

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMENGARUHI PENYEBARAN PENYAKIT TUBERKULOSIS (TBC) DI PROVINSI JAWA BARAT

Ni Kadek Ariska Dewi^{1§}, I Komang Gde Sukarsa², I Gusti Ayu Made Srinadi³

¹Program Studi Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: ariskadewi31@yahoo.co.id]

²Program Studi Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: gedesukarsa@unud.ac.id]

³Program Studi Matematika, Fakultas MIPA – Universitas Udayana [Email: srinadi@unud.ac.id]

[§]Corresponding Author

ABSTRACT

The highest number of tuberculosis sufferers in Indonesia is in West Java Province. The spread of TB disease depends on a variety of different factors in each region. Due to differences in geographical conditions between regions in West Java, the differences between one variable and different variables give different responses at different locations in each study area. This is called spatial heterogeneity. The method that can be used to overcome the problem of spatial heterogeneity is the Weighted Geographic Regression (GWR) method. The best model of this research is the GWR model using the bisquare adaptive kernel weighting function. The resulting coefficient of determination is 93.79%. Significant variables are the number of households having clean and healthy life behavior (PHBS), the number of male residents, and the number of houses not meeting health requirements.

Keywords: *Tuberculosis (TB), Geographically Weighted Regression (GWR), Kernel Adaptive Bisquare*

1. PENDAHULUAN

Tuberkulosis (TBC) merupakan salah satu penyakit menular yang menyebabkan kematian. *Mycobacterium tuberculosis* merupakan mikrobakteria yang menyebabkan munculnya penyakit TBC ini. TBC dapat menyebar melalui percikan dahak ketika penderita mengalami batuk dan bersin (Suherni & Maduratna, 2013).

Setiap tahunnya, kasus TBC diseluruh dunia terjadi sebanyak sembilan juta dengan jumlah kematian sebanyak tiga juta jiwa. Terkait jumlah penderita infeksi tuberkulosis, Indonesia menempati urutan ke-3 sedunia hamper sepuluh tahun lamanya (Wulandari, et al., 2016). Tiap tahunnya, Penderita TBC di Indonesia mengalami peningkatan 2-5% sehingga diperkirakan terdapat 262.000 penderita baru (Aditama, et al., 2013). Data Riskedas Kemenkes RI (2013), menyatakan lima daerah dengan prevalensi TBC tertinggi di Indonesia yaitu Jawa Barat, Papua, DKI Jakarta, Gorontalo, Banten. Jawa Barat merupakan provinsi pertama dengan jumlah penderita TBC terbanyak di Indonesia dengan

angka pravalensi TB 0.7% (rata-rata nasional 0.4%) (Yanti, 2016).

Penyebaran penyakit TBC dipengaruhi oleh berbagai faktor yang berbeda di setiap daerahnya. Karena perbedaan kondisi geografis antarwilayah di Jawa Barat menyebabkan terjadinya suatu keadaan dimana satu variabel bebas yang sama memberikan respon yang tidak sama pada lokasi yang berbeda dalam suatu wilayah penelitian. Hal ini disebut dengan heterogenitas spasial.

Salah satu metode penduga faktor-faktor yang memengaruhi penyebaran penyakit TBC di Provinsi Jawa Barat adalah *Geographically Weighted Regression* (GWR) mengingat adanya heterogenitas spasial. GWR menghasilkan taksiran parameter dari model yang bersifat lokal setiap titik atau lokasi pengamatan, sehingga model yang dihasilkan akan berbeda (Fotheringham, et al., 2002)

Dalam kasus ini berarti pada suatu wilayah yang memiliki perbedaan kondisi antara satu lokasi dengan lokasi lainnya yang ditinjau dari segi geografis, sosial-budaya maupun hal

lainnya (Munikah, et al., 2014). Berdasarkan hal tersebut, penulis ingin menelaah mengenai faktor-faktor yang memengaruhi penyebaran penyakit TBC di Provinsi Jawa Barat dengan memperhatikan faktor wilayah pada kasus tersebut. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan untuk membentuk model penyebaran penyakit TBC di Provinsi Jawa Barat adalah metode GWR. Metode ini meliputi faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan dengan memperhatikan bahwa model hubungan antara variabel terikat dengan variabel bebas adalah linier.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Jenis dan Sumber Data

Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder tahun 2016. Data mengenai penyebaran penyakit TBC tahun 2016 di Provinsi Jawa Barat terdapat pada Dinas Kesehatan dan Badan Pusat Statistik (BPS). Data tersebut berupa data masing-masing kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat.

2.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel terikat (Y) dan Variabel bebas (X).

Tabel 1. Variabel Penelitian

Kode	Variabel	Definisi	Skala
Variabel Terikat:			
Y	Jumlah penderita TBC	Jumlah penderita TBC pada masing-masing kabupaten di Provinsi Jawa Barat.	Rasio
Variabel Bebas:			
X_1	Rumah Tangga ber-PHBS	Jumlah rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat pada masing-masing kabupaten di Provinsi Jawa Barat.	Rasio
X_2	Penduduk Miskin	Jumlah penduduk miskin pada masing-masing kabupaten di Provinsi Jawa Barat.	Rasio
X_3	Penduduk Laki-laki	Jumlah penduduk laki-laki pada masing-masing kabupaten di Provinsi Jawa Barat.	Rasio
X_4	Rumah tidak memenuhi syarat kesehatan	Jumlah rumah tidak memenuhi syarat kesehatan pada masing-masing kabupaten di Provinsi Jawa Barat.	Rasio
u	Koordinat bujur (<i>longitude</i>)	Koordinat yang dikonversikan kedalam satuan kilometer yang digunakan untuk menentukan lokasi disebelah barat atau timur.	
v	Koordinat lintang (<i>latitude</i>)	Koordinat yang dikonversikan kedalam satuan kilometer yang digunakan untuk menentukan lokasi sebelah utara atau selatan.	

2.3 Teknik Analisis Data

Adapun teknik analisis data dalam penelitian ini yaitu:

1. Membuat analisis deskriptif untuk melihat penyebaran penyakit TBC di Provinsi Jawa Barat.
2. Membentuk model regresi linear berganda.
3. Menganalisis model regresi linear berganda dengan tahapan sebagai berikut:
 - a. Melakukan uji kenormalan dengan menggunakan uji *Anderson Darling*.
 - b. Melakukan uji multikolinearitas dengan melihat nilai VIF.

Hipotesis uji:

H_0 : tidak terdapat multikolinearitas antarvariabel bebas pada model regresi,

H_1 : terdapat multikolinearitas antarvariabel bebas pada model regresi.

Statistik uji:

$$VIF_k = \frac{1}{1-R_k^2} \quad (1)$$

Jika nilai $VIF > 5$ maka tolak H_0 , yang artinya terdapat multikolinearitas antarvariabel bebas pada model regresi.

- c. Jika terjadi multikolinearitas maka pemilihan variabel dilakukan dengan *stepwise regression*.
- d. Melakukan uji *Breusch-Pagan* untuk menyelidiki heterogenitas spasial pada data.

Hipotesis uji:

$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2$
 (tidak terdapat heterogenitas spasial pada data),

H_1 : minimal ada satu $\sigma_n^2 \neq \sigma^2$
 (terdapat heterogenitas spasial pada data).

Statistik uji:

$$BP = \frac{1}{2} f^T X (X^T X)^{-1} X^T f \quad (2)$$

f adalah vektor berukuran $n \times 1$ yang elemennya dirumuskan sebagai berikut:

$$f = \frac{e_i^2}{\hat{\sigma}^2} - 1$$

dengan,

$$\hat{\sigma}^2 = \sum_{i=1}^n e_i^2$$

$$e_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

e_i^2 merupakan nilai kuadrat galat, $\hat{\sigma}^2$ merupakan varian galat dan X merupakan matriks berukuran $n \times (p + 1)$.

Tolak H_0 jika $BP > X_p^2$ atau $P_{value} < \alpha(0,05)$ yang artinya terdapat heterogenitas spasial pada data.

- 4. Menyusun model GWR dengan langkah sebagai berikut:
 - a. Menghitung jarak *Euclid* antar kabupaten ke- i dan ke- j berdasarkan lintang dan bujur.

$$d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2} \quad (3)$$
 - b. Menentukan nilai *bandwidth* optimum dengan menggunakan *Cross Validation* (CV).

$$CV = \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{y}_{\neq i}(b)]^2 \quad (4)$$
 - c. Menentukan matriks pembobot dengan fungsi kernel *fixed bisquare* dan *adaptive bisquare*.
 - d. Menduga parameter model dengan menggunakan matriks pembobot yang telah diperoleh.
 - e. Melakukan uji kesesuaian model dengan uji F untuk mengetahui apakah ada perbedaan antara model

regresi linear berganda dengan model GWR.

$$F_{hitung} = \frac{\frac{SSE(H_0)}{(df_1)}}{\frac{SSE(H_1)}{(df_2)}} \quad (5)$$

- f. Melakukan uji signifikansi parameter dengan uji T (Caraka & Yasin, 2017).

$$T_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_k(u_i, v_i)}{SE \hat{\beta}_k(u_i, v_i)} \quad (6)$$

- 5. Interpretasi hasil.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Statistika Deskriptif

Berikut merupakan statistika deskriptif dari masing-masing variabel:

Tabel 2. Statistika Deskriptif

Variabel	Maks.	Min.	Std. Deviasi
Y	8.444	365	1688,417
X_1	519.724	17.615	123382,876
X_2	522.934	256.770	72352,923
X_3	2.856.530	89.910	617892,698
X_4	419.426	163	119986,080

Tabel 2 menunjukkan bahwa provinsi Jawa Barat terdiri dari 27 kabupaten/kota. Jumlah kasus terkonfirmasi penyakit TBC tertinggi di Provinsi Jawa Barat tahun 2016 terdapat di Kabupaten Bogor yaitu sebesar 8.444 orang atau sebesar 14,75% sedangkan yang terendah terdapat di Kota Banjar yaitu sebesar 365 orang atau sebesar 0,63%.

3.2 Pemodelan Regresi Linear Berganda

Dengan menggunakan bantuan *software R i386 3.5.2* diperoleh model regresi linear berganda jumlah penderita penyakit TBC di Provinsi Jawa Barat tahun 2016 sebagai berikut:

$$\hat{Y} = 883,8 + 0,003204X_1 - 0,002348X_2 + 0,002287X_3 - 0,003056X_4$$

3.3 Uji Normalitas

Uji kenormalan bertujuan untuk mengetahui sebaran residual berdistribusi normal atau tidak. Uji Anderson-Darling digunakan dalam pengujian normalitas. Dengan menggunakan *software R i386 3.5.2* diperoleh perhitungan *p-value* sebesar 0,3196. Dengan menggunakan taraf signifikan $\alpha_{0,05}$ maka diperoleh *p-value* > α maka terima H_0 . Dengan demikian, residual berdistribusi normal.

3.4 Uji Multikolinearitas

Nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) digunakan untuk mendeterminasi adanya multikolinearitas. Berdasarkan perhitungan menggunakan *software* R i386 3.5.2 diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Uji Multikolinearitas

Variabel bebas	X_1	X_2	X_3	X_4
Nilai VIF	1,869	1,152	2,316	1,545

Tabel 4. menunjukkan bahwa variabel X_1 , X_2 , X_3 dan X_4 bernilai VIF < 5. Dengan demikian, tidak ada multikolinearitas antarvariabel bebas pada model regresi.

3.5 Uji Heterogenitas Spasial

Untuk mengetahui adanya heterogenitas spasial pada data digunakan uji *Breusch-Pagan*.

Tabel 4. Uji *Breusch Pagan*

Uji <i>Breusch-Pagan</i>	BP	DF	<i>p-value</i>
	14,128	4	0,006896

Berdasarkan Tabel 5 diperoleh *p-value* (0,006896) < α (0,05) yang artinya tolak H_0 . Dengan demikian, terdapat heterogenitas spasial pada data. Karena terdapat heterogenitas spasial pada data maka analisis regresi linear berganda kurang tepat digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang memengaruhi penyebaran penyakit TBC pada masing-masing kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat. Untuk mengatasi masalah terjadinya heterogenitas spasial maka digunakan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) (Fotheringham, et al., 2002).

3.6 Pemodelan *Geographically Weighted Regression* (GWR)

Tahapan awal dalam membentuk model GWR adalah mengonversi koordinat lintang dan bujur (u, v) setiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat menjadi satuan kilometer (km). Koordinat lintang dan bujur untuk seluruh kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat diperoleh dari *google earth*.

Tahap selanjutnya menentukan matriks pembobot dengan menggunakan fungsi kernel *fixed bisquare* dan *adaptive bisquare*. Dalam perhitungan ini diperlukan jarak *euclid* dan nilai *bandwidth* yang optimum. Nilai *bandwidth* didapat dengan menggunakan

metode *cross validation* (CV). Semakin kecil nilai CV maka nilai *bandwidth* semakin optimum.

Setelah matriks pembobot dengan fungsi kernel *fixed bisquare* dan *adaptive bisquare* terbentuk maka akan menghasilkan model untuk setiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat.

3.7 Uji Kesesuaian Model (*Goodness of Fit*)

Pada model GWR dengan menggunakan pembobot *fixed kernel bisquare* diperoleh F_{hitung} sebesar 0,7216 dengan $F_{tabel(\alpha;df_1;df_2)}$ sebesar 2,366. Karena $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka terima H_0 yang berarti tidak ada perbedaan yang signifikan antara model regresi linear dengan model GWR.

Selanjutnya pada model GWR dengan menggunakan pembobot *adaptive bisquare* diperoleh F_{hitung} sebesar 2,577 dengan $F_{tabel(\alpha;df_1;df_2)}$ sebesar 2,003. Karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka tolak H_0 yang berarti ada perbedaan yang signifikan antara model regresi linear dengan model GWR.

3.8 Uji Signifikansi Parameter Model

Uji signifikansi parameter model dengan selang kepercayaan $\alpha(0,05)$ dan derajat bebas 22 menghasilkan t_{tabel} sebesar 2,074. Berikut merupakan hasil pengujian signifikansi parameter model GWR di Kabupaten Bogor dengan pembobot *fixed bisquare*.

Tabel 5. Hasil Uji Signifikansi Parameter Kabupaten Bogor dengan pembobot *Fixed Bisquare*

	Nilai $\hat{\beta}$	$ t_{hitung} $	t_{tabel}	Keputusan
$\hat{\beta}_1$	0,00187	1,844	2,074	Terima H_0
$\hat{\beta}_2$	0,00265	0,898	2,074	Terima H_0
$\hat{\beta}_3$	0,00042	5,558	2,074	Tolak H_0
$\hat{\beta}_4$	0,00183	1,646	2,074	Terima H_0

Tabel 5 menunjukkan variabel yang signifikan terhadap jumlah penderita TBC di Kabupaten Bogor adalah jumlah penduduk laki-laki (X_3). Hal ini dikarenakan sebagian besar laki-laki mempunyai kebiasaan merokok dan minum alkohol yang dapat menurunkan daya tahan tubuh sehingga dapat terkena penyakit TBC (Manalu, 2010).

Adapun variabel bebas yang berpengaruh signifikan pada masing-masing kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat dapat dikelompokkan menjadi 2 kelompok, seperti tabel 6:

Tabel 6. Pengelompokan Kabupaten/Kota

Kelompok	Kabupaten/kota	Variabel yang signifikan
1	Kab. Bogor, Kab. Sukabumi, Kab. Cianjur, Kab. Bandung, Kab. Garut, Kab. Tasikmalaya, Kab. Ciamis, Kab. Kuningan, Kab. Cirebon, Kab. Majalengka, Kab. Sumedang, Kab. Indramayu, Kab. Subang, Kab. Purwakarta, Kab. Karawang, Kab. Bekasi, Kab. Bandung Barat, Kab. Pangandaran, Kota Bogor, Kota Sukabumi, Kota Bandung, Kota Cirebon, Kota Bekasi, Kota Cimahi, Kota Tasikmalaya dan Kota Banjar.	X_3
2	Kota Depok	X_1 dan X_3

Selanjutnya dilakukan pengujian signifikansi parameter model GWR di Kabupaten Bogor menggunakan pembobot *adaptive bisquare*.

Tabel 7. Hasil Uji Signifikansi Parameter Kabupaten Bogor dengan pembobot *Adaptive Bisquare*

	Nilai $\hat{\beta}$	$ t_{hitung} $	t_{tabel}	Keputusan
$\hat{\beta}_1$	0,0010488	3,6319	2,0034	Tolak H_0
$\hat{\beta}_2$	0,0015751	1,5602	2,0034	Terima H_0
$\hat{\beta}_3$	0,00024	9,6771	2,0034	Tolak H_0
$\hat{\beta}_4$	0,001055	3,0342	2,0034	Tolak H_0

Tabel 7 menunjukkan variabel yang signifikan terhadap jumlah penderita TBC di Kabupaten Bogor adalah jumlah rumah tangga ber-PHBS (X_1), jumlah penduduk laki-laki (X_3) dan jumlah rumah tidak memenuhi syarat kesehatan (X_4).

Adapun variabel bebas yang berpengaruh signifikan pada setiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat dapat dikelompokkan menjadi 4 kelompok, seperti tabel berikut:

Tabel 8. Pengelompokan Kabupaten/Kota

Kelompok	Kabupaten/kota	Variabel yang signifikan
1	Kab. Bandung dan Kab. Indramayu	X_3 dan X_4
2	Kab. Cianjur, Kab. Purwakarta dan Kota Sukabumi.	X_1 dan X_3
3	Kab. Bogor, Kab. Sukabumi, Kab. Subang, Kab. Karawang, Kab. Bekasi, Kota Bogor, Kota Bekasi dan Kota Depok.	X_1, X_3 dan X_4
4	Kab. Garut, Kab. Tasikmalaya, Kab. Ciamis, Kab. Kuningan, Kab. Cirebon, Kab. Majalengka, Kab. Sumedang, Kab. Bandung Barat, Kab. Pangandaran, Kota Bandung, Kota Cirebon, Kota Cimahi, Kota Tasikmalaya dan Kota Banjar.	X_3

Berikut merupakan tabel perbandingan nilai R^2 dari model regresi linear berganda dan model GWR dengan pembobot *fixed bisquare* dan *adaptive bisquare*.

Tabel 9. Perbandingan Nilai R^2

Model	R^2
Regresi Linear Berganda	85,63%
GWR	
Fixed Bisquare	87,02%
Adaptive Bisquare	93,79%

Tabel 10 menunjukkan bahwa model terbaik yang dapat digunakan untuk memodelkan jumlah penderita TBC di Provinsi Jawa Barat adalah model GWR dengan pembobot *adaptive bisquare* karena model tersebut memiliki nilai R^2 terbesar yaitu 93,79%. Model GWR dengan pembobot *adaptive bisquare* dapat dilihat pada tabel 4.10. Sebagai contoh Kabupaten Bandung dengan variabel bebas yang berpengaruh secara signifikan diantaranya jumlah penduduk laki-laki (X_3) dan jumlah rumah tidak memenuhi syarat kesehatan (X_4). Estimasi model GWR untuk Kabupaten Bandung yaitu:

$$\hat{Y}_{Kab.Bandung} = 174,7429 + 0,002066832X_3 + 0,002881171X_4$$

3.9 Interpretasi Hasil

Interpretasi dari model diperoleh adalah jika penduduk laki-laki (X_3) dan rumah tidak memenuhi syarat kesehatan (X_4) nilainya adalah 0 maka jumlah penderita TBC di Kabupaten Bandung sebesar 174,7429 orang, apabila penduduk laki-laki (X_3) di Kabupaten Bandung meningkat sebesar satu orang, maka jumlah penderita TBC di Kabupaten Bandung meningkat sebesar 0,002066832 orang dengan variabel lainnya dianggap konstan. Selanjutnya apabila rumah tidak memenuhi syarat kesehatan (X_4) di Kabupaten Bandung meningkat sebesar satu rumah, maka dapat meningkatkan jumlah penderita TBC di Kabupaten Bandung sebesar 0,002881171 orang dengan variabel lainnya dianggap konstan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan perbandingan nilai R^2 diperoleh model GWR yang pembobotnya *adaptive bisquare* lebih sesuai digunakan untuk memodelkan jumlah penderita TBC di Provinsi Jawa Barat karena memiliki nilai R^2 yang lebih besar. Model tersebut mampu menjelaskan jumlah penderita TBC sebesar 93,79%. Hal ini menunjukkan bahwa GWR merupakan metode yang tepat dikarenakan terdapat heterogenitas spasial pada data.

Berdasarkan variabel bebas yang berpengaruh signifikan pada setiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat dengan pembobot *adaptive bisquare* dikelompokkan menjadi empat kelompok. Variabel yang paling banyak berpengaruh terhadap jumlah penderita TBC pada setiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat adalah jumlah penduduk laki-laki (X_3).

Pada penelitian ini masih terdapat variabel yang tidak berpengaruh terhadap model yaitu jumlah penduduk miskin. Diharapkan dalam penelitian selanjutnya dapat menambahkan variabel lain yang berkaitan dengan penyebaran penyakit TBC di Provinsi Jawa Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditama, W., Z. & B. R., 2013. Evaluasi Program Penanggulangan Tuberkulosis Paru di Kabupaten Boyolali. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, p. 7.
- Caraka, R. E. & Yasin, H., 2017. *Geographically Weighted Regression (GWR)*. 1st ed. Yogyakarta: Mobius.
- Fotheringham, A., Brunsdon, C. & Charlton, M., 2002. *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatial Varying Relationships*. England: Wiley.
- Manalu, H. S. P., 2010. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kejadian TB Paru dan Upaya Penanggulangannya. *Jurnal Ekologi Kesehatan*, Volume 9, pp. 1340-1346.
- Munikh, T., Pramoedyo, H. & Fitriana, R., 2014. Pemodelan Geographically Weighted Regression dengan Pembobot Fixed Gaussian Kernel pada Data Spasial (Studi Kasus Ketahanan Pangan di Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan). *Natural B*, 2(3), pp. 296-302.
- Suherni, N. A. D. & Maduratna, M., 2013. Analisis Pengelompokan Kecamatan di Kota Surabaya Berdasarkan Faktor Penyebab Terjadinya Penyakit Tuberkulosis. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, p. 2.
- Wulandari, A. A., Nurjazuli, N. & Adi, M. S., 2016. Faktor Risiko dan Potensi Penularan Tuberkulosis Paru di Kabupaten Kendal, Jawa Tengah. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 14(1), pp. 7-13.
- Yanti, N. L. P. E., 2016. Pengendalian Kasus Tuberkulosis Melalui Kelompok Kader Peduli TB (KKP-TB). *Jurnal Keperawatan*.