

# Pemodelan Kasus Pneumonia pada Balita di Kota Bandung Menggunakan *Geographically Weighted Panel Regression*

Muzakki Utami\*, Teti Sofia Yanti

Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Islam Bandung, Indonesia.

\*muzakkiutami@gmail.com, tetisofiyanti@gmail.com

**Abstract.** In research, it is not enough to observe only one unit in a period of time, but also to observe in several periods of time. To accommodate this problem, a panel regression method was developed. On the other hand, sometimes the environmental and geographical conditions of one location are different from other locations which then causes spatial heterogeneity. For the case of spatial heterogeneity, a geographically weighted regression analysis was developed, namely Geographically Weighted Regression (GWR). Based on the advantages of the two methods, the Geographically Weighted Panel Regression (GWPR) method was developed which is a combination of the panel regression model with GWR. The purpose of this study was to use the GWPR method to obtain a model and determine the factors that influence pneumonia cases in children under five in each sub-district in Bandung City in 2017-2019. Based on the results of the research, the best panel data regression estimation model is the Fixed Effect Model. The fixed effect GWPR model with adaptive bisquare weighting is the best model because it has the smallest AIC value. The results of testing the suitability of the model with the fixed effect GWPR produce a goodness of fit that is better than the fixed effect panel regression model. Therefore, the GWPR model is useful for modeling cases of pneumonia under five in the district of Bandung City. In the partial test, different models were produced at each location, based on the similarity of the variables that affect each sub-district, 6 groups were obtained.

**Keywords:** Panel Regression, GWR, GWPR, Pneumonia.

**Abstrak.** Dalam penelitian tidak cukup hanya mengamati satu unit dalam satu periode waktu, tetapi juga perlu mengamati dalam beberapa periode waktu. Untuk mengakomodasi masalah tersebut dikembangkan metode regresi data panel. Di sisi lain terkadang kondisi lingkungan dan geografis satu lokasi berbeda dengan lokasi lainnya yang kemudian menyebabkan heterogenitas spasial. Untuk kasus heterogenitas spasial dikembangkan analisis regresi terbobot geografis yaitu *Geographically Weighted Regression* (GWR). Berdasarkan kelebihan yang terdapat pada kedua metode tersebut, berkembanglah metode *Geographically Weighted Panel Regression* (GWPR) merupakan gabungan antara model regresi panel dengan GWR. Tujuan penelitian ini adalah menggunakan metode GWPR untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kasus pneumonia pada balita tiap kecamatan di Kota Bandung tahun 2017-2019. Berdasarkan hasil penelitian model regresi data panel yang terbaik yaitu *Fixed Effect Model*. Model *fixed effect* GWPR dengan pembobot *adaptive bisquare* merupakan model yang terbaik karena memiliki nilai AIC terkecil. Hasil pengujian kesesuaian model dengan *fixed effect* GWPR menghasilkan *goodness of fit* yang lebih baik daripada model *fixed effect* regresi panel. Karena itu, model GWPR berguna untuk memodelkan kasus pneumonia balita di kecamatan Kota Bandung. Pada uji parsial dihasilkan model yang berbeda pada setiap lokasi, berdasarkan kesamaan variabel yang berpengaruh di tiap kecamatan didapatkan pengelompokkan sebanyak 6 kelompok.

**Kata Kunci:** Regresi Panel, GWR, GWPR, Pneumonia.

## 1. Pendahuluan

Analisis regresi linier adalah metode yang digunakan untuk menentukan hubungan linier antara variabel terikat dan satu atau lebih variabel bebas. Analisis ini digunakan untuk mengestimasi dalam suatu periode waktu. Dalam sebuah penelitian tidak cukup hanya mengamati satu unit dalam satu periode waktu, tetapi juga perlu mengamati satu unit dalam beberapa periode waktu, sehingga dapat mempelajari dinamika perubahan. Untuk mengakomodasi masalah tersebut dikembangkanlah analisis regresi data panel, yang merupakan metode regresi untuk memodelkan data *time series* dan data *cross-section*. Di sisi lain terkadang kondisi lingkungan dan geografis satu lokasi berbeda dengan lokasi lainnya karena dipengaruhi aspek spasial yang kemudian menyebabkan heterogenitas spasial, situasi ini dapat diatasi dengan analisis regresi spasial. Untuk kasus heterogenitas spasial dikembangkanlah analisis regresi terbobot geografis yaitu *Geographically Weighted Regression* (GWR), GWR dapat mengakomodasi efek spasial, dimana parameter regresi yang dihasilkan bersifat local. Berdasarkan kelebihan yang terdapat pada kedua metode tersebut, berkembanglah metode *Geographically Weighted Panel Regression* (GWPR) yang merupakan gabungan antara model regresi panel dengan GWR.

Pneumonia sendiri, atau dikenal dengan paru-paru basah adalah infeksi yang menyebabkan peradangan pada kantong-kantong udara disalah satu atau kedua paru-paru yang disebabkan oleh virus dan bakteri jamur. Pneumonia pembunuh balita nomor 2 di Indonesia. Meskipun begitu penyakit pneumonia ini masih bias disembukan dan juga dapat dicegah. Fokus penelitian ini ada di Kota Bandung. Menurut data Dinas Kesehatan Kota Bandung terdapat 10375 penderita pneumonia pada 2017, 10525 kasus pada 2018, dan 11044 kasus pada 2019. Terlihat bahwa jumlah kasus pneumonia meningkat dari tahun ke tahun. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis untuk mencari faktor apa saja yang mempengaruhi perubahan besarnya jumlah kasus pneumonia yang terjadi setiap tahunnya. Untuk menganalisa faktor-faktor penyebab kasus pneumonia tidak bisa dilakukan serentak pada setiap wilayah. Hal ini disebabkan karena setiap wilayah memiliki faktor penyebab pneumonia yang berbeda. Mulai dari segi ekonomi, kondisi tempat tinggal, polusi udara, pelayanan masyarakat, yang mengindikasikan adanya efek spasial.

Terkait dengan hal tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana penerapan GWPR dalam pemodelan kasus pneumonia pada balita berdasarkan 30 kecamatan di Kota Bandung tahun 2017-2019, dan faktor apa saja yang mempengaruhi. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini adalah mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kasus pneumonia pada balita di Kota Bandung.

## 2. Metodologi

### Regresi Data Panel

Data panel ialah gabungan antara data silang (*cross section*) dengan data runtun waktu (*time series*). Artinya data yang digunakan berasal dari individu yang sama dan diamati secara berulang selama kurun waktu tertentu. Model umum regresi data panel adalah (Baltagi, 2005).

$$y_{it} = \alpha_{it} + \mu_i + \beta X_{it}^T + \varepsilon_{it} \tag{2.1}$$

jika  $i = 1, 2, \dots, N$  dan  $t = 1, 2, \dots, T$  dengan  $N$  adalah banyaknya unit *cross section*,  $T$  banyaknya data *time series*,  $y_{it}$  merupakan variabel terikat pada unit ke- $i$  dan waktu ke- $t$ ,  $\alpha_{it}$  adalah koefisien intersep pada individu ke- $i$  dan waktu ke- $t$ ,  $\beta$  adalah vektor parameter berukuran  $(1 \times p)$  dengan  $p$  adalah banyaknya variabel bebas,  $X_{it}^T$  adalah vektor observasi pada variabel bebas berukuran  $(p \times 1)$ ,  $\mu_i$  adalah pengaruh spesifik dari individu yang tidak diamati,  $\varepsilon_{it}$  adalah residual dari pengamatan ke- $i$  pada periode ke- $t$ .

Ada 3 pendekatan untuk mengestimasi model regresi data panel, diantaranya yaitu :

1. *Common Effect Model* (CEM), CEM mengasumsikan bahwa *intercept* dan *slope* antar unit *cross section* dan *time series* adalah sama. Persamaan modelnya dituliskan sebagai berikut:

$$y_{it} = \alpha + \beta X_{it}^T + \varepsilon_{it} \tag{2.2}$$

dengan  $y_{it}$  merupakan variabel terikat pada unit ke- $i$  dan waktu ke- $t$ ,  $\alpha$  adalah *Intercept*

model regresi,  $\beta$  adalah ektor parameter berukuran  $(1 \times p)$  dengan  $p$  adalah banyaknya variabel bebas,  $X_{it}^T$  adalah vektor observasi pada variabel bebas berukuran  $(p \times 1)$ , dan  $\varepsilon_{it}$  adalah galat pada unit observasi ke- $i$  dan waktu ke- $t$

2. *Fixed Effect Model* (FEM), FEM mengasumsikan nilai *intersep* berbeda untuk setiap unit *cross section* tetapi koefisien *slope* bernilai tetap. Persamaan FEM, ditulis sebagai berikut:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta X_{it}^T + \varepsilon_{it} \quad (2.3)$$

$\alpha_i$  menyatakan variabel acak dengan nilai rata-rata  $\beta_0$  sehingga nilai *intersep* yang bervariasi untuk setiap lokasi pengamatan ditulis sebagai  $\alpha_i = \beta_0 + \varepsilon_i$ . Indeks  $i$  menyatakan perbedaan *intersep* setiap unit individu.

3. *Random Effect Model* (REM), diasumsikan efek spesifik dari setiap individu diperlakukan dengan komponen *error* yang acak dan tidak berkorelasi dengan variabel bebas yang diamati. Persamaan REM, dituliskan sebagai berikut:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta X_{it}^T + (\varepsilon_{it} + \mu_i) \quad (2.4)$$

dengan  $\varepsilon_{it}$  merupakan kombinasi komponen *error* gabungan antara *error* unit individu dan waktu, dan  $\mu_i$  adalah komponen *error* unit individu

### Uji Chow

*Chow test* digunakan untuk memilih salah satu model diantara *Common Effect Model* dengan *Fixed Effect Model*. Hipotesis pengujiannya adalah sebagai berikut:

Hipotesis:

$H_0: \beta_{01} = \beta_{02} = \dots = \beta_{0N}$  (Model CEM yang sesuai)

$H_1$ : minimal terdapat satu  $i$  dengan  $\beta_{01} \neq 0$  (Model FEM yang sesuai)

Daerah kritis:

Tolak  $H_0$  jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  atau  $p - value < \alpha$

Statistik Uji:

$$F_{hitung} = \frac{(RSS_1 - RSS_2)/(n - 1)}{RSS_2/(nT - n - K)} \quad (2.5)$$

dimana:

$$RSS = \sum_{i=1}^n (Y_{it} - (\beta_{0it} + (\beta_{1it}))^2) \quad (2.6)$$

dengan  $RSS_1$  adalah *residual sum of square* dari model CEM,  $RSS_2$  adalah *residual sum of square* dari model FEM,  $n$  adalah jumlah unit (*cross section*),  $T$  adalah jumlah periode waktu (*time series*),  $K$  adalah jumlah variabel bebas,  $Y_{it}$  adalah variabel terikat unit ke- $i$  periode waktu ke- $t$ ,  $\beta_{0it}$  adalah *intercept* dari model, dan  $\beta_{1it}$  adalah *slope* dari model.

Kesimpulan:

Jika nilai *Chow* statistik lebih besar dari F-tabel, maka cukup bukti untuk menolak  $H_0$ , yang artinya model yang tepat adalah FEM.

### Uji Hausman

*Hausman test* digunakan untuk memilih salah satu model diantara *Random Effect Model* dengan *Fixed Effect Model*. Prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut:

Hipotesis:

$H_0$ : Korelasi  $(X_{it}, \varepsilon_{it}) = 0$  (Model efek REM)

$H_1$ : Korelasi  $(X_{it}, \varepsilon_{it}) \neq 0$  (Model efek FEM)

Daerah kritis:

Tolak  $H_0$  jika  $\chi^2_{(k)} > F_{tabel}$  atau  $p - value < \alpha$

Statistik Uji:

$$\chi^2(k) = (\hat{\beta}_{FEM} - \hat{\beta}_{REM})^T (Var(\hat{\beta}_{FEM} - \hat{\beta}_{REM})^{-1}) (\hat{\beta}_{FEM} - \hat{\beta}_{REM})^T \quad (2.7)$$

dengan  $\hat{\beta}_{FEM}$  adalah koefisien fixed effect dan  $\hat{\beta}_{REM}$  adalah koefisien random effect

Kesimpulan:

Jika nilai  $\chi^2(k)$  hasil pengujian lebih besar dari  $\chi^2$ -tabel atau  $p - value < \alpha$ , maka cukup bukti untuk melakukan penolakan terhadap  $H_0$ , yang artinya model yang tepat adalah FEM.

**Aspek Data Spasial**

1. *Spatial Dependence*, yaitu pengamatan di lokasi tertentu memiliki pengaruh terhadap pengamatan dengan lokasi lain yang jaraknya berdekatan (Anselin, 1988). *Spatial Dependence* dapat diuji dengan uji *Moran's I* (Anselin 1988)
2. *Spatial Heterogeneity*, merupakan ciri suatu daerah, dimana terdapat perbedaan karakteristik antara satu lokasi dengan lokasi lainnya. Hal ini terlihat dari kondisi sosial budaya, lingkungan geografis, dan aspek lainnya yang dapat mengarah kepada kondisi heterogenitas spasial terhadap lokasi yang diteliti. Hal ini menyebabkan varians pada model regresi tidak konstan, tetapi bervariasi sesuai dengan lokasi pengamatan. Oleh sebab itu, masalah spasial mengarah pada kesimpulan yang tidak tepat dan estimasi tidak efisien. Uji *heterogenitas spasial* dapat dilakukan menggunakan uji *Breusch-Pagan*.

**Geographically Weighted Panel Regression**

GWPR adalah pengembangan dari regresi panel dengan memadukan faktor lokasi geografis dari data yang diperoleh, sehingga estimasi parameter yang diperoleh bersifat lokal (Fotheringham dkk., 2002). Metode GWPR adalah regresi lokal dengan data berulang untuk setiap titik lokasi dalam pengamatan spasial. Dalam GWPR, diasumsikan bahwa data deret waktu (*time series*) dengan observasi di sebuah lokasi geografis adalah realisasi dari proses *smooth spatiotemporal*. Dengan kata lain, proses mengikuti distribusi observasi terdekat lebih berhubungan daripada observasi yang jauh. Rumus umum GWPR dengan model pengaruh tetap adalah sebagai berikut:

$$y_{it} = \beta_0(u_{it}, v_{it}) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_{it}, v_{it})X_{itk} + \varepsilon_{it}, \tag{2.8}$$

$i = 1, 2, \dots, n \text{ dan } t = 1, 2, \dots, T$

dengan  $y_{it}$  adalah variabel terikat pada lokasi pengamatan ke- $i$  pada waktu ke- $t$ ,  $(u_{it}, v_{it})$  adalah titik koordinat letak geografis pengamatan ke- $i$  pada waktu ke- $t$ ,  $\beta_0(u_{it}, v_{it})$  adalah *intercept* dari persamaan pengamatan ke- $i$  pada waktu ke- $t$ ,  $\beta_k(u_{it}, v_{it})$  adalah koefisien regresi variabel bebas ke- $k$  pengamatan ke- $i$  pada waktu ke- $t$ ,  $X_{itk}$  adalah variabel bebas ke- $k$  pengamatan ke- $i$  pada waktu ke- $t$ , dan  $\varepsilon_{it}$  adalah residual pengamatan ke- $i$  pada waktu ke- $t$

**Fungsi Pembobot Spasial**

Sama halnya pada model GWR estimasi parameter pada model GWPR adalah dengan metode WLS yaitu dengan memberikan pembobot yang berbeda untuk setiap lokasi. Peran pembobot merupakan aspek yang penting, karena nilai pembobotan mempresentasikan lokasi data dari satu pengamatan ke pengamatan lainnya. Fungsi pembobot terdiri dari 2 jenis yaitu fungsi invers jarak dan fungsi kernel. Fungsi kernel dibagi menjadi dua bagian yaitu *fixed kernel* dan *adaptive kernel*. *Fixed kernel* memiliki *bandwidth* yang sama untuk semua lokasi pengamatan sedangkan *adaptive kernel* memiliki *bandwidth* yang berbeda untuk setiap titik lokasi pengamatan. Pada penelitian ini di fokuskan pada *adaptive kernel*, hal ini disebabkan kemampuan fungsi *kernel adaptive* yang dapat disesuaikan dengan kondisi titik-titik pengamatan. Fungsi *kernel adaptive* terbagi menjadi dua yaitu *adaptive gaussian* dan *adaptive bisquare*.

**Uji Kesesuaian Model GWPR (*goodness of fit*)**

Untuk menguji hipotesis parameter model GWPR sama halnya seperti pengujian parameter pada GWR, pengujian kesesuaian model GWPR dilakukan dengan menguji kesesuaian parameter secara bersamaan. Hipotesis kesesuaian model GWPR sebagai berikut:

Hipotesis:

$H_0$ :  $\beta_k(u_i, v_i)$ , tidak ada perbedaan antara model regresi panel dengan GWPR

$H_1$ : minimal ada satu  $\beta_k(u_i, v_i) \neq \beta_k$  ada perbedaan antara model regresi panel dengan GWPR

Daerah kritis:

Tolak  $H_0$  jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$  atau  $p - value > \alpha$

Statistik Uji:

$$F_{hitung} = \frac{RSS_{GWPR}/df_1}{RSS_{Panel}/df_2} \tag{2.9}$$

Kesimpulan:

Jika nilai  $F_{hitung} < F_{tabel}$  atau  $p - value > \alpha$ , maka cukup bukti untuk menolak  $H_0$ , artinya

model GWPR mempunyai *goodness of fit* lebih baik dari model regresi panel.

### Uji Parameter Model GWPR

Jika model GWPR telah sesuai untuk mendeskripsikan data, maka parameter model GWPR diuji untuk mengetahui parameter mana yang secara signifikan akan mempengaruhi variabel terikatnya. Berikut ini merupakan hipotesis pengujiannya:

Hipotesis:

$H_0: \beta_k(u_i, v_i) = 0$ , koefisien parameter variabel  $X_k$  tidak signifikan terhadap  $y$

$H_1$ : minimal ada satu  $\beta_k(u_i, v_i) \neq 0$  koefisien parameter variabel  $X_k$  signifikan terhadap  $y$

Daerah kritis:

Tolak  $H_0$  jika  $|T_{hitung}| > t_{(\frac{\alpha}{2}, df)}$  atau  $p - value < \alpha$

Statistik Uji:

$$T_{hit} = \frac{\hat{\beta}_{k(u_{ij}, v_{ij})}}{\hat{\sigma} \sqrt{c_{kk}}} \quad (2.10)$$

Kesimpulan:

Apabila  $|T_{hitung}| > t_{(\frac{\alpha}{2}, df)}$  atau  $p - value < \alpha$  maka cukup bukti untuk menolak  $H_0$ , yang artinya variabel tersebut berpengaruh secara signifikan.

### Akaike Information Criterion (AIC)

Menurut Fotheringham, dkk., (2002) selain menentukan bandwidth terbaik, *Akaike Information Criterion* (AIC) juga menjadi salah satu kriteria pemilihan model terbaik berdasarkan nilai AIC terkecil. Rumus untuk menghitung nilai AIC adalah sebagai berikut:

$$AIC = 2n \ln(\hat{\sigma}) + n \ln(2\pi) + n + tr(L) \quad (2.11)$$

dengan,  $\hat{\sigma}$  adalah nilai estimator standar deviasi dari residual, yaitu  $\hat{\sigma} = \frac{RSS}{n}$ , dan  $L$  adalah matriks proyeksi dimana  $\hat{y} = Ly$

## 3. Pembahasan dan Diskusi

### Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dari Dinas Kesehatan Kota Bandung, yaitu publikasi Profil Kesehatan Kota Bandung. Penelitian ini menggunakan data panel, yang meliputi data *cross section* yaitu 30 kecamatan di Kota Bandung dan data *time series* tahun 2017-2019. Dan untuk data *latitude* dan *longitude* diperoleh dari aplikasi *google maps*. Data variabel terikat (Y) adalah jumlah kasus pneumonia balita. Data variabel bebas terdiri dari persentase berat bayi lahir rendah ( $X_1$ ), persentase pemberian ASI eksklusif ( $X_2$ ), persentase imunisasi DPT Hib 3 ( $X_3$ ), persentase imunisasi campak ( $X_4$ ), persentase status gizi kurang ( $X_5$ ), persentase rumah tangga Berperilaku Hidup Bersih dan Sehat ( $X_6$ )

### Model Regresi Data Panel

Langkah pertama mengestimasi model data panel yaitu dengan metode *Commen Effect Model*, *Fixed Effect Model*, dan *Random Effect Model*. Setelah dicari ketiga model selanjutnya dilakukan pemilihan model yang paling tepat menggunakan uji chow dan uji hausman, sebagai berikut:

**Tabel 1.** Uji Chow dan Uji Hausman

Uji	Statistik Uji	P-Value	Kesimpulan
Uji Chow	$F_{hitung} = 1.9464$	0.0171	Model FEM lebih baik daripada CEM
Uji Hausman	$\chi_k^2 = 4.9162$	0.0266	Model FEM lebih baik daripada REM

Dari Tabel 4.1 terlihat nilai p-value  $< 0.10$ , sehingga  $H_0$  ditolak pada taraf signifikansi 10%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model FEM lebih baik daripada CEM dan

REM.

**Uji Heterogenitas Spasial**

Pengujian heterogenitas spasial bertujuan untuk mengetahui apakah ada keragaman antar wilayah kecamatan atau tidak. Sebelum mengestimasi model GWPR, dilakukan transformasi data sesuai dengan konsep *within estimator*, yaitu mentransformasikan variabel dengan mengurangkan rata-rata *time series* yang sesuai. Berdasarkan data hasil transformasi, akan dilakukan pengujian aspek spasial heterogenitasnya dengan uji *Breusch-Pagan* sebagai berikut: Hipotesis:

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

$$H_1: \text{minimal ada satu } \sigma_i \neq \sigma^2$$

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai *p-value* sebesar 0.0729, sehingga  $H_0$  ditolak pada taraf signifikansi 10% artinya minimal terdapat satu varians yang tidak sama diantara lokasi pengamatan. Sehingga terdapat keberagaman antar wilayah kecamatan di Kota Bandung. Sehingga penelitian ini dilanjutkan menggunakan metode GWPR.

**Estimasi Model GWPR**

Estimasi model GWPR dimulai dengan menentukan bandwidth yang optimal. Salah satu metode yang digunakan untuk mendapatkan *bandwidth* terbaik adalah metode *cross validation (CV)*. Nilai *bandwidth* yang optimum dihasilkan ketika CV minimum. Dan menurut metode AIC, model yang terbaik adalah model yang memiliki nilai AIC paling sedikit.

**Tabel 2.** Nilai CV dan AIC

Fungsi Kernel	Bandwidth	CV	AIC
<i>Adaptive Gaussian</i>	88	19279.21	730.7551
<i>Adaptive Bisquare*</i>	48	19131.21	705.3397

Pada Tabel 4.5. Fungsi kernel *adaptive bisquare* mempunyai *bandwidth* yang optimum karena menghasilkan nilai CV dan AIC yang minimum. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan fungsi pembobot kernel *adaptive bisquare*. Dari nilai *bandwidth* optimum dan fungsi pembobot kernel terbaik, maka dapat ditentukan matriks pembobot spasial. Matriks pembobot yang dihasilkan, kemudian dilakukan untuk memperkirakan nilai parameter GWPR. Nilai parameter dalam pemodelan GWPR akan berbeda untuk setiap lokasi.

**Pengujian Model GWPR**

Selanjutnya uji kesesuaian model untuk mengetahui perbedaan antara model regresi data panel dan GWPR.

**Tabel 3.** Uji Kesesuaian Model

Hasil	Kesimpulan
$F = 0.7151$ dan $p - value = 0.6384 > 0.10$	$H_0$ ditolak

Berdasarkan Tabel 4.5. dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara model regresi data panel dan GWPR. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa model GWPR memiliki *goodness of fit* yang lebih baik daripada model regresi panel. Oleh karena itu, model GWPR berguna untuk memodelkan kasus pneumonia balita di kecamatan Kota Bandung

Variabel signifikan dari pemodelan GWPR menunjukkan hasil yang berbeda-beda pada setiap kecamatan. Berikut hasil pengelompokkan kecamatan di Kota Bandung menurut variabel-variabel yang signifikan mempengaruhi kasus pneumonia balita.

**Tabel 4.** Pengelompokkan Kecamatan Berdasarkan Variabel yang Signifikan

No	Kecamatan	Variabel Signifikan
1	Coblong, Bandung Kulon	$X_1, X_5, X_6$
2	Cibeunying Kaler	$X_1, X_6$
3	Cidadap	$X_1, X_5$
4	Cibeunying Kidul	$X_6$
5	Sukasari, Sukajadi, Sumur Bandung, Lengkong, Regol, Astana Anyar, Bojongloa Kaler, Bojongloa Kidul, Babakan Ciparay	$X_5$
6	Cicendo, Andir, Bandung Wetan, Kiaracondong, Batununggal, Antapani, Mandalajati, Arcamanik, Ujung Berung, Cinambo, Cibiru, Panyileukan, Gedebage, Rancasari, Buah Batu, Bandung Kidul	—

Berdasarkan hasil analisis dari enam variabel bebas yang digunakan diperoleh tiga variabel bebas yang mendukung terjadinya pneumonia balita di Kota Bandung. Berdasarkan Tabel 4.6. terlihat bahwa hasil pemodelan GWPR dengan pembobot *bisquare* wilayah Kota Bandung dibagi menjadi 6 kelompok. Hasil pemodelan dugaan GWPR terbaik yang terbentuk adalah:

**Tabel 5.** Hasil Pemodelan GWPR Tiap Kecamatan di Kota Bandung

Kecamatan	Model GWPR
Sukasari	$\hat{Y} = -0.1583 + 4.7522X_5$
Sukajadi	$\hat{Y} = -0.0203 + 2.9029X_5$
Sumur Bandung	$\hat{Y} = 0.0379 - 2.5637X_5$
Lengkong	$\hat{Y} = 0.2537 - 2.7748X_5$
Regol	$\hat{Y} = 0.3664 - 2.6177X_5$
Astana Anyar	$\hat{Y} = 0.0212 - 2.4618X_5$
Bojongloa Kaler	$\hat{Y} = -0.5646 - 2.3564X_5$
Bojongloa Kidul	$\hat{Y} = 0.1163 - 2.3919X_5$
Babakan Ciparay	$\hat{Y} = -0.6656 - 2.2953X_5$
Cibeunying Kidul	$\hat{Y} = -0.0780 + 0,6635X_6$
Cidadap	$\hat{Y} = -0.2554 + 2.1515X_1 + 5.4520X_5$

Kecamatan	Model GWPR
Cibeunying Kaler	$\hat{Y} = -0.1284 + 1.0592X_1 + 0.7259X_6$
Coblong	$\hat{Y} = -0.1014 + 1.7039X_1 + 3.5304X_5 + 0.6274X_6$
Bandung Kulon	$\hat{Y} = -1.3326 - 3.1750X_1 - 2.4333X_5 + 0.9275X_6$

**Interpretasi Model GWPR**

Setelah mendapatkan model GWPR untuk masing-masing pengamatan. Selanjutnya melakukan interpretasi model GWPR. Sebagai contoh interpretasi pada kecamatan cidadap

$$\hat{Y}_{cidadap} = -0.2554 + 2.1515X_1 + 5.4520X_5 \tag{4.4}$$

Dari model dapat diketahui jika persentase berat badan lahir rendah ( $X_1$ ) balita bertambah 1%, maka jumlah kasus pneumonia pada balita akan bertambah sebesar 2.1515% dengan syarat variabel lain konstan. Hal ini dikarenakan saluran pernapasan BBLR belum berkembang sepenuhnya, dan sistem imun yang belum matang akan mendorong munculnya pneumonia pada balita riwayat BBLR. Dan setiap penambahan 1% balita dengan status gizi kurang ( $X_5$ ), maka akan meningkatkan rata-rata jumlah kasus pneumonia balita sebesar 5.4520% dengan syarat variabel lain konstan. Penyebab kasus pneumonia sulit untuk diturunkan, salah satunya karena gizi yang kurang (WHO, 2020). Anak yang kekurangan gizi memiliki sistem kekebalan yang lemah dan rentan terhadap pneumonia.

**4. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan metode *Geographically Weighted Panel Regression* dapat diambil simpulan bahwa:

1. Model *fixed effect* GWPR dengan pembobot *adaptive bisquare* merupakan model yang terbaik untuk pemodelan kasus pneumonia balita di kota Bandung, karena memiliki nilai AIC terkecil sebesar 705.3397.
2. Model *fixed effect* GWPR untuk kasus pneumonia balita di kota Bandung lebih baik dari model *fixed effect* regresi panel.
3. Hasil pemodelan *fixed effect* GWPR menunjukkan bahwa variabel yang berpengaruh terhadap jumlah kasus pneumonia balita di tiap kecamatan berbeda-beda, berdasarkan kesamaan variabel yang berpengaruh di tiap kecamatan didapatkan pengelompokkan sebanyak 6 kelompok.

**Acknowledge**

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Ilahi Robi, yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya, akhirnya penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah yang berjudul “Pemodelan Kasus Pneumonia Pada Balita Di Kota Bandung Menggunakan *Geographically Weighted Panel Regression*”, walaupun karya ilmiah ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Pada kesempatan ini penulis ucapkan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada Ibu Teti Sofia Yanti, Dra., M.SI. selaku pembimbing yang telah banyak memberikan masukan dan arahan yang sangat berarti bagi penulis dalam menyelesaikan karya ilmiah ini.

**Daftar Pustaka**

[1] Baltagi, B. H. (2005). *Econometrics Analysis of Panel Data (3 ed)*. Chicester, England: John Willey & Sons Ltd.

[2] Bruna, F., & Yu, D. (2013). Geographically Weighted Panel Regression. *XI Congreso Galego de Estacia e Investigacion de Operations, A Coruna*.

[3] Cai, R., Yu, D., & Oppenheimer, M. (2014). Estimating the Spatially Varying Responses of Corn Yields to Weather Variations using Geographically Weighted Panel Regression. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 230-252.



- [4] Dinas Kesehatan Kota Bandung. (2017-2019). *Profil Kesehatan Kota Bandung Tahun 2017, 2018, 2019*. Bandung: Dinkes.
- [5] Fitri, E. P. (2019). *Perbandingan Model Geographically Weighted Panel Regression dengan Pembobot Adaptive Gaussian dan Adaptive Bisquare untuk Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Tengah*. Skripsi tidak dipublikasikan. Semarang: Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.
- [6] Fotheringham, A., Brundson, C. F., & Charlton, M. (2002). *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships*. Chichester: Willey.
- [7] Khoirunnisa, A. (2020). *Pemodelan dan Pemetaan Incidence Rate Diare pada Balita di Kota Bandung dengan Geographically Weighted Regression-Panel*. Skripsi tidak dipublikasikan. Bandung: Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjajaran.
- [8] Rahayu, N. S. (2017). *Geographically Weighted Panel Regression untuk Pemodelan Persentase Penduduk Miskin di Provinsi Jawa Tengah*. Program Magister, Jurusan Statistika, Institut Teknologi Sepuluh November: Tesis tidak dipublikasikan. Surabaya.
- [9] Wati, D. C., & Utami, H. (2020). Model Geographically Weighted Panel Regression (GWPR) dengan Fungsi Kernel Fixed Gaussian pada Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Timur. *Jurnal Matematika Thales (JMT): 2020 Vol. 02 No. 01*.
- [10] Utama Muhammad Bangkit Riksa, Hajarisman Nusar. (2021). *Metode Pemilihan Variabel pada Model Regresi Poisson Menggunakan Metode Nordberg*. *Jurnal Riset Statistika*, 1(1), 35-42.