

Pemodelan Geographically Weighted Regression (Gwr) Dengan Fungsi Pembobot Adaptive Kernel Bisquare Untuk Angka Kesakitan Demam Berdarah di Kalimantan Timur Tahun 2015

Geographically Weighted Regression with Bisquare Adaptive kernel Weighted function for Dengue Fever in East Kalimantan Year of 2015

Aditiya Risky Tizona¹, Rito Goejantoro², dan Wasono³

¹Laboratorium Statistika Terapan FMIPA Universitas Mulawarman

^{2,3}Program Studi Statistika FMIPA Universitas Mulawarman

¹E-mail: Sjdbdhej@gmail.com

Abstract

Dengue Fever in East Borneo is thought to be a spatial problem that affected by geographic factor and linear regression analysis that is often can not describe with Good Relations pattern. The solution for this problem can be solved using Geographic Weighted Regression Method (GWR) to review and Troubleshooting geographic factor. This research Model proposed to consider GWR model with geography factor or location as the weight to estimate the model parameters, the weight type that used for this research is Adaptive Bisquare. Based on the analysis, this research revealed different model to every observations and different indicators. The eight locations are Paser, Kutai Kartanegara, West Kutai, East Kutai, Berau, Balikpapan, Samarinda dan Bontang. Those locations have variable that affected the morbidity number of dengue fever equally specifically house , elementary school facilities and public place that do not meet the requirements of health , and also waste transported while for the observation location of Penajam Paser Utara has the affected variable of dengue fever morbidity number equally which are house , waste transported , elementary school facilities and public place that do not meet the requirements of health , and also the citizen that do not have the healthy and hygienic lifestyle pattern .

Keywords : Adaptive bisquare, dengue fever, Geographically Weighted Regression(GWR)

Pendahuluan

Penyakit Demam Berdarah atau *Dengue Hemorrhagik Fever* (DHF) ialah penyakit yang disebabkan oleh virus dengue yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes Aegypti* dan *Aedes Albopictus*. Kedua jenis nyamuk ini terdapat hampir di seluruh pelosok Indonesia, kecuali di tempat-tempat ketinggian lebih dari 1000 meter di atas permukaan air laut. Merebaknya kasus DBD ini menimbulkan reaksi dari berbagai kalangan. Sebagian menganggap hal ini terjadi karena kurangnya kesadaran akan kebersihan lingkungan dan sebagian lagi menganggap karena pemerintah lambat dalam mengantisipasi dan merespon kasus ini.

Menurut Dinas Kesehatan Provinsi Kalimantan timur, pada Tahun 2015 kasus DBD di wilayah Kalimantan Timur sebanyak 6.458 kasus yang tercatat, dengan jumlah kematian sebanyak 65 kasus. Angka target nasional untuk angka kesakitan atau *Incidence Rate* (IR) DBD tahun 2015 ($IR = 50.75/100.000$ penduduk), IR merupakan istilah yang digunakan dalam bidang kesehatan untuk mengidentifikasi angka satuan untuk penderita dari suatu penyakit yang dianggap sebagai kejadian yang luar biasa, IR DBD Kalimantan timur sebesar 188,46/100.000 penduduk dan hal ini menjadikan Provinsi Kalimantan Timur sebagai Provinsi tertinggi kedua untuk penyebaran demam berdarah setelah

Provinsi Bali di Indonesia pada Tahun 2015. Sehingga upaya pemberantasan DBD khususnya di Kalimantan Timur belum berhasil secara keseluruhan, sehingga penyakit ini masih menjadi kejadian luar biasa di berbagai Kabupaten/Kota di Provinsi Kalimantan Timur (Profil Kesehatan Prov. Kaltim 2015).

Statistika spasial adalah segala teknik analisis untuk mengukur distribusi suatu kejadian berdasarkan keruangan. Keruangan yang dimaksud ialah variabel yang ada dipermukaan bumi seperti kondisi geografi, topografi, perairan dan lain-lain (Warmerdam 2006). Statistika spasial juga merupakan suatu metodologi untuk menganalisis data yang berkorelasi secara parsial, yang merupakan salah satu cabang dari statistika terapan yang dikembangkan oleh George Matheron dari *Centre de Morphologie Mhatematicque* di Fontainebleau, Perancis (1960).

Penelitian ini mengusulkan suatu model regresi linier untuk mengatasi data spasial yang mengalami heterogenitas spasial dengan model *Geographically Weighted Regression* (GWR). Ide dasar dari model GWR ini adalah dengan mempertimbangkan unsur geografi atau lokasi sebagai pembobot dalam menaksir parameter modelnya. Penaksir parameter modelnya diperoleh dengan menggunakan metode *Weighted Least Square* (WLS) yaitu dengan memberikan pembobot (*weight*) pada setiap lokasi.

Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini sendiri akan menganalisis indikator yang menanggulangi penyakit demam berdarah di Provinsi Kalimantan Timur berdasarkan jumlah sarana kesehatan, tenaga kesehatan, serta lingkungan antar Kabupaten/Kota, dituliskan dalam tugas akhir ini dengan judul Pemodelan Geographically Weighted Regression (GWR) dengan Fungsi Pembobot Adaptive Kernel Bisquare untuk Angka Kesakitan Demam Berdarah di Kalimantan Timur Tahun 2015 .

Statistika Spasial

Statistika spasial adalah segala teknik analisis untuk mengukur distribusi suatu kejadian berdasarkan keruangan, keruangan yang dimaksud ialah variabel yang ada dipermukaan bumi seperti kondisi geografi, topografi, perairan dan lain-lain (Scott William 2006). Statistika spasial juga merupakan suatu metodologi untuk menganalisis data yang berkorelasi secara parsial, yang merupakan salah satu cabang dari statistika terapan yang dikembangkan oleh George Matheron dari Centre de Morphologie Mhatematicque di Fontainebleau, Perancis (1960). Karakter yang dimiliki statistika spasial adalah pengurangan variogram atau teknik-teknik lainnya untuk mengkuantifikasi dan memodelkan struktur korelasi spasial dan juga penggunaan berbagai teknik interpolasi, seperti keluarga besar kriging (Ordinary Kriging, Simple Kriging, Universal Kriging, Indicator Kriging, Probability Kriging, Disjunctive Kriging) dan Cokriging yang menggunakan model-model korelasi spasial.

Heterogenitas Spasial

Menurut (Charlton & Fotheringham, 2002) asumsi *homogeneity* merupakan salah satu asumsi yang digunakan pada model regresi global, yang berarti bahwa hubungan dalam pemodelan adalah sama di setiap lokasi pengamatan dimana data diambil. Pemodelan regresi global dengan asumsi tersebut akan menghasilkan parameter yang sama untuk setiap wilayah. Bagaimana ketika menghadapi data spasial yang mungkin bervariasi secara kewilayahan, atau biasa disebut heterogenitas spasial. Heterogenitas spasial merupakan suatu keadaan dimana terdapat data spasial yang mungkin bervariasi dan merujuk pada adanya keberagaman dalam hubungan secara kewilayahan. Hal ini menyebabkan fenomena grafis pada suatu lokasi tertentu tidak digambarkan dengan baik oleh parameter global yang diduga dari data geografis. Heterogenitas spasial pada data dapat diketahui dengan melakukan uji Breusch-Pagan (Breusch-Pagan Test) dengan :

$$BP_{hitung} = \left(\frac{1}{2} \right) \mathbf{f}' \mathbf{Z} (\mathbf{Z}' \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}' \mathbf{f} \sim \chi^2_{(p)} \quad (1)$$

dengan elemen vektor **f**

$$f_i = \left(\frac{e_i^2}{2} - 1 \right) \quad (2)$$

dengan :

e_i = galat kuadrat terkecil untuk observasi ke -i
 e_i^2 = ragam galat e_i

Z = matriks berukuran $n \times (p + 1)$ berisi vektor yang telah terstandarisasi (z) untuk setiap lokasi dan p merupakan banyaknya variabel independen.

Hipotesis

H_0 : Tidak terdapat heterogenitas spasial

H_1 : Terdapat heterogenitas spasial

Daerah Penolakan

Tolak H_0 jika $BP_{hitung} > \chi^2_{(r;p)}$ sehingga dapat disimpulkan terdapat heterogenitas spasial. (Anselin, 1998)

Geographically Weighted Regression (GWR)

Model GWR adalah model regresi yang pertama kali diperkenalkan oleh Fotheringham pada Tahun 1967 yang merupakan salah satu pengembangan model regresi OLS dengan mempertimbangkan spasial atau lokasi (Fotheringham, 2002). Model GWR merupakan pengembangan dari model regresi global dimana setiap parameter dihitung pada setiap lokasi pengamatan, sehingga lokasi pengamatan mempunyai nilai parameter regresi yang berbeda-beda. Dalam model GWR, variabel dependen (y) diprediksi dengan variabel-variabel independen (x) yang masing-masing koefisien regresinya bergantung pada lokasi dimana data tersebut diamati. Model GWR dapat dituliskan sebagai berikut :

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij}(u_i, v_i) + \epsilon_i \quad ; i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

dengan :

Y_i : nilai observasi variabel

dependen ke -i

x_{ij} : nilai observasi pengamatan ke -i variabel independen yang

ke - j, $j=1, 2, \dots, p$

(u_i, v_i) : titik koordinat (*longitude, latitude*) lokasi ke -i

$\beta_0(u_i, v_i)$: nilai intersep model GWR

$\beta_j(u_i, v_i)$: koefisien regresi untuk setiap lokasi (u_i, v_i)

ϵ_i : error ke -i yang diasumsikan identik, independen, dan berdistribusi normal dengan *mean* nol dan varians konstan σ^2

Pembobot Geographically Weighted Regression

Fungsi dari pembobot adalah untuk memberikan hasil estimasi parameter yang berbeda pada lokasi yang berbeda. Pada analisis spasial, penaksiran parameter di suatu lokasi *i* akan lebih dipengaruhi oleh titik-titik yang dekat dengan lokasi tersebut daripada titik-titik yang lebih jauh (Leung dkk, 2000). Oleh karena itu pemilihan pembobot spasial yang digunakan dalam menaksir parameter menjadi sangat penting.

Terdapat dua jenis fungsi kernel dalam GWR, yaitu Fungsi Kernel Tetap atau *Fixed Kernel* dan Fungsi Kernel *Adaptive* atau *Adaptive Kernel* (Wheeler dan Antonio, 2010).

1 Fungsi Kernel Tetap atau (*Fixed Kernel*)

Fungsi Kernel Tetap memiliki *bandwith* yang sama pada setiap titik lokasi pengamatan. Terdapat tiga jenis fungsi Kernel Tetap yang digunakan dalam GWR adalah :

- Fungsi Kernel Gaussian :

$$w_j(u_i, v_i) = \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{d_{ij}}{b} \right)^2 \right\} \quad (4)$$

- Fungsi Kernel *Bisquare* :

$$w_j(u_i, v_i) = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{b} \right)^2 \right)^2, & \text{untuk } d_{ij} \leq b \\ 0, & \text{untuk } d_{ij} > b \end{cases} \quad (5)$$

- Fungsi Kernel *Tricube* :

$$w_j(u_i, v_i) = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{b} \right)^3 \right)^3, & \text{untuk } d_{ij} \leq b \\ 0, & \text{untuk } d_{ij} > b \end{cases} \quad (6)$$

Dimana *b* adalah parameter non negatif yang biasa disebut *bandwith*. Nilai pembobot dari suatu data akan mendekati 1 jika jaraknya berdekatan atau berhimpitan dan semakin kecil sehingga mendekati nol jika jaraknya semakin jauh.

2 Fungsi Kernel *Adaptive* (*Adaptive Kernel*)

Fungsi kernel *adaptive* memiliki *bandwith* yang berbeda untuk setiap titik lokasi pengamatan. Hal ini disebabkan kemampuan fungsi kernel *adaptive* yang dapat disesuaikan dengan kondisi titik-titik pengamatan. Bila titik-titik lokasi pengamatan tersebar secara padat di sekitar lokasi pengamatan ke- *i* maka *bandwith* yang diperoleh relatif sempit. Sebaliknya jika titik-titik lokasi pengamatan memiliki jarak yang relatif jauh dari titik lokasi pengamatan ke- *i* maka *bandwith* yang diperoleh akan semakin luas (Dwinata, 2012).

Terdapat dua jenis fungsi kernel *adaptive* yang digunakan dalam GWR adalah :

- Fungsi Kernel *Adaptive* Gaussian :

$$w_j(u_i, v_i) = \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{d_{ij}}{b_{i(p)}} \right)^2 \right\} \quad (7)$$

- Fungsi Kernel *Adaptive* *Bisquare* :

$$w_j(u_i, v_i) = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{b_{i(p)}} \right)^2 \right)^2, & \text{untuk } d_{ij} \leq b \\ 0, & \text{untuk } d_{ij} > b \end{cases} \quad (8)$$

dimana *b_i* merupakan *bandwith* yang menunjukkan jumlah atau proporsi dari observasi untuk dimasukkan pada estimasi regresi pada lokasi pengamatan ke- *i* (Yriyogen, 2008).

Untuk mendapatkan matrik pembobot di lokasi *i* terletak pada koordinat (*u_i, v_i*) yaitu *W(u_i, v_i)*. Perlu terlebih dahulu menentukan fungsi pembobot yang akan digunakan. Apabila lokasi *j* terletak pada koordinat (*u_j, v_j*) maka akan diperoleh jarak *Euclidean* antara lokasi *i* dan lokasi *j* dengan menggunakan persamaan:

$$d_i = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2} \quad (9)$$

Jika *w_j(u_i, v_i)*, *j* = 1, 2, ..., *n* adalah bobot lokasi *j* pada lokasi *i*, *d_i* adalah jarak *Euclidean* antara lokasi *i* dan lokasi *j*. (Leung dkk, 2000)

Bandwidth Pada GWR

Bandwidth (*b*) merupakan pengontrol keseimbangan antar kemulusan dan kesesuaian fungsi terhadap data. Jika *b* sangat kecil, maka estimasi fungsi yang diperoleh akan sangat kasar dan menuju ke data. Sedangkan jika *b* sangat besar, maka estimasi fungsi yang diperoleh akan sangat mulus dan menuju rata-rata dari variabel dependen. Pemilihan *bandwidth* sangat penting agar estimator yang diperoleh juga optimal. Nilai *bandwidth* yang sangat kecil akan menyebabkan varians akan semakin besar, itu dikarenakan jika nilai *bandwidth* sangat kecil maka akan semakin sedikit pengamatan yang berada dalam radius *b* sehingga model yang diperoleh akan sangat kasar (*under smoothing*) karena hasil estimasi dengan menggunakan sedikit pengamatan. Sebaliknya nilai *bandwidth* yang besar akan menimbulkan bias yang semakin besar.

Penentuan *bandwidth* menjadi sangat penting karena akan mempengaruhi ketepatan model terhadap data, yaitu mengatur varians dan bias dari model (Lestari, 2011). Salah satu cara yang digunakan untuk mendapatkan *bandwidth* (*b*) adalah dengan kriteria *least square* (kuadrat terkecil)

$$z = \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{y}_i(b)]^2 \quad (10)$$

dimana *ŷ_i(b)* adalah prediksi *y_i* (*fitted value*) menggunakan *bandwidth* sebesar *b*. Untuk menentukan nilai prediksi *y_i*, maka perlu dilakukan pendugaan parameter *w_j(u_i, v_i)* pada

setiap lokasi pengamatan dan menggabungkannya dengan nilai x pada lokasi pengamatan tersebut.

Uji Parameter GWR

Pengujian ini dilakukan dengan menguji parameter dari koefisien parameter secara parsial. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui parameter apa saja yang secara signifikan mempengaruhi variabel dependennya. Perumusan hipotesisnya adalah :

Hipotesis

- H_0 : $\beta_j(u_i, v_i) = 0$ (variabel independen tidak berpengaruh terhadap variabel dependen)
- H_1 : Minimal ada satu $\beta_j(u_i, v_i) \neq 0$, untuk $j = 1, 2, \dots, p$ (variabel independen berpengaruh terhadap variabel dependen)

Taraf Siginifkansi

Taraf Siginifkansi (α)

Statistik Uji

$$t = \frac{\hat{\beta}_j(u_i, v_i)}{SE(\hat{\beta}_j(u_i, v_i))} \quad (11)$$

Daerah Penolakan

Tolak H_0 jika nilai $|t| > t_{\frac{\alpha}{2}, db}$ dengan : $db = \frac{2}{2}$

(Purhadi, 2012)

Hasil dan Pembahasan

Adapun objek pengamatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah wilayah Kabupaten/Kota di Provinsi Kalimantan Timur .Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari satu variabel respon (Y) dan enam variabel prediktor (X).

Dimana:

- y : Angka kesakitan demam berdarah
- x_1 : Persentase rumah tidak memenuhi syarat kesehatan
- x_2 : Persentase sampah yang terangkut perhari
- x_3 : Persentase sarana pendidikan SD yang tidak memenuhi syarat kesehatan
- x_4 : Persentase sarana pendidikan SLTP yang tidak memenuhi syarat kesehatan
- x_5 : Persentase tempat umum yang tidak memenuhi syarat kesehatan
- x_6 : Persentase warga tidak berpola hidup bersih sehat

Analisis Deskriptif

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa rata-rata angka kesakitan DBD (y) di sembilan Kabupaten/Kota di Kalimantan Timur adalah 199,28 dengan angka kesakitan DBD terkecil sebesar 88,8 dan angka kesakitan DBD terbesar yaitu 428,9 dengan nilai standar deviasi yaitu 108,7. Rata-rata di Provinsi Kalimantan Timur terdapat 46,47 persen rumah yang tidak memenuhi standar syarat kesehatan (x_1), dengan Kota

Balikpapan yang memiliki jumlah persentase terkecil untuk rumah yang tidak memenuhi syarat kesehatan yaitu 9,36 persen dan Kabupaten Kutai Barat yang memiliki nilai persentase rumah tidak memenuhi syarat kesehatan terbesar yaitu 76,31. Jumlah volume sampah yang terkumpul dalam sehari (x_2), per harinya di Kalimantan Timur dapat mengangkut sampah sebesar 64,47 persen, dimana Kabupaten Penajam Paer Utara menjadi Kabupaten terendah dalam hal mengangkut sampah untuk tiap harinya dengan nilai persentase sebesar 24,1 persen, sedangkan Kabupaten Kutai Kartanegara menjadi Kabupaten yang tertinggi dalam hal pengangkutan sampah untuk tiap harinya dengan jumlah persentase 90 persen. Sarana pendidikan SD , SLTP dan tempat umum yang terdapat di Kalimantan Timur, terdapat rata-rata sebesar 25,93 persen sarana pendidikan SD yang tidak memenuhi syarat kesehatan (x_3), 19,44 persen rata-rata sarana pendidikan SLTP yang tidak memenuhi syarat standar kesehatan (x_4), dan sebesar 23,67 persen rata-rata persentase tempat umum yang tidak memenuhi syarat kesehatan (x_5). Untuk pola hidup warga Kalimantan Timur, rata-rata warga di Kalimantan Timur yang tidak menjalankan pola hidup bersih sehat (x_2) yaitu sebesar 47,89 persen, persentase warga yang tidak berpola hidup bersih sehat terendah berada di Kota Balikpapan dengan nilai 10,7 persen, sedangkan warga Kabupaten Berau menjadi warga Kabupaten tertinggi dalam dalam menjalani pola hidup yang tidak bersih dan tidak sehat dengan nilai yaitu 66,8 persen.

Tabel 1. Statistika deskriptif

Variabel	Mean	Minimum	Maximum	Standar Deviasi
Y	199,28	88,8	428,9	108,17
x_1	46,47	9,36	76,31	24,94
x_2	64,47	24,1	90	26,57
x_3	25,93	6,6	46,80	15,46
x_4	19,44	6,1	40	14,83
x_5	23,67	6,6	45,1	15,01
x_6	47,89	10,7	66,8	19,91

Pengujian Heterogenitas Spasial

Untuk mengetahui apakah terjadi suatu permasalahan heterogenitas spasial pada data maka dilakukan pengujian heterogenitas spasial dengan menggunakan statistik uji Breusch-Pagan. Merujuk pada Lampiran 3 maka dapat dibuat hipotesis sebagai berikut:

Hipotesis

H_0 : $\sigma^2_1 = \sigma^2_2 = \dots = \sigma^2_9 = \sigma^2$, (tidak terdapat heterogenitas spasial)

H_1 : Minimal ada satu $\sigma^2_i \neq \sigma^2$, $i= 1,2,\dots,9$, (terdapat heterogenitas spasial)

Taraf Signifikansi

Taraf Signifikansi () = 10%
 Statistik Uji

Tabel 2. Uji Heterogenitas Spasial

Pengujian	BPhitung	P-value
Breusch-Pagan	10,429	0,0512

Daerah Penolakan

Tolak H_0 jika $P\text{-value} <$

Keputusan dan kesimpulan

Karena $P\text{-value} (0,0512) < (0,1)$,maka diputuskan untuk menolak H_0 , hal ini menyimpulkan bahwa terjadi pemasalahan heterogenitas spasial pada data, Dikarenakan bahwa pada kasus angka kesakitan demam berdarah di Provinsi Kalimantan Timur terindikasi permasalahan heterogenitas spasial maka pemodelan dengan menggunakan metode GWR dapat dilanjutkan.

Jarak Euclidean antar Lokasi Pengamatan

Tabel 3. Jarak Euclidean Tiap Lokasi

Lokasi	Paser	Kutai	Kutai
		Kartanegara	Barat
Paser	0	1,69	1,746
Kutai Kartanegara	1,690	0	1,317
Kutai Barat	1,746	1,317	0
Kutai Timur	2,818	1,130	2,059
Penajam Paser Utara	0,746	0,956	1,426
Berau	3,991	2,485	2,504
Balikpapan	0,898	0,867	1,537
Samarinda	1,709	0,161	1,473
Bontang	2,429	0,7519	1,839

Tabel 3. Jarak Euclidean Tiap Lokasi (Lanjutan)

Lokasi	Kutai	Penajam	Berau
	Timur	Paser Utara	
Paser	2,818	0,746	3,991
Kutai Kartanegara	1,130	0,956	2,485
Kutai Barat	2,059	1,426	2,504
Kutai Timur	0	2,078	1,755
Penajam Paser Utara	2,078	0	3,356
Berau	1,755	3,356	0
Balikpapan	1,964	0,196	3,323
Samarinda	1,118	0,964	2,571

Bontang	0,403	1,685	2,055
---------	-------	-------	-------

Tabel 3. Jarak Euclidean Tiap Lokasi (Lanjutan)

Lokasi	Balikpapan	Samarinda	Bontang
Paser	0,898	1,709	2,429
Kutai Kartanegara	0,867	0,161	0,751
Kutai Barat	1,537	1,473	1,839
Kutai Timur	1,964	1,118	0,403
Penajam Paser Utara	0,196	0,964	1,685
Berau	3,323	2,571	2,055
Balikpapan	0	0,846	1,564
Samarinda	0,846	0	0,721
Bontang	1,564	0,721	0

Nilai jarak *Euclidean* tersebut digunakan untuk menentukan nilai pembobot tiap lokasi pengamatan dengan menentukan nilai *bandwidth* yang berbeda di tiap lokasi pengamatan terlebih dahulu.

Penentuan Bandwidth

Tabel 4. Bandwidth Optimum Tiap Lokasi

Lokasi	Bandwidth
Paser	1,935
Kutai Kartanegara	1,546
Kutai Barat	2,633
Kutai Timur	2,303
Penajam Paser Utara	1,460
Berau	2,361
Balikpapan	1,573
Samarinda	2,160
Bontang	2,633

Nilai *bandwidth* yang berbeda pada tiap lokasi pengamatan tersebut disebabkan bahwa dalam penelitian ini fungsi pembobot yang digunakan adalah *kernel adaptive bisquare* . Penentuan nilai pembobot pada fungsi pembobot *adaptive bisquare* menggunakan nilai *bandwidth* yang berbeda untuk tiap lokasi pengamatan. Hal inilah yang membedakan fungsi pembobot *adaptive* dan fungsi pembobot *fixed*, Nilai *bandwidth* setiap daerah seperti yang tersaji diatas digunakan untuk membentuk nilai pembobot untuk setiap daerah lokasi pengamatan.

Penentuan Pembobot

Nilai pembobot di atas digunakan untuk menaksir parameter di setiap lokasi agar menghasilkan estimasi parameter yang berbeda untuk tiap lokasi pengamatan.

Tabel 4. Nilai Pembobot Tiap Lokasi

Lokasi	Paser	Kutai Kartanegara	Kutai Barat
Paser	1	0,037	0,314
Kutai Kartanegara	0,056	1	0,562
Kutai Barat	0,034	0,075	1
Kutai Timur	1,259	0,217	0,150
Penajam Paser Utara	0,724	0,381	0,499
Berau	1,059	2,501	0,009
Balikpapan	0,615	0,469	0,434
Samarinda	0,048	0,978	0,471
Bontang	0,331	0,583	0,262

Tabel 4. Nilai Pembobot Tiap Lokasi (Lanjutan)

Lokasi	Kutai Timur	Penajam Paser Utara	Berau
Paser Kutai	0,247	0,439	3,454
Kartanegara	0,576	0,442	0,011
Kutai Barat	0,040	0,026	0,015
Kutai Timur	1	0,676	0,199
Penajam Paser Utara	0,034	1	1,042
Berau	0,175	1,524	1
Balikpapan	0,074	0,957	0,962
Samarinda	0,584	0,422	0,034
Bontang	0,939	0,029	0,058

Tabel 4. Nilai Pembobot Tiap Lokasi (Lanjutan)

Lokasi	Balikpapan	Samarinda	Bontang
Paser Kutai	0,453	0,139	0,149
Kartanegara	0,483	0,988	0,918
Kutai Barat	0,001	0,286	0,512
Kutai Timur	0,313	0,536	0,976
Penajam Paser Utara	0,969	0,641	0,590
Berau	0,993	0,173	0,612
Balikpapan	1	0,716	0,646
Samarinda	0,504	1	0,925
Bontang	0,001	0,789	1

Uji Parsial Model GWR

Pengujian signifikansi model GWR secara parsial dilakukan untuk mengetahui parameter-parameter yang berpengaruh secara signifikan di tiap-tiap lokasi pengamatan. variabel-variabel yang dianggap mempengaruhi angka kesakitan DBD di Kalimantan Timur untuk Tahun 2015, Untuk seluruh lokasi pengamatan memiliki variabel pengaruh terhadap angka kesakitan DBD yaitu persentase rumah tidak memenuhi syarat kesehatan per Kabupaten/Kota (x_1), persentase sampah yang terangkut perhari per Kabupaten/Kota (x_2), persentase sarana pendidikan SD yang memenuhi syarat kesehatan per Kabupaten/Kota (x_4), dan persentase tempat umum yang tidak memenuhi syarat kesehatan per Kabupaten/Kota (x_5), dan persentase tidak berpola hidup bersih sehat per Kabupaten/Kota (x_6).

Model Akhir GWR

Tabel 5. Model tiap Lokasi

Lokasi	Model
Paser	$y = -815 + 4,68x_1 - 110,41 x_2 + 110,4 x_4 + 3,66 x_5 + 3,14 x_6$
Kutai Kartanegara	$y = -758,1 + 5,47x_1 - 111,6 x_2 + 114,7 x_4 + 3,15 x_5 + 3,46 x_6$
Kutai Barat	$y = -850,9 + 4,01x_1 - 113,8 x_2 + 114,3 x_4 + 3,73 x_5 + 3,58 x_6$
Kutai Timur	$y = -681,9 + 5,71x_1 - 110,9 x_2 + 108,6 x_4 + 2,89 x_5 + 3,01 x_6$
Penajam Paser Utara	$y = -752,3 + 5,93 x_1 - 112,4 x_2 + 119,3 x_4 + 3,01 x_5 + 3,60 x_6$
Berau	$y = -694,9 + 5,86x_1 - 113,7 x_2 + 111,2 x_4 + 2,86 x_5 + 3,26 x_6$
Balikpapan	$y = -730,1 + 5,91 x_1 - 118,7 x_2 + 116,2 x_4 + 2,94 x_5 + 3,46 x_6$
Samarinda	$y = -681,1 + 5,70 x_1 - 110,5 x_2 + 108,3 x_4 + 2,91 x_5 + 2,90 x_6$
Bontang	$y = -668,6 + 5,65 x_1 - 109,4 x_2 + 107,2 x_4 + 2,87 x_5 + 2,81 x_6$

Ketepatan Model GWR

Tabel 6. Ketepatan Model GWR

Ketepatan Model	
R (square)	0,929

Nilai koefisien determinasi (R square) sebesar 0,929 menjelaskan bahwa persentase variabel-variabel yang dianggap mempengaruhi angka kesakitan demam berdarah di Kalimantan Timur pada Tahun 2015 adalah sebesar 92,9% sedangkan

sisanya 7,1% dipengaruhi oleh faktor lain yang diluar variabel penelitian ini.

Kesimpulan

- 1) Telah diperoleh variabel-variabel yang berpengaruh untuk tiap lokasi pengamatan, variabel-variabel tersebutlah yang dianggap mempengaruhi angka kesakitan DBD di Kalimantan Timur untuk Tahun 2015, Untuk seluruh lokasi pengamatan memiliki variabel pengaruh terhadap angka kesakitan DBD yaitu persentase rumah tidak memenuhi syarat kesehatan per Kabupaten/Kota (x_1), persentase sampah yang terangkut perhari per Kabupaten/Kota (x_2), persentase sarana pendidikan SD yang memenuhi syarat kesehatan per Kabupaten/Kota (x_4), dan persentase tempat umum yang tidak memenuhi syarat kesehatan per Kabupaten/Kota (x_5), dan persentase tidak berpola hidup bersih sehat per Kabupaten/Kota.
- 2) Nilai koefisien determinasi (*R square*) sebesar 0,929 menjelaskan bahwa persentase variabel-variabel yang dianggap mempengaruhi angka kesakitan demam berdarah di Kalimantan Timur pada Tahun 2015 adalah sebesar 92,9% sedangkan sisanya 7,1% dipengaruhi oleh faktor lain yang diluar variabel penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Anselin, L. 1988. *Spatial Econometrics : Methods and Models*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Charlton, M. dan Fotheringham, A.S 2009. *Geographically Weighted Regression*. National Centre for Geocomputation, National University of Ireland Maynooth.
- Dinas Kesehatan Provinsi Kalimantan Timur. 2016. *Profil Kesehatan Tahun 2015 Provinsi Kalimantan Timur*.
- Fotheringham, A.S. Brunson, Charlton, M. 2002, *Geographically Weighted Regression*, Chicester John Wiley and Sons.
- Gujarati, N.D. 1978. *Ekonometrika Dasar*. Erlangga, Jakarta.
- Gujarati, N.D. 2003. *Basic Econometrics*, New York ; McGraw-Hill Companies, Inc.
- Kutner, M.H., C.J Nachtsheim, dan J Neter. 2004. *Applied Linier Regression Models*. New York ; McGraw-Hill Companies, Inc.
- Leung. Y , .Mei, C.L, dan Zhang W.X. 2000. *Statistical Test for Spartial Non-Stationarity Based on the Geographically Weighted Regression Model Environment and Planning. A* 32 9-32.
- Mei, C.L. 2005. *Geographically Weighted Regression for Spatial Data analysis*.

- Priyatno, D. 2009. *SPSS untuk Analisis Korelasi, Regresi, dan Multivariate*. Yogyakarta : Gava Media.
- Rahmi A. dan Purhadi. 2012. *Pemodelan Jumlah Balita Gizi Buruk di Jawa Timur Dengan Geographically Weighted Poisson Regression*.
- Rencher ,A.C.2000. *Linier Models In Statistics*. Singapore : JhonWiley & Sons Inc.
- Scott, William R. 2006. *Financial Accounting Theory*. Fourth Toronto : PrenticeHall Internasional.
- Soegijanto, Soengeng. 2006. *Demam Berdarah Dengue Edisi Kedua*. Airlangga University Press. Surabaya.
- Tobler, W.R 1970. *A Computer Movie Simulating Urban Growth in the DetroitRegion. Economic Geography*.
- Wheeler, D, C. and Antonio P. 2010. *Handbook of Applied Spatial Analysis :Software Tools, Methods and Applications*. Berlin : Springer.
- Yriyogen CC, Rodriguez IG. 2008. *Modelling Spatial Variations in House-hol Disposable Income With Geographically Weighted Regression (1)*, Estadistica Espanola vol. 50.168:321-360.

