PEMODELAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON REGRESSION* (GWPR) DENGAN PEMBOBOT *ADAPTIVE GAUSSIAN KERNEL* DAN *ADAPTIVE BISQUARE KERNEL* PADA ANGKA KEMATIAN IBU (AKI)

Hendrani Ismanto[1], Rochdi Wasono [2], Indah Manfaati Nur [3]

[123]Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Muhammadiyah Semarang

Alamat e-mail : hendra.ni14@gmail.com

ABSTRAK

Regresi poisson adalah metode statistika yang digunakan untuk menganalisa hubungan antara variabel prediktor dan variabel respon dimana variabel respon berbentuk data cacahan atau *count data* dan berdistribusi poisson. Data jumlah Angka Kematian Ibu (AKI) adalah salah satu contoh data yang asumsinya memenuhi distribusi poisson karena merupakan peristiwa yang jarang terjadi. Dalam penelitian ini peneliti ingin memodelkan Angka Kematian Ibu (AKI) di Provinsi Jawa Tengah dengan menggunakan pendekatan *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR). Penambahan pengaruh aspek spasial diharapkan mampu menghasilkan model terbaik dan menghasilkan model yang berbeda-beda ditiap wilayah. Pada pemodelan GWPR ini akan digunakan dua pembobot yaitu *Adaptive Gaussian Kernel* dan *Adaptive Bisquare Kernel* lalu akan dipilih pembobot yang terbaik yaitu yang memiliki nilai AIC paling kecil. Pemodelan jumlah Angka Kematian Ibu (AKI) menggunakan GWPR dengan pembobot *adaptive gaussian kernel* adalah model yang terbaik dengan nilai AIC terkecil sebesar 62.93. Dari hasil pemodelan menggunakan pembobot *adaptive gaussian kernel* diperoleh satu kelompok wilayah berdasarkan variabel yag signifikan. Dari 35 kabupaten dan kota ternyata jumlah puskesmas (X1) yang mempengaruhi Angka Kematian Ibu (AKI) di Jawa Tengah tahun 2017.

Kata Kunci : Angka Kematian Ibu, Poisson, Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR)

ABSTRACT

Poisson regression is a statistical method used to analyze the relationship between the predictor variables and the response variable where the response variable of data in the form of chopped or count data and the Poisson distribution. Data of Maternal Mortality Rate (MMR) is one example of data that meets the Poisson distribution assumption because it is a rare occurrence. In this study, researchers wanted to model the Maternal Mortality Rate (MMR) in Central Java using the approach Poisson Geographically Weighted Regression (GWPR). The addition of the spatial aspect influence is expected to produce the best model and produce different models in each region. In this GWPR modeling will be used two weighting namely Adaptive Gaussian Kernel and Adaptive Kernel Bisquare ago would have weighted the best one that has the smallest AIC value. Modeling the number of Maternal Mortality Rate (MMR) using adaptive weighting GWPR with gaussian kernel is the best model with the smallest AIC value of 62.93. From the results of modeling using adaptive gaussian kernel weighting obtained by the group based on the variable region of significant Yag. Of the 35 counties and the city turned out to be the number of health centers (X1) that affect maternal mortality ratio (MMR) in Central Java in 2017. From the results of modeling using adaptive gaussian kernel weighting obtained by the group based on the variable region of significant Yag. Of the 35 counties and the city turned out to be the number of health centers (X1) that affect maternal mortality ratio (MMR) in Central Java in 2017. From the results of modeling using adaptive gaussian kernel weighting obtained by the group based on the variable region of significant Yag. Of the 35 counties and the city turned out to be the number of health centers (X1) that affect maternal mortality ratio (MMR) in Central Java in 2017.

Keywords : Number of Infant Mortality, *Overdispersi*, *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR)

PENDAHULUAN

Keberhasilan upaya kesehatan ibu, diantaranya dapat dilihat dari indikator Angka Kematian Ibu (AKI). AKI adalah jumlah kematian ibu selama masa kehamilan, persalinan, dan nifas yang disebabkan oleh kehamilan, persalinan, dan nifas atau pengelolaannya tetapi bukan karena sebab-sebab lain seperti kecelakaan atau terjatuh di setiap 100.000 kelahiran hidup. Indikator ini tidak hanya mampu menilai program kesehatan ibu, tetapi juga mampu menilai derajat kesehatan masyarakat, karena sensitifitasnya terhadap perbaikan pelayanan kesehatan, baik dari sisi aksesbilitas maupun kualitas. Menurut data World Health Organization (WHO) pada tahun 2013, ada sekitar 800 ibu di dunia meninggal setiap harinya akibat komplikasi kehamilan dan persalinan. Penyebab utama dari kematian ibu antara lain sumber daya yang rendah, perdarahan, hipertensi, infeksi, penyakit penyerta lainnya yang diderita ibu sebelum masa kehamilan yang tidak segera ditangani. Wanita yang tinggal di negara berkembang memiliki resiko kematian 23 kali lebih besar dibandingkan dengan wanita yang tinggal di negara maju (WHO, 2013). Indonesia termasuk salah satu negara berkembang sebagai penyumbang tertinggi angka kematian ibu di dunia. WHO memperkirakan di Indonesia terdapat sebesar 126 kematian ibu setiap 100.000 kelahiran hidup dengan jumlah total kematian ibu sebesar 6.400 pada tahun 2015. Berdasarkan Survei Demografi dan Kesehatan Indonesia (SDKI) tahun 2015, AKI (yang berkaitan dengan kehamilan, persalinan, dan nifas) sebesar 305 per 100.000 kelahiran hidup (Kemenkes RI, 2017).

Berdasarkan Survei Penduduk Antar Sensus (SUSPAS) tahun 2015 jumlah AKI di Indonesia sebesar 305 kematian ibu per 100.000 KH. Menurunkan Angka Kematian Ibu dan meningkatkan kesehatan ibu merupakan salah satu tujuan dari 17 tujuan Sustainable Development Goals (SDGs). Untuk meningkatkan kesehatan ibu, target yang ingin dicapai SDGs global, penurunan AKI menjadi kurang dari 70 per 100.000 kelahiran hidup pada tahun 2030 (Kemenkes RI, 2018). Namun, untuk mencapai target tersebut, maka AKI di Indonesia masih jauh dari target SDGs 2030 (Kemenkes RI, 2017 : h.102).

Tingginya angka kematian ibu di Indonesia terkait dengan banyak faktor, diantaranya kualitas perilaku ibu hamil yang tidak memanfaatkan dan melaksanakan ANC (Antenatal Care). Pemeriksaan ANC adalah pemeriksaan kehamilan untuk mengoptimalkan kesehatan mental dan fisik ibu hamil. Sehingga mampu menghadapi persalinan, kala nifas, persiapan pemberiaan ASI dan kembalinya kesehatan reproduksi secara wajar (Manuaba, 1998). Kunjungan ANC adalah kunjungan ibu hamil ke bidan atau dokter sedini mungkin semenjak ia merasa dirinya hamil untuk mendapatkan pelayanan/asuhan antenatal. Keteraturan Antenatal Care dapat ditunjukkan melalui frekuensi kunjungan, pada pemeriksaan dan pemantauan antenatal dilakukan dengan memberikan pelayanan antenatal berkualitas dan deteksi dini komplikasi kehamilan. Rendahnya kunjungan pada ANC dapat meningkatkan komplikasi maternal dan neonatal serta kematian ibu dan anak karena adanya kehamilan beresiko tinggi yang tidak segera ditangani (Wulandari, 2016). Selain itu faktor lain yang menjadi tingginya AKI di Indonesia 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), terlalu rapat jarak kelahiran/paritas (<2 tahun) (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah, 2017 : h.36). Kehamilan pada kondisi 4 terlalu, berisiko mengakibatkan masalah kesehatan seperti risiko berat badan bayi lahir rendah (BBLR), bayi prematur, perdarahan pada persalinan yang akhirnya dapat mengakibatkan kematian ibu dan bayi. Data Kementerian kesehatan menyebutkan ada enam provinsi di Indonesia dengan persentase AKI terbesar di Indonesia, salah satunya berada di Provinsi Jawa Tengah yaitu 88,05 per 100.000 kelahiran hidup. Di tahun 2017 terdapat 475 kasus kematian ibu, sebesar 60% kematian maternal terjadi pada waktu nifas, sebesar 26,32 % pada waktu hamil, dan sebesar 13,68 % pada waktu persalinan. (Kemenkes RI, 2017).

Salah satu metode yang digunakan dalam menganalisis kasus Angka Kematian Ibu adalah menggunakan analisis regresi, karena yang dianalisis adalah mengenai hubungan antara variabel prediktor dengan variabel respon. Variabel respon dalam penelitian kali ini adalah jumlah angka kematian ibu dengan tipe data pada variabel tersebut adalah data cacah (count). Sehingga dalam penelitian ini dapat dianalisis menggunakan metode regresi Poisson. Kasus kematian ibu merupakan sejenis kasus yang jarang terjadi. Data yang diambil dari beberapa lokasi mewakili kondisi yang berbeda dari masing-masing lokasi. Hal ini dipengaruhi oleh karakteristik masyarakat, kondisi geografis dan perekonomian antara lokasi yang satu dengan lokasi yang lain (Amalia, 2014). Dengan adanya hal tersebut, maka dilakukan pengembangan metode pada regresi poisson yang telah memperhitungkan faktor spasial, yaitu metode Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR) (Lambert, 1992).

Penaksiran parameter model GWPR menggunakan metode maximum likelihood estimation (MLE) yaitu dengan memberikan pembobot (weight) yang berbeda pada setiap lokasi. Matriks pembobot dapat dibentuk menggunakan suatu fungsi pembobot pembobot dimana fungsi tersebut tergantung pada ukuran berketetanggaan (neightbourhood size) atau biasa disebut bandwidth (Desriwendi, 2015). Tujuan pemberian pembobot adalah untuk memberikan pendugaan parameter yang berbeda-beda pada lokasi pengamatan. Ada beberapa literatur yang bisa digunakan untuk menentukan besarnya pembobot untuk masing-masing lokasi yang berbeda, salah satunya menggunakan fungsi kernel adaptive. Dalam menentukan besarnya nilai fungsi kernel dapat dibedakan menjadi dua jenis perhitungan, yaitu dengan kernel fixed bandwidth dan kernel adaptive bandwidth. Kernel fixed merupakan bandwidth yang sama pada semua titik lokasi pengamatan, sedangkan kernel adaptive merupakan bandwidth yang memiliki nilai berbeda untuk setiap lokasi pengamatan. Dalam penulisan ini, metode GWPR dengan fungsi pembobot adaptive bisquare kernel dan adaptive gaussian kernel akan diaplikasikan untuk mencari tahu variabel manakah yang berpengaruh terhadap penentuan persentase kematian ibu di wilayah Jawa Tengah. Dengan membandingkan kedua pembobot tersebut penulis ingin mencari tahu pembobot manakah yang mempunyai estimasi parameter model yang paling sesuai untuk menggambarkan kematian ibu di Provinsi Jawa Tengah tahun 2017.

Penelitian tentang kasus kematian ibu ini pernah dilakukan oleh Arkandi (2015) dengan tujuan untuk menganalisis jumlah Faktor Risiko Kematian Ibu Dan Kematian Bayi Dengan Pendekatan Regresi Poisson Bivariat Di Provinsi Jawa Timur Tahun 2013. Selain itu penelitian terkait dengan angka kematian ibu pernah dilakukan oleh Nur (2016) dengan judul Pemodelan Regresi Zero Inflated Poisson Pada Kasus Angka Kematian Ibu (AKI) di Provinsi Jawa Tengah. Hasil dari penelitian tersebur menunjukkan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan pada angka kematian bayi adalah jumlah sarana kesehatan pada setiap kabupaten/kota, rasio ketersediaan bidan desa pada tiap kabupaten/kota, dan persentase persalinan ditolong tenaga kesehatan.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Model Regresi Poisson

Regresi Poisson adalah model regresi yang dapat digunakan pada data yang variabel responnya berdistribusi tidak normal dan berjenis diskrit, yaitu berdistribusi Poisson sebagai syarat utamanya. Distribusi Poisson memberikan suatu model yang realistis untuk berbagai macam fenomena acak selama nilai dari variabel acak Poisson berupa bilangan bulat non-negatif (Wulandari S,dkk, 2010).

Fungsi distribusi Poisson dituliskan dengan persamaan:

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

Persamaan di atas digunakan untuk menghitung peluang variabel acak Y, di mana mean dan variansi distribusi Poisson adalah sama, yaitu E[Y] = μ_Y = var[Y]. (Khosghoftar & Szabo, 2004)

2. Penaksiran Parameter Regresi Poisson

Fungsi likelihood dari persamaan distribusi poisson (2.5) adalah sebagai berikut (Myers,1990) :

$$L(y,\hat{\beta}) = \prod_{i=1}^{n} p\left(y_i;\hat{\beta}\right)$$

$$= \prod_{i=1}^{n} \left\{ \frac{[t_i\mu(x_i;\hat{\beta})]^{y_i} e^{-[t_i\mu(x_i;\hat{\beta})]}}{y_i!} \right\}$$

$$= \prod_{i=1}^{n} \frac{[t_i\mu(x_i;\hat{\beta})]^{y_i} e^{-\sum_{i=1}^{n} t_i\mu(x_i;\hat{\beta})}}{\prod_{i=1}^{n} y_i!}$$

dimana μ adalah mean distribusi Poisson. Parameter μ sangat bergantung pada beberapa unit yang ditetapkan atau periode waktu, jarak, luas, volume, dan lain-lain. Distribusi Poisson digunakan untuk memodelkan peristiwa yang jarang terjadi selama periode tertentu. Probabilitas banyak kejadian y dalam periode waktu t yaitu:

$$p(y;\mu) = \frac{e^{-\mu t}(\mu t)^y}{y!} \quad (y = 0,1,2,\ldots.) \quad (2.3)$$

Persamaan tersebut digunakan untuk probabilitas kejadian y, dan rata-rata jumlah kejadian, berdasarkan asumsi bahwa rata-rata jumlah kejadian per periode waktu adalah konstan. model regresi Poissonnya dapat ditulis sebagai berikut Myers, (1990):

$$y_i = \mu_i + \varepsilon_i (i = 1,2, \ldots n) \quad (2.4)$$

dimana y_i adalah jumlah kejadian, dan μ_i adalah rata-rata jumlah kejadian dalam periode t_i . μ_i diasumsikan tidak berubah dari data ke data. Persamaan distribusi Poisson dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$p(y_i;\hat{\beta}) = \frac{e^{-[\mu(x_i;\hat{\beta})]}[t_i\mu(x_i;\hat{\beta})]^{y_i}}{y_i!} \quad (2.5)$$

3. Pengujian Parameter Model Regresi Poisson

a. Pengujian Serentak

Menggunakan metode *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT) dimana hipotesis pengujiannya adalah sebagai berikut:

H0 : $\beta_1 = \beta_2 = \cdots = \beta_p = 0$

H1 : Paling sedikit $\beta_1 \neq 0$; j=1,2,…,p

Statistik uji yang digunakan adalah :

$$D(\hat{\beta}) = -2ln\Lambda$$

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

$$= 2\left(lnL(\hat{\Omega}) - lnL(\hat{\omega})\right) \quad (2.6)$$

Tolak H_0 jika nilai devians model regresi poisson atau *likelihood ratio* atau $D(\hat{\beta}) > X^2_{(\alpha,p)}$ artinya ada salah satu parameter yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel dependen. Λ merupakan rasio antara fungsi *likelihood* untuk himpunan parameter di $H_0(L(\hat{\omega}))$ dengan fungsi *likelihood* dengan himpunan parameter selain parameter di bawah $H_0\left(L(\hat{\Omega})\right)$.

b. Pengujian Individu

Pengujian signifikasi parameter secara parsial dengan hipotesis sebagai berikut :

H_0 : $\beta_j = 0$

H_0 : $\beta_j \neq 0$

Statistik Uji : $Z = \frac{\hat{\beta}_j}{se(\hat{\beta}_j)}$

Tolak H_0 jika $|Z_{hitung}| > Z_{\alpha/2}$ artinya parameter ke-j signifikanterhadap model regresi poisson. n adalah jumlah sampel, k adalah banyaknya variabel, dan α adalah taraf signifikasi.

4. Multikolinieritas

Sebelum melakukan analisis regresi poisson, hal pertama yang harus dilakukan adalah mendeteksi adanya multikolinieritas menurut (Hocking R, 1996) dapat dilihat dari nilai (Variance Inflation Factors) VIF. Persamaannya dapat di tulis :

$$VIF_j = \frac{1}{1-R_j^2}$$

Dengan R_j^2 adalah nilai koefisien determinasi. nilai VIF lebih dari 10 menunjukkan variabel prediktor saling berkorelasi dengan variabel prediktor yang lain. Sedangkan nilai VIF kurang dari 10 menunjukkan tidak ada autokorelasi antar variabel prediktor. Apabila terjadi multikolinieritas solusi untuk mengatasi adanya Multikolinearitas adalah dengan mengeluarkan variabel prediktor yang tidak signifikan (dropping variable) dan meregresikan kembali variabel-variabel prediktor yang signifikan.

5. Overdispersi

Regresi Poisson memiliki asumsi equidispersi, yaitu kondisi dimana nilai rataan dan ragam pada peubah Y bernilai sama. Penyimpangan asumsi yang sering terjadi pada regresi Poisson yaitu overdispersi. Overdispersi yaitu nilai ragam lebih besar dari pada nilai rataan pada peubah Y. Salah satu akibatnya adalah simpangan baku dari penduga parameter menjadi berbias ke bawah dan signifikansi dari peubah penjelas menjadi berbias ke atas, sehingga menghasilkan kesimpulan yang tidak valid (Ismail dan Jemain 2007). Taksiran dispersi diukur dengan devians atau pearson's Chi Square yang dibagi derajat bebas. Data overdispersi jika taksiran dispersi lebih besar dari 1 dan underdispersi jika taksiran dispersi kurang dari 1, atau dengan overdispersion test dengan melihat p-value > nilai α. (Khoshgoftaar, 2004 dalam Camelia P.S, Nur I.M dan Darsyah M.Y, 2016.

6. Heteroganitas Spasial

heterogenitas spasial adalah sebagai syarat bisa dilakukan pemodelan data dengan menggunakan pendekatan titik dengan GWPR. Untuk mendeteksi ada atau tidaknya heterogenitas spasial dalam model dilakukan uji *Breusch-pagan* dengan hipotesis sebagai berikut :

H_0 : $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \cdots = \sigma_n^2 = \sigma^2$

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

Untuk $i \neq j$, dengan $i, j = 1,2, \dots, n$.

Statistik uji : $BP = \frac{1}{2} h^T Z (Z^T Z)^{-1} Z^T h$

Dengan $h = \frac{e_i^2}{\sigma^2} - 1$, Z adalah vektor variabel respon y yang berukuran (nx1) dan telah dinormal standarkan. e_i^2 adalah kuadrat galat untuk pengamatan ke-i dan σ^2 adalah ragam dari e_i. Jika tolak H0 (BP < α) maka aspek spasial terpenuhi dan selanjutnya dilakukan analisis lebih lanjut dalam penelitian menggunakan pendekatan GWPR.

7. Model GWPR

GWPR adalah suatu metode pengembangan dari regresi poisson yang membedakan adalah dalam permodelan GWPR memperhatikan pembobot berupa letak lintang dan bujur dari titik-titik pengamatan yang diamati yang dinotasikan dengan (u_i,v_i) yang merupakan vektor koordinat dua dimensi lokasi ke-i. Model GWPR merupakan model regresi linier lokal yang menghasilkan penaksir parameter model yang bersifat lokal untuk setiap titik atau lokasi dimana data tersebut dikumpulkan (Nakaya et al,2004). Model GWPR dapat ditulis sebagai berikut :

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

atau

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

Keterangan :

μ_i = nilai observasi variabel respon ke-*i*

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

u_i = koordinat spasial *latitude* pengamatan ke-*i*

v_i = koordinat spasial *longitude* prngamatan ke-*i*

$\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$ = koefisien regresi variabel X ke-*j*

8. Penaksiran Parameter Model GWPR

Penaksir parameter pada model GWPR sama seperti pada model regresi poisson yaitu menggunakan MLE dengan menambahkan faktor pembobot letak geografis pada fungsi *ln-likelihood*-nya sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Ln}L^*\left(\beta(u_i, v_i)\right) = \sum_{i=1}^{n} \left(-exp\left(x_i^T \beta(u_i, v_i)\right) + y_i x_i^T \beta(u_i, v_i) - ln(y_i!)\right) w_{ij}(u_i, v_i)$$

Untuk memperoleh estimasi parameter yaitu dengan mendiferensiasikan persamaan (2.16) terhadap β(u_i,v_i) dan hasilnya harus sama dengan nol.

$$\frac{\partial lnL^*(\beta(u_i, v_i))}{\partial \beta^T(u_i, v_i)} = \sum_{i=1}^{n} \left[y_i x_i - x_i exp\left(x_i^T \beta(u_i, v_i)\right)\right] w_{ij}(u_i, v_i)$$

$$\sum_{i=1}^{n} \left[y_i x_i - x_i exp\left(x_i^T \beta(u_i, v_i)\right)\right] w_{ij}(u_i, v_i) = 0$$

Karena persamaan (2.17) masih berbentuk implisit, maka digunakan iterasi numerik dengan metode Newton-Raphson. Iterasi Newton-Raphson adalah

$$\beta_{(m+1)}(u_i, v_i) = \beta_m(u_i, v_i) - H_{(m)}^{-1}\left(\beta_m(u_i, v_i)\right) g_{(m)}\left(\beta_m(u_i, v_i)\right) \quad (2.18)$$

Dimana

$$g_{(m)}\left(\beta_m(u_i, v_i)\right) = \frac{\partial lnL^*(\beta_m(u_i, v_i))}{\partial \beta^T(u_i, v_i)} \quad (2.19)$$

$$= -\sum_{i=1}^{n} x_i w_{ij}(u_i, v_i) exp\left(x_i^T \beta(u_i, v_i)\right) + \sum_{i=1}^{n} x_i w_{ij}(u_i, v_i) y_i$$

$$H_{(m)}\left(\beta_m(u_i, v_i)\right) = \frac{\partial lnL^{*2}(\beta_m(u_i, v_i))}{\partial \beta(u_i, v_i) \partial \beta^T(u_i, v_i)}$$

$$= -\sum_{i=1}^{n} x_i w_{ij}(u_i, v_i) exp\left(x_i^T \beta(u_i, v_i)\right) \quad (2.20)$$

Iterasi akan berhenti jika sudah didapatkan keadaan konvergen dimana

$\left\|\beta_{(m+1)}(u_i, v_i) - \beta_m(u_i, v_i)\right\| \leq \varepsilon$, nilai ε adalah 10^{-5} (Aulele,2010)

9. Pengujian Parameter Model GWPR

Pengujian kesamaan antara model regesi poisson dan GWPR dilakukan menggunakan perbandingan nilai devians model regresi poisson dan model GWPR. Hipotesisnya adalah sebagai berikut:

H_0 : $\left(\beta_j(u_i, v_i)\right) = \beta_j$

H_1: $\left(\beta_j(u_i, v_i)\right) \neq \beta_j; i = 1,2, \dots, n; j = 0,1,2, \dots, p$

Statistiak Uji : $F_{hitung} = \frac{Devians\ Model\ A / dfA}{Devians\ Model\ B / dfB}$

Keterangan : dfA = derajat bebas untuk regresi poisson

dfB = derajat bebas untuk GWPR

Kriteria pengujiannya adalah tolak H0 jika $F_{hitung} > F_{(\alpha, dfA, dfB)}$ artinya ada perbedaan yang signifikan antara model regresi poisson dengan model GWPR. Pengujian selanjutnya yaitu pengujian parameter secara parsial untuk mengetahui parameter mana saja yang signifikan mempengaruhi variabel respon. Hipotesis untuk pengujian parameter secara parsial adalah:

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

$H_1 : \left(\beta_j(u_i, v_i)\right) \neq 0$; i = 1,2,...,n; j = 0,1,2,...,p

Statistik uji : $t = \frac{\hat{\beta}_j(u_i,v_i)}{se\left(\hat{\beta}_j(u_i,v_i)\right)}$ (2.23)

Tolak H_0 jika $\left|t_{hitung}\right| > t_{(n-k-1;\alpha/2)}$ artinya parameter ke-j pada lokasi ke-i (u_i, v_i) berpengaruh signifikan terhadap model.

10. Penentuan Bandwith dan Pembobot

Bandwidth (h) merupakan radius suatu lingkaran dimana titik yang berada dalam radius lingkaran masih dianggap berpengaruh dalam membentuk model lokasi *i*. Menurut Fortheringham *et al.* (2002) salah satu metode yang bisa digunakan untuk menentukan bandwidth optimum adalah metode *Cross Validation* (CV) yang didefinisikan sebagai berikut :

$$CV = \sum_{i=1}^{n}\left(y_i - \hat{y}_{\neq i}(h)\right)^2 \quad (2.24)$$

Dimana $\hat{y}_{\neq i}(h)$ merupakan nilai penaksir (*fitted value*) untuk *yi* dengan radius *h*, tetapi pengamatan di titik *i* dikeluarkan dari proses penaksiran. *bandwidth* yang optimum diperoleh dari hasil nilai CV yang paling kecil. Pada regresi global tanpa pembobotan geografis, masing-masing observasi memiliki nilai pembobotan sebesar 1, w_{ij} = 1 ; *j*=1,2,…,n dengan *j* menunjukan titik pada daerah dimana data diobservasi dan *i* menunjukan sebuah titik pada ruang untuk penaksiran parameter. Pembobotan bervariasi sesuai lokasi pada titik regresi ke-*i*, dimana $0 \leq w_{ij} \leq 1$ dan w_{ij} semakin kecil ketika jarak bertambah. Dengan kata lain observasi yang dekat dengan titik regresi akan memberikan bobot yang besar dibandingkan observasi yang jauh dari titik regresi. Setelah ditentukan nilai *bandwidth* yang optimum, selanjutnya adalah mencari nilai pembobot fungsi kernel dengan rumus sebagai berikut :

1. Adaptive Gaussian Kernel

$$W_{ij} = \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{ij}}{h}\right)^2\right] \quad (2.25)$$

2. Adaptive Bisquare Kernel

$$W_{ij} = \begin{cases}\left[1-\left(\frac{d_{ij}}{h_i}\right)^2\right]^2, untuk\ d_{ij} \leq h_i \\ 0, untuk\ d_{ij} > h_i\end{cases} \quad (2.26)$$

Dimana w_{ij}adalah nilai pembobot fungsi kernel dari lokasi pengamatan *j* untuk mengestimasi koefisien pada lokasi *i dan* d_{ij} merupakan jarak euclide n antara lokasi *i* ditulis (u_i, v_i) ke lokasi *j* dutulis (u_i, v_i), *h* adalah nilai bandwidth optimum. Untuk mencari jarak euclidean dicari dengan rumus berikut :

$$d_{ij} = \sqrt{\left(u_i - u_j\right)^2 + \left(v_i - v_j\right)^2} \quad (2.27)$$

11. *Akaike Information Criterion* (AIC)

Indikator pemilihan model terbaik dari beberapa model yang umum digunakan pada pemodelan spasial adalah nilai *Akaike Information Criterion* (AIC). Perhitungan AIC dapat dilakukan dengan rumus :

$$AIC = D(h) + 2K(h) \quad (2.28)$$

D adalah nilai devians model dengan *bandwidth* (h) dan K adalah jumlah parameter dalam model dengan *bandwidth* (h). Untuk kriteria pemilihan model terbaik adalah model dengan AIC terkecil.

METODE PENELITIAN

1. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ilmiah ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Profil kesehatan Jawa Tengah tahun 2017 yang diterbitkan oleh Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. Unit observasinya adalah sebanyak 35 kabupaten/kota diProvinsi Jawa Tengah. Data yang di gunakan adalah data kematian ibu di Provinsi Jawa Tengah tahun 2017.

2. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data jumlah kasus Angka Kematian Ibu di Provinsi Jawa Tengah menurut Kabupaten/Kota tahun 2017 sebagai variabel respon dan 3 faktor yang berhubungan dengan penyakit angka kematian ibu sebagai variabel predictor.

Y= Jumlah kasus Angka Kematian Ibu di Provinsi Jawa Tengah tahun 2017

X_1= Jumlah Puskesmas

X_2= Kunjungan k4
X_3= Komplikasi dalam kehamilan

3. Analisis Data

Berikut merupakan langkah-langkah untuk analisis faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus Angka Kematian Ibu di Provinsi Jawa Tengah:

1. Menentukan variabel respon dan variabel prediktor yang diperkirakan mempengaruhi Kematian ibu di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2017.
2. Melakukan statistika deskriptif pada variabel respon dan prediktor.
3. Melakukan pegujian asumsi distribusi regresi poisson dengan Kolmogorof-smirnof
4. Mengidentifikasi dan menangani masalah multikolinieritas dengan melihat kriteria VIF pada variabel prediktor X1 hingga X3.
5. Penghitungan nilai devians
6. Melakukan pemodelan dengan metode regresi Poisson
7. Melakukan uji Overdispersi
8. Melakukan uji Breusch-Pagan untuk melihat heterogenitas spasial.
9. Melakukan pemodelan Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR) dengan langkah-langkah :
   a. Menentukan jarak Euclidian antar lokasi berdasarkan koordinat (u_i, v_i) masing-masing kabupaten/kota di Jawa Tengah.
   b. Menentukan bandwidth optimum adaptive untuk kabupaten/kota dengan metode Cross Validation (CV).
   c. Menghitung besarnya matriks pembobotan GWPR dengan menggunakan fungsi kernel Adaptive Bisquare kernel dan Adaptive Gaussian kernel.
   d. Memodelkan metode GWPR dengan membandingkan pembobot Adaptive Bisquare kernel dan Adaptive Gaussian kernel.
   e. Mendapatkan taksiran parameter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Angka Kematian Ibu dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhinya

Jumlah kasus angka kematian ibu dan faktor yang mempengaruhinya dikategorikan menjadi tiga kelompok yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Hal ini bertujuan untuk mempermudah dalam menginterpretasi hasil dari pemetaan. Berikut ini merupakan hasil pemetaan dependen angka kematian ibu di Provinsi Jawa Tengah.

Persebaran Angka Kematian Ibu di Jawa Tengah Berdasarkan Kabupaten/Kota tahun 2017

Wilayah yang masuk dalam kategori tinggi dalam jumlah kasus Angka Kematian Ibu ditunjukkan oleh peta yang berwarna hijau tua, wilayah tersebut antara lain Kabupaten Cilacap, Kota Semarang, Kabupaten Grobogan dan Kabupaten Karanganyar. Untuk jumlah kasus Angka Kematian Ibu kategori sedang ditunjukkan oleh peta dengan warna hijau muda, terdapat di Kabupaten Jepara, Kabupaten Kudus, Kabupaten Boyolali, Kabupaten Klaten, Kabupaten Wonogiri, Kabupaten Magelang, Kabupaten Temanggung, Kabupaten Tegal, Kabupaten Pemalang, Kabupaten Purbalingga dan Kabupaten Banyumas. Provinsi lain yang tidak disebutkan di atas merupakan Provinsi dengan jumlah kasus Angka Kematian Ibu kategori rendah dengan warna peta hijau keputih-putihan.

2. Pengujian Regresi Poisson

1. Pengujian Asumsi Distribusi Poisson
   Dalam pemodelan menggunakan regresi poisson ini melibatkan tiga faktor yang diduga terkait dengan jumlah kasus Angka Kematian Ibu (AKI) di Jawa Tengah. Regresi poisson digunakan karena data kasus Angka Kematian Ibu (AKI) berdistribusi poisson karena datanya berupa data diskrit atau data count (jumlahan), hal ini bisa dibuktikan

dengan pengujian distribusi poisson sebagai berikut :

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

	y
N	35
Kolmogorov-Smirnov Z	.778
Asymp. Sig. (2-tailed)	.580
a.Test distribution is Poisson. α = 10%	

Pada tabel diatas dapat diketahui nilai kolmogorov-smirnov Z adalah 0,580 > nilai α maka dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi poisson.

2. Multikolinieritas
Uji multikolinieritas merupakan uji untuk melihat apakah ada hubungan yang erat antar variabel independen. Apabila jika terdapat multikolinearitas, maka harus ada variabel yang harus direduksi sampai tidak terdapat korelasi antar variabel bebasnya. Untuk melihat adanya multikolinearitas, dapat melihat nilai VIF. Berikut adalah table hasil nilai VIF dari masing-masing variabel bebas.

Variabel Bebas	Nilai VIF
X1	1,327
X2	1,110
X3	1,358

Dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa tidak terjadi multikolinearitas atau tidak terdapat hubungan yang erat antar variabel bebas, karena semua variabel bebas menunjukkan nilai VIF yang kurang dari 10 sehingga variabel di atas dapat digunakan untuk membentuk regresi poisson. maka seluruh variabel prediktor dapat digunakan untuk pembentukan model regresi poisson.

3. Uji Serentak Regresi Poisson
Pengujian secara serentak bertujuan untuk menguji apakah parameter model berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Hal ini dapat dibuktikan dengan membandingkan nilai devians hitung dengan nilai tabel X^2. Hipotesis untuk uji serentak adalah sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = ... = \beta_p = 0$$

H_1 : paling sedikit ada satu $\beta_j \neq 0$; j = 1,2,…p

Dari data diatas dapat dilihat bahwa nilai devians lebih besar dibandingkan dengan nilai tabel X2 yang berarti paling tidak ada satu variabel independen yang berpengaruh terhadap variabel dependen.

4. Uji Parsial Regresi Poisson
Regresi poisson digunakan jika data Angka Kematian Bayi di Jawa Barat berdistribusi poisson karena datanya berubah data diskrit atau data count (jumlahan), hal ini dapat dibuktikan dengan Tabel dibawah ini:

Parameter	Estimate	Zvalue	P-value
β_0	1.58	9.097	$2e-16$
β_1	0.036	5.227	$1.72e-07$ *
β_2	8.181e-07	0.122	0.903
β_3	$1.652e-05$	0.706	0.480

Ket : * sig.α = 10%

Dari nilai di p-value pada tabel diatas dapat dilihat bahwa hanya variabel X1 yang nilainya kurang dari α maka dapat disimpulkan bahwa hanya variabel X1 yang signifikan terhadap variabel dependen.

3. **Overdispersi**
Salah satu asumsi yang harus dipenuhi dalam regresi poisson adalah kondisi equidispersi. Hipotesis sebagai berikut:
H_0 : x = Data terdapat overdispersi
H_1 : x = Data equidispersi
Nilai dari p-value *overdispersion test* dari hasil output software R adalah 0.09693. Dengan α sebesar 10% maka H_0 ditolak karena (p-value < α) Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada model regresi poisson untuk jumlah kasus Angka Kematian Ibu di Provinsi Jawa Tengah terdapat kasus equidispersi.

4. **Pengujian Heterogenitas Spasial**
pengujian heterogenitas spasial dengan hipotesis sebagai berikut:
$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \cdots = \sigma_{35}^2 = \sigma^2$ (variansi antar lokasi sama)
H_1 : minimal ada satu $\sigma_i^2 \neq \sigma^2$ (variansi antar lokasi berbeda)
Dari uji *Breusch-Pagan* diperoleh nilai *p-value* sebesar 0.07437. Jika dibandingkan dengan α sebesar 10% maka dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak atau variansi

antar lokasi berbeda. Sehingga terdapat perbedaan karakteristik antara satu titik pengamatan dengan titik pengamatan lainnya.

5. **Mencari nilai *Bandwith*, Jarak dan Nilai Pembobot pada Kasus Kematian Ibu Menggunakan *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR)**
   Pemodelan GWPR merupakan bentuk lokal dari regresi poisson karena memperhatikan letak geografis sehingga perlu adanya pembobot lokasi. Sebelum menghitung matriks pembobot yang harus dilakukan yaitu mencari jarak Euclidean (d_{ij}) antar provinsi terlebih dahulu. Untuk nilai *bandwidth* optimum (h) pemodelan GWPR didapatkan dengan melihat hasil *Cross Validation* (CV) terkecil. Dari hasil pada lampiran didapatkan *bandwidth* nilai CV terkecil yaitu 518.362. Setelah mendapatkan nilai d_{ij} pada wilayah yang ditaksir parameternya, selanjutnya matriks pembobot spasial disusun berdasarkan persamaan (2.19) dengan menggunakan *bandwidth* optimum. Berikut adalah contoh hasil pembobot *Adaptive Bisquare Kernel* dan *Adaptive Gaussian Kernel* untuk Provinsi Jawa Tengah per Kabupaten/Kota:

Kabupaten	euclidean	adaptive bisquare	adaptive Gaussian
Kab. Cilacap	0	2.303	2.201
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
Kota Tegal	0.926	1.943	1.926

6. **Pemilihan Pembobot Terbaik**
   Perbandingan antara pembobot *Adaptive Bisquare Kernel* dan *Adaptive Gaussian Kernel* bertujuan untuk mendapatkan pembobot yang optimum. Kriteria untuk menguji pembobot manakah yang terbaik maka digunakan nilai AIC dari masing-masing pembobot. Pembobot yang terbaik adalah pembobot yang memiliki AIC yang terbesar (Hasbi, 2013) dan memiliki nilai AIC terkecil. Hasil yang didapat adalah sebagai berikut:

Model	AIC
Adaptive Bisquare Kernel	64.19
Adaptive Gaussian Kernel	**62.93**

Berdasarkan tabel 4.6 diperoleh pembobot terbaik untuk memodelkan kasus angka kematian ibu di Jawa Tengah Tahun 2017 yaitu pembobot *Adaptive Gaussian Kernel*, karena memiliki nilai AIC sebesar 62.93.

7. **Estimasi Parameter GWPR**
   Terdapat 3 macam pengujian parameter untuk model GWPR yaitu pengujian kesamaan model GWPR dengan Regresi Poisson, Pengujian serentak, Pengujian Parsial.
   a. Pengujian Kesamaan Model
      Pengujian pertama yang dilakukan adalah menguji kesamaan model antara model regresi binomial negatif dengan model GWNBR, dengan hipotesis sebagai berikut:
      $H_0 : \left(\beta_j(u_i, v_i)\right) = \beta_j$
      $H_1 : \left(\beta_j(u_i, v_i)\right) \neq \beta_j \; ; i = 1,2,\dots,n; j = 0,1,2,\dots,p$
      Dengan kriteria uji tolak H_0jika $F_{hitung} > F_{(0,1;2;32)}$.

Model	Deviasns	Df	Devians/ df	F_{hitung}
R. Poisson	56.075	31.000	1.809	0.78
GWPR	48.649	25.723	1.891	
Difference	7.426	5.277	1.407	

      Berdasarkan hasil penghitungan didapatkan nilai F-hitung sebesar 0.78 dengan menggunakan alpha sebesar 10% didaptkan nilai $F_{(0,1;2;32)} = 2.48$, yang berarti bahwa nilai F-hitung lebih besar daripada F-tabel=0.78 sehingga dapat diputuskan Tolak H_0 atau terdapat perbedaan signifikan antara model regresi Poisson dengan Model GWPR.
   b. Pengujian Serentak
      Hipotesis untuk uji serentak pada metode GWPR sebagai berikut :
      $H_0 : \beta_1(u_i, v_i) = \beta_2(u_i, v_i) = \cdots = \beta_6(u_i, v_i) = 0$
      H_1 : paling sedikit ada satu $\beta_j(u_i, v_i) \neq 0, j = 1,2,3$
      Nilai devians yang dihasilkan sebesar 48.649 dan menggunakan α sebesar 10% sehingga nilai $\chi^2_{(0,1;3)}$ sebesar 41.422. Hal ini menunjukkan bahwa nilai devians lebih besar dari $\chi^2_{(0,1;3)}$. Maka dapat

disimpulkan bahwak H_0 ditolak yang artinya minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap model regresi GWPR.

c. Pengujian Parsial

Pengujian parsial untuk model GWPR menggunakan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0: \left(\beta_j(u_i, v_i)\right) = \beta_j$$

$$H_1: \left(\beta_j(u_i, v_i)\right) \neq \beta_j$$

Hasil pengujian secara parsial menghasilkan parameter yang berbeda untuk setiap kabupaten/kota. Nilai $|Z_{hitung}|$ yang dibandingkan dengan $Z_{0,1/2}$ = 1,634. H_0 ditolak jika nilai $|Z_{hitung}|>$ 1,634. Variabel yang signifikan di setiap kabupaten/kota di Jawa Tengah disajikan dalam tabel berikut:

Kabupaten	Z-hitung X1	Z-hitung X2	Z-hitung X3	Z-Tabel
Cilacap	4.826	0.252	0.535	1.694
.	.	.	.	
.	.	.	.	
Kota Pekalongan	5.103	0.566	0.212	

Dari nilai Z-hitung masing-masing variabel pada tabel diatas dapat diketahui bahwa hanya variabel X1 yang signifikan terhadap semua kabupaten/kota di Jawa Tengah pada kasus Angka Kematian Ibu karena nilai dari Z-hitung tabel > Z-tabel. Sebagai contoh disajikan pengujian parameter pada lokasi pengamatan ke-1 yaitu Kabupaten Cilacap dengan estimasi parameter sebagai berikut:

Parameter	Estimasi	Z_{hitung}
β_0	2.459	39.8963*
β_1	0.392	5.604*
β_2	-0.075	-1.111
β_3	0.0270	0.3320

Ket : *) signifikan pada α =10%

Dapat dilihat bahwa nilai $|Z_{hitung}|>Z_{0,1/2}$ = 1.634 maka variabel signifikan. Jadi dapat disimpulkan bahwa parameter yang signifikan terhadap Kabupaten Cilacap adalah variable X1.

Berdasarkan kriteria pengujian diperoleh variabel yang signifikan berpengaruh terhadap Angka Kematian Ibu di Kota Magelang, maka dapat dimodelkan untuk Kabupaten Cilacap adalah sebagai berikut:

$$\mu_1 = \exp(2.459 + 0.392X_1)$$

Berdasarkan variabel yang signifikan dari model yang terbentuk di Kabupaten Cilacap dapat disimpulkan bahwa kematian ibu akan bertambah sebesar exp 0.392 = 1.480 apabila tidak ada pertambahan 1 puskesmas dikabupaten tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan data yang diperoleh didapatkan karakteristik bahwa angka kematian ibu (AKI) di Jawa Tengah jumlahnya bervariatif dengan jumlah paling sedikit berada di Kota Tegal dengan jumlah 2 kasus sedangkan tertinggi di Kabupaten Brebes dengan jumlah 30 kasus.
2. Pembobot terbaik untuk memodelkan Angka Kematian Ibu di Jawa Tengah adalah pembobot *Adaptive Gaussian Kernel* dengan nilai AIC sebesar 65.92 dibandingkan dengan nilai AIC Adaptive Bisquare Kernel sebesar 69.47 dengan *R-Square* sebesar 0.933 = 93%.
3. Model yang didapatkan dari Metode GWPR dengan pembobot *adaptive gaussian kernel* sebanyak 35 model, dengan masing-masing satu model per kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah. Sebagai contoh adalah kabupaten dengan nilai z-hitung tertinggi yaitu Kota Magelang:

$$\boldsymbol{\mu_{31} = exp\,(2.459 + 0.392X_1)}$$

Berdasarkan variabel yang signifikan dari model yang terbentuk di Kabupaten Cilacap dapat disimpulkan bahwa kematian ibu akan bertambah sebesar exp 0.392 = 1.480 apabila tidak ada pertambahan 1 puskesmas dikabupaten tersebut.

Saran :

Dalam penelitian ini masih banyak permasalahan dalam analisis data yang belum di kaji. Oleh karena itu, saran yang bisa di sampaikan untuk peneliti selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan variabel bebas yang lebih banyak dan lebih bervariatif untuk memodelkan Angka Kematian Ibu sehingga dapat lebih mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi jumlah kasus demam berdarah di Indonesia.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan metode lain agar dapat digunakan untuk pembanding metode GWPR guna memberikan sumbangsih ilmu pengetahuan agar lebih bermanfaat untuk instansi terkait.

DAFTAR PUSTAKA

Amaliana, L., & Drs. Purhadi, M. (2014). Model Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression (Studi Kasus: Jumlah Kasus Penyakit Kaki Gajah(Filiaris) di Provinsi Jawa Timur tahun 2012). Surabaya: ITS press.

Arkandi, I dan W.S, Winahju. (2015). Analisis Faktor Kematian Ibu dan Kematian Bayi dengan Pendekatan Regresi Poisson . Jurnal Sains Dan Seni Pomits. 4(2):139-144.

Cameron AC, Trivedi PK. (1998). *Regression Analysis of Count Data*. Cambridge: Cambridge University Press.

Chasco, C. et al. (2007). *Modelling Spatial Variations in Household Disposable Income with Geographically Weighted Regression, Munich Personal RePEc Archive Paper*. No.9581.

Desriwendi, (2015). Pemodelan *Geographically Weighted Logistic Regression* (Gwlr) Dengan Fungsi Pembobot *Fixed Gaussian Kernel* Dan *Adaptive Gaussian Kernel.*

Gujarati, D. N. (2004). *Basic Econometrics*, 4th Edition. New York: The McGraw-Hill Companies.

Gunawan S. (2010). Reproduksi Kehamilan dan Persalinan. Jakarta: CV Graha

Hocking, R. (1996). Methods and Application of Linear Models. New York: John Wiley and Sons, ltd.

Ismail, N and A.A. Jemain. (2007). *Handling Overdispersion with Negative Binomial and Generalized Poisson Regression Model*. Casualty Actuarial Society Forum, Malaysia.

Jansakul, N. & J.P. Hinde. (2002). *Score Tests for Zero-Inflated Poisson Models*. Computational Statistics & Data Analysis, 40 : 75-96.

Kemenkes RI. Kementrian Kesehatan Republik Indonesia (2017). Profil kesehatan Jawa Timur tahun 2016.

Kemenkes RI. Kementrian Kesehatan Republik Indonesia (2018). Profil kesehatan Jawa Timur tahun 2017.

Kleinbaum, D.G. & Kupper, L.L. (1978). *Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods.* Belmont: Duxbury Press.

Lambert, D. (1992). *Zero-Inflated Poisson Regression, With an Application to Defects in Manufacturing. American Statistical Association and the American Society for Quality Control, Technometrics* , Vol. 34, No.1. 1-14.

Lestari, A. (2008). Pemodelan regresi zero-inflated poisson (aplikasi pada data pekerja seks komersial di klinik reproduksi Putat Jaya Surabaya.

Leung, Y., Mei, C.L., dan Zhang, W.X. (2000). *Statistic Test for Spatial Non Stasionary Based on The Geographically Weighted Regression Model.Journal Statistics and Computation*,32 (2):9-32.

Manuaba, I.B.G, (1998). Ilmu Kebidanan, Penyakit Kandungan dan KB. EGC. Jakarta.

Manfaati, I. (2016) Pemodelan Pemodelan Regresi *Zero Inflated Poisson* Pada Kasus Angka Kematian Bayi (AKB) di Provinsi Jawa Tengah.

Myers, M. V. (1990). *Generalized Linear Model with Applications in Engineering and Sciences*,2th Edition. New Jersey: John Wiley & Sons.