

Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kasus Kusta di Jawa Timur pada Tahun 2013 Menggunakan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR)

Lucky Chyntia Juniardi dan Mutiah Salamah
Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail :mutiah_s@statistika.its.ac.id

Abstrak—Penyakit kusta merupakan penyakit kronis disebabkan oleh *Micobacterium Leprae* yang terutama menyerang kulit dan saraf tepi (fungsi sensoris, motoris dan otonom). Keterlambatan untuk mendapatkan pengobatan akan menyebabkan kecacatan yang permanen pada mata, tangan dan kaki. Perlu dilakukan analisis untuk mengetahui faktor apa saja yang berpengaruh terhadap jumlah kusta sehingga jumlah penderita kusta bisa diminimalisir. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk pemodelan jumlah kasus kusta adalah regresi Binomial Negatif. Regresi Binomial Negatif merupakan salah satu model regresi terapan dari *Generalized Linear Model* (GLM) karena distribusi Binomial Negatif termasuk anggota dari distribusi keluarga eksponensial. Regresi Binomial Negatif merupakan salah satu metode untuk mengatasi kasus overdispersi. Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan analisis menggunakan metode *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR) yang mampu mengatasi kondisi overdispersion dengan ditambahkan aspek spasial didalamnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jumlah kasus kusta di Jawa Timur adalah persentase rumah tangga yang memiliki rumah sehat, tingkat kepadatan penduduk dan persentase rumah tangga yang berlokasi di daerah kumuh.

Kata Kunci—GWNBR, Jumlah Kasus Kusta, Kepadatan Penduduk, Regresi Binomial Negatif, Rumah Berlokasi di Daerah Kumuh, Rumah Sehat

I. PENDAHULUAN

PENYAKIT kusta merupakan penyakit kronis disebabkan oleh *Micobacterium Leprae* yang terutama menyerang kulit dan saraf tepi (fungsi sensoris, motoris dan otonom). Keterlambatan untuk mendapatkan pengobatan akan menyebabkan kecacatan yang permanen pada mata, tangan dan kaki [1]. Penyakit kusta menjadi hal penting yang harus diperhatikan oleh Indonesia karena jumlahnya masih cukup tinggi. Jawa Timur merupakan provinsi yang memberikan kontribusi terbesar terhadap jumlah kasus kusta di Indonesia. Pada tahun 2013 kasus kusta baru di Jawa Timur mencapai 4.681 orang dengan rincian tipe PB sebanyak 328 orang dan tipe MB 4353 orang [2].

Rujukan [3] dalam penelitiannya mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran kusta melakukan analisis terkait hubungan kondisi fisik rumah, sarana air bersih dan karakteristik masyarakat dengan kejadian kusta di kabupaten Tapin Kalimantan Selatan yang menyimpulkan bahwa kondisi fisik rumah, interaksi masyarakat dan tingkat pendidikan merupakan faktor dominan yang mempengaruhi penyebaran kusta.

Regresi Binomial Negatif merupakan salah satu model regresi terapan dari *Generalized Linear Model* (GLM) karena distribusi Binomial Negatif termasuk anggota dari distribusi keluarga eksponensial [4]. Regresi Binomial Negatif merupakan salah satu metode untuk mengatasi kasus overdispersi. Kasus overdispersi adalah suatu kondisi dimana nilai mean dan varians dari variabel respon tidak sama. Selanjutnya, [5] menyatakan bahwa terdapat pengaruh aspek spasial pada pemodelan angka prevalensi kusta untuk kabupaten/kota di Jawa Timur pada tahun 2011.

Berdasarkan uraian tersebut maka dalam penelitian ini dilakukan pemodelan untuk mengetahui faktor-faktor yang diduga mempengaruhi jumlah kasus kusta di Jawa Timur pada tahun 2013 menggunakan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR). Hasil Penelitian ini diharapkan memberikan tambahan informasi tentang faktor-faktor yang secara signifikan mempengaruhi terjadinya kasus kusta pada masing-masing kabupaten/kota di Jawa Timur.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi Kusta dan Faktor yang Mempengaruhi

Kusta adalah penyakit menular menahun yang disebabkan oleh kuman kusta (*mycobacterium leprae*) yang menyerang saraf tepi, kulit, dan jaringan tubuh lainnya yang dalam jangka panjang dapat mengakibatkan sebagian anggota tubuh penderita tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Kusta terdiri dari dua tipe yaitu kusta tipe *pausibaciler* (PB) dan kusta tipe *multibaciler* (MB).

Kelompok yang beresiko tinggi terkena kusta adalah kelompok yang tinggal di daerah endemik dengan kondisi tempat tidur yang tidak memadai, air yang tidak bersih, asupan gizi yang buruk dan adanya penyertaan penyakit lain yang dapat menekan sistem imun. Daerah endemi merupakan suatu wilayah tertentu dimana suatu penyakit berasal, menyebar dan sering atau terus-menerus ada dalam wilayah tersebut. Insiden kusta dipengaruhi oleh faktor sosial ekonomi, lingkungan, faktor demografi dan faktor perilaku [6].

B. Deteksi Overdispersi

Kondisi Overdispersi dapat ditulis $V a(Y) > E(Y)$. Sebaliknya, data yang memiliki varians variabel respon lebih kecil dari mean variabel respon disebut dengan kondisi underdispersi. Kondisi overdispersi dapat menyebabkan nilai penaksir simpangan baku koefisien regresi β_j terlalu kecil, sehingga nilai statistik uji untuk pengujian hipotesis

pengaruh prediktor menjadi lebih besar dan menjadikan prediktor terlalu mudah dianggap berpengaruh[7].

C. Regresi Binomial Negatif

Regresi Binomial Negatif merupakan metode yang digunakan untuk mengatasi *overfit*. Untuk membentuk model regresi pada distribusi Binomial Negatif maka nilai parameter dari distribusi *mixture* dinyatakan dalam bentuk $\mu = \alpha \beta$ dan $\theta = \frac{1}{\alpha}$ sehingga $E[Y] = \mu$ dan $V[Y] = \mu + \theta \mu^2$. Fungsi massa peluang Binomial Negatif menjadi sebagai berikut.

$$f(y; \mu, \theta) = \frac{\Gamma(y + \frac{1}{\theta})}{y! \Gamma(\frac{1}{\theta})} \left(\frac{1}{1 + \theta \mu} \right)^{\frac{1}{\theta}} \left(\frac{\theta \mu}{1 + \theta \mu} \right)^y, \quad (1)$$

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

Jika θ menuju nol maka $V[Y] = E[Y] = \mu$ sehingga Binomial Negatif mendekati distribusi poisson.

Metode yang digunakan untuk estimasi parameter model regresi Binomial Negatif adalah metode *maximum likelihood estimation*. Untuk variabel respon y_i fungsi massa probabilitas distribusi Binomial Negatifnya adalah

$$f(y_i; \mu_i, \theta) = \frac{\Gamma(y_i + \frac{1}{\theta})}{\Gamma(\frac{1}{\theta}) \Gamma(y_i + 1)} \left(\frac{1}{1 + \theta \mu_i} \right)^{\frac{1}{\theta}} \left(\frac{\theta \mu_i}{1 + \theta \mu_i} \right)^{y_i}, \quad (2)$$

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

Uji kesesuaian model regresi Binomial Negatif menggunakan uji devians dengan hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_p = 0$$

H_1 : paling tidak ada satu $\beta_k \neq 0$; $k = 1, 2, \dots, p$

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \left[\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right] = 2 \left[\ln(L(\hat{\Omega})) - \ln(L(\hat{\omega})) \right] \quad (3)$$

Keputusan yang diambil akan tolak H_0 jika $D(\hat{\beta}) > \chi_{v; \alpha}^2$ dengan v adalah banyaknya parameter model dibawah populasi dikurangi dengan banyaknya parameter model dibawah H_0 . Tolak H_0 berarti ada salah satu variabel yang berpengaruh signifikan terhadap model sehingga dilanjutkan dengan pengujian secara parsial. Berikut adalah hipotesis yang digunakan untuk pengujian parameter secara parsial.

$$H_0: \beta_k = 0$$

$$H_1: \beta_k \neq 0$$

Statistik uji yang digunakan adalah

$$z = \frac{\hat{\beta}_k}{s(\hat{\beta}_k)} \quad (4)$$

dengan $s(\hat{\beta}_k)$ adalah tingkat kesalahan β_k . Keputusan yang diambil adalah tolak H_0 jika $|z_{h_i}| > z_{\frac{\alpha}{2}}$ dengan α adalah tingkat signifikansi. Sedangkan untuk pengujian overdispersi hipotesisnya adalah.

$$H_0: \theta = 0 \text{ (Tidak terjadi overdispersi)}$$

$$H_1: \theta \neq 0 \text{ (terjadi overdispersi)}$$

Statistik uji yang digunakan adalah

$$z = \frac{\hat{\theta}}{s(\hat{\theta})} \quad (5)$$

dengan $s(\hat{\theta})$ adalah tingkat kesalahan $\hat{\theta}$. Keputusan yang diambil adalah tolak H_0 jika $|z_{h_i}| > z_{\frac{\alpha}{2}}$ dengan α adalah tingkat signifikansi.

D. Pengujian Dependensi Spasial

Dependensi spasial menunjukkan bahwa pengamatan di suatu lokasi bergantung pada pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan. Pengujian dependensi spasial dapat dilakukan dengan Moran's I, dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0: M_1 = 0 \text{ (tidak ada dependensi spasial)}$$

$$H_1: M_1 \neq 0 \text{ (terdapat dependensi spasial)}$$

Statistik uji Moran's I sebagai berikut.

$$Z_I = \frac{I - E(I)}{\sqrt{V a(I)}} \quad (6)$$

$$\text{Dimana } I = \frac{e^T W e}{e^T e}$$

$$E(I) = \frac{t r(M W)}{(n - p)}$$

$$V a(I) = \frac{[t r(M W W^T M W)^2 + t r(M W)]^2}{d - \theta^2}$$

$$M = (I - X(X^T X)^{-1} X^T)$$

W_a = matrik pembobot dengan diagonal matrik adalah 0

$t r$ = jumlahan dari diagonal matrik M

Tolak H_0 jika $|Z_I| > Z_{\alpha/2}$ yang artinya terdapat dependensi spasial.

E. Pengujian Heterogenitas Spasial

Untuk melihat adanya heterogenitas spasial pada data dapat dilakukan pengujian *Breusch-Pagan* dengan hipotesis sebagai berikut[8].

$$H_0: \sigma^2_1 = \sigma^2_2 = \dots = \sigma^2_n = \sigma^2 \text{ (variansi antar lokasi sama)}$$

$$H_1: \text{Minimal ada satu } \sigma^2_i \neq \sigma^2 \text{ (variansi antar lokasi berbeda)}$$

Menggunakan statistik uji *Breusch-Pagan* (BP) adalah sebagai berikut.

$$B I = \left(\frac{1}{2} \right) f^T Z (Z^T Z)^{-1} Z^T f \sim \chi^2_{(p)} \quad (7)$$

dengan $e_i = y_i - \hat{y}_i$

$$f = (f_1, f_2, \dots, f_n)^T \text{ dengan } f_i = \frac{e_i^2}{\sigma^2} - 1$$

σ^2 = variansi dari y

e_i^2 = kuadrat sisaan untuk pengamatan ke- i

Z = matriks berukuran $n \times (p+1)$ yang berisi vektor yang sudah di normal bakukan (z) untuk setiap pengamatan

Tolak H_0 jika statistik uji $BP > \chi^2_{(p)}$.

Jika variansi antar lokasi berbeda maka perlumembuat matrik pembobot untuk regresi ini. Pembobotan digunakan untuk memberikan penekanan yang berbeda untuk observasi yang berbeda dalam menghasilkan pendugaan parameter. Pembobotan yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi kernel *adaptive bisquare*.

$$w_i = \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{h_i} \right)^2 \right)^2 \text{ untuk } d_{ij} \leq h_i \quad (8)$$

Dimana w_{ij} adalah 0 untuk $d_{ij} > h_i$; h_i adalah *bandwidth*.

Jarak euclidean (d_{ij}) antar lokasi ke- i dan lokasi ke- j dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2} \quad (9)$$

Pemilihan *bandwidth* optimum menjadisehat penting karena akan mempengaruhi ketepatan model terhadap data, yaitu mengatur variansi dan bias dari model. Oleh karena itu digunakan metode *cross validation*

(CV) untuk meminimumkan *bandwidth* optimum, yang dirumuskan sebagai berikut.

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

$\hat{y}_{\neq 1}(h)$ merupakan penaksir y_i dimana pengamatan lokasi (u_i, v_i) dihilangkan dalam proses penaksiran.

F. *GWNBR*

Model *GWNBR* akan menghasilkan parameter lokal dengan masing-masing lokasi akan memiliki parameter yang berbeda-beda. Model *GWNBR* dapat dirumuskan sebagai berikut [9].

$$y_i \sim N \left[e^x \left(\sum_p \beta_p(u_i, v_i) x_{ip} \right), \theta(u_i, v_i) \right], \quad (11)$$

$i = 1, 2, 3, \dots, n$

Di mana,

y_i : Nilai observasi respon ke- i

x_{ip} : nilai observasi variabel prediktor ke- p pada pengamatan lokasi (u_i, v_i)

$\beta_p(u_i, v_i)$: koefisien regresi variabel prediktor ke- k untuk setiap lokasi (u_i, v_i)

$\theta(u_i, v_i)$: parameter dispersi untuk setiap lokasi (u_i, v_i)

G. *Estimasi Parameter model GWNBR*

Estimasi parameter model *GWNBR* menggunakan metode maksimum likelihood.

fungsi *likelihood* $L(\beta(u_i, v_i), \theta_i | y_i, x_i)$ sebagai berikut.

$$L(\beta(u_i, v_i), \theta_i | y_i, x_i) = \prod_{i=1}^n \left(\prod_{r=0}^{y_i-1} \left(r + \frac{1}{\theta_i} \right) \frac{1}{(y_i!)} \left(\frac{1}{1 + \theta_i \mu_i} \right)^{1/\theta_i} \left(\frac{\theta_i \mu_i}{1 + \theta_i \mu_i} \right)^{y_i} \right) \quad (12)$$

H. *Pengujian Kesamaan model GWNBR dan Binomial Negatif*

Pengujian kesamaan model *GWNBR* dengan regresi Binomial Negatif dilakukan untuk melihat terdapat perbedaan yang signifikan atau tidak antara model *GWNBR* dengan regresi Binomial Negatif dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = \beta_k \quad k = 0, 1, 2, \dots, p$$

$$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) \neq \beta_k$$

Statistik uji :

$$F_{hi} = \frac{D e v i a n M o d A / d_k}{D e v i a n M o d B / d_b} \quad (13)$$

Dimisalkan model A adalah model *GWNBR* dan model B adalah model Binomial Negatif. Tolak H_0 jika $F_{hi} > F(\alpha, d_{fA}, d_{fB})$ yang artinya bahwa ada perbedaan yang signifikan antara model Binomial Negatif dengan model *GWNBR*

I. *Pengujian Parameter model GWNBR*

Pengujian signifikansi parameter model *GWNBR* terdiri dari uji serentak dan parsial. Uji signifikansi secara serentak dengan menggunakan *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT) dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1(u_i, v_i) = \beta_2(u_i, v_i) = \dots = \beta_p(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_k(u_i, v_i) \neq 0 ; k = 1, 2, \dots, p$$

Statistik Uji:

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) = 2(l n(\hat{\Omega}) - l n L(\hat{\omega})) \quad (14)$$

Tolak H_0 jika statistik uji $D \sim \chi^2_{(p; \alpha)}$

Pengujian signifikansi secara parsial untuk mengetahui parameter mana saja yang memberikan pengaruh yang signifikan terhadap variabel respon pada tiap-tiap lokasi dengan hipotesis sebagai berikut.

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

$$H_1 : \beta_k(u_i, v_i) \neq 0 ; k = 1, 2, \dots, p$$

Statistik uji:

$$z_{hi t u r} = \frac{\beta_k(\hat{u}_i, \hat{v}_i)}{s(\hat{\beta}_k(\hat{u}_i, \hat{v}_i))} \quad (15)$$

H_0 ditolak jika statistik uji $|z_{hi t u r}| \geq z_{(\alpha/2)}$. Tolak H_0 artinya bahwa parameter tersebut berpengaruh signifikan terhadap variabel respon di lokasi pada tiap lokasi.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. *Sumber Data*

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data profil kesehatan di Dinas Kesehatan Jawa Timur dan data laporan Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) Jawa Timur tahun 2013. Unit observasi yang diteliti adalah 29 kabupaten dan 9 kota di Jawa Timur

B. *Variabel Penelitian*

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel dependen yaitu jumlah penderita kusta pada tahun 2013 (Y) dan variabel independen yaitu faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penderita kusta (X). Variabel yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel Penelitian

Kode	Variabel
Y	Jumlah penderita kusta
X ₁	Persentase rumah tangga yang memiliki rumah sehat
X ₂	Persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat
X ₃	Persentase penduduk laki-laki
X ₄	Tingkat kepadatan penduduk (jiwa/km ²)
X ₅	Persentase rumah tangga yang berlokasi di daerah kumuh
X ₆	Persentase rumah tangga yang memiliki dinding bukan tembok

C. *Langkah Analisis Data*

Langkah analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan karakteristik penderita kusta dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhi menggunakan analisa statistika deskriptif.
2. Mendapatkan faktor-faktor yang diduga mempengaruhi jumlah kasus kusta dengan regresi Binomial Negatif dan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (*GWNBR*).
 - a. Mendeteksi adanya kasus multikolinieritas pada variabel independen menggunakan nilai VIF (*Variance Inflation Factors*) dan nilai koefisien korelasi pearson serta mengatasinya.
 - b. Mendeteksi adanya kasus overdispersi dengan membandingkan nilai mean dan varian dari variabel respon
 - c. Mendapatkan model terbaik menggunakan regresi Binomial Negatif. Berikut adalah langkah-langkah pemodelan dengan regresi Binomial Negatif.
 - i. Mengestimasi parameter model regresi Binomial Negatif.

- ii. Melakukan uji signifikansi secara serentak dan parsial terhadap parameter model regresi Binomial Negatif.
- iii. Memperoleh model regresi Binomial Negatif
- d. Memodelkan GWNBR untuk mendapatkan faktor-faktor yang diduga mempengaruhi jumlah kasus kusta di Jawa Timur pada tahun 2013 dengan langkah-langkah sebagai berikut.
 - i. Uji *Breusch-Pagan* untuk melihat heterogenitas spasial data dan uji Moran I untuk menguji dependensi spasial data.
 - ii. Menghitung jarak *Euclidian* antar lokasi pengamatan berdasarkan posisi geografis.
 - iii. Mendapatkan *bandwith* optimal untuk setiap lokasi pengamatan dengan menggunakan *Cross Validation (CV)*
 - iv. Menghitung matrik pembobot dengan menggunakan fungsi kernel *adaptive bisquare*.
 - v. Melakukan pengujian kesamaan model GWNBR dengan regresi Binomial Negatif, pengujian signifikansi parameter model secara serentak maupun parsial.
 - vi. Melakukan interpretasi model GWNBR yang didapatkan dan membentuk peta pengelompokan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Jumlah Kasus Kusta di Jawa Timur

Hasil analisis menunjukan pada tahun 2013 Kabupaten Sampang memiliki jumlah paling banyak untuk kasus kusta sedangkan Kota Batu memiliki jumlah kasus paling rendah. Namun hal ini tidak berbanding lurus dengan persentase rumah sehat, persentase rumah tangga ber-PHBS, persentase penduduk laki-laki dan tingkat kepadatan penduduk. Meskipun variabel tersebut berpengaruh terhadap jumlah kasus kusta, namun hubungan yang ditimbulkan tidak sesuai dengan teori yang ada. Sedangkan variabel persentase rumah penduduk yang berlokasi di daerah kumuh dan rumah tangga yang memiliki dinding bukan tembok memiliki hubungan yang berbanding lurus dengan jumlah kasus kusta sehingga sejalan dengan teori yang ada. Kabupaten yang memiliki persentase rumah penduduk yang berlokasi didaerah kumuh terbesar adalah Kabupaten Situbondo yaitu 47,1%, sedangkan yang terendah adalah Kabupaten Jombang yaitu 3,9%. Kabupaten Bojonegoro adalah kabupaten dengan persentase rumah yang memiliki dinding bukan tembok terbesar yaitu 59,2% sedangkan yang paling rendah adalah Kota Batu dengan persentase sebesar 1,9%.

B. Pemeriksaan Multikolinieritas

Ada beberapa cara untuk mendeteksi adanya kasus multikolinieritas, yaitu dengan melihat koefisien korelasi Pearson (r_i) dan nilai VIF (*Variance Inflation Factor*). Berikut ini merupakan koefisien korelasi antara variabel prediktor.

Tabel 2. Koefisien Korelasi Antara Variabel Prediktor

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
X ₂	0,394				
X ₃	0,000	0,001			
X ₄	0,376	0,291	0,113		
X ₅	0,054	-0,069	-0,246	0,160	
X ₆	-0,200	-0,229	-0,378	-0,448	0,331

Jika koefisien korelasi Pearson (r_i) antar variabel prediktor lebih dari 0,95 maka diduga terdapat kasus multikolinieritas. Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa semua variabel prediktor memiliki koefisien korelasi Pearson yang kurang dari 0,95 yang artinya tidak terdapat kasus multikolinieritas.

Berikut ini merupakan nilai VIF pada masing-masing variabel prediktor.

Tabel 3.

Nilai VIF dari Variabel Prediktor	
Variabel	VIF
X ₁	1,30
X ₂	1,25
X ₃	1,20
X ₄	1,62
X ₅	1,33
X ₆	1,74

Tabel 3 menunjukkan nilai VIF dari masing-masing variabel predictor. nilai VIF untuk semua variabel adalah kurang dari 10, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat kasus multikolinieritas.

C. Deteksi Overdispersi

Setelah dilakukan pemeriksaan kasus multikolinieritas antara variabel prediktor dilanjutkan dengan deteksi overdispersi. Data dikatakan terjadi overdispersi apabila variabel responnya memiliki nilai rata-rata dan varian yang berbeda. Pada kasus kusta di Jawa Timur, rata-rata jumlah kasus kusta pada tahun 2013 adalah 123,184 dengan varians 20350,59. Nilai varians dari jumlah penderita kusta di Jawa Timur pada tahun 2013 memiliki nilai yang lebih besar dari nilai rata-rata dan terdapat perbedaan nilai yang cukup besar antara rata-rata dan varians sehingga tidak perlu dilakukan pengujian lebih lanjut dan dapat diambil kesimpulan bahwa pada data jumlah kasus kusta di Jawa Timur tahun 2013 mengalami overdispersi.

D. Regresi Binomial Negatif

Langkah awal dalam pemodelan regresi Binomial Negatif adalah standarisasi data. Data yang digunakan pada penelitian ini memiliki satuan yang berbeda yaitu untuk variabel persentase rumah sehat, persentase rumah tangga ber-PHBS, persentase penduduk laki-laki, persentase rumah tangga yang berlokasi di daerah kumuh dan persentase rumah tangga dengan dinding bukan tembok satuannya adalah persen sedangkan X₄ adalah tingkat kepadatan dengan satuan jiwa/km². Sehingga sebelum dilakukan pemodelan, maka perlu dilakukan transformasi data dengan cara dinormalkan. Berikut merupakan koefisien parameter, nilai standar error dan nilai z_{hit} yang didapatkandari pemodelan regresi Binomial Negatif.

Tabel 4.

Penaksiran Parameter Model Regresi Binomial Negatif			
	Estimate	Std. Error	Zhit
(Intercept)	4,44114	0,14040	31,631
ZX ₁	0,01045	0,16264	0,064
ZX ₂	0,29900	0,15898	1,881
ZX ₃	-0,32816	0,15532	-2,113
ZX ₄	-0,70643	0,18308	-3,859
ZX ₅	0,58954	0,16354	3,605
ZX ₆	0,11801	0,18626	0,634
θ	1,36900	0,29700	4,609
Devians = 31,00			

Pada pengujian secara serentak, berdasarkan hasil pengujian dengan taraf signifikansi 10% didapatkan $\chi^2_{(6;0.1)}$ sebesar 10,8216 yang artinya bahwa ada salah satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Berdasarkan hasil pengujian secara individu dengan

taraf signifikansi 10% didapatkan $z_{(0,0,9)}$ sebesar 1,64. Sehingga dari enam variabel terdapat empat variabel prediktor yang signifikan atau memiliki nilai z_{hit} lebih dari 1,64, yaitu persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat (X_2), persentase penduduk laki-laki (X_3), tingkat kepadatan penduduk (X_4) dan persentase rumah tangga yang berlokasi di daerah kumuh (X_5). Sedangkan untuk nilai estimasi parameter θ , nilai z_{hit} juga lebih besar dari 1,64 sehingga disimpulkan bahwa terdapat kasus overdispersi pada kasus kusta di Jawa Timur pada tahun 2013, namun regresi Binomial Negatif merupakan metode yang baik dalam memodelkan kasus yang mengalami overdispersi karena mampu menaksir parameter dispersi. Berikut ini merupakan model regresi Binomial Negatif.

$$\ln(\mu) = 4,44114 + 0,01045Z X_1 + 0,29900Z X_2 - 0,32816Z X_3 - 0,70643Z X_4 + 0,58954Z X_5 + 0,11801Z X_6$$

$$\ln(\mu) = 4,44060 + 0,01045 \left(\frac{X_1 - 38,850}{23,429} \right) + 0,29900 \left(\frac{X_2 - 45,3371}{14,5173} \right) - 0,32816 \left(\frac{X_3 - 49,169737}{0,664597} \right) - 0,70643 \left(\frac{X_4 - 1848,906}{2097,635} \right) + 0,58954 \left(\frac{X_5 - 15,75}{10,06873} \right) + 0,11801 \left(\frac{X_6 - 17,195}{15,592} \right)$$

$$\ln(\mu) = 27,33852 + 0,000446X_1 + 0,020596X_2 - 0,493773X_3 - 0,000337X_4 + 0,058552X_5 + 0,007569X_6$$

Berdasarkan model regresi Binomial Negatif yang terbentuk dapat disimpulkan bahwa setiap pertambahan 1 persen penduduk ber-PHBS maka akan menambah jumlah kasus kusta sebesar $\exp(0,020596) = 1,0208 \approx 1$ kasus dengan asumsi variabel lain konstan. Setiap pertambahan 1 persen penduduk laki-laki maka akan menambah jumlah kasus kusta sebesar $\exp(0,493773) = 1,63849 \approx 2$ kasus dengan asumsi variabel lain konstan. Untuk variabel persentase rumah tangga yang berlokasi di daerah kumuh, setiap pertambahan 1 persen maka akan menambah jumlah kasus kusta sebesar $\exp(0,058552) = 1,0603 \approx 1$ kasus dengan asumsi variabel lain konstan.

E. Pengujian Spasial

Berdasarkan hasil pengujian heterogenitas spasial diperoleh nilai statistik uji *Breusch-Pagan* sebesar 13,3322 dengan p-value 0,03805. Dengan jumlah parameter 6 dan digunakan α sebesar 10% maka didapatkan $\chi^2_{(6,0,1)}$ sebesar 10,8216. Sehingga berdasarkan kedua kriteria (p-value dan nilai statistik uji *Breusch-Pagan*) didapatkan kesimpulan bahwa variansi antar lokasi berbeda atau terdapat perbedaan karakteristik antara satu titik pengamatan dengan titik pengamatan lainnya.

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai statistik uji Moran's I diperoleh p-value sebesar 0,3553276 sehingga dengan taraf nyata 10% didapatkan kesimpulan bahwa tidak ada dependensi spasial yang artinya bahwa pengamatan suatu lokasi tidak bergantung pada pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan. Berdasarkan kesimpulan pengujian heterogenitas spasial yang menyatakan terdapat perbedaan karakteristik antara satu titik pengamatan dengan titik pengamatan lainnya dan hasil pengujian dependensi spasial yang menyatakan pengamatan suatu lokasi tidak bergantung pada pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan maka dapat dilanjutkan pemodelan dengan menggunakan metode GWNBR.

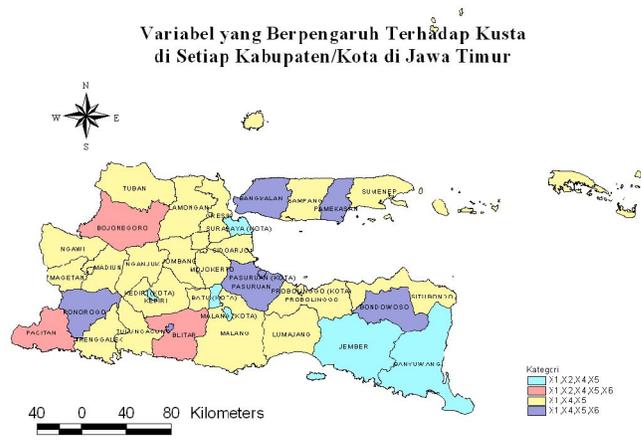
F. Pengujian Kesamaan Model GWNBR Dengan Regresi Binomial Negatif

Pemodelan jumlah kasus kusta menggunakan metode GWNBR diharapkan memiliki hasil yang lebih baik daripada menggunakan metode regresi Binomial Negatif sehingga dilakukan pengujian kesamaan model GWNBR dan regresi Binomial Negatif.

Berdasarkan hasil perhitungandiperoleh nilai F_{hit} sebesar 85,1639721. Dengan menggunakan taraf nyata 10% didapatkan $F_{(0,1,31,31)}$ sebesar 1,59897 yang artinya bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara model Binomial Negatif dengan model GWNBR. Sehingga dapat dilanjutkan pada pengujian signifikansi model GWNBR.

G. Pengujian Signifikansi Model GWNBR

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai devians model GWNBR sebesar 2640,08313. Dengan taraf nyata 10% didapatkan $\chi^2_{(6,0,2)}$ sebesar 10,8216 yang artinya bahwa paling tidak ada satu parameter model GWNBR yang signifikan berpengaruh maka perlu dilanjutkan dengan pengujian parsial. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai z_{hit} yang berbeda-beda tiap lokasi. Berikut merupakan gambar pengelompokan berdasarkan variabel yang signifikan di setiap kabupaten/kota di Jawa Timur.



Gambar 1 Persebaran Variabel yang Berpengaruh Terhadap Kusta di Setiap Kabupaten/kota

Dari gambar 1 terlihat bahwa terbentuk 4 kelompok kabupaten/kota yang mempunyai pola pengelompokan yang menyebar. Kabupaten/kota yang masuk dalam satu kelompok belum tentu letaknya saling berdekatan. Kelompok kabupaten/kota tersebut dapat ditunjukkan pada tabel 5

Tabel 5. Pengelompokan Kab/Kota Berdasarkan Variabel yang Signifikan

No.	Kabupaten/Kota	Variabel yang signifikan
1	Kab. Trenggalek, Kab. Tulungagung, Kab. Kediri, Kab. Malang, Kab. Lumajang, Kab. Situbondo, Kab. Probolinggo, Kab. Sidoarjo, Kab. Mojokerto, Kab. Jombang, Kab. Nganjuk, Kab. Madiun, Kab. Magetan, Kab. Ngawi, Kab. Tuban, Kab. Lamongan, Kab. Gresik, Kab. Sampang, Kab. Sumenep, Kota Probolinggo, Kota Mojokerto dan Kota Madiun	X_1, X_4, X_5
2	Kab. Jember, Kab. Banyuwangi, Kota Kediri, Kota Malang, Kota Surabaya dan Kota Batu	X_1, X_2, X_4, X_5
3	Kab. Ponorogo, Kab. Bondowoso, Kab. Pasuruan, Kab. Bangkalan, Kab. Pamekasan, Kota Blitar dan Kota Pasuruan	X_1, X_4, X_5, X_6

Variabel yang signifikan di setiap kabupaten/kota di Jawa Timur adalah variabel persentase rumah sehat (X_1), tingkat kepadatan penduduk (X_4) dan persentase rumah tangga yang berlokasi di daerah kumuh (X_5), hal ini sejalan dengan pernyataan [10] bahwa keadaan rumah yang berjejal biasanya berkaitan dengan kemiskinan yang merupakan faktor penyebab tingginya jumlah kusta. Lingkungan yang tidak bersih dengan sanitasi buruk juga merupakan sarana penyebaran kuman *mycobacterium leprae*. Selain itu kepadatan penduduk juga berhubungan dengan penyakit kusta, seperti yang diungkapkan oleh [11] bahwa pada penyakit kusta, kepadatan penduduk baik kepadatan di dalam rumah maupun kepadatan penduduk di lingkungan sekitar sangat berkaitan erat dengan penyakit kusta. Karena kepadatan penduduk sangat berkaitan dengan kontak antar perorangan yang merupakan faktor utama penularan penyakit kusta. Selain itu kelompok yang beresiko tinggi terkena kusta adalah kelompok yang tinggal di daerah endemi dengan kondisi buruk.

Pada kelompok 2 yang terdiri dari kabupaten Jember, Kabupaten Banyuwangi, Kota Kediri, Kota Malang, Kota Surabaya dan Kota Batu selain terdapat variabel global atau variabel yang signifikan pada semua kelompok juga terdapat variabel yang signifikan lainnya yaitu persentase rumah tangga ber-PHBS (X_2). Rumah tangga dikatakan berperilaku hidup bersih dan sehat apabila memenuhi 7 indikator yaitu pertolongan persalinan oleh tenaga kesehatan, bayi diberi ASI eksklusif, balita ditimbang setiap bulan, menggunakan air bersih, mencuci tangan dengan air bersih dan sabun, menggunakan jamban sehat dan memberantas jentik di rumah sekali seminggu. Dari 7 indikator tersebut, penggunaan air bersih, mencuci tangan dengan air bersih dan sabun serta menggunakan jamban sehat merupakan indikator perilaku hidup bersih dan sehat yang berkaitan dengan kusta karena merupakan bagian dari *personal hygiene*. Apabila *personal hygiene* seseorang itu baik maka kemungkinan terjangkit penyakit akan berkurang khususnya penyakit yang berkaitan dengan kuman. Sehingga selain variabel global, perlu diperhatikan juga persentase rumah tangga ber-PHBS dalam upaya penekanan jumlah kasus kusta di Kabupaten Jember, Kota Kediri dan Kota Malang.

Kelompok 3 yang terdiri dari 7 kabupaten/kota memiliki 4 variabel signifikan yaitu 3 variabel global dan variabel X_6 yaitu persentase rumah tangga yang memiliki dinding bukan tembok. Rujukan [12] menyatakan bahwa beberapa faktor yang berperan dalam kejadian dan penyebaran kusta adalah iklim (cuaca panas dan lembab), diet, status gizi dan status sosial ekonomi. Apabila sebuah rumah memiliki dinding yang bukan tembok, dalam hal ini adalah kayu, bambu dan terplek mengakibatkan kelembaban yang lebih tinggi daripada dinding tembok, sehingga kuman *mycobacterium leprae* dapat bertahan hidup lebih lama.

Kelompok 4 terdiri dari 3 kabupaten yaitu Kabupaten Pacitan, Kabupaten Blitar dan Kabupaten Bojonegoro. Selain variabel global, variabel yang signifikan berpengaruh terhadap jumlah kasus kusta di 3 kabupaten tersebut adalah persentase rumah tangga ber-PHBS (X_2) dan persentase rumah tangga yang memiliki dinding bukan tembok (X_6). Sehingga pada 4 kabupaten tersebut perlu perhatian yang lebih pada 5 variabel yang berpengaruh signifikan terhadap kusta.

V. KESIMPULAN

Pada tahun 2013 Kabupaten Sampang memiliki jumlah kasus kusta paling banyak sedangkan Kota Batu memiliki jumlah kasus paling rendah. Namun hal ini tidak berbanding lurus dengan persentase rumah sehat, persentase rumah tangga ber-PHBS, persentase penduduk laki-laki dan tingkat kepadatan penduduk. Meskipun variabel tersebut berpengaruh terhadap jumlah kasus kusta, namun hubungan yang ditimbulkan tidak sesuai dengan teori yang ada. Sedangkan variabel persentase rumah penduduk yang berlokasi di daerah kumuh dan persentase rumah tangga yang memiliki dinding bukan tembok memiliki hubungan yang berbanding lurus dengan jumlah kasus kusta sehingga sejalan dengan teori yang ada.

Terjadi 4 kelompok yang mempunyai pola pengelompokan yang menyebar. Kabupaten/kota yang masuk dalam satu kelompok belum tentu letaknya saling berdekatan. Variabel global yang signifikan terhadap jumlah kasus kusta adalah persentase rumah sehat (X_1), tingkat kepadatan penduduk (X_4) dan persentase rumah tangga yang memiliki dinding bukan tembok (X_5). Sedangkan pada kelompok 2 selain variabel global, variabel persentase rumah tangga ber-PHBS (X_2) juga berpengaruh signifikan dan pada kelompok 3 variabel yang berpengaruh terhadap jumlah kasus kusta adalah variabel global dan variabel persentase rumah tangga yang memiliki dinding bukan tembok (X_6). Sedangkan pada kelompok 4, variabel global dan persentase rumah tangga ber-PHBS serta persentase rumah tangga yang memiliki dinding bukan tembok berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus kusta.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. (2014). *Peringatan Hari Kusta Sedunia 2014*. Diunduh dari alamat www.depkes.go.id, Pada Kamis 30 Januari 2014
- [2] Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. (2010). *Profil Kesehatan Jawa Timur Tahun 2010*. Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. Surabaya
- [3] Norlatifah, Sutomo, A. H., Solikhah. (2010). Hubungan kondisi fisik, sarana air bersih dan karakteristik masyarakat dengan kejadian kusta di kabupaten Tapin Kalimantan Selatan. *Jurnal KES MAS* 4,(3),144-239
- [4] Hilbe, J. M., (2011), *Negative Binomial Regression*, Second Edition, Cambridge University Press, New York
- [5] Dzirkina, A.M. (2013). *Pemodelan Angka Prevalensi Penderita Kusta dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi di Jawa Timur dengan Pendekatan Geographically Weighted Regression (GWR)*. Tugas Akhir, Jurusan Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
- [6] Kerr-Pontes, L.R., et al. (2006). Socioeconomic, environmental, and behavioural risk factors for leprosy in North-east Brazil: result of a case-control study. *International Journal of Epidemiology* 35, 994-1000
- [7] Cameron, A.C., Trivedi, P.K. (1998). *Regression Analysis of Count Data*. United Kingdom: Cambridge University Press
- [8] Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- [9] Ricardo, A., & Carvalho, T. (2013). *Geographically Weighted Negative Binomial Regression-Incorporating Overdispersion*. Business Media New York: Springer Science.
- [10] Bernadus, Vanny. (2010). *Informasi Kusta dan gejalanya*. Diunduh dari alamat www.doktersehat.com, pada senin 08 September 2014
- [11] Hansen, J.A., & Chagnat, C.L. (2013). *Neglected Tropical Disease: Equity and social Determinant (Bb 8)*. World Health Organization
- [12] Simunati. (2013). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kejadian Penyakit Kusta di Poliklinik Rehabilitasi RS. Dr. Tajuddin chaid Makasar. *Jurnal Poltekkes Kemenkes Makasar Volume 3 No 1 2013*