
Pemodelan Kasus Kronis Filariasis di Indonesia Tahun 2019 Menggunakan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR)*

Sri Rahayu Yogyana Sinurat^{1*}, Ernawati Pasaribu²

¹Badan Pusat Statistik, Kabupaten Tapanuli Tengah, Sumatera Utara, Indonesia

²Politeknik Statistika STIS, Jakarta, Indonesia

**Corresponding author:* rahayu.yogyana@bps.go.id

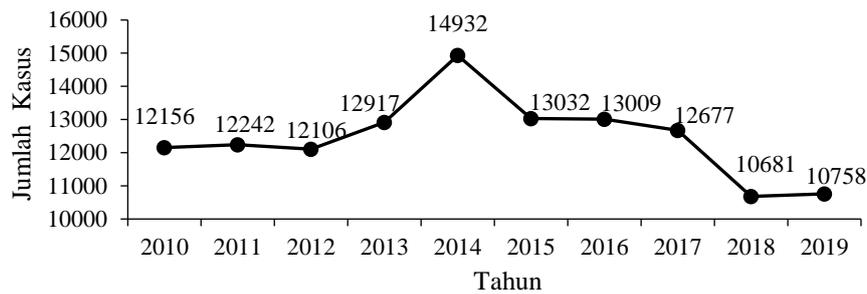
Abstract. *Filariasis is a mosquito-borne disease caused by filarial worms. In Indonesia, filariasis is the third most common vector-borne and zoonotic disease in the community. Patients who in the chronic stage will feel pain due to swelling and infection in the limbs so that it can ruin the daily activities, reduce work productivity and cause economic losses for both sufferers and the country. In 2019, there were 28 filariasis endemic provinces and only 6 non-endemic provinces. This shows that the treatment of filariasis has not been fully successful. This study aims to determine the general description of chronic cases of filariasis, identify spatial heterogeneity and analyze factors that influence the number of chronic cases of filariasis using GWNBR. The modeling results five provinces groups based on significant variables. Variables that have a significant effect in all provinces are the ratio of health facilities of 100,000 population, the percentage of regions with PHBS policies and the average humidity. Meanwhile, the significant variables in several provinces are the percentage of slum households, the percentage of poor people and the average air temperature.*

Keywords: *filariasis; GWNBR; negative binomial; overdispersion; spatial heterogeneity*

1. PENDAHULUAN

Filariasis adalah penyakit menular melalui nyamuk yang disebabkan oleh cacing filaria. Penderita yang sampai pada tahap kronis akan mengalami cacat permanen pada kaki maupun tangan yang dapat menurunkan produktivitas kerja dan menimbulkan kerugian ekonomi baik bagi penderita maupun negara. Filariasis sudah lama menjadi perhatian dunia dikarenakan angka kesakitannya yang tinggi berbanding terbalik dengan angka kematiannya yang rendah sehingga banyak penderita yang menderita dan masih sedikit penelitian tentang penyakit ini.

Filariasis berada pada urutan ketiga dari daftar penyakit di dunia yang paling banyak ditularkan oleh nyamuk setelah malaria dan demam berdarah [1]. Pada tahun 2019, WHO menyatakan bahwa terdapat 859 juta penduduk di 50 negara endemis yang berisiko tertular filariasis. Mayoritas penderita filariasis memiliki gejala kronis dengan perkiraan yang belum sembuh sebanyak 36 juta penduduk. Pada tahun 2030, Global Programme to Eliminate Lymphatic Filariasis (GPELF) memiliki target agar sebanyak 80 persen negara endemis bisa memenuhi kriteria eliminasi filariasis. GPELF juga berusaha untuk menurunkan prevalensi penularan filariasis dan meringankan penderitaan yang dialami para penderita kronis [2].



Gambar 1. Jumlah kasus kronis filariasis 2010 – 2019

Indonesia menjadi salah satu wilayah endemik filariasis beserta Myanmar, Thailand dan Timor Leste pada kawasan Asia Tenggara[3], dimana filariasis berada pada urutan ketiga sebagai penyakit tular vektor dan zoonotic terbanyak. Dalam kurun waktu 2010 - 2019, jumlah kasus kronis filariasis Indonesia terbanyak sebesar 14.932 kasus yang terjadi pada tahun 2014. Jumlah tersebut kemudian mengalami penurunan dari tahun 2015 – 2018. Penurunan tersebut disebabkan adanya perubahan diagnosis walaupun sudah dikonfirmasi sebagai filariasis kronis pada tahun sebelumnya [4]. Namun, pada tahun 2019, jumlah kasus kronis filariasis bertambah menjadi 10.758 kasus. Hal ini mengindikasikan bahwa penyebaran filariasis belum bisa sepenuhnya dikendalikan.

Untuk mencegah penyebaran penyakit filariasis tersebut, pemerintah berusaha untuk mewujudkan *Microfilaria Rate* (MF Rate) < 1% pada daerah endemis di setiap provinsi endemis dan mencegah kecacatan fisik akibat filariasis tersebut. Namun hal ini belum sepenuhnya terwujud dikarenakan MF Rate di provinsi endemis belum mencapai lebih kecil dari 1% pada semua daerah endemisnya dimana tahun 2019 masih ada 28 provinsi endemis filariasis.

Dikarenakan sifat penyakit ini menular melalui nyamuk, maka filariasis sangat erat dengan aspek spasial terutama heterogenitas spasial. Hal ini dapat dilihat dengan adanya perbedaan karakteristik habitat dan ketahanan hidup dari masing-masing spesies cacing (agen) dan nyamuk (vektor) yang menjadi kunci utama keberadaan penyakit ini. Penelitian yang melihat heterogenitas spasial tersebut sangat terbatas dan sejauh ini belum ada penelitian yang mencakup seluruh provinsi di Indonesia. Berdasarkan permasalahan tersebut, tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui gambaran kasus kronis filariasis, mengidentifikasi heterogenitas spasial dan menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi jumlah kasus kronis filariasis dengan menggunakan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR).

2. METODE PENELITIAN

2.1. Landasan Teori

2.1.1 Overdispersi

Overdispersi adalah suatu keadaan yang menyebabkan nilai standard errors menjadi underestimated sehingga dihasilkan estimasi parameter yang dinyatakan signifikan padahal kenyataannya tidak signifikan. Menurut Mc Cullagh, Neither dan Hilbe [5,6], uji dispersi dapat dilakukan dengan metode pada persamaan

$$D = 2 \sum_{i=1}^n \left\{ y_i \ln \left(\frac{y_i}{\mu_i} \right) - (y_i - \mu_i) \right\} \quad (1)$$

$$\phi_1 = \frac{D}{db} \tag{2}$$

nilai *deviance* adalah D dimana $db = n-p$, p adalah banyaknya parameter dan n adalah banyaknya pengamatan.

2.1.2 Regresi Binomial Negatif

Model regresi binomial negatif merupakan model yang bisa digunakan untuk memodelkan regresi Poisson yang mengalami overdispersi dengan persamaan

$$\ln(\hat{\mu}_i) = \hat{\beta}_1 X_{1i} + \hat{\beta}_2 X_{2i} + \dots + \hat{\beta}_n X_{ni} \tag{3}$$

2.1.3 Heterogenitas Spasial

Heterogenitas spasial merupakan aspek spasial yang menggambarkan keunikan dari masing-masing wilayah diakibatkan adanya perbedaan karakteristik antar wilayah. Heterogenitas spasial menyebabkan pengaruh dari variabel penjelas terhadap variabel respons berbeda-beda pada setiap wilayah pengamatan. Salah satu pengujian untuk mengetahui apakah ada heterogenitas spasial atau tidak adalah uji Breusch-Pagan [7] yang memiliki hipotesis sebagai berikut.

- H_0 : $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2$ (varians antar wilayah sama)
 - H_1 : minimal ada satu $\sigma_i^2 \neq \sigma^2, i = 1, 2, \dots, n$ (varians antar wilayah berbeda)
- Statistik uji *Breusch-Pagan* (BP) memiliki rumus

$$BP = \left(\frac{1}{2}\right) \mathbf{f}^T \mathbf{Z}(\mathbf{Z}^T \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{f} \sim \chi^2_{(p-1)} \tag{4}$$

dengan elemen vektor \mathbf{f} adalah $f_i = \left(\frac{e_i^2}{\sigma^2} - 1\right)$ dimana

- e_i^2 : kuadrat residual observasi ke- i
- σ^2 : varians dari *Maximum Likelihood* yang didasarkan oleh e_i^2 (residual)
- \mathbf{Z} : matriks dengan ukuran $n(p+1)$ yang diisi oleh variabel hasil ekspansi spasial dalam bentuk $z_{i,x}$, dimana z_i merupakan parameter individual ke- i (subset dari parameter) akibat efek heteroskedastisitas.

Jika nilai *Breusch-Pagan* (BP) $> \chi^2_{(\alpha, p-1)}$ atau $p\text{-value} < \alpha$, yang artinya varians (keragaman) antar wilayah pengamatan berbeda.

2.1.4 Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR)

Model GWNBR adalah suatu model hasil pengembangan *Geographically Weighted Regression* (GWR) yang berdistribusi binomial negatif yang dapat mengakomodir heterogenitas spasial pada data *count* yang mengalami overdispersi. Berdasarkan penelitian Da Silva dan Rodrigues [8], Zhangwen [9] membentuk persamaan lokal dari model GWNBR dengan persamaan

$$\ln(\mu_i) = \left| \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{j=1}^k \beta_j(u_i, v_i) X_{ij}, \alpha(u_i, v_i) \right| \tag{5}$$

dimana $i = 1, 2, \dots, n$ dan $j = 1, 2, \dots, k$

- $\beta_0(u_i, v_i)$: *intercept* pada wilayah ke- i
- $\beta_j(u_i, v_i)$: parameter variabel penjelas ke- j pada wilayah ke- i
- $\alpha(u_i, v_i)$: parameter dispersi untuk setiap wilayah ke- i
- u_i : koordinat garis bujur wilayah ke- i
- v_i : koordinat garis lintang wilayah ke- i
- X_{ij} : nilai variabel penjelas ke- j pada wilayah ke- i
- k : banyaknya variabel bebas
- n : banyaknya wilayah pengamatan

2.1.5 Estimasi Parameter Model GWNBR

Model GWNBR dapat mengakomodir adanya heterogenitas spasial sehingga estimasi parameter modelnya bersifat lokal. Estimasi parameter tersebut dilakukan dengan metode Maximum Likelihood Estimation (MLE) dengan algoritma Newton-Raphson. Pada umumnya MLE melakukan estimasi parameter dengan menurunkan fungsi log-likelihood, turunan pertama disebut gradient dan turunan kedua disebut Hessian matrix. Hessian matrix adalah matriks informasi yang berisi standard errors. Newton-Raphson akan menggunakan gradient dan Hessian matrix untuk mengestimasi nilai estimasi parameter. Newton-Raphson menggunakan fungsi log-likelihood [8] untuk mengestimasi parameter dengan persamaan

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}_{(u_i, v_i)}; x_{ij}, y_i, \alpha_i) = \sum_{i=1}^n \{y_i \ln(\alpha_i \mu_i) - (y_i + \alpha_i^{-1}) \times \ln(1 + \alpha_i \mu_i) + \ln[\Gamma(y_i + \alpha_i^{-1})] - \ln[\Gamma(\alpha_i^{-1})] - \ln[\Gamma(y_i + 1)]\} \quad (6)$$

dimana $\ln L(\boldsymbol{\beta}_{(u_i, v_i)}; x_{ij}, y_i, \alpha_i)$ disingkat menjadi $\ln L(.)$ agar memudahkan penulisan prosedur Newton-Raphson [10]. Adapun tahapan prosedur Newton-Raphson yaitu:

1. Penentuan nilai parameter awal $\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(0)} = [\alpha_0 \ \beta_{00} \ \dots \ \beta_{p0}]$ untuk iterasi saat $m=0$.
2. Pembentukan vektor \mathbf{g} dimana \mathbf{p} adalah estimasi jumlah parameter

$$\mathbf{g}^T(\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(m)})_{(p+1)} = \left(\frac{\partial \ln L(.)}{\partial \alpha}, \frac{\partial \ln L(.)}{\partial \beta_0}, \frac{\partial \ln L(.)}{\partial \beta_1}, \dots, \frac{\partial \ln L(.)}{\partial \beta_p} \right)'_{\beta = \hat{\boldsymbol{\beta}}_{(m)}} \quad (7)$$

3. Pembentukan matriks Hessian (\mathbf{H}), dengan elemen matriks

$$\mathbf{H}(\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(m)})_{(p+1) \times (p+1)} = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 \ln L(.)}{\partial \alpha^2} & \frac{\partial^2 \ln L(.)}{\partial \alpha_1 \partial \beta_0} & \dots & \frac{\partial^2 \ln L(.)}{\partial \alpha_1 \partial \beta_p} \\ \frac{\partial^2 \ln L(.)}{\partial \alpha_1 \partial \beta_0} & \frac{\partial^2 \ln L(.)}{\partial \beta_0^2} & \dots & \frac{\partial^2 \ln L(.)}{\partial \beta_0 \partial \beta_p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial^2 \ln L(.)}{\partial \alpha_1 \partial \beta_p} & \frac{\partial^2 \ln L(.)}{\partial \beta_0 \partial \beta_p} & \dots & \frac{\partial^2 \ln L(.)}{\partial \beta_p^2} \end{pmatrix}_{\beta = \hat{\boldsymbol{\beta}}_{(m)}} \quad (8)$$

4. Proses iterasi dilakukan dimulai dari $m=0$ dengan persamaan

$$\mathbf{g}^T(\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(m)})_{(p+1)} = \hat{\boldsymbol{\beta}}_{(m+1)} = \hat{\boldsymbol{\beta}}_{(m)} - \mathbf{H}_m^{-1}(\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(m)}) \mathbf{g}_{(m)}(\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(m)}) \quad (9)$$

5. Proses pengulangan (iterasi) akan berhenti jika nilai estimasi sudah konvergen pada suatu nilai tertentu atau $\hat{\beta}_{(m=1)} \approx \hat{\beta}_{(m)}$
6. Apabila estimasi parameter belum juga konvergen pada nilai tertentu, maka proses diulang lagi dari langkah kedua hingga diperoleh hasil yang konvergen. Estimasi parameter yang konvergen jika $\|\beta_{(m+1)} - \beta_{(m)}\| < \varepsilon$, dimana ε bernilai sangat kecil.

2.2. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini mencakup 34 provinsi di Indonesia dan menggunakan variabel lokasi berupa koordinat garis lintang dan garis bujur pada setiap titik pusat (*centroid*) provinsi untuk melakukan analisis berbasis spasial. Adapun variabel penelitian yang digunakan antara lain: Jumlah Kasus Kronis Filariasis (Y), Persentase Rumah Tangga Kumuh (X1), Persentase Penduduk Miskin (X3), Persentase Kabupaten/Kota dengan Kebijakan Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (X4), Rata-rata Suhu udara (X5) dan Rata-rata Kelembapan Udara (X6). Data tersebut diperoleh dari publikasi Badan Pusat Statistik (BPS) Republik Indonesia dan Kementerian Kesehatan RI dan semua variabel merujuk pada tahun 2019.

2.3. Langkah Penelitian

1. Melakukan analisis deskriptif untuk mengetahui gambaran awal jumlah kasus kronis filariasis dan variabel bebasnya.
2. Melakukan analisis inferensia untuk melakukan pemodelan GWNBR dengan tahapan sebagai berikut:
 - a. Pengujian asumsi multikolinearitas
 - b. Pengujian dispersi
 - c. Pemodelan regresi binomial negatif
 - d. Pengujian heterogenitas spasial
 - e. Pembentukan matriks penimbang spasial
 - f. Pengujian parameter secara simultan
 - g. Pengujian signifikansi parameter secara parsial
 - h. Evaluasi model GWNBR.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Deskriptif

Tabel 1. Deskripsi data jumlah kasus kronis filariasis dan variabel bebasnya

Variabel	N	Rata-rata	Deviasi Standar	Minimum	Maksimum
Y	34	316,41	669,43	2,00	3615,00
X1	34	11,81	7,97	2,66	43,29
X2	34	10,24	5,52	3,42	26,55
X3	34	11,56	5,72	3,51	33,98
X4	34	85,72	23,58	10,34	100,00
X5	34	27,62	1,09	25,10	30,00
X6	34	79,75	5,07	69,28	87,73

Kementerian Kesehatan RI mencatat bahwa total jumlah kasus kronis filariasis tahun 2019 ada sebanyak 10.758 kasus dan tersebar di seluruh provinsi Indonesia. Provinsi Bali merupakan provinsi dengan jumlah kasus kronis filariasis paling sedikit (2 kasus) sedangkan Provinsi Papua merupakan provinsi dengan jumlah kasus kronis filariasis paling tinggi (3615 kasus).

3.2. Analisis Inferensia

3.2.1 Pengujian Asumsi Multikolinearitas

Salah satu cara pendeteksian multikolinearitas adalah menghitung VIF, dimana multikolinearitas terjadi jika ada yang nilai VIF dari masing-masing variabel bebas dalam model bernilai lebih dari 10.

Tabel 2. Nilai VIF variabel bebas

$X1$	$X2$	$X3$	$X4$	$X5$	$X6$
2,029914	1,973515	1,250971	2,099329	1,826542	2,003451

Berdasarkan hasil uji multikolinearitas pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa model tidak mengalami multikolinearitas karena VIF masing-masing variabel bebas tidak ada yang bernilai lebih dari 10. Oleh karena itu, variabel persentase rumah tangga kumuh ($X1$), persentase persentase penduduk miskin ($X2$), rasio fasilitas kesehatan per 100.000 penduduk ($X3$), persentase kabupaten/kota dengan kebijakan PHBS ($X4$), rata-rata suhu udara ($X5$) dan rata-rata kelembapan udara ($X6$) dapat digunakan untuk memodelkan jumlah kasus kronis filariasis di Indonesia tahun 2019.

3.2.2 Pengujian Dispersi

Untuk menentukan model regresi *count* yang cocok dalam pemodelan dapat dilakukan pengujian dispersi. Jikalau dihasilkan keputusan tolak H_0 (overdispersi) pada nilai *deviance* dibagi dengan derajat bebasnya, maka regresi Poisson tidak cocok dalam memodelkan data. Hasil pengujian dispersi berdasarkan output uji dispersi menghasilkan nilai rasio *deviance* dibagi derajat bebasnya lebih besar dari 1 yaitu sebesar 166,9263. Selain itu dihasilkan nilai *p-value* sebesar 0,0001714 pada taraf signifikansi 5 persen sehingga menghasilkan keputusan tolak H_0 yang menunjukkan bahwa data mengalami overdispersi. Oleh karena itu, pemodelan yang dapat mengakomodir overdispersi sangat dibutuhkan dimana salah satunya dapat menggunakan model regresi binomial negatif.

3.2.3 Pemodelan Regresi Binomial Negatif

Dikarenakan data mengalami overdispersi maka dapat dimodelkan dengan regresi binomial negatif. Adapun ringkasan hasil pemodelan tertera pada Tabel 3.

Pada taraf signifikansi 5 persen ($Z_{(0,05/2)} = 1,96$) ada variabel yang signifikan berpengaruh terhadap jumlah kasus kronis filariasis yaitu variabel rasio fasilitas kesehatan per 100.000 penduduk ($X3$) dan persentase kabupaten kota dengan kebijakan PHBS ($X4$), sedangkan variabel lainnya tidak signifikan. Adapun persamaan model regresi binomial negatif adalah

$$\hat{\mu} = \exp(-2,67125 + 0,01520x_1 + 0,08859x_2 - 0,12060x_3 - 0,02381x_4 + 0,08664x_5 + 0,09718x_6) \tag{10}$$

Tabel 3. Ringkasan hasil pemodelan regresi binomial negatif

	<i>Estimate</i>	<i>Std. Error</i>	<i>Z Value</i>	<i>P Value</i>
<i>Intercept</i>	-2,67126	9,73757	-0,274	0,78383
<i>X1</i>	0,01520	0,03300	0,461	0,64497
<i>X2</i>	0,08859	0,04691	1,888	0,05897
<i>X3</i>	-0,12060	0,03693	-3,266	0,00109*
<i>X4</i>	-0,02381	0,01132	-2,103	0,03548*
<i>X5</i>	0,08664	0,22919	0,378	0,70540
<i>X6</i>	0,09718	0,05171	1,879	0,06022

3.2.4 Pengujian Heterogenitas Spasial

Setelah dilakukan pengujian *Breusch-Pagan* diperoleh nilai sebesar 15,706 dengan *p-value* sebesar 0,01542. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan tingkat signifikansi 5 persen ($\chi^2_{(0,05;6)} = 12,5916$), terdapat heterogenitas spasial antar wilayah observasi. Oleh karena itu, metode regresi binomial negatif kurang tepat dalam pemodelan sehingga diperlukan metode yang mampu mengakomodir heterogenitas spasial dan berdistribusi binomial negatif, salah satunya adalah *Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR)*.

3.2.5 Pembentukan Matriks Penimbang Spasial

Pemodelan GWNBR memerlukan matriks penimbang spasial untuk melakukan estimasi parameter pada setiap provinsi. Untuk membentuk matriks penimbang spasial memerlukan matriks jarak, fungsi penimbang spasial dan bandwidth optimum. Matriks jarak menggambarkan jarak antar provinsi di Indonesia. Jarak yang digunakan adalah Euclidean distance. Jenis bandwidth yang digunakan adalah adaptive. Bandwidth adaptive dipilih karena provinsi di Indonesia memiliki sebaran centroid yang tidak merata dikarenakan keadaan geografisnya terdiri dari pulau-pulau yang dibatasi perairan sehingga jarak antar centroid provinsi antar pulau bisa berbeda-beda. Fungsi penimbang yang digunakan menghasilkan nilai AIC paling kecil yaitu adaptive Gaussian yang dibandingkan dengan fungsi penimbang adaptive bi-square dan adaptive tricube.

Selanjutnya adalah penentuan nilai bandwidth optimum menggunakan kriteria evaluasi Cross Validation (CV) terkecil dengan fungsi penimbang adaptive Gaussian. Kemudian dengan fungsi penimbang adaptive Gaussian dan bandwidth optimum maka dibentuk matriks penimbang spasial.

3.2.6 Pengujian Parameter Secara Simultan

Pengujian parameter secara simultan dapat dilakukan dengan membandingkan nilai *deviance* terhadap daerah kritis $\chi^2_{(0,05;6)} = 12,59159$. Berdasarkan hasil pengolahan didapatkan nilai *deviance* model yang terbentuk lebih besar dari daerah kritis yaitu sebesar 52497,89. Sehingga ditarik kesimpulan bahwa dengan tingkat signifikansi 5% menunjukkan bahwa pada model minimal ada satu parameter yang signifikan berpengaruh terhadap jumlah kasus kronis filariasis.

3.2.7 Pengujian Parameter Secara Spasial

Pengujian parameter secara parsial dilakukan untuk mengetahui variabel penjelas mana saja yang berpengaruh signifikan, dapat dilakukan dengan membandingkan nilai z -value terhadap $Z_{\alpha/2} = |1,96|$ pada masing-masing variabel. Ditinjau dari signifikansi masing-masing variabel setiap provinsi, hasil uji parsial menghasilkan tujuh provinsi yang semua variabel prediktornya berpengaruh signifikan, salah satunya Provinsi Bali dengan persamaan model GWNBR sebagai berikut.

$$\hat{\mu}_{Bali} = \exp[0,815458 + 0,007216 x_1^* + 0,047642 x_2^* - 0,144696 x_3^* - 0,033943 x_4^* + 0,074663 x_5^* + 0,098299 x_6^*] \quad (11)$$

Namun ada juga provinsi yang beberapa variabel prediktornya signifikan, salah satunya Provinsi Jawa Barat dengan persamaan model GWNBR.

$$\hat{\mu}_{Jawa Barat} = \exp[1,307196 - 0,005123 x_1 + 0,018838 x_2^* - 0,167866 x_3^* - 0,028246 x_4^* + 0,056895 x_5 + 0,079086 x_6^*] \quad (12)$$

(* signifikan pada taraf signifikansi 5 persen).

Berdasarkan Tabel 4, estimasi koefisien persentase rumah tangga kumuh (X_1) yang signifikan memiliki rata-rata sebesar 0,012869 yang artinya setiap penambahan satu persen rumah tangga kumuh akan meningkatkan jumlah kasus kronis filariasis sebesar $\exp(0,012869) = 1,012952$ kali atau sekitar 1,2869 persen dengan asumsi variabel lain bernilai konstan. Keadaan tersebut dikarenakan wilayah kumuh sangat rentan menjadi habitat nyamuk dan cacing filaria. Salah satunya, cacing filaria *Wuchereria bancrofti* yang dapat hidup di daerah kumuh perkotaan dengan saluran air yang buruk, akibatnya banyak genangan air kotor yang cocok untuk tempat tinggal nyamuk *Culex quinquefasciatus* [11].

Tabel 4. Ringkasan estimasi koefisien parameter model GWNBR yang signifikan

Variabel	Min	Mean	Max
Persentase Rumah Tangga Kumuh (X_1)	-0,015245	0,012869	0,031370
Persentase Penduduk Miskin (X_2)	0,018838	0,065109	0,104622
Rasio Fasilitas Kesehatan (X_3)	-0,177603	-0,138196	-0,098590
Persentase PHBS (X_4)	-0,033943	-0,019690	-0,006826
Rata-rata Suhu Udara (X_5)	0,070595	0,084029	0,105148
Rata-rata Kelembapan Udara (X_6)	0,067626	0,091191	0,106431

Estimasi koefisien persentase penduduk miskin (X_2) yang signifikan memiliki rata-rata sebesar 0,065109 yang artinya secara rata-rata, setiap penambahan satu persen penduduk miskin akan meningkatkan jumlah kasus kronis filariasis sebesar $\exp(0,065109) = 1,067275$ kali atau sekitar 6,5109 persen dengan asumsi variabel lain bernilai konstan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa penduduk miskin lebih beresiko terkena filariasis dan memang hal itu sesuai dengan keadaan ekonomi mayoritas penderitanya. Penyakit ini memang paling sering ditemukan pada populasi penduduk miskin, terpencil dan tidak memiliki akses ke fasilitas kesehatan. Penelitian oleh Maryen, Kusnanto dan Indriani [12] menemukan bahwa penduduk yang berpendapatan rendah memiliki resiko tinggi terkena filariasis.

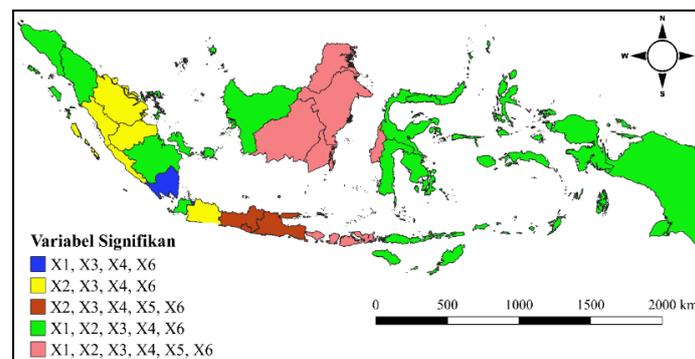
Rata-rata estimasi koefisien rasio fasilitas kesehatan (X_3) sebesar $-0,138196$ yang menunjukkan bahwa secara rata-rata, setiap penambahan rasio fasilitas kesehatan per 100.000 penduduk sebesar satu satuan akan menurunkan jumlah kasus kronis filariasis sebesar $\exp(-0,138196) = 0,870928$ kali atau sekitar 13,8196 persen dengan asumsi variabel lain bernilai konstan. Penurunan tersebut sejalan dengan fungsi fasilitas kesehatan yang merupakan tempat untuk distribusi obat-obatan, penyuluhan cara penularan dan pencegahan filariasis, pengobatan filariasis maupun pelatihan para Tenaga Pembantu Eliminasi (TPE) Filariasis. Penelitian Santoso [13] menunjukkan bahwa keberadaan fasilitas kesehatan dapat menurunkan angka kejadian filariasis.

Rata-rata estimasi koefisien persentase kabupaten/kota dengan kebijakan PHBS (X_4) sebesar $-0,019690$ yang artinya secara rata-rata, setiap penambahan satu persen kabupaten/kota yang memiliki kebijakan PHBS akan menurunkan jumlah kasus kronis filariasis sebesar $\exp(-0,019690) = 0,980503$ kali atau sekitar 1,9690 persen dengan asumsi variabel lain bernilai konstan. Salah satu contoh Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) untuk mengurangi penularan filariasis adalah kegiatan memberantas jentik nyamuk dengan menguras bak mandi maupun penampungan air lainnya. Selain itu penggunaan air bersih juga dapat mengurangi resiko infeksi sekunder oleh bakteri atau jamur pada penderita filariasis kronis. Penelitian oleh Amaliana, Fernandes dan Solimun [14] juga menunjukkan bahwa persentase PHBS berpengaruh pada kemungkinan tidak terjadinya filariasis di masyarakat.

Estimasi koefisien rata-rata suhu udara yang signifikan memiliki rata-rata sebesar $0,084029$ yang menunjukkan bahwa, secara rata-rata setiap penambahan rata-rata suhu udara sebesar 1°C akan meningkatkan jumlah kasus kronis filariasis sebesar $\exp(0,084029) = 1,087660$ kali atau sekitar 8,4029 persen dengan asumsi variabel lain bernilai konstan. Samy, Elaagip dan Kenawy [15] dalam penelitiannya menyebutkan bahwa peningkatan suhu memengaruhi perubahan perilaku nyamuk seperti angka hisapan darah rata-rata meningkat, perkembangbiakan nyamuk semakin cepat dan parasit filaria dalam tubuh nyamuk semakin cepat untuk matang. Hal ini menyebabkan penularan filariasis akan semakin meningkat. Slater dan Michael [16] juga menemukan bahwa prevalensi filariasis dipengaruhi oleh rata-rata suhu udara tahunan.

Secara rata-rata, setiap penambahan satu persen rata-rata kelembapan udara (X_6) akan meningkatkan jumlah kasus kronis filariasis sebesar $\exp(0,091191) = 1,095478$ kali atau sekitar 9,1191 persen dengan asumsi variabel lain bernilai konstan. Semakin tinggi kelembapan udara, nyamuk akan menjadi lebih sering menggigit sehingga meningkatkan penularan filariasis. Onggang [17] dalam penelitiannya juga menemukan bahwa kelembapan udara signifikan memengaruhi resiko kejadian filariasis.

3.2.8 Pengelompokan Wilayah Berdasarkan Variabel yang Signifikan



Gambar 2. Peta tematik pengelompokan provinsi berdasarkan signifikansi variabel

Pada Gambar 2, kelompok 4 (warna hijau) yang terdiri atas variabel persentase rumah tangga kumuh ($X1$), persentase penduduk miskin ($X2$), rasio fasilitas kesehatan ($X3$), persentase kabupaten/kota dengan kebijakan PHBS ($X4$) dan rata-rata kelembapan udara ($X6$) lebih mendominasi dibandingkan kelompok provinsi lainnya. Kelompok tersebut tersebar di semua pulau kecuali Pulau Bali. Hal yang berbeda terjadi pada kelompok 3 (warna coklat) yang terdiri atas variabel persentase penduduk miskin ($X2$), rasio fasilitas kesehatan ($X3$), persentase kabupaten/kota dengan kebijakan PHBS ($X4$), rata-rata suhu udara ($X5$) dan rata-rata kelembapan udara ($X6$) yang hanya ditemukan di satu Pulau yaitu Pulau Jawa.

Berdasarkan hasil pengujian secara parsial dari model GWNBR diperoleh lima kelompok provinsi berdasarkan variabel yang signifikan berpengaruh terhadap jumlah kasus kronis filariasis di Indonesia tahun 2019. Variabel yang signifikan berpengaruh di semua provinsi adalah rasio fasilitas kesehatan ($X3$), persentase kabupaten/kota dengan kebijakan PHBS ($X4$) dan rata-rata kelembapan udara ($X6$). Sedangkan variabel yang signifikan di beberapa provinsi adalah persentase rumah tangga kumuh ($X1$), persentase penduduk miskin ($X2$) dan rata-rata suhu udara ($X5$). Adapun rincian hasil pengelompokan provinsi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengelompokan provinsi berdasarkan signifikansi variabel

Variabel Signifikan	Provinsi	Jumlah
$X1, X3, X4, X6$	Lampung, DKI Jakarta	2
$X2, X3, X4, X6$	Sumatera Barat, Riau, Jambi, Bengkulu, Jawa Barat	5
$X2, X3, X4, X5, X6$	Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Jawa Timur	3
$X1, X2, X3, X4, X6$	Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Kepulauan Bangka Belitung, Kepulauan Riau, Banten, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Barat, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat, Papua	17
$X1, X2, X3, X4, X5, X6$	Bali, Nusa Tenggara Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Sulawesi Barat	7

3.2.9 Evaluasi Model GWNBR

Evaluasi model dilakukan untuk mengetahui model mana yang lebih baik dalam memodelkan jumlah kasus kronis filariasis yaitu dengan membandingkan nilai AIC dan *deviance* antara model regresi binomial negatif dan GWNBR. Model yang paling baik adalah model dengan nilai AIC dan *deviance* terkecil.

Tabel 6. Pengelompokan provinsi berdasarkan signifikansi variabel

Model	AIC	<i>Deviance</i>
Regresi Binomial Negatif	432,44	177739,7
GWNBR	371,25	52497,9

Berdasarkan Tabel 6, nilai AIC dan *deviance* oleh model GWNBR paling kecil. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa model GWNBR sudah mampu menjelaskan pengaruh

variabel persentase rumah tangga kumuh, persentase penduduk miskin, rasio fasilitas kesehatan per 100.000 penduduk, persentase kabupaten/kota dengan kebijakan Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS), rata-rata suhu udara dan rata-rata kelembapan udara terhadap jumlah kasus kronis filariasis tahun 2019 serta mampu mengatasi overdispersi dan mengakomodir heterogenitas spasial dibandingkan regresi binomial negatif.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Jumlah kasus kronis filariasis di Indonesia memiliki cenderung beragam antar pulaunya dimana yang terendah dan tertinggi adalah Provinsi Papua dan Bali. Terdapat kondisi overdispersi dan heterogenitas spasial sehingga dilakukan pemodelan GWNBR. Berdasarkan perbandingan nilai AIC dan deviance, GWNBR lebih baik dalam memodelkan jumlah kasus kronis filariasis di Indonesia tahun 2019 dibandingkan regresi binomial negatif.

Model GWNBR menghasilkan lima kelompok wilayah berdasarkan variabel yang signifikan berpengaruh. Variabel yang signifikan berpengaruh di seluruh provinsi adalah rasio fasilitas kesehatan per 100.000 penduduk, persentase kabupaten/kota dengan kebijakan Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) dan rata-rata kelembapan udara. Variabel yang signifikan berpengaruh pada beberapa provinsi adalah persentase rumah tangga kumuh, persentase penduduk miskin dan rata-rata suhu udara.

4.2 Saran

Dibutuhkan intervensi pemerintah dalam meningkatkan taraf hidup layak pada rumah tangga kumuh seperti pemerataan akses sumber air bersih dan bedah rumah yang tepat sasaran. Pemerintah diharapkan dapat menurunkan angka kemiskinan karena mayoritas penderita filariasis adalah penduduk miskin dan melakukan pemerataan pembangunan fasilitas kesehatan terutama di daerah terpencil. Selain itu, masyarakat harus menyadari pentingnya hidup bersih dan menjaga kesehatan untuk mengurangi maupun mencegah adanya infeksi dan penularan filariasis. Masyarakat perlu dihimbau untuk mengurangi aktivitas malam hari di luar rumah, memakai obat nyamuk (semprot/bakar/eletrik/lotion) atau memasang kasa pada ventilasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Novita, "Dampak Perubahan Iklim Terhadap Timbulnya Penyakit Tular Nyamuk Terutama Limfatik Filariasis," *Journal of Health Epidemiology and Communicable Diseases*, vol. 5, no. 1, pp. 30-39, 2019.
- [2] World Health Organization. Lymphatic Filariasis: Reporting Continued Progress Towards elimination as a Public Health Problem, <https://www.who.int/news/item/29-10-2020-lymphatic-filariasis-reporting-continued-progress-towards-elimination-as-a-public-health-problem> (accessed Juli. 03, 2021).
- [3] World Health Organization. Lymphatic Filariasis, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lymphatic-filariasis> (accessed Juli. 03, 2021).
- [4] Kementerian Kesehatan RI, Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2018, 2019.
- [5] P. Mc Cullagh and J. Nelder, *Generalized Linear Models Second Edition*, London: Chapman & Hall, 1989.
- [6] J.M. Hilbe, *Negative Binomial Regression*, 2nd edition, United Kingdom: Cambridge University Press, 2014.

- [7] L. Anselin, *Spatial Econometrics: Methods and Models*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1998.
- [8] A.R. Da Silva and T.C.V. Rodrigues, "Geographically Weigted Negative Binomial Regression-Incorporaitng Overdispersion," *Stat Comput.*, 2013.
- [9] S. Zhangwen, H. Haiqing, T. Muluaalem, W. Guangyu, Z. Aicong, and G. Futao, "Geographically Weighted Negative Binomial Regression Model Predicts Wildfire Occurrence in the Great Xing'an Mountains Better Than Negative Binomial Model," *Forest*, vol. 10, no. 377, 2019.
- [10] F. Ernawati, "Pemodelan dan Pemetaan Kejadian Diare di Kota Surabaya menggunakan Geographically Weighted Negative Binomial Regression," Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, 2015.
- [11] Kementerian Kesehatan RI, Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 94 Tahun 2014 tentang Penanggulangan Filariasis. 2014.
- [12] Y. Maryen, H. Kusnanto and C. Indriani, "Risk Factors of Lymphatic Filariasis in Manokwari, West Papua," *Jurnal TMJ*, vol. 4, no. 1, pp. 60-64, 2017.
- [13] S. Santoso, "Risiko Kejadian Filariasis pada Masyarakat dengan Akses Pelayanan Kesehatan yang Sulit," *Jurnal Pembangunan Manusia*, vol. 5, no. 2, pp. 107-115, 2011
- [14] L. Amaliana and A.A.R. Fernandes, "Comparison of Two Weighting Functions in Geographically Weighted Zero-Inflated Poisson Regression on Filariasis Data," *Journal of Physics Conference Series*, vol. 1097, no. 1, 2018.
- [15] A.M. Samy, A.H. Elaagip and M.A. Kenawy, "Climate Change Influences on the Global Potential Distribution of the Mosquito *Culex quinquefasciatus*, Vector of West Nile Virus and Lymphatic Filariasis," *Plos One*. vol. 11, no. 10, 2016.
- [16] H. Slater and E. Michael, "Mapping, Bayesian Geostatistical Analysis and Spatial Prediction of Lymphatic Filariasis Prevalence in Africa," *PloS One*, vol. 8, no. 8, pp. 715-774, 2013.
- [17] F.S. Onggang, "Analisis Faktor Faktor Terhadap Kejadian Filariasis Tipe *Wuchereria Bancrofti*, dan *Brugia Malayi* di Wilayah Kabupaten Manggarai Timur Tahun 2016," *Jurnal Info Kesehatan*, vol. 16, no. 1, pp. 1-20, 2018.