

PEMODELAN DATA KESEHATAN KABUPATEN BANYUWANGI DENGAN REGRESI TERBOBOTI GEOGRAFIS

Dinar Arga Prasetyo*, Bambang Sumantri*, Mohammad Masjkur*

*Departemen Statistika, Institut Pertanian Bogor

Ringkasan—Regression analysis is a method used to analyze data and draw conclusions about the relationship between dependence variables with response explanatory variables. However modeling with ordinary regression is less precise because in spatial case such as health case there is violation of spatial heterogeneity. Geographically Weighted Regression (GWR) is one of the point estimation which is effectively solving problem with spatial heterogeneity violation. Generally GWR brings ordinary regression framework modeling to a weighted regression modeling with kernel gaussian weighting function which is obtained locally model in each observation locations. GWR modeling prove to produce model with Akaike Information Criterion (AIC) less than AIC ordinary regression. Whereas from F-Test Fotheringham, Brundson and Charlton generate a conclusion that GWR is more effective to explain a relationship between Health Index (Y) with Health Facilities (X_1), Population Density (X_2) and Amount of Poverty Peoples (X_3) with 5% significance level. From these results established thematic maps as an evaluation of health programs so that a reference to the improvement of the health sector.

Keywords-Regression, Geographically Weighted Regression, Kernel Gaussian, Akaike Information Criterion.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Banyuwangi merupakan salah satu kabupaten dengan luas wilayah terbesar di Jawa Timur, memiliki berbagai kekayaan alam yang potensial seperti peternakan, pertambangan, perikanan, pariwisata dan pertanian. Namun ironis, kesehatan masyarakat di Kabupaten Banyuwangi masih tergolong rendah hal ini terlihat dari indeks kesehatan di Kabupaten Banyuwangi masih dibawah rata-rata seluruh kabupaten atau kota di Provinsi Jawa Timur lainnya [1].

Kesehatan adalah salah satu indikator terpenting yang membangun kesejahteraan masyarakat. Saat ini dengan semakin mudahnya akses pelayanan kesehatan di daerah seperti adanya jaminan kesehatan masyarakat, jaminan kesehatan daerah, atau yang terkini adalah jaminan persalinan, seharusnya tidak ada lagi masyarakat yang tidak tercakup dalam pelayanan kesehatan. Namun pada kenyataannya upaya pemerataan dan keterjangkauan pelayanan kesehatan yang bermutu belum optimal. Sehingga masih sering terdengar kasus-kasus permasalahan kesehatan menimpa masyarakat Banyuwangi.

Kesehatan merupakan salah satu permasalahan spasial, dimana kondisi kesehatan satu kecamatan kemungkinan besar

dipengaruhi oleh kecamatan lainnya, sehingga pemodelan dengan menggunakan regresi linier berganda kurang tepat jika digunakan karena pada kasus spasial asumsi keacakan terlanggar.

Pemodelan statistika yang memungkinkan dalam menganalisis hubungan antara peubah yang mengandung unsur spasial adalah regresi spasial, lebih khusus lagi dalam mengatasi masalah keragaman spasial yaitu dengan menggunakan metode *Geographically Weighted Regression* atau dikenal dengan Regresi Terboboti Geografis (RTG). RTG merupakan pemodelan dari pengembangan analisis regresi linier yang bersifat lokal untuk setiap wilayah pengamatan.

Perbedaan regresi linier berganda dengan RTG adalah model yang diperoleh dari regresi akan berlaku secara umum terhadap semua lokasi pengamatan, sedangkan RTG ini menggunakan pembobotan berdasarkan lokasi tiap-tiap pengamatan sehingga model yang diperoleh akan berlaku hanya untuk lokasi tersebut. Selain itu RTG cocok diterapkan untuk menganalisis data di daerah-daerah Indonesia yang terdiri dari daerah dengan ragam yang besar [2].

B. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah :

- 1) Membentuk persamaan regresi dengan faktor-faktor yang mempengaruhi indeks kesehatan di Kabupaten Banyuwangi.
- 2) Membentuk peta tematik sebagai evaluasi terhadap program kesehatan sehingga menjadi acuan terhadap perbaikan sektor kesehatan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Indeks Kesehatan

Menurut BPS pada buku Indikator Kesejahteraan Rakyat 2009, disebutkan kesejahteraan rakyat sangat dipengaruhi beberapa Indikator, yaitu : kependudukan, kesehatan dan gizi, pendidikan, ketenagakerjaan, taraf dan pola konsumsi dan perumahan dan lingkungan.

Indeks kesehatan adalah indikator yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja pemerintah dalam meningkatkan kesehatan masyarakat [1]. Menurut UU RI No. 23 tahun 1992, yang dimaksud dengan keadaan sehat adalah keadaan meliputi kesehatan badan, rohani (mental), sosial dan bukan

hanya keadaan yang bebas penyakit, cacat, dan kelemahan sehingga dapat hidup produktif secara sosial ekonomi.

Sementara itu dalam buku Indeks Pembangunan Manusia tahun 2011 yang diterbitkan BPS disebutkan tujuan dari Pembangunan Manusia di bidang kesehatan adalah untuk mencapai umur panjang yang sehat sehingga mampu mengoptimalkan kemampuan untuk mengelola sumber daya yang dimiliki sehingga mencapai kehidupan yang layak. Peningkatan indeks kesehatan dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, perilaku kesehatan, kemiskinan, kepadatan penduduk, pelayanan kesehatan dan keturunan [3].

B. Analisis Regresi Berganda

Analisis regresi adalah metode analisis yang digunakan untuk menganalisis data dan mengambil kesimpulan yang bermakna tentang hubungan ketergantungan yang mungkin ada antara peubah respon dengan peubah penjelas [4].

Hubungan antara peubah-peubah di dalam analisis regresi dapat dituliskan dalam bentuk persamaan :

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\beta + \epsilon \quad (1)$$

Dimana \mathbf{Y} adalah vektor amatan yang berukuran $(n \times 1)$, \mathbf{X} adalah matriks berukuran $(n \times p)$, β adalah vektor parameter yang berukuran $(p \times 1)$, ϵ adalah vektor sisaan yang berukuran $(n \times 1)$. Salah satu prosedur pendugaan model untuk regresi linier berganda adalah dengan menggunakan metode kuadrat terkecil. Konsep dari metode ini adalah dengan meminimumkan jumlah kuadrat galat, sehingga dugaan bagi vektor β yang dinyatakan $\hat{\beta}$ dengan dapat dirumuskan sebagai berikut[4]:

$$\hat{\beta} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{Y} \quad (2)$$

C. Uji Keragaman Spasial

Menurut Breusch dan Pagan (1979) [5] metode statistik yang baik untuk mendeteksi keragaman spasial adalah :

$$\mathbf{BP} = \frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^N \mathbf{Z}_1 f_i \right)^T \left(\sum_{i=1}^N \mathbf{Z}_1 \mathbf{Z}_1 \right)^{-1} \left(\sum_{i=1}^N \mathbf{Z}_1 f_i \right)^T \quad (3)$$

$$f_i = \left(\frac{e_i^2}{\sigma^2} - 1 \right) \quad (4)$$

BP adalah nilai statistik uji *Breusch-Pagan*, e_i^2 adalah kuadrat galat untuk pengamatan ke- k dan \mathbf{Z} adalah vektor \mathbf{Y} berukuran $(n \times 1)$ yang sudah dinormalbakukan untuk setiap pengamatan untuk $i=1,2,3..24$ sedangkan σ^2 adalah ragam dari e_i . Nilai BP akan mendekati sebaran khi-kuadrat dengan derajat bebas p , dimana p adalah jumlah peubah penjelas. Keputusan tolak H_0 jika $\mathbf{BP} > \chi_{(p)}^2$

D. Regresi Terboboti Geografis

Geographically Weighted Regression atau Regresi Terboboti Geografis merupakan salah satu pendekatan titik yang efektif untuk mengatasi data yang memiliki masalah keragaman spasial. Pada dasarnya RTG membawa kerangka model regresi linier sederhana menjadi model regresi terboboti [6].

Penaksiran parameter pada metode RTG ini memerlukan matriks pembobot, dimana pemberian bobot pada data sesuai dengan kedekatan titik lokasi pengamatan ke- i [6]. Untuk membentuk matriks pembobot diperlukan fungsi pembobot yang dipengaruhi oleh ukuran ketertanggaan (*neighborhood size*) yang disebut *bandwidth* atau lebar jendela, Rujukan mengenai fungsi pembobot yang terbaik sampai saat ini masih sangat terbatas, namun menurut Prasetyawan (2011), pembobot yang optimum pada RTG adalah menggunakan fungsi pembobot *Kernel Gaussian* dimana:

$$\mathbf{W}_j(i) = \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{d_{ij}}{b} \right)^2 \right] \quad (5)$$

d_{ij} adalah jarak lokasi ke- i menuju lokasi ke- j untuk $i,j=1,2,3..24$ dengan lebar jendela b yaitu nilai parameter penghalus fungsi yang nilainya selalu positif, dimana lebar jendela, yang digunakan adalah yang dapat meminimumkan validasi silang. Menurut [6] Secara umum validasi silang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\mathbf{CV} = \sum_{i=1}^N \left[\mathbf{Y}_i - \hat{\mathbf{Y}}_{\neq i}(b) \right]^2 \quad (6)$$

Dengan $\hat{\mathbf{Y}}_{\neq i}(b)$ adalah nilai dugaan \mathbf{Y} dengan pengamatan ke- i dihilangkan dari proses prediksi dan lebar jendela optimum (b) akan diperoleh dengan proses iterasi sampai diperoleh CV yang minimum.

RTG adalah model regresi linier yang menghasilkan penduga parameter model yang bersifat lokal untuk setiap lokasi pengamatan. penduga parameter pada lokasi ke- i $\hat{\beta}(i)$ dirumuskan sebagai berikut :

$$\hat{\beta}(i) = (\mathbf{X}^T \mathbf{W}_j(i) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}_j(i) \mathbf{Y} \quad (7)$$

$\mathbf{W}_j(i)$ adalah matriks pembobot spasial (*spatial weighting*) ke- j dari titik lokasi ke- i yang berupa matriks diagonal berukuran $(n \times n)$, dimana diagonalnya ditentukan oleh kedekatan pengamatan lokasi ke- i dengan lokasi ke- j untuk $i=1,2,3..24$ dan $j=1,2,3..24$ menggunakan fungsi pembobot *Kernel Gaussian*. \mathbf{Y} adalah vektor amatan yang berukuran $(n \times 1)$, \mathbf{X} adalah matriks berukuran $(n \times p)$

E. Uji Ketergantungan Spasial

Adanya ketergantungan spasial atau autokorelasi spasial di dalam sisaan RTG dapat mengakibatkan hasil yang tidak valid terhadap inferensi RTG [7] diacu pada [8]. Metode

statistik untuk memeriksa ketergantungan spasial dalam RTG salah satunya dengan menggunakan Indeks Moran (I) yaitu:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \bar{W}_{ij} \hat{\epsilon}_i \hat{\epsilon}_j}{\sum_{i=1}^n \hat{\epsilon}_i^2} \quad (8)$$

$$\hat{\epsilon} = (\hat{\epsilon}_1, \hat{\epsilon}_2, \hat{\epsilon}_3, \dots, \hat{\epsilon}_n)^T \quad (9)$$

$\hat{\epsilon}$ adalah nilai dugaan sisaan RTG, \hat{W}_{ij} adalah matriks pembobot spasial yang didefinisikan sebagai matriks kedekatan spasial atau kedekatan antarunit geografis dimana pengamatan yang diamati dengan menggunakan metode pembobot ratu catur. Hipotesis yang diuji sebagai berikut :

$H_0 : I=0$ (Tidak ada autokorelasi spasial)

$H_1 : I \neq 0$ (Terdapat autokorelasi spasial)

Statistik Uji Moran [9]:

$$Z_I = \frac{I - E(I)}{\text{Var}(I)} \quad (10)$$

$$E(I) = \frac{\text{tr}(\mathbf{M}\bar{\mathbf{W}}_{ij})}{(n-k)} \quad (11)$$

$$\text{Var}(I) = \frac{\left(\text{tr}(\mathbf{M}\bar{\mathbf{W}}_{ij}\mathbf{M}\bar{\mathbf{W}}_{ij}^T) + \text{tr}(\mathbf{M}\bar{\mathbf{W}}_{ij})^2 + \text{tr}(\mathbf{M}\bar{\mathbf{W}}_{ij}) \right)^2}{d - E(I)} \quad (12)$$

$E(I)$ adalah nilai harapan Moran, $\text{Var}(I)$ adalah nilai ragam Moran, \mathbf{H} adalah matriks *hat* berukuran $(n \times p)$ dari peubah penjelas, sedangkan \mathbf{M} adalah matriks selisih dari matriks identitas dikurangi matriks *hat* ($\mathbf{I}-\mathbf{H}$), dan d dinotasikan sebagai $(n-k)(n-k-2)$, dengan n adalah jumlah lokasi pengamatan, dan k adalah jumlah parameter.

F. Pengujian Keباikan Model

1) Akaike Information Criterion (AIC)

Salah satu pendekatan untuk memilih model terbaik adalah menggunakan *Akaike Information Criterion* (AIC). Model terbaik adalah model dengan nilai AIC terkecil dengan perhitungan sebagai berikut [6]:

$$\text{AIC} = 2n \log_{\epsilon}(\hat{\sigma}) + n \log_{\epsilon}(2\pi) + n + \text{tr}(\mathbf{S}) \quad (13)$$

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\text{RSS}}{n} \quad (14)$$

\mathbf{S} adalah matriks *hat* yang mentransformasi vektor \mathbf{Y} menjadi vektor $\hat{\mathbf{Y}}$ sehingga $\hat{\mathbf{Y}} = \mathbf{S}\mathbf{Y}$, RSS adalah jumlah kuadrat sisaan dan n adalah banyaknya pengamatan dengan $n = 24$.

2) ANOVA Pengujian Model

Menurut [10] untuk menguji kebaikan model RTG dengan regresi linier berganda menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) dengan rumus sebagai berikut:

$$F_{\text{Hit}} = \frac{(\text{RSS}_{OLS} - \text{RSS}_{GWR})/v_1}{\text{RSS}^w/d_1} \quad (15)$$

$$\mathbf{R}_z = (\mathbf{I} - \mathbf{H}_z)^T (\mathbf{I} - \mathbf{H}_z) \quad (16)$$

$$\text{RSS}_{OLS} = \mathbf{y}^T \mathbf{R}_0 \mathbf{y} \quad (17)$$

$$\text{RSS}_{GWR} = \mathbf{y}^T \mathbf{R}_1 \mathbf{y} \quad (18)$$

RSS_{OLS} adalah nilai jumlah kuadrat galat dari model regresi linier berganda, RSS_{GWR} adalah nilai jumlah kuadrat galat dari model model RTG, dengan z adalah nilai 0 atau 1, jika 0 untuk model regresi biasa, jika 1 untuk model regresi terboboti geografis.

v_1 merupakan besaran derajat bebas dari perhitungan $n - p - 1 - d_1$ sedangkan d_1 adalah besaran derajat bebas dimana $d_1 = \text{tr}[(\mathbf{I} - \mathbf{H})^T (\mathbf{I} - \mathbf{H})]$, dengan \mathbf{H} adalah matriks *hat* dari model yang mentransformasi vektor $\hat{\mathbf{Y}}$ dari nilai \mathbf{Y} pengamatan.

Nilai F_{Hit} akan mendekati sebaran F dengan $F_{\alpha}(v_1^2/v_2, d_1^2/d_2)$ dimana $d_2 = \text{tr}[(\mathbf{I} - \mathbf{H})^T (\mathbf{I} - \mathbf{H})]^2$ dan $v_2 = n - p - 1 - 2d_1 + d_2$. Nilai F_{Hit} yang besar akan mendukung keputusan ditolakanya H_0 dengan tingkat signifikansi α yaitu $F_{\text{Hit}} > F_{\alpha}(v_1^2/v_2, d_1^2/d_2)$ yang artinya Model RTG lebih baik dalam menggambarkan suatu hubungan antarpeubah respon dengan peubah penjelas daripada regresi linier berganda.

III. METODOLOGI

A. Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang diterbitkan BPS kabupaten Banyuwangi yaitu Banyuwangi dalam angka tahun 2011 dan sensus penduduk tahun 2010. Untuk unit amatan yang digunakan adalah kecamatan yang ada di Banyuwangi yang terdiri dari 24 kecamatan.

Koordinat titik di setiap kecamatan yang digunakan untuk mendapatkan jarak antar kecamatan sebagai pembobot diperoleh dari data primer menggunakan perangkat *Global Positioning System* (GPS) yaitu *Garmin 60 csx* dengan tingkat akurasi sebesar 2 - 4 meter. Data yang digunakan sebagai peubah respon (\mathbf{Y}) adalah Indeks Kesehatan Kabupaten Banyuwangi tahun 2010 yang merupakan salah satu indikator yang menunjukkan kualitas kesehatan Kabupaten Banyuwangi. Sebagai peubah bebas adalah banyaknya fasilitas kesehatan menurut kecamatan (X_1), kepadatan penduduk (X_2), jumlah keluarga miskin (X_3), Indeks Pembangunan Manusia (X_4), jumlah rumah tangga yang menggunakan jamban tanpa tangki septiktank (X_5), jumlah rumah tangga yang menggunakan air bersih untuk masak/minum (X_6).

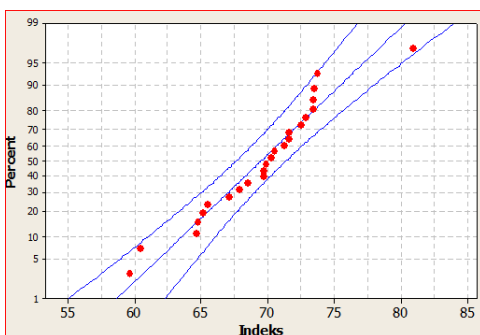
B. Metode

Penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Melakukan analisis regresi linier berganda
 - a) Melakukan eksplorasi data.
 - b) Melakukan pendugaan parameter $\hat{\beta}$ menggunakan Metode Kuadrat Terkecil.
 - c) Pemeriksaan asumsi klasik regresi linier berganda.
 - Uji *Kolmogorov-Smirnov* untuk melihat kenormalan sisaan.
 - Melihat VIF (*Variance-Inflating Factor*) untuk melihat ada tidaknya multikolinieritas, jika ada $VIF > 10$.
- 2) Melakukan analisis Regresi Terboboti Geografis (*Geographically Weighted Regression*)
 - a) Melakukan Uji *Breusch-Pagan* untuk melihat keragaman spasial
 - b) Menentukan validasi silang untuk mendapat lebar jendela optimum.
 - c) Menghitung matriks pembobot $W_j(i)$ untuk $i=1,2,3,\dots,24$ dan $j=1,2,3,\dots,24$ dengan menggunakan fungsi *kernel gaussian*.
 - d) Menduga parameter $\hat{\beta}(i)$ untuk membentuk model RTG.
- 3) Melakukan Uji Ketergantungan Spasial
- 4) Melihat Keباikan Model
 - a) Melihat kebaikan model dengan melihat R^2 dan AIC.
 - b) Melakukan uji F *Fotheringham, Brundson* dan *Charlton*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Eksplorasi Data dan Analisis Deskriptif



Gambar 1. Diagram Pencar Indeks Kesehatan

Eksplorasi data bertujuan untuk melihat struktur data sebelum dianalisis lebih lanjut. Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa tidak ditemukan pencilan dan indeks kesehatan mengikuti distribusi normal. Kemudian secara deskriptif dapat dilihat pada Tabel I.

Tabel I
ANALISIS DESKRIPTIF INDEKS KESEHATAN

Mean	Var	Min	Q1	Med	Q3	Max
69.52	21.66	59.67	65.89	70.1	72.76	82.9

Berdasarkan Tabel I diketahui rata-rata dari indeks kesehatan Kabupaten Banyuwangi sebesar 69.52 yang artinya rata-rata hidup yang akan dijalani oleh bayi yang lahir pada tahun 2010 adalah selama 69 tahun dengan nilai keragaman sebesar 4.654. Dapat dilihat pula untuk besarnya rata-rata (69.52) hampir sama dengan besarnya median (70.1) yang artinya data menyebar normal.

B. Analisis Regresi Linier Berganda

Analisis regresi linier berganda dilakukan untuk melakukan pemilihan peubah penjelas dimana peubah penjelas yang berpengaruh signifikan terhadap peubah respon pada taraf nyata 5% yang digunakan, dengan cara melihat nilai- p untuk masing-masing peubah penjelas, jika nilai- p kurang dari nilai taraf nyata maka dapat dinyatakan bahwa H_0 ditolak yang berarti peubah penjelas tersebut berpengaruh linier terhadap peubah respon, kemudian peubah penjelas yang berpengaruh nyata tersebut digunakan untuk analisis yang lebih lanjut, maka pada Tabel II dapat dilihat peubah yang berpengaruh adalah banyaknya fasilitas kesehatan tiap kecamatan (X_1), kepadatan penduduk (X_2), dan jumlah keluarga miskin (X_3).

Tabel II
UJI SIGNIFIKANSI MASING-MASING PEUBAH

Peubah	Koefisien	Nilai-p	VIF
Kons	69.53	0.016*	
X_1	-0.00998	0.003*	2.501
X_2	-1.002	0.017*	5.004
X_3	0.00601	0.003*	1.989
X_4	0.099	0.804	4.674
X_5	0.000747	0.212	1.999
X_6	0.0000337	0.756	2.378

Keterangan *: signifikan pada taraf nyata 5%

Setelah mendapatkan peubah penjelas yang berpengaruh terhadap respon, kemudian peubah-peubah tersebut diregresikan kembali dengan peubah respon, dengan cara yang sama seperti analisis sebelumnya yaitu dengan melihat nilai- p yang kurang dari nilai taraf nyata (5%), pada Tabel III dapat dilihat masing-masing peubah penjelas signifikan terhadap taraf nyata sebesar 5% dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 71.8%. Model regresi linier berganda ini berlaku secara global untuk semua wilayah yang diamati.

C. Uji Asumsi Klasik Regresi Linier Berganda

- 1) Kehomogenan Ragam dan Kebebasan Sisaan
Pemeriksaan kehomogenan ragam sisaan dilakukan secara eksplorasi dengan melihat diagram pencar antara pengamatan dengan sisaan, dapat dilihat pada

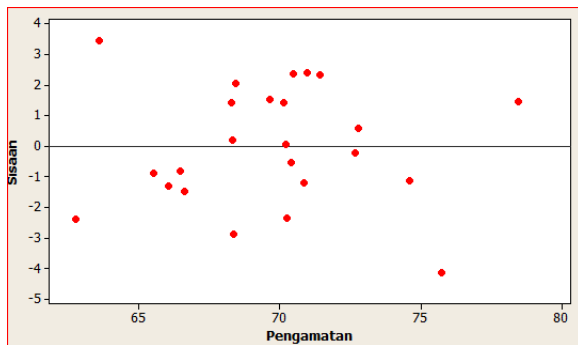
Tabel III
UJI SIGNIFIKANSI MASIING-MASIING PEUBAH

Peubah	Koefisien	Nilai-p	VIF
Kons	75.336	0.000*	
X_1	-0.735	0.019*	1.503
X_2	0.00593	0.000*	1.302
X_3	-0.000847	0.001*	1.228

Keterangan *: signifikan pada taraf nyata 5%

Gambar 2 bahwa sisaan memiliki lebar jendela yang relatif sama mengindikasikan adanya kesamaan ragam sisaan atau sisaan homogen.

Pemeriksaan kebebasan sisaan dilakukan dengan cara yang sama, dapat dilihat pada Gambar 2 bahwa sisaan tidak menyebar dengan pola tertentu sehingga dinyatakan sisaan saling bebas atau tidak ada autokorelasi antar sisaan.



Gambar 2. Diagram pencar sisaan regresi linier berganda

2) Kenormalan Sisaan

Pemeriksaan kenormalan sisaan dilakukan uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan nilai-p (>0.150) lebih besar dari taraf nyata sebesar 5% (0.05) maka diperoleh keputusan tidak tolak H_0 pada taraf nyata 5% yang artinya sisaan menyebar normal. Kemudian secara eksploratif dapat dilihat pada diagram pencar pada Gambar 3, pada Gambar 3 terlihat bahwa tebaran sisaan mengikuti garis lurus yang dapat diartikan bahwa sisaan menyebar normal.

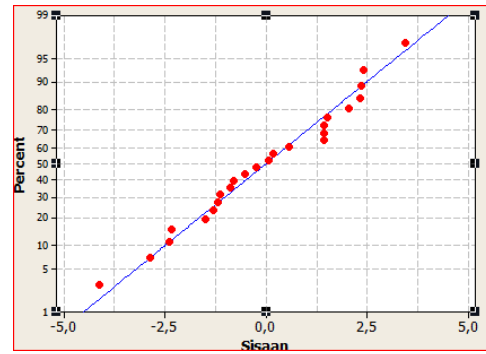
3) Multikolinearitas

Pada pengujian multikolinearitas dilakukan dengan melihat nilai *Variance-Inflating Factor* (VIF), pada Tabel III dapat terlihat bahwa untuk masing - masing parameter nilai VIF kurang dari 10, maka dapat dikatakan tidak ada multikolinieritas pada masing-masing peubah.

D. Analisis Regresi Terboboti Geografis

1) Uji Keragaman Spasial

Uji untuk mendeteksi keragaman spasial digunakan uji *Breusch-Pagan*, diperoleh nilai BP sebesar 8.1967

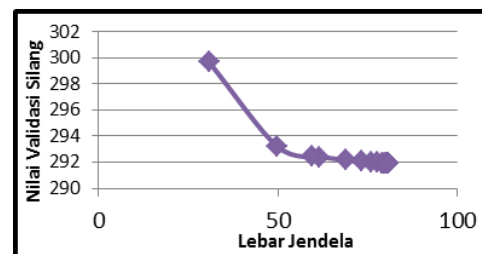


Gambar 3. Diagram pencar sisaan regresi linier berganda

dengan nilai-p sebesar 0.04212 maka dapat disimpulkan tolak H_0 pada taraf nyata sebesar 5%, yang artinya bahwa model regresi linier berganda dengan peubah respon indeks kesehatan (Y) dan peubah penjelas banyaknya fasilitas kesehatan (X_1), kepadatan penduduk (X_2) dan jumlah keluarga miskin (X_3) memiliki keragaman spasial (*Spatial Heterogeneity*), maka regresi terboboti geografis dapat dilakukan untuk mengatasi keragaman spasial.

2) Penentuan lebar jendela

Penentuan lebar jendela dilakukan dengan mencari nilai validasi silang. lebar jendela optimum adalah lebar jendela yang menyebabkan nilai validasi silang minimum. penentuan validasi silang menggunakan iterasi dengan metode *Golden Section Search*. Pada penelitian ini iterasi menggunakan bantuan perangkat lunak *R 2.15*. Setelah dilakukan proses iterasi diperoleh nilai lebar jendela optimum sebesar 80.67548 km yang artinya jarak antar kecamatan yang nilainya kurang dari 80.67548 km memberikan pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan jarak antar kecamatan yang nilainya lebih dari 80.67548 km. Secara grafis penentuan lebar jendela optimum dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram pencar untuk lebar jendela

3) Menghitung matriks pembobot $W_j(i)$ Pembentukan matriks pembobot dilakukan dengan menggunakan fungsi pembobot *kernel gaussian*, dimana setiap lokasi dianggap memberi pengaruh terhadap lokasi data yang

diamati, sehingga pembobot tidak ada yang bernilai nol. Matriks pembobot yang digunakan adalah matriks diagonal dengan setiap elemen matriksnya tidak sama untuk masing - masing lokasi pengamatan.

$$W_j(i) = \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{d_{ij}}{80.67548} \right)^2 \right] \quad (19)$$

$W_j(i)$ adalah matriks pembobot daerah ke- i dengan jarak sejauh titik i ke titik j , sedangkan d_{ij} adalah jarak lokasi ke- i menuju lokasi ke- j .

4) Pendugaan Parameter RTG

Hasil dari pemodelan RTG adalah penduga parameter untuk setiap lokasi pengamatan. Ringkasan penduga parameter RTG untuk keseluruhan pengamatan dapat dilihat pada Tabel IV.

Tabel IV
RINGKASAN PENDUGA PARAMETER RTG

Penduga	$\hat{\beta}(u_i, v_i)$		Med
	Min	Max	
Kons	75.039	75.384	75.239
b_1	-0.769	-0.704	-0.740
b_2	0.00616	0.00629	0.00624
b_3	-0.000865	-0.000841	-0.000853

E. Uji Ketergantungan Spasial

Uji ketergantungan spasial digunakan untuk melihat apakah sisaan dari model RTG mengandung autokorelasi spasial, karena menurut Leung, Mei dan Zhang (2000) adanya ketergantungan spasial di dalam sisaan RTG dapat mengakibatkan hasil yang tidak valid terhadap inferensi RTG. Untuk mendeteksi ketergantungan spasial dilakukan dengan menggunakan Indeks Moran. Hasil pengujian Indeks Moran dapat dilihat pada Tabel V.

Tabel V
ANALISIS DESKRIPTIF INDEKS KESEHATAN

Indeks Moran	E(I)	Var(I)	Z_{hitung}	Z_{tabel}
-0.2004	-0.081	0.1122	-1.064	1.96

Pada Tabel V diperoleh nilai Indeks Moran adalah -0.20044 dengan nilai harapan Moran sebesar -0.081 dan ragam Moran sebesar (0.1122). Untuk pengujian ketergantungan spasial (*spatial dependency*) seperti pada persamaan (17) diperoleh nilai Z_{hitung} sebesar (-1.0644) maka statistik ujinya adalah $|-1.0644| < Z_{tabel}$ (1.96) maka dapat diputuskan tidak tolak H_0 yang artinya tidak ada ketergantungan spasial pada taraf nyata 5%, Menurut Anselin (2003) yang dimaksud dengan tidak terdapat ketergantungan spasial, adalah (1) Terjadi keacakan spasial, atau (2) Nilai yang diamati dalam suatu lokasi tertentu tidak tergantung pada lokasi yang berdekatan. Berdasarkan pengujian tersebut maka hasil

yang tidak valid terhadap inferensi RTG karena pengaruh ketergantungan spasial dapat dihilangkan.

F. Pengujian Keباikan Model

Kriteria yang dilakukan untuk melihat kebaikan model regresi terboboti geografis adalah dengan melihat nilai koefisien Akaike Information Criterion (AIC). Nilai dari kriteria tersebut dapat dilihat pada Tabel VI.

Tabel VI
PERBANDINGAN NILAI AIC

Kriteria	Model Regresi	
	Berganda	RTG
AIC	112.343	110.2413

Pada kriteria AIC, model yang baik adalah model dengan nilai AIC dengan nilai terkecil, karena semakin kecil nilai AIC maka semakin kecil pula informasi yang hilang akibat model. Pada Tabel VI dapat terlihat bahwa nilai AIC dari RTG (110.2413) lebih kecil dari nilai AIC regresi linier berganda (112.343), dari kriteria tersebut dapat disimpulkan bahwa regresi terboboti geografis (RTG) lebih baik daripada regresi linier berganda pada kasus data kesehatan di Kabupaten Banyuwangi.

1) ANOVA Pengujian Model

Untuk menguji tingkat keefektifan model regresi terboboti geografis dengan regresi linier berganda dilakukan pengujian melalui *analysis of variance* (ANOVA) dengan uji F *Fotheringham, Brundson dan Charlton*. Hasil pengujian ANOVA dapat dilihat pada Tabel VII.

Tabel VII
ANOVA UJI F *Fotheringham, Brundson dan Charlton*

SK	DB	JK	KT	F
Regresi linier	20	134.05		
Improvement	0.13	2.990	21.7	3.30
RTG	19.8	131.06	6.59	

Hipotesis dari uji F *Fotheringham, Brundson dan Charlton* adalah model regresi terboboti geografis sama efektifnya dalam menggambarkan suatu hubungan antara peubah respon dengan peubah penjelas, sedangkan hipotesis pembandingnya berarti model regresi terboboti geografis lebih efektif dalam menggambarkan hubungan antara peubah respon dengan peubah penjelas.

Berdasarkan ANOVA pada Tabel VII diperoleh nilai F-hitung *Fotheringham, Brundson dan Charlton* sebesar 3.3027 dibandingkan dengan Ftabel dengan taraf nyata sebesar 5% yang diperoleh dari $F_{5\%} (v_1^2/v_2, d_1^2/d_2)$ yaitu $F_{5\%}$ (4.313869, 19.99965) sebesar 2.71 yang

berarti F_{Hit} lebih besar daripada $F_{5\%}$ sehingga diperoleh keputusan tolak H_0 yang berarti model regresi terboboti geografis lebih efektif dalam menggambarkan hubungan antara peubah respon dengan peubah penjelas daripada regresi linier berganda pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan kedua uji tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan unsur spasial pada regresi linier berganda menyebabkan regresi terboboti geografis lebih baik dari regresi linier berganda. Untuk mempermudah interpretasi model RTG, maka penduga parameter setiap daerah disajikan dalam bentuk visual yaitu menggunakan peta tematik untuk setiap penduga parameter masing - masing kecamatan.

- 2) Interpretasi Penduga Parameter Untuk mempermudah interpretasi tiap penduga parameter maka dibagi menjadi 3 bagian yaitu rendah, sedang dan tinggi. Untuk penduga parameter b_1 yaitu fasilitas kesehatan dengan nilai berkisar (-0.769 - -0.751) yaitu Kecamatan Bangorejo, Tegalsari, Gambiran, Genteng, Glenmore, Siliragung, Pesanggaran, dan Kalibaru yang berarti setiap penambahan 10 fasilitas kesehatan di kecamatan-kecamatan tersebut nilai indeks kesehatan di kecamatan-kecamatan tersebut akan berkurang sebesar (7.5 - 7.6), untuk bagian 2 yaitu dengan rentang nilai (-0.749 - -0.730) yaitu Kecamatan Sempu, Cluring, Purwoharjo, Singojuruh, Tegaldlimo, Srono, Songgon, Muncar, Rogojampi, dan Licin yang berarti setiap penambahan 10 fasilitas kesehatan untuk kecamatan-kecamatan tersebut akan mengurangi nilai indeks kesehatan untuk setiap kecamatan tersebut sebesar (7.3 - 7.4), sedangkan untuk bagian 3 dengan nilai berkisar (-0.729 - -0.704) yaitu kecamatan Kabat, Glagah, Giri, Banyuwangi, Kalipuro dan Wongsorejo, yang berarti setiap penambahan 10 fasilitas kesehatan di kecamatan-kecamatan tersebut akan mengurangi nilai indeks kesehatan sebesar (7 - 7.2).

Penduga parameter b_1 berkontribusi negatif terhadap peubah respon di masing-masing kecamatan, padahal seharusnya fasilitas kesehatan bisa menyumbang kontribusi secara positif terhadap indeks kesehatan tetapi pada kenyataannya memberikan kontribusi negatif, hal ini dapat terjadi karena fasilitas kesehatan di masing-masing kecamatan tidak dimanfaatkan dengan baik atau pelayanan pada fasilitas-fasilitas tersebut kurang memadai, oleh sebab itu perlu adanya tindak lanjut untuk mengatasi keanehan-keanehan pada fasilitas-fasilitas kesehatan tersebut sehingga tidak menyebabkan indeks kesehatan berkurang.

Untuk penduga parameter b_2 yaitu kepadatan penduduk, bagian 1 dengan nilai berkisar antara (0.00616 - 0.00623) yang berarti penambahan setiap 1000 jiwa/km² akan menaikkan nilai indeks kesehatan sebesar (6.16 - 6.23), yaitu Kecamatan Wongsorejo, Kalipu-

ro, Giri, Songgon, Licin, Banyuwangi, Glagah, dan Kabat. Pada bagian 2 dengan nilai berkisar antara (0.00624 - 0.006251) yang berarti penambahan setiap 1000 jiwa/km² akan menaikkan nilai indeks kesehatan sebesar (6.24 - 6.25), yaitu Kecamatan Rogojampi, Singojuruh, Sempu, Kalibaru, Glenmore, Srono, Genteng, dan Gambiran, sedangkan pada bagian 3 dengan nilai berkisar antara (0.00625 - 0.00629) yang berarti penambahan setiap 1000 jiwa/km² akan menaikkan nilai indeks kesehatan sebesar (6.25 - 6.29), yaitu pada Kecamatan Muncar, Cluring, Tegalsari, Bangorejo, Purwoharjo, Tegaldlimo, Siliragung dan Pesanggaran. Kepadatan penduduk memberikan kontribusi positif terhadap indeks kesehatan, hal ini bisa terjadi mungkin karena semakin banyak manusia yang tinggal dalam suatu kecamatan akses jalan menuju tempat berobat semakin bagus, bisa juga diasumsikan bahwa semakin banyak manusia yang tinggal dalam suatu daerah maka akan semakin banyak pula jasa-jasa kesehatan seperti tempat praktik dokter, bidan dan apotek.

Untuk penduga parameter b_2 yaitu kepadatan penduduk, bagian 1 dengan nilai berkisar antara (-0.00086 - -0.000857) yang berarti penambahan setiap 10.000 jiwa akan mengurangi nilai indeks kesehatan sebesar (8.57 - 8.6). Kecamatan dengan nilai penduga b_3 terkecil yaitu Kecamatan Giri, Sempu, Banyuwangi, Wongsorejo, Kalipuro, Rogojampi, Songgon dan Licin artinya kedelapan daerah tersebut harus melakukan upaya yang lebih dibandingkan kecamatan lainya dalam mengurangi jumlah keluarga miskin dalam meningkatkan indeks kesehatan, untuk bagian 2 dengan nilai berkisar antara (-0.000856 - -0.000851) yang berarti penambahan setiap 10.000 jiwa akan mengurangi nilai indeks kesehatan sebesar (8.51 - 8.56) yaitu Kecamatan Tegalsari, Gambiran, Muncar, Glagah, Singojuruh, Kabat, Glenmore dan Bangorejo. Sedangkan untuk bagian 3 dengan nilai berkisar antara (-0.00085 - -0.000841) yang berarti penambahan setiap 10.000 jiwa akan mengurangi nilai indeks kesehatan sebesar (8.41 - 8.5) kecamatan dengan nilai penduga b_3 terbesar yaitu Cluring, Tegaldlimo, Kalibaru, Bangorejo, Siliragung, Srono, Pesanggaran dan Genteng yang berarti kedelapan kecamatan tersebut adalah kecamatan yang paling bagus dalam mengatasi permasalahan pengurangan indeks kesehatan berdasarkan kemiskinan, karena itu upaya-upaya yang telah dilakukan dalam meningkatkan indeks kesehatan harus dipertahankan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Model regresi terboboti geografis merupakan model regresi linier berganda yang memasukan unsur spasial untuk mengatasi keragaman spasial, selain itu model RTG ini

mampu menghasilkan nilai AIC terkecil serta dapat menjelaskan keragaman lebih besar dari regresi linier berganda dan dari uji F Fotheringham, Brundson dan Charlton diperoleh hasil bahwa model RTG ini lebih efektif dalam menggambarkan hubungan antara indeks kesehatan (Y) dengan fasilitas kesehatan (X1), kepadatan penduduk (X2) dan jumlah keluarga miskin (X3) pada taraf nyata 5%. Sehingga inferensi dari masing-masing penduga parameter untuk tiap kecamatan diharapkan mampu memecahkan permasalahan kesehatan di kabupaten Banyuwangi.

B. Saran

Sebagai saran pada penelitian ini untuk mendapatkan hasil yang lebih baik daripada RTG digunakan pendekatan metode dengan pembobot jarak tempuh (waktu), menggunakan iterasi penentuan lebar jendela dengan metode Akaike Information Criterion (AIC), membangun selang kepercayaan untuk RTG, menggunakan metode ekstensi dari RTG yaitu regresi terboboti geografis campuran (RTGC) serta menambah peubah penjelas yang mempengaruhi indeks kesehatan sehingga mendapatkan hasil pemodelan yang lebih baik.

PUSTAKA

- [1] BPS, *Indeks Kesehatan Rakyat 2009. Buku II: Jawa* Jakarta : BPS, 2009.
- [2] A. Saefuddin, N. A. Setiabudi, N. A. Achsan, *On Comparison between Ordinary Weighted Regression and Geographically Weighted Regression: With Application to Indonesian Poverty Data. European Journal of Scientific Research*. Euro Journal Publishing, Inc. ISSN 1450-216X, V(57):2, pp.275-285, 2011.
- [3] BPS, *Kabupaten Banyuwangi dalam Angka 2011. Kerjasama Badan Perencanaan Pembangunan dengan Badan Pusat Statistik Kabupaten Banyuwangi* Jakarta: BPS, 2011.
- [4] N. R. Draper and H. Smith, *Analisis Regresi Terapan Edisi Kedua. Sumantri B, penerjemah*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama. Terjemahan dari: *Applied Regression Analysis*, 1992.
- [5] T. S. Breusch and A. R. Pagan, *A Simple Test For Heteroscedasticity and Random Coefficient Variation* Econometrica: V(47):5, 1979.
- [6] A. S. Fotheringham, C. Brundson and M. Charlton, *Geographically Weighted Regression, The Analysis of Spatially Varying Relationship*. LTD England : John Wiley & sons, ISBN 0-471-49616-2, 2002.
- [7] Y. Leung, C. L. Mei, W. X. Zhang, *Testing for spatial autocorrelation among the residuals of the geographically weighted regression*. Environment and Planning A 32 871-890, 2000.
- [8] C. L. Mei, *Geographically Weighted Regression Technique For Spatial Data Analysis*. Xi'an Jiaotong University : School of Science, 2004
- [9] G. F. Bonham and A. R. Charter, *Geographics Information System for Geoscientist*. New York : Pergamon, 1994.
- [10] A. S. Fotheringham and P. A. Rogerson, *The Sage Handbook of Spatial Analysis, Chapter 13 243-253*. LTD England: John Wiley & sons, 1999.