

PENERAPAN METODE *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION* (GWR) PADA KASUS PENYAKIT PNEUMONIA DI PROVINSI JAWA TIMUR

Moch. Anjas A^{1§}, I Komang Gde Sukarsa², I Putu Eka Nila Kencana³

¹Program Studi Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: anjasaprihartha@gmail.com]

²Program Studi Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: gedesukarsa@unud.ac.id]

³Program Studi Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: i.putu.enk@unud.ac.id]

[§]Corresponding Author

ABSTRACT

Geographically weighted regression (GWR) analysis is an analysis to resolve the problem with data contains effect of spatial heterogeneity. One of the problems which considers spatial heterogeneity is pneumonia. Pneumonia is spread of disease as cause of infants' and toddlers' death. One of the provinces with the largest of pneumonia is East Java. The purpose of this research is modeling of pneumonia in East Java using GWR method. The results of this research showed factors dominant and significantly of pneumonia in East Java, those factors are households of PHBS and present of measles immunization.

Keywords: *geographically weighted regression (GWR), spatial heterogeneity, pneumonia*

1. PENDAHULUAN

Pneumonia merupakan gangguan kesehatan pada saluran pernapasan yang ditimbulkan oleh bakteri, virus, atau jamur. Di negara berkembang 70% penyakit pneumonia disebabkan oleh bakteri. Kasus pneumonia menempati urutan kedua penyebab kematian balita dan bayi setelah diare (Weber *at al.*, 2010). Salah satu provinsi dengan jumlah pneumonia terbesar di Indonesia adalah Jawa Timur. Berdasarkan laporan Dinas Kesehatan Jawa Timur 2016, jumlah kasus pneumonia balita tahun 2016 meningkat menjadi 102.712 kasus dibandingkan tahun 2015 jumlah penderita pneumonia sebanyak 99.190 kasus.

Faktor-faktor penyebab pneumonia disetiap wilayah berbeda-beda. Hal ini karena ada perbedaan karakteristik suatu wilayah dan adanya keterkaitan jarak antarwilayah. Perbedaan karakteristik antarwilayah menyebabkan timbulnya efek spasial yang dinamakan heterogenitas spasial. Untuk mengatasi masalah heterogenitas spasial maka digunakan model *geographically weighted regression* (GWR) yang merupakan

pengembangan dari model regresi linear klasik (Fortheringham *et al.*, 2002).

Secara umum model GWR dapat ditulis $y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i)x_{ik} + \varepsilon_i$. dengan menambahkan koordinat ketinggian model GWR menjadi

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

Notasi i menyatakan lokasi amatan ($i = 1, 2, 3, \dots, n$), n menyatakan banyaknya pengamatan, y_i menyatakan variabel terikat pada pengamatan ke- i , x_{ik} merupakan variabel bebas ke- k pada pengamatan ke- i , $\beta_0(h_i, u_i, v_i)$ menyatakan konstanta regresi pada lokasi ke- i , $\beta_k(h_i, u_i, v_i)x_{ik}$ menyatakan koefisien regresi pada lokasi ke- i dengan variabel bebas ke- k , dan ε_i merupakan *error* yang berdistribusi normal $N(0, \sigma^2)$ pada pengamatan ke- i .

Hal mendasar dari metode GWR adalah kedekatan antarwilayah yang ditunjukkan dengan matriks pembobot. Semakin dekat jarak antarwilayah maka nilai bobot akan semakin

besar. Fungsi pembobot yang terlibat dalam proses analisis GWR adalah fungsi pembobot *adaptive kernel gaussian*. Fungsi ini memiliki *bandwidth* yang berbeda pada setiap lokasi pengamatan karena kemampuan fungsi *adaptive kernel* dapat disesuaikan dengan kondisi titik-titik amatan (Wheeler dan Paez, 2010).

Sebagai salah satu teknik analisis statistika. Model GWR dapat diaplikasikan dengan pendekatan distribusi selain distribusi normal. Purhadi, *et al.* (2015) menggunakan metode *geographically weighted poisson regression* dan *flexibly shaped* pada kasus pneumonia di Kota Surabaya. Metode *geographically weighted poisson regression* mengharuskan asumsi yang terpenuhi adalah *equidispersion*. Menurut Purhadi, kondisi *equidispersion* tidak mudah terpenuhi karena pada pengolahan data sering terjadi kasus *overdispersi*. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian tersebut adalah persentase balita gizi buruk, persentase balita mendapatkan suplementasi vitamin A, persentase cakupan pelayanan anak balita, kepadatan penduduk, persentase rumah tangga ber-PHBS, persentase rumah sehat, dan persentase rumah tangga miskin, dan persentase berat bayi lahir rendah (BBLR).

Penelitian lain tentang pneumonia di Jawa Timur oleh Fatimah, *et al.* (2015) dengan menggunakan metode *geographically weighted logistic regression*. Data yang digunakan adalah data yang bersifat dikotomis sehingga analisis yang digunakan adalah analisis logistik. Kelemahan dari analisis ini adalah hilangnya sifat-sifat numerik pada data aslinya sehingga akan berpengaruh pada hasil pengolahan dari keseluruhan data. Variabel bebas yang digunakan peneliti adalah persentase berat bayi lahir rendah (BBLR), persentase balita yang mendapatkan imunisasi campak, persentase balita yang mendapatkan vitamin A, persentase balita yang mendapatkan imunisasi DPT+HB, persentase pemberian ASI eksklusif, dan persentase balita gizi buruk.

Penelitian ini penulis akan menerapkan metode *geographically weighted regression (GWR)* pada kasus penyakit pneumonia di Provinsi Jawa Timur. Variabel bebas yang akan

digunakan penulis adalah kombinasi variabel bebas dari penelitian Purhadi, *et al.* (2015) dan Fatimah, *et al.* (2015) yang terdiri dari sebelas variabel bebas. Dalam mengatasi kemungkinan pelanggaran multikolinieritas penulis akan menggunakan metode *forward selection* untuk mendapatkan model GWR terbaik.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan berupa data sekunder yang berasal dari Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur pada tahun 2016 dan Badan Pusat Statistik (BPS) Jatim 2016 sedangkan data koordinat diperoleh menggunakan *Google Maps* dan Badan Pusat Statistik (BPS) Jatim 2015. Unit amatan yang digunakan pada kasus ini adalah 38 kabupaten di Provinsi Jawa Timur.

Variabel yang digunakan meliputi variabel terikat (Y) sebagai persentase penderita pneumonia di Provinsi Jawa Timur (Y) dan variabel bebas (X). Variabel bebas (X) antara lain persentase balita mendapat layanan kesehatan (X_1), persentase rumah sehat (X_2), persentase rumah tangga ber-PHBS (X_3), persentase pemberian ASI eksklusif (X_4), persentase BBLR (X_5), persentase balita gizi buruk (X_6), persentase pemberian vitamin A (X_7), persentase kepadatan penduduk (X_8), persentase kemiskinan (X_9), persentase pemberian imunisasi DPT-HB3 (X_{10}), dan persentase pemberian imunisasi campak (X_{11}).

2.2 Teknik Analisis Data

Tahapan untuk menyelesaikan kasus pneumonia di Jawa Timur tahun 2016 dengan metode *geographically weighted regression (GWR)* sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan data untuk melihat gambaran awal tentang pneumonia balita di Jawa Timur.
2. Mengidentifikasi adanya multikolinieritas menggunakan *variance inflation factor (VIF)*. Nilai VIF lebih besar dari 5 menunjukkan adanya multikolinieritas (Montgomery dan Peck, 1992).

Hipotesis uji:

H_0 : Tidak ada multikolinieritas antarvariabel bebas pada model regresi.

H_1 : Ada multikolinieritas antarvariabel bebas pada model regresi.

Statistik uji:

$$VIF = \frac{1}{1-R_j^2} \quad (1)$$

Dengan j menyatakan variabel bebas ($j = 1, 2, 3, \dots, k$), k menyatakan banyaknya variabel bebas, dan R_j^2 menyatakan koefisien determinasi variabel bebas ke- j .

Daerah kritis:

Tolak H_0 apabila nilai $VIF \geq 5$. Hal ini berarti ada multikolinieritas antarvariabel bebas pada model regresi.

3. Mengidentifikasi adanya heterogenitas spasial menggunakan uji Breusch Pagan (Anselin, 1988).

Hipotesis uji:

$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2$

H_1 : Minimal ada satu $\sigma_i^2 \neq \sigma^2$

Statistik uji:

$$BP = \frac{1}{2} \mathbf{f}^T \mathbf{X}(\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{f} \quad (2)$$

dengan

$$f_i = \frac{e_i^2}{\hat{\sigma}^2} - 1$$

$$\hat{\sigma}^2 = \sum_{i=1}^n e_i^2$$

$$e_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

Dengan BP menyatakan nilai Breusch Pagan, $\hat{\sigma}^2$ menyatakan varians sisaan, dan e_i^2 menyatakan nilai kuadrat sisaan, dan \mathbf{f} menyatakan vektor berukuran $(n \times 1)$.

Daerah Kritis:

Tolak H_0 apabila nilai $BP \geq \chi_k^2$ dengan taraf signifikan α atau $p_{value} < \alpha$. Hal ini berarti adanya heterogenitas spasial pada data.

4. Menerapkan metode *forward selection* jika terbukti adanya heterogenitas spasial dan multikolinieritas.

- a. Membentuk model GWR global untuk setiap variabel bebas menggunakan matriks pembobot sama dengan 1.

$$W_{ij} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

- b. Menghitung nilai koefisien determinasi (R^2) untuk setiap model.

$$R^2 = 1 - \frac{JKG_{GWR}}{JKT_{GWR}} \quad (3)$$

dengan JKG_{GWR} menyatakan jumlah kuadrat galat model GWR dan JKT_{GWR} menyatakan jumlah kuadrat total model GWR.

- c. Menyeleksi variabel bebas dengan melihat R^2 . Model yang nilai R^2 terbesar diambil.

Misalkan X_1 yang memberikan R^2 terbesar.

- d. Membentuk kembali model GWR global kedua untuk dua variabel bebas dengan X_1 variabel terkontrol.

- e. Ulangi langkah (4b) dan (4c).

Misalnya X_2 dengan R^2 terbesar.

- f. Melakukan uji F parsial

Hipotesis uji:

$H_0: \beta_2 = 0$

$H_1: \beta_2 \neq 0$

Statistik uji:

$$F_{hitung} = \frac{RSS(X_1, X_2)}{\delta_1(X_1, X_2)} \times \frac{\delta_1(X_1)}{RSS(X_1)} \quad (4)$$

Daerah Kritis:

Tolak H_0 pada taraf signifikansi α jika $F_{hitung} \geq F\left(\alpha; \frac{\delta_1^2(X_1)}{\delta_2(X_1)}, \frac{\delta_1^2(X_1, X_2)}{\delta_2(X_1, X_2)}\right)$.

$\delta_i = [(\mathbf{I} - \mathbf{L})^T (\mathbf{I} - \mathbf{L})]^i$ untuk $i = 1, 2$.

Jika H_0 diterima maka X_2 dikeluarkan dari model. Proses berhenti di model dengan variabel bebas X_1 . Misalkan hipotesis H_0 ditolak maka bentuk kembali model GWR global ketiga untuk tiga variabel bebas dengan syarat X_1 dan X_2 variabel terkontrol.

- g. Ulangi langkah (4b), (4c) dan (4f) untuk membentuk persamaan GWR global keempat dan seterusnya hingga didapatkan kesimpulan yang tidak signifikan kemudian proses dihentikan.

5. Setelah mendapatkan variabel bebas yang signifikan selanjutnya membentuk model GWR lokal.

- a. Menghitung jarak *Euclid* antarkabupaten berdasarkan posisi geografis.

$$d_{ij} = \sqrt{(h_i - h_j)^2 + (u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2} \quad (5)$$

- b. Menghitung nilai *bandwidth* optimum dengan metode *cross validation* (CV).

$$CV = \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{y}_{\neq i}(b)]^2 \quad (6)$$

dengan CV menyatakan nilai *cross validation*, y_i menyatakan variabel terikat pada pengamatan ke- i , $\hat{y}_{\neq i}$ menyatakan nilai duga dari y_i tanpa pengamatan ke- i , dan b menyatakan nilai *bandwidth*.

Nilai CV yang minimum yang akan masuk dalam model.

- c. Menghitung matriks pembobot menggunakan fungsi *kernel adaptive gaussian*.

$$w_{ij} = \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{d_{ij}}{b_i} \right)^2 \right] \quad (7)$$

- d. Membentuk model GWR lokal berdasarkan matriks pembobot dari langkah (5c).

6. Menguji normalitas sisaan dengan uji *Anderson Darling*.

Hipotesis uji:

H_0 : Residual berdistribusi normal.

H_1 : Residual tidak berdistribusi normal.

Statistik uji:

$$A^2 = -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (2i - 1) \{ \ln F(Y_i) + \ln[1 - F(Y_{n+1+i})] \} \quad (8)$$

dengan $F(Y_i)$ menyatakan fungsi sebaran kumulatif dari normal baku dan Y_i menyatakan data yang diurutkan.

Daerah kritis:

Terima H_0 pada taraf signifikansi α jika $p_{value} \geq \alpha$.

7. Menguji kesesuaian model GWR dengan uji F.

Hipotesis uji:

$H_0: \beta_k(h_i, u_i, v_i) = \beta_k$

H_1 : Minimal ada satu $\beta_k(h_i, u_i, v_i) \neq \beta_k$

Statistik Uji:

$$F_{hitung} = \frac{\frac{RSS(H_0) - RSS(H_1)}{\tau_1}}{\frac{RSS(H_1)}{\delta_1}} \quad (9)$$

$RSS(H_0)$ menyatakan jumlah kuadrat sisaan model regresi linear klasik dan $RSS(H_1)$ menyatakan jumlah kuadrat sisaan model GWR.

F_{tabel} dapat dicari dengan distribusi F menggunakan derajat bebas $df_1 = \frac{\tau_1^2}{\tau_2}$ dan

$df_2 = \frac{\delta_1^2}{\delta_2}$ pada taraf signifikan α , $\tau_i = tr[(I - H) - (I - L)^T(I - L)]^i$

Daerah kritis:

Tolak H_0 jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$. Hal ini berarti ada perbedaan signifikan antara model regresi linear dengan GWR.

8. Menguji uji signifikansi parameter model GWR dengan t.

Hipotesis uji:

$H_0: \beta_k(h_i, u_i, v_i) = 0$

H_1 : Minimal ada satu $\beta_k(h_i, u_i, v_i) \neq 0$ Statistik uji:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_{k(h_i, u_i, v_i)}}{SE \hat{\beta}_{k(h_i, u_i, v_i)}} \quad (10)$$

dengan $\hat{\beta}_{k(h_i, u_i, v_i)}$ menyatakan koefisien regresi pada koordinat letak geografis (bujur, lintang, ketinggian) ke- i dan $SE \hat{\beta}_{k(h_i, u_i, v_i)}$ menyatakan standar *error* penduga parameter β_k .

t_{tabel} dapat dicari dengan distribusi t menggunakan derajat bebas $df = \frac{\delta_1^2}{\delta_2}$ pada taraf signifikan α .

Daerah kritis:

Tolak H_0 jika $t_{hitung} \geq t_{tabel}$ dengan taraf signifikan α . Hal ini berarti ada pengaruh signifikan antara variabel bebas dengan variabel terikat.

9. Interpretasi hasil.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Deskriptif

Gambaran umum tentang pneumonia balita di Jawa Timur disajikan pada Tabel 1. Tabel 1 memperlihatkan bahwa wilayah dengan persentase pneumonia balita terbesar (8,19%) berasal dari Kabupaten Sidoarjo dan wilayah dengan jumlah pneumonia balita terendah (0,07%) berasal dari Kota Ponorogo.

Tabel 1. Statistika Deskriptif

Var	Min	Max	Mean	StDev
Y	0,07	8,19	2,63	2,12
X ₁	0,31	7,43	2,63	1,77
X ₂	0,32	8,97	2,63	1,92
X ₃	0,13	12,49	2,63	3,01
X ₄	0,18	28,96	2,63	4,60
X ₅	0,42	7,61	2,63	1,57
X ₆	0,1	9,87	2,63	2,43
X ₇	0,34	7,11	2,63	1,72
X ₈	0,39	11,98	2,63	3,17
X ₉	0,96	5,34	2,63	1,07
X ₁₀	1,35	5,44	2,63	0,72
X ₁₁	0,37	7,12	2,63	1,80

Faktor yang memengaruhi pneumonia salah satunya adalah pelayanan kesehatan balita (X₁). Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 2016 tentang Standar Pelayanan Minimal (SPM) bidang kesehatan khususnya balita meliputi pemberian kapsul vitamin A setiap dua kali setahun (X₇), penimbangan minimal delapan kali setahun, pengukuran panjang/ tinggi badan dua kali setahun, pemberian imunisasi dasar lengkap seperti imunisasi DPT-HB3 (X₁₀), dan imunisasi campak (X₁₁).

Kota Surabaya merupakan kota dengan jumlah balita mendapat layanan kesehatan terbesar (7,43%), diikuti dengan jumlah balita yang mendapatkan vitamin A terbesar (7,11%). Namun, jumlah balita yang mendapatkan imunisasi DPT-HB3 (5,44%) dan imunisasi campak (7,12%) terbesar justru berasal dari Kabupaten Pacitan.

3.2 Uji Multikolinieritas

Uji multikolinieritas bertujuan untuk menyelidiki adanya korelasi antara dua atau lebih variabel bebas.

Hipotesis uji:

H₀: Tidak ada multikolinieritas antarvariabel bebas pada model regresi.

H₁: Ada multikolinieritas antarvariabel bebas pada model regresi.

Tabel 2. Hasil Uji Multikolinieritas

X _i	VIF	X _i	VIF
X ₁	62,423	X ₇	70,817
X ₂	11,044	X ₈	1,818
X ₃	3,306	X ₉	2,325
X ₄	1,325	X ₁₀	3,608
X ₅	4,098	X ₁₁	19,463
X ₆	2,549		

Kesimpulan dari hasil uji multikolinieritas pada Tabel 2 adalah menolak H₀ yang berarti ada multikolinieritas antarvariabel bebas. Hal ini ditunjukkan variabel bebas X₁, X₂, X₇, dan X₁₁ masing-masing bernilai VIF ≥ 5. Oleh karena itu, untuk mengatasi masalah multikolinieritas dapat dilakukan dengan memilih beberapa variabel bebas yang signifikan terhadap variabel terikat menggunakan metode *forward selection*.

3.3 Uji Heterogenitas Spasial

Uji heterogenitas spasial bertujuan untuk melihat ada atau tidak perbedaan karakteristik antarwilayah.

Hipotesis Uji:

H₀: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2$

H₁: Minimal ada satu $\sigma_i^2 \neq \sigma^2$

Tabel 3. Hasil Uji Breusch Pagan

Breusch Pagan	db	pvalue
18,488	11	0,071

Berdasarkan Tabel 2 diketahui nilai pvalue = 0,071 lebih kecil dari taraf signifikansi α yang ditetapkan sebesar 0,10 yang berarti bahwa data mengandung heterogenitas spasial. Selanjutnya perlu dilakukan pemodelan menggunakan metode *geographically weighted regression* (GWR) dalam mengatasi masalah heterogenitas spasial.

3.4 Forward Selection Model GWR

Metode *forward selection* merupakan metode untuk mendapatkan model GWR global terbaik dengan variabel bebas yang signifikan untuk seluruh wilayah.

Metode ini dimulai dengan memasukkan variabel bebas satu per satu kedalam model. Model yang terpilih adalah model dengan koefisien determinasi (R^2) terbesar. Kemudian menguji signifikansi parameter regresi dan proses berhenti bila semua variabel bebas yang memenuhi syarat telah masuk ke dalam model.

Model GWR global yang terbentuk adalah

$$\hat{Y}_i = 99,115 - 0,334X_3 - 0,039X_4 + 0,074X_5 + 0,060X_6 + 0,047X_9 - 0,471X_{11}.$$

Nilai R^2 yang didapatkan adalah 98%, ini berarti variabel bebas mampu menerangkan penyebab pneumonia sebesar 98%. Sisanya 2% dipengaruhi oleh variabel lain diluar model.

3.5 Analisis Model GWR

Memodelkan GWR lokal, peneliti mengambil contoh Kota Surabaya. Langkah awal dalam membentuk model GWR adalah menentukan matriks pembobot. Matriks pembobot dalam penelitian ini menggunakan fungsi pembobot kernel *adaptive gaussian* yang memerlukan jarak *euclid* (h_{ij}, u_{ij}, v_{ij}) dan nilai *bandwidth* tertentu (b_i).

Pemilihan *bandwidth* optimum dilakukan dengan proses iterasi sehingga memperoleh nilai CV terkecil. Perolehan *bandwidth* optimum di Kota Surabaya sebesar 24,58 km.

Fungsi pembobot *adaptive kernel gaussian* untuk Kota Surabaya diperoleh dengan persamaan.

$$w_{ij} = \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{d_{ij}}{24,58} \right)^2 \right]$$

Model GWR yang terbentuk dari matriks pembobot Kota Surabaya adalah

$$\hat{Y}_{Surabaya} = 98,283 - 0,360X_3 - 0,643X_4 + 2,111X_5 + 0,577X_6 - 0,756X_9 - 1,353X_{11}.$$

3.6 Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk menyelidiki apakah residual berdistribusi normal.

Hipotesis uji:

H_0 : Residual berdistribusi normal.

H_1 : Residual tidak berdistribusi normal.

Tabel 4. Hasil Uji Anderson Darling

Anderson Darling	AD	p_{value}
	0,622	0,10

Hasil uji Anderson Darling menunjukkan terima H_0 dengan nilai $p_{value} = 0,10 \geq \alpha = 0,10$. Ini berarti *residual* berdistribusi normal sehingga cocok untuk model GWR.

3.7 Uji Kesesuaian Model GWR

Pengujian ini bertujuan untuk mendeteksi ada atau tidak perbedaan signifikan antara model regresi linear dengan GWR. Uji kesesuaian model GWR menggunakan selisih jumlah kuadrat sisaan GWR global dengan jumlah kuadrat sisaan regresi linear berganda

Hipotesis uji:

$H_0: \beta_k(h_i, u_i, v_i) = \beta_k$

H_1 : Minimal ada satu $\beta_k(h_i, u_i, v_i) \neq \beta_k$

Tabel 5. Hasil Uji F Model GWR

Sumber	JKS	db	KT	F_{hitung}
RLB	78,1	7		2,05
GWR Improvement	74,14	28	2,65	
GWR	3,95	3,06	1,29	

Berdasarkan Tabel 5 nilai $F_{hitung} = 2,05 \geq F_{tabel(0,10; 36,18)} = 0,57$ yang berarti menolak H_0 . Jadi ada perbedaan signifikan model regresi linear dengan GWR. Model GWR lebih layak dalam menggambarkan kasus pneumonia.

3.8 Uji Signifikansi Parameter Model GWR

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh antara variabel bebas dengan variabel terikat pada setiap kabupaten.

Hipotesis uji:

$H_0: \beta_k(h_i, u_i, v_i) = 0$

H_1 : Minimal ada satu $\beta_k(h_i, u_i, v_i) \neq 0$

Tabel 6. Hasil Uji t Kota Surabaya

Variabel	$\hat{\beta}$	$SE\hat{\beta}$	$ t_{hitung} $
Intersep	98,283	0,753	130,431
X_3	-0,360	0,087	4,126
X_4	-0,643	0,139	4,628
X_5	2,111	0,292	7,224
X_6	0,577	0,235	2,453
X_9	-0,756	0,244	3,097
X_{11}	-1,353	0,274	4,926

Berdasarkan Tabel 6 nilai $t_{hitung} \geq t_{tabel(0,10; 18)} = 1,33$ yang berarti menolak H_0 . Variabel bebas yang signifikan di Kota Surabaya adalah persentase rumah tangga ber-PHBS (X_3), persentase pemberian ASI eksklusif (X_4), persentase berat bayi lahir rendah (BBLR) (X_5), persentase balita menderita gizi buruk (X_6), persentase kemiskinan (X_9), dan persentase balita mendapatkan imunisasi campak (X_{11}).

Adapun variabel bebas yang berpengaruh signifikan pada masing-masing kabupaten/kota didapatkan pengelompokan sebanyak 12 kelompok.

Tabel 7. Hasil Uji t Kabupaten/ Kota di Jawa Timur

Variabel signifikan global	Variabel signifikan lokal	Kabupaten/ Kota
X_3, X_{11}	-	Kab Pacitan, Kab. Ponorogo, Kab Trenggaleg, Kota Madiun, Kab. Madiun, Kab. Ngawi, Kota Blitar, Kab. Magetan, Kota Malang, Kab. Malang, Kab. Kediri, Kab. Nganjuk, Kota Batu, Kab. Bojonegoro, Kab. Lumajang
	X_4	Kab. Pasuruan
	X_5	Kab. Tulungagung, Kab. Blitar, Kab. Jombang
	X_6	Kab. Sumenep
	X_4, X_5	Kab. Sampan
	X_4, X_9	Kota Probolinggo
	X_5, X_6	Kab. Pamekasan
	X_5, X_9	Kab. Situbondo, Kab. Banyuwangi, Kab. Bondowoso
	X_6, X_9	Kab. Mojokerto, Kota Mojokerto
	X_4, X_5, X_9	Kab. Tuban, Kab. Bangkalan
	X_5, X_6, X_9	Kab. Probolinggo, Kab. Lamongan
	X_4, X_5, X_6, X_9	Kab. Gresik, Kota Pasuruan, Kab. Jember, Kota Surabaya, Kab. Siduarjo

3.9 Interpretasi Hasil

Setelah diperoleh model GWR untuk masing-masing pengamatan. Selanjutnya melakukan interpretasi model GWR. Sebagai contoh interpretasi pada Kota Surabaya.

$$\hat{Y}_{Surabaya} = 98,283 - 0,360X_3 - 0,643X_4 + 2,111X_5 + 0,577X_6 - 0,756X_9 - 1,353X_{11}.$$

Model dapat diartikan jika persentase rumah tangga ber-PHBS bertambah 1 persen dengan menganggap variabel bebas yang lain konstan maka persentase balita penderita pneumonia akan menurun sebesar 0,360 persen. Interpretasi juga berlaku untuk variabel bebas yang lain, terjadinya peningkatan atau penurunan tergantung nilai setiap parameter.

Berdasarkan hasil analisis dari sebelas variabel bebas yang digunakan diperoleh enam variabel bebas yang mendukung terjadinya pneumonia balita di Provinsi Jawa Timur. Pada enam variabel bebas, yang memberikan kontribusi terbesar di seluruh kabupaten/ kota di Provinsi Jawa Timur hanya dua variabel bebas yaitu, rendahnya rumah tangga ber-PHBS dan rendahnya pemberian imunisasi campak. Sedangkan empat variabel bebas yang lain yaitu, rendahnya pemberian ASI eksklusif, berat bayi lahir rendah (BBLR), balita menderita gizi buruk, dan tingginya kemiskinan memberikan kontribusi di beberapa kabupaten/ kota di Provinsi Jawa Timur.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan bahwa ada pengaruh aspek heterogenitas spasial pada kasus pneumonia di Jawa Timur tahun 2016 sehingga perlu dilakukan analisis dengan metode GWR. Hasil analisis GWR diperoleh nilai jumlah kuadrat galat model GWR lebih kecil dari jumlah kuadrat galat model regresi linear berganda. Ini berarti model GWR lebih layak untuk menggambarkan kasus pneumonia yang terjadi di Jawa Timur tahun 2016.

Variabel bebas yang signifikan berbeda-beda pada masing-masing kabupaten/ kota di Jawa Timur. Tidak ada perbedaan variabel bebas

pada wilayah yang saling berdekatan dengan wilayah yang lain. Terdapat variabel bebas yang berpengaruh signifikan dan dominan di seluruh kabupaten/ kota di Jawa Timur, yaitu persentase rumah tangga ber-PHBS (X_3) dan persentase balita mendapatkan imunisasi campak (X_{11}).

Harapan peneliti untuk penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan dengan teknik yang berbeda seperti model GWR dengan regresi *ridge* atau analisis komponen utama (AKU) untuk mengatasi kasus multikolinieritas sehingga sebelas variabel ikut terlibat masuk kedalam model.

Variabel bebas yang dominan dan signifikan terhadap kasus pneumonia di Provinsi Jawa Timur adalah rendahnya rumah tangga ber-PHBS dan rendahnya pemberian imunisasi campak. Pemerintah diharapkan memberikan sosialisasi pada masyarakat tentang pentingnya pemberian imunisasi campak dan perilaku hidup bersih dan sehat sehingga kesadaran masyarakat akan meningkat dan diharapkan mampu menekan jumlah pneumonia yang terjadi di Provinsi Jawa Timur.

DAFTAR PUSTAKA

- Anselin, L. 1988. *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- BPS Jatim. 2015. *Jawa Timur Dalam Angka 2015*. Surabaya: BPS Provinsi Jawa Timur.
- BPS Jatim. 2016. *Jawa Timur Dalam Angka 2016*. Surabaya: BPS Provinsi Jawa Timur.
- Diskes Jatim. 2017. *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur 2016*. Surabaya: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur.
- Fatimah, N.E., Sukarsa G.K.I. & Susilawati M. 2015. Pemodelan Resiko Penyakit Pneumonia di Provinsi Jawa Timur dengan Pendekatan *Geographically Weighted Logistic Regression*. *E-Jurnal Matematika*, 4(2), pp.31-36.
- Fotheringham, A. S., Brunson, C. & Charlton, M., 2002. *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships*. England: Wiley.

- Montgomery, D.C & Peck, E. A., 1992. *Introduction to Linear Regression Analysis*. 2nd edition. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Purhadi, Maghfiroh, N.F., & Latra, N.I. 2015. Pemodelan Kasus Pneumonia Balita di Kota Surabaya dengan *Geographically Weighted Poisson Regression* dan *Flexibly Shaped*. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(2), pp. 205-210.
- Wheeler, D, C. & Antonio P. 2010. *Handbook of Applied Spatial Analysis: Software Tools, Methods and Applications*. Berlin :Springer.