1) Manakah analisis terbaik dalam pemodelan regresi spasial *Geographically Weighted Regression* dengan fungsi pembobot *fixed kernel gaussian* dan *adaptive kernel bisquare*? (2) Peubah penjelas apa saja yang berpengaruh terhadap AHH untuk setiap Kabupaten/Kota di Jawa Tengah Tahun 2016 pada fungsi pembobot terbaik?

Menurut Rahmawati & Djuraidah (2010), persamaan regresi linier didefinisikan menggunakan metode pendugaan parameter *ordinary least square* (OLS), yang secara umum dapat dituliskan sebagai berikut.

$$y = \beta_0 + \sum_{k=1}^p x_{ik}\beta_k + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Pendugaan β dilakukan dengan menggunakan metode OLS, yaitu dengan

meminimumkan jumlah kuadrat galat $\varepsilon' \varepsilon$. Nilai β diduga dengan persamaan.

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'y \tag{2}$$

Fotheringham et. al (2002) mendefinisikan GWR sebagai metode regresi yang menghasilkan penduga parameter untuk memprediksi respon setiap lokasi. Setiap nilai parameter akan dihitung pada setiap titik lokasi geografis sehingga titik lokasi geografis mempunyai nilai parameter regresi yang berbeda-beda. Bentuk umum model GWR sebagai berikut.

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i)x_{ik} + \varepsilon_i \tag{3}$$

dimana (u_i, v_i) adalah koordinat *longitude latitude* dari titik ke- i pada suatu lokasi geografis, $\beta_0(u_i, v_i)$ adalah konstanta pada pengamatan ke- i , $\beta_k(u_i, v_i)$ adalah koefisien regresi peubah penjelas ke- k pada masing-masing lokasi dan ε_i adalah *error* yang diasumsikan identik, *independent*, dan berdistribusi.

Metode penaksir parameter pada model GWR adalah dengan metode *Weighted Least Square* (WLS) yaitu dengan memberikan pembobot yang berbeda untuk setiap lokasi dimana data tersebut dikumpulkan (Caraka & Yasin, 2017). Sehingga dapat dituliskan penggunaan parameter sebagai berikut.

$$\hat{\beta}(u_i, v_i) = (X^T W(u_i, v_i) X)^{-1} X^T W(u_i, v_i) y \tag{4}$$

dimana $\hat{\beta}(u_i, v_i) (\hat{\beta}_{i0}, \hat{\beta}_{i1}, \hat{\beta}_{i2}, \dots, \hat{\beta}_{ip})^T$ adalah vektor koefisien regresi lokal dan $W(u_i, v_i)$ adalah matriks diagonal dengan elemen pada diagonalnya merupakan pembobot geografis pada setiap data untuk lokasi pengamatan ke- i dan elemen lainnya merupakan angka nol.

Statistika yang digunakan dalam pengujian kesesuaian model sebagai berikut.

$$F^* = \frac{SSE(H_0)/df_1}{SSE(H_1)/df_2} \tag{5}$$

Fungsi pembobot kernel yang digunakan menurut Fotheringham et.al (2002) diantaranya.

1. Fungsi *Fixed Kernel*, yaitu untuk semua lokasi pengamatan memiliki nilai *bandwidth* yang sama. Salah satu fungsi pembobot *fixed kernel* adalah *fixed kernel gaussian*, dengan statistik yang digunakan

$$w_j(u_i, v_i) = \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{d_{ij}}{b} \right)^2 \right] \tag{6}$$

2. Fungsi *Adaptive Kernel*, yaitu untuk setiap lokasi pengamatan memiliki nilai *bandwidth* yang berbeda-beda. Salah satu fungsi pembobot *adaptive kernel* adalah *adaptive kernel bisquare*, dengan statistik yang digunakan.

$$w_j(u_i, v_i) = \begin{cases} \left[1 - \left(\frac{d_{ij}}{b} \right)^2 \right]^2, & \text{jika } d_{ij} < b \\ 0, & \text{jika } d_{ij} \geq b, \end{cases} \tag{7}$$

dimana d_{ij} adalah jarak antara titik lokasi i dan lokasi j yang didapatkan dari jarak *euclid* $(d_{ij})^2 = (u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2$, b adalah parameter non negatif yang dikenal dengan *bandwidth*.

METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah identifikasi masalah, pengumpulan data analisis data dan kesimpulan. Identifikasi masalah diperlukan untuk mengetahui batasan masalah yang ada, sehingga mempermudah dalam langkah pemecahan masalah.

Pengumpulan data bersumber dari Profil Kesehatan Provinsi Jawa Tengah Tahun 2016 yang dipublikasikan oleh Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah dan Provinsi Jawa Tengah Dalam Angka 2017 yang dipublikasikan oleh Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. Peubah penelitian yang digunakan yaitu angka harapan hidup (y), angka kematian bayi (X_1), balita gizi buruk (X_2), penduduk miskin (X_3), kepadatan penduduk (X_4) dan rumah tangga ber PHBS (X_5).

Analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1, dengan tahapan sebagai berikut:

1. Memilih peubah penjelas dan peubah respon yang akan digunakan dalam analisis berdasarkan studi literatur dan nilai korelasi yang memiliki hubungan linier antar peubah penjelas terhadap peubah respon.
2. Melakukan uji asumsi normalitas menggunakan uji *Kolmogorov Smirnov* dan asumsi multikolinieritas dengan melihat nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) pada regresi linier.
3. Uji efek keragaman spasial dengan menggunakan uji *Breusch Pagan test*.
4. Jika asumsi kenormalan dan asumsi multikolinieritas terpenuhi dan terdapat keragaman spasial maka analisis yang digunakan adalah GWR.
5. Menentukan koordinat *longitude-latitude* pada setiap titik lokasi pengamatan.
6. Menghitung jarak *euclid* antar lokasi pengamatan.
7. Menentukan *bandwidth* optimum dengan melihat *Cross Validation* (CV) yang minimum.

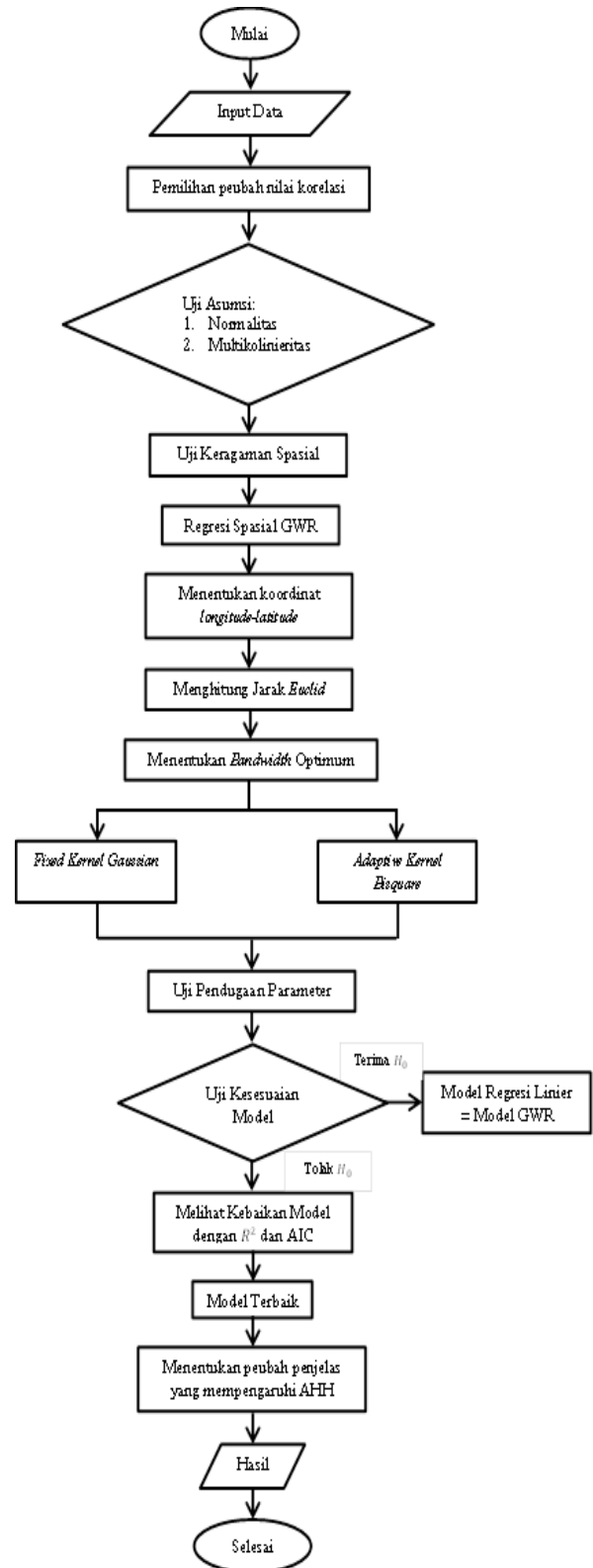
8. Menghitung matriks pembobot W_{ij} pada setiap lokasi pengamatan dengan fungsi *fixed kernel gaussian* dan *adaptive kernel bisquare*.
9. Menaksir parameter GWR dengan menggunakan *bandwidth* optimum.
10. Menguji kebaikan model dengan melakukan uji F.
Terima H_0 jika nilai $F_{hit} < F_{tabel}(v_1^2/v_2, \delta_1^2/\delta_2)$ artinya tidak terdapat perbedaan antara model GWR dengan regresi linier, sedangkan jika H_0 ditolak maka lanjut kelangkah berikutnya.
11. Melihat kebaikan model dari nilai koefisien determinasi (R^2) yang terbesar dan *Akaike Information Criterion* (AIC) yang terkecil untuk model GWR dengan pembobot *fixed kernel gaussian* dan *adaptive kernel bisquare*.
12. Melakukan pengujian pendugaan parameter secara parsial jika model GWR lebih baik.
13. Mendapatkan model GWR dan faktor-faktor yang mempengaruhi AHH untuk setiap lokasi pengamatan dengan uji t.

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan keseluruhan pemecahan jawaban dari bahan-bahan pustaka dan pembahasan yaitu uji kesesuaian model dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan yang signifikan antara model regresi linier dengan GWR. Melihat nilai R^2 yang terbesar dan nilai *Akaike Information Criterion* (AIC) yang terkecil untuk mengetahui model terbaik antara regresi linier dan GWR dengan pembobot *fixed kernel gaussian* dan *adaptif kernel bisquare*. Melakukan uji parsial tiap lokasi untuk mendapatkan peubah penjelas yang signifikan terhadap AHH.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder tentang faktor-faktor yang diduga mempengaruhi AHH di Provinsi Jawa Tengah tahun 2016 berdasarkan studi literatur dan nilai korelasi. Menurut Chatterjee & Hadi (2006) mengatakan jika terdapat nilai korelasi antar peubah bernilai 0 maka tidak terdapat hubungan linier antar peubahnya. Hasil dari nilai korelasi untuk masing-masing peubah penjelas terhadap peubah respon dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Diagram Alur Analisis Data

Tabel 1. Nilai Korelasi *Pearson*

Peubah	Nilai Korelasi
X_1 dengan y	-0,59292
X_2 dengan y	-0,65884
X_3 dengan y	-0,63782
X_4 dengan y	0,32019
X_5 dengan y	0,47439

Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat hubungan linier antar peubah penjelas terhadap peubah respon yang dapat dijadikan sebagai indikator tidak adanya autokorelasi dalam model regresi yang dibentuk.

Uji Asumsi

Tahap awal yang harus dilakukan dalam pembentukan model GWR yaitu uji asumsi kenormalan, dengan kriteria tolak H_0 pada uji *kolmogorov-smirnov* dengan melihat nilai $D > D_{tabel}$ atau nilai signifikan kurang dari α (alpha). Dengan bantuan software R 3.4.3 diperoleh nilai *p-value* sebesar $0,8759 > 0,05$. Sehingga dapat diasumsikan bahwa residual model berdistribusi normal. Selanjutnya uji asumsi multikolinieritas dengan menghitung nilai VIF dari masing-masing peubah penjelas. Pelanggaran asumsi multikolinieritas dilakukan dengan melihat nilai *VIF* > 10 sesuai Tabel 2.

Tabel 2. Nilai VIF Peubah Penjelas

Peubah Penjelas	VIF
X_1	2,263032
X_2	1,968087
X_3	1,423651
X_4	1,881921
X_5	1,721912

Tabel 2 menunjukkan bahwa masing-masing peubah penjelas memiliki nilai VIF kurang dari 10, sehingga dapat disimpulkan tidak terdapat pelanggaran asumsi multikolinieritas.

Uji Keragaman Spasial

Pelanggaran atas asumsi ini disebut heteroskedastisitas, yaitu variansi *error* tidak sama antara satu pengamatan ke pengamatan lain. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui adanya keragaman spasial antar kabupaten/kota. Kriteria penolakan H_0 pada uji BP *test* dengan melihat nilai $BP > X^2_{(p)}$ atau *p value* $< \alpha$. Diperoleh nilai $BP = 11,638 > \chi^2_{(5;0,05)} = 11,1$ atau nilai *p-value* $0,0401 < 0,05$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa adanya heteroskedastisitas yang memberikan efek keragaman spasial antar lokasi pengamatan.

Berdasarkan pengujian pada data AHH memenuhi asumsi normalitas residual, tidak terjadi multikolinieritas dan terdapat keragaman spasial, sehingga model GWR tepat digunakan untuk analisis data.

Regresi Spasial GWR

Data perlu dianalisis menggunakan model regresi linier, sebelum data tersebut dianalisis menggunakan GWR. Hasil dari estimasi regresi linier dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Estimasi Model Regresi Linier

	<i>Estimate</i>	<i>Std.Error</i>	<i>t-value</i>	<i>p-value</i>
AHH	76,1227	2,2735	33,482	0,0000
X_1	-0,0028	0,0034	-0,821	0,4186
X_2	-0,0392	0,0119	-3,293	0,0026
X_3	-0,2399	0,0564	-4,255	0,0002
X_4	-0,0002	0,0001	-1,906	0,0666
X_5	0,0436	0,0263	1,66	0,1076
<i>R-Squared</i>				0,7149
<i>F-Statistic</i>				14,54
<i>p-value</i>				0,00000
AIC				116,083

Nilai koefisien determinasi (R^2) = 71,49% menunjukkan bahwa pengaruh peubah penjelas terhadap peubah respon di dalam model regresi linier sebesar 71,49% sedangkan 38,51% dipengaruhi peubah lain yang tidak diteliti. Mengetahui baik atau tidaknya model tersebut dilakukan uji kesesuaian model regresi linier, sehingga hasil yang diperoleh $F_{hitung} = 14,54 > F_{(5;29;95)} = 2,55$ menunjukkan bahwa model regresi linier sudah baik digunakan dalam analisis untuk menggambarkan hubungan antara peubah penjelas terhadap peubah respon. Pengujian secara individu digunakan untuk menguji ada tidaknya pengaruh masing-masing peubah penjelas terhadap model regresi linier, pada Tabel 4 menunjukkan bahwa angka kematian bayi, kepadatan penduduk dan rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat tidak berpengaruh signifikan terhadap AHH pada tingkat kepercayaan 95% dan $t_{tabel(30;0,95)} = 2,042$. Sedangkan balita gizi buruk dan penduduk miskin berpengaruh signifikan terhadap AHH pada tingkat kepercayaan 95% dan $t_{tabel(30;0,975)} = 2,042$.

Tahap awal yang harus dilakukan pada model GWR yaitu menentukan koordinat *latitude-longitude* untuk setiap kabupaten/kota dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Koordinat *Latitude Longitude*

Kabupaten/Kota	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>
Cilacap	7,62	108,90
Banyumas	7,48	109,14
Purbalingga	7,31	109,43
⋮	⋮	⋮
Kota Tegal	6,88	109,17

Menghitung jarak *euclid* dari masing-masing kabupaten/kota. Jarak *euclid* ini akan digunakan untuk mencari matriks pembobot. Hasil perhitungan jarak *euclid* dari titik pusat terhadap kabupaten/kota lain dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Menghitung Jarak *Euclid*

Kabupaten/Kota	Jarak <i>Euclid</i>				
	Cilacap	Banyumas	Purbalingga	⋯	Kota Tegal
Cilacap	0,000	0,273	0,609	⋯	0,771
Banyumas	0,273	0,000	0,336	⋯	0,604
Purbalingga	0,609	0,336	0,000	⋯	0,521
Banjarnegara	0,752	0,487	0,204	⋯	0,700
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Kota Tegal	0,771	0,604	0,521	⋯	0,000

Nilai *bandwidth optimum* pada model GWR dengan fungsi pembobot *fixed kernel gaussian* sebesar 0.3360172 bernilai sama untuk semua kabupaten/kota. Fungsi pembobot *adaptif kernel bisquare* memiliki nilai *bandwidth* yang berbeda-beda untuk setiap lokasi, dengan bantuan *syntax* pada R 3.4.3 diperoleh nilai *bandwidth* untuk masing-masing kabupaten/kota dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai *Bandwidth Adaptive Kernel Bisquare*

Kabupaten/Kota	Nilai <i>Bandwidth</i>
Cilacap	1,6317394
Banyumas	1,3736375
Purbalingga	1,0559323
Banjarnegara	0,8892205
Kebumen	0,9931155
⋮	⋮
Kota Tegal	1,3590286

Nilai *bandwidth optimum* pada fungsi pembobot *fixed kernel gaussian* akan disubstitusikan kedalam fungsi pembobot *fixed kernel gaussian* dalam pembentukan matriks pembobot, sehingga diperoleh.

$$w_j(u_i, v_i) = \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{d_{ij}}{0,3360172} \right)^2 \right]$$

Matriks pembobot yang dibentuk dari fungsi *fixed kernel gaussian* berbeda-beda untuk masing-masing kabupaten/kota. Misalkan Kabupaten Cilacap dengan kabupaten/kota lainnya, yaitu.

$$W(u_1, v_2) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0,7185 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & 0,0068 & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0,0718 \end{bmatrix}$$

Nilai *bandwidth optimum* pada fungsi pembobot *adaptif kernel bisquare* berbeda-beda untuk setiap lokasi. Nilai tersebut disubstitusikan kedalam fungsi pembobot *adaptif kernel bisquare* untuk masing-masing kabupaten/kota. Misalkan untuk Kabupaten Cilacap, diperoleh.

$$w_j(u_i, v_i) = \left[1 - \left(\frac{d_{ij}}{1,6317394} \right)^2 \right]^2$$

Matriks pembobot yang dibentuk dari fungsi *adaptive kernel bisquare* berbeda-beda untuk masing-masing kabupaten/kota. Misalkan Kabupaten Cilacap dengan kabupaten/kota lainnya, yaitu.

$$W(u_1, v_2) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0,9447 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & 0,3331 & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0,6033 \end{bmatrix}$$

Guo et. al (2013) menjelaskan bahwa model GWR akan lebih fit dengan ukuran *bandwidth* yang lebih kecil yaitu fungsi kernel tetap dan fungsi kernel tetap menghasilkan distribusi spasial yang lebih halus dibandingkan dengan fungsi adaptif. Menurut Gollini et all (2015) dalam Ramadhan & Kurniawan (2016) menjelaskan bahwa jika dibandingkan *gaussian* dengan *bisquare*, ternyata fungsi *bisquare* cenderung tidak memperhatikan lagi wilayah yang berada diluar *bandwidth*-nya. Padahal belum tentu wilayah yang jauh tidak

memberikan pengaruh terhadap wilayah penelitian itu sendiri. Sedangkan *gaussian* masih memperhatikan wilayah lain yang berada diluar *bandwidth*-nya karena *bandwidth* hanya menyatakan pengaruh besar jika wilayah lain ada didalam area *bandwidth* dan pengaruh kecil jika diluar. Hasil dari penelitian yang dilakukan oleh penulis sesuai dengan penelitian

yang dilakukan Guo et. al (2013) dan Gollini et. al (2015) yaitu fungsi *fixed* lebih baik dibandingkan dengan fungsi *adaptive*.

Hasil pendugaan parameter pada model GWR dengan fungsi pembobot *fixed kernel gauss* dan *adaptive kernel bisquare* dapat dilihat pada Tabel 7 dan 8.

Tabel 7. Penduga Parameter Pembobot *Fixed Kernel Gaussian*

	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5
Minimum	74,625	-0,02777	-0,05255	-0,35167	-0,00037	-0,21858
Kuartil 1	75,732	-0,00308	-0,04125	-0,29028	-0,00010	-0,00925
Median	76,777	-0,00106	-0,03172	-0,22174	-0,00003	0,02854
Kuartil 3	79,848	0,00110	-0,01676	-0,17611	0,00002	0,03958
Maksimum	95,126	0,00793	0,02532	-0,04079	0,00016	0,05215
Global	76,1227	-0,0028	-0,0392	-0,24	-0,0002	0,0437

Tabel 8. Penduga Parameter Pembobot *Adaptive Kernel Bisquare*

	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5
Minimum	74,365	-0,01668	-0,06107	-0,38487	-0,00035	-0,07915
Kuartil 1	75,733	-0,00303	-0,04670	-0,27243	-0,00017	-0,00709
Median	76,520	-0,00202	-0,02827	-0,19555	-0,00003	0,02631
Kuartil 3	79,676	0,00120	-0,01743	-0,16269	0,00001	0,03474
Maksimum	85,163	0,01353	-0,00313	-0,13592	0,00012	0,05570
Global	76,1227	-0,0028	-0,0392	-0,24	-0,0002	0,0437

Pada model GWR, memungkinkan suatu peubah penjelas yang sama memiliki hubungan yang berbeda yaitu bernilai positif di kabupaten/kota dan bernilai negatif di kabupaten/kota yang lainnya. Sehingga peubah penjelas yang sama dapat berpengaruh positif maupun negatif terhadap AHH untuk setiap kabupaten/kota yang berbeda. Uji kesesuaian model GWR pada pembobot *fixed kernel gaussian*, diperoleh nilai $F_{hitung} = 6,9111 > F_{tabel} = 2,217$ dan $P_{value} = 0,002226 < 0,05$. Pada pembobot *adaptive kernel bisquare*, diperoleh nilai $F_{hitung} = 4,4631 > F_{tabel} = 2,095$ dan $P_{value} = 0,004169 < 0,05$. Sehingga dengan tingkat kepercayaan 95%, maka tolak H_0 artinya ada perbedaan yang signifikan antara model regresi linier dengan GWR. Sehingga dapat dikatakan bahwa model GWR lebih baik dibandingkan model regresi linier dalam menjelaskan hubungan peubah penjelas terhadap peubah respon. Hasil perbandingan model terbaik antara model regresi linier dan model GWR dengan pembobot *fixed kernel gaussian* dan *adaptive kernel bisquare* dapat dilihat di Tabel 9.

Tabel 9. Keباikan Model

Model	AIC	R Square
Regresi Linier	116.083	0.7149
<i>Fixed Kernel Gauss</i>	55.911	0.9587
<i>Adaptive Kernel Bisquare</i>	68,929	0.9361

Hasil perbandingan indikator untuk menentukan model terbaik diperoleh model GWR dengan fungsi pembobot *fixed kernel gaussian* memiliki nilai AIC terkecil sebesar 55,911 dan memiliki nilai determinasi (R^2) terbesar sebesar 95,87%. Berdasarkan kedua indikator yang digunakan, dapat disimpulkan bahwa model GWR lebih baik dibandingkan model regresi linier dan *fixed kernel gaussian* merupakan fungsi pembobot terbaik dalam membangun model GWR dibandingkan *adaptive kernel bisquare* pada data AHH di kabupaten/kota di Jawa Tengah Tahun 2016. Sesuai yang dijelaskan Mariani et.al (2017) bahwa *spatial error model* (SEM) dipilih karena memiliki nilai R^2 terbesar dan AIC terkecil. Sehingga berdasarkan penelitian tersebut bahwa pemilihan model terbaik dapat

menggunakan indikator koefisien determinasi tertinggi (R^2) dan AIC terkecil.

Berdasarkan kesimpulan dapat ditentukan peubah yang signifikan dengan melakukan uji parsial. Hasil pengujian parsial untuk masing-masing kabupaten/kota di Jawa Tengah dapat dilihat pada Tabel 10. Adapun kriteria pengujian parsial yaitu tolak H_0 jika $|t_{hit}| > t_{\alpha/2; n-p-1}$ artinya terdapat pengaruh yang signifikan antara peubah penjelas terhadap lokasi.

Tabel 10. Uji Parsial Pembobot *Fixed Kernel Gaussian*

Kabupaten/Kota	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5
Cilacap	3,77	1,01	0,25	0,66	2,53
Banyumas	3,52	0,65	0,78	0,51	2,79
Purbalingga	1,84	1,16	3,04	0,96	2,09

	:	:	:	:	:
Kota Pekalongan	0,06	3,17	5,5	2,47	0,29
Kota Tegal	2,95	0,60	1,76	0,40	1,97

Berdasarkan Tabel 10 hasil pengujian pada taraf signifikan 5% dan nilai $t_{tabel(0,05/2; 35-5-1)} = 2,045$ menunjukkan bahwa untuk setiap peubah penjelas yang digunakan memiliki pengaruh lokal terhadap angka harapan hidup karena terdapat beberapa $t_{hitung} > 2,045$ untuk setiap peubahnya.

Hasil pengelompokan uji parsial pada peubah penjelas yang signifikan terhadap AHH dengan taraf signifikan 5% dengan pembobot *fixed kernel gaussian* untuk setiap kabupaten/kota di Jawa Tengah dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Peubah Penjelas yang Signifikan terhadap AHH

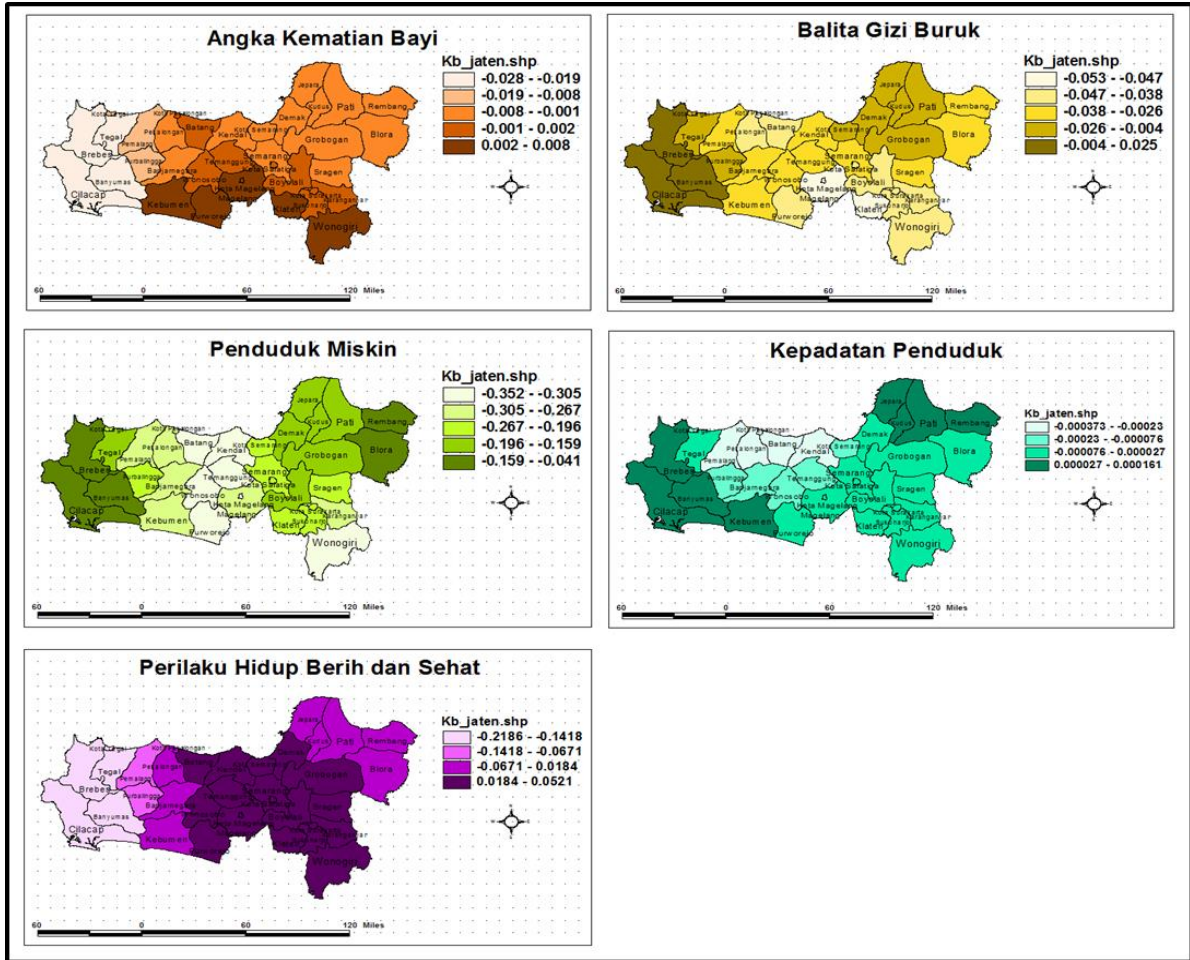
Kelompok	Kabupaten/kota	Peubah Penjelas yang Signifikan
1.	Kota Tegal	Angka Kematian Bayi
2.	Blora, Rembang	Balita Gizi Buruk
3.	Banjarnegara, Kebumen, Sukoharjo, Wonogiri, Karanganyar, Sragen, Grobogan, Pati, Kudus, Jepara, Demak, Kota Surakarta	Penduduk Miskin
4.	Cilacap, Banyumas, Tegal, Brebes	Angka Kematian Bayi, Rumah Tangga yang ber-PHBS
5.	Purworejo, Wonosobo, Magelang, Boyolali, Klaten, Temanggung, Batang, Pemalang, Kota Magelang	Balita Gizi Buruk, Penduduk Miskin
6.	Purbalingga, Kota Semarang	Penduduk Miskin, Rumah Tangga yang ber-PHBS
7.	Semarang, Kendal, Kota Salatiga	Balita Gizi Buruk, Penduduk Miskin, Rumah Tangga yang ber-PHBS
8.	Pekalongan, Kota Pekalongan	Balita Gizi Buruk, Penduduk Miskin, Kepadatan Penduduk

Tabel 11 menunjukkan terdapat 8 kelompok lokasi yang memiliki peubah penjelas sama yang signifikan terhadap AHH di Jawa Tengah Tahun 2016. Pada model regresi linier peubah penjelas angka kematian bayi, kepadatan penduduk, dan rumah tangga yang ber-PHBS tidak signifikan terhadap AHH di Jawa Tengah, tetapi pada model GWR peubah

penjelas tersebut signifikan di beberapa kabupaten/kota di Jawa Tengah.

Pola Persebaran Koefisien Peubah

Dalam mendeskripsikan persebaran koefisien penjelas berpengaruh terhadap AAH di Jawa Tengah dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Persebaran Koefisien Peubah

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan bahwa sebaran masing-masing peubah terbagi menjadi 4 kelompok dan rata-rata lokasi yang berdekatan memiliki nilai koefisien yang relatif sama yang mengakibatkan terjadinya pengelompokan. Hal tersebut menunjukkan adanya pengaruh letak geografis untuk tiap kabupaten/kota di Jawa Tengah. Oleh karenanya, AHH di suatu daerah sangat penting untuk diteliti guna mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap AHH. Sehingga pemerintah di kabupaten/kota tersebut dapat menentukan kebijakan dalam rangka meningkatkan AHH masyarakat disuatu daerah yang memiliki AHH yang rendah.

PENUTUP

Dari hasil penelitian dan pembahasan terkait pemodelan *Geographically Weighted* dengan pembobot *Fixed Kernel Gaussian* dan *Adaptive Kernel Bisquare* dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut (1) Model GWR dengan fungsi pembobot *fixed kernel gaussian* memiliki nilai AIC terkecil sebesar 55,911 dan

memiliki nilai determinasi (R^2) terbesar sebesar 0,9587 . Berdasarkan kedua indikator yang digunakan, menunjukkan bahwa model GWR lebih baik dibandingkan model regresi linier dan *fixed kernel gaussian* merupakan fungsi pembobot terbaik dalam membangun model GWR pada data AHH di kabupaten/kota di Jawa Tengah Tahun 2016 (2) Peubah penjelas sama yang signifikan terhadap angka harapan hidup di Jawa Tengah Tahun 2016 pada model GWR dengan fungsi pembobot terbaik yaitu (a) peubah angka kematian bayi signifikan di Kota Tegal, (b) peubah balita gizi buruk signifikan di Bora dan Rembang, (c) peubah penduduk miskin signifikan di Banjarnegara, Kebumen, Sukoharjo, Wonogiri, Karanganyar, Sragen, Grobogan, Pati, Kudus, Jepara, Demak dan Kota Surakarta, (d) peubah angka kematian bayi dan rumah tangga yang ber-PHBS signifikan di Cilacap, Banyumas, Tegal dan Brebes, (e) peubah Balita Gizi Buruk dan Penduduk Miskin signifikan di Purworejo, Wonosobo, Magelang, Boyolali, Klaten, Temanggung, Batang, Pemalang dan Kota Magelang, (f) peubah penduduk miskin dan rumah tangga yang ber-PHBS signifikan di

Purbalingga dan Kota Semarang, (g) peubah balita gizi buruk, penduduk miskin dan rumah tangga yang ber-PHBS signifikan di Semarang, Kendal dan Kota Salatiga, (h) peubah balita gizi buruk, penduduk miskin dan kepadatan penduduk signifikan di Pekalongan dan Kota Pekalongan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anselin, L & Getis, A. 1992. Spatial Statistical Analysis and Geographic Information Systems. *The Annals of Regional Science*, 26: 19-33.
- Ayuni, N. W. D. 2015. Pemodelan Angka Harapan Hidup Di Jawa Timur Dengan Menggunakan Metode Feed Forward Neural Network. *Soshum Jurnal Sosial dan Humaniora*, 5(2): 103-113.
- BPS. 2017. *Provinsi Jawa Tengah Dalam Angka Jawa 2017*. Semarang: BPS Provinsi Jawa Tengah.
- Caraka, R. E & Yasin, H. 2017. *Geographically Weighted Regression (GWR) Sebuah Pendekatan Geografis*. Jakarta: Mobius.
- Chatterjee, S & Hadi, A. S. 2006. *Regression Analysis by Example*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Fotheringham, A. S., Brundson, C., & Charlton, M. 2002. *Geographically Weighted Regression: the analysis of spatially varying relationships*. England: John Wiley & Sons Ltd.
- Guo, L., Ma, Z., & Zhang, L. 2008. Comparison of Bandwidth Selection in Application of Geographically Weighted Regression: a Case Study. *Canadian Journal of Forest Research*, 38(9):2526-2534.
- Mariani, Sc., Wardono, Masrukan & Fauzi, F. 2017. The ArcView And Geoda Application In Optimization Of Spatial Regression Estimate. *Journal Of Theoretical Aand Applied Information Technology*, 95(5): 1102-1115.
- Rahmawati, R & Djuraidah, A. 2010. Regresi Terboboti Geografis dengan Pembobot Kernel Kuadrat Ganda untuk Data Kemiskinan di Kabupaten Jember (Geographically Weighted Regression with Kernel Bi-Square Weighting for Poverty Data in Jember Regency). *Forum Statistika dan Komputasi*, 15(2): 32-37.
- Ramadhan, R. F & Kurniawan, R. 2016. Pemodelan Data Kematian Bayi Dengan Geographically Weighted Negative Binomial Regression. *Media Statistika*, 9(2): 95-106.
- Saefuddin, A., Setiabudi, N. A., & Achsani, N. A. 2011. On Comparison Between Ordinary Linier Regression and Geographically Weighted Regression: with Application to Indonesian Proverty Data. *European Journal of Scientific Research*, 57(2) : 275-285.
- Yuhan, R. J. & Sitorus, J. R. H. 2017. Metode Geographically Weighted Regression Pada Karakteristik Penduduk Hampir Miskin Di Kabupaten/Kota Pulau Jawa. *Jurnal Ilmiah Widya Eksakta*, 1(1): 41-47.