

# Faktor-faktor yang Mempengaruhi Morbiditas Penduduk Jawa Timur dengan *Multivariate Geographically Weighted Regression* (MGWR)

Dinarta Hanum dan Purnhadi

Jurusan Statistika, Fakultas MIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jalan Arief Rahman Hakin, Surabaya 60111

*E-mail* : purhadi@statistika.its.ac.id

**Abstrak**—Penelitian ini menjelaskan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi morbiditas (kesakitan) penduduk Jawa Timur. Setiap hari gaya hidup dan pola makan penduduk yang salah, serta lingkungan yang kotor dapat meningkatkan angka morbiditas (kesakitan). Karena kondisi tanah yang berbeda, pengeluaran rumah tangga untuk makanan dan pelayanan kesehatan gratis yang berbeda tiap kabupaten/kota maka ada kemungkinan pola morbiditas antar kabupaten/ kota berbeda. Sehingga *Multivariate Geographically Weighted Regression* (MGWR) dapat diterapkan untuk pemodelan morbiditas (kesakitan) di Jawa Timur. Dalam analisis regresi multivariat dan MGWR digunakan dua variabel respon yaitu Persentase penduduk yang mengalami morbiditas ( $Y_1$ ) dan Indeks Kesejahteraan Rakyat ( $Y_2$ ) dan enam variabel prediktor yaitu Angka Harapan Hidup ( $X_1$ ), Angka Buta Huruf ( $X_2$ ), Persentase Penduduk Dengan Sumber Air Minum Sumur Terlindungi ( $X_3$ ), Persentase Penduduk Berobat Jalan di Praktek Nakes ( $X_4$ ), Persentase Penduduk dengan Jarak sumber Air Minum Ke Tempat Penampungan Kotoran > 10 meter ( $X_5$ ) dan Persentase Penduduk dengan Pengeluaran Perkapita Sebulan 200.000 s/d 299.999 untuk Makanan yang Bergizi ( $X_6$ ). Faktor-faktor yang mempengaruhi morbiditas penduduk Jawa Timur menggunakan model regresi multivariat hanya variabel  $X_4$  dan  $X_6$  yang berpengaruh signifikan terhadap persentase penduduk yang mengalami morbiditas sedangkan hanya variabel  $X_1$  yang berpengaruh signifikan terhadap indeks kesejahteraan rakyat di Jawa Timur. Sedangkan pada model MGWR didapatkan variabel  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_5$  dan  $X_6$  berpengaruh signifikan terhadap persentase penduduk yang mengalami morbiditas dan variabel  $X_1$  yang berpengaruh signifikan terhadap indeks kesejahteraan rakyat di Jawa Timur.

**Kata kunci**—Regresi Multivariat, *MGWR*, morbiditas.

## I. PENDAHULUAN

**M**ORBIDITAS (kesakitan) merupakan salah satu indikator yang digunakan untuk mengukur derajat kesehatan penduduk. Semakin tinggi morbiditas, menunjukkan derajat kesehatan penduduk semakin buruk. Sebaliknya semakin rendah morbiditas (kesakitan) menunjukkan derajat kesehatan penduduk yang semakin baik [1]. Pengertian morbiditas (kesakitan) adalah kondisi seseorang dikatakan sakit apabila keluhan kesehatan yang dirasakan mengganggu aktivitas sehari-hari yaitu tidak dapat melakukan kegiatan seperti bekerja, mengurus rumah tangga dan kegiatan lainnya secara normal sebagaimana biasanya. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh ahli kesehatan, morbiditas (kesakitan)

disebabkan karena sakit sindrom gawat napas neonatus, tuberkulosis dan diare [2]. Penyakit asma, tuberkulosis dan diare menimbulkan dampak negatif pada kehidupan pasien, menyebabkan anak sering tidak masuk sekolah, membatasi aktivitas pribadi maupun keluarga dan penurunan produktivitas kerja [3]. Penyakit-penyakit tersebut muncul karena gaya hidup dan pola makan yang salah, serta lingkungan yang kotor semua bermula dari minimnya pengetahuan mengenai masalah kesehatan itu sendiri baik tentang gizi maupun lingkungan. Studi kasus tentang morbiditas (kesakitan) pernah dikembangkan oleh Cucu Sumarni dan Mohammad Radiansyah di tahun 2012 yang melakukan pemodelan morbiditas provinsi Bali dan Jawa Barat dengan menggunakan regresi ZIGP. Morbiditas juga telah banyak dikembangkan oleh para pakar kesehatan di seluruh dunia dengan menggunakan model-model Regresi Poisson seperti log-linear, logit, logistik, yaitu model-model yang datanya berupa *count data*, seperti yang dilakukan oleh Warouw, Fuhrer dan Arola.

Ada tiga dimensi yang menunjukkan indikator-indikator morbiditas (kesakitan) yaitu dimensi umur panjang & sehat, dimensi pengetahuan dan dimensi kehidupan yang layak. Untuk dimensi umur panjang & sehat diukur berdasarkan angka harapan hidup. Untuk dimensi pengetahuan diukur berdasarkan angka buta huruf (dewasa). Sedangkan dimensi kehidupan yang layak diukur berdasarkan persentase penduduk tanpa akses terhadap air bersih dan persentase penduduk tanpa akses terhadap sarana kesehatan [4].

Ditinjau dari segi pengeluaran rumah tangga untuk makanan berbeda cukup jauh antar kabupaten atau kota seperti pada kota Surabaya dengan persentase pengeluaran 44,58% dan kabupaten Bangkalan dengan persentase pengeluaran 65,11%. Dan jika ditinjau dari pelayanan kesehatan gratis menunjukkan tiap kabupaten atau kota tidak sama dalam menerima pelayanan kesehatan gratis terlihat di kota Blitar hanya 25,68% rumah tangga yang menerima Jamkesmas sedangkan di kabupaten Bondowoso ada sebanyak 90,77% rumah tangga yang menerima Jamkesmas. Sehingga dengan melihat kondisi tersebut, ada kemungkinan pola morbiditas antar kabupaten atau kota berbeda. Dengan demikian regresi spasial multivariat dengan pembobot geografis atau *Multivariate Geographically Weighted Regression* (MGWR) dapat diterapkan untuk pemodelan morbiditas (kesakitan) penduduk dan Indeks Kesejahteraan Rakyat di Jawa Timur.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan yang digunakan adalah tinjauan statistika dan non statistika yang mendasari penelitian yaitu regresi linear multivariat, uji asumsi distribusi multivariat, model linear spasial univariat dengan GWR, model MGWR dan pengertian morbiditas.

A. Model Linear Multivariat

Model regresi multivariat adalah model regresi sederhana dengan variabel respon lebih dari satu [5]. Misalkan terdapat variabel respon dengan skala pengukuran kontinu berjumlah  $h$  yaitu  $Y_1, Y_2, \dots, Y_h$  dan  $p$  variabel prediktor dengan skala pengukuran kualitatif atau kuantitatif yaitu  $X_1, X_2, \dots, X_p$  maka model linear multivariat respon ke- $h$  untuk populasi adalah

$$Y_h = \beta_{0h} + \beta_{1h}X_1 + \dots + \beta_{ph}X_p + \varepsilon_h \tag{1}$$

dengan  $\beta_{0h}, \beta_{1h}, \dots, \beta_{ph}$  adalah parameter model regresi multivariat dan  $\varepsilon_h$  adalah *error* yang diasumsikan  $\varepsilon_h \sim (0, \sigma^2)$  dan  $Cov(\varepsilon_h, \varepsilon_{h^*}) = 0$  dengan  $h \neq h^*$   $h = 1, 2, \dots, q$  dan  $h^* = 1, 2, \dots, q$ . Masing-masing variabel respon diasumsikan mengikuti model regresi dengan persamaan :

$$\begin{aligned} Y_1 &= \beta_{01} + \beta_{11}x_1 + \dots + \beta_{p1}x_p + \varepsilon_1 \\ Y_2 &= \beta_{02} + \beta_{12}x_2 + \dots + \beta_{p2}x_p + \varepsilon_2 \\ &\vdots \\ Y_q &= \beta_{0q} + \beta_{1q}x_1 + \dots + \beta_{pq}x_p + \varepsilon_q \end{aligned}$$

B. Geographically Weighted Regression (GWR)

Model linear spasial univariat merupakan suatu model linear dengan satu variabel respon dengan informasi lokasi atau ruang diketahui [6]. Menurut Cressie [7], data spasial merupakan salah satu jenis data dependen, dimana data pada suatu lokasi dipengaruhi oleh pengukuran data pada lokasi lain. Salah satu model linear spasial univariat yang berkembang saat ini adalah *Geographically Weighted Regression* (GWR). Model GWR merupakan pengembangan dari model regresi dengan menghitung parameter pada setiap lokasi pengamatan. Sehingga setiap lokasi pengamatan memiliki nilai parameter regresi yang berbeda-beda. Pada model GWR faktor geografis merupakan variabel prediktor yang dapat mempengaruhi variabel respon. Asumsi yang harus dipenuhi dalam model GWR adalah *error* berdistribusi normal dengan *mean* nol dan varians  $\sigma^2$ .

Pada model *Geographically Weighted Regression* (GWR) hubungan antara variabel respon  $Y$  dan variabel bebas  $X_1, X_2, \dots, X_p$  pada lokasi ke- $i$  adalah :

$$Y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \beta_1(u_i, v_i)X_{1i} + \dots + \beta_p(u_i, v_i)X_{pi} + \varepsilon_i \tag{2}$$

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

dengan :

- $Y_i$  : nilai observasi variabel respon ke- $i$
- $\beta_k(u_i, v_i)$  : parameter pada lokasi ke- $i$  yang berhubungan dengan variabel bebas ke- $k$  ( $X_k$ )

$\varepsilon_i$  : *error* pengamatan pada lokasi ke- $i$  yang diasumsikan identik, independen, dan berdistribusi normal dengan *mean* nol dan varians konstan  $\sigma^2$ .

C. Model MGWR

Model MGWR merupakan pengembangan dari model linear spasial multivariat dengan penaksir parameter bersifat lokal untuk setiap lokasi pengamatan. Pada model MGWR asumsi yang digunakan adalah vector *error* ( $\varepsilon$ ) berdistribusi normal multivariat dengan mean vektor nol dan matriks varians-kovarian  $\Sigma$  pada setiap lokasi  $(u_i, v_i)$ . Persamaan model MGWR berdasarkan indeks variabel respon pada lokasi ke- $i$  dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Y_{1i} &= \beta_{01}(u_i, v_i) + \beta_{11}(u_i, v_i)X_{1i} + \beta_{21}(u_i, v_i)X_{2i} + \dots + \beta_{p1}(u_i, v_i)X_{pi} + \varepsilon_{1i} \\ Y_{2i} &= \beta_{02}(u_i, v_i) + \beta_{12}(u_i, v_i)X_{1i} + \beta_{22}(u_i, v_i)X_{2i} + \dots + \beta_{p2}(u_i, v_i)X_{pi} + \varepsilon_{2i} \\ &\vdots \end{aligned}$$

$Y_{qi} = \beta_{0q}(u_i, v_i) + \beta_{1q}(u_i, v_i)X_{1i} + \beta_{2q}(u_i, v_i)X_{2i} + \dots + \beta_{pq}(u_i, v_i)X_{pi} + \varepsilon_{qi}$  dimana  $Y_{hi} = [Y_{1i} \ Y_{2i} \ \dots \ ]$  adalah variabel respon

$Y_1, Y_2, \dots, Y_q$  pada lokasi ke- $i$  dan  $\varepsilon_{hi} = [ \varepsilon_{1i} \ \varepsilon_{2i} \ \dots \ ]$  adalah *error* dari variabel respon pada lokasi ke- $i$ .

Penaksiran parameter model MGWR adalah  $\hat{\beta}_{-h}(u_i, v_i) = (\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{Y}_{-h}$

Pengujian hipotesis kesesuaian model regresi multivariat dengan MGWR adalah sebagai berikut :

$$H_0 : \beta_{kh}(u_i, v_i) = \beta_{kh}, k = 0, 1, 2, \dots, p \text{ dan } h = 1, 2, \dots, q$$

(tidak ada pengaruh faktor geografis pada model).

$$H_1 : \beta_{kh}(u_i, v_i) \neq \beta_{kh}$$

(ada pengaruh faktor geografis pada model).

Statistik Uji : 
$$\frac{(\mathbf{Y}^T(\mathbf{I} - \mathbf{M})\mathbf{Y}) - (\mathbf{Y}^T(\mathbf{I} - \mathbf{S})^T(\mathbf{I} - \mathbf{S})\mathbf{Y})}{\frac{n - p - r_1}{\left( \frac{r_1^2}{r_2} \right)}}$$

Daerah Penolakan : Tolak  $H_0$  jika  $F^* > F \left( \alpha, n - p - r_1, \left( \frac{\delta_1^2}{\delta_2} \right) \right)$

Setelah didapatkan hasil pengujian hipotesis kemudian dilakukan uji serentak pada model MGWR dengan hipotesis berikut:

$$H_0 : \beta_{1h}(u_i, v_i) = \beta_{2h}(u_i, v_i) = \dots = \beta_{ph}(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \text{Paling tidak ada satu } \beta_{kh}(u_i, v_i) \neq 0$$

Statistik Ujinya dirumuskan dengan [8] :

$$F = \frac{\frac{\mathbf{Y}^T(\mathbf{I}-\mathbf{S}_w)^T(\mathbf{I}-\mathbf{S}_w)\mathbf{Y}}{\begin{pmatrix} r_{1w}^2 \\ r_{2w}^2 \end{pmatrix}}}{\frac{\mathbf{Y}^T(\mathbf{I}-\mathbf{S})^T(\mathbf{I}-\mathbf{S})\mathbf{Y}}{\begin{pmatrix} r_1^2 \\ r_2^2 \end{pmatrix}}}$$

Daerah Penolakan : Tolak  $H_0$  jika  $F > F_{\left(\alpha, \frac{r_{1w}^2, r_1^2}{r_{2w}^2, r_2^2}\right)}$

Untuk mengetahui parameter mana saja yang signifikan mempengaruhi variabel respon. Hipotesisnya adalah sebagai berikut :

$$H_0 : \beta_{kh}(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \beta_{kh}(u_i, v_i) \neq 0$$

dengan  $k = 1, 2, \dots, p, h = 1, 2, \dots, q, i = 1, 2, \dots, n$ .

$$\text{Statistik Uji : } t = \frac{\hat{\beta}_{kh}(u_i, v_i)}{SE\left(\hat{\beta}_{kh}(u_i, v_i)\right)}$$

Daerah Penolakan : Tolak  $H_0$  jika  $|t| > t_{\left(\frac{\alpha}{2}, (n-\text{rank}(X))\right)}$

Nilai *bandwidth* optimum pada model MGWR dapat dicari dengan menggunakan *CV* dengan rumus sebagai berikut :

$$CV = \sum_{i=1}^n (\mathbf{Y}_i - \hat{\mathbf{Y}}_{si}(l))^2$$

dengan  $l$  merupakan nilai *bandwidth* optimum untuk menghasilkan nilai *CV* yang minimum.

Untuk mendapatkan model terbaik dari MGWR maka digunakan *AIC<sub>c</sub>* dengan rumus :

$$AIC_c = |\hat{\Sigma}| + 2p \left\{ \frac{n}{n-p-1} \right\}$$

Dengan  $\hat{\Sigma}$  adalah penaksir matriks varian kovarian dari vektor *error* model MGWR [9].

#### D. Morbiditas

Keluhan kesehatan adalah keadaan ketika seseorang mengalami atau merasakan gangguan kesehatan atau kejiwaan, baik karena penyakit akut, penyakit kronis, kecelakaan, kriminal atau hal lain. Lamanya terganggu tidak merujuk pada keluhan yang terberat saja, melainkan mencakup jumlah hari untuk semua keluhan kesehatan dalam satu bulan terakhir. Keluhan yang dimaksud tidak harus mengakibatkan terganggunya aktivitas (pekerjaan, sekolah dan kegiatan sehari-hari) serta tidak harus melakukan pengobatan. Sedangkan keluhan yang mengakibatkan terganggunya aktivitas (pekerjaan, sekolah dan kegiatan sehari-hari), selanjutnya disebut sebagai kesakitan/*morbidity* (BPS Provinsi Jawa Timur). Pada penelitian tentang kasus morbiditas, Berdasarkan penelitian Warouw [10], menyimpulkan bahwa faktor lingkungan dan kemiskinan berpengaruh pada morbiditas. Penelitian Fuhrer [11], menghasilkan kesimpulan bahwa budaya dan jenis kelamin yang berbeda menghasilkan pola morbiditas dan mortalitas

yang berbeda pula. Sedangkan berdasarkan penelitian Arola [12], menyatakan bahwa usia dan jenis kelamin berpengaruh terhadap *job control* seseorang pekerja dan *job control* yang rendah meningkatkan banyaknya absensi karena sakit.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Data yang digunakan adalah data sekunder yang berasal dari Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) Propinsi Jawa Timur pada tahun 2010 yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. Dengan unit penelitian sebanyak 29 kabupaten dan 9 kota di Jawa Timur. Pemilihan variabel prediktor berdasarkan indikator-indikator morbiditas yaitu umur panjang & sehat, pengetahuan dan kehidupan yang layak. Untuk umur panjang & sehat diukur berdasarkan angka harapan hidup. Untuk pengetahuan diukur berdasarkan angka buta huruf (dewasa). Sedangkan kehidupan yang layak diukur berdasarkan persentase penduduk tanpa akses terhadap air bersih dan persentase penduduk tanpa akses terhadap sarana kesehatan. Data variabel respon dan variabel prediktor ditampilkan pada Tabel 1.

Tahapan dalam analisis data adalah sebagai berikut :

1. Membuat statistik deskriptif.
2. Menguji Multikolinieritas variabel bebas.
3. Menaksir parameter secara multivariat.
4. Menguji hipotesis distribusi multivariat.
  - a. Uji Asumsi Residual Regresi Multivariat
  - b. Uji Serentak
  - c. Uji Parsial
5. Melakukan pemodelan *Multivariate Geographically Weighted Regression* (MGWR).
6. Mendapatkan model terbaik dari model regresi multivariat dan MGWR.
7. Interpretasi hasil
8. Menarik kesimpulan.

### IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### A. Deskripsi Data Penelitian

Deskripsi data penelitian menunjukkan bahwa rata-rata angka harapan hidup ( $X_1$ ) pada tahun 2010 sebesar 68,327 tahun. Artinya pemerintah mampu meningkatkan kesejahteraan penduduk karena bayi-bayi yang dilahirkan menjelang tahun 2010 akan dapat hidup sampai 67 atau 68 tahun. Berdasarkan sumber dari pusat data Jawa Timur menyebutkan persentase angka buta huruf di Jawa Timur mengalami penurunan dari tahun 2004-2009. Pada tahun 2009 angka buta huruf mencapai 9%. Tahun 2010 angka buta huruf meningkat menjadi 10.620%. Peningkatan angka buta huruf ini mengingat buta huruf selalu identik dengan keterbelakangan serta ketidakberdayaan masyarakat. Rata-rata penduduk Jawa Timur yang menggunakan sumber air minum sumur terlindungi adalah sebesar 30.25%. Artinya ada sebanyak 30,25% penduduk yang menggunakan air dari dalam tanah yang digali dan mengambilnya dengan gayung atau ember. Rata-rata penduduk Jawa Timur yang berobat jalan di praktek nakes sebanyak 39.74%.

Tabel 1.  
Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan
Y <sub>1</sub>	Persentase penduduk yang mengalami morbiditas
Y <sub>2</sub>	Indeks Kesejahteraan Rakyat
X <sub>1</sub>	Angka Harapan Hidup
X <sub>2</sub>	Angka Buta Huruf
X <sub>3</sub>	Persentase penduduk dengan sumber air minum sumur terlindungi
X <sub>4</sub>	Persentase penduduk berobat jalan di praktek tenaga kesehatan
X <sub>5</sub>	Persentase penduduk dengan jarak sumber air minum ke tempat penampungan kotoran > 10 meter
X <sub>6</sub>	Persentase penduduk dengan pengeluaran perkapita sebulan 200.000 s/d 299.999 untuk Makanan yang Bergizi

Tabel 2.  
Nilai VIF Variabel Prediktor

Variabel	VIF
X <sub>1</sub>	2,745
X <sub>2</sub>	4,888
X <sub>3</sub>	1,742
X <sub>4</sub>	4,031
X <sub>5</sub>	2,306
X <sub>6</sub>	4,645

Tabel 3.  
Penaksir Parameter Model Regresi Multivariat dengan Data Persentase Penduduk Mengalami Morbiditas dan Indeks Kesejahteraan Rakyat.

Variabel Respon	Parameter	Penaksir ( $\hat{\beta}$ )	SE ( $\hat{\beta}$ )	$ t_{hitung} $	P-value
Y <sub>1</sub>	Intercept	13.734	13.210	1.040	0.306
	X <sub>1</sub>	0.024	0.183	0.129	0.898
	X <sub>4</sub>	0.174	0.049	3.554	0.001
	X <sub>6</sub>	-0.225	0.073	-3.068	0.004
Y <sub>2</sub>	Intercept	-19.658	8.162	-2.408	0.022
	X <sub>1</sub>	0.960	0.113	8.517	.000
	X <sub>4</sub>	13.734	13.210	1.040	0.306
	X <sub>6</sub>	0.024	0.183	0.129	0.898

Tabel 4.  
Matriks Varians-Kovarian Model Regresi Multivariat.

	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>
Varians-kovarian data persentase penduduk yang mengalami morbiditas dan indeks kesejahteraan rakyat	Y <sub>1</sub>	317,863
	Y <sub>2</sub>	-36,329
		139,168

Artinya ada sebanyak 39,74% penduduk Jawa Timur yang memeriksakan diri dan mendapatkan pengobatan dengan mendatangkan petugas kesehatan ke rumah. Rata-rata penduduk yang jarak sumber air minumnya ke tempat Penampungan Kotoran > 10 meter sebanyak 58.24%. Sedangkan rata-rata penduduk dengan pengeluaran perkapita sebulan 200.000 s/d 299.999 untuk membeli makan makanan yang bergizi sebesar 30.78%. Artinya ada sebanyak 30,78% penduduk di Jawa Timur dengan kemampuan daya beli yang rendah untuk membeli makanan yang bergizi.

Pada variabel respon persentase penduduk dengan aktivitas primer terganggu didapatkan rata-rata 15,325 dengan variasi sebesar 3,452. Rata-rata indeks kesejahteraan rakyat di Jawa Timur adalah 43,193 dengan variasi sebesar 4,136. Besarnya indeks kesejahteraan rakyat dipengaruhi oleh Sumber Daya Manusia (SDM) yang sehat secara fisik karena dapat ikut berperan dalam pembangunan untuk mewujudkan kesejahteraan rakyat.

**B. Uji Multikolinearitas**

Untuk memeriksa multikolinieritas antar variabel prediktor menggunakan nilai VIF ditampilkan pada Tabel 2.

Hasil VIF menunjukkan VIF masing-masing kurang dari 10 maka dapat dikatakan bahwa tidak ada multikolinieritas antar variabel prediktor.

**C. Statistik Uji Model Regresi Multivariat**

Pada pengujian hipotesis secara serentak didapatkan nilai statistik uji *F* dari model multivariat 59,388 lebih besar dari  $F_{(0,10,6,31)} = 1,97$ . Hal ini berarti bahwa variabel prediktor secara serentak berpengaruh signifikan terhadap persentase penduduk mengalami morbiditas dan indeks kesejahteraan rakyat.

Setelah dilakukan pemodelan ulang dengan memasukkan variabel prediktor yang berpengaruh, penaksiran parameter beta dengan variabel persentase penduduk yang mengalami morbiditas dan indeks kesejahteraan rakyat menunjukkan dengan tingkat kesalahan 10% diketahui variabel X<sub>4</sub> dan X<sub>6</sub> berpengaruh signifikan terhadap persentase penduduk yang mengalami morbiditas. Sedangkan variabel X<sub>1</sub> berpengaruh signifikan terhadap indeks kesejahteraan rakyat.

**D. Pengujian Asumsi Residual Regresi Multivariat**

Berdasarkan hasil *q-q plot* didapatkan nilai  $d_{ij}^2$  vektor *error* pada data persentase penduduk yang mengalami morbiditas dan indeks kesejahteraan rakyat 60,5263% lebih besar dari  $\chi^2$  quantiles 50% atau  $q_{c,p}(0,50)$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa vektor *error* distribusi normal multivariat.

Asumsi lain yang harus terpenuhi dalam model regresi adalah matriks varians-kovarian *error* homogen (*homoscedasticity*). Hal ini berarti bahwa parameter model regresi multivariat akan sama untuk setiap lokasi pengamatan (parameter global). Hipotesis untuk menguji homokedastisitas adalah sebagai berikut :

$$H_0 : \Sigma_1 = \Sigma_2 = \Sigma$$

$$H_1 : \Sigma_1 \neq \Sigma_2$$

Statistik Uji : Box's M

Daerah Penolakan : Jika nilai *significance* statistik uji Box's-M lebih besar dari  $\alpha = 0,10$  maka gagal menolak  $H_0$ .

Kesimpulan : Nilai statistik uji Box's-M adalah 9,937 dengan *significance* 0,026. Nilai ini lebih kecil dari  $\alpha = 0,10$ , sehingga disimpulkan matriks varians –kovarians residual tidak homogen.

Hasil perhitungan matriks varians-kovarian model regresi multivariat (Tabel 4) menunjukkan bahwa varians-kovarian dari vektor *error* tidak sama atau dengan kata

lain asumsi homoskedastisitas tidak terpenuhi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada studi kasus faktor-faktor yang berpengaruh terhadap morbiditas penduduk di Jawa Timur menunjukkan adanya kasus heterogenitas spasial.

E. Statistik Uji Model MGWR

Hasil uji model MGWR dengan Matlab 7.9.0 didapatkan nilai *bandwidth* optimum dari data persentase penduduk mengalami morbiditas dan indeks kesejahteraan rakyat sebesar 1.1316. Hasil nilai *bandwidth* optimum ini selanjutnya digunakan untuk mencari matriks pembobot yang akan digunakan untuk mencari penaksir parameter beta persentase penduduk yang mengalami morbiditas dan indeks kesejahteraan rakyat dari model MGWR. Pada penelitian ini menggunakan fungsi jarak *kernel* yaitu *Gaussian Distance Function*.

Langkah selanjutnya adalah mencari penaksir parameter beta persentase penduduk yang mengalami morbiditas dan indeks kesejahteraan rakyat dari model MGWR secara serentak pada tiap lokasi pengamatan atau tiap kabupaten/kota. Hasil penaksir parameter beta dari persentase penduduk yang mengalami morbiditas dan indeks kesejahteraan rakyat ini digunakan untuk menguji kesesuaian koefisien parameter beta secara serentak antara model regresi multivariat dan model MGWR dengan hipotesis sebagai berikut :

$$H_0 : \beta_{kh}(u_i, v_i) = \beta_{kh}, k = 0,1,2, \dots, 6 \text{ dan } h = 1,2$$

$$H_1 : \text{paling tidak ada satu } \beta_{kh}(u_i, v_i) \neq \beta_{kh}$$

Hasil pengujian kesesuaian model didapatkan  $F_{hitung}$  persentase penduduk yang mengalami morbiditas dan indeks kesejahteraan rakyat lebih besar dari  $F_{(0,10,10,25)} = 1,865782$  yang berarti bahwa ada faktor geografis dalam model.

selanjutnya dilakukan pengujian secara serentak model MGWR dengan hipotesis :

$$H_0 : \beta_{6h}(u_i, v_i) = 0, h = 1,2$$

$$H_1 : \text{Paling tidak ada satu } \beta_{6h}(u_i, v_i) \neq 0$$

Pengujian secara serentak pada contoh kasus di atas, didapatkan nilai statistik uji  $F$  dari model MGWR 6.567 lebih besar dari  $F_{(0,10,35,25)} = 1,641024$ . Hal ini menunjukkan bahwa terdapat variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon pada tiap kabupaten atau kota.

Dari hasil nilai statistik  $t$  didapatkan 14 pengelompokan kabupaten/kota berdasarkan variabel prediktor yang signifikan berpengaruh terhadap variabel respon persentase penduduk yang mengalami morbiditas. Selanjutnya didapatkan variabel prediktor  $X_1$  yang signifikan berpengaruh terhadap variabel respon indeks kesejahteraan rakyat di seluruh kabupaten/kota.

Tabel 5.

Fungsi Pembobot <i>Kernel</i>	Nilai AIC	
	AIC Regresi	AIC MGWR
<i>Gaussian</i>	408.23	392.39

Tabel 6.  
Uji Kesesuaian Model MGWR Persentase Penduduk yang Mengalami Morbiditas dan Indeks Kesejahteraan Rakyat.

Variabel	Sumber Keragaman	db	JK	KT	F
Y <sub>1</sub>	Global Errors	7	308,38		
	GWR Improvement	10,262	214,88	20,939	
	GWR Errors	25,206	171,20	6,792	3,08
Y <sub>2</sub>	Global Errors	7	105,97		
	GWR Improvement	10,262	313,81	30,58	
	GWR Errors	25,206	70,601	2,8	10,92

Tabel 7.

Pengelompokan Kabupaten/Kota Berdasar Variabel Prediktor yang Signifikan terhadap Variabel Respon Persentase Penduduk yang Mengalami Morbiditas.

No.	Kabupaten/Kota	Variabel Prediktor
1	Pacitan, Trenggalek, Tulungagung	X <sub>2</sub> , X <sub>3</sub> , X <sub>4</sub> , X <sub>5</sub> , X <sub>6</sub>
2	Ponorogo, Nganjuk, Madiun, Ngawi, Kota Madiun	X <sub>2</sub> , X <sub>4</sub> , X <sub>6</sub>
3	Sampang	X <sub>1</sub> , X <sub>2</sub> , X <sub>3</sub> , X <sub>5</sub>
4	Bangkalan	X <sub>3</sub> , X <sub>4</sub> , X <sub>5</sub> , X <sub>6</sub>
5	Lumajang, Jember	X <sub>1</sub> , X <sub>2</sub> , X <sub>4</sub> , X <sub>6</sub>
6	Magetan	X <sub>4</sub> , X <sub>6</sub>
7	Tuban	X <sub>1</sub> , X <sub>4</sub>
8	Bojonegoro	X <sub>2</sub> , X <sub>4</sub>
9	Blitar, Malang, Sidoarjo, Mojokerto, Lamongan, Gresik, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Surabaya, Kota Batu	X <sub>4</sub> , X <sub>5</sub> , X <sub>6</sub>
10	Kediri, Jombang, Kota Kediri	X <sub>2</sub> , X <sub>4</sub> , X <sub>5</sub> , X <sub>6</sub>
11	Banyuwangi	X <sub>1</sub> , X <sub>3</sub> , X <sub>4</sub> , X <sub>5</sub>
12	Bondowoso, Pamekasan, Sumenep, Kota Probolinggo	X <sub>1</sub> , X <sub>2</sub> , X <sub>3</sub> , X <sub>4</sub>
13	Situbondo	X <sub>1</sub> , X <sub>3</sub> , X <sub>4</sub>
14	Probolinggo, Pasuruan	X <sub>1</sub> , X <sub>2</sub> , X <sub>4</sub> , X <sub>5</sub> , X <sub>6</sub>

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah pada model MGWR pembobot *kernel Gaussian* didapatkan variabel Angka Harapan Hidup, Angka Buta Huruf, Persentase Penduduk Dengan Sumber Air Minum Sumur Terlindungi, Persentase Penduduk Berobat Jalan di Praktek Nakes, Persentase Penduduk dengan Jarak sumber Air Minum Ke Tempat Penampungan Kotoran > 10 meter dan Persentase Penduduk dengan Pengeluaran Perkapita Sebulan 200.000 s/d 299.999 untuk membeli makanan yang bergizi berpengaruh signifikan terhadap persentase penduduk yang mengalami morbiditas dan variabel Angka Harapan Hidup yang berpengaruh signifikan terhadap indeks kesejahteraan rakyat di Jawa Timur. Dan terbentuk 14 pengelompokan kabupaten/kota berdasar variabel prediktor yang signifikan berpengaruh terhadap variabel respon persentase penduduk yang mengalami morbiditas.

Dengan memperhatikan kesimpulan yang diperoleh, maka ada beberapa hal yang dapat disarankan untuk penelitian selanjutnya yaitu interpretasi model masih terbatas karena

terbatasnya variabel prediktor yang digunakan. Sehingga penelitian selanjutnya tentang morbiditas penduduk Jawa Timur diperlukan adanya penambahan variabel prediktor.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik Republik Indonesia (2009), Statistik Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2009, Badan Pusat Statistik Republik Indonesia.
- [2] Pediatri, S. (2012). Kelainan Kardiovaskular pada Sindrom. Ilmu Kesehatan Anak.
- [3] Pediatri, S. (2009). Epidemiologi Tuberkulosis. Ilmu Kesehatan Anak. 11(2) (2009), pp.124-9.
- [4] Departemen Kesehatan RI (2003), Indikator Sehat Indonesia 2010 dan Pedoman Penetapan Indikator Provinsi Sehat dan Kabupaten/Kota Sehat, Keputusan Menteri Kesehatan No.1202/Menkes/SK/VIII/2003, Departemen Kesehatan RI Jakarta.
- [5] Johnson, R.A., dan Wichern, D.W. (2007). Applied Multivariate Statistical Analysis, Prentice Hall, Inc., New Jersey.
- [6] Christensen, R., (1991), "Linear Model For Multivariate, Time Series, and Spatial Data", Springer-Verlag, New York.
- [7] Cressie, N.A.C. (1991), Statistics for Spatial Data, Revised ed, John Wiley and Sons, New York.
- [8] Harini, S., Purhadi, Mashuri, M dan Sunaryo, S. (2012). Statistical Test for Multivariate Geographically Weighted Regression Model Using the Method of Maximum Likelihood Ratio Test. International Journal of Applied Mathematics & Statistics, Vol. 29, Issue Number 5, hal.110-115.
- [9] Brunson C., *Fotheringham*, A.S., & *Charlton*, M.E. (2002). Geographically weighted summary statistics
- [10] Warouw, S.P. (2002), Hubungan Faktor Lingkungan dan Sosial Ekonomi dengan Morbiditas (Keluhan ISPA dan Diare). Direktorat Penyehatan Lingkungan, <http://digilib.litbang.depkes.go.id/go.php?id=jkpbppk-gdl-res-2002-sonny-836-lingkungan>
- [11] Fuhrer, R., Shipley, M.J., Chastang, J.F., Schmaus, A., Niedhammer, I., Stansfeld, S.A., Goldberg, M. dan Marmot, M.G. (2002), Socioeconomic Position, Health, and Possible Explanations: A Tale of Two Cohorts, American Journal of Public Health August 2002 Vol 92 No. 8 page 1290-1294.
- [12] Arola, H., Pitkanen, M., Nygrad, C.H., Huhtala, H., dan Manka, M. L. (2003), The Connection between age, job control and sickness absences among Finishing food workers. Occupational Medicine Vol.53 No.3, 229-230.