

Pemodelan Jumlah Kasus Demam Berdarah *Dengue* (DBD) di Provinsi Jawa Barat Tahun 2018 Menggunakan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression*

Iqbal Muhammad Hafizh Adlan*, Yayat Karyana

Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*iqbalmhafizh@gmail.com, yayatkaryana@gmail.com

Abstract. Dengue hemorrhagic fever (DHF) is a disease transmitted through the bite of mosquitoes from the genus *Aedes*, especially *Aedes aegypti* or *Aedes albopictus*. One of the methods used in dealing with cases of dengue hemorrhagic fever (DHF) is Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR). The GWNBR method can pay attention to the spatial (regional) aspects as a development of the negative binomial regression method, where each region must have different geographical conditions, causing differences in the number of cases of dengue hemorrhagic fever (DHF) between one region and another according to the characteristics of the region. The data used in this study is secondary data which is recorded from the West Java Health Office, where the data obtained is data on the number of cases of dengue hemorrhagic fever (DHF) in West Java Province in 2018 in West Java Province. The results of this which shows that each model formed in each district / city has a different model and there are seven district / city groups formed based on significant variables.

Keywords: Dengue hemorrhagic fever (DHF), Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR).

Abstrak. Penyakit demam berdarah *dengue* (DBD) merupakan penyakit yang ditularkan melalui gigitan nyamuk dari genus *Aedes*, terutama *Aedes aegypti* atau *Aedes albopictus*. Salah satu metode yang digunakan dalam mengatasi kasus penyakit demam berdarah *dengue* (DBD) adalah *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR). Metode GWNBR dapat memperhatikan aspek spasial (wilayah) sebagai pengembangan dari metode regresi binomial negatif, dimana setiap wilayah pasti memiliki kondisi geografis yang berbeda sehingga menyebabkan adanya perbedaan jumlah kasus demam berdarah *dengue* (DBD) antara wilayah satu dengan wilayah yang lainnya sesuai dengan karakteristik wilayah tersebut. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder yang hasil pencatatan dari Dinas Kesehatan Jawa Barat, dimana data yang diperoleh merupakan data jumlah kasus demam berdarah *dengue* (DBD) di Provinsi Jawa Barat pada tahun 2018 di Provinsi Jawa Barat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa setiap model yang terbentuk pada setiap Kabupaten/Kota memiliki model yang berbeda-beda dan ada tujuh kelompok Kabupaten/Kota yang terbentuk berdasarkan variabel signifikan.

Kata Kunci: Demam Berdarah Dengue (DBD), Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR).

1. Pendahuluan

Pada tahun 2018, Provinsi Jawa Barat merupakan provinsi dengan kasus kematian penyakit demam berdarah dengue (DBD) yang cukup banyak di Indonesia. Penyakit demam berdarah dengue (DBD) adalah penyakit yang ditularkan melalui gigitan nyamuk dari genus *Aedes*, terutama *Aedes aegypti* atau *Aedes albopictus* dapat muncul sepanjang tahun dan dapat menyerang seluruh kelompok umur (Kemenkes RI, 2019).

Salah satu metode statistika yang dapat digunakan untuk memodelkan jumlah kasus DBD dan faktor-faktor penyebabnya adalah analisis regresi poisson, karena jumlah kasus demam berdarah dengue merupakan data cacah. Akan tetapi dalam regresi poisson sering kali muncul fenomena overdispersi.

Salah satu metode yang digunakan dalam mengatasi overdispersi dalam regresi poisson adalah regresi binomial negatif, karena memiliki parameter dispersi yang berguna untuk menggambarkan variansi dari data (Hilbe, 2011). Dengan memperhatikan aspek spasial maka digunakan metode Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR), dimana setiap wilayah pasti memiliki kondisi geografis yang berbeda. Berdasarkan uraian di atas, dalam penelitian ini akan dibahas pemodelan jumlah kasus DBD di Provinsi Jawa Barat Tahun 2018 dengan pendekatan Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR).

2. Landasan Teori

Demam Berdarah Dengue (DBD)

Penyakit DBD pertama kali ditemukan di Indonesia pada tahun 1968 di daerah Jakarta dan Surabaya, penyakit DBD ini sampai saat ini sudah tersebar luas hingga seluruh provinsi yang ada di Indonesia. DBD adalah penyakit yang ditularkan oleh nyamuk dari genus *Aedes*, terutama *Aedes aegypti* atau *Aedes albopictus* dapat muncul sepanjang tahun dan dapat menyerang seluruh kelompok umur. (Kemenkes RI, 2019).

Regresi Poisson

Regresi *poisson* memiliki model sebagai berikut:

$$\hat{\mu}_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_p x_{ip})$$

Variabel respon dalam regresi *poisson* berasal dari data cacahan yang diharapkan jarang terjadi (Sundari, 2012).

Regresi Binomial Negatif

Pada regresi binomial negatif, variabel respon diasumsikan berdistribusi binomial negatif yang dihasilkan dari distribusi *mixture Poisson-Gamma* (Shapira, 2011).

Model dalam regresi binomial negatif dinyatakan dalam bentuk kombinasi linier antara parameter (μ) dengan parameter regresi yang akan ditaksir yaitu:

$$\mu_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_p x_{pi})$$

Overdispersi

Overdispersi adalah kondisi dimana nilai variansi lebih besar dari nilai rata-rata $\{Var(Y) > E(Y)\}$, yang artinya sifat *equidispersion* tidak terpenuhi. Jika pada data diskrit terjadi overdispersi dan tetap menggunakan regresi *poisson* sebagai metode penyelesaiannya, maka akan diperoleh suatu kesimpulan yang tidak valid karena nilai *standart error* menjadi *under estimate*.

Pengujian Spasial

Untuk melihat adanya heterogenitas spasial pada data dapat dilakukan pengujian *Breusch-Pagan* (Anselin, 1998) dengan hipotesis sebagai berikut.

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

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \sigma^2_i \neq \sigma^2, i = 1, 2, \dots, n \text{ (variansi antar lokasi berbeda)}$$

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

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

Kriteria penolakan yaitu tolak H_0 jika nilai $BP > \chi^2_{(a,p)}$ yang artinya adalah variansi antar lokasi berbeda.

Untuk pengujian dependensi spasial, statistik uji yang digunakan adalah Moran's I. Moran's I adalah ukuran hubungan antara pengamatan yang saling berdekatan (Anselin, 1998). Hipotesis yang digunakan sebagai berikut.

$H_0 : I = 0$ (tidak ada dependensi spasial)

$H_1 : I \neq 0$ (ada dependensi spasial)

dengan statistik uji Moran's I sebagai berikut

$$Z_{I \text{ hit}} = \frac{\hat{I} - E(\hat{I})}{\sqrt{\widehat{Var}(\hat{I})}}$$

Kriteria penolakan yaitu tolak H_0 jika nilai $|Z_{i \text{ hit}}| > Z_{\alpha/2}$ yang artinya terdapat dependensi spasial.

Penentuan *Bandwidth* Dan Pembobot Optimum

Dalam menentukan bandwidth optimum digunakan kriteria minimum *cross validation* (CV) yang dirumuskan sebagai berikut.

$$CV(b) = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{\neq i}(b_i))^2$$

$\hat{y}_{\neq i}(b_i)$ merupakan penaksir y_i dimana pengamatan lokasi (u_i, v_i) dihilangkan dalam proses estimasi.

Dalam proses penaksiran parameter model GWNBR di suatu titik (u_i, v_i) dibutuhkan adanya pembobot spasial. Fungsi pembobot yang digunakan adalah fungsi *Adaptive Bisquare Kernel*. Fungsi *Adaptive Bisquare Kernel* dapat ditulis sebagai berikut.

$$w_{j(u_i, v_i)} = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{b_i}\right)^2\right)^2 & \text{untuk } d_{ij} \leq b_i \\ 0 & \text{untuk } d_{ij} > b_i \end{cases}$$

dengan

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

Model Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR)

Model GWNBR merupakan salah satu metode yang cukup efektif menduga data yang memiliki heterogenitas spasial untuk data *count* yang memiliki overdispersi. Model GWNBR akan menghasilkan parameter lokal dengan masing-masing lokasi akan memiliki parameter yang berbeda-beda. Model GWNBR dapat dirumuskan sebagai berikut (Ricardo & Carvalho, 2013).

$$y_i \sim NB \left[\exp\left(\sum_{j=0}^p \beta_j(u_i, v_i) x_{ij}\right), \theta(u_i, v_i) \right]$$

Estimasi Parameter GWNBR

Estimasi parameter model GWNBR menggunakan metode *maximum likelihood estimation*. Langkah awal dari metode maksimum *likelihood* adalah membentuk fungsi *likelihood* sebagai berikut.

$$L(\beta(u_i, v_i), \theta_i | y_i, x_i) = \prod_{i=1}^n \left[\frac{\Gamma(y_i + 1/\theta_i)}{\Gamma(1/\theta_i)\Gamma(y_i + 1)} \left(\frac{1}{1 + \theta_i \mu_i}\right)^{1/\theta_i} \left(\frac{\theta_i \mu_i}{1 + \theta_i \mu_i}\right)^{y_i} \right]$$

Proses pendugaan parameter diperoleh melalui metode iterasi numerik yaitu

iterasi Newton-Raphson.

Pengujian Kesamaan Model

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

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

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

Statistik uji

$$F_{hit} = \frac{\text{devians model A} / df_A}{\text{devians model B} / df_B}$$

Dimisalkan model A adalah model binomial negatif dan model B adalah model GWNBR yang mengikuti distribusi F dengan derajat bebas df_A dan df_B . Tolak H_0 jika $F_{hit} > F_{(\alpha, df_A, df_B)}$ yang artinya bahwa ada perbedaan yang signifikan antara model binomial negatif dengan model GWNBR, sehingga perlu dilakukan pengujian parameter model GWNBR serentak dan parsial.

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.

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

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

Statistik uji:

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

Kriteria penolakan yaitu tolak H_0 jika statistik uji $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(p; \alpha)}$

Pengujian signifikansi secara menggunakan hipotesis sebagai berikut.

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

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

Statistik uji:

$$Z_{hit} = \frac{\hat{\beta}_j(u_i, v_i)}{se(\hat{\beta}_j(u_i, v_i))}$$

Kriteria penolakan yaitu tolak H_0 jika statistik uji $|Z_{hit}| > Z_{\alpha/2}$ artinya bahwa parameter ke-j berpengaruh signifikan terhadap variabel respon di lokasi pada tiap lokasi.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Perbandingan Model Regresi Poisson dan Binomial Negatif

Berikut ini merupakan hasil penaksiran parameter model regresi *poisson*.

Tabel 2. Penaksiran Parameter Model Regresi Poisson

Parameter	Estimasi	Zhitung	Pr(Z >Z _{hit})
β_0	3,472	41,118	<2e-16
β_1	0,01427	12,952	<2e-16
β_2	0,001937	2,143	0.0321
β_3	0,0001066	50,709	<2e-16
β_4	0,002563	11,425	<2e-16
β_5	0,01517	49,876	<2e-16

Devians = 5531,3	Df = 21
AIC = 5742,7	

Nilai rasio antara nilai devians dengan derajat bebas dari regresi *Poisson* sebesar 263,4, artinya nilai ini lebih dari 1. Hal ini mengindikasikan bahwa model regresi *Poisson* mengalami kasus overdispersi sehingga tidak layak digunakan karena asumsi *equidispersion* pada regresi *Poisson* tidak terpenuhi. Oleh karena itu, salah satu metode untuk mengatasi overdispersi adalah dengan menggunakan regresi binomial negatif. Berikut ini merupakan hasil penaksiran parameter model regresi binomial negatif.

Tabel 3. Penaksiran Parameter Model Regresi Binomial Negatif

Parameter	Estimasi	Zhitung	Pr(Z >Z _{hit})
β_0	4,449	4,201	2,66e-5
β_1	0,003345	0,201	0,8404
β_2	0,0003307	0,026	0,9795
β_3	0,00008482	2,341	0,0192
β_4	0,003623	0,873	0,3829
β_5	0,01215	2,265	0,0235
Devians = 29,493		Df = 21	
AIC = 380,56			

Hasil pemodelan regresi binomial negatif diperoleh nilai rasio antara nilai devians dan derajat bebas sebesar 1,4044. Nilai ini jauh lebih kecil dibanding nilai rasio antara devians dengan derajat bebas untuk model regresi *Poisson*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa regresi binomial negatif lebih baik daripada regresi *Poisson* meskipun belum sepenuhnya.

Pengujian Spasial

Perbedaan karakteristik antara satu wilayah dengan wilayah lainnya dapat dilihat dengan pengujian *Breusch Pagan* dengan hipotesis sebagai berikut.

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

$H_1 : \text{Minimal ada satu } \sigma^2_i \neq \sigma^2, i = 1, 2, \dots, n$ (variansi antar lokasi berbeda)

Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan software R diperoleh nilai statistik uji *Breusch Pagan* sebesar 11,67 dengan p-value 0,03961. nilai $\chi^2_{(5;0,1)}$ sebesar 9,2364, sehingga berdasarkan nilai statistik uji didapatkan kesimpulan bahwa variansi antar lokasi berbeda atau ada perbedaan karakteristik antara satu wilayah dengan wilayah lainnya.

Selanjutnya dilakukan pengujian dependensi spasial, adanya dependensi spasial dapat dilihat dengan pengujian Moran's I, dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : I = 0$ (tidak ada dependensi spasial)

$H_1 : I \neq 0$ (ada dependensi spasial)

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh p-value sebesar 0,56 sehingga dengan taraf signifikansi 10% didapatkan kesimpulan bahwa tidak ada dependensi spasial yang artinya bahwa pengamatan satu lokasi tidak bergantung pada pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan.

Pemodelan GWNBR

Langkah pertama yang harus dilakukan dalam pemodelan GWNBR adalah menentukan jarak euclidean antar lokasi pengamatan. Pembobot yang digunakan pada penelitian ini adalah fungsi kernel *adaptive*. Matriks pembobot dibentuk dengan cara memasukkan *bandwith* dan jarak ke dalam fungsi kernel.

Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian signifikansi pada model GWNBR. Dalam pengujian parameter model GWNBR terdapat tiga macam pengujian yaitu sebagai berikut:

1. Pengujian Kesamaan Model

Pengujian yang dilakukan pertama kali adalah menguji kesamaan antara model GWNBR dengan regresi binomial negatif dengan hipotesis sebagai berikut.

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

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

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan software R, diperoleh nilai F_{hit} sebesar 2,209717. Dengan menggunakan taraf signifikansi sebesar 10% maka diperoleh nilai $F_{(0,1;21;21)}$ sebesar 1,7678. Diperoleh kesimpulan bahwa tolak H_0 yang artinya ada perbedaan antara model regresi binomial negatif dan model GWNBR.

2. Pengujian Serentak

Pengujian model GWNBR secara serentak bertujuan untuk mengetahui apakah secara serentak variabel prediktor berpengaruh terhadap model. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

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

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

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan software R, diperoleh nilai devians model GWNBR sebesar 13,34703. Dengan taraf signifikansi 10% diperoleh $\chi^2_{(5;0,1)}$ sebesar 9,2364. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tolak H_0 yang artinya paling sedikit ada satu parameter model GWNBR yang signifikansi berpengaruh.

3. Pengujian Parsial

Pengujian signifikansi model GWNBR secara parsial bertujuan untuk mengetahui apakah secara parsial variabel prediktor berpengaruh terhadap model. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

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

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

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh parameter yang signifikan berbeda beda untuk setiap kabupaten/kota. Nilai $|Z_{hit}|$ parameter setiap kabupaten/kota dibandingkan dengan $Z_{0,1/2}$. Jika nilai $|Z_{hit}| > 1,65$ maka tolak H_0 , yang artinya variabel tersebut berpengaruh signifikan terhadap model. Variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon di tiap kabupaten/kota dapat dilihat pada Tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Variabel yang Berpengaruh Signifikan di Setiap Kabupaten/Kota di Jawa Barat

No.	Kabupaten/Kota	Variabel yang Signifikan	No.	Kabupaten/Kota	Variabel yang Signifikan
1	Kab. Bogor	X ₃	15	Kab. Karawang	X ₃ , X ₄ , X ₅
2	Kab. Sukabumi	X ₃ , X ₄	16	Kab. Bekasi	X ₃ , X ₄ , X ₅
3	Kab. Cianjur	X ₃ , X ₄	17	Kab. Bandung Barat	X ₃ , X ₄
4	Kab. Bandung	X ₃ , X ₄	18	Kab. Pangandaran	X ₁ , X ₂ , X ₃ , X ₄
5	Kab. Garut	X ₂ , X ₃ , X ₄ , X ₅	19	Kota Bogor	X ₃
6	Kab. Tasikmalaya	X ₁ , X ₂ , X ₃ , X ₄	20	Kota Sukabumi	X ₃ , X ₄
7	Kab. Ciamis	X ₁ , X ₂ , X ₃ , X ₄	21	Kota Bandung	X ₃ , X ₄
8	Kab. Kuningan	X ₁ , X ₂ , X ₃ , X ₄ , X ₅	22	Kota Cirebon	X ₁ , X ₂ , X ₃ , X ₄ , X ₅
9	Kab. Cirebon	X ₁ , X ₂ , X ₃ , X ₄ , X ₅	23	Kota Bekasi	X ₃ , X ₄ , X ₅
10	Kab. Majalengka	X ₃ , X ₄ , X ₅	24	Kota Depok	X ₃
11	Kab. Sumedang	X ₃	25	Kota Cimahi	X ₃
12	Kab. Indramayu	X ₃ , X ₄ , X ₅	26	Kota Tasikmalaya	X ₁ , X ₂ , X ₃ , X ₄
13	Kab. Subang	X ₃ , X ₅	27	Kota Banjar	X ₁ , X ₂ , X ₃ , X ₄ , X ₅
14	Kab. Purwakarta	X ₃ , X ₄ , X ₅			

Model GWNBR di setiap kabupaten/kota yang terbentuk disajikan dalam Tabel 5

sebagai berikut

Tabel 5. Variabel yang Berpengaruh Signifikan di Setiap Kabupaten/Kota di Jawa Barat

No.	Kabupaten/Kota	Model GWNBR
1	Kab. Bogor	$\hat{\mu} = \exp(4,4876 + 0,0000966X_3)$
2	Kab. Sukabumi	$\hat{\mu} = \exp(4,4531 + 0,0000766X_3 + 0,0108X_4)$
3	Kab. Cianjur	$\hat{\mu} = \exp(4,4503 + 0,0000656X_3 + 0,0189X_4)$
4	Kab. Bandung	$\hat{\mu} = \exp(4,4689 + 0,0000629X_3 + 0,0287X_4)$
5	Kab. Garut	$\hat{\mu} = \exp(4,4418 - 0,0406X_2 + 0,0000948X_3 + 0,0265X_4 - 0,00585X_5)$
6	Kab. Tasikmalaya	$\hat{\mu} = \exp(4,4493 + 0,0426X_1 - 0,0428X_2 + 0,00011X_3 + 0,0201X_4)$
7	Kab. Ciamis	$\hat{\mu} = \exp(4,4419 + 0,0418X_1 - 0,0402X_2 + 0,0000896X_3 + 0,0161X_4)$
8	Kab. Kuningan	$\hat{\mu} = \exp(4,3788 + 0,0466X_1 - 0,0378X_2 - 0,0000905X_3 + 0,0069X_4 + 0,0164X_5)$
9	Kab. Cirebon	$\hat{\mu} = \exp(4,3943 + 0,0532X_1 - 0,052X_2 - 0,000187X_3 + 0,0107X_4 + 0,0374X_5)$
10	Kab. Majalengka	$\hat{\mu} = \exp(4,4168 + 0,000041X_3 + 0,00784X_4 + 0,0162X_5)$
11	Kab. Sumedang	$\hat{\mu} = \exp(4,4522 - 0,0000703X_3)$
12	Kab. Indramayu	$\hat{\mu} = \exp(4,432 - 0,0000781X_3 + 0,0225X_4 + 0,0485X_5)$
13	Kab. Subang	$\hat{\mu} = \exp(4,498 + 0,000093X_3 + 0,0342X_5)$
14	Kab. Purwakarta	$\hat{\mu} = \exp(4,5074 + 0,0000711X_3 - 0,017X_4 + 0,0372X_5)$
15	Kab. Karawang	$\hat{\mu} = \exp(4,4926 + 0,000149X_3 - 0,0081X_4 + 0,0141X_5)$
16	Kab. Bekasi	$\hat{\mu} = \exp(4,494 + 0,00016X_3 - 0,0063X_4 + 0,00631X_5)$
17	Kab. Bandung Barat	$\hat{\mu} = \exp(4,4757 + 0,0000624X_3 + 0,0241X_4)$
18	Kab. Pangandaran	$\hat{\mu} = \exp(4,441 + 0,0408X_1 - 0,04009X_2 + 0,0000931X_3 + 0,0163X_4)$
19	Kota Bogor	$\hat{\mu} = \exp(4,4876 + 0,0000966X_3)$
20	Kota Sukabumi	$\hat{\mu} = \exp(4,4531 + 0,0000766X_3 + 0,0108X_4)$
21	Kota Bandung	$\hat{\mu} = \exp(4,4689 + 0,0000629X_3 + 0,0287X_4)$
22	Kota Cirebon	$\hat{\mu} = \exp(4,3943 + 0,0532X_1 - 0,052X_2 - 0,000187X_3 + 0,0107X_4 + 0,0374X_5)$
23	Kota Bekasi	$\hat{\mu} = \exp(4,494 + 0,00016X_3 - 0,0063X_4 + 0,01097X_5)$
24	Kota Depok	$\hat{\mu} = \exp(4,4933 + 0,00013X_3)$
25	Kota Cimahi	$\hat{\mu} = \exp(4,4479 + 0,0000631X_3)$
26	Kota Tasikmalaya	$\hat{\mu} = \exp(4,4493 + 0,0426X_1 - 0,0428X_2 + 0,00011X_3 + 0,0201X_4)$
27	Kota Banjar	$\hat{\mu} = \exp(4,4229 + 0,0427X_1 - 0,0389X_2 + 0,0000395X_3 + 0,0127X_4 + 0,0053X_5)$

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, kesimpulan yang didapatkan adalah sebagai berikut:

Hasil pemodelan GWNBR dengan menggunakan pembobot *Adaptive Bisquare Kernel* menghasilkan model yang berbeda-beda di setiap Kabupaten/Kota di Jawa Barat. Ini menunjukkan bahwa setiap Kabupaten/Kota memiliki faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus demam berdarah *dengue* (DBD) sesuai dengan karakteristik masing-masing wilayah.

Ada tujuh kelompok yang terbentuk berdasarkan Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Barat dalam jumlah kasus demam berdarah *dengue* (DBD) berdasarkan variabel-variabel yang signifikan.

5. Saran

Adapun saran dari hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pemodelan dengan menggunakan berbagai jenis pembobot dan membandingkannya untuk mendapatkan pembobot terbaik dalam pemodelan jumlah kasus DBD di Provinsi Jawa Barat.
2. Pemodelan jumlah kasus DBD di Provinsi Jawa Barat dapat menggunakan pendekatan regresi spasial binomial negatif campuran (*Mixed Geographically Weighted Negative Binomial Regression*) sehingga variabel prediktor tidak hanya dapat mempengaruhi variabel respon secara lokal tetapi juga secara global.

Daftar Pustaka

- [1] Anselin, L. (1998). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- [2] Hilbe, M. J. (2011). *Negative Binomial Regression*. New York: Cambridge University Press.
- [3] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2019). *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2018*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- [4] Maghfiroh, W. (2019). Perbandingan Fungsi Pembobot Pada Model Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR) Dalam Kasus Demam Berdarah *Dengue* (DBD) Di Kabupaten Mojokerto. Surabaya: Skripsi Program Sarjana, Program Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel.
- [5] Mahfudhoh, U. (2016). Pemodelan Jumlah Penderita Pneumonia Balita Di Kabupaten/Kota Di Jawa Timur Dengan Pendekatan Geographically Weighted Negative Binomial Regression. Surabaya: Skripsi Program Sarjana, Jurusan Statistika, Universitas Airlangga.
- [6] Ricardo, A., & Carvalho, T. V. (2013). *Geographically Weighted Negative Binomial Regression—incorporating overdispersion*. New York: Springer Science.
- [7] Shapira. (2011). *Penarikan Parameter Distribusi Binomial Negatif Pada Kasus Overdispersi*. Depok: Skripsi Program Sarjana, Program Studi Matematika, Universitas Indonesia.
- [8] Sundari, I. (2012). Regresi Poisson dan Penerapannya Untuk Memodelkan Hubungan Usia dan Perilaku Merokok Terhadap Jumlah Kematian Penderita Penyakit Kanker Paru-Paru. *Jurnal Matematika UNAND*, 71-7