



**PERBANDINGAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED GENERALIZED  
POISSON REGRESSION* DAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED  
NEGATIVE BINOMIAL REGRESSION* PADA JUMLAH KEMATIAN  
IBU DI JAWA TENGAH**

**JURNAL ILMIAH**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Statistika**

**Oleh**

**Dian Pratiwi**

**B2A219021**

**PROGRAM STUDI STATISTIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SEMARANG**

**2021**

# PERBANDINGAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED GENERALIZED POISSON REGRESSION* DAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED NEGATIVE BINOMIAL REGRESSION* PADA JUMLAH KEMATIAN IBU DI JAWA TENGAH

Dian Pratiwi<sup>1)</sup>, Rochdi Wasono<sup>2)</sup>, Fathurokhman Fauzi<sup>3)</sup>

<sup>123)</sup>Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Muhammadiyah Semarang

Email: [dianpra023@gmail.com](mailto:dianpra023@gmail.com)

## ABSTRAK

Angka Kematian Ibu (AKI) merupakan salah satu indikator kesehatan nasional dan merupakan target SDGs 2030 dimana AKI menurun hingga 70 per 100.000 kelahiran hidup. Provinsi Jawa Tengah masih dengan jumlah kematian ibu tertinggi setelah Jawa Barat dan Jawa Timur. Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kematian ibu maka dilakukan pemodelan dengan membandingkan metode GWGPR dan GWNBR, serta mencari model terbaik dengan menggunakan 3 pembobot. Faktor-faktor yang diamati dalam penelitian ini adalah persentase ibu hamil melaksanakan kunjungan antenatal K1, persentase ibu hamil mendapatkan tablet Fe3, persentase ibu hamil mendapatkan imunisasi Td2+, persentase ibu nifas mendapatkan vitamin A, persentase komplikasi kebidanan, persentase peserta KB aktif dan jumlah penduduk yang mempengaruhi jumlah kematian ibu. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan metode GWGPR dan GWNBR, hasil dari kedua metode tersebut didapatkan model terbaik yaitu metode GWNBR dengan membentuk 3 kelompok kabupaten/kota berdasarkan variabel yang signifikan yaitu persentase ibu hamil yang mendapatkan imunisasi Td2+, persentase komplikasi kebidanan dan jumlah penduduk miskin pada kelompok 1. Variabel persentase ibu hamil yang mendapatkan tablet Fe3, persentase ibu hamil yang mendapatkan imunisasi Td2+, persentase komplikasi kebidanan dan jumlah penduduk miskin pada kelompok 2. dan variabel persentase kunjungan antenatal ibu hamil K1, persentase ibu hamil yang mendapatkan tablet Fe3, persentase ibu hamil yang mendapatkan imunisasi Td2+, persentase komplikasi kebidanan dan jumlah penduduk miskin pada kelompok 3 menggunakan pembobot *Adaptive Bisquare Kernel*. Nilai AIC terkecil yang didapatkan sebesar 197,539 dengan nilai  $R^2$  sebesar 0,9654.

**Kata Kunci:** *GWGPR*, *GWNBR*, Jumlah Kematian Ibu

## ABSTRACT

*Maternal Mortality Rate (MMR) is an indicator of national health and is the target of SDGs 2030 where MMR decreases to 70 per 100,000 live births. Central Java province is still the third highest number of maternal deaths after West Java and East Java. This study aims to determine the comparison of models with the GWGPR and GWNBR methods, and to find the best model using 3 weights. The factors observed in this study were the percentage of pregnant women carrying out antenatal visits K1, the percentage of pregnant women getting Fe3 tablets, the percentage of pregnant women getting Td2 + immunization, the percentage of postpartum mothers getting vitamin*

A, the percentage of obstetric complications, the percentage of active family planning participants and the population as variables. predictor (X) and number of maternal deaths as response variables (Y). Based on research that has been conducted with the GWGPR and GWNBR methods, the results of these two methods obtained the best model, namely the GWNBR method by forming 3 groups of districts / cities based on significant variables, namely the proportion of pregnant women who received Td2 + immunization, the proportion of obstetric complications and the number of poor people. group 1. The variable proportion of pregnant women who received Fe3 tablets, the proportion of pregnant women who received Td2 + immunization, the proportion of obstetric complications and the number of poor people in group 2. and the variable proportion of visits to pregnant women K1, the proportion of pregnant women who received Fe3 tablets, the proportion of mothers pregnant who received Td2 + immunization, the proportion of obstetric complications and the number of poor people in group 3 used Adaptive Bisquare Kernel weighting. The AIC value obtained was 197,539 with an  $R^2$  value of 0,9654.

**Keywords:** GWGPR, GWNBR, The number of maternal deaths

## PENDAHULUAN

Kematian ibu adalah kematian seorang perempuan yang terjadi selama kehamilan sampai dengan 42 hari setelah berakhirnya kehamilan, yang disebabkan oleh kehamilannya atau penanganan kehamilan, tetapi bukan karena kecelakaan. Masalah yang berkaitan dengan kehamilan dan persalinan tidak dapat lepas dari berbagai faktor yang mempengaruhinya, faktor tersebut antara lain status kesehatan ibu, kesiapan hamil, pemeriksaan *antenatal*, pertolongan persalinan dan perawatan segera setelah persalinan, serta faktor sosial budaya (E. Kristi Poerwandari dan Yenina Akmal, 2000: 436).

Menurut Ketua Komite *Ilmiah International Conference on Indonesia Family Planning and Reproductive Health (ICIFPRH)*, Meiwita Budhaharsana, hingga tahun 2019 Angka Kematian Ibu Indonesia masih tetap tinggi yaitu 305 per 100.000 kelahiran hidup. Angka Kematian Ibu (AKI) merupakan salah satu indikator kesehatan nasional dan merupakan target SDGs 2030 dimana AKI menurun hingga 70 per 100.000 kelahiran hidup (Bappenas, 2019). Provinsi Jawa Tengah mengalami penurunan Angka Kematian Ibu selama periode 2015-2019 dari 111,16 persen

menjadi 76,9 persen per 100.000 kelahiran hidup dan Jumlah Kematian Ibu sebanyak 416 kematian (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah, 2019). Berdasarkan data Kementerian Kesehatan Republik Indonesia tahun 2019 provinsi Jawa Tengah masih menjadi jumlah kematian ibu tertinggi setelah Jawa Barat dan Jawa Timur.

Model regresi Poisson mensyaratkan equidispersi yaitu harus memenuhi asumsi bahwa nilai variansi dari variabel harus sama dengan nilai rata-ratanya (Cahyandari, 2014). Sementara dalam penelitian regresi Poisson biasanya terjadi pelanggaran terhadap asumsi tersebut. Umumnya dalam mengatasi kasus data yang mengalami overdispersi, para peneliti menggunakan model Binomial Negatif (MacDonald, 2008). Namun ada beberapa metode lain yang dapat digunakan yaitu *Generalized Poisson Regression (GPR)*. Model GPR ini menghasilkan parameter yang bersifat beda untuk seluruh lokasi (daerah). Sehingga untuk mengatasi hal tersebut digunakan analisis data spasial.

Metode GWNBR merupakan metode pengembangan dari regresi Binomial Negatif dan metode GWGPR merupakan pengembangan dari model GPR. Ada penambahan efek spasial.

Pada penelitian akan dilakukan perbandingan dari kedua metode tersebut.

## TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Multikolinearitas

Salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam pembentukan model regresi dengan beberapa variabel prediktor adalah tidak ada kasus multikolinearitas. Pendektesian kasus multikolinearitas yaitu dengan koefisien korelasi dan kriteria nilai VIF (*Variance Inflation Factor*). Terdapat kasus multikolinearitas jika nilai jika nilai VIF lebih besar dari 10.

### 2. Regresi Poisson

Regresi Poisson merupakan model regresi nonlinear yang sering digunakan untuk data *count*, dimana variabel respon mengikuti distribusi poisson (Agresti, 2002). Fungsi probabilitas variabel random diskrit ( $y$ ) berdistribusi Poisson dengan parameter  $\mu$  dinyatakan sebagai berikut.

$$f(y; \mu) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}; y = 0, 1, 2, \dots \text{ dan } \mu > 0$$

Sedangkan untuk nilai harapan dan ragam pada Poisson adalah dimana nilai rata-rata dan varian dari  $y$  mempunyai nilai lebih dari 0 sebagai berikut.

$$E(Y) = \text{Var}(Y) = \mu$$

Persamaan dari model regresi Poisson adalah sebagai berikut.

$$\mu_i = e^{x_i^T \beta} = e^{(\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik})}$$

Maksimum dari fungsi *log-Likelihood* dirumuskan sebagai berikut.

$$\ln L(\beta) = - \sum_{i=1}^n e^{x_i^T \beta} + \sum_{i=1}^n y_i x_i^T \beta - \sum_{i=1}^n \ln(y_i!)$$

Pengujian signifikansi parameter terdiri dari pengujian serentak dan parsial menggunakan *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT) statistik uji yang digunakan dalam uji serentak adalah sebagai berikut.

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

Tolak  $H_0$  jika nilai dari  $D(\hat{\beta}) > X_{(k,a)}^2$

Statistik uji parsial yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$Z_{hitung} = \frac{\beta_k}{se(\beta_k)}$$

Tolak  $H_0$  jika nilai dari  $|Z_{hitung}| > Z_{\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$

### 3. Overdispersi Regresi Poisson

Regresi Poisson dikatakan overdispersi apabila nilai variansnya lebih besar dari nilai rata-ratanya. (Cameron & Trivedi, 1990). Keberadaan *overdispersion* pada model regresi Poisson dapat diuji dengan nilai disperse *pearson's Chi-square* atau *deviance* yang dibagi dengan derajat bebasnya, diperoleh nilai lebih besar dari 1.

### 4. Generalized Poisson Regression

Model GPR merupakan suatu model yang sesuai untuk data *count* apabila terjadi over/under disperse. Parameter yang terdapat dalam model GPR ini adalah  $\mu$  dan satu parameter tambahan yaitu  $\theta$  sebagai parameter dispersi. Distribusi *Generalized Poisson* (GP) dapat dituliskan sebagai berikut (Famoye, 2004).

$$f(y; \mu; \theta) = \left( \frac{\mu}{1+\theta\mu} \right)^y \frac{(1+\theta\mu)^{y-1}}{y!} e^{\left( \frac{-\mu(1+\theta y)}{1+\theta\mu} \right)}$$

,  $y = 0, 1, 2, \dots$

dengan *mean* dan varians model GPR adalah  $E(y) = \mu$  dan  $\text{var}(y) = \mu(1 + \theta\mu)^2$ . Model GPR memiliki bentuk yang sama dengan model regresi Poisson.

$$\mu_i = e^{x_i^T \beta} = e^{(\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik})}$$

Fungsi *likelihood* untuk model GPR adalah sebagai berikut:

$$\ln L(\beta, \theta) = \sum_{i=1}^n \left\{ [y_j(x_i^T \beta)] + [-\ln(1 + \theta e^{(x_i^T \beta)})] + [(y_j - 1) \ln(1 + \theta_j y_j) - \ln(y_j!)] + \left[ \frac{e^{(x_i^T \beta)}(1 + \theta_j y_j)}{1 + \theta_j e^{(x_i^T \beta)}} \right] \right\}$$

## 5. Regresi Binomial Negatif

Regresi binomial negatif merupakan salah satu solusi untuk mengatasi adanya overdispersi. Model regresi binomial negative memiliki fungsi massa peluang sebagai berikut (Greene, 2008)

$$f(y, \mu, \theta) = \frac{\Gamma(y + \theta^{-1})}{\Gamma(\theta^{-1})\Gamma(y + 1)} \left(\frac{1}{1 + \theta\mu}\right)^{\theta^{-1}} \left(\frac{\theta\mu}{1 + \theta\mu}\right)^y, \quad y = 0, 1, 2, \dots$$

Analisis regresi binomial negatif digunakan digunakan untuk mengetahui hubungan antar dua variabel atau lebih yang didasarkan pada distribusi binomial negative. Model regresi binomial negative dinyatakan sebagai berikut:

$$\mu_i = e^{x_i^T \beta} = e^{(\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik})}$$

Bentuk log-likelihood dari regresi binomial negative adalah.

$$\ln(L(\beta, \theta))$$

$$= \sum_{i=1}^n \left\{ \ln \frac{\Gamma(y_i + \theta^{-1})}{\Gamma(\theta^{-1})\Gamma(y_i + 1)} + \theta^{-1} \ln \left(\frac{1}{1 + \theta\mu_i}\right) + y_i \ln \left(\frac{\theta\mu_i}{1 + \theta\mu_i}\right) \right\}$$

## 6. Efek Spasial

Pemodelan pada data spasial dapat dikelompokkan berdasarkan tipe data spasial yang digunakan yaitu spasial titik dan spasial area. Spasial titik adalah metode yang menggunakan informasi jarak (*distance*) sebagai pembobotnya. Pemodelan data selalu melibatkan matriks pembobot spasial. Sedangkan efek spasial pada data dapat berupa error yang saling berkorelasi (dependensi spasial) maupun keragaman (heterogenitas) spasial antar lokasi.

Statistik uji heterogenitas spasial yang digunakan adalah sebagai berikut.

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

Tolak  $H_0$  jika nilai dari  $BP > X_{(\alpha, k)}^2$  atau  $p\text{-value} < \alpha$  yang artinya terjadi heteroskedastisitas dalam model Statistik uji

dependensi spasial yang digunakan sebagai berikut.

$$Z = \frac{\hat{I} - E(\hat{I})}{\sqrt{\text{Var}(\hat{I})}}$$

## 7. Penentuan Bandwith

Bandwith merupakan luasan dengan radius  $b$  dari titik pusat lokasi yang digunakan sebagai dasar menentukan bobot setiap pengamatan terhadap model regresi pada lokasi tersebut. Pengamatan-pengamatan yang terletak di dalam radius  $b$  masih dianggap berpengaruh terhadap model pada lokasi tersebut sehingga akan diberi bobot tergantung pada fungsi yang digunakan. Selain itu, bandwith menjadi pengontrol keseimbangan antara kesesuaian kurva terhadap data dan kemulusan data.

Penentuan bandwith optimum dilakukan menggunakan metode *Cross Validation* (CV) sebagai berikut:

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

## 8. Matriks Pembobot Spasial

Matriks pembobot spasial menunjukkan keragaman spasial antara lokasi yang satu dengan yang lain. Elemen dari matriks pembobot spasial ( $W$ ) merupakan fungsi dari jarak *Euclidian* antar lokasi. Pembentukan fungsi pembobot dari jarak *Euclidian* dapat menggunakan metode *Adaptive Kernel*. Adapun jenis pembobot *Adaptive Kernel* yang digunakan yaitu:

a. *Adaptive Bisquare Kernel*

$$w_j = \left[1 - \left(\frac{d_{ij}}{h}\right)^2\right]^2$$

b. *Adaptive Gaussian Kernel*

$$w_j = e^{\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{ij}}{h}\right)^2\right]}$$

c. *Adaptive Tricube Kernel*

$$w_j = \left[1 - \left(\frac{d_{ij}}{h}\right)^3\right]^3$$

dengan  $d_{ij} = \sqrt{(u_i, u_j)^2 + (v_i, v_j)^2}$  adalah jarak *Euclidian* antara lokasi  $(u_i, v_i)$  sedangkan  $h$  adalah parameter penghalus atau yang disebut sebagai *bandwidth*

### 9. Geographically Weighted Generalized Poisson Regression (GWGPR)

Model GWGPR merupakan pengembangan dari regresi *Generalized Poisson* (GPR). Fungsi distribusi probabilitas dari GWGPR untuk setiap lokasi adalah sebagai berikut (Fitri, 2017).

$$f(y_i | \mu_i; \theta_i) = \left( \frac{\mu_i}{1 + \theta \mu_i} \right)^y \frac{(1 + \theta y_i)^{y_i - 1}}{y_i!} e^{\left( \frac{-\mu_i(1 + \theta y_i)}{1 + \theta \mu_i} \right)}, y_i = 0, 1, 2, \dots$$

Bentuk persamaan GWGPR adalah sebagai berikut.

$$\mu_i = e^{(\beta_0(u_i, v_i) + \beta_1(u_i, v_i)x_{i1} + \dots + \beta_p(u_i, v_i)x_{ip})}$$

### 10. Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR)

Model GWNBR merupakan pengembangan dari model regresi binomial negatif. Model GWNBR dapat dirumuskan sebagai berikut.

$\mu_i = e^{(\beta_0(u_i, v_i) + \beta_1(u_i, v_i)x_{i1} + \dots + \beta_p(u_i, v_i)x_{ip})}$  bentuk persamaan logaritma fungsi likelihood dengan pembobot geografis pada model GWNBR.

$\ln L(\beta(u_i, v_i), \theta_i, i = 1, 2, \dots, n)$

$$= \sum_{j=1}^n w_{ij(u_i, v_i)} \left[ \sum_{r=0}^{y_i-1} \ln(r + \theta_j^{-1}) - \ln(y_i!) + y_i \ln(\theta_i e^{x_i^T \beta(u_i, v_i)} - (\theta_j^{-1}) + (\theta_j e^{x_i^T \beta(u_i, v_i)}) \right]$$

### 11. Kriteria Keباikan Model

Model terbaik adalah model yang mampu menjelaskan hubungan antara variabel predictor dengan variabel respon berdasarkan kriteria tertentu. Kriteria yang sering digunakan dalam

pemilihan model terbaik adalah *R-Square* ( $R^2$ ) dan AIC. Nilai  $R^2$  diperoleh dari persamaan berikut.

$$R^2 = \left( \frac{SSR}{SST} \right) \times 100\%$$

Model terbaik adalah model dengan  $R^2$  dan AIC terkecil. Nilai AIC dirumuskan sebagai berikut.

$$AIC = -2 \ln L(\hat{\beta}) + 2k$$

## METODE PENELITIAN

### 1. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari publikasi Profil Kesehatan Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah tahun 2019.

### 2. Variabel Penelitian

Pada penelitian ini terdapat dua jenis variabel yang digunakan yaitu variabel respon dan variabel prediktor. Variabel respon dan prediktor dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### a. Variabel Respon

Jumlah Kematian Ibu di Provinsi Jawa Tengah tahun 2019.

#### b. Variabel Prediktor

Variabel prediktor yang digunakan adalah persentase ibu hamil yang melaksanakan KI1, persentase ibu hamil yang mendapatkan zat besi Fe3, persentase ibu hamil yang mendapatkan Imunisasi Td2+, persentase ibu nifas atau bersalin yang mendapatkan vitamin A, persentase komplikasi kebidanan, persentase peserta KB aktif dan jumlah penduduk miskin pada tahun 2019.

### 3. Langkah Penelitian

langkah-langkah analisis yang digunakan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Melakukan analisis statistika deskriptif.
2. Membuat *scatter plot* antar variabel.
3. Melakukan Uji Korelasi dan Mendeteksi adanya atau tidaknya multikolinieritas pada variabel prediktor dengan kriteria nilai VIF.

4. Melakukan uji distribusi data.
5. Melakukan pemodelan regresi Poisson.
6. Melakukan pengujian overdispersi.
7. Melakukan pemodelan dengan GPR dan regresi binomial negative.
8. Melakukan pengujian aspek data spasial.
9. Mendapatkan model GWGPR dengan Pengujian signifikansi parameter secara serentak dan parsial
10. Mendapatkan model GWNBR dengan Pengujian signifikansi parameter secara serentak dan parsial
11. Membandingkan model GWGPR dengan GWNBR dengan menggunakan AIC dan  $R^2$ .
12. Membuat kesimpulan dari penelitian.



Jumlah kematian ibu di kabupaten/kota Provinsi Jawa Tengah pada tahun 2019 rendah berkisar 2-10 jiwa yang ditunjukkan dengan warna abu. Tertinggi dengan angka 23-37 ditunjukkan dengan warna hijau. Sedangkan 16 kabupaten/kota lainnya berada pada rentang sedang dengan angka 11-22 jiwa.

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 1. Deskriptif Data

Deskriptif data dilakukan untuk mengetahui informasi awal secara umum dari data dan untuk melihat statistik dari setiap variabel yang mempengaruhi jumlah kematian ibu di Jawa Tengah.

**Tabel 1** Statistika Deskriptif

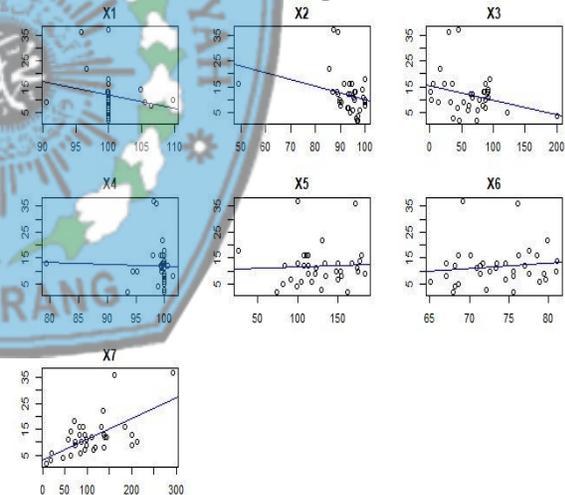
Var	Min	Mean	Med	Maks	SD
$Y$	2	11,89	11	37	7,665
$X_1$	90,6	100,3	100	109,8	3,001
$X_2$	49,2	92,66	94,03	100	8,600
$X_3$	1,60	63,90	66,90	200,9	39,073
$X_4$	79,5	98,67	99,90	101,5	3,710
$X_5$	26,6	127,2	122,6	183,5	35,68
$X_6$	65,1	73,56	73,50	81,10	4,515
$X_7$	9,1	107,0	95,3	293,2	61,62

Jumlah kematian ibu di Jawa Tengah tercatat sebesar 416 jiwa, tertinggi sebesar 37 jiwa berada di kabupaten Brebes dan sebesar 2 jiwa berada di kota Magelang dan Salatiga. Rata-rata sebesar 11,89 jiwa, nilai median sebesar 11 jiwa, dan nilai standar deviasi sebesar 7,665 jiwa.

Pola Penyebaran Jumlah Kematian Ibu di gambarkan dalam peta berikut.

### 2. Identifikasi Hubungan Antar Variabel Penelitian

Berikut merupakan *Scatter Plot* Jumlah Kematian Ibu di Jawa Tengah Tahun 2019.



**Gambar 1** Scatterplot

Variabel persentase ibu hamil yang melaksanakan K1 ( $X_1$ ), persentase ibu hamil yang mendapatkan zat besi Fe3 ( $X_2$ ), persentase ibu hamil yang mendapatkan Imunisasi Td2+ ( $X_3$ ), persentase ibu nifas atau bersalin yang mendapatkan vitamin A ( $X_4$ ) memiliki hubungan yang negatif sedangkan persentase

komplikasi kebidanan ( $X_5$ ), persentase peserta KB aktif ( $X_6$ ) dan jumlah penduduk miskin ( $X_7$ ) memiliki hubungan yang positif.

### 3. Uji Multikolinieritas

Penelitian ini menggunakan nilai VIF dalam mendeteksi ada atau tidaknya kasus multikolinieritas. Berikut merupakan koefisien antar variabel prediktor.

**Tabel 2** Uji Multikolinieritas

Variabel	VIF	Kriteria
$X_1$	1,25	< 10
$X_2$	1,32	< 10
$X_3$	1,42	< 10
$X_4$	1,17	< 10
$X_5$	1,34	< 10
$X_6$	1,16	< 10
$X_7$	1,13	< 10

Nilai VIF pada masing-masing variabel prediktor memiliki nilai kurang dari 10, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat kasus multikolinieritas.

### 4. Uji Distribusi Poisson

Pengujian distribusi Poisson pada variabel respon ( $Y$ ) jumlah kematian ibu dilakukan dengan Uji Kolmogorov-Smirnov. Berikut adalah hasil pengujian yang didapatkan.

**Tabel 3** Uji Distribusi Poisson

Distribusi	P-value
Distribusi Poisson	<b>0,2818</b>
Distribusi Binomial Negatif	<b>0,3239</b>

Berdasarkan tabel iun didapatkan hasil nilai  $p\text{-value} > \alpha = 5\%$ , yang berarti data berdistribusi Poisson dan Binomial Negatif.

### 5. Pemodelan Regresi Poisson

Pada pemeriksaan multikolinieritas diperoleh hasil bahwa tidak terdapat korelasi yang tinggi diantara semua variabel prediktor dan pada pemeriksaan uji distribusi variabel respon berdistribusi Poisson. Sehingga semua variabel prediktor dan variabel respon dapat digunakan

untuk pemodelan menggunakan regresi poisson. Berikut merupakan estimasi parameter model regresi Poisson.

Berikut merupakan estimasi parameter model regresi Poisson.

**Tabel 4** Estimasi Regresi Poisson

	Estimasi	Std. Error	Z-hitung	Pr Z > Z hit
Intercept	1,846	2,555	0,723	0,469
$\beta_1$	-0,017	0,016	-1,09	0,275
$\beta_2$	-0,010	0,005	-1,83	0,066
$\beta_3$	0,000	0,001	-0,13	0,896
$\beta_4$	0,005	0,014	0,368	0,712
$\beta_5$	0,000	0,001	0,068	0,946
$\beta_6$	0,029	0,012	2,276	0,022*
$\beta_7$	0,005	0,000	7,313	0,000***
Devians	70,331			
AIC	231,44			

\*) Signifikan dengan taraf 5%

Berdasarkan hasil pengujian dengan taraf signifikansi 5% ( $\alpha = 0,05$ ) didapatkan nilai  $\chi^2_{(0,05;7)} = 14,067140$  yang artinya lebih kecil dari nilai **Deviance = 70,331**, sehingga tolak  $H_0$  yang berarti paling sedikit ada satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon.

Berdasarkan perhitungan nilai  $|Z_{hitung}|$  yang dibandingkan dengan  $Z_{\alpha/2}$  yaitu  $Z_{0,05/2} = 1,96$ . Tabel menunjukkan bahwa terdapat parameter  $\beta_6, \beta_7$  yang memiliki nilai  $|Z_{hitung}| > 1,96$  sehingga tolak  $H_0$  yang artinya variabel yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kematian ibu di Jawa Tengah adalah persentase peserta KB aktif ( $X_6$ ) dan jumlah penduduk miskin ( $X_7$ ). Sehingga model regresi Poisson yang dihasilkan sebagai berikut.  

$$\mu_i = \exp(1,846 + 0,0292 X_6 + 0,0059 X_7)$$

## 6. Pemeriksaan Overdispersi

Salah satu asumsi yang harus dipenuhi dalam regresi Poisson adalah kondisi ekuidispersi, didapatkan hasil sebagai berikut.

**Tabel 5** Uji Overdispersi

<b>Null deviance = 145,917</b>	<b>df=34</b>
<b>Residual deviance = 70,331</b>	<b>df=27</b>

Diketahui bahwa hasil dari *residual deviance* dibagi dengan derajat bebasnya 27 didapatkan nilai 2,604. Nilai tersebut lebih besar dari 1 yang artinya model regresi Poisson terjadi overdispersi.

## 7. Pemodelan Generalized Poisson Regression (GPR)

*Generalized Poisson Regression (GPR)* digunakan apabila terjadi kasus *over/under* disperse pada model regresi Poisson. Hasil estimasi parameter model GPR adalah sebagai berikut.

**Tabel 6** Estimasi GPR

Parameter	Estimasi	Z-hitung
$\beta_0$	-0,0056	33025
$\beta_1$	-0,0016	0,3297
$\beta_2$	0,0000	0,5265
$\beta_3$	0,0000	-0,0854
$\beta_4$	-0,0018	-0,0081
$\beta_5$	-0,0000	8,9549
$\beta_6$	-0,0018	0,0011
$\beta_7$	-0,0001	29,634
Devians	53,0633	
AIC	198,596	

Hasil Pengujian yang didapatkan dengan taraf signifikansi 5% ( $\alpha = 0,05$ ) didapatkan nilai  $\chi^2_{(0,05;7)} = 14,06714$  yang artinya lebih kecil dari nilai *Deviance* = 318,039, sehingga tolak  $H_0$  yang berarti paling sedikit ada satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon.

Berdasarkan tabel 6 pada kolom terlihat bahwa nilai  $|Z_{hitung}|$  terdapat parameter  $\beta_5$  dan  $\beta_7$ , yang memiliki nilai  $|Z_{hitung}| > 1,96$  sehingga tolak  $H_0$  yang artinya variabel yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kematian ibu di Jawa Tengah adalah jumlah penduduk miskin ( $X_7$ ). Sehingga model GPR yang dihasilkan sebagai berikut.

$$\mu_i = \exp(-0,0056 - 0,0000X_5 - 0,0001X_7)$$

Nilai rasio devians dibagi dengan derajat bebas sebesar 1,965 lebih besar dari 2,604. Hal ini menunjukkan bahwa model GPR dapat mengatasi kasus overdispersi.

## 8. Pemodelan Regresi Binomial Negatif

Regresi binomial negatif dapat juga digunakan untuk mengatasi kasus overdispersi. Berikut merupakan hasil estimasi parameter model regresi binomial negatif.

**Tabel 7** Estimasi Regresi Binomial Negatif

	Estimasi	Std. Error	Z- hitung	Pr Z > Z hit
<i>Intercept</i>	1,724	3,6211	0,476	0,633
$\beta_1$	-0,02	0,0250	-0,804	0,421
$\beta_2$	-0,009	0,0090	-1,103	0,270
$\beta_3$	-0,000	0,0023	-0,037	0,970
$\beta_4$	0,007	0,0211	0,374	0,708
$\beta_5$	0,000	0,001	0,068	0,946
$\beta_6$	0,029	0,012	2,276	0,022*
$\beta_7$	0,005	0,000	7,313	0,000**
Devians	70,331			
AIC	231,44			

Berdasarkan hasil pengujian dengan taraf signifikansi 5% ( $\alpha = 0,05$ ) didapatkan nilai  $\chi^2_{(0,05;7)} = 14,067140$  yang artinya lebih kecil dari nilai *Deviance* = 34,449, sehingga tolak  $H_0$  yang berarti paling sedikit ada satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon.

Berdasarkan tabel 7 pada nilai  $|Z_{hitung}|$  yang dibandingkan dengan  $Z_{\alpha/2}$  yaitu  $Z_{0,05/2} = 1,96$ . Tabel menunjukkan bahwa terdapat parameter  $\beta_7$  yang memiliki nilai  $|Z_{hitung}| > 1,96$  sehingga tolak  $H_0$  yang artinya variabel yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kematian ibu di Jawa Tengah adalah jumlah penduduk miskin ( $X_7$ ). Sehingga model regresi Binomial Negatif yang dihasilkan sebagai berikut.

$$\mu_i = \exp(1,7246 + 0,0060 X_7)$$

Nilai rasio devians dibagi dengan derajat bebas sebesar 1,275. Nilai tersebut mendekati angka 1. Hal ini menunjukkan bahwa model regresi binomial negatif dapat mengatasi kasus overdispersi.

### 9. Uji Heterogenitas Spasial

Pengujian aspek data spasial dilakukan dengan dua pengujian yaitu uji dependensi spasial dan heterogenitas spasial.

Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan uji *Breusch-Pagan* didapatkan nilai sebesar 14,865 dan *p-value* sebesar 0.0377, dimana nilai *Breusch-Pagan* lebih dari chi-square ( $\chi^2_{(0,05;7)} = 14,06714$ ) dan nilai *p-value* = 0,0092 <  $\alpha = 0,05$ . Artinya terjadi heterogenitas.

### 10. Uji Dependensi Spasial

Pengujian dependensi spasial dengan menggunakan uji *Moran's I* didapatkan nilai *p-value* sebesar 0,5786. Apabila digunakan  $\alpha = 0,05$  maka diperoleh kesimpulan terima  $H_0$  atau tidak terdapat dependensi spasial.

### 11. Pemodelan Geographically Weighted Generalized Poisson Regression (GWGPR)

*Geographically Weighted Generalized Poisson Regression* (GWGPR) merupakan pengembangan dari GPR. Matriks pembobot didapatkan dengan menggunakan pembobot *Adaptive Bisquare Kernel*, *Adaptive Gaussian Kernel*, dan *Adaptive Tricube Kernel*.

**Tabel 8** Devians GWGPR

Pembobot	Devians
----------	---------

<i>Adaptive Bisquare Kernel</i>	53,251
<i>Adaptive Gaussian Kernel</i>	53,032
<i>Adaptive Tricube Kernel</i>	53,103

Berdasarkan tabel 8 didapatkan hasil pengujian dengan taraf signifikansi 5% ( $\alpha = 0,05$ ) dan  $\chi^2_{(0,05;7)} = 14,067140$ , dimana nilai *Deviance* >  $\chi^2_{(0,05;7)} = 14,067140$ . Artinya tolak  $H_0$  yaitu paling sedikit ada satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon.

Pengujian parsial GWGPR diperoleh variabel signifikan dari pembobot yaitu *Adaptive Bisquare Kernel*, *Adaptive Gaussian Kernel* dan *Adaptive Tricube Kernel* untuk 34 kabupaten/kota didapatkan variabel signifikan yaitu persentase komplikasi kebidanan ( $X_5$ ), dan jumlah penduduk miskin ( $X_7$ ).

### 12. Pemodelan Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR)

*Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR) merupakan pengembangan dari regresi binomial negatif, Matriks pembobot didapatkan dengan menggunakan pembobot *Adaptive Bisquare Kernel*, *Adaptive Gaussian Kernel*, dan *Adaptive Tricube Kernel*.

**Tabel 9** Devians GWNBR

Pembobot	Devians
<i>Adaptive Bisquare Kernel</i>	182,6809
<i>Adaptive Gaussian Kernel</i>	437,0262
<i>Adaptive Tricube Kernel</i>	2275,927

Hasil dari pengujian dengan taraf signifikansi 5% ( $\alpha = 0,05$ ) dan  $\chi^2_{(0,05;7)} = 14,067140$ , dimana nilai *Deviance* >  $\chi^2_{(0,05;7)} = 14,067140$ , Artinya tolak  $H_0$  yaitu paling sedikit ada satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan.

Pengujian parsial GWNBR, dengan pembobot *Adaptive Bisquare Kernel* diperoleh 3 pengelompokan.

Pengujian parsial dengan pembobot *Adaptive Gaussian Kernel* didapatkan variabel signifikan untuk semua kabupaten/kota yaitu persentase ibu hamil yang melaksanakan K1 ( $X_1$ ), persentase ibu hamil yang mendapatkan zat besi Fe3 ( $X_2$ ), persentase ibu hamil yang mendapatkan Imunisasi Td2+ ( $X_3$ ), persentase komplikasi kebidanan ( $X_5$ ), dan jumlah penduduk miskin ( $X_7$ ),

Pengujian parsial dengan pembobot *Adaptive Tricube Kernel* didapatkan 2 pengelompokkan

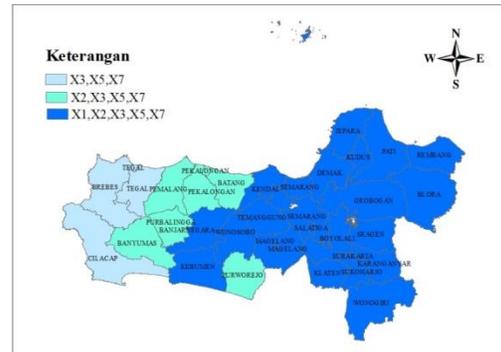
### 13. Pemilihan Model Terbaik

Model yang baik akan memiliki nilai AIC yang kecil dan  $R^2$  yang besar, Nilai AIC dan  $R^2$  di setiap model regresi disajikan dalam tabel berikut,

**Tabel 10** Pemilihan Model Terbaik

Metode	AIC	$R^2$
Regresi Poisson	231,440	0,494
GPR	198,596	0,956
Regresi Binomial Negatif	220,740	0,499
GWGPR <i>Bisquare</i>	198,599	0,956
<i>Gaussian</i>	198,596	0,956
<i>Tricube</i>	198,597	0,956
GWNBR <i>Bisquare</i>	197,539	0,965
<i>Gaussian</i>	201,066	0,892
<i>Tricube</i>	197,864	0,529

Berdasarkan tabel 10 diperoleh model terbaik dengan nilai AIC yang terkecil yaitu model GWNBR dengan pembobot *Adaptive Bisquare Kernel* sebesar 197,539 dan nilai  $R^2$  yang terbesar yaitu 0,9654, Berikut hasil pemetaan wilayah dengan model terbaik.



Berdasarkan gambar 4.10 terdapat 3 pengelompokkan, Kelompok 1 digambarkan dengan warna biru muda, kelompok 2 digambarkan dengan hijau toska, dan kelompok 3 digambarkan dengan biru tua.

### KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan berdasarkan analisis yang telah dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Provinsi Jawa Tengah memiliki 416 kasus jumlah kematian ibu. Jumlah kematian ibu dengan kasus tertinggi yaitu Kabupaten Brebes dengan 37 kasus dan kasus terendah berada di kota Salatiga 2 kasus. Rata-rata jumlah kematian ibu sebesar 11,89 kasus.
2. Pada model GWGPR dengan pembobot 3 pembobot didapatkan variabel yang signifikan di semua kabupaten/kota adalah persentase komplikasi kebidanan dan jumlah penduduk miskin. Pada model GWNBR dengan pembobot *Adaptive Bisquare Kernel* membentuk tiga kelompok variabel yang signifikan. Pembobot *Adaptive Gaussian Kernel* membentuk 1 kelompok dan pembobot *Adaptive Tricube Kernel* membentuk 2 kelompok variabel yang signifikan.
3. Kriteria AIC dan  $R^2$  menunjukkan bahwa model terbaik terdapat pada metode GWNBR dengan pembobot *Adaptive Bisquare Kernel*.

## SARAN

1. Beberapa variabel yang signifikan berpengaruh terhadap jumlah kematian ibu telah dihasilkan untuk setiap kabupaten/kota di Jawa Tengah, diharapkan menjadi bahan pertimbangan pemerintah untuk meminimalisir lagi jumlah kematian ibu.
2. Pada penelitian selanjutnya, diharapkan mengembangkan pemodelan GWGPR dan GWNBR dengan pembobot yang berbeda seperti *Fixed Bisquare Kernel*, *Fixed Gaussian Kernel*, dan *Fixed Tricube Kernel*.

## DAFTAR PUSTAKA

- A. Stewart Fotheringham, B. L. (2014). Geographically weighted regression with a non-Euclidean distance metric: a case study using hedonic house price data. *International Journal of Geographical Information Science*, 1-22.
- Aeni, N. (2013). Faktor Risiko Kematian Ibu. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, Vol. 7, No. 10, hal. 453-454.
- Agresti, A. (2002). *Categorical Data Analysis*. New York: John Wiley & Sons.
- Akaike, H. (1973). Information Theory and an Extension of the Maximum Principle. *Milan. Budepest*.
- Akmal, E. K. (2000). Kondisi Sosial Budaya Suku Sentani Implikasinya pada Kesehatan Reproduksi Perempuan. Jakarta: Program Studi Kajian Wanita Program Pascasarjana Universitas Indonesia.
- Badan Pusat Statistik. (2017). *Angka Kematian Ibu*. Retrieved September 24, 2020, from <https://sirusa.bps.go.id/sirusa/index.php/indikator/80>
- Barus B dan Wiradisatra. (2000). *Sistem Informasi Geografi*. Bogor: Laboratorium Pengindraan Jauh dan Kartografi Jurusan Tanah Fakultas Pertanian IPB.
- Cahyandari. (2014). *Pengujian Overdispersi pada Model Regresi Poisson*. UIN Sunan Gunung Djati.
- Cahyani, P. D. (2017). Pemodelan Jumlah Kematian Ibu di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2015 dengan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression*. *Jurnal Sains dan Seni POMITS*.
- Cameron, A. C. (1990). Regression-based tests for overdispersion in the Poisson model. *Journal of Econometrics*, 347-364.
- Departemen Kesehatan RI. (2002). *Pedoman Program Pemberantasan Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut Untuk Penanggulangan Pneumonia Pada Balita*. Jakarta: Mutiara.
- Departemen Kesehatan RI. (2006). *Pedoman Pengendalian Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Devy Noviani, R. W. (2014). Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR) untuk Pemodelan Jumlah Penderita Kusta di Jawa Tengah. *Statistika*, Vol. 2, No. 2.
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah. (2018). *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Tengah*. Jawa Tengah: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah.
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah. (2019). *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Tengah*. Jawa Tengah: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah.
- Famoye, F. W. (2004). On the Generalized Poisson Regression Model with an Application to Accident Data, *Journal of Data Science*.
- Fitri, E. U. (2017). Pemodelan Faktor-faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kasus Tuberkulosis di Jawa Timur Menggunakan Metode GWGPR dan GWNBR. *Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh November*.
- Ghozali, I. (2013). *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 21*.
- Greene, W. (2008). Functional forms for the negative binomial model for count data. *Econometrics*.

- Hayati, E. N. (2000). *Panduan Untuk Pendamping Perempuan Korban Kekerasan Konseling Berwawasan Gender*. Yogyakarta: Rifka Annisa.
- Hocking, R. (1996). *Methods and Applications of Linear Models*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Igor Rudan, C. B.-P. (2008). Epidemiology and etiology of childhood pneumonia. *Bull World Health Organ*, 408-416.
- Irhamah, B. W. (2019). Pemetaan Jumlah Property Crime di Provinsi Jawa Timur Menggunakan Metode Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR) dan Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR). *Institut Sepuluh Nopember*.
- Jemain, N. I. (2007). Handling Overdispersion with Negative Binomial and Generalized Poisson Regression Models. *Virginia: Casually Actuarial Society Forum*.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2019). *Profil Kesehatan Indonesia 2019*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Indonesia.
- Kemntrian Kesehatan Indonesia. (2018). *Profil Kesehatan Indonesua*. Jakarta: Kemntrian Kesehatan Indonesia.
- MacDonald, R. B. (2008). *Overdispersion and Poisson Regression*. *Journal of Quantitative Criminology*, 269-284.
- Maghfiroh, F. N. (2018). Pemodelan Kasus Pneumonia Balita di Kota Surabaya dengan *Geographically Weighted Poisson Regression* dan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*. *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- McCullach & Nelder. (1989). *Generalized Linear Models*. London: Chapman & Hall.
- Ni Made Rara Keswari, I. W. (2014). Perbandingan Regresi Binomial Negatif dan Regresi Generalisasi Poisson dalam Mengatasi Overdispersi (Studi Kasus: Jumlah Tenaga Kerja Usaha Pencetak Genteng di Br. Dukuh, Desa Pejaten). *E-Jurnal Matematika*, 107-115.
- Osgood, D. W. (2000). Poisson-Based Regression Analysis of Aggregate Crime Rates. *Journal of Quantitative Criminology*, 21-43.
- Pratama, W. (2015). Pemetaan dan Pemodelan Jumlah Kasus (TBC) di Provinsi Jawa Barat dengan Pendekatan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR)*. *Jurnal Sains dan Seni*.
- Purhadi, M. A. (2019). Analisis Metode Geographically Weighted Generalized Poisson Regression untuk Pemodelan Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kematian Anak di Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Sains dan Seni*, Vol. 8, No. 2.
- Ratnasari, I. A. (2018). Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kematian Ibu di Jawa Timur Menggunakan *Geographically Weighted Generalized Poisson Regression*. *Jurnal Sains dan Seni*, Vol. 7, No. 2.
- Riza F. Ramadhan, R. K. (2016). Pemodelan Data Kematian Bayi dengan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression*. *Media Statistika*, 95-106.
- Santoso, W. R. (2011). Penerimaan Diri pada Remaja Korban Kekerasan Seksual.
- Smith, N. R. (1996). *Applied Regression Analysis, 3rd Edition*. New York: John Wiley & Sons.
- Tsamara Pasokawati, I. M. (2017). Pemodelan *Geogaphically Weighted Negative Binomial Regression* pada Kasus HIV di Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Statistika*, 7-12.
- Walpole, R. (1995). *Pengantar Metode Statistika Dalam Edisi Ketiga, Alih Bahasa : Bambang Sumantri*. Jakarta: PT Gramedia Pusaka Utama.