



**PEMODELAN FAKTOR – FAKTOR YANG MEMPENGARUHI
PENYAKIT TUBERKULOSIS DI JAWA TIMUR DENGAN
PENDEKATAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON
REGRESSION SEMIPARAMETRIC (GWPRS)***

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Statistika



ULFA NOFIANTI

B2A016025

**PROGRAM STUDI S1 STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SEMARANG
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Pemodelan Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penyakit Tuberkulosis di Jawa Timur dengan Pendekatan *Geographically Weighted Poisson Regression Semiparametric (GWPRS)*” yang disusun oleh

Nama : Ulfa Nofianti

NIM : B2A016025

Program Studi : S1 Statistika

telah disetujui oleh dosen pembimbing pada 23 Maret 2020



Tiani Wahyu Utami, S.Si., M.Si

NIK. 28.6.1026.341

Dr. Rochdi Wasono, M.Si

NIK. 28.6.1026.119

Mengetahui,

Ketua Program Studi Statistika



Indah Manfaati Nur, S.Si., M.Si

NIK. 28. 1026. 221

SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Ulfa Nofianti
NIM : B2A016025
Fakultas/Jurusan : FMIPA/S1 Statistika
Jenis Penelitian : Skripsi
Judul : Pemodelan Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penyakit Tuberkulosis di Jawa Timur dengan Pendekatan *Geographically Weighted Poisson Regression Semiparametric (GWPRS)*
Email : Ulfa.Nofianti94@gmail.com

Dengan ini menyatakan bahwa saya menyetujui untuk :

1. Memberikan hak bebas royalty kepada Perpustakaan UNIMUS atas penulisan karya ilmiah saya, demi pengembangan ilmu pengetahuan
2. Memberikan hak menyimpan, mengalih mediakan/mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, serta menampilkannya dalam bentuk *softcopy* untuk kepentingan akademis kepada Perpustakaan UNIMUS, tanpa perlu izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UNIMUS dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan semoga dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 5 Mei 2020
Yang membuat pernyataan,


Ulfa Nofianti
B2A016025

**PEMODELAN FAKTOR – FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PENYAKIT
TUBERKULOSIS DI JAWA TIMUR DENGAN PENDEKATAN GEOGRAPHICALLY
WEIGHTED POISSON REGRESSION SEMIPARAMETRIC (GWPRS)**

Ulfa Nofianti⁽¹⁾, Tiani Wahyu Utami⁽²⁾ dan Rochdi Wasono⁽³⁾

^(1,2,3)Program Studi Statistika Universitas Muhammadiyah Semarang

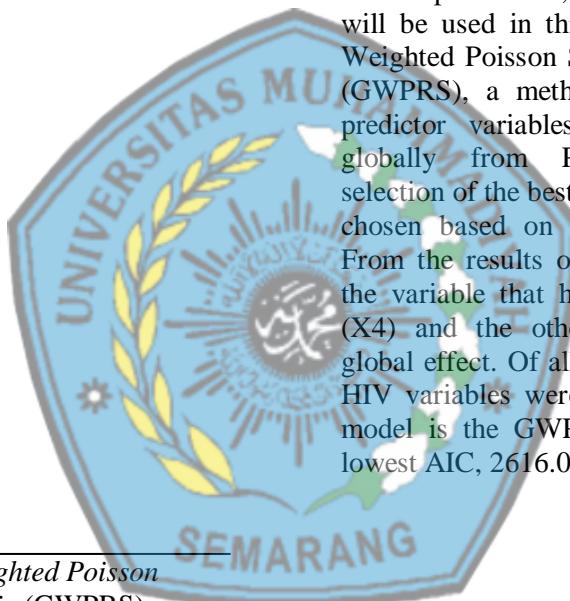
Email : Ulfa.Nofianti94@gmail.com

Article history

Submission :
Revised :
Accepted :

Abstract

Tuberculosis (TB) is a direct infectious disease caused by TB bacteria, *Mycobacterium tuberculosis*. Tuberculosis causes many deaths in Indonesia. The purpose of this research was to determine the factors that significantly influence tuberculosis and obtain the best model. To overcome the problems contained in the spatial data, the statistical method that will be used in this study is Geographically Weighted Poisson Semiparametric Regression (GWPRS), a method that pays attention to predictor variables that affect locally and globally from Poisson regression. The selection of the best model in this research was chosen based on the minimum AIC value. From the results of the research indicate that the variable that has local influence is HIV (X4) and the other variables studied have global effect. Of all the variables studied only HIV variables were not significant. The best model is the GWPRS model which has the lowest AIC, 2616.06 with R2 90.87%.



Keyword :

AIC, *Geographically Weighted Poisson Regression Semiparametric (GWPRS)*, Regresi Poisson, Tuberkulosis (TBC)

Pendahuluan

Tuberkulosis adalah suatu penyakit menular langsung yang disebabkan oleh kuman TB yaitu *Mycobacterium tuberculosis*. Sebagian besar kuman TB akan menyerang paru, akan tetapi kuman TB juga bisa menyerang organ tubuh yang lainnya (Depkes RI, 2007). Pada tahun 2018 Indonesia menempati urutan kedua dengan jumlah penderita tuberkulosis terbanyak di dunia setelah India. Jawa Timur merupakan provinsi yang menempati urutan ke-2 dengan jumlah

penderita tuberkulosis tertinggi di Indonesia, sejak tahun 2016 hingga 2018 penderita tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur Selalu mengalami kenaikan. Meningkatnya penularan infeksi TBC di Indonesia banyak dihubungkan dengan memburuknya kondisi sosial ekonomi, belum optimalnya fasilitas pelayanan kesehatan masyarakat, meningkatnya jumlah penduduk yang tidak mempunyai tempat tinggal dan adanya epidemi dari infeksi HIV (Depkes RI, 2006).

Data spasial memiliki faktor spasial atau dengan kata lain letak geografis, karena pada data spasial terdapat heterogenitas spasial

(keberagaman antar lokasi) (Anselin, 1998). Metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengatasi keheterogenan spasial. GWR merupakan model regresi linier yang menghasilkan penaksir parameter dan model untuk setiap lokasi. Model GWR kurang tepat untuk memodelkan data diskrit dan berdistribusi Poisson, dimana peubah acak merupakan banyaknya peristiwa sukses selama selang waktu tertentu dan pada lokasi tertentu dan merupakan peristiwa yang jarang terjadi (Fotheringham dkk, 2002).

GWPR adalah suatu metode statistika yang digunakan untuk menganalisis model regresi Poisson dengan memperhitungkan faktor lokasi. Kelemahan dari metode GWPR adalah apabila terdapat variabel prediktor yang dipengaruhi lokasi (bersifat lokal) dan ada pula yang tidak dipengaruhi lokasi (bersifat global), maka model semiparametrik lebih tepat untuk digunakan, sehingga model GWPR dikembangkan menjadi *Geographically Weighted Poisson Regression Semiparametric* (GWPRS).

Dalam penelitian ini penulis meneliti delapan variabel prediktor antara lain Kepadatan Penduduk (X1), Persentase Rumah Tangga Berperilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) (X2), Persentase Penduduk dengan Akses Air Minum Layak (X3), Jumlah Penderita HIV (X4), Persentase Rumah Sehat (X5), Persentase Penduduk dengan Sanitasi Layak (X6), Persentase Tempat Umum dan Pengelolaan Makanan (TUPM) Sehat (X7) dan Jumlah Tenaga Kesehatan (X8) di Provinsi Jawa Timur tahun 2018.

Landasan Teori

Regresi Poisson

Regresi Poisson merupakan suatu bentuk analisis regresi yang digunakan untuk memodelkan data tentang peristiwa yang jarang terjadi dan digunakan pada model dengan data cacah (*count data*). Distribusi Poisson menjadi pilihan baik untuk data cacahan karena merupakan distribusi diskrit dengan nilai variabel random berupa bilangan bulat positif. Berikut ini merupakan model regresi poisson dengan pemetaan log :

$$g(\mu_i) = \ln \mu_i = x_i \beta \quad (1)$$

Regresi Poisson memiliki fungsi peluang sebagai berikut :

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

Dengan parameter $\mu > 0$. Model regresi poisson dapat dinyatakan dalam model :

$$\ln(\mu_i) = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_p x_{ip} + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij} \\ \mu_i = \exp(X^T \beta) \quad (3)$$

Uji serentak dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh variabel prediktor secara bersama-sama terhadap variabel respon. Uji signifikansi serentak dapat dilakukan dengan menggunakan *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT).

Hipotesis :

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

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_j \neq 0; ;$$

$$j = 1, 2, \dots, p$$

Dengan statistik uji :

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

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

Uji parsial dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh dari masing-masing variabel prediktor terhadap variabel respon.

Hipotesis :

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0$$

Dengan statistik uji : $Z = \frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)}$ (5)

Tolak H_0 jika $|Z_{\text{hitung}}| > Z_{\frac{\alpha}{2}}$ artinya

parameter ke- j signifikan terhadap model regresi poisson.

dimana :

n : jumlah sampel

k : banyaknya variabel

α : taraf signifikansi

Model GWPR

Model GWPR adalah bentuk lokal dari model regresi poisson di mana suatu lokasi diperhatikan dan diasumsikan bahwa variabel respon yang digunakan merupakan data diskrit dan berdistribusi poisson (Fotheringham, dkk 2002). Menurut Fotheringham, dkk (2002) rumus model GWPR adalah sebagai berikut :

$$y_i \sim \text{Poisson}(\mu_i) \text{ dengan} \\ \mu_i = \exp(\sum_{j=0}^k \beta_{ij}(u_i, v_i)x_{ij} + \varepsilon_i) \quad (6)$$

di mana :

- y_i : nilai observasi variabel respon ke- i
- x_{ij} : nilai observasi variabel prediktor pada lokasi (u_i, v_i)
- $\beta_j(u_i, v_i)$: parameter model variabel prediktor lokal pada lokasi (u_i, v_i)
- (u_i, v_i) : titik koordinat (*longitude, latitude*)
- ε_i : nilai error regresi ke- i

Uji serentak dalam model GWPR dilakukan untuk mengetahui terdapat pengaruh variabel prediktor secara bersama-sama terhadap variabel respond dan menggunakan *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT).

Hipotesis :

$$H_0 : \beta_1(u_1, v_1) - \beta_2(u_2, v_2) - \dots - \beta_k(u_k, v_k) = 0 \\ H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j(u_i, v_i) \neq 0; j = 1, 2, \dots, n$$

Dengan statistik uji :

$$D(\hat{\beta}) = 2(\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\hat{\omega})) \quad (7)$$

Tolak H_0 jika nilai devians model regresi poisson atau $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(\alpha, df)}$ artinya ada salah satu parameter yang berpengaruh secara signifikan terhadap model GWPR.

Uji parsial dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh dari masing-masing variabel prediktor terhadap variabel respon.

Hipotesis :

$$H_0 : (\beta_j(u_i, v_i)) = \beta_j \\ H_1 : (\beta_j(u_i, v_i)) \neq \beta_j; i = 1, 2, \dots, n; j = 0, 1, 2, \dots, p$$

$$\text{Statistik uji : } t = \frac{\hat{\beta}_j(u_i, v_i)}{se(\hat{\beta}_j(u_i, v_i))} \quad (8)$$

Kriteria penolakan adalah Tolak H_0 jika $|t_{\text{hitung}}| > t_{(n-k:\frac{\alpha}{2})}$ artinya parameter ke- j pada

lokasi ke- i (u_i, v_i) berpengaruh signifikan terhadap model GWPR.

Model GWPRS

Model *Geographically Weighted Poisson Regression Semiparametric* (GWPRS) adalah metode hasil pengembangan dari model GWPR yang mengkombinasikan antara parameter bersifat lokal dan parameter bersifat konstan (global) terhadap lokasi (Nakaya, dkk 2005). Model GWPRS dapat dituliskan sebagai berikut :

$$y_i \sim \text{Poisson}(\exp(\sum_{j=0}^{k^*} \beta_j(u_i, v_i)x_{ij} + \sum_{g=k^*+1}^k \gamma_g x_{ig}))$$

(9)

dimana :

- y_i : nilai observasi variabel respon ke- i
- x_{ij} : nilai observasi variabel prediktor pada lokasi (u_i, v_i)
- $\beta_j(u_i, v_i)$: parameter model variabel prediktor lokal pada lokasi (u_i, v_i)
- γ_g : Parameter model variabel prediktor global pada lokasi (u_i, v_i)
- (u_i, v_i) : titik koordinat (*longitude, latitude*)
- x_{ig} : nilai observasi variabel prediktor global pada lokasi (u_i, v_i)

Dalam pengujian model GWPRS dilakukan secara parsial, untuk mengetahui variabel prediktor mana yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon.

Hipotesis :

$$H_0 : Y_g = 0 \text{ (Parameter prediktor yang bersifat global tidak signifikan)}$$

$$H_1 : Y_g \neq 0 \text{ (Parameter prediktor yang bersifat global signifikan)}$$

Taraf signifikansi sebesar $\alpha = 10\%$.

Tolak H_0 jika $|Z_{\text{hitung}}| > Z_{(\frac{\alpha}{2})}$

Untuk parameter GWPRS secara parsial pada parameter lokal adalah sebagai berikut :

Hipotesis :

$$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = 0 \text{ (parameter prediktor yang bersifat lokal tidak signifikan)}$$

$$H_1 : \beta_j(u_i, v_i) \neq 0 \text{ (parameter prediktor yang bersifat lokal signifikan)}$$

Taraf signifikansi sebesar $\alpha = 10\%$.

Tolak H_0 jika $|Z_{\text{hitung}}| > Z_{(\frac{\alpha}{2})}$

Bandwidth dan Matriks Pembobot

Bandwidth merupakan suatu lingkaran yang digunakan sebagai dasar untuk menentukan bobot pada suatu pengamatan.

Ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam pemilihan *bandwidth* optimum, salah satunya adalah metode *Cross Validation* (CV) yang dirumuskan sebagai berikut :

$$CV(h) = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \hat{y}_{\neq i}(h))^2 \quad (10)$$

dimana :

$\hat{y}_{\neq i}(h)$: nilai penaksir y_i

Untuk mendapatkan nilai h yang optimum, maka didapatkan dari nilai h yang menghasilkan nilai CV minimum.

Akaike Information Criterion (AIC)

Akaike Information Criterion (AIC) adalah kriteria kesesuaian model untuk menaksir parameter model secara statistik dan untuk mengetahui seberapa dekat parameter yang ditaksir dengan nilai populasi. Berikut ini merupakan rumus dalam perhitungan AIC :

$$AIC = 2k - 2\ln(\text{likelihood}) \quad (11)$$

dimana :

k : banyak parameter yang akan ditaksir

$\ln(\text{likelihood})$: nilai maksimum likelihood model

Metode Penelitian

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan data sekunder yakni kasus faktor-faktor yang menyebabkan tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur tahun 2018.

Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Variabel Penelitian

No	Nama Variabel	Data
1	Y	Jumlah Kasus Tuberkulosis pada setiap Kabupaten/Kota di Jawa Timur
2	X1	Kepadatan Penduduk
		Persentase Rumah Tangga
3	X2	Berperilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS)
4	X3	Persentase Penduduk dengan Akses Air Minum Layak
5	X4	Jumlah Penderita HIV
6	X5	Persentase Rumah Sehat

7	X6	Persentase Penduduk dengan Sanitasi Layak
8	X7	Persentase Tempat Umum dan Pengolahan Makanan (TUPM) Sehat
9	X8	Jumlah Tenaga Kesehatan

Prosedur

Prosedur dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan analisis deskriptif pada data kasus tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur tahun 2018.
2. Melakukan uji asumsi klasik multikolinieritas terhadap variabel prediktor.
3. Menganalisis model regresi poisson dengan langkah-langkah sebagai berikut :
 - a. Melakukan penaksiran estimasi parameter
 - b. Melakukan pengujian serentak dan parsial
 - c. Menentukan model akhir regresi poisson
 - d. Melakukan uji kesesuaian
 - e. Menghitung nilai ketepatan klasifikasi model regresi poisson
 - f. Membuat kesimpulan
4. Menganalisis model GWPR dan GWPRS dengan langkah-langkah sebagai berikut :
 - a. Menghitung jarak Euclidean antara lokasi ke-i yang terletak pada koordinat (u_i, v_i) terhadap lokasi ke-j yang terletak pada koordinat (u_j, v_j)
 - b. Menentukan *bandwidth* (h) optimum dengan menggunakan metode *Cross Validation* (CV)
 - c. Menghitung matriks pembobot dengan menggunakan fungsi pembobot *Fixed Kernel Bisquare*
 - d. Melakukan penaksiran parameter model GWPR
 - e. Melakukan pengujian parameter model GWPR
 - f. Menentukan model akhir GWPR
 - g. Melakukan uji kesesuaian antara model GWPR dan regresi poisson
 - h. Menentukan variabel global dan variabel lokal
 - i. Melakukan penaksiran parameter model GWPRS
 - j. Melakukan pengujian parameter model GWPRS
 - k. Menentukan model akhir GWPRS
 - l. Melakukan uji kesesuaian antara model GWPRS dan regresi poisson

- m. Menghitung nilai ketepatan klarifikasi model GWPRS
- n. Membuat Kesimpulan

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Multikolinearitas

Hasil uji multikolinieritas disajikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 2. Nilai VIF

Variabel Prediktor	VIF
Keppen (X1)	2.488
PHBS (X2)	1.485
Air Minum Layak (X3)	1.774
HIV (X4)	4.971
Rumah Sehat (X5)	1.216
Sanitasi (X6)	1.858
TUPM (X7)	1.658
Tenaga Medis (X8)	4.211

Dapat dilihat dari nilai VIF seluruh variabel prediktor kurang dari 10, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi multikolinieritas pada masing-masing variabel prediktor dan semua variabel tersebut dapat digunakan untuk membentuk model GWPRS.

Heterogenitas spasial

Berikut ini merupakan hasil uji heterogenitas spasial :

Tabel 3. Hasil Uji Breusch-Pagan

Breusch-Pagan	p-value
16.724	0.033

Hipotesis :

H_0 : Tidak terdapat heterogenitas spasial pada data

H_1 : Terdapat heterogenitas spasial pada data

Dapat dilihat dari p-value yakni sebesar 0.033 kurang dari alfa (0.1) maka tolak H_0 dan dapat disimpulkan terdapat heterogenitas spasial pada data.

Moran's I

Berikut ini merupakan hasil uji dari Moran's I :

Tabel 4. Hasil Uji Moran's I

Moran I statistic standard deviate	p-value
0.0522	0.0580

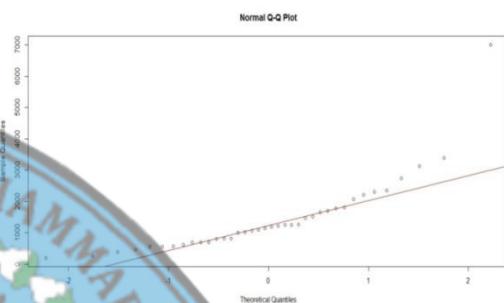
Hipotesis :

$H_0 : I = 0$ (tidak terdapat dependensi spasial pada data TBC di Jawa Timur)

$H_1 : I \neq 0$ (terdapat dependensi spasial pada data TBC di Jawa Timur)

Dapat diketahui dari tabel 4.4 bahwa nilai *p-value* sebesar $0.0580 < \alpha$ (0.1) maka H_0 ditolak dan dapat disimpulkan bahwa terdapat dependensi spasial pada data TBC di Jawa Timur.

Pemodelan Kasus Tuberkulosis Menggunakan Regresi Poisson



Gambar 1. Plot Kuantil-Kuantil Normal
Gambar 1. merupakan plot kuantil-kuantil normal untuk variabel jumlah kasus tuberkulosis di Jawa Timur. Dapat dilihat dari plot kuantil-kuantil normal tersebut bahwa sebaran data tidak mengikuti garis lurus, hal ini menunjukkan bahwa data tidak berdistribusi normal. Selanjutnya akan dilakukan estimasi parameter model regresi poisson. Berikut ini merupakan hasil yang diperoleh untuk nilai estimasi model regresi poisson :

Tabel 5. Nilai Estimasi Parameter Model Regresi Poisson

Parameter	Estimate	Std.Error	z-value	p-value
β_0	7.113	4.30E-02	165.323	<2e-16
β_1	-0.00014	4.46E-06	-30.616	<2e-16
β_2	0.00652	3.58E-04	18.218	<2e-16
β_3	0.00392	4.53E-04	8.648	<2e-16
β_4	0.00027	1.94E-04	1.386	0.166
β_5	0.00505	3.56E-04	14.186	<2e-16
β_6	-0.01386	4.77E-04	-29.067	<2e-16
β_7	-0.00502	4.37E-04	-11.484	<2e-16
β_8	0.00028	4.02E-06	68.596	<2e-16

Ket : $\text{sig.}\alpha = 10\%$

Uji Serentak regresi Poisson

Hipotesis untuk uji serentak adalah sebagai berikut :

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

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_j \neq 0;$$

$$j = 1, 2, \dots, p$$

Berdasarkan hasil dari output R nilai devians yang didapat adalah 5588,4 lebih besar dari nilai tabel $\chi^2_{(29,0,10)}$ sebesar 39,087. Sehingga tolak H_0 , artinya paling sedikit ada satu $X_j \neq 0$ atau dengan kata lain paling tidak ada satu parameter yang berpengaruh secara signifikan terhadap model regresi poisson.

Uji Parsial regresi Poisson

Hipotesis :

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0$$

Dapat dilihat dari tabel 5. bahwa masing-masing dari variabel prediktor antara lain Kepadatan Penduduk (X1), Persentase Rumah Tangga Berperilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) (X2), Air Minum Layak (X3), Rumah Sehat (X5), Sanitasi (X6), TUPM (X7) dan Tenaga Kesehatan (X8) memiliki nilai p-value < alfa (0.1), maka H_0 ditolak sehingga variabel-variabel prediktor tersebut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel respon. Variabel HIV (X4) memiliki nilai p-value > alfa (0.1), maka H_0 diterima sehingga variabel HIV tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel respon. Sehingga model regresi poisson yang terbentuk untuk jumlah kasus tuberkulosis (TBC) adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \mu = \exp(7.113 - 0.00014X_1 + 0.00652X_2 \\ + 0.00392X_3 + 0.00027X_4 \\ + 0.00505X_5 - 0.01386X_6 \\ - 0.00502X_7 + 0.00028X_8 \end{aligned}$$

Pemodelan Kasus Tuberkulosis Menggunakan GWPR

Berikut adalah contoh hasil pembobot *Fixed kernel bisquare* untuk Kabupaten Pacitan :

Tabel 6. Jarak *euclidean* dan pembobot untuk Kabupaten Pacitan

No	Kabupaten/Kota	Euclidean	Pembobot
1	Pacitan	0	1
2	Ponorogo	0.419453	0.794
3	Trenggalek	0.566801	0.797

4	Tulungagung	0.823548	0.802
5	Blitar	1.019965	0.805
...
38	Kota Batu	1.413085	0.813

Tabel 6. merupakan contoh untuk pembobot di Kabupaten Pacitan, matriks pembobotnya adalah sebagai berikut :

$$W(i)(u_i, v_i)$$

$$= diag[1; 0.794; 0.797; 0.802; \dots; W_{38}(u_i, v_i)]$$

Matriks pembobot dibentuk guna untuk menaksir parameter berdasarkan lokasi (u_1, v_1) . Penaksiran parameter dari lokasi (u_2, v_2) sampai (u_{34}, v_{34}) menggunakan matriks yang berbeda.

Uji Kesamaan Model Regresi Poisson dan GWPR

Uji kesamaan model regresi poisson dengan model GWPR adalah untuk mengetahui apakah ada perbedaan antara kedua model.

Hipotesis :

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

$$\begin{aligned} H_0 : (\beta_j(u_i, v_i)) \neq \beta_j ; i = 1, 2, \dots, n; j \\ = 0, 1, 2, \dots, p \end{aligned}$$

Dengan kriteria uji tolak H_0 jika $F_{hitung} > F_{(\alpha; df_A; df_B)}$ atau tolak H_0 jika $p\text{-value} < \alpha$ (0.1).

Tabel 7. Uji Kesamaan Model Regresi Poisson dan GWPR

Model	Devians	Df	Devians /df	F hitung
Regresi Poisson	5588.414	29.000	192.70	0.966
GWPR	5123.968	25.674	199.58	
Difference	984.053	3.326	139.62	

Dari tabel di atas, didapatkan nilai $F_{hitung} = 0.966$ dan nilai tabel $F_{(0,10;29;25,67)}$ sebesar 1.663, karena nilai F_{hitung} kurang dari nilai

F_{tabel} maka H_0 diterima artinya tidak terdapat perbedaan antara model regresi poisson dan GWPR atau dapat dikatakan bahwa model yang tidak diboboti dalam model regresi poisson dan yang sudah diboboti dalam model GWPR tidak memiliki perbedaan yang signifikan dalam taraf 10%.

Uji Parsial Parameter Model GWPR

Hipotesis :

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

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

Pada pengujian terdapat parameter $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$, dengan kriteria pengujian Tolak H_0 jika $|t_{hitung}| > t_{(n-k,\frac{\alpha}{2})}$. Berikut ini merupakan contoh pengujian parameter parsial untuk provinsi Kabupaten Pacitan :

Tabel 8. Uji Parsial Model GWPR untuk Kabupaten Pacitan

Parameter	Estimasi	Standar Eror	t hitung
β_0	6.94773	0.05856	118.65238
β_1	-0.00013	0.00001	-26.74200
β_2	0.00517	0.00043	12.12790
β_3	0.00517	0.00054	9.56024
β_4	-0.00050	0.00021	-2.41070
β_5	0.00628	0.00045	13.87810
β_6	-0.01688	0.00063	-26.63900
β_7	-0.00157	0.00057	-2.77260
β_8	0.00029	0.000004	66.16470

Dapat dilihat berdasarkan tabel 8. bahwa nilai t_{hitung} dari seluruh variabel prediktor lebih dari nilai t_{tabel} yaitu 1.699. Maka dapat disimpulkan bahwa seluruh variabel prediktor yang di uji secara parsial pada Kabupaten Pacitan berpengaruh signifikan terhadap model. Pemodelan untuk Kabupaten Pacitan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mu_1 = \exp(6.94773 - 0.00013X_1 \\ + 0.00517X_2 + 0.00517X_3 \\ - 0.00050X_4 + 0.00628X_5 \\ - 0.01688X_6 - 0.00157X_7 \\ + 0.00029X_8) \end{aligned}$$

Tabel 9. Variabel Signifikan untuk tiap Kabupaten/Kota

Kabupaten/Kota	Variabel Signifikan
Pacitan	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Ponorogo	X1, X2, X3, X5, X6, X7, X8
Trenggalek	X1, X2, X3, X5, X6, X7, X8
Tulungagung	X1, X2, X3, X5, X6, X7, X8
Blitar	X1, X2, X3, X4, X5, X6,

Kabupaten/Kota	Variabel Signifikan
Kediri	X7, X8
Malang	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Lumajang	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Jember	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Banyuwangi	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Bondowoso	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Situbondo	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Probolinggo	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Pasuruan	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Sidoarjo	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Mojokerto	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Jombang	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Nganjuk	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Madiun	X1, X2, X3, X5, X6, X7, X8
Magetan	X1, X2, X3, X5, X6, X7, X8
Ngawi	X1, X2, X3, X5, X6, X7, X8
Bojonegoro	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Tuban	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Lamongan	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Gresik	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Bangkalan	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Sampang	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Pamekasan	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Sumenep	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Kota Kediri	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Kota Blitar	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8

Kabupaten/Kota	Variabel Signifikan
Kota Malang	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Kota Probolinggo	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Kota Pasuruan	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Kota Mojokerto	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Kota Madiun	X1, X2, X3, X5, X6, X7, X8
Kota Surabaya	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8
Kota Batu	X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8

Pemodelan Kasus Tuberkulosis Menggunakan GWPRS

Uji Kesamaan Model Poisson dan GWPRS

Hipotesis :

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

$$H_0: (\beta_j(u_i, v_i)) \neq \beta_j; i = 1, 2, \dots, n; j = 0, 1, 2, \dots, p$$

Dengan kriteria uji tolak H_0 jika $F_{hitung} > F_{(\alpha; df_A; df_B)}$ atau tolak H_0 jika $p-value < \alpha$ (0.1).

Tabel 10. Uji Kesamaan Model Regresi Poisson dan GWPRS

Model	Devians	Df	Devians /df	F hitung
Regresi Poisson	5588.41	29.00	192.704	0.675
GWPRS	2560.99	8.970	285.501	
Difference	3027.43	20.03	151.146	

Dari tabel di atas, didapatkan nilai $F_{hitung} = 0.675$ dan nilai tabel $F_{(0.10; 29; 8.97)}$ sebesar 2.386, karena nilai F_{hitung} kurang dari nilai F_{tabel} maka H_0 diterima artinya tidak terdapat perbedaan antara model regresi poisson dan GWPRS atau dapat dikatakan bahwa model yang tidak diboboti dalam model regresi poisson dan yang sudah diboboti dalam mdel GWPRS tidak memiliki perbedaan yang signifikan dalam taraf 10%.

Uji Parsial Model GWPRS

Dalam pengujian model GWPRS dilakukan secara parsial, untuk mengetahui

variabel prediktor mana yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Dengan kriteria pengujian Taraf signifikansi sebesar $\alpha = 10\%$. Tolak H_0 jika $|Z_{hitung}| > Z_{(\frac{\alpha}{2})}$.

$H_0 : Y_g = 0$ (Parameter prediktor tidak signifikan)

$H_1 : Y_g \neq 0$ (Parameter prediktor signifikan)

Tabel 11. Nilai Estimasi Parameter Model GWPRS

Variabel	Estimate	Standard Error	z(Est /SE)	Exp(Est)
Intercept	7.11267	0.043023	165.32284	1227.4
HIV (X4)	0.00027	0.000194	1.38613	1.0002
Keppen (X1)	-0.00014	0.000004	-30.61549	0.9998
PHBS (X2)	0.00652	0.000358	18.21823	1.0065
Air (X3)	0.00392	0.000453	8.64797	1.0039
Rumah (X5)	0.00505	0.000356	14.18605	1.0050
Sanitasi (X6)	-0.01386	0.000477	-29.06750	0.9862
TUPM (X7)	-0.00502	0.000437	-11.48387	0.9949
Tenaga (X8)	0.00028	0.000004	68.59795	1.0002

Berdasarkan tabel 11. dapat diketahui bahwa nilai Z_{hitung} dari variabel prediktor yang bersifat lokal HIV (X4) adalah $1.38613 < Z_{tabel} (1.645)$ yang artinya variabel X4 tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Untung seluruh variabel global memiliki nilai $Z_{hitung} > Z_{tabel} (1.645)$ yang artinya seluruh variabel global memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel respon. Model GWPRS yang terbentuk adalah sebagai berikut :

$$y_i = \exp(7.11267 + 0.00027X_{i4} - 0.00014X_{i1} + 0.0652X_{i2} + 0.00392X_{i3} + 0.00505X_{i5} - 0.01386X_{i6} - 0.00502X_{i7} + 0.00028X_{i8})$$

Tabel 12. Variabel Model GWPRS yang signifikan di Setiap Kabupaten/Kota

Kabupaten/Kota	Variabel Signifikan
Kabupaten Pacitan, Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Tulungagung, Kabupaten Blitar, Kabupaten Kediri, Kabupaten Malang, Kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Situbondo, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, Kabupaten Jombang, Kabupaten X4	

Kabupaten/Kota	Variabel Signifikan
Madiun, Kabupaten Ngawi, Kabupaten Lamongan, Kabupaten Gresik, Kabupaten Bangkalan, Kabupaten Sampang, Kabupaten Pamekasan, Kaupaten Sumenep, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Madiun, Kota Surabaya, Kota Batu.	Magetan, Kabupaten Lumajang, Kabupaten Jember, Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Bojonegoro, Kabupaten Tuban.
	Tidak Ada

Berikut ini merupakan contoh model GWPRS Lokal di Kabupaten Pacitan :

$$y_1 = \exp(4.821 - 0.00014X_{11} + 0.00652X_{12} + 0.0039 \\ 2X_{13} + 0.00505X_{15} - 0.01386X_{16} - 0.00502X_{17} + 0.00028X_{18} + 0.010919X_{14})$$

Untuk pembentukan model pada kabupaten/kota lain dapat melakukan hal yang sama hanya melakukan pergantian pada variabel lokal HIV (X4).

Pemetaan Variabel Lokal Signifikan Model GWPRS



Gambar 2. Peta Tematik Variabel Lokal Signifikan Model GWPRS

Dapat dilihat berdasarkan peta bahwa Kabupaten Lumajang, Kabupaten Jember, Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Bojonegoro dan kabupaten Tuban tidak memiliki variabel lokal yang signifikan. Untuk kabupaten/kota lain yang tidak disebutkan memiliki variabel lokal yang signifikan yakni variabel HIV (X4).

Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik dipilih berdasarkan nilai *Akaike Information Criterion* (AIC) minimum, devian terkecil dan r-squared maksimum pada model yang terbentuk. Hasil

pemilihan model terbaik dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 13. Hasil Pemilihan Model Terbaik

Model	Devian	AIC	R ²
Regresi Poisson	5588.4	5943.1	80.07%
GWPR	5123.97	5145.83	81.73%
GWPRS	2560.98	2616.06	90.87%

Dapat dilihat berdasarkan tabel 13. Bahwa didapatkan model terbaik yakni model GWPRS, karena memiliki nilai devian terkecil sebesar 2560.98, nilai AIC terkecil yakni sebesar 2616.06 dan nilai R² tertinggi yakni 90.87%.

Simpulan dan Saran

Simpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa :

1. Model terbaik yang didapatkan yakni model GWPRS dengan menggunakan pembobot *fixed kernel bisquare*, karena memiliki nilai devian terkecil sebesar 2560.98, nilai AIC terkecil yakni sebesar 2616.06 dan nilai R² tertinggi yakni 90.87% jika dibandingkan dengan model regresi poisson dan model GWPR.
2. Didapatkan 38 hasil pemodelan terhadap 38 Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur. Salah satu contohnya adalah pemodelan dari Kabupaten Pacitan dengan model GWPRS sebagai berikut:

$$y_1 = \exp(4.821 - 0.00014X_{11} + 0.00652X_{12} + 0.00392X_{13} + 0.00505X_{15} - 0.01386X_{16} - 0.00502X_{17} + 0.00028X_{18} + 0.010919X_{14})$$

3. Berdasarkan pemetaan terhadap variabel lokal signifikan model GWPRS didapatkan Kabupaten/Kota yang signifikan terhadap variabel lokal X4 antara lain Pacitan, Ponorogo, Trengalek, Tulungagung, Blitar, Kediri, Malang, Banyuwangi, Bondowoso, Situbondo, Probolinggo, Pasuruan, Sidoarjo, Mojokerto, Jombang, Madiun, Magetan, Ngawi, Lamongan, Gresik, Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Madiun, Kota Surabaya, Kota Batu.

Saran

Dalam penelitian ini masih banyak kekurangan yang perlu diperbaiki untuk peneliti selanjutnya, maka saran penulis

kepada peneliti selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Perlu adanya penambahan pada variabel prediktor agar lebih mengetahui faktor-faktor lain apa sajakah yang mempengaruhi angka tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur.
2. Data angka tuberkulosis dapat dianalisis menggunakan model lain agar model regresinya lebih baik lagi.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada para dosen pembimbing skripsi saya bu Tiani, Pak Rochdi dan seluruh dosen statistika Unimus. Tak lupa pula saya ucapkan terima kasih kepada kedua orangtua saya dan teman-teman statistika angkatan 2016 yang banyak memberi dukungan kepada saya.

Daftar Pustaka

- Achmadi U F. (2008). *Manajemen Penyakit Berbasis Wilayah*. Jakarta: UI Press
- Amelia, Rahmi., & Purhadi. (2012). *Pemodelan Jumlah Balita Gizi Buruk di Jawa Timur dengan Geographically Weighted Poisson Regression*. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 1(1).
- Anselin, Luc., & Bera, A. K. (1998). *Introduction to spatial econometrics*. Handbook of applied economic statistics. 1-155.
- Aristia, R., Salamah, M., Arief, J., & Hakim, R. (n.d.). *Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kematian Ibu Hamil di Jawa Timur Dengan Menggunakan Regresi Binomial Negatif dan Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR)*. (1), 1–6.
- Astari, G. A. R., Srinadi, I. G. A. M., & Susilawati, Made. (2013). *Pemodelan Jumlah Anak Putus Sekolah dengan Pendekatan Semi-parametric Geographically Weighted Poisson Regression*. 2(3) : 29-34.
- Badan Pusat Statistik. 2019. *Statistik Indonesia 2019*.
- Castro, M., Jorge, A., & João, M. (2016). *Spatial and Spatio-temporal Epidemiology A coregionalization model can assist specification of Geographically Weighted Poisson Regression : Application to an ecological study*. 17, 1–13.
- Dewi, F.D., Yasin, H., dan Sugito. (2015). Pemodelan Status Kesejahteraan Daerah Kabupaten atau Kota di Jawa Tengah Menggunakan Geographically Weighted Logistic Regression Semiparametric. *Jurnal Gaussian*. 4(1): 43-52.
- Dhartikasari, E., Purhadi. (n.d.). *Pemodelan Jumlah Penderita Hipertensi di Propinsi Jawa Timur dengan Mixed Geographically Weighted Poisson Regression*. 1–6.
- Dinas Kesehatan RI. 2019. *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2018*. Dinas Kesehatan RI: Jakarta.
- Fotheringham, A., Lu, B., Charlton, M., Harris, P., & Stewart, A. (2002). *Geographically Weighted Regression : The Analysis of Spatially Varying Relationships data*. International Journal of Geographical Information Science, 1–22.
- Ghozali, I. (2007). *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program SPSS*. Badan Penerbit UNDIP: Semarang.
- Lestari, R. D., & Wulandari, S. P. (2014). *Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kasus Penyakit Tuberkulosis di Jawa Timur dengan Pendekatan Generalized Poisson Regression dan Geographically Weighted Poisson Regression*. 3(2).

- Lina, Ica Rossa. (2017). *Penerapan Model Geographically weighted poisson regression semiparametric (GWPRS) terhadap Angka Kasus Kematian Ibu di Jawa Barat*. S1 thesis, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Misnadiarly. (2006). *Pemeriksaan Laboratorium Tuberkulosis dan Mikobakterium Atipik*. Jakarta : Dian Rakyat.
- Nakaya, T., Fortheringham, A.S., Brunsdon, C., dan Charlton, M. (2004). *Geographically Weighted Poisson Regression for Disease Association Mapping*. Statistic in Medicine. 24(17): 2695-2717.
- Ningsih, S. (2016). *Model Geographically Weighted Logistik Regression Semiparametric (GWLRS) (Studi Kasus Kemiskinan daerah Kabupaten/Kota di Jawa Barat Tahun 2012)*. Skripsi. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Octavianty.,Toharudin, Toni., Jaya,Mindra. (2017). *Geographically weighted poisson regression semiparametric on modeling of the number of tuberculosis cases (Case study : Bandung city) Geographically Weighted Poisson Regression Semiparametric On Modeling Of The Number Of Tuberculosis Cases (Case Study : Bandung City).* 020022. <https://doi.org/10.1063/1.4979438>
- Oktiva, Ardianti. (2016). *Pemodelan Geographically Weighted Poisson Regression Semiparametric (GWPRS) dengan Pembobot Fixed Gaussian Kernel dan Fixed Tricube Kernel*. Jurnal Mahasiswa Statistik. 4(2).
- Ribeiro, M. C., Sousa, A. J., & Pereira, M. J. (2015). *Spatial Statistics* 2015 :
- Emerging Patterns A coregionalization model to assist the selection process of local and global variables in semi-parametric geographically weighted poisson regression.* Procedia Environmental Sciences, 26, 53–56.
- Santa, dkk. 2009. *Seri Asuhan Keperawatan Gangguan Sistem Pernafasan Akibat Infeksi*. Jakarta: TIM.
- Yasin, Hasbi. & Rusgiyono, Agus. (2013). *Identifikasi Faktor-Faktor Penyebab Kejadian Diare di Kota Semarang Dengan Pendekatan Geographically Weighted Poisson Regression*. Jurnal Sains dan Matematika. 21(3): 84-9

