

Pemodelan Faktor yang Mempengaruhi Angka Kematian Bayi di Jawa Timur dengan Menggunakan *Geographically Weighted Regression*

Antonito Hornay Cabral¹, Mariana Yonasti Udus², Silfia Febriani Jamlean³, Wara Pramesti⁴, Gangga Anuraga⁵

^{1,2,3,4,5} Jurusan Statistika, Fakultas MIPA, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya

Jalan Dukuh Menanggal XII Telp (031)8289873, Surabaya 60234 Indonesia

E-mail: antowilcoxon@gmail.com

ABSTRAK

Angka Kematian Bayi (AKB) didefinisikan sebagai resiko untuk anak yang lahir hidup mati sebelum ulang tahun pertama yang dikenal sebagai salah satu indikator yang sensitif dan umum digunakan untuk pembangunan sosial dan ekonomi penduduk. Angka Kematian bayi merupakan salah satu indikator penting dalam menentukan tingkat kesehatan masyarakat. Berdasarkan laporan Badan Pusat Statistik Jawa Timur tahun 2016, angka kematian bayi sebesar 23.60 per 1000 kelahiran. Angka tersebut diatas tingkat nasional tetapi masih dianggap tinggi dan belum memenuhi target pemerintah. Upaya yang dapat dilakukan oleh pemerintah untuk menurunkan angka kematian bayi adalah dengan mengetahui faktor-faktor yang memengaruhi AKB tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi angka kematian bayi di Jawa Timur tahun 2016. Salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi AKB adalah *Geographically Weighted Regression* (GWR). Keunggulan model GWR dibandingkan dengan model regresi klasik adalah GWR mampu memberikan model secara lokal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi AKB Jawa Timur adalah Jumlah Puskesmas, Presentase Penduduk Miskin, Berat bayi Lahir Rendah dan Presentase Penolong Persalinan. Model GWR mampu menjelaskan keragaman sebesar 83.06 persen.

Kata kunci : Angka Kematian Bayi, *Geographically Weighted Regression*, *Fix Gaussian*

ABSTRACT

The infant mortality rate (IMR) is defined as the risk for dead living children before the first birthday is known as one of the most sensitive indicators and is commonly used for the social and economic development of the population. Infant mortality is an important indicator in determining the level of public health. Based on the 2016 East Java Central Bureau of Statistic (BPS) report, the infant mortality rate was 23.60 per 1000 births. This number is higher than the national level but are still considered high and have not met the Government targets. The effort of Government to reduce infant mortality rate is know the factors that affect the IMR. The purpose of this study was to determine the factors that influence the infant mortality rate in East Java in 2016. One of the method that using to know factor that affect Infant Mortality Rate is Geographically Weighted Regression. The advantage of GWR model compare to Global regression (OLS) is that GWR is able to provide model locally (spatial). Based on the result, factors that affected IMR are number of health center, percentage of poverty, low birth under weigh and the percentage of birth attendants. GWR model is explain total variability of 83.06 percent

Keywords : *Infant Mortality Rate, Geographically Weighted Regression, Fix Gaussian*

1. PENDAHULUAN

Salah satu tujuan *Millennium Development Goals* (MDGs) yaitu menurunkan Angka kematian dimana targetnya adalah menurunkan angka kematian balita sebesar dua pertiga dari tahun 1990 sampai dengan tahun 2015. Salah satu indikator Angka Kematian Balita adalah Angka Kematian Bayi (AKB). AKB merupakan salah satu tolak ukur untuk menilai sejauh mana ketercapaian kesejahteraan rakyat sebagai hasil dari pelaksanaan pembangunan bidang kesehatan. Kegunaan lain dari AKB adalah sebagai alat monitoring situasi kesehatan, sebagai input penghitungan proyeksi penduduk, serta dapat juga dipakai untuk mengidentifikasi kelompok penduduk yang mempunyai resiko kematian tinggi [1].

Angka kematian bayi merupakan tolak ukur suatu negara untuk mengetahui derajat kesehatan untuk kemajuan suatu negara. Namun, keberhasilan menurunkan Angka Kematian Ibu (AKI) di negara-negara maju saat ini menganggap Angka Kematian Bayi merupakan parameter yang lebih baik untuk menilai kualitas pemanfaat pelayanan kesehatan.

Analisis *Geographically Weighted Regression* (GWR) merupakan salah satu metode statistika yang digunakan untuk memodelkan variabel respon dengan variabel prediktor yang berbasis wilayah atau area [2]. Keuntungan model GWR dibandingkan dengan model regresi klasik adalah GWR mampu memberikan model secara lokal. Penelitian sebelumnya mengenai GWR telah dilakukan oleh Dziauddin dan Idris dengan judul penelitian "Use Of Geographically Weighted Regression (GWR) Method to

Estimate the Effects of Location Attributes on the Residential Values". Dalam penelitian tersebut menyatakan bahwa model GWR memiliki kemampuan untuk menghasilkan hasil yang lebih bagus karena atribut yang berbeda memiliki efek spasial yang berbeda di wilayah geografis mengenai nilai properti residensial [3]. Selain itu Kala dkk dengan judul penelitian "A Comparison of Least Squares Regression and Geographically weighted Regression Modeling of West Nile Virus Risk Based on Enviromental Parameters". Dalam penelitian tersebut menyatakan bahwa Pendekatan GWR lebih baik untuk mengetahui hubungan antara lingkungan heterogenitas dengan *West Nile Virus* (WNV) yang menyebabkan banyak satwa (burung) mati sehingga bisa melakukan manajemen dan strategi untuk meningkat kesehatan publik [4]. Penelitian mengenai angka kematian bayi pernah dilakukan oleh Pramono dkk dengan judul penelitian "Pemetaan Determinan Angka Kematian Bayi di Jawa Timur Berdasarkan Indikator Indeks Pembangunan Kesehatan Masyarakat". Dalam penelitiannya, faktor yang mempengaruhi angka kematian bayi di Jawa Timur adalah presentase balita dengan status gizi kurus-sangat kurus, presentase balita yang imunisasi lengkap dan presentase jarak ke fasilitas kesehatan terdekat kurang dari 1 km [5]. Penelitian lain mengenai angka kematian bayi dari Prahutama dkk dengan judul penelitian "Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Angka Kematian Bayi di Jawa Tengah menggunakan Regresi Generalized Poisson dan Binomial Negatif". Dalam penelitian tersebut faktor yang memengaruhi angka kematian bayi

adalah jumlah sarana kesehatan (RS dan Puskesmas), presentase rumah tangga berperilaku hidup bersih dan rata-rata lama pemberian Air Susu Ibu (ASI) [6]. Berdasarkan uraian diatas maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi angka kematian bayi di Jawa Timur tahun 2016. Alasan menggunakan tahun 2016 karena data angka kematian bayi update hanya sampai tahun 2016.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Analisis Regresi Linear Berganda

Analisis regresi merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mendapatkan hubungan dan model matematis antara variabel repon (Y) dan satu atau lebih variabel prediktor (X). Secara umum hubungan tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut [7]:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon \quad (1)$$

dimana Y variabel dependen, sedangkan $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$ parameter yang tidak diketahui, X variabel independen dan ε adalah *error* regresi.

Jika dilakukan pengamatan sebanyak n, maka model pengamatan ke-i adalah:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_p X_{ip} + \varepsilon \quad (2)$$

$i = 1, 2, \dots, n.$

.Metode penaksiran parameter model pada persamaan (2) adalah dengan metode *least square*. Bentuk penaksiran *least square* dari parameter tersebut adalah:

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (3)$$

$\hat{\beta}$: vektor dari parameter yang ditaksir
(p+1) x 1

X: matriks variabel bebas berukuran n x (p+1)

Y : vektor observasi berukuran (n x 1).

2.2. Heterogenitas Spasial

Heterogenitas disebabkan karena adanya perbedaan karakteristik antar titik lokasi pengamatan. Heterogenitas spasial tercermin dari galat dalam pengukuran yang mengakibatkan heteroskedastisitas artinya variansi galat yang dihasilkan tidak konstan. Uji *Breusch-Pagan* adalah uji statistik yang dapat mendeteksi heterogenitas spasial. Hipotesis yang digunakan dalam uji *Breusch-Pagan* adalah:

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma^2 \quad (\text{Tidak terdapat heterogenitas antar wilayah})$$

$$H_0 : \text{Minimal terdapat satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2 \quad (\text{Terdapat heterogenitas antar wilayah})$$

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$BP = \frac{1}{2} f^T Z (Z^T Z)^{-1} Z^T f \quad (4)$$

$$f_i = \left(\frac{\varepsilon_i^2}{\sigma^2} - 1 \right)$$

Keterangan :

BP : *Breusch Pagan test*

ε_i : error pada regresi dengan OLS untuk pengamatan ke-i

Z : matriks independen berukuran n x (k + 1) yang sudah standarisasi untuk setiap pengamatan

σ^2 : ragam galat e_i

2.3. Model Geographically Weighted Regression (GWR)

Metode GWR adalah suatu teknik yang membawa kerangka dari model regresi sederhana menjadi model regresi

yang terboboti [8]. Model ini merupakan model regresi linier lokal (*locally linier regression*) yang menghasilkan penaksir parameter model yang bersifat lokal untuk setiap titik atau lokasi dimana data tersebut dikumpulkan. Pada model GWR, variabel dependen diprediksi dengan variabel independen yang masing masing nilai parameter regresinya bergantung pada lokasi dimana data tersebut diamati. Model GWR dapat ditulis sebagai berikut:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \beta_1(u_i, v_i)x_1 + \dots + \beta_k(u_i, v_i)x_k + \varepsilon_i \quad (5)$$

dengan

y_i : pengamatan pada lokasi ke- i ($i = 1, 2, \dots, n$)

x_{ik} : nilai observasi variabel independen k pada pengamatan ke- i

(u_i, v_i) : koordinat (*longitude, latitude*) dari titik ke- i pada suatu lokasi geografis

$\beta_k(u_i, v_i)$: parameter regresi pada titik atau lokasi ke- i

ε_i : error yang diasumsikan identik, independen, berdistribusi normal dengan rata-rata nol dan varians konstan.

Pada model GWR diasumsikan bahwa data observasi yang dekat dengan titik ke- i mempunyai pengaruh yang besar pada estimasi dari $\beta_k(u_k, v_k)$ daripada data yang berada jauh dari titik atau lokasi ke- i . Persamaan di atas mengukur hubungan model pada semua titik ke- i . Pada GWR sebuah observasi diboboti dengan nilai yang berhubungan dengan titik ke- i . Bobot w_{ij} , untuk $j = 1, 2, \dots, n$, pada tiap lokasi (u_k, v_k) diperoleh sebagai fungsi yang kontinu dari jarak antara titik ke- i dan titik data lainnya. Misal matriks

berikut merupakan matriks dari lokal parameter

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_0(u_1, v_1) & \dots & \beta_k(u_1, v_1) \\ \beta_0(u_2, v_2) & \dots & \beta_k(u_2, v_2) \\ \vdots & \dots & \vdots \\ \beta_0(u_n, v_n) & \dots & \beta_k(u_n, v_n) \end{bmatrix}$$

Parameter tiap baris pada matriks diatas dapat diestimasi dengan

$$\hat{\beta}_{(i)} = (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(i) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(i) \mathbf{Y}$$

dimana:

\mathbf{X} : matriks data dari variabel independen

\mathbf{Y} : vektor variabel dependen

$\mathbf{W}(i)$: matriks pembobot

$$(i) = \begin{bmatrix} w_{i1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & w_{i2} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & w_{in} \end{bmatrix}$$

Estimasi dari persamaan (3) merupakan estimasi *least square* tetapi matriks pembobot tidak konstan, sehingga $\mathbf{W}(i)$ dihitung untuk tiap i dan w_{ij} mengindikasikan kedekatan atau bobot tiap titik data dengan lokasi i . Hal ini yang membedakan GWR dengan tradisional WLS (*Weighted Least Square*) yang mempunyai matrik bobot yang konstan.

Estimasi parameter lokal digunakan untuk menghasilkan setiap lokasi geografis, GWR juga menghasilkan versi lokal untuk seluruh *standar regression* pada seluruh lokasi geografis misalnya ukuran *goodness of fit*. Hal ini dapat memberikan informasi pada pemahaman aplikasi dari model dan untuk penelitian lebih lanjut apakah diperlukan penambahan variabel independen pada model GWR. Hal yang penting lainnya adalah titik dimana parameter lokal diestimasi dengan model GWR tidak memerlukan titik dimana data diambil.

Estimasi dari parameter dapat didapat dari semua lokasi geografis.

Peran pembobot pada model GWR sangat penting karena nilai pembobot ini mewakili letak data observasi satu dengan lainnya. Oleh karena itu, sangat dibutuhkan ketepatan cara pembobotan [9]. Skema pembobotan pada GWR dapat menggunakan beberapa metode yang berbeda, salah satu metode pembobotan yang biasa digunakan adalah kernel Gaussian dan fungsi pembobotan *bisquare* [10]. Fungsi Gaussian untuk menghitung titik ke- n yang terdekat adalah

$$w_{ij} = \exp \left\{ -\frac{1}{2} (d_{ij}/b)^2 \right\} \quad (6)$$

dengan:

j : salah satu titik ke- n yang terdekat dari titik ke- i

b : *bandwidth* atau jarak titik ke- n yang terdekat

d_{ij} : merupakan jarak Euclidean

$$d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2} \quad (7)$$

Kriteria untuk penentuan nilai *bandwidth* n yang tepat dapat diperoleh dengan pendekatan *least square* yaitu dengan menggunakan kriteria *cross-validation*

$$CV = \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{y}_{i\neq}(b)]^2 \quad (8)$$

dengan $\hat{y}_{i\neq}(b)$ adalah nilai dugaan y_i (*fitting value*) dengan pengamatan di lokasi- i dihilangkan dari proses prediksi. *Bandwidth* optimum dapat diperoleh dengan proses iterasi hingga didapatkan CV minimum.

2.4. Pengujian Parameter Model GWR

Pengujian parameter model GWR digunakan untuk mengetahui parameter mana saja yang signifikan mempengaruhi variabel respon. Hipotesis untuk

pengujian parameter GWR secara parsial adalah:

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

$$H_1: \beta_k(u_i, v_i) \neq 0 ; k = 1, 2, \dots, p$$

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$T = \frac{\beta_k(u_i, v_i)}{\hat{\sigma} \sqrt{g_{kk}}} \quad (9)$$

T akan mengikuti distribusi t dengan derajat bebas $df_2 = n - p - 1$. Jika tingkat signifikansi diberikan sebesar α , maka diambil keputusan dengan menolak H_0 atau dengan kata lain parameter $\hat{\beta}_k(u_i, v_i)$ signifikan terhadap model jika $|T_{hit}| > t_{\frac{\alpha}{2}; n-p-1}$

2.5. Goodness Of Fit Model GWR

Pengujian kesesuaian model (*goodness of fit*) dilakukan dengan menguji kesesuaian dari koefisien parameter secara serentak, yaitu dengan cara mengkombinasikan uji regresi linier dengan model untuk data spasial. Hipotesis untuk pengujian kesesuaian model adalah sebagai berikut:

$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = \beta_k$ (tidak ada perbedaan yang signifikan antara model regresi global dengan model GWR)

$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_k(u_i, v_i) \neq \beta_k$ (terdapat perbedaan yang signifikan antara model regresi global dengan model GWR)

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$F_{hit} = \frac{SSE(H_1) / (\delta_1^2 / \delta_1^2)}{SSE(H_0) / (n - p - 1)} \quad (10)$$

dimana:

$$\delta_1 = \text{tr}(\mathbf{I} - \mathbf{S})^T (\mathbf{I} - \mathbf{S}) \text{ dan}$$

$$\delta_2 = \text{tr}((\mathbf{I} - \mathbf{S})^T (\mathbf{I} - \mathbf{S})^2)$$

$$SSE(H_1) = \mathbf{Y}^T(\mathbf{I} - \mathbf{S})^T(\mathbf{I} - \mathbf{S})\mathbf{Y} \quad \text{dan} \\ SSE(H_0) = \mathbf{Y}^T(\mathbf{I} - \mathbf{H})\mathbf{Y}$$

\mathbf{S} adalah matriks proyeksi dari model GWR, yaitu matriks yang memproyeksikan nilai y menjadi \hat{y} pada lokasi (u_i, v_i) .

$$S = \begin{pmatrix} x_1^T (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_1, v_1) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_1, v_1) \\ x_2^T (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_2, v_2) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_2, v_2) \\ \vdots \\ x_n^T (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_n, v_n) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_n, v_n) \end{pmatrix}$$

Jika $F_{hit} > F_{1-\alpha; df_1; df_2}$ maka dapat diambil kesimpulan bahwa tolak H_0 , dengan kata lain model GWR mempunyai *goodness of fit* yang lebih baik daripada model regresi global.

2.6. Pemilihan Model Terbaik

Kriteria pemelihan model terbaik untuk penelitian ini menggunakan Koefisien Determinasi (R^2) dan *Akaike Info Criterion* (AIC) yang akan dijelaskan sebagai berikut:

a. Koefisien Determinasi (R^2)

Koefisien Determinasi (R^2) digunakan untuk mengukur kelayakan model dengan uji statistik yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (11)$$

dengan

SSR : Sum Square regression (Jumlah Kuadrat Regresi)

SST : Sum Square Total (Jumlah Kuadrat Terkecil)

\hat{y}_i : Nilai taksiran dari variabel y_i

\bar{y} : Nilai rata-rata variabel y_i

b. Akaike Info Criterion (AIC)

Akaike Info Criterion (AIC) merupakan suatu uji statistik yang digunakan untuk memilih model terbaik. Metode ini didasarkan pada metode estimasi maksimum likelihood (MLE). Dengan statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$AIC = -2Lm + 2m \quad (12)$$

Lm : maksimum *log-likelihood*

m : jumlah parameter dalam model

Model dengan nilai AIC terkecil adalah model terbaik (Wei, 1990).

2.7. Angka Kematian Bayi

Angka Kematian Bayi (AKB) menurut BPS didefinisikan sebagai angka yang menunjukkan banyaknya kematian bayi usia 0 tahun dari setiap 1000 kelahiran hidup pada tahun tertentu atau dapat dikatakan juga sebagai probabilitas bayi meninggal sebelum mencapai usia satu tahun yang dinyatakan dengan seribu kelahiram hidup. Angka kematian bayi merupakan indikator yang penting untuk mencerminkan keadaan derajat kesehatan di suatu masyarakat, karena bayi baru lahir sangat sensitive terhadap keadaan lingkungan tempat orang tua bayi tinggal dan sangat erat kaitannya dengan status sosial orang tua. Kemajuan yang dicapai dalam bidang pencegahan dan pemberantasan berbagai penyakit penyebab kematian tercermin secara jelas dengan menurunnya tingkat AKB. Dengan demikian angka kematian bayi merupakan tolak ukur yang sensitif dari semua intervensi yang dilakukan oleh pemerintah khususnya di bidang kesehatan.

2.8. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder

yang diambil dari Laporan Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur, 2016. Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah Presentase Angka Kematian Bayi (Y), Jumlah Puskesmas (X_1), Jumlah Klinik Keluarga Berencana (X_2), Presentase Penduduk Miskin (X_3), Jumlah Berat Bayi Lahir Rendah (X_4), Presentase Penolong Persalinan (X_5).

3. HASIL PENELITIAN

3.1. Statistika Deskriptif

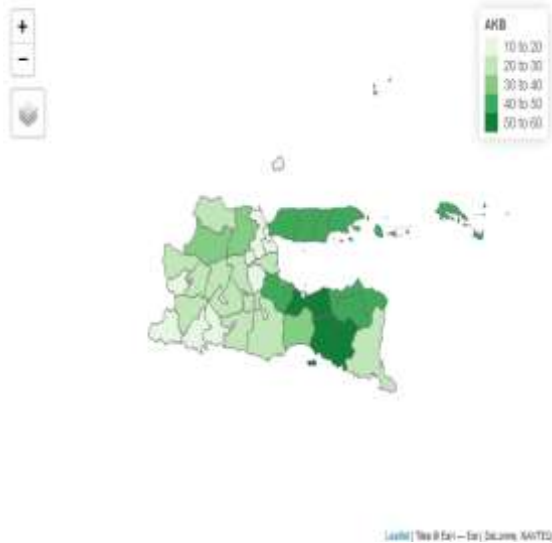
Statistika deskriptif digunakan untuk mengetahui gambaran mengenai karakteristik variabel yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 1. Hasil Deskriptif variabel prediktor

| Variabel | Deskriptif | | | |
|----------|------------|--------|--------------|---------|
| | Min | Mean | Std. Deviasi | Max |
| X_1 | 3,00 | 25,26 | 12,84 | 62,00 |
| X_2 | 22,00 | 352,42 | 252,63 | 1231,00 |
| X_3 | 4,33 | 11,87 | 4,83 | 24,11 |
| X_4 | 87,00 | 548,32 | 327,85 | 1586,00 |
| X_5 | 87,40 | 94,74 | 3,11 | 99,90 |

Tabel 1 diatas, diketahui bahwa rata-rata jumlah puskesmas di Jawa Timur sebesar 25,26 dengan standar deviasi 12,84. Nilai standar deviasi yang besar menunjukkan bahwa jumlah puskesmas antar daerah di Jawa Timur belum merata antara satu daerah dengan daerah lainnya. Nilai minimum untuk fasilitas puskesmas sebanyak 3 yang terletak di Kota Blitar sedangkan Kota Surabaya memiliki fasilitas puskesmas yang paling banyak yaitu sebanyak 62. Klinik keluarga berencana di Jawa Timur memiliki nilai rata rata sebanyak 352,42 dengan standar deviasi sebanyak 252,63. Nilai standar deviasi untuk jumlah klinik keluarga

berencana sangat besar menunjukkan bahwa terjadi ketidakmerataan jumlah klinik keluarga berencana antara satu daerah dengan daerah lainnya di Jawa Timur. Jumlah klinik keluarga berencana yang paling sedikit terletak di Kota Blitar sebanyak 22 sedangkan paling banyak terletak di kabupaten Lamongan yaitu sebanyak 1231. Presentase penduduk miskin di Jawa Timur memiliki rata-rata sebesar 11,87 dengan standar deviasi sebesar 4,83. Nilai standar deviasi untuk presentase penduduk miskin kecil yang menunjukkan bahwa presentase penduduk miskin di Jawa Timur hampir merata. Presentase penduduk miskin yang rendah terletak di Kota Batu sedangkan yang tertinggi berada di kabupaten Sampang. Berat bayi lahir rendah di Jawa Timur memiliki rata-rata sebanyak 548,32 dengan standar deviasi sebanyak 327,85. Nilai standar untuk berat bayi lahir rendah di Jawa Timur besar artinya terdapat perbedaan yang tinggi dan tidak antar satu daerah dengan daerah lainnya di Jawa Timur. Berat bayi lahir rendah paling sedikit terletak di Kota Batu sebanyak 87 sedangkan yang paling banyak terletak di Kabupaten Jember sebanyak 1586. Presentase penolong persalinan di Jawa Timur memiliki rata-rata sebesar 95,74 dengan standar deviasi sebesar 4,62. Nilai minimum untuk presentase penolong sebesar 86,07 yang terletak di Kabupaten Pacitan sedangkan nilai maksimum sebesar 99,90 terletak di Kabupaten Lamongan. Untuk mengetahui pola persebaran angka kematian Bayi di Jawa Timur dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Pola Persebaran Angka Kematian Bayi di Jawa Timur tahun 2016.

Gambar 1 menjelaskan persebaran dari Angka Kematian Bayi menurut kabupaten dan kota di Jawa Timur. Degradasi warna menunjukkan besaran nilai AKB, dimana semakin putih maka AKB semakin rendah, sebaliknya semakin hijau warnanya menunjukkan semakin tinggi AKB. Berdasarkan gambar 1, daerah-daerah yang berdekatan cenderung mempunyai AKB yang relatif sama sehingga tampak terjadi pengelompokan wilayah berdasarkan nilai AKB. Kelompok AKB yang sangat tinggi (50-60 kematian per 1000 kelahiran) yang terjadi di Kabupaten Jember dan Kabupaten Probolinggo. Kelompok AKB tinggi (40-50 kematian bayi per 1000 kelahiran) terjadi pulau Madura dan daerah tapal kuda seperti Pasuruan, Situbondo dan Bondowoso. Kelompok AKB sedang (30-40 kematian per 1000 kelahiran) terjadi di daerah Bojonegoro, Lamongan dan Lumajan. AKB rendah (20-30 kematian per 1000 kelahiran) yang berada di kawasan Ponorogo, Ngawi, Tuban, Madiun, Nganjuk, Jombang, Malang,

Kediri, Blitar, Sidoarjo, Banyuwangi, Kota Blitar dan Kota Batu. Kelompok AKB sangat rendah (10-20 kematian per 1000 kelahiran) terjadi daerah Pacitan, Ponorogo, Trenggalek, Tulungagung, Magetan, Mojokerto, Gresik, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Kediri, Kota Madiun, Kota Mojokerto, Kota Probolinggo dan Kota Surabaya.

3.2. Model Regresi Linear Berganda

Sebelum melakukan model GWR terlebih dahulu dilakukan analisis menggunakan regresi linear berganda. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Uji Parameter Secara Parsial

| Variabel | Koefesien | T hitung | P-value |
|-----------|-----------|----------|---------|
| konstanta | 7,455 | 0,184 | 0,855 |
| X_1 | -0,415 | -0,305 | 0,028 |
| X_2 | 0,0004 | 0,077 | 0,939 |
| X_3 | 1,370 | 4,938 | 0,000 |
| X_4 | 0,024 | 0,578 | 0,001 |
| X_5 | 0,020 | 0,046 | 0,964 |

Tabel 2 menunjukkan bahwa variabel yang berpengaruh secara signifikan terhadap AKB adalah variabel yang memiliki nilai $p\text{-value} < \alpha$, Dengan tingkat signifikansi 5% maka diperoleh tiga variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap AKB yaitu variabel jumlah puskesmas (X_1), variabel presentase penduduk miskin (X_3) dan variabel jumlah berat badan lahir rendah (X_4).

Dari tabel 2 diperoleh persamaan regresi linear berganda adalah sebagai berikut :

$$\hat{y} = 7,455 - 0,415X_1 + 0,0004X_2 + 1,370X_3 + 0,024X_4 + 0,020X_5$$

Koefesien determinasi yang diperoleh dari model diatas adalah sebesar 0,635 artinya variasi dari AKB yang dijelaskan oleh variabel prediktor yang ditentukan dalam model sebesar 58,84%,

sedangkan sisanya 41.16% dijelaskan oleh variabel lain yang tidak dimasukkan kedalam model regresi dalam penelitian ini.

3.3. Heterogenitas Spasial

Pengujian heteogenitas spasial ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada keragaman antar kabupaten/kota atau tidak. . Pengujian Heterogenitas spasial dilakukan dengan menggunakan uji *Breusch-Pagan*

Tabel 3. Hasil Uji Parameter Secara Parsial

| Breush Pagan | df | P-value |
|--------------|----|---------|
| 11,2140 | 5 | 0,047 |

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai p-value sebesar 0,047 yang kurang dari tingkat signifikansi 5 % (0.05) sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat heterogenitas spasial antar provinsi di Jawa Timur.

3.4. Penentuan *Bandwidth Optimum*

Penentuan bandwidth optimum digunakan untuk melakukan pemodelan GWR. Hasil bandwidth dapat dilihat pada tabel 4

Tabel 4. Penentuan Bandwidth Optimum

| Pembobot | CV |
|--------------------|---------|
| Fix Gaussian | 2206,97 |
| Adaptive Gaussians | 2270,83 |

Berdasarkan tabel 4, dapat dilihat bahwa pembobot Fix Gaussian memiliki nilai CV yang lebih kecil sehingga pembobot Fix Gaussian digunakan untuk melakukan pemodelan dengan GWR.

3.5. Pendugaan Parameter Setiap Lokasi

Setelah didapatkan bandwith optimum maka diperoleh pendugaan parameter untuk setiap wilayah. Pada Tabel 5 disajikan nilai minimum dan maksimum dari pendugaan model GWR.

Tabel 5. Penentuan Bandwidth Optimum

| Variabel | Nilai Koefisien Parameter | | Global |
|----------------|---------------------------|----------|--------|
| | Minimum | Maksimum | |
| Konstanta | -68.294 | 152.183 | 7.455 |
| X1 | -0.560 | -0.185 | -0.415 |
| X2 | -0.030 | 0.011 | 0.001 |
| X3 | 1.206 | 1.936 | 1.370 |
| X4 | 0.015 | 0.033 | 0.024 |
| X5 | -1.479 | 0.827 | 0.020 |
| R ² | 0,8306 | | |

Tabel 5 menunjukkan bahwa estimasi parameter regresi di setiap lokasi berbeda. Nilai estimasi parameter pada variabel jumlah puskesmas (X_1) diantara -0,560 dan -0,185. Nilai minimum dan maksimum parameter X_1 bernilai negatif mengindikasikan bahwa terdapat nilai negatif pada estimasi parameter di beberapa wilayah Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur.

Variabel klinik keluarga berencana (X_2) memiliki nilai estimasi parameter diantara -0,030 dan 0,011. Nilai minimum parameter X_2 bernilai negatif mengindikasikan bahwa terdapat nilai negatif pada estimasi parameter di seluruh wilayah Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur. Sedangkan, nilai maksimum untuk parameter X_2 bernilai positif mengindikasikan nilai positif pada estimasi parameter di beberapa wilayah Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur.

Variabel presentase penduduk miskin (X_3) memiliki nilai estimasi diantara 1,206 dan 1,936. Nilai minimum dan maksimum untuk parameter X_3 bernilai positif mengindikasikan bahwa terdapat nilai positif pada estimasi parameter di seluruh wilayah di Jawa Timur. Variabel berat bayi lahir rendah (X_4) memiliki nilai minimum dan

maksimum positif mengindikasikan bahwa variabel tersebut memiliki pengaruh yang positif terhadap AKB pada semua kabupaten dan kota di Jawa Timur. Nilai estimasi parameter pada variabel jumlah puskesmas (X_5) diantara -1.479 dan 0.827. Nilai minimum parameter X_5 bernilai negatif mengindikasikan bahwa terdapat nilai negatif pada estimasi parameter di seluruh wilayah Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur. Sedangkan, nilai maksimum untuk parameter X_5 bernilai positif mengindikasikan nilai positif pada estimasi parameter di beberapa wilayah Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur.

Model penduga parameter dengan metode GWR menghasilkan nilai parameter terbaik dengan nilai R^2 secara global sebesar 0,8306. Artinya, bahwa sebesar 83,06% variabel prediktor memiliki pengaruh secara global pada persentase angka kematian bayi di Provinsi Jawa Timur.

3.6. Pengujian Kesesuaian Model

Penentuan uji kesesuaian model menggunakan uji *goodness of fit test*. Hasil pengujian kesesuaian model GWR dapat dilihat pada tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6. Penentuan *Bandwidth* Optimum

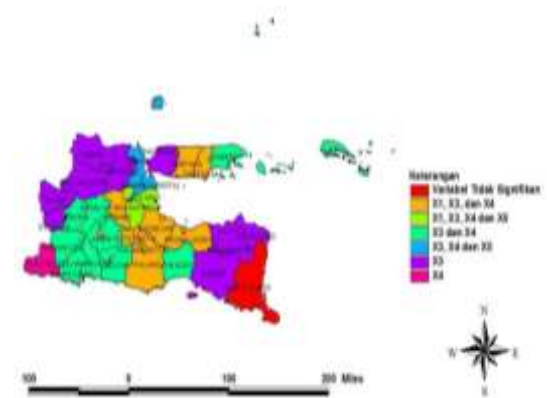
| Source | SS | DF | P-Value |
|-----------|----------|--------|---------|
| Model OLS | 1992,455 | 32,000 | |
| Model GWR | 819,852 | 16,449 | 0,030 |

Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai p-value sebesar 0,030 yang lebih kecil dari nilai α sebesar 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara model regresi global dengan model GWR. Oleh karena

itu model GWR dapat digunakan untuk memodelkan angka kematian bayi di Jawa Timur.

3.7. Pengelompokan Variabel Yang Signifikan

Gambar 2 menunjukkan persebaran variabel prediktor yang berpengaruh di tiap Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur. Terlihat bahwa terdapat pengelompokan wilayah penyebaran presentase angka kematian bayi di Provinsi Jawa Timur. Hal tersebut dikarenakan adanya perbedaan variabel yang signifikan di setiap wilayah.



Gambar 2. Peta Persebaran variabel prediktor di Kabupaten/Kota di Jawa Timur.

Berdasarkan variabel yang berpengaruh secara signifikan diperoleh enam kelompok, yaitu:

Kelompok I adalah variabel-variabel prediktor yang mempunyai pengaruh terhadap variabel respon yaitu variabel X_1 , X_3 , dan X_4 . Terdapat 7 Kabupaten dan 5 Kota di Provinsi Jawa Timur yang berpengaruh secara signifikan terhadap persentase angka kematian bayi, diantaranya adalah Kabupaten Malang, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Jombang, Kabupaten Sampang, Kabupaten

Pamekasan, Kota Batu, Kota Malang, Kota Pasuruan, Kota Probolinggo dan Kota Kediri.

Kelompok II adalah variabel-variabel prediktor yang mempunyai pengaruh terhadap variabel respon yaitu : variabel X_1 , X_3 , X_4 dan X_5 . Terdapat dua Kabupaten dan satu Kota diantaranya adalah Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto dan Kota Mojokerto.

Kelompok III Variabel variabel yang prediktor yang mempunyai pengaruh terhadap variabel respon yaitu variabel : X_3 dan X_4 . Terdapat 9 Kabupaten dan 2 Kota diantaranya adalah Kabupaten Ponorogo, kabaupaten Tulungagung, Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Blitar, Kabupaten Kediri, Kabupaten Madiun, Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Lumanjang, Kabupaten Sumenep, Kota Madiun dan Kota Blitar

Kelompok IV adalah variabel-variabel prediktor yang mempunyai pengaruh terhadap variabel respon yaitu variabel X_3 , X_4 dan X_5 . Terdapat satu Kabupaten dan sau Kota yaitu Kabupaten Gresik dan Kota Surabaya.

Kelompok V adalah variabel prediktor yang mempunyai pengaruh terhadap variabel respon yaitu variabel X_3 . Terdapat 9 Kabupaten diantaranya adalah Kabupaten Magetan, Kabupaten Ngawi, Kabupaten Bojonegoro, Kabupaten Tuban, Kabupaten Lamongan, Kabupaten Bangkalan, Kabupaten Jember, Kabupaten Bondowoso dan Kabupaten Situbondo.

Kelompok VI adalah variabel prediktor yang mempunyai pengaruh terhadap variabel respon yaitu variabel X_4 . Terdapat satu Kabupaten yaitu Kabupaten Pacitan.

3.8. Pembentukan Model GWR

Pemodelan GWR untuk masing-masing Kabupaten/Kota akan berbeda. Hal ini dapat diketahui bahwa persentase angka kematian bayi di setiap Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur dipengaruhi oleh variabel yang berbeda. Terdapat empat variabel yang dinyatakan signifikan diantaranya adalah Jumlah Puskesmas (X_1), Presentase Penduduk Miskin (X_3), Berat Bayi Lahir Rendah (X_4) dan Presentaase Penolong Persalinan (X_5).

Pengujian parameter secara parsial diketahui bahwa variabel yang berpengaruh di masing-masing Kabupaten/Kota akan berbeda. Salah satu model GWR untuk Kota Surabaya adalah sebagai berikut:

$$\hat{y}_{37} = 126,532 + 1,269X_{37,3} + 0,022X_{37,4} - 1,162X_{37,5}$$

Variabel Presentase Penduduk Miskin (X_3) di Kota Surabaya naik sebesar satu persen maka akan menyebabkan peningkatan angka Kematian Bayi di Kota Surabaya sebesar 1,269 dengan ketentuan variabel lain tetap. Jika jumlah Berat Bayi Lahir Rendah (X_4) di Surabaya bertambah maka akan menyebabkan Angka kematian Bayi di Kota Surabaya naik sebesar 0,022 dengan ketentuan variabel lain tetap. Jika variabel presentase Penolong Persalinan (X_5) di Kota Surabaya naik sebesar satu persen maka akan menyebabkan penurunan Angka Kematian Bayi di Kota Surabaya sebesar 1,165 dengan ketentuan variabel lain tetap.

3.9. Pemilihan Model Terbaik

Model regresi terbaik dipilih dengan melihat besarnya nilai kebaikan model.

Kebaikan suatu model dapat dilihat dari nilai R^2 yang dihasilkan. Nilai R^2 yang lebih besar dibandingkan model lainnya menunjukkan bahwa model tersebut lebih baik dibandingkan model lainnya. Tabel 4.12 menunjukkan ukuran kebaikan model yang dihasilkan oleh model OLS dan GWR.

Tabel 4. Pemilihan Model Terbaik

| Model | AIC | R^2 |
|-------|----------|--------|
| OLS | 272.3017 | 0.5884 |
| GWR | 241.9977 | 0.8306 |

Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai R^2 secara keseluruhan untuk model Regresi Global dan GWR. Secara keseluruhan nilai R^2 yang dihasilkan oleh model GWR sebesar 0.8306 yang lebih besar dari pada model Regresi Global dan memiliki nilai AIC yang jauh lebih kecil. Hal ini menunjukkan bahwa model GWR lebih baik digunakan untuk memodelkan Angka Kematian Bayi di Jawa Timur tahun 2016.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah pemodelan Angka Kematian Bayi di Provinsi Jawa Timur dengan metode GWR memperoleh nilai AIC dan R^2 sebesar 241,9977 dan 0,5884 lebih optimum dibandingkan dengan model OLS sebesar 272,3017 dan 08306. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model GWR merupakan model yang paling sesuai yang dapat digunakan dalam pendugaan terhadap Angka Kemattian Bayi di Provinsi Jawa Timur. Faktor yang mempengaruhi Angka kematian Bayi secara spasial di Jawa Timur adalah Jumlah Puskesmas (X_1), Presentase Penduduk Miskin (X_3), Berat Bayi Lahir

rendah (X_4) dan Presentase Penolong Persalinan (X_5).

Hasil penelitian ini disarankan kepada pemerintah daerah dan dinas terkait sebagai referensi untuk melakukan evaluasi terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi angka kematian bayi dan untuk peneliti selanjutnya bisa menggunakan fungsi pembobot kerner yang berbeda dengan menambah variabel penelitian untuk lebih memperdalam faktor-faktor yang mempengaruhi angka kematian bayi di Jawa Timur.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami haturkan kepada program studi statistika UNIPA Surabaya atas terlaksananya penelitian kolaboratif ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS. (2016). Jawa Timur Province in Figures 2016
- [2] Anselin, L. dan Bera, A. 1998. Spatial Dependence In Linear Regression Models With An Introduction To Spatial Econometrics.,A. & Giles, D. Handbook of Applied Economics Statistic. Selected Reading, pp. 237-289. Marcel Dekker. New York.
- [3] Dziauddin, M. F., & Idris, Z. (2017). Use of Geographically Weighted Regression (GWR) Method to Estimate the Effects of Location Attributes on the Residential Property Values. 49.
- [4] Kala, A. K., Tiwari, C., Mikler, A. R., & Atkinson, S. F. (2017). A comparison of least squares regression and geographically weighted regression modeling of

- West Nile virus risk based on environmental parameters. 1–18.
- [5] Pramono, M. S., Wulansari, S., & Sutikno. (2012). Pemetaan Determinan Angka Kematian Bayi Di Jawa Timur Berdasarkan Indikator Indeks Pembangunan Kesehatan Masyarakat. *Buletin Penelitian Sistem Kesehatan*, 15(1).
- [6] Prahutama, A., Sudarno, Suparti & Mukid, M.A. “Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Angka Kematian Bayi di Jawa Tengah Menggunakan Regresi Generalized Poisson dan Binomial Negatif”. *Stat.*, Vol. 5, No. 2, 2017.
- [7] Drapper, N & Smith, H., 1992, *Analisis Regresi Terapan Edisi Kedua*, Penerjemah: Bambang Sumantri, Jakarta: Gramedia Pustaka Umum.
- [8] Fotheringham, A.S. Brundson, C. dan Charlton, M. 2002. *Geographically Weighted Regression*. John Wiley and Sons, Chichester, UK
- [9] Chasco, C., Garcia, I., dan Vicens, J. 2007. “Modelling Spatial Variation Household Disposable Income With Geographically Weighted Regression”, Munich Personal RePEc Archive (MPRA), Working Paper, No. 1682.
- [10] Bocci, C., Petrucci, A., & Rocco, E. (2007). An application of Geographically Weighted Regression to Agricultural Data for Small Area Estimates. *International Workshop on Spatio-Temporal Modelling (METMA3)*, 1–4