

Pemodelan Angka Kematian Ibu Maternal Jawa Barat Menggunakan *Geographically Weighted Poisson Regression* dengan Pembobotan *Kernel Gaussian*

Mohamad Faisal Luthfi *, Nusar Hajarisman

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

*faisallthfi@gmail.com, nusarhajarisman@yahoo.com

Abstract. In this research, the Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR) method will be used as statistics to analyze spatial data. GWPR is a local form of Poisson regression where the data collection location is considered which assumes that the data is Poisson distributed. Poisson regression analysis is also a regression method used to analyze data where the dependent variable is discrete data. In Poisson regression, there are assumptions that must be met, namely heteroscedasticity. Heteroscedastic assumption testing can use the Breusch-Pagan Test. The data used in this study were cases of maternal mortality and the factors that influence them in West Java Province. To get the best model, a number of models must be evaluated and the AIC value for each model must be compared. The best model is the model with the lowest AIC value. Based on the AIC value between the Poisson regression model and the GWPR model, it is known that the GWPR model with a weighted gaussian kernel function is a better model to use to analyze the number of cases of infant mortality in West Java Province.

Keywords: Geographically Weighted Poisson Regression, Regresi Poisson, Maternal Mortality Rate.

Abstrak. Pada penelitian ini akan digunakan metode *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR) sebagai statistik untuk menganalisis data spasial. GWPR adalah bentuk lokal dari regresi *Poisson* dimana lokasi pengambilan data diperhatikan yang berasumsi bahwa data berdistribusi *Poisson*. Analisis regresi *Poisson* juga merupakan metode regresi yang digunakan untuk menganalisis data yang variabel dependennya berupa data diskrit. Pada regresi *Poisson* terdapat asumsi yang harus dipenuhi, yaitu heteroskedastis. Pengujian asumsi heteroskedastis dapat menggunakan *Breusch-Pagan Test*. Data yang digunakan pada penelitian ini kasus angka kematian ibu maternal dan faktor-faktor yang mempengaruhi di Provinsi Jawa Barat. Untuk mendapatkan model terbaik maka sejumlah model harus dievaluasi dan nilai AIC untuk setiap model harus dibandingkan. Model yang terbaik adalah model dengan nilai AIC terendah. Berdasarkan nilai AIC antara model regresi poisson dan model GWPR, diketahui model GWPR dengan pembobot fungsi kernel gaussian merupakan model yang lebih baik digunakan untuk menganalisis jumlah kasus angka kematian bayi di Provinsi Jawa Barat.

Kata Kunci: Geographically Weighted Poisson Regression, Regresi Poisson, Angka Kematian Ibu Maternal.

1. Pendahuluan

GWPR adalah bentuk lokal dari regresi *Poisson* dimana lokasi diperhatikan yang berasumsi bahwa data berdistribusi *Poisson* (Nakaya, Fotheringham, Brunson, & Charlton, 2005). Dalam model GWPR, variabel respon y diprediksi dengan variabel prediktor x yang masing-masing koefisien regresinya bergantung pada lokasi data tersebut diamati.

Penelitian dengan GWPR ini dapat kita aplikasikan pada Angka Kematian Ibu (AKI) maternal di Jawa Barat karena data angka kematian merupakan data diskrit yang mengikuti distribusi *Poisson* dan negara Indonesia merupakan negara dengan AKI maternal tertinggi yaitu sebesar 305 kematian ibu per 100.000 dibandingkan dengan negara-negara ASEAN lainnya. Pada Singapura, AKI maternal mencapai 6 kematian ibu maternal per 100.000. Sedangkan pada Negara Malaysia, AKI maternal mencapai 36 kematian ibu maternal per 100.000 kelahiran hidup.

Maka dari itu untuk menekan angka kematian ibu maternal kita harus mengetahui penyebab-penyebab yang berbeda-beda di tiap wilayahnya sehingga kita bisa menanggulangnya dengan lebih efektif sesuai dengan masalah yang ada di wilayah tersebut. Salah satu caranya dengan menggunakan analisis GWPR dengan ini kita dapat menghasilkan model yang lebih spesifik mengenai jumlah angka kematian ibu sesuai dengan lokasi tiap wilayah yang diamati.

2. Landasan Teori

Regresi Poisson

Regresi *Poisson* merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara peubah respon Y yang berdistribusi *Poisson* dengan peubah prediktor X . Suatu variable Y didefinisikan mempunyai distribusi *Poisson* jika densitas (fungsi peluangnya) diberikan sebagai berikut (Mood, Graybil, & Boes, 1974):

$$P(Y = y) = \frac{\mu^y}{y!} e^{-\mu}, y = 0,1,2, \dots, n \tag{1}$$

Dengan parameter $\mu > 0$. Persamaan (1) disebut juga sebagai fungsi peluang *Poisson*. Misalkan Y adalah suatu variable random yang berdistribusi *Poisson*, maka mempunyai mean dan variansi yang sama yaitu μ .

Bentuk umum dari model regresi *Poisson* adalah sebgaimana pada persamaan berikut

$$y_i = \mu_i + \varepsilon_i \tag{2}$$

$$y_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_p x_{pi}) + \varepsilon_i \tag{3}$$

dengan y_i adalah angka kematian ibu maternal di kabupaten/kota Jawa Barat, X_1 menyatakan jumlah penduduk miskin, X_2 menyatakan jumlah fasilitas kesehatan, X_3 menyatakan rata-rata lama sekolah, X_4 menyatakan jumlah penanganan komplikasi kebidanan.

Pengujian parameter model regresi *Poisson* dapat menggunakan ukuran Goodness of Fit yang disebut devians (deviance). Devians merupakan perbandingan antara nilai maksimum likelihood untuk model yang lebih lengkap $L(\beta)$ dengan nilai maksimum likelihood untuk model yang kurang lengkap $L(\lambda)$, bentuk persamaan sebagai berikut:

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) \tag{4}$$

Model Geographically Weighted Poisson Regression

Geographically Weighted Poisson Regression atau dapat disingkat menjadi GWPR adalah bentuk local dari regresi *Poisson* di mana lokasi diperhatikan yang berasumsi bahwa data berdistribusi *Poisson* (Nakaya, Fotheringham, Brunson, & Charlton, 2005). Model GWPR dapat ditulis sebagai berikut:

$$E(y_i) = \mu(x_i, \beta(u_i, v_i)) = \exp(x_i^T \beta(u_i, v_i)); \quad i = 1,2,\dots,n \tag{5}$$

Dengan y_i adalah observasi ke- i sedangkan $\mu(x_i, \beta(u_i, v_i))$ merupakan fungsi dari x_i sebagai variabel prediktor dan β sebagai parameter regresi yang akan ditaksir, dengan $x_i^T = [X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{ki}]$ dan $\beta = [\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k]^T$, (u_i, v_i) menyatakan titik koordinat (*longitude, latitude*) lokasi ke- i .

Pengujian persamaan model GWPR dengan model *Poisson* digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan pengujian regresi *Poisson* dengan GWPR dengan perhitungan nilai F. Menguji persamaan antara model GWPR dengan model regresi *Poisson* dengan hipotesis berikut:

$$H_0: \beta_k(u_i, v_i) \beta_k; i = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, p$$

$$H_1: \text{paling tidak ada satu } \beta_k(u_i, v_i) \neq \beta_k$$

Statistik Uji :

$$F_{hit} = \frac{\text{Devians Model A}/df_A}{\text{Devians Model B}/df_B} \quad (6)$$

Tolak H_0 jika nilai $F_{hit} > F(\alpha; df_A; df_B)$, berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara model regresi *Poisson* dan model GWPR.

Pembobot Spasial

Data spasial adalah data yang memuat adanya informasi lokasi atau geografis suatu wilayah, jadi tidak hanya memuat apa yang diukur. Data spasial terdiri atas observasi beberapa fenomena yang dimiliki kecenderungan spasial (Fotheringham, Brundson, & Charlton, 2000). Data spasial dapat berupa data diskrit atau data kontinu dan dapat pula memiliki lokasi spasial beraturan (*regular*) maupun tak beraturan (*irregular*). Data spasial mempunyai lokasi spasial yang regular jika antar lokasi yang saling berdekatan mempunyai posisi beraturan dengan jarak yang sama besar, sedangkan lokasi spasial *irregular* jika antar lokasi yang saling berdekatan mempunyai posisi yang tidak beraturan dengan jarak yang berbeda (Cressie, 1993).

Hubungan kedekatan (*neighbouring*) antar lokasi dinyatakan dalam suatu matriks pembobot spasial, yaitu \mathbf{W} yang memiliki peranan penting dalam analisis data spasial, hal ini karena menunjukkan informasi lokasi, keberterangannya antar lokasi dan hubungan jauh dekat antar lokasi. Pembobot $W_{(i)}$ dihitung untuk setiap i dan w_{ij} menjelaskan kedekatan atau bobot tiap titik data dengan lokasi. Hal inilah yang membedakan GWR dengan metode lainnya. Adapun peran pembobot sangatlah penting karena dalam hal ini nilai pembobot mewakili letak data observasi satu dengan observasi lainnya. Adapun fungsi pembobot *Adaptive Kernel Gaussian* dapat dituliskan sebagai berikut:

$$w_i(u_i, v_i) = \exp\left(-\left(\frac{d_{ip}}{b_{i(q)}}\right)^2\right) \quad (7)$$

Dengan b merupakan parameter penghalus (*bandwidth*) dan $b_{i(q)}$ merupakan bandwidth adaptive atau bandwidth yang berbeda untuk lokasi yang menetapkan q sebagai jarak tetangga terdekat (*nearest neighbor*) dari lokasi i (Sari, 2016).

Angka Kematian Ibu Maternal

Kematian ibu maternal adalah kematian seorang perempuan yang terjadi selama kehamilan sampai dengan 42 hari setelah berakhirnya kehamilan, tanpa memperhatikan lama dan tempat terjadinya kehamilan, yang disebabkan oleh atau dipicu oleh kehamilannya atau penanganan kehamilannya, tetapi bukan karena kecelakaan. (WHO, DEPKES RI, & FKM-UI, 1999).

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Angka Kematian Ibu Maternal

Kondisi geografis, sosial budaya dan ekonomi yang berbeda antara wilayah yang satu dengan wilayah yang lain menyebabkan terjadinya keragaman spasial. Sehingga faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jumlah kematian ibu maternal berbeda antara satu wilayah dengan wilayah lain. Beberapa penyebab kematian ibu maternal dikarenakan tingkat pendidikan, kemiskinan, jumlah fasilitas pelayanan kesehatan dan komplikasi kebidanan.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pemodelan Angka Kematian Bayi dengan menggunakan Regresi *Poisson*

Data yang digunakan dalam penerapan model regresi *Poisson* yaitu data Angka Kematian Ibu

Maternal yang di ambil dari 27 Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Barat pada tahun 2016. Peluang *Poisson* adalah sangat kecil dan ukuran contoh belum tentu diketahui. Uji kesesuaian distribusi *Poisson* dapat dilakukan dengan Uji *Chi-Square* dimana hipotesis pengujianya sebagai berikut:

H_0 : Data berdistribusi *Poisson*

H_1 : Data tidak berdistribusi *Poisson*

H_0 diterima karena nilai $\chi^2_{hitung} = 3.62 \leq \chi^2_{(0.95;1)} = 3.84$ artinya bahwa data angka kematian ibu maternal berdistribusi *Poisson*.

Langkah awal untuk analisis model GWPR dengan membentuk model regresi poisson terlebih dahulu. Sebelum membentuk regresi *Poisson* maka perlu dilakukan uji *multikolinieritas* untuk mengetahui apakah variabel independen telah memenuhi kondisi tidak saling berkorelasi. uji kolinieritas dengan melihat nilai VIF diperoleh variabel independen menunjukkan nilai kurang dari 10 menunjukkan bahwa variabel independen di Provinsi Jawa Barat dapat dikatakan terbebas dari multikolinieritas.

Adanya salah satu aspek spasial yaitu sifat heterogenitas spasial adalah sebagai syarat bisa dilakukan pemodelan data dengan menggunakan pendekatan titik dengan regresi *Poisson*. Untuk mendeteksi ada atau tidaknya heterogenitas spasial dalam model dilakukan uji *Breusch-pagan* hasil dari $P\text{-value} = 0.012 < \alpha = 0.05$ kesimpulan H_0 ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat heteroskedastisitas spasial pada data.

Pengujian parameter model regresi Poisson menggunakan ukuran Goodness of Fit yang melihat nilai devians (deviance), yang bertujuan untuk mengetahui apakah ada tidaknya pengaruh variabel independen secara bersama-sama terhadap variabel dependen. Karena nilai $D(\hat{\beta}) = 88.2278 \geq \chi^2_{(0.05,4)} = 9.4887$ maka H_0 di tolak, artinya paling sedikit ada satu $\beta_k \neq 0$ yang berpengaruh terhadap model regresi Poisson dengan menggunakan taraf 5%.

Pengujian Parameter secara parsial digunakan untuk mengetahui parameter mana saja yang memberikan pengaruh signifikansi terhadap model. Jumlah Penduduk Miskin (X_1) dan Rata-rata Lama Sekolah (X_3) merupakan variabel independen yang signifikan mempengaruhi variabel dependen karena nilai $|Z_{hitung}| = 2.18 \geq Z_{0.025} = 1.96$ dan $|Z_{hitung}| = 3.95 \geq Z_{0.025} = 1.96$.

Model Geographically Weighted Poisson Regression

Langkah-langkah untuk membangun model ini adalah dengan memilih *bandwidth* (G) optimum pemodelan GWPR, selain metode *Cross Validation* kriteria lain yang dapat digunakan yaitu dengan AIC minimum (Nakaya, 2004).

Pembobot fungsi kernel gaussian dan nilai *bandwidth* sebesar 9 dengan nilai AIC minimum 70.997. Nilai *bandwidth* digunakan untuk menentukan matriks pembobot untuk setiap wilayah ke-*i*. Analisis GWPR adalah dengan menentukan letak geografis dari masing-masing wilayah atau titik pengamatan. Sebelum menghitung matriks pembobot yang harus dilakukan yaitu mencari jarak *euclidean* (d_{ij}) antar kabupaten/kota.

Pengujian parameter secara parsial dilakukan untuk mengetahui parameter mana saja yang berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen pada tiap-tiap lokasi dengan hipotesis sebagai berikut:

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

$H_1: \beta_j(u_i, v_i) \neq 0 ; j = 1, 2, \dots, n.$

Hasil pengujian model GWPR sama dengan hasil pengujian model regresi Poisson secara parsial untuk setiap kecamatan di Provinsi Jawa Barat, dapat disimpulkan variabel yang signifikan pada taraf $\alpha = 0,05$ untuk setiap kabupaten/kota di Jawa Barat hanya variabel Jumlah Penduduk Miskin (X_1) dan Rata-rata Lama Sekolah (X_3).

Pengujian persamaan model GWPR dengan model *Poisson* digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan pengujian regresi *Poisson* dengan GWPR dengan perhitungan nilai Fhitung. $F_{hitung} = 1.52529 < F(0.05; 22; 16) = 2.25383$ apabila digunakan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$, maka diperoleh keputusan H_0 diterima berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara model GWPR dan model regresi *Poisson* dengan fungsi *kernel gaussian*.

Model GWPR lebih baik dari model regresi *Poisson* karena pada kasus angka kematian ibu maternal menurut kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat mampu menjelaskan variansi dari kejadian angka kematian ibu maternal di Provinsi Jawa Barat. Hal ini dikarenakan asumsi heteroskedastis, dengan kata lain terdapat pengaruh spasial atau terdapat faktor geografis yang berpengaruh terhadap kasus angka kematian ibu maternal menurut kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat.

Perbandingan Model Regresi Poisson dengan Model Geographically Weighted Poisson Regression

Perbandingan antara model regresi poisson dengan model GWPR baik dengan menggunakan pembobot fungsi kernel gaussian dilakukan untuk mengetahui model mana yang lebih baik diterapkan untuk angka kematian ibu maternal menurut kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat. Kriteria kebaikan model yang digunakan adalah dengan membandingkan nilai AIC dari kedua model tersebut.

Nilai AIC dari model GWPR sebesar 60.44048 sedangkan nilai AIC dari model regresi poisson sebesar 98.22799. Hasil perbandingan nilai AIC menunjukkan bahwa nilai AIC model GWPR lebih kecil dibandingkan nilai AIC model regresi poisson. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model GWPR merupakan model yang lebih baik dibandingkan dengan model regresi poisson.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Berdasarkan model regresi *Poisson* diperoleh faktor-faktor yang signifikan mempengaruhi angka kematian ibu maternal yaitu Jumlah Penduduk Miskin (X_1) dan Rata-rata Lama Sekolah (X_3). Sehingga model regresi *Poisson* adalah sebagai berikut:

$$\hat{y}_i = \exp(3.566957 + 0.000002x_1 - 0.202349x_3)$$
2. Model GWPR lebih baik dari pada model regresi poisson dengan melihat nilai AIC. Model GWPR lebih baik dikarenakan nilai AIC model GWPR lebih kecil dibandingkan nilai AIC model regresi poisson. Sehingga dapat dikatakan bahwa model GWPR merupakan model yang paling sesuai yang dapat digunakan dalam pendugaan terhadap angka kematian ibu maternal di Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Barat.

5. Saran

Dari hasil Penelitian ini saran yang dapat diberikan dalam penelitian lebih lanjut hendaknya sampel yang digunakan sampai ke level lebih kecil (kecamatan) dan juga perlu adanya penambahan variabel lain sehingga mampu mempertajam analisis spasialnya.

Daftar Pustaka

- [1] Cressie, N. (1993). *Statistics for Spatial Data*.
- [2] Fotheringham, A., Brundson, C., & Charlton, M. (2000). *Quantitative geography: perspectives on spatial data analysis*. England.
- [3] Mood, A. M., Graybil, F. A., & Boes, D. C. (1974). *Introduction to The Teory of Statistics. Third Edition*. McGraw-Hill.
- [4] Nakaya, T., Fotheringham, A., Brunsdon, C., & Charlton, M. (2005). Geographically weighted Poisson regression for disease association mapping. *Statistic in Medicine*, 24(17).
- [5] Sari, K. P. (2016). Analisis Sedimen Di Teluk Kendari Menggunakan GWR Berdasarkan Komposisi Logam Berat Pb, Cd dan Cr.
- [6] WHO, DEPKES RI, & FKM-UI. (1999). *Modul Save Motherhood*. Jakarta.