

**PERBANDINGAN MODEL REGRESI BINOMIAL NEGATIF DENGAN MODEL
GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON REGRESSION (GWPR)
(Studi kasus : Angka Kematian Ibu di Provinsi Jawa Timur Tahun 2011)**

M. Ali Ma'sum¹, Suparti², Dwi Ispriyanti³

¹Mahasiswa Jurusan Statistika FSM UNDIP

^{2,3}Staff Pengajar Jurusan Statistika FSM UNDIP

ABSTRAK

Angka Kematian Ibu merupakan salah satu masalah kematian masyarakat yang krusial di Indonesia. Kematian ibu di Provinsi Jawa Timur cenderung meningkat sehingga peranan data dan informasi menjadi sangat penting. Regresi Binomial Negatif merupakan salah satu model yang dapat digunakan untuk menangani masalah overdispersi. Sedangkan metode yang memperhatikan faktor spasial untuk data bertipe diskret adalah model *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR). Pada Penelitian ini dilakukan perbandingan antara model Regresi Binomial Negatif dan GWPR untuk membahas mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi Angka Kematian Ibu di Provinsi Jawa Timur. Indikator yang mempengaruhi kematian ibu diantaranya pelayanan kesehatan ibu. Pelayanan kesehatan ibu meliputi pelayanan antenatal, komplikasi kebidanan yang ditangani, pertolongan persalinan oleh tenaga kesehatan, pelayanan nifas, pelayanan kesehatan neonates dan pelayanan neonatal komplikasi ditangani. Hasil pengujian kesesuaian model menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh faktor spasial terhadap Angka Kematian Ibu di Provinsi Jawa Timur. Berdasarkan model Regresi Binomial Negatif didapat variabel jumlah ibu nifas yang mendapat vitamin A berpengaruh secara signifikan terhadap Angka Kematian Ibu sedangkan untuk model GWPR terbagi dalam 6 *cluster* kabupaten/kota berdasarkan variabel signifikan yang sama. Dari hasil perbandingan nilai AIC didapatkan bahwa model GWPR lebih baik untuk menganalisis Kematian Ibu di Provinsi Jawa Timur karena memiliki nilai AIC terkecil.

Kata Kunci : Angka Kematian Ibu, Diskret, Overdispersi, Regresi Binomial Negatif, *Geographically Weighted Poisson Regression*, AIC

ABSTRACT

Maternal mortality rate is one of the crucial problems of death in Indonesia. Maternal deaths in East Java province is likely to increase so that the role of data and information are very important. Negative Binomial Regression is a model that can be used to address the problem overdispersion. While the method of spatial attention factor for type discrete data is *Geographically Weighted Poisson Regression Model* (GWPR). This study was conducted on the comparison between the Negative Binomial Regression and GWPR to discuss the factors that influence maternal mortality rate in the province of East Java. Indicators that affect maternal mortality include maternal health services. Maternal health services such as antenatal care, obstetric complications treated, Aid deliveries by skilled health care child birth, and neonatal health care services handled neonatal complications. The results of testing the suitability of model shows that there is no influence of spatial factors on maternal mortality rate in the province of East Java. Based on Negative Binomial Regression derived variable number of puerperal women who received vitamin A significantly affect maternal mortality rate, while for GWPR is divided into six clusters districts/cities by same significant variables. From the comparison value of AIC was found that GWPR better to analyzing Maternal mortality in East Java because it has the smallest value of AIC.

Keywords : Maternal mortality rate, Discrete, Overdispersion, Negative Binomial Regression, *Geographically Weighted Poisson Regression*, AIC

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Peristiwa kematian pada dasarnya merupakan proses akumulasi akhir (outcome) dari berbagai penyebab kematian langsung maupun tidak langsung. Kejadian kematian di suatu wilayah dari waktu ke waktu dapat memberikan gambaran perkembangan derajat kesehatan masyarakat, disamping seringkali digunakan sebagai indikator dalam penilaian keberhasilan program pembangunan dan pelayanan kesehatan^[3]. Salah satu indikator dalam program pembangunan dan pelayanan kesehatan adalah Angka Kematian Ibu (AKI).

Untuk mendukung keberhasilan pembangunan kesehatan tersebut dibutuhkan adanya ketersediaan data/Informasi yang akurat bagi proses pengambilan keputusan dan perencanaan program, karena dengan data yang akurat maka keputusan dan perencanaan yang dibuat juga menghasilkan dampak yang baik. Sehingga data/informasi mengenai kesehatan mutlak diperlukan untuk keberhasilan program tersebut.

Data dikatakan berjenis data spasial apabila data tersebut turut melibatkan informasi koordinat lokasi. Analisis terhadap data spasial memerlukan perhatian lebih dibandingkan dengan analisis data nonspasial, khususnya ketika menggunakan regresi. Salah satu hal yang harus mendapat perhatian pada penanganan data spasial adalah kemungkinan munculnya heterogenitas spasial. Heterogenitas spasial muncul karena kondisi lokasi yang satu dengan lokasi yang lain tidak sama, baik dari segi geografis, keadaan sosial-budaya maupun hal-hal lain yang melatarbelakangi kondisi lokasi yang diteliti. Salah satu dampak yang ditimbulkan dari munculnya heterogenitas spasial adalah parameter regresi bervariasi secara spasial^[2].

Pada regresi global diasumsikan bahwa nilai duga parameter regresi akan konstan, artinya parameter regresi sama untuk setiap titik di dalam wilayah penelitian. Dalam penelitian ini, penulis melakukan penelitian mengenai Angka Kematian Ibu di Provinsi Jawa Timur dengan menggunakan model Regresi Poisson Global dan model *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR) yang berasumsi data berdistribusi poisson.

Dalam model regresi poisson diasumsikan mean dan varian sama. Jika asumsi ini tidak dipenuhi maka diperlukan model lain untuk mengatasinya. Jika nilai varian lebih besar dari nilai mean maka telah terjadi overdispersi. Penanganan overdispersi dapat menggunakan model regresi binomial negatif, quasi likelihood, atau regresi poisson umum. Jika nilai varian kurang dari nilai mean maka telah terjadi underdispersi. Penanganan underdispersi dapat menggunakan model Zero Deflation Poisson, Zero Deflation Negative Binomial, Zero Deflation General Poisson atau Hurdle.

GWPR (*Geographically Weighted Poisson Regression*) merupakan suatu metode statistika yang merupakan pengembangan dari regresi poisson namun yang membedakan adalah dalam metode ini memperhatikan pembobot berupa letak lintang dan letak bujur dari titik-titik pengamatan yang diamati. Sehingga dalam model GWPR variabel respon dipengaruhi oleh variabel prediktor yang koefisien regresinya dipengaruhi letak geografis. Model GWPR menghasilkan penaksir parameter model yang bersifat lokal untuk setiap titik pengamatan. Dalam GWPR digunakan matriks pembobot yang besarnya bergantung pada kedekatan antar lokasi pengamatan. Pada penelitian ini, dibandingkan metode GWPR dengan pembobot fungsi *Kernel Bisquare* dengan metode regresi binomial negatif yang merupakan salah satu metode penanganan regresi poisson yang mengalami overdispersi untuk menyelidiki faktor-faktor yang berpengaruh terhadap penentuan Angka Kematian Ibu di Provinsi Jawa Timur dengan pemilihan metode terbaik berdasarkan kriteria AIC minimum.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis kematian ibu dengan metode Regresi Binomial Negatif dan GWPR. Setelah dilakukan analisis, maka tujuan selanjutnya adalah membandingkan Model Regresi Binomial Negatif dengan Model GWPR. Sehingga setelah kedua model tersebut dibandingkan, maka didapat model terbaik yang digunakan dalam permodelan angka kematian ibu di Provinsi Jawa Timur.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Angka Kematian Ibu

Kematian ibu yang dimaksud adalah kematian seorang ibu yang disebabkan kehamilan, melahirkan atau nifas, bukan karena kecelakaan. Angka Kematian Ibu (AKI) dihitung per 100.000 kelahiran hidup^[5]. Angka kematian Ibu (AKI) mencerminkan risiko yang dihadapi ibu-ibu selama kehamilan dan melahirkan yang dipengaruhi oleh status gizi ibu, keadaan sosial ekonomi, keadaan kesehatan yang kurang baik menjelang kehamilan, kejadian berbagai komplikasi pada kehamilan dan kelahiran, tersedianya dan penggunaan fasilitas pelayanan kesehatan termasuk pelayanan prenatal dan obstetri. Tingginya angka kematian ibu menunjukkan keadaan sosial ekonomi yang rendah dan fasilitas pelayanan kesehatan termasuk pelayanan prenatal dan obstetri yang rendah pula^[4].

Kematian ibu biasanya terjadi karena tidak mempunyai akses ke pelayanan kesehatan ibu yang berkualitas, terutama pelayanan kegawatdaruratan tepat waktu yang dilatarbelakangi oleh terlambat mengenal tanda bahaya dan mengambil keputusan, terlambat mencapai fasilitas kesehatan, serta terlambat mendapatkan pelayanan di fasilitas kesehatan. Selain itu penyebab kematian maternal juga tidak terlepas dari kondisi ibu itu sendiri dan merupakan salah satu dari kriteria 4 “terlalu”, yaitu terlalu tua pada saat melahirkan (>35 tahun), terlalu muda pada saat melahirkan (<20 tahun), terlalu banyak anak (>4 anak), dan terlalu rapat jarak kelahiran/paritas (<2 tahun)^[4].

2.2. Generalisasi Model Linier

Analisis regresi yang responnya termasuk salah satu keluarga eksponensial disebut Generalisasi Model Linier atau lebih dikenal dengan GLM (*Generalized Linear Models*). *Generalized Linear Models* (GLM) memperluas model regresi biasa yang mencakup variabel respon berdistribusi tidak normal dan fungsi model untuk mean. Ada tiga komponen utama dalam analisis GML seperti diuraikan berikut ini.

1. Komponen random

Komponen random dari GLM terdiri dari variabel respon Y dengan observasi bebas (y_1, \dots, y_n) dari sebuah distribusi dalam keluarga eksponensial. Bentuk fungsi densitas probabilitas dari distribusi keluarga eksponensial, yaitu sebagai berikut.

$$f(y_i; \theta_i, \phi) = \exp \left\{ \left[\frac{y_i \theta_i - b(\theta_i)}{a_i(\phi)} + c(y_i; \phi) \right] \right\}$$

2. Komponen Sistematis

Komponen Sistematis dari GLM adalah hubungan dari sebuah vektor (η_1, \dots, η_n) untuk menjelaskan variabel-variabel yang berhubungan dalam sebuah model linier.

$$\eta_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij}$$

Atau dalam matriks dituliskan dalam bentuk

$$\boldsymbol{\eta} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}$$

Kombinasi linier dari variabel yang dijelaskan disebut prediktor linier. Dengan $\boldsymbol{\eta}$ adalah vektor ($n \times 1$) dari observasi, \mathbf{X} adalah matriks ($n \times c$) dari variabel bebas, $\boldsymbol{\beta}$ adalah matriks ($c \times 1$) dari koefisien regresi, dengan $c=p+1$ ^[1].

3. Fungsi link

Fungsi *link* adalah fungsi yang menghubungkan ekspektasi variabel respon dengan komponen sistematis.

Diberikan fungsi $\mu_i = E(Y_i)$, $i=1,2,\dots,n$. Model *link* μ_i untuk η_i adalah $\eta_i = g(\mu_i)$.

$$g(\mu_i) = \eta_i = \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij} \text{ dengan } i = 1,2,\dots,n$$

fungsi *link* $g(\mu_i) = \mu_i$ dinamakan identitas link dengan $\eta_i = \mu_i$. Fungsi *link* yang mentransformasikan nilai meannya ke parameter *natural* dinamakan *kanonikal link*.

Sehingga $g(\mu_i) = \theta_i$ dan $\theta_i = \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij}$ [1].

2.3. Regresi Binomial Negatif

Model Regresi Binomial Negatif adalah model regresi nonlinear yang berasal dari distribusi poisson gamma mixture yang merupakan penerapan dari *Generalized Linear Models* (GLM) yang menggambarkan hubungan antara variabel dependen dengan variabel independen. Regresi Binomial Negatif biasanya digunakan untuk memodelkan data dengan variabel respon berupa data *count*. Regresi binomial negatif digunakan sebagai alternatif dari model regresi poisson yang mengalami *overdispersi*.

Berdasarkan komponen GLM diperoleh suatu model regresi binomial negatif dalam bentuk :

$$\ln \mu_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_p x_{ip}$$

$$\mu_i = \exp\left(\beta_0 + \sum_{j=1}^p X_{ij} \beta_j\right)$$

$$\mu_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_p X_{ip})$$

μ_i adalah nilai ekspektasi dari y_i yang berdistribusi binomial negatif^[5].

2.4. Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR)

Ketika berlaku hubungan spasial *non-stasioner*, estimasi dari koefisien akan difungsikan secara tidak langsung sebagai koordinat geografi (u_i, v_i) , sehingga persamaan regresi poisson dapat difungsikan sebagai model *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR).

Model GWPR dapat ditulis sebagai berikut :

$$\ln(\mu_i) = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{j=1}^p \beta_j(u_i, v_i) x_{ij}$$

$$\mu_i = \exp\left(\beta_0(u_i, v_i) + \sum_{j=1}^p \beta_j(u_i, v_i) x_{ij}\right)$$

Dengan μ_i : nilai observasi variabel respon ke- i

x_{ij} : nilai observasi variabel prediktor j pada pengamatan ke- i

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$: koefisien regresi

u_i : koordinat spasial *latitude* untuk pengamatan ke- i

v_i : koordinat spasial *longitude* untuk pengamatan ke- i [6].

2.5. Perbandingan Model untuk GWPR

Ukuran dari *bandwidth* optimal diperlukan untuk memberikan estimasi tak bias dari parameter lokal. Indikator yang tersedia diantaranya *Akaike information criterion* (AIC). AIC dikembangkan oleh Akaike pada tahun 1974 untuk mengukur kinerja model statistik. Model AIC dengan *bandwidth* h diberikan sebagai

$$AIC(h) = D(h) + 2K(h)$$

Devians diwakili oleh D dan jumlah parameter diwakili oleh K dengan *bandwidth* h . Model dengan AIC terkecil (yaitu, model dengan *bandwidth* optimal) disebut *Minimum AIC Estimator* (MAICE). Sehingga model terbaik antara dua model yang dibandingkan adalah model dengan nilai AIC terkecil. Dalam prakteknya, jika selisih nilai AIC antara dua model kurang dari atau sama dengan dua, maka tidak ada perbedaan yang signifikan antara dua model^[6].

Sedangkan nilai AIC untuk model Regresi Binomial Negatif dirumuskan sebagai

$$AIC = -2L + 2K$$

Dengan L sebagai nilai dari model log-likelihood dan K adalah jumlah prediktor dengan menyertakan interceptnya^[5].

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang berasal dari Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur tahun 2011 yang telah di publikasikan. Selain itu juga data mengenai koordinat spasial (*latitude* dan *longitude*) tiap Kota dan Kabupaten yang diperlukan sebagai variabel untuk menentukan pembobot dalam metode GWPR. Pada penelitian ini, observasi yang digunakan adalah Kota dan Kabupaten di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2011, Provinsi Jawa Timur terdiri dari 29 Kabupaten dan 9 Kota.

3.2. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini berupa variabel respon (Y) yakni Jumlah Kematian Ibu di Provinsi Jawa Timur dan variabel prediktor (X) adalah sebagai berikut:

- X_1 : Jumlah ibu hamil yang mendapat pelayanan K1
- X_2 : Jumlah ibu hamil yang mendapat pelayanan K4
- X_3 : Jumlah ibu bersalin yang ditolong tenaga kesehatan
- X_4 : Jumlah ibu nifas yang mendapatkan pelayanan
- X_5 : Jumlah ibu hamil yang mendapat tablet FE1 (30 tablet)
- X_6 : Jumlah ibu hamil yang mendapat tablet FE3 (90 tablet)
- X_7 : Jumlah ibu hamil yang mengalami komplikasi kebidanan yang ditangani
- X_8 : Jumlah ibu hamil yang mengalami neonatal risti/komplikasi ditangani
- X_9 : Jumlah ibu nifas yang mendapat vitamin A

Variabel spasial (u_i, v_i) titik koordinat letak masing-masing Kota/Kabupaten

3.3. Tahapan Analisis

Tahapan analisis yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian dalam penulisan skripsi ini diuraikan sebagai berikut :

1. Menguji asumsi data berdistribusi poisson
2. Menguji asumsi multikolinieritas antar variabel prediktor (X)
3. Menganalisis model regresi poisson untuk penentuan tingkat Angka Kematian Ibu di Provinsi Jawa Timur dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - a. Memodelkan variabel respon (Y) dengan variabel prediktor (X)
 - b. Menguji asumsi overdispersi
4. Menganalisis model Regresi Binomial Negatif untuk penentuan tingkat Angka Kematian Ibu di Provinsi Jawa Timur dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - a. Menguji kesesuaian model Regresi Binomial Negatif
 - b. Menguji signifikansi model secara individu
5. Menganalisis model GWPR untuk penentuan tingkat Angka Kematian Ibu di Provinsi Jawa Timur dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - a. Menentukan jarak euclidian antar lokasi pengamatan berdasarkan posisi geografis. Jarak euclidian antara lokasi i yang terletak pada koordinat (u_i, v_i) terhadap lokasi j yang terletak pada koordinat (u_j, v_j)
 - b. Menentukan nilai *bandwidth* yang optimum berdasarkan nilai CV yang minimum
 - c. Menentukan pembobot dengan menggunakan fungsi *Kernel* yang terpilih
 - d. Menguji kesamaan model GWPR dengan hipotesis:

- $H_0 : \beta_p(u_i, v_i) = \beta_p$ (tidak ada perbedaan yang signifikan antara model regresi binomial negatif dan GWPR)
- $H_1 : \text{paling tidak ada satu } \beta_p(u_i, v_i) \neq \beta_p$ (ada perbedaan yang signifikan antara model regresi binomial negatif dan GWPR)
- e. Menentukan model GWPR
 - f. Menguji kesesuaian model GWPR dengan hipotesis:

$H_0 : \beta_1(u_1, v_1) = \beta_2(u_2, v_2) = \dots = \beta_p(u_i, v_i) = 0, i=1,2,\dots,n$

$H_1 : \text{Paling tidak ada salah satu } \beta_j(u_i, v_i) \neq 0, i=1,2,\dots,n; j = 1,2,\dots,p$
 - g. Menguji parameter model GWPR secara parsial dengan hipotesis:

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

$H_1 : \beta_j(u_i, v_i) \neq 0, j = 1, 2, \dots, p, i = 1, 2, \dots, n$
6. Mengelompokkan kabupaten/kota berdasarkan variabel signifikan yang sama pada model GWPR
 7. Membandingkan nilai AIC dari model regresi binomial negatif dengan model GWPR
 8. Menentukan model terbaik berdasarkan nilai AIC terkecil

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Distribusi Poisson pada Variabel Respon

Pengujian distribusi Poisson pada variabel respon dilakukan dengan Uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan prosedur pengujian sebagai berikut :

H_0 : Data variabel respon mengikuti distribusi Poisson

H_1 : Data variabel respon tidak mengikuti distribusi Poisson

Berdasarkan hasil output SPSS diperoleh nilai T_{hitung} sebesar 0,212 lebih kecil dari pada nilai tabel komlogorov ($w_{1-\alpha}$) sebesar 0,215 dan nilai $p\text{-value}$ sebesar 0,066 lebih besar dari nilai $\alpha = 0,05$. Sehingga keputusannya H_0 diterima yang berarti bahwa data variabel respon (Y) mengikuti distribusi Poisson.

4.2. Seleksi Variabel dan Pengujian Non Multikolinieritas Antar Variabel Prediktor

Pembentukan model regresi mempertimbangkan pengujian Multikolinieritas. Proses penanganan multikolinieritas salah satunya dengan cara mengeliminasi satu persatu variabel x (prediktor) yang memiliki tingkat korelasi lebih rumit atau tinggi. Proses itu terus berlanjut sampai tidak ada korelasi diantara variabel prediktor tersebut yang memiliki korelasi (koneksi) lebih besar dari 95 %.

Dari hasil analisis menunjukkan bahwa dengan memasukkan sembilan variabel prediktor yang selanjutnya dieliminasi satu persatu didapat tiga variabel prediktor yaitu X_7, X_8 dan X_9 , yang semuanya memiliki korelasi kurang dari 95%. Ketiga variabel tersebut untuk selanjutnya digunakan dalam pengujian Multikolinieritas dan didapat hasil sesuai dengan informasi pada tabel 1.

Tabel 1. Nilai VIF Variabel Prediktor

Variabel	X_7	X_8	X_9
VIF	5,784	1,559	6,477

Dari Informasi Tabel 1 terlihat bahwa variabel X_7, X_8 dan X_9 telah memenuhi asumsi non multikolinieritas dengan nilai VIF kurang dari 10. Selanjutnya ketiga variabel tersebut digunakan untuk pembentukan model.

4.3. Model Regresi Poisson Global

Model awal regresi poisson yang terbentuk setelah melalui pengujian Multikolinieritas adalah sebagai berikut.

$$\mu_i = \exp(1,906 + 0,00007235X_7 + 0,000006193X_8 + 0,00003205X_9)$$

Selanjutnya dilakukan uji asumsi equidispersi untuk mengetahui ada tidaknya overdispersi pada model regresi poisson di atas. Pengujian overdispersi dapat dilakukan dengan mencari nilai Φ . Jika nilai Φ lebih besar dari 1, maka telah terjadi overdispersi.

Dari hasil pengujian overdispersi didapat bahwa nilai Φ sebesar 2,347 lebih besar dari 1. karena terjadi overdispersi pada regresi poisson global, maka langkah penanganannya dengan membentuk model regresi binomial negatif.

4.4. Model Regresi Binomial Negatif

4.4.1. Uji Kesesuaian Model Regresi Binomial Negatif

Untuk menguji kesesuaian model regresi binomial negatif digunakan uji *devians*. Hipotesis yang diberikan adalah sebagai berikut

$$H_0 : \beta_7 = \beta_8 = \beta_9 = 0$$

(model regresi binomial negatif tidak dapat digunakan sebagai model)

$$H_1 : \text{Paling tidak ada salah satu } \beta_j \neq 0 \quad j = 7, 8, 9$$

(model regresi binomial negatif dapat digunakan sebagai model)

Dengan taraf signifikansi sebesar 5% dan statistik uji yang digunakan adalah Devians, didapat nilai Devians sebesar 42,6505 lebih besar dari pada nilai Chi-Square tabel

$$\chi_{0.05;3}^2 = 7,815. \text{ Jadi keputusannya } H_0 \text{ ditolak yang berarti bahwa model Regresi Binomial}$$

Negatif dapat digunakan sebagai model

4.4.2. Uji Signifikansi Individu Model Regresi Binomial Negatif

Langkah selanjutnya adalah mencari parameter mana saja yang berpengaruh terhadap model. Sehingga perlu dilakukan uji parsial parameter model. Pengujian secara parsial dilakukan untuk melihat signifikansi parameter dengan menggunakan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j = 0, \text{ (koefisien regresi tidak signifikan)}$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0, \text{ (koefisien regresi signifikan)}$$

$$\text{Untuk } j = 7, 8, 9$$

Berdasarkan hasil analisis didapatkan nilai Z_{hitung} yang merupakan nilai estimasi dibagi dengan nilai standar errornya. Kemudian nilai tersebut dibandingkan dengan nilai $Z_{\alpha/2}$ dengan taraf signifikansi sebesar 5 % yang disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Estimasi Parameter Model Regresi Binomial Negatif

Parameter	Z_hitung	Z_tabel	Kuputusan	Kesimpulan
β_7	1,316	1,96	H_0 diterima	Koefisien Regresi Tidak Signifikan
β_8	0,932	1,96	H_0 diterima	Koefisien Regresi Tidak Signifikan
β_9	2,378	1,96	H_0 ditolak	Koefisien Regresi Signifikan

Berdasarkan tabel 2. diperoleh parameter yang signifikan terhadap model adalah β_9 . Sehingga model regresi binomial negatif yang terbentuk adalah

$$\mu_i = \exp(1,787 + 0,0001001X_7 + 0,000003134X_8 + 0,00003847X_9)$$

Akan tetapi yang berpengaruh terhadap model hanya koefisien β_9 saja. Meskipun model ditulis secara lengkap.

4.5. Model Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR)

4.5.1. Uji Kesamaan Model Regresi Binomial Negatif dan GWPR

Uji hipotesis yang pertama dilakukan adalah pengujian kesamaan model regresi Binomial Negatif dan GWPR untuk menguji signifikansi dari faktor geografis.

Sehingga bisa dilihat apakah ada perbedaan yang signifikan antara model Regresi Binomial Negatif dan Model GWPR. Hipotesis yang digunakan adalah

$$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = \beta_j ; i = 1, 2, \dots, 38 ; j = 7, 8, 9$$

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

Dengan tingkat signifikansi (α) sebesar 5 % didapat nilai statistik uji F_{hit} sebesar 0,561 lebih kecil dari pada $F_{0,05;34;25}$ sebesar 1,90. Keputusan yang diambil adalah H_0 diterima yang berarti bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara model *Regresi Binomial Negatif* dengan model *GWPR* atau faktor lokasi tidak berpengaruh.

4.5.2. Uji Kesesuaian Model GWPR

Pengujian awal yaitu melakukan pengujian parameter secara serentak dari model GWPR. Dalam pengujian ini digunakan untuk mengetahui apakah parameter berpengaruh secara signifikan. Hipotesis yang diberikan adalah

$$H_0 : \beta_7(u_i, v_i) = \beta_8(u_i, v_i) = \beta_9(u_i, v_i) = 0, i = 1, 2, \dots, 38$$

$$H_1 : \text{Paling tidak ada salah satu } \beta_j(u_i, v_i) \neq 0, i = 1, 2, \dots, 38 ; j = 7, 8, 9$$

Dengan tingkat signifikansi (α) sebesar 5 % didapat nilai devians sebesar 56,869 lebih besar dari nilai Chi-Square tabel sebesar 37,652. Keputusannya adalah H_0 ditolak yang berarti bahwa model GWPR dapat digunakan sebagai model atau minimal terdapat salah satu parameter yang berpengaruh secara signifikan terhadap model.

4.5.3. Uji Parsial Parameter Model GWPR

Uji parsial parameter model GWPR dapat dikelompokkan berdasarkan kabupaten/kota yang memiliki variabel signifikan yang sama. Tabel 3 menunjukkan pengelompokkan kabupaten/kota dengan variabel signifikan yang sama.

Tabel 3. Pengelompokkan Kabupaten/Kota Berdasarkan Variabel Signifikan yang sama pada Model GWPR

Kabupaten/Kota	Variabel yang signifikan
Trenggalek, Tulungagung, Kab. Kediri, Nganjuk, Bojonegoro, Tuban, Kota Kediri	1. Jumlah ibu hamil yang mengalami komplikasi kebidanan yang ditangani (X_7)
Blitar, Malang, Mojokerto, Jombang, Lamongan, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Mojokerto, Kota Batu	1. Jumlah ibu hamil yang mengalami komplikasi kebidanan yang ditangani (X_7) 2. Jumlah ibu hamil yang mengalami neonatal risti/komplikasi ditangani (X_8)
Lumajang, Probolinggo, Pasuruan, Sampang, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan	1. Jumlah ibu hamil yang mengalami neonatal risti/komplikasi ditangani (X_8) 2. Jumlah ibu nifas yang mendapat vitamin A (X_9)
Jember	1. Jumlah ibu hamil yang mengalami komplikasi kebidanan yang ditangani (X_7) 2. Jumlah ibu nifas yang mendapat vitamin A (X_9)
Banyuwangi, Sidoarjo, Gresik, Bangkalan, Kota Surabaya,	1. Jumlah ibu hamil yang mengalami neonatal risti/komplikasi ditangani (X_8)
Bondowoso, Situbondo, Madiun, Magetan, Ngawi, Pamekasan, Sumenep, Kota Madiun	1. Jumlah ibu nifas yang mendapat vitamin A (X_9)

4.6. Penentuan Model Terbaik

Berdasarkan pengujian kesamaan model Regresi Binomial Negatif dan GWPR memberikan kesimpulan bahwa faktor spasial tidak berpengaruh secara signifikan artinya kedua model sama-sama bisa digunakan untuk permodelan angka kematian ibu di Provinsi Jawa Timur. Untuk menentukan model terbaik maka digunakan kriteria pengujian AIC. Model yang terbaik adalah model dengan nilai AIC terkecil. Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut.

Tabel 4. Perbandingan Nilai AIC Model

Model	AIC
Regresi Binomial Negatif	247,64
GWPR (kernel <i>bisquare</i>)	77,300122

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh bahwa model GWPR lebih baik digunakan untuk menganalisis Angka Kematian Ibu di Provinsi Jawa Timur karena memiliki nilai AIC terkecil. Sehingga permodelan yang tepat digunakan adalah permodelan berdasarkan kabupaten yaitu model GWPR.

5. KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Berdasarkan pengujian kesamaan model Regresi Binomial Negatif dan GWPR didapat bahwa faktor spasial/lokasi tidak berpengaruh secara signifikan.
2. Secara umum variabel yang signifikan mempengaruhi Angka Kematian Ibu di Provinsi Jawa Timur untuk model Regresi Binomial Negatif adalah Jumlah ibu nifas yang mendapat vitamin A. Sedangkan untuk model GWPR terbagi dalam 6 *cluster* kabupaten/kota berdasarkan variabel signifikan yang sama.
3. Model yang lebih baik digunakan adalah model GWPR karena memiliki nilai AIC paling kecil.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agresti, A. 2002. *Categorical Data Analysis*. Second Edition. New York : John Wiley and Sons, Inc.
- [2] Astutik, S, N.W. Ni Wayan, dan Kurniawan D. 2007. *Penggunaan Geographically Weighted Regression Pada Data yang Mengandung Heterokedastisitas Spasial*. Universitas Brawijaya. Malang.
- [3] Dinas kesehatan. 2011. *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur Tahun 2011*. Surabaya : Dinkes Jatim.
- [4] Dinas kesehatan. 2011. *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Tengah Tahun 2011*. Semarang : Dinkes Jateng.
- [5] Hilbe, Joseph M., 2011. *Negative Binomial Regression*. Second Edition. New York : Cambridge University Press.
- [6] Nakaya, T., Fotheringham, A.S., Brunson, C. and Charlton, M. 2005. *Geographically Weighted Poisson Regression for Disease Association Mapping, Statistics in Medicine*, Volume 24 Issue17, pages 2695-2717.