

Identifikasi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pneumonia pada Balita di Surabaya Menggunakan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression*

Ratnajulie Yatnaningtyas, I Nyoman Latra, Shofi Andari

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

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: ratnajulie12@mhs.statistika.its.ac.id, i_nyoman_1@statistika.its.ac.id, shofi.andari@statistika.its.ac.id

Abstrak—Penyebab kematian Balita kedua tertinggi di Indonesia pada tahun 2007 yaitu pneumonia. Fakta ini mendorong pemerintah untuk mengambil tindakan pencegahan. Pemerintah berkomitmen untuk mengurangi angka kematian balita dengan mengontrol kasus pneumonia. Namun, di Surabaya masih memiliki kasus pneumonia yang cukup tinggi. Persebaran penyakit pneumonia dipengaruhi oleh karakteristik dan geografis yang berbeda di setiap kecamatan di Surabaya. Hal tersebut menyebabkan perkembangan penyakit juga berbeda-beda. Se-hingga untuk mengidentifikasi variabel-variabel yang berpe-ngaruh terhadap pneumonia di setiap wilayah yaitu dengan memodelkan kasus pneumonia pada balita menggunakan *Geo-Graphically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR). Hasil pemodelan menunjukkan bahwa terdapat variabel yang bersifat lokal yang mempengaruhi pneumonia dan membentuk kelompok sebanyak sembilan kelompok.

Kata Kunci— GWNBR, Pneumonia, Surabaya.

I. PENDAHULUAN

Hasil riset kesehatan dasar tahun 2007 menunjukkan bahwa pneumonia merupakan penyebab kejadian kematian kedua tertinggi dengan persentase 15.5% atau rata-rata 83 Ba-lita meninggal setiap hari [1]. Meskipun pneumonia menjadi penyebab utama kematian Balita, namun penyakit ini belum banyak diperhatikan, sehingga hal tersebut menjadikan pneu-monia menjadi fokus pengendalian kematian Balita di Indone-sia [2]. Pengendalian kematian ini menjadi salah satu upaya pemerintah untuk memenuhi target 4A MDGs yaitu menurun-kan angka kematian Balita atau anak di bawah lima tahun se-besar dua pertiganya antara 1990 sampai tahun 2015[3]. Salah satu kota yang mengalami kejadian pneumonia cukup tinggi adalah Kota Surabaya, dengan jumlah kasus sebesar 4306 ka-sus di tahun 2014 [4].

Kejadian klinis pneumonia pada Balita disebabkan oleh kombinasi dari faktor yang berhubungan dengan host, ling-kungan dan agen [5]. Ketidakseimbangan dari ketiga faktor tersebut akan menimbulkan masalah kesehatan. Usia juga menjadi salah satu faktor penentu bertahan tidaknya seorang pasien terhadap serangan pneumonia [6]. Oleh karena itu keja-dian pneumonia pada Balita menunjukkan kondisi klinis yang buruk, karena di dalam tubuh Balita belum terbentuk terbentuk

sistem kekebalan tubuh secara optimal jika dibandingkan pada orang dewasa.

Kasus pneumonia pada Balita di Surabaya merupakan data *count* yang mengikuti distribusi Poisson. Dalam analisis regresi Poisson, seringkali terdapat kasus overdispersi. Salah satu metode yang digunakan dalam mengatasi overdispersi dalam regresi Poisson adalah regresi binomial negatif. Penga-ruh dari persebaran penyakit pneumonia memiliki perbedaan faktor yang mempengaruhi antar wilayah, sehingga setiap wilayah memiliki perbedaan karakteristik yang berbeda-beda. Hal tersebut menyebabkan perkembangan penyakit juga ber-beda-beda. Sehingga penelitian ini akan dilakukan dengan menggunakan *Geographically Weighted Negative Binomial Re-gression* (GWNBR), dimana setiap wilayah akan menghasil-kan penaksir parameter model yang bersifat lokal untuk setiap titik pengamatan.

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan serta untuk mengetahui variabel-variabel yang yang berpengaruh terhadap kasus pneumonia di setiap kecamatan Kota Surabaya dengan menggunakan metode *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR) dengan pembobot fungsi kernel *adaptive biquare*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Statistika Deskriptif

Analisa statistika secara deskriptif merupakan suatu analisa yang didasarkan pada penyajian data dengan tabel, gambar atau plot. Penyajian data yang biasa digunakan adalah rata-rata, koefisien varians, nilai minimum, nilai maximum dan peta tematik dengan metode *natural breaks* [7].

B. Multikolinieritas

Kejadian multikolinieritas menjadi salah satu pertimba-ngan dalam pembentukan model regresi. Pendeteksi adanya multikolinieritas adalah dengan menggunakan *Variance Infla-Tion Factor* (VIF) dan apabila nilai VIF lebih dari 10 mengindikasikan terjadi kasus multikolinieritas [8]. Nilai VIF didapatkan dari

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

dengan R_k^2 merupakan koefisien determinasi antara x_k dengan variabel prediktor lainnya [9].

C. Regresi Poisson

Distribusi Poisson merupakan distribusi yang digunakan untuk data jumlahan pada kejadian yang terjadi secara acak pada interval waktu tertentu dengan hasil pengamatan berupa variabel diskrit. Pada distribusi Poisson y merupakan variabel random dengan parameter μ (mean), sehingga fungsi probabi-litas Poisson adalah sebagai berikut [10].

$$p(y) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}, y = 0, 1, 2, \dots \quad (2)$$

Persamaan model regresi Poisson dapat ditulis sebagai berikut.

$$\ln(\mu_i) = \beta_0 + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik}, i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Estimasi parameter model regresi Poisson dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dengan memaksimumkan fungsi *likelihood*-nya. Pengujian signifikansi parameter serentak dan parsial menggunakan MLRT (*Maxi-Mum Likelihood Ratio Test*). Pengujian parameter secara serentak dengan hipotesis nol (H_0) yaitu $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$. Statistik uji yang digunakan yakni,

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \Lambda = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) \quad (4)$$

Hipotesis nol ditolak apabila nilai $D(\hat{\beta})$ lebih besar dari $\chi^2_{(\alpha,p)}$ yang berarti paling sedikit ada satu variabel yang memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel respon.

Pengujian secara parsial dengan hipotesis nol (H_0) yakni $\beta_k = 0$ dengan $k = 1, 2, \dots, p$. Statistik uji yang digunakan yakni,

$$Z = \frac{\hat{\beta}_k}{se(\hat{\beta}_k)} \quad (5)$$

Hipotesis nol ditolak H_0 apabila $|z_{hit}|$ lebih dari $z_{\alpha/2}$, yang berarti variabel prediktor ke k berpengaruh terhadap variabel respon

D. Overdispersi Regresi Poisson

Overdispersi pada model regresi Poisson terjadi ketika varians lebih besar dibandingkan rata-ratanya [11]. Overdispersi dapat dideteksi dengan menggunakan nilai Pearson (atau χ^2) yang dibagi dengan derajat bebasnya (*dof*). Apabila hasil-nya lebih besar daripada satu maka diindikasikan bahwa model mengalami overdispersi.

E. Regresi Binomial Negatif

Regresi binomial negatif merupakan perluasan dari regresi Poisson-Gamma, dimana parameter dispersi θ menjadi per-timbangan penting dalam penyusunan model untuk mengatasi kasus overdispersi. [11]. Fungsi distribusi binomial negatif yaitu

$$f(y, \mu, \theta) = \frac{\Gamma(y + \frac{1}{\theta})}{\Gamma(\frac{1}{\theta}) y!} \left(\frac{1}{1 + \theta \mu} \right)^{\frac{1}{\theta}} \left(\frac{\theta \mu}{1 + \theta \mu} \right)^y \quad (6)$$

dengan $y = 0, 1, 2, \dots, n$. Estimasi model regresi binomial negatif yaitu

$$\ln(\mu_i) = \beta_0 + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik}, i = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

Pengujian signifikansi parameter model regresi binomial ne-gatif secara serentak dengan hipotesis nol

(H_0) yakni $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$. Statistik uji yang digunakan yaitu

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) \quad (8)$$

Hipotesis nol ditolak apabila nilai $D(\hat{\beta})$ lebih besar dari $\chi^2_{(\alpha,p)}$ yang berarti paling sedikit ada satu variabel yang memiliki pengaruh yang signifikan terha-dap variabel respon.

Pengujian parameter secara parsial dengan hipotesis (H_0) yaitu $\beta_k = 0$ dengan $k = 1, 2, \dots, p$. Statistik uji yang digunakan yaitu

$$Z = \frac{\hat{\beta}_k}{se(\hat{\beta}_k)} \quad (9)$$

Hipotesis nol ditolak apabila nilai $|z_{hit}|$ lebih dari $z_{\alpha/2}$, yang berarti variabel prediktor ke k berpengaruh terhadap variabel respon.

F. Pengujian Aspek Spasial

Pengujian spasial bertujuan untuk mengetahui apakah data yang diuji berbasis titik ataupun berbasis area. Pengujian yang digunakan untuk menguji efek spasial yakni dengan melaku-kan pengujian dependensi spasial dan pengujian heterogenitas pada data. Pengujian dependensi spasial dengan menggunakan uji Moran's I dengan hipotesis nol (H_0) yaitu tidak ada autokorelasi spasial. Statistik uji yang digunakan yaitu

$$Z(I) = \frac{\hat{I} - E(\hat{I})}{\sqrt{\text{var}(\hat{I})}} \quad (10)$$

Hipotesis nol ditolak apabila $|z_{hit}|$ lebih dari $z_{\alpha/2}$, yang berarti bahwa data memiliki autokorelasi spasial atau dependensi spasial.

Pengujian heterogenitas spasial dilakukan dengan menggu-nakan *Koenker-Basset* [12]. Hipotesis nol (H_0)-nya yaitu tidak terdapat heterogenitas. Statistik uji yang digunakan yaitu

$$Z = \frac{\hat{\gamma}_1}{se(\hat{\gamma}_1)} \quad (11)$$

Dengan $se(\hat{\gamma}_1) = \sqrt{\text{var}(\hat{\gamma}_1)}$. Hipotesis nol ditolak apabila $|z_{hit}|$ lebih dari $z_{\alpha/2}$ atau *p-value* kurang dari α . Jika H_0 ditolak maka dapat di artikan bahwa data memiliki heterogenitas spasial.

Pengamatan di setiap lokasi memiliki keragaman yang berbeda-beda. Sehingga dalam analisis diperlukan pembobot. Pembobotan yang digunakan yakni fungsi kernel *adaptive bisquare*, dengan formula sebagai berikut [13]

$$w_{j(u_j, v_j)} = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{h_i} \right)^2 \right)^2, & \text{untuk } d_{ij} \leq h_i \\ 0, & \text{untuk } d_{ij} > h_i \end{cases} \quad (12)$$

Dengan,

h_i merupakan *adaptive bandwidth* yang berbeda-beda disetiap wilayah dan d_{ij} merupakan jarak euclidean d_{ij} antara lokasi ke- i dan lokasi ke- j yang diambil dari garis lintang (u) antara lokasi ke- i dan lokasi ke- j dan garis bujur (v) antara lokasi ke- i dan lokasi ke- j , dengan persamaan $d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2}$.

Kriteria yang digunakan untuk menentukan nilai *bandwidth* optimum yakni dengan menggunakan kriteria *cross-validation*. Rumus dari *cross-validation* dapat dituliskan sebagai berikut :

$$CV(h) = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{\neq i}(h))^2 \quad (13)$$

dengan $\hat{y}_{\neq i}(h)$ yaitu nilai dugaan untuk y_i yang merupakan pengamatan di lokasi (u_i, v_i) yang dihilangkan dari proses penaksiran.

G. GWNBR

Model GWNBR atau *geographically weighted negative binomial regression* merupakan perluasan model global atau model *non-spatial* dari regresi binomial negatif, dengan berbasiskan variasi spasial dari parameter β_k dan θ [14]. Model GWNBR dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$y_i \sim NB \left[\exp \left(\sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} \right), \theta(u_i, v_i) \right]; i = 1, \dots, n \quad (14)$$

dengan,

y_i : nilai variabel respon untuk wilayah ke -i

(u_i, v_i) : lokasi (koordinat) dari data titik ke-i

$\beta_k(u_i, v_i)$: koefisien regresi variabel prediktor ke-i untuk setiap lokasi (u_i, v_i)

$\theta(u_i, v_i)$: parameter dispersi untuk setiap lokasi (u_i, v_i)

Metode yang digunakan untuk mengestimasi parameter model GWNBR yaitu *maximum likelihood estimator* (MLE). Fungsi likelihood dapat ditulis sebagai berikut.

$$L(\beta(u_i, v_i), \theta | y_i, x_i) = \prod_{i=1}^n \left(\prod_{r=0}^{y_i-1} \left(r + \frac{1}{\theta} \right) \right) \left(\frac{1}{y_i!} \right) \left(\frac{1}{1 + \theta \mu_i} \right)^{y_i} \left(\frac{\theta \mu_i}{1 + \theta \mu_i} \right)^{\theta} \quad (15)$$

H. Pengujian Kesamaan model GWNBR dengan Regresi Bi-nomial Negatif

Pengujian kesamaan model regresi binomial negatif dengan model GWNBR bertujuan untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang signifikan atau tidak di antara keduanya. Hi-potesis nol (H_0) yaitu $\beta_k(u_i, v_i) = \beta_k$ dengan $k=1,2,\dots,p$ dan $i=1,2,\dots,n$. Statistik uji yang digunakan pada pengujian ini yaitu :

$$F = \frac{\text{Devians regresi binomial negatif} / \text{df regresi binomial negatif}}{\text{Devians model GWNBR} / \text{df model GWNBR}} \quad (16)$$

Hipotesis nol (H_0) ditolak apabila nilai F lebih besar dari $F_{\alpha; df1; df2}$. Jika H_0 ditolak maka dapat diartikan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara model binomial negatif dengan model GWNBR.

I. Pengujian Parameter Model GWNBR

Pengujian parameter model GWNBR ini terdiri dari pengujian secara serentak dan parsial. Pengujian signifikansi secara serentak pada parameter model GWNBR dilakukan dengan menggunakan *maximum likelihood ratio test* (MLRT). Hi-potesis nol (H_0) pada serentak yaitu $\beta_1(u_i, v_i) = \dots = \beta_p(u_i, v_i) = 0$ dengan $i=1,\dots,n$. Statistik uji yang digunakan yaitu.

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) = 2 (\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\hat{\omega})) \quad (17)$$

Hipotesis nol H_0 ditolak apabila $D(\hat{\beta})$ lebih besar dari $\chi^2_{(\alpha,p)}$ atau nilai *p-value* kurang dari α , maka paling sedikit ada satu parameter model GWNBR yang berpengaruh signifikan.

Pengujian secara parsial dilakukan untuk mengetahui parameter mana yang berpengaruh secara signifikan

terhadap variabel respon pada setiap lokasi pengujian. Hipotesis nol (H_0) pengujian ini yaitu $\beta_k(u_i, v_i) = 0$ dengan $i=1,2,\dots,n$; $k = 1,2,\dots,p$. Statistik uji yang digunakan pada pengujian ini yaitu

$$Z = \frac{\hat{\beta}_k(u_i, v_i)}{se(\hat{\beta}_k(u_i, v_i))} \quad (18)$$

Hipotesis nol ditolak apabila $|z_{hit}|$ lebih dari $z_{\alpha/2}$ yang berarti parameter yang diuji berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon di tiap lokasi.

J. Pemilihan Model Terbaik

Metode yang digunakan untuk pemilihan model regresi terbaik yaitu *Akaike Information Criterion* (AIC) dengan formulasi [10],

$$AIC = -2 \ln L(\hat{\beta}) + 2K \quad (19)$$

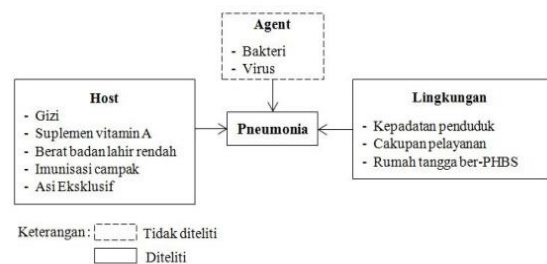
dengan $\ln L(\hat{\beta})$ merupakan nilai likelihood yang didapat dari fungsi log likelihood model regresi dan K merupakan jumlah parameter dalam model. Model terbaik yakni model yang memiliki nilai AIC terkecil.

K. Pneumonia

Pneumonia merupakan peradangan yang terjadi pada jaringan paru-paru atau pada paru-paru bagian bawah (*lower respiratori tract infection*) yang kaitannya karena ada agen penginfeksi [13]. Infeksi penyebab pneumonia yakni bakteri, virus, jamur, paparan bahan kimia atau kerusakan fisik dari paru-paru, maupun pengaruh tidak langsung dari penyakit lain. Bakteri yang biasa menyebabkan pneumonia yakni *Strepto-coccus* dan *Mycoplasma pneumonia*, sedangkan virus yang menyebabkan pneumonia yakni *adenoviruses*, *rhinovirus*, *influenza virus*, *respiratory syncytial virus* (RSV) dan *para influenza virus* [15]. Kejadian klinis pneumonia pada Balita disebabkan oleh kombinasi dari faktor yang berhubungan dengan host, lingkungan dan agen. Ketidakseimbangan dari ketiga faktor tersebut akan menimbulkan masalah kesehatan [5].

III. METODOLOGI PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Profil Kesehatan Tahun 2014 mengenai kasus pneumonia di Kota Surabaya yang dipublikasikan oleh Dinas Kesehatan Kota Surabaya, dengan unit penelitian merupakan data di setiap kecamatan Kota Surabaya. Total kecamatan yang ada di Surabaya yaitu 31 Kecamatan. Kerangka konsep yang digunakan dalam penelitian ini merupakan kerangka konsep yang dimodifikasi dari *The Epidemiological Triad* atau *causal components* yang dicetuskan oleh John E. Gordon (1950) adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Kerangka Konsep Penelitian Variabel penelitian pada penelitian ini yaitu.

1. Banyaknya kasus pneumonia di setiap kecamatan (Y)
2. Persentase Balita yang mendapat vitamin A di setiap kecamatan (X_1)
3. Persentase cakupan pelayanan anak Balita di setiap kecamatan (X_2)
4. Persentase berat bayi lahir rendah di setiap kecamatan (X_3)
5. Persentase bayi yang diberi ASI eksklusif di setiap kecamatan (X_4)
6. Persentase cakupan imunisasi campak pada Balita di setiap kecamatan (X_5)
7. Kepadatan penduduk per km² (X_6)
8. Persentase Rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat di setiap kecamatan (X_7)

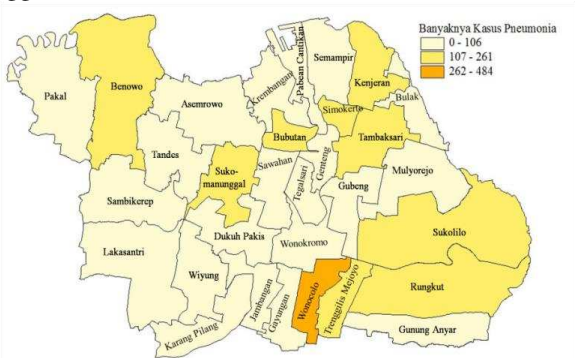
Langkah analisis dalam penelitian yang didasarkan pada tujuan penelitian adalah sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan karakteristik dari variabel respon atau banyaknya kasus pneumonia di setiap kecamatan dan variabel prediktor atau faktor-faktor yang mempengaruhi pneumonia dengan menggunakan pemetaan wilayah pada masing-masing variabel.
2. Pemodelan dengan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pneumonia
 - a. Pengujian kasus multikolinieritas dari nilai VIF.
 - b. Menganalisis model regresi Poisson
 - c. Menganalisis model regresi binomial negatif
 - d. Pengujian aspek data spasial
 - e. Menganalisis data dengan pemodelan GWNBR

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Deskriptif Karakteristik Data Kasus Pneumonia di Kota Surabaya Tahun 2014

Surabaya merupakan kota pantai dan daerah yang berbukit. Di setiap kecamatan memiliki karakteristik aspek yang ber-beda-beda. Hal tersebut menyebabkan setiap daerah memiliki ketahanan lingkungan yang berbeda pula. Keragaman juga ter-jadi pada data kasus pneumonia dengan keefisien varians pada kasus pneumonia sebesar 104,03 yang mengindikasikan bahwa dibandingkan dengan variabel lain keragaman data pada variabel pada kasus penumonia di Surabaya ini cukup tinggi.



Gambar 2. Persebaran Kecamatan Menurut Banyaknya Kasus Pneumonia di Kota Surabaya Tahun 2014

Gambar 2 menunjukkan Kecamatan Wonocolo memiliki kasus yang paling banyak daripada kecamatan lainnya, dengan interval sebesar 262-484 kasus.

Pemeriksaan multikolinieritas ditujukan untuk mengetahui ada tidaknya korelasi diantara variabel prediktor dengan variabel prediktor lainnya. Pemeriksaan multikolinieritas yaitu dengan melihat nilai *variance inflation factor* (VIF). Pada penelitian ini diketahui

bahwa nilai VIF seluruh variabel yang diteliti memiliki nilai VIF kurang dari 10, Sehingga pada variabel prediktor tidak terjadi kasus multikolinieritas.

Variabel X_1 hingga X_7 yang akan dianalisis, distandarisasi terlebih dahulu, kemudian variabel yang telah distandarisasi dituliskan dengan ZX_1 hingga ZX_7 .

B. Analisis Model Regresi Poisson

Pengujian parameter model regresi Poisson dengan data yang distandarisasi ditampilkan pada Tabel 1 berikut ini.

TABEL 1. PENGUJIAN PARAMETER MODEL REGRESI POISSON

Parameter	Koefisien ($\hat{\beta}_i$)	se ($\hat{\beta}_i$)	Z
$\hat{\beta}_0$	4,47682	0,02055	217,899
$\hat{\beta}_1$	-0,13048	0,02126	-6,137
$\hat{\beta}_2$	-0,04604	0,02167	-2,125
$\hat{\beta}_3$	0,04391	0,0206	2,132
$\hat{\beta}_4$	-0,09046	0,02152	-4,204
$\hat{\beta}_5$	-0,37003	0,03095	-11,957
$\hat{\beta}_6$	0,28555	0,01941	14,708
$\hat{\beta}_7$	0,03235	0,02099	1,542
Devians : 2312,1			DF : 23
AIC : 2495,4			

Berdasarkan hasil pengujian serentak dengan taraf signifikansi 10% didapatkan nilai $\chi^2_{(0.1;7)}$ sebesar 12,01704. Nilai $\chi^2_{(0.1;7)}$ lebih kecil dari pada nilai devians yaitu sebesar 2312,1 yang berarti minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Hasil pengujian secara individu dengan taraf signifikansi 10% maka didapatkan $z_{0.10/2}$ sebesar 1,645. Menunjukkan bahwa terdapat enam variabel prediktor yang nilai z_{hitung} lebih besar dari 1,645 yaitu variabel $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5,$ dan X_6 . Sehingga dapat diputuskan bahwa keenam variabel tersebut berpengaruh signifikan terhadap kasus pneumonia di Kota Surabaya. Sehingga model regresi Poisson yang didapatkan yakni.

$$\hat{\mu} = \exp(4,47682 - 0,13048ZX_1 - 0,04604ZX_2 + 0,04391ZX_3 - 0,09046ZX_4 - 0,37003ZX_5 + 0,28555ZX_6 + 0,03235ZX_7)$$

C. Analisis Model Regresi Binomial Negatif

Pemodelan regresi binomial negatif dengan data yang distandarisasi dilakukan setelah menentukan nilai inisial θ dan didapatkan nilai inisial θ sebesar 0,44424. Sehingga pemodelan regresi binomial negatif dilakukan dengan menggunakan nilai inisial θ sebesar 0,44424.

TABEL 2. PENGUJIAN PARAMETER MODEL REGRESI BINOMIAL NEGATIF

Parameter	Koefisien ($\hat{\beta}_i$)	se ($\hat{\beta}_i$)	t hitung
$\hat{\beta}_0$	4,3936	0,2583	17,008
$\hat{\beta}_1$	-0,1286	0,3110	-0,413
$\hat{\beta}_2$	-0,1219	0,2985	-0,408
$\hat{\beta}_3$	0,1122	0,2846	0,394
$\hat{\beta}_4$	-0,0424	0,3029	-0,140
$\hat{\beta}_5$	-0,8254	0,3266	-2,528
$\hat{\beta}_6$	0,2447	0,3172	0,771
$\hat{\beta}_7$	-0,1264	0,2981	-0,424
Devians : 23			DF : 23
AIC : 353,96			

Pengujian serentak signifikansi pada parameter model regresi binomial negatif dengan taraf signifikansi 10% didapatkan $\chi^2_{(0,1;7)}$ sebesar 12,01704. Nilai $\chi^2_{(0,1;7)}$ lebih kecil dari pada nilai devians yaitu sebesar 23, sehingga minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Berdasarkan hasil pengujian secara individu hanya terdapat satu variabel prediktor yang signifikan yaitu variabel X_5 . Berikut ini merupakan model regresi binomial negatif.

$$\hat{\mu} = \exp(4.3936 - 0.1286ZX_1 - 0.1219ZX_2 + 0.1122ZX_3 - 0.04241ZX_4 - 0.8254ZX_5 + 0.2447ZX_6 - 0.1264ZX_7)$$

D. Pengujian Aspek Data Spasial

Hasil pengujian dependensi spasial dengan Moran's I menunjukkan nilai Z_{hitung} sebesar 0,9131, Taraf signifikansi yang digunakan untuk pengujian aspek spasial yaitu sebesar 30% dengan nilai $Z_{(0,3/2)} = 1,0365$, sehingga Z_{hit} kurang dari $Z_{(0,3/2)}$ yang artinya tidak ada dependensi spasial antar kecamatan.

Pengujian heterogenitas spasial dengan menggunakan *Koenker-Basset* menunjukkan koefisien parameter pneumonia y_i^2 sebesar 7559 dengan *p-value* sebesar 0,3947. sehingga dengan taraf signifikansi sebesar 30% maka dapat diputuskan terdapat tidak heterogenitas spasial atau variansi antar kecamatan sama pada penelitian ini.

Pada penelitian ini data diasumsikan memiliki heterogenitas spasial, sehingga penelitian ini dilanjutkan menggunakan metode GWNBR.

E. Analisis Model Kasus Pneumonia dengan Metode GWNBR

Pengujian kesamaan model antara GWNBR dengan regresi binomial negatif menunjukkan bahwa didapatkan nilai F_{hitung} sebesar 1,66859. Taraf signifikansi yang digunakan pada pengujian ini yaitu sebesar 10%, sehingga didapatkan nilai $F_{(0,1;23;23)}$ sebesar 1,722. Hal tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan antara regresi binomial negatif dengan GWNBR.

Pengujian kesamaan model menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan diantara model regresi binomial negatif dengan model GWNBR, sehingga dilakukan pemilihan model terbaik dengan menggunakan kriteria AIC pada kedua model. Berikut ini hasil yang diperoleh dari perbandingan nilai AIC.

TABEL 3. PEMILIHAN MODEL TERBAIK DENGAN KRITERIA AIC

Regresi binomial negatif	353,960
GWNBR	301,215

Tabel 3 menunjukkan bahwa dari kedua model yang di-andingkan, GWNBR memiliki nilai AIC yang lebih kecil di-bandingkan dengan regresi binomial negatif. Sehingga penelitian ini lebih memilih model GWNBR sehingga dilanjutkan untuk pengujian signifikansi parameter.

Hasil pengujian secara serentak didapatkan nilai devians model GWNBR sebesar 13,78406, dengan taraf signifikansi sebesar 10%, nilai devians yang didapatkan lebih besar dari $\chi^2_{(0,1;7)}$ sebesar 12,01704 yang artinya paling tidak ada satu parameter model GWNBR yang berpengaruh signifikan.

Variabel yang diperoleh dari Pemodelan GWNBR, menunjukkan hasil yang berbeda-beda di setiap kecamatan. Berdasarkan kesamaan variabel yang

berpengaruh didapatkan pengelompokkan sebanyak 9 kelompok.

TABEL 4. PENGELOMPOKKAN KECAMATAN BERDASARKAN VARIABEL YANG SIGNIFIKAN

No	Kecamatan	Variabel yang Signifikan
1	Tandes, Lakarsantri, Wiyung	X_5
2	Benowo, Pakal	X_6
3	Sambikerep	X_5, X_6
4	Pabean Cantikan	X_5, X_7
5	Simokerto, Semampir, Bulak, Kenjeran, Gubeng, Rungkut, Tenggilis Mejoyo, Gunung Anyar, Sukolilo, Mulyorejo, Wonokromo, Wonocolo	X_1, X_5, X_7
6	Sukomanunggal, Asemrowo, Bubutan	X_3, X_5, X_7
7	Krembangan	X_5, X_6, X_7
8	Genteng, Tegalsari, Tambaksari	X_1, X_3, X_5, X_7
9	Sawahan, Karang Pilang, Dukuh Pakis, Gayungan, Jambangan	X_1, X_2, X_3, X_5, X_7

Pengelompokkan wilayah yang terbentuk terhadap signifikansi variabel ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengelompokkan Kecamatan Berdasarkan variabel yang Signifikan

Sebagai contoh akan disajikan pengujian parameter pada lokasi penelitian yang ke-22 (u_{22}, v_{22}) yaitu Kecamatan Sukolilo.

TABEL 5. PENGUJIAN PARAMETER MODEL GWNBR DI KECAMATAN SUKOLILO

Parameter	Koefisien ($\hat{\beta}_i$)	se ($\hat{\beta}_i$)	Z
$\hat{\beta}_0$	4.52260	0.06932	65.23863
$\hat{\beta}_1$	-0.21118	0.08018	-2.63403
$\hat{\beta}_2$	-0.15969	0.14916	-1.07063
$\hat{\beta}_3$	0.10477	0.08899	1.17740
$\hat{\beta}_4$	0.02450	0.17851	0.13726
$\hat{\beta}_5$	-0.87671	0.14758	-5.94070
$\hat{\beta}_6$	0.10752	0.13370	0.80420
$\hat{\beta}_7$	-0.31132	0.10193	-3.05444

Nilai Z_{hitung} yang ada di Tabel 5 menunjukkan bahwa variabel yang signifikan di Kecamatan Sukolilo yaitu X_1 dan X_6 , dengan nilai $|z_{hitung}|$ lebih dari $z_{0,10/2}$ Model yang terbentuk untuk Kecamatan Sukolilo yaitu.

$$\hat{\mu} = \exp(4.52260 - 0.21118ZX_1 - 0.15969ZX_2 + 0.10477ZX_3 + 0.02450ZX_4 - 0.87671ZX_5 + 0.10752ZX_6 - 0.31132ZX_7)$$

Berdasarkan variabel yang signifikan dari model yang terbentuk, diketahui bahwa setiap pertambahan persentase Balita yang mendapat vitamin A (X_1) sebesar 1 persen akan mengurangi kejadian pneumonia sebesar $\exp(-0,21118) = 0,80962$ kali dengan asumsi variabel lain konstan. Pemberian Vitamin A pada Balita

merupakan sebuah suplemen yang akan membantu membentuk fungsi kekebalan pada tubuh, yang akan mengurangi infeksi dari bakteri maupun virus, termasuk agen penginfeksi dari penyebab pneumonia.

Pertambahan 1 persen pada persentase cakupan imunisasi campak (X_5) akan mengurangi kejadian pneumonia sebesar $\exp(-0,87671) = 0,41615$ kasus dengan asumsi variabel lain konstan. Imunisasi campak dapat membantu pencegahan penyakit campak. Pneumonia merupakan komplikasi yang pa-ling sering terjadi pada anak yang mengalami penyakit cam-pak. Oleh karena itu, imunisasi campak sangat penting mem-bantu mencegah terjadinya penyakit pneumonia.

Pertambahan persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat (X_7) sebesar 1 persen akan mengurangi kasus pneumonia sebesar $\exp(-0,31132) = 0,73248$ kasus dengan asumsi variabel lain konstan. Rumah tangga yang pe-duli akan perilaku hidup bersih dan sehat akan memperhatikan perilaku kebersihan dan kesehatan, serta memperhatikan geja-la-gejala penyakit yang ada di lingkungannya, sehingga dapat meminimalisir adanya komplikasi penyakit tertentu maupun kasus pneumonia.

V. KESIMPULAN

Pada tahun 2014 Kota Surabaya mengalami kasus pneu-monia dengan rata-rata sebesar 100 kasus per kecamatan. Kecamatan Wonocolo memiliki kasus yang paling banyak dengan 484 kasus, dengan Kecamatan Bulak dan Kecamatan Dukuh Pakis tidak mengalami kasus pneumonia. Koefisien varians pada kasus pneumonia sebesar 104,03, yang meng-indikasikan keragaman data pada kasus pneumonia di Surabaya cukup tinggi dibandingkan dengan variabel lain, Hasil pemodelan dengan GWNBR dengan fungsi pembobot kernel *addaptive bisquare* diperoleh pengelompokkan sebanyak 9 kelompok berdasarkan variabel-variabel yang signi-fikan dan seluruh kecamatan tidak signifikan terhadap persen-tase bayi yang diberi ASI eksklusif.

Saran untuk penelitian selanjutnya, berdasarkan variabel yang signifikan, untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan variabel persentase Balita yang mendapat vitamin A, kepadatan penduduk per Km^2 , Persentase cakupan pelayanan anak Balita,

Persentase berat bayi lahir rendah, Persentase cakupan imunisasi campak pada Balita dan Persentase Rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat dalam menganalisa kasus pneumonia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Kesehatan. (2010). *Buletin Jendela Epidemiologi Volume 3*. Jakarta : Pusat Data & Surveilans Epidemiologi
- [2] (2012). *Pedoman Pengendalian Infeksi Saluran Pernafasan Akut*. Jakarta : Kementerian Kesehatan RI
- [3] Stalker, P. (2008). *Millennium Development Goals*. Diakses pada tanggal 08 Februari 2016, dari http://www.bappenas.go.id/files/2113/5230/0886-/english_20081123051012_976_1.pdf
- [4] Dinas Kesehatan. (2015). *Profil Kesehatan Kota Surabaya Tahun 2014*. Surabaya : Dinas Kesehatan Kota Surabaya
- [5] Rudan, I. Pinto, C., B. Biloglav, Z. Mulholland, K. & Campbell, H. (2008). Epidemiology and Etiology of Childhood Pneumonia. *Bulletin of the World Health Organization*, 86,408-416
- [6] Hartanto, S., Halim, S., Yuliana, O. Y. (2010). Pemetaan Penderita Pneumonia di Surabaya dengan Menggunakan Geostatistik. *Jurnal Teknik Industri*, 12(1), 41-46.
- [7] Expert Health Data Programming. (2014). What is Jenks Natural Breaks?. Diakses pada 12 Mei 2016 dari <http://www.chdp.com/vitalnet/breaks-1.htm>
- [8] Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2007). *Multivariate Data Analysis*. New Jersey : Pearson Prentice Hall
- [9] Hocking, R. R. (1996). *Methods and Applications of Linier Models: Regression and the Analysis of Variance*. New York: John Wiley & Sons. Inc
- [10] Agresti, A. (2002). *Categorical Data Analysis Second Edition*. New York: John Wiley & Sons.
- [11] Hilbe, J. (2011). *Negative Binomial Regression, Second Edition*. New York: Cambridge University Press.
- [12] Gujarati, D. N. (Eds.). (2004). *Basic Econometrics, 4th Edition*. New York: The McGraw-Hill Companies.
- [13] Fotheringham, A. S., Brundson, C. & Charlton, M. (2002). *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationship*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, England.
- [14] Banaszak, I. W., & Bręborowicz, A. (2013). *Pneumonia in Children*. Diakses pada tanggal 07 Februari 2016, dari <http://cdn.intechopen.com/-pdfs-wm/42153.pdf>
- [15] Anwar, A., & Dharmayanti I. (2014). Pneumonia pada Anak Balita di Indonesia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, 8(8), 369-365.