

Pemodelan Resiko Penyakit Pneumonia pada Balita di Jawa Timur Menggunakan Regresi Logistik Biner Stratifikasi

Ita Noviana, Sri Pingit Wulandari dan Puhadi

Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

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

Abstrak—Pneumonia merupakan penyakit yang dapat menyebabkan kematian pada anak dibawah usia lima tahun (balita) lebih banyak dibandingkan dengan penyakit lain seperti AIDS, malaria dan campak. Indonesia saat ini belum memenuhi target MDGs yakni harus menurunkan angka kematian pada balita (akba) hingga dua per tiga dalam kurun waktu 1990-2015. Provinsi Jawa Timur menduduki peringkat kedua di Indonesia untuk jumlah balita penderita pneumonia dan menduduki peringkat ke 6 untuk angka kematian balita akibat pneumonia. Banyak penelitian yang telah dilakukan guna menekan angka kematian balita. Penelitian ini menggunakan 9 faktor yang diduga mempengaruhi kejadian pneumonia pada balita di Provinsi Jawa Timur. Data yang digunakan dalam penelitian diperoleh berdasarkan hasil survey Riset Kesehatan Dasar tahun 2007 dengan wilayah survey Provinsi Jawa Timur. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah regresi logistik biner stratifikasi. Variabel yang signifikan terhadap model pada strata dataran rendah adalah klasifikasi tempat tinggal dan lama pemberian ASI, sedangkan pada model di strata dataran sedang hanya lama pemberian ASI. Variabel yang signifikan terhadap model pada strata dataran tinggi hanya pemberian imunisasi campak. Hasil pengujian vektor parameter lama pemberian ASI dalam model regresi logistik untuk strata dataran sedang dan strata dataran rendah menyatakan bahwa lama pemberian ASI memberikan pengaruh yang sama.

Kata Kunci— pneumonia, regresi logistik, stratifikasi

I. PENDAHULUAN

PNEUMONIA merupakan pembunuh utama anak dibawah usia lima tahun (balita) di dunia, lebih banyak dibandingkan dengan penyakit lain seperti AIDS, malaria dan campak. Lebih dari 2 juta balita dari 9 juta kematian balita di dunia meninggal setiap tahun akibat pneumonia atau sama dengan 4 balita meninggal setiap menitnya. Hasil laporan Riset Kesehatan Dasar di Indonesia tahun 2007, angka kematian balita per 1000 kelahiran adalah 44 balita. Angka tersebut belum memenuhi target MDGs yakni sebesar 32 kematian balita. Walaupun terjadi penurunan angka kematian balita dari 97 pada tahun 1992 menjadi 44 per 1000 kelahiran hidup pada tahun 2007, namun masih belum memenuhi target MDGs [1].

Berdasarkan Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2011, jumlah penderita pneumonia pada balita di Provinsi Jawa Timur menduduki peringkat kedua di Indonesia sedangkan angka kematian balita di Jawa Timur akibat pneumonia

menduduki peringkat ke 6 di Indonesia yakni sebanyak 54 balita [2].

Beberapa penelitian guna menekan angka kematian balita akibat pneumonia telah dilakukan antara lain “Pemetaan Penderita Pneumonia di Surabaya dengan Menggunakan Geostatistik” [3], penelitian mengenai kejadian penyakit pneumonia di empat provinsi di Wilayah Indonesia Timur [4], penelitian pneumonia pada anak balita di Kabupaten Cilacap menggunakan analisis *univariat*, *bivariat* dan regresi logistik [5] dan penelitian menggunakan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) [6].

Regresi logistik merupakan suatu metode analisis data yang digunakan untuk mencari hubungan antara variabel respon (y) yang bersifat *biner* atau dikotomis [7]. Regresi logistik biner dengan stratifikasi merupakan salah satu metode yang digunakan apabila variabel respon dipengaruhi oleh perbedaan tempat ataupun stratifikasi. Salah satu penerapan regresi logistik dengan stratifikasi yakni penelitian mengenai prevalensi dan faktor resiko HIV pada *Generalized Epidemic* di tanah Papua yang memberikan kesimpulan bahwa faktor kuat yang berlaku untuk ketiga topografi yang digunakan dalam penelitian adalah pengetahuan tentang HIV dan jumlah pasangan [8]. Perbedaan topografi pada masing-masing Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur menjadi alasan menggunakan metode regresi logistik dengan stratifikasi untuk memodelkan kejadian pneumonia pada balita sehingga diharapkan mampu memberikan model yang lebih tepat dan lebih informatif.

Terdapat dua permasalahan dalam penelitian ini yaitu bagaimana karakteristik balita di Provinsi Jawa Timur dan bagaimana memodelkan faktor-faktor penyakit pneumonia pada balita di Provinsi Jawa Timur menggunakan Regresi Logistik Biner Stratifikasi. Batasan masalah pada penelitian ini adalah data yang digunakan adalah data hasil Survey Riset Kesehatan Dasar Tahun 2007 untuk wilayah survey di Provinsi Jawa Timur.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Regresi Logistik

Regresi logistik merupakan suatu metode analisis data yang digunakan untuk mencari hubungan antara variabel

respon (y) yang bersifat *biner* atau dikotomus [7]. Masing-masing pengamatan pada objek diklasifikasikan sebagai “sukses” atau “gagal” yang dinotasikan 1 atau 0. Distribusi Bernouli digunakan untuk variabel random biner dengan peluang $P(Y=1)=\pi$ dan $P(Y=0)=1-\pi$, dimana $\pi=E(Y|x)$. Ketika Y_i berdistribusi Bernouli dengan parameter π_i , maka fungsi kepadatan peluangnya adalah [9]:

$$f(y_i, \pi_i) = \pi_i^{y_i} (1-\pi_i)^{1-y_i} = (1-\pi_i) \left[\frac{\pi_i}{(1-\pi_i)} \right]^{y_i}, \quad y_i = 0, 1 \quad (1)$$

Model regresi logistik yang digunakan adalah sebagai berikut [7]:

$$\pi(\mathbf{x}_i) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_p x_{ip})}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_p x_{ip})} \quad (2)$$

Bentuk $\pi(\mathbf{x}_i)$ dapat ditransformasi menggunakan transformasi logit sehingga menjadi [7]:

$$g(\mathbf{x}_i) = \ln \left(\frac{\pi(\mathbf{x}_i)}{1-\pi(\mathbf{x}_i)} \right) = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_p x_{ip} \quad (3)$$

B. Estimasi Parameter

Estimasi parameter dari hasil metode *Maximum Likelihood* dipilih berdasarkan nilai estimasi parameter yang dapat memaksimumkan fungsi likelihood. Setiap pasangan (x_i, y_i) , ketika $y_i = 1$ maka kontribusi terhadap fungsi likelihood sebesar $\pi(x_i)$ dan untuk pasangan pengamatan ketika $y_i = 0$ maka kontribusi terhadap fungsi likelihood sebesar $1 - \pi(x_i)$, dengan $i = 1, 2, 3 \dots n$. Fungsi probabilitas untuk setiap pasangan adalah sebagai berikut [7].

$$f(\mathbf{x}_i) = \pi(\mathbf{x}_i)^{y_i} (1 - \pi(\mathbf{x}_i))^{1-y_i}, \quad y_i = 0, 1 \quad (4)$$

$$\pi(\mathbf{x}_i) = \frac{\exp \left(\sum_{j=0}^p \beta_j x_{ij} \right)}{1 + \exp \left(\sum_{j=0}^p \beta_j x_{ij} \right)} \quad (5)$$

Setiap pasangan pengamatan diasumsikan independen sehingga fungsi likelihoodnya merupakan gabungan dari fungsi distribusi masing-masing pasangan yaitu sebagai berikut:

$$l(\boldsymbol{\beta}) = \prod_{i=1}^n f(\mathbf{x}_i) = \prod_{i=1}^n \pi(\mathbf{x}_i)^{y_i} (1 - \pi(\mathbf{x}_i))^{1-y_i} = \left\{ \prod_{i=1}^n \left(1 + \exp \left(\sum_{j=0}^p \beta_j x_{ij} \right) \right)^{-1} \right\} \exp \left\{ \sum_{j=0}^p \left(\sum_{i=1}^n y_i x_{ij} \right) \beta_j \right\}$$

dimana $\boldsymbol{\beta} = [\beta_0 \ \beta_1 \ \dots \ \beta_p]^T$

Fungsi likelihood tersebut lebih mudah dimaksimumkan dalam bentuk $\log l(\boldsymbol{\beta})$ dan dinyatakan dengan $L(\boldsymbol{\beta})$.

$$L(\boldsymbol{\beta}) = \log l(\boldsymbol{\beta}) = \sum_{j=0}^p \left(\sum_{i=1}^n y_i x_{ij} \right) \beta_j - \sum_{i=1}^n \log \left(1 + \exp \sum_{j=0}^p \beta_j x_{ij} \right) \quad (6)$$

Nilai $\boldsymbol{\beta}$ maksimum didapatkan melalui turunan $L(\boldsymbol{\beta})$ terhadap $\boldsymbol{\beta}$ dan hasilnya adalah sama dengan nol [9].

$$\frac{\partial L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_j} = \sum_{i=1}^n y_i x_{ij} - \sum_{i=1}^n x_{ij} \frac{\left(\frac{\exp \sum_{j=0}^p \beta_j x_{ij}}{1 + \exp \sum_{j=0}^p \beta_j x_{ij}} \right)}{\left(1 + \exp \sum_{j=0}^p \beta_j x_{ij} \right)} \quad (7)$$

Sehingga $\sum_{i=1}^n y_i x_{ij} - \sum_{i=1}^n x_{ij} \hat{\pi}(\mathbf{x}_i) = 0, \quad j = 0, 1, \dots, p \quad (8)$

Persamaan likelihood (8) pada Metode *Maximum Likelihood* merupakan persamaan yang nonlinear dalam mengestimasi $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ sehingga membutuhkan metode iterasi Newton-Rapshon. Persamaan metode iterasi Newton-Rapshon yang digunakan adalah:

$$\boldsymbol{\beta}^{(t+1)} = \boldsymbol{\beta}^{(t)} - (\mathbf{H}^{(t)})^{-1} \mathbf{q}^{(t)} \quad (9)$$

Iterasi Newton-Rapshon berhenti jika $\|\boldsymbol{\beta}^{(t+1)} - \boldsymbol{\beta}^{(t)}\| \leq \varepsilon$ dengan ε merupakan bilangan yang sangat kecil [9].

C. Pengujian Estimasi Parameter

Pengujian estimasi parameter digunakan untuk mengetahui apakah variabel prediktor yang digunakan mempunyai hubungan yang nyata dengan variabel respon. Hipotesis pengujian secara serentak adalah sebagai berikut.

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$$

$$H_1: \text{Paling tidak terdapat satu } \beta_j \neq 0; \quad j = 1, 2, \dots, p$$

Statistik uji:

$$G = -2 \ln \frac{\binom{n_1}{n}^m \binom{n_0}{n}^{n_0}}{\sum_{i=1}^n \hat{\pi}_i^{y_i} (1 - \hat{\pi}_i)^{(1-y_i)}} \quad (10)$$

dimana:

$$n_1 = \sum_{i=1}^n y_i; \text{ banyaknya observasi "sukses" (kategori 1)}$$

$$n_0 = \sum_{i=1}^n (1 - y_i); \text{ banyaknya observasi "gagal" (kategori 0)}$$

$$n = n_1 + n_0$$

H_0 ditolak jika $G > \chi^2_{(\alpha, v)}$ dengan v derajat bebas adalah banyaknya parameter dalam model tanpa β_0 atau nilai *p-value* $< \alpha$ [7].

Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian secara parsial dengan menggunakan Uji Wald dengan hipotesis:

$$H_0: \beta_j = 0$$

$$H_1: \beta_j \neq 0; \quad j = 1, 2, \dots, p$$

Statistik uji:

$$W = \frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)} \quad (11)$$

Statistik uji Wald mengikuti distribusi normal sehingga H_0 ditolak jika $|W| > Z_{\alpha/2}$ atau $W^2 > \chi^2_{(\alpha, v)}$ dengan v merupakan derajat bebas, $v=1$ [7].

D. Uji Kesesuaian Model

Uji kesesuaian model digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang signifikan antara hasil pengamatan dengan kemungkinan hasil prediksi model. Berikut adalah hipotesis yang digunakan:

H_0 : Model sesuai

H_1 : Model tidak sesuai

$$\text{Statistik uji: } \hat{C} = \sum_{k=1}^g \frac{(o_k - n'_k \bar{\pi}_k)^2}{n'_k \bar{\pi}_k (1 - \bar{\pi}_k)} \quad (12)$$

dimana:

O_k : Observasi pada grup ke- k ($O_k = \sum_{j=1}^{c_k} y_j$ dengan c_k :

respon pada grup ke- k (0,1))

$\bar{\pi}_k$: Rata-rata taksiran peluang ($\bar{\pi}_k = \sum_{j=1}^{c_k} \frac{m_j \hat{\pi}_j}{n'_k}$)

g : Jumlah kombinasi kategori dalam model serentak

n'_k : Banyak observasi pada grup ke- k

Distribusi statistik uji \hat{C} diperkirakan dari distribusi Chi-square dengan derajat bebas $g-2$, $\chi^2_{(\alpha, g-2)}$ sehingga daerah penolakan dengan tingkat kepercayaan α , H_0 ditolak jika $\hat{C} > \chi^2_{(\alpha, g-2)}$ [7].

E. Pneumonia

Berdasarkan hasil susenas tahun 2001 diketahui bahwa 80-90% dari seluruh kasus kematian ISPA (infeksi Saluran Pernafasan Atas) disebabkan oleh pneumonia. Kasus ISPA yang berlanjut ke pneumonia ini umumnya terjadi pada balita terutama apabila terdapat gizi kurang dengan keadaan lingkungan yang tidak sehat (asap rokok, polusi)[10].

Klasifikasi pneumonia berdasarkan umur, dapat dibedakan menjadi kelompok umur < 2 bulan (pneumonia berat dan bukan pneumonia) dan kelompok umur 2 bulan sampai < 5 tahun (pneumonia sangat berat, pneumonia berat, pneumonia, bukan pneumonia (batuk pilek biasa), dan pneumonia persisten). Pneumonia yang ada di kalangan masyarakat umumnya disebabkan oleh bakteri, virus, mikroplasma (bentuk peralihan antara bakteri dan virus) dan *protozoa*. Faktor risiko yang berhubungan dengan kejadian pneumonia terbagi atas dua kelompok besar yaitu faktor instrinsik dan faktor ekstrinsik. Faktor instrinsik meliputi umur, jenis kelamin, status gizi, berat badan lahir rendah, status imunisasi, pemberian ASI, dan pemberian vitamin A. Faktor ekstrinsik meliputi kepadatan tempat tinggal, polusi udara, tipe rumah, ventilasi, kelembaban, letak dapur, jenis bahan bakar, penggunaan obat nyamuk, asap rokok, penghasilan keluarga serta faktor ibu baik pendidikan, umur ibu, maupun pengetahuan ibu [11].

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sumber Data

Data yang digunakan adalah data hasil Survey Riset Kesehatan Dasar Tahun 2007 yang dilakukan oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Departemen Kesehatan Republik Indonesia untuk wilayah survey di Provinsi Jawa Timur dengan jumlah sampel yang dianalisis adalah sebanyak 1075 sampel balita.

B. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan antara lain balita yang terkena pneumonia (y), status gizi (X_1), pemberian vitamin A

(X_2), pemberian imunisasi campak (X_3), pemberian imunisasi hepatitis B (X_4), pemberian vaksin DPT (X_5), perokok aktif didalam rumah (X_6), klasifikasi tempat tinggal (X_7), lama pemberian ASI (X_8) dan pemberian ASI pada balita (X_9).

C. Langkah Analisis

Langkah Tahapan dan langkah analisis yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah:

1. Mendeskripsikan karakteristik balita berdasarkan hasil Survey Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) pada tahun 2007 di Provinsi Jawa Timur.
2. Menaksir parameter dan pengujian hipotesis pada model regresi logistik biner pada masing-masing strata, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:
 - a. Menyusun data berdasarkan strata
 - b. Menaksir parameter model regresi logistik
 - c. Menguji hipotesis model regresi logistik secara serentak dan parsial.
3. Menguji hipotesis Kesamaan D model regresi logistik secara berpasangan menggunakan *Likelihood Ratio Test* (LRT)
4. Membuat kesimpulan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Topografi Provinsi Jawa Timur

Provinsi Jawa Timur merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang terdiri dari 38 kabupaten/kota dengan keadaan topografi yang berbeda-beda. Berdasarkan ketinggian masing-masing kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur, terbagi menjadi 3 wilayah, yakni:

1. Dataran tinggi (> 100 meter) meliputi lima kabupaten dan tiga kota yaitu : Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Blitar, Kabupaten Malang, Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Magetan, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Batu.
2. Dataran sedang (45-100 meter) meliputi sembilan kabupaten dan dua kota yaitu Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Lumajang, Kabupaten Jember, Kabupaten Tulungagung, Kabupaten Bangkalan, Kabupaten Kediri, Kabupaten Madiun, Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Ngawi, Kota Kediri dan Kota Madiun.
3. Dataran rendah (< 45 meter) meliputi 15 kabupaten dan empat kota.

B. Karakteristik Balita Provinsi Jawa Timur

Karakteristik balita di Provinsi Jawa Timur yang tinggal di wilayah pedesaan sebanyak 48%. 60% keluarga di Provinsi Jawa Timur mempunyai perokok aktif di rumah. Jumlah perokok aktif di dalam rumah yang paling banyak terdapat di strata dataran rendah (323 keluarga), sedangkan strata yang memiliki perokok aktif di dalam rumah yang paling sedikit yakni pada strata dataran tinggi (131 keluarga). Balita berjenis kelamin laki-laki lebih banyak daripada balita berjenis kelamin perempuan, yakni sebanyak 52%. Sebanyak 80% balita mendapatkan vitamin A, 88% sudah mendapatkan vaksin DPT, 81% sudah mendapatkan imunisasi campak, dan 85% balita telah mendapatkan imunisasi Hepatitis B. Balita yang mempunyai status gizi normal sebanyak 70%, berstatus gizi lebih sebanyak 9%, status gizi kurang sebanyak 16% dan balita yang berstatus gizi buruk sebanyak 5%. Berdasarkan

hasil survey Riskedas 2007, terdapat 53 balita yang selama dilaksanakan survey terkena pneumonia yang tersebar di 38 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur. Kejadian pneumonia paling banyak terjadi di strata dataran rendah, yakni terdapat 24 balita yang menderita pneumonia, strata dataran tinggi terdapat 18 balita yang terkena pneumonia dan strata dataran sedang terdapat 11 balita.

C. *Pemodelan Kejadian Pneumonia Di Strata Dataran Tinggi*

Pemodelan kejadian pneumonia di strata dataran tinggi merupakan pemodelan kejadian pneumonia lima kabupaten dan tiga kota.

D. *Uji Independensi Variabel Prediktor Strata Dataran Tinggi*

Uji independensi dilakukan untuk mengetahui apakah variabel prediktor memiliki hubungan (korelasi) terhadap variabel respon, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1. Variabel prediktor yang menunjukkan memiliki hubungan berarti terhadap kejadian pneumonia pada balita di strata dataran tinggi adalah pemberian vaksin DPT pada balita. Uji independensi antara kejadian pneumonia pada balita di strata dataran tinggi dengan variabel yang berskala interval/rasio menggunakan *pearson correlation* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Variabel lama pemberian ASI menghasilkan nilai *p-value* lebih dari alpha 15% sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel lama pemberian ASI tidak memiliki hubungan yang berarti terhadap kejadian pneumonia pada balita di strata dataran tinggi.

E. *Uji Serentak dan Parsial pada Model Regresi Logistik Strata Dataran Tinggi*

Uji serentak dilakukan untuk mengetahui apakah variabel prediktor yang digunakan memberikan pengaruh signifikan terhadap respon. Hasil uji serentak dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa *p-value* pada model bernilai 0,140 sehingga mengindikasikan terjadinya tolak H_0 , artinya paling sedikit terdapat satu prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap respon. Untuk mengetahui prediktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap respon maka selanjutnya dilakukan uji secara individu pada Tabel 4. Tabel 4 menunjukkan bahwa variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap respon adalah pemberian vaksin DPT(1) karena memiliki nilai *p-value* yang lebih kecil daripada alpha 15% yakni sebesar 0,087.

F. *Pemilihan Model Terbaik Strata Dataran Tinggi*

Pemilihan model terbaik menggunakan metode *backward wald* dengan mengeluarkan variabel prediktor satu per satu. Hasil metode *backward wald* ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 menunjukkan bahwa variabel prediktor yang signifikan terhadap variabel respon adalah pemberian imunisasi campak pada balita, sehingga model terbaik strata dataran tinggi ialah sebagai berikut:

$$\hat{\pi}(x) = \frac{\exp(2,845 - 0,973(\text{pemberian campak}))}{1 + \exp(2,845 - 0,973(\text{pemberian campak}))}$$

Odd ratio pada variabel pemberian imunisasi campak balita menunjukkan bahwa balita yang tidak mendapatkan imunisasi campak memiliki probabilitas terkena pneumonia sebesar 0,378 kali dibandingkan balita yang mendapatkan imunisasi

campak. Kesesuaian model yang telah didapatkan diuji dengan menggunakan *Hosmer and Lameshow* yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 1.
Uji *Pearson Chi-Square* Model Strata Dataran Tinggi

Respon	Kode	Prediktor	<i>p-value</i>
Kejadian pneumonia pada balita (Y)	X ₁	Status Gizi	0,825
	X ₂	Pemberian vitamin A	0,702
	X ₃	Pemberian Campak	0,203
	X ₄	Pemberian Hepatitis B	0,763
	X ₅	Pemberian DPT	0,118
	X ₆	Perokok dalam rumah	0,74
	X ₇	Klasifikasi Tempat Tinggal	0,554

Tabel 2.
Uji Independensi *Pearson Correlation* Strata Dataran Tinggi

Respon	Kode	Prediktor	<i>p-value</i>
Kejadian pneumonia pada balita (Y)	X ₈	Lama Pemberian ASI	0,6577

Tabel 3.
Uji Serentak Model Strata Dataran Tinggi

Model	<i>Chi-Square</i>	df	<i>p-value</i>
	2,116	1	0,140

Tabel 4.
Variable in Equation Model Strata Dataran Tinggi

Kode	Variabel	Wald	df	<i>p-value</i>
X ₁	Status_Gizi	1,658	3	0,646
	Status_Gizi(1)	1,584	1	0,208
	Status_Gizi(2)	0,805	1	0,370
	Status_Gizi(3)	0,729	1	0,393
X ₂	Pemberian VIT_A(1)	0,005	1	0,946
X ₃	Pemberian CAMPAK(1)	1,607	1	0,205
X ₄	Pemberian HEPA_B(1)	1,555	1	0,212
X ₅	Pemberian Imunisasi DPT(1)	2,921	1	0,087
X ₆	Perokok dalam rumah (1)	0,022	1	0,883
X ₇	Klasifikasi_Desa(1)	1,134	1	0,287
X ₈	Lama pemberian ASI	0,049	1	0,824
	Constant	5,402	1	0,020

Tabel 5.
Pemilihan Model Terbaik Strata Dataran Tinggi

Variabel	Kode	Nilai Koefisien	df	<i>p-value</i>	<i>odd ratio</i>
Pemberian Campak(1)	X ₃	-0,973	1	0,121	0,378
Constant		2,845	1	0,000	17,200

Tabel 6.
Hosmer and Lameshow Model Strata Dataran Tinggi

<i>Chi-Square</i>	df	<i>p-value</i>
0,086	1	0,770

Tabel 7.
Ketepatan Klasifikasi Model Regresi Logistik Dataran Tinggi

Aktual	Prediksi			Persentase
	Kejadian Pneumonia pada Balita			
Kejadian Pneumonia pada Balita	Ya	9	5	64,3
	Tidak	51	147	74,1
Persentase keseluruhan				73,6

Tabel 6 menunjukkan bahwa *p-value* yang dihasilkan lebih besar dari alpha 15% yakni sebesar 0,770 sehingga gagal tolak H_0 yang artinya model yang diperoleh telah sesuai.

G. *Ketepatan Klasifikasi Model Regresi Logistik Strata Dataran Tinggi*

Ketepatan klasifikasi digunakan untuk mengukur apakah model yang ditetapkan mampu memberikan akurasi yang baik. Ketepatan klasifikasi ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7 menunjukkan bahwa akurasi yang dihasilkan pada model tersebut dengan menggunakan *cut value* 0,925 sebesar 73,6%, sehingga model tersebut sudah cukup baik untuk menjelaskan kejadian pneumonia balita di strata dataran tinggi.

Langkah-langkah dalam pemodelan kejadian pneumonia pada strata dataran sedang dan dataran rendah sama dengan langkah pada pemodelan kejadian pneumonia di strata dataran sedang.

Pemilihan model terbaik menggunakan metode *backward wald* dengan mengeluarkan variabel prediktor satu per satu dan hasilnya ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8 menunjukkan bahwa variabel prediktor yang signifikan adalah lama pemberian ASI pada balita sehingga model strata dataran sedang ialah sebagai berikut :

$$\hat{\pi}(x) = \frac{\exp(4,819 - 0,055 (\text{lama pemberian ASI}))}{1 + \exp(4,819 - 0,055 (\text{lama pemberian ASI}))}$$

Odd ratio yang dihasilkan pada variabel lama pemberian ASI pada balita menunjukkan bahwa setiap penambahan lama pemberian ASI pada balita akan mengurangi probabilitas seorang balita terkena pneumonia sebesar 0,947 kali. Hasil pengujian kesesuaian model ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9 menunjukkan bahwa *p-value* yang dihasilkan lebih besar dari alpha 15% sehingga gagal tolak H_0 yang artinya bahwa model yang diperoleh telah sesuai. Ketepatan klasifikasi model strata dataran sedang ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10 menunjukkan bahwa akurasi yang dihasilkan model dengan menggunakan *cut value* 0,975 sebesar 71,1%. Model tersebut sudah cukup baik untuk menjelaskan kejadian pneumonia pada balita di strata dataran sedang.

Pemilihan model regresi logistik terbaik pada strata dataran rendah juga menggunakan metode *Backward Wald* dan hasilnya seperti ditunjukkan pada Tabel 11.

Variabel prediktor yang signifikan terhadap variabel respon adalah klasifikasi tempat tinggal balita dan lama pemberian ASI sehingga model strata dataran rendah adalah sebagai berikut :

$$\hat{\pi}(x) = \frac{\exp(5,662 - 1,521 (\text{tempat tinggal}) - 0,045 (\text{lama pemberian ASI}))}{1 + \exp(5,662 - 1,521 (\text{tempat tinggal}) - 0,045 (\text{lama pemberian ASI}))}$$

Nilai *odd ratio* pada variabel variabel klasifikasi tempat tinggal menunjukkan bahwa balita yang tinggal di pedesaan memiliki peluang terkena pneumonia 0,218 kali lebih besar dibanding balita yang tinggal di perkotaan atau balita yang tinggal diperotaan memiliki peluang terkena pneumonia 4,58 kali lebih besar dibandingkan dengan balita yang tinggal di pedesaan. Model yang telah didapatkan melalui metode *backward wald* kemudian diuji kesesuaiannya dengan menggunakan *Hosmer and Lameshow* yang ditunjukkan pada Tabel 12.

Tabel 12 menunjukkan bahwa *p-value* yang dihasilkan lebih besar dari alpha 15% yakni sebesar 0,412 sehingga gagal tolak H_0 yang artinya bahwa model kejadian pneumonia pada balita di strata dataran rendah telah sesuai.

Ketepatan klasifikasi model kejadian pneumonia pada balita di strata dataran rendah dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 8.
Pemilihan Model Terbaik Strata Dataran Sedang

Variabel	Kode	Nilai Koefisien	df	p-value	odd ratio
Lama pemberian ASI	X ₁₁	-0,055	1	0,069	0,947
Konstanta		4,819	1	0,000	123,89

Tabel 9.
Hosmer and Lameshow Model Strata Dataran Sedang

Chi-Square	df	p-value
5,069	8	0,750

Tabel 10.
Ketepatan Klasifikasi Model Regresi Logistik Dataran Sedang

Aktual	Prediksi			Persentase
	Kejadian Pneumonia pada Balita		Ya	
Kejadian Pneumonia pada Balita	Ya	4		3
	Tidak	82	205	71,4
Persentase keseluruhan				71,1

Tabel 11.
Pemilihan Model Terbaik Strata Dataran Rendah

Variabel	Kode	Nilai Koefisien	df	p-value	odd ratio
Klasifikasi_TT(1)	X ₇	-1,521	1	0,061	0,218
Lama pemberian ASI	X ₈	-0,045	1	0,145	0,956
Konstanta		5,662	1	0,000	287,7

Tabel 12.
Hosmer and Lameshow Model Strata Dataran Rendah

Chi-Square	df	p-value
8,228	8	0,412

Tabel 13.
Ketepatan Klasifikasi Model Regresi Logistik Dataran Rendah

Aktual	Prediksi			Persentas e
	Kejadian Pneumonia pada Balita		Ya	
Kejadian Pneumonia pada Balita	Ya	7		3
	Tidak	110	420	79,2
Persentase keseluruhan				79,1

Tabel 14.
Variabel yang Signifikan dibedakan menurut Strata

Kode	Variabel	Dataran Tinggi	Dataran Sedang	Dataran Rendah
X ₁	Status Gizi			
	Status Gizi(1)			
	Status Gizi(2)			
	Status Gizi(3)			
X ₂	Pemberian vitamin A(1)			
X ₃	Pemberian Campak(1)	✓		
X ₄	Pemberian Hepatitis B(1)			
X ₅	Pemberian vaksin DPT(1)			
X ₆	Perokok dalam rumah(1)			
X ₇	Klasifikasi Tempat Tinggal			✓
X ₈	Lama Pemberian ASI		✓	✓
X ₉	Pemberian ASI(1)			

H. Uji Kesamaan Dua Model dalam Regresi Logistik

Pemodelan menggunakan regresi logistik biner stratifikasi menghasilkan variabel prediktor yang berpengaruh terhadap kejadian pneumonia pada balita di masing-masing strata ada

yang berbeda, informasi lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 15.

Estimasi Parameter di Strata Dataran Sedang dan Strata Dataran Rendah					
Strata Dataran Sedang	B	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Lama_ASI	-0,059	5,676	1	0,017	0,942
Constant	4,586	43,556	1	0,000	98,099
Strata Dataran Rendah	B	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Lama_ASI	-0,042	3,157	1	0,076	0,959
Constant	4,245	63,948	1	0,000	69,732

Variabel yang berpengaruh signifikan terhadap kejadian pneumonia pada balita di ketiga strata tersebut tidak sama, hanya variabel lama pemberian ASI yang signifikan terhadap kejadian pneumonia pada balita di strata dataran rendah dan dataran sedang maka pengujian vektor kesamaan parameter strata hanya dilakukan pada kedua strata tersebut.

Hasil estimasi parameter pada Tabel 15 menghasilkan model regresi logistik pada masing-masing strata sebagai berikut:

$$\hat{\pi}_2(x) = \frac{\exp(4,586 - 0,059(\text{lama pemberian ASI}))}{1 + \exp(4,586 - 0,059(\text{lama pemberian ASI}))}$$

$$\hat{\pi}_3(x) = \frac{\exp(4,245 - 0,042(\text{lama pemberian ASI}))}{1 + \exp(4,245 - 0,042(\text{lama pemberian ASI}))}$$

Pengujian vektor parameter pada strata dataran sedang dan dataran rendah menggunakan statistik uji W_1 . Berikut adalah vektor parameter untuk strata dataran sedang dan dataran rendah.

$$\hat{\beta}_{strata 2} = \begin{bmatrix} 4,586 \\ -0,059 \end{bmatrix} \quad \hat{\beta}_{strata 3} = \begin{bmatrix} 4,245 \\ -0,042 \end{bmatrix}$$

Hasil pengolahan matriks varians kovarians untuk strata dataran sedang dan dataran rendah adalah sebagai berikut.

$$\text{var}(\hat{\beta}_{strata 2}) = \begin{bmatrix} 0,485999 & -0,0154359 \\ -0,015436 & 0,0006287 \end{bmatrix}$$

$$\text{var}(\hat{\beta}_{strata 3}) = \begin{bmatrix} 0,0282215 & -0,0001992 \\ -0,0001992 & 0,0000661 \end{bmatrix}$$

Nilai statistik uji Wald dapat dihitung setelah mendapatkan vektor parameter dan matriks varian kovarians pada masing-masing strata. Perhitungan nilai statistik uji Wald adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} W_1 &= (\hat{\beta}_{strata 2} - \hat{\beta}_{strata 3})^T (\text{var}(\hat{\beta}_{strata 2}) + \text{var}(\hat{\beta}_{strata 3}))^{-1} (\hat{\beta}_{strata 2} - \hat{\beta}_{strata 3}) \\ &= \begin{bmatrix} 0,341 \\ -0,017 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} 0,514220 & -0,0156351 \\ -0,015635 & 0,0005626 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 0,341 \\ -0,017 \end{bmatrix} \\ &= [0,341 \quad -0,017] \begin{bmatrix} 12,546 & 348,7 \\ 348,671 & 11467,4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,341 \\ -0,017 \end{bmatrix} \\ &= 0,7305 \end{aligned}$$

Nilai statistik uji Wald tersebut dibandingkan dengan, $\chi^2_{(0,15;2)} = 3,79424$ sehingga gagal tolak H_0 , atau dapat disimpulkan bahwa khusus faktor lama pemberian ASI dalam model regresi logistik untuk strata dataran sedang dan strata dataran rendah, hasil uji statistik menyatakan bahwa lama pemberian ASI memberikan pengaruh yang sama.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, kejadian pneumonia pada balita di strata dataran tinggi dipengaruhi oleh pemberian imunisasi campak, sedangkan kejadian pneumonia pada balita di strata dataran sedang dipengaruhi oleh lama pemberian ASI pada balita, dan kejadian pneumonia pada balita di strata dataran rendah dipengaruhi oleh klasifikasi tempat tinggal balita, dan lama pemberian ASI pada balita. Berikut merupakan model kejadian pneumonia di strata dataran tinggi:

$$\hat{\pi}(x) = \frac{\exp(2,845 - 0,973(\text{pemberian campak}))}{1 + \exp(2,845 - 0,973(\text{pemberian campak}))}$$

Model kejadian pneumonia di strata dataran sedang adalah sebagai berikut:

$$\hat{\pi}(x) = \frac{\exp(4,819 - 0,055(\text{lama pemberian ASI}))}{1 + \exp(4,819 - 0,055(\text{lama pemberian ASI}))}$$

Model kejadian pneumonia di strata dataran rendah adalah sebagai berikut:

$$\hat{\pi}(x) = \frac{\exp(5,662 - 1,521(\text{tempat tinggal}) - 0,045(\text{lama pemberian ASI}))}{1 + \exp(5,662 - 1,521(\text{tempat tinggal}) - 0,045(\text{lama pemberian ASI}))}$$

Berdasarkan pemodelan dengan menggunakan regresi logistik biner stratifikasi, variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap kejadian pneumonia pada masing-masing strata berbeda, hanya variabel lama pemberian ASI yang signifikan terhadap kejadian pneumonia pada balita di strata dataran sedang dan dataran rendah. Hasil pengujian vektor parameter lama pemberian ASI dalam model regresi logistik untuk strata dataran sedang dan strata dataran rendah menyatakan bahwa lama pemberian ASI memberikan pengaruh yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Depkes RI. *Laporan Pencapaian Tujuan Pembangunan Milenium Indonesia 2010*. Jakarta: Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/ Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (BAPPENAS). (2010).
- [2] Kementerian Kesehatan RI. *Profil Data Kesehatan Indonesia Tahun 2011*. (2012)
- [3] Hartanto, S., Halim, S., & Yuliana, O. Y. *Pemetaan Penderita Pneumonia di Surabaya dengan Menggunakan Geostatik*. Jurnal Teknik Industri, Vol. 12, No. 1. (2010)
- [4] Pamungkas, D. R. *Analisis Faktor Risiko Pneumonia Pada Balita di 4 Provinsi di Wilayah Indonesia Timur (Analisis Data Riset Kesehatan Dasar Tahun 2007)*. Jakarta: Skripsi Jurusan Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat UI. (2012)
- [5] Yuwono, T. A. *Faktor-Faktor Lingkungan Fisik Rumah Yang Berhubungan Dengan Kejadian Pneumonia Pada Anak Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Kawunganten Kabupaten Cilacap*. Semarang: Tesis Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro. (2008)
- [6] Santoso, F. P. *Faktor-Faktor Eksternal Pneumonia pada Balita di Jawa Timur dengan Pendekatan Geographically Weighted Regression*. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Statistika FMIPA-ITS. (2012)
- [7] Hosmer, D. W., & Lemeshow, S. *Applied Logistic Regression* (2nd ed.). New York: John Wiley & Sons. (2000)
- [8] Susilo, B. *Prevalensi dan Faktor-Faktor Risiko HIV pada Generalized Epidemic di Tanah Papua Menggunakan Metode Regresi Logistik dengan Stratifikasi (Studi Kasus Pada Hasil Surveilans Terpadu HIV-Perilaku/STHP 2006)*. Surabaya: Tesis Jurusan Statistika FMIPA-ITS. (2009)
- [9] Agresti, A. *Categorical Data Analysis*. New York: John Wiley & Sons. (2002)
- [10] Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur 2010*. (2010)
- [11] Nurzajuli, & Widyaningtyas, R. *Faktor Risiko Dominan Kejadian Pnumonia Pada Balita*. Semarang: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro. (2008)