

APLIKASI REGRESI LOGISTIK PADA KASUS PEMVAKSINAN COVID

Garrin Muttaqien Cahya Agung Leksana
Jurusan Matematika, Universitas Jenderal Soedirman

Budi Pratikno*
Jurusan Matematika, Universitas Jenderal Soedirman
budi.pratikno@unsoed.ac.id

Agustini Tripena
Jurusan Matematika, Universitas Jenderal Soedirman

ABSTRACT. *This research discusses the study of binary response on the the binary logistic model in case COVID-19 vaccine given to lung disease suffers. The purpose is to determine the best model of the binary logistic regression. The model is then given as $p(x) = \frac{\exp(-1,1597+1.102X_2+1.433X_4)}{1+\exp-1,1597+1.102X_2+1.433X_4}$, with the predictors are muscle pain at the injection of the vaccine (X_2) and exhausted after the vaccine is injected (X_4), and $p(x)$ is lung disease suffers who have been fully vaccinated. The odds ratio (OR) of the X_2 is 3.0121 and X_4 is 4,1947. It means that X_2 , the lung disease suffers who got fully vaccinated, has the probability of 3.0121 to feel muscle pain from whom didn't get fully vaccinated, and X_4 has the probability of 4.1947 to feel exhausted after the vaccine injected from who didn't get fully vaccinated.*

Keywords : *Corona virus, lung disease disorders, vaccinated, binary logistic regression, odds ratio.*

ABSTRAK. Penelitian ini membahas tentang aplikasi model logistik biner pada kasus efek samping pemvaksinasi COVID-19 pada penderita penyakit paru. *Corona virus* menyebabkan penderitanya mengalami gangguan pernapasan akut, sehingga menjadi komorbid untuk penderita penyakit paru. Untuk mengurangi penyebaran virus ini caranya adalah dengan melakukan vaksinasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan model terbaik dengan menggunakan regresi logistik biner. Hasil penelitian model regresi logistik biner $p(x) = \frac{\exp(-1,1597+1.102X_2+1.433X_4)}{1+\exp-1,1597+1.102X_2+1.433X_4}$, dengan variabel prediktornya yaitu nyeri otot ditempat suntik vaksin (X_2), kelelahan setelah diberikan vaksin (X_4) dimana $p(x)$ merupakan probabilitas penderita penyakit paru yang sudah divaksinasi. Hasil analisis diperoleh nilai *odds ratio* (OR) dari variabel yang terseleksi yaitu X_2 sebesar 3.0121 dan X_4 sebesar 4.1947. Nilai OR X_2 menjelaskan bahwa penderita penyakit paru yang sudah divaksinasi dosis lengkap mengalami peluang 3.0121 merasakan efek samping nyeri otot dan nilai OR X_4 menjelaskan bahwa bahwa penderita penyakit paru yang sudah divaksinasi dosis lengkap mengalami peluang 4.1947 mengalami kelelahan setelah divaksin.

Kata Kunci : *Corona virus, penyakit paru, vaksinasi, regresi logistik biner, odds ratio.*

1. PENDAHULUAN

Corona virus adalah virus yang menyebabkan sejumlah penyakit mulai dari flu biasa hingga penyakit pernapasan yang lebih parah, seperti *middle east respiratory syndrome* (MERS) dan *severe acute respiratory syndrome* (SARS). Penyebaran *corona virus* sama seperti virus penyebab virus lainnya, yaitu melalui droplet yang keluar ketika batuk, bersin, atau berbicara. Virus ini juga dapat menular apabila kita menyentuh barang yang terkontaminasi, lalu menyentuh hidung, mata dan mulut tanpa mencuci tangan terlebih dahulu. (Kemenkes, 2020). Selanjutnya, orang yang terinfeksi virus ini akan menunjukkan gejala virus yang berbeda-beda. Gejala infeksi virus ini biasa bergantung dari jenis virus dan seberapa serius infeksi. Salah satu gejala terkena virus ini adalah sakit kepala, batuk, sakit tenggorokan, demam, dan tidak enak badan atau kelelahan. (Kemenkes, 2020).

Seperti penyakit pernapasan lainnya, *corona virus* ini dapat menyebabkan gejala ringan dan gejala berat. Sekitar 80% kasus dapat pulih tanpa perawatan khusus. Sekitar 1 dari setiap 6 orang akan menderita sakit yang parah, seperti pneumonia dan kesulitan bernafas, yang biasanya akan muncul secara bertahap. Walaupun angka kematian penyakit ini masih rendah sekitar 3%, namun bagi orang yang berusia lanjut, dan orang-orang dengan komorbid biasanya akan rentan untuk menjadi lebih parah. (Kemenkes, 2020). Banyak upaya yang dilakukan pemerintah untuk menangani kasus terkonfirmasi dan kasus positif *corona virus*. Salah satu upaya pemerintah dalam menangani kasus ini adalah dengan menerapkan PPKM atau Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat, menerapkan protokol kesehatan yang ketat untuk orang yang berpergian keluar kota atau keluar negeri, karantina ketika datang dari luar negeri, dan vaksinasi.

Vaksinasi merupakan upaya kesehatan masyarakat yang paling efektif dan efisien dalam mencegah beberapa penyakit menular dan berbahaya. Sejarah telah mencatat besarnya peranan vaksinasi dalam menyelamatkan masyarakat dunia dari kesakitan, kecacatan dan kematian. Dalam upaya menanggulangi pandemi COVID-19, vaksinasi COVID-19 bertujuan untuk mengurangi transmisi atau

penularan COVID-19, menurunkan angka kesakitan dan kematian akibat COVID-19, dan mencapai kekebalan kelompok di masyarakat (*herd immunity*) dan melindungi masyarakat dari COVID-19 agar tetap produktif secara sosial dan ekonomi (Kemenkes, 2021).

Menurut surat edaran nomor HK.02.021/I/368/2021 tentang pelaksanaan Vaksinasi COVID-19 yang dikeluarkan oleh Kemenkes, kelompok sasaran lansia, komorbid dan penyintas covid dapat divaksinasi sesuai ketentuan yang dipenuhi. Komorbid adalah penyakit atau kondisi yang muncul bersamaan pada individu atau secara sederhana komorbid adalah penyakit penyerta. Banyak jenis komorbid yang ditentukan oleh kemenkes seperti hipertensi, penyakit jantung, penyakit jantung, diabetes, dan lain sebagainya. Orang dengan riwayat penyakit paru lebih berisiko mengalami komplikasi yang berat hingga mematikan saat terpapar COVID-19. Oleh sebab itu vaksin pada golongan ini sangat perlu dilakukan. Meski begitu untuk menentukan baik atau tidaknya seseorang untuk di vaksin COVID-19 tidak mudah dilakukan kepada kelompok ini. Terlebih dahulu perlu memeriksakan diri ke dokter tentang status penyakit paru yang dialaminya sehingga status kesehatan bisa dievaluasi lebih mendalam. Walaupun vaksin COVID-19 sudah diteliti dan dinyatakan aman oleh para ilmuwan, tetapi dalam pelaksanaannya masih banyak yang mengalami KIPI. KIPI adalah Kejadian Ikutan Pasca Imunisasi, atau lebih awam disebut efek samping. Efek samping pemberian vaksin COVID-19 menurut Satgas covid adalah nyeri pada lengan di tempat suntikan, demam, rasa lelah, sesak nafas, menggigil, dan mual atau muntah.

Regresi logistik dalam statistika biasa juga disebut dengan model logistik atau model logit, yang digunakan untuk memprediksi kemungkinan (probabilitas) dari suatu kejadian dengan data fungsi logit. Regresi logistik juga dapat diartikan sebuah pendekatan untuk membuat model prediksi. Di dalam regresi logistik, peneliti memprediksi variabel dependent dikotomi. Variabel dikotomi adalah skala data nominal dengan dua kategori, seperti : Ya dan Tidak, Tinggi dan Rendah, Baik dan Buruk, dan banyak lainnya. Regresi logistik juga tidak

membutuhkan asumsi bahwa error varians terdistribusi secara normal (Hilbe, 2015:3).

Menurut (Hosmer dan Lemeshow, 2013:231) regresi logistik biner merupakan salah satu teknik analisis dalam statistika yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara satu atau lebih variabel bebas dengan variabel respon yang bersifat biner atau dikotomi. Variabel bebas pada regresi logistik dapat berupa variabel berskala kategorik maupun kontinu sedangkan variabel respon berupa variabel kategorik. Regresi logistik biner juga dapat dikatakan sebagai salah satu pendekatan model matematis yang dapat digunakan untuk menganalisa hubungan beberapa faktor variabel yang bersifat dikotomi atau biner. Maksudnya adalah dalam regresi logistik biner data pada variabel respon bersifat biner (0 dan 1). Bilangan biner tersebut menggambarkan dua kategorik data yang saling bertolak belakang.

Beberapa penelitian tentang model respons biner dan aplikasinya terhadap model logit atau analisis regresi logistik telah dilakukan diantaranya oleh Seong (2022), dengan judul *Binary Response Model with Many Weak Instrument*, Panenggak dkk (2021) dengan judul *Efek Samping dan Reaktogenisitas Vaksin Covid-19: Survei Penerima Vaksin dan Tampil* dkk (2017), tentang Analisis Regresi Logistik Untuk Menentukan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Indeks Prestasi Kumulatif (IPK) Mahasiswa FMIPA Universitas Sam Ratulangi Manado.

Mengacu pada riset diatas, maka penelitian ini mengkaji model respon binary melalui model logit atau analisis regresi logistik pada bidang kesehatan survei efek samping vaksin COVID-19 terhadap penderita penyakit paru.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data yang berasal dari penyebaran kuisioner secara *online* kepada penderita penyakit paru yang sudah divaksinasi COVID-19. Terdapat 92 responden dari penelitian ini. Variabel penelitian adalah sebagai berikut :

Y = Penderita penyakit paru yang sudah divaksinasi,

X_1 = Mengalami sesak nafas setelah diberikan vaksin,

X_2 = Mengalami nyeri otot ditempat suntik vaksin setelah diberikan vaksin,

X_3 = Mengalami demam setelah diberikan vaksin,

X_4 = Mengalami kelelahan setelah diberikan vaksin.

2.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini berupa langkah-langkah analisis menggunakan *software* R yaitu sebagai berikut:

1. menginput data,
2. mencari penaksiran parameter model dengan variabel prediktor lengkap,
3. uji Hosmer dan Lemeshow,
4. mencari nilai *odds ratio*.

2.3 Kajian Teori Terkait

2.3.1 Model Regresi Logistik Biner

Regresi logistik sebenarnya sama dengan regresi berganda, hanya saja variabel-variabel terikatnya merupakan *variable dummy* (0 dan 1). Contoh pengaruhnya adalah beberapa rasio perjalanan kereta api. Maka variable terikatnya adalah 0 jika terlambat dan 1 jika tidak terlambat. Pada regresi logistik ini tidak diperlukan asumsi normalitas meskipun screening dan outlier dapat dilakukan.

Menurut Hosmer dan Lemeshow (2013:91) regresi logistik adalah suatu metode analisis statistic yang menggambarkan hubungan antara variable dependen yang memiliki dua kategori atau lebih dengan satu atau lebih variable independen. Hal ini sejalan dengan pendapat Ghazali (2005:9) yang menyatakan bahwa regresi logistik cocok digunakan untuk penelitian yang variabelnya bersifat kategorikal. Menurut Hosmer dan Lemeshow (2013:96) berikut ini adalah model regresi logistik yang terdapat pada persamaan berikut ini:

$$p(x_i) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x_i)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_i)} \quad (1)$$

dengan

$p(x_i)$: Probabilitas terjadinya peristiwa pada kelompok ke-i,

- \exp : 2,718282...,
 i : 1,2,...,n,
 β_0 : Parameter intersep model (konstanta),
 β_1 : koefisien regresi pada model logistik,
 x_i : variabel independen (predictor) ke- i .

Model regresi logistik yang terdiri dari dua kategori disebut dengan regresi logistik biner. Dua kategori yang dimaksud adalah sukses atau gagal, dengan $P(Y=1)=p$ dengan kejadian sukses dan $P(Y=0)=1-p$ sebagai kejadian gagal.

Model regresi logistik biner digunakan jika variabel responnya menghasilkan dua kategori bernilai 0 dan 1, sehingga mengikuti distribusi Bernoulli (Agresti, 1990 dan Collet, 2003) model regresi logistik dengan variabel predictor x_1, \dots, x_k dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$p(x) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k)}. \quad (2)$$

Berdasarkan persamaan (2), k adalah banyaknya variabel prediktor, $p(x)$ merupakan terjadinya kejadian sukses, β_0 parameter intersep model, dan $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ merupakan parameter logistik. Persamaan (2) merupakan fungsi non linear, agar dapat dijadikan fungsi linear maka perlu ditransformasikan agar hubungan variabel independen dan dependen terlihat, maka dapat diuraikan menggunakan transformasi logit dari $p(x)$ yaitu sebagai berikut

$$\ln \left[\frac{p(x)}{1 - p(x)} \right] = (\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k)$$

$$g(x) = \ln \left[\frac{p(x)}{1 - p(x)} \right] = (\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k). \quad (3)$$

dengan $g(x)$ disebut persamaan regresi logistik yang merupakan fungsi linier dari parameter parameter variabel bebas (prediktor).

2.3.2 Estimasi Parameter Model Regresi

Metode estimasi yang digunakan untuk menaksir parameter pada model regresi logistik adalah metode *maximum likelihood estimation*. Misalkan Y_i adalah nilai variabel respon Y ke- i , dengan i adalah banyak pengamatan, maka menurut (Hosmer dan Lemeshow, 2013:9), fungsi distribusi probabilitas Y adalah

$$f_i(Y_i) = P^{Y_i}q^{1-Y_i}, \text{ untuk } Y_i = 0,1 \text{ dan } i = 1,2, \dots, n$$

dengan

p : probabilitas kejadian sukses,

q : probabilitas kejadian gagal.

Karena itu, fungsi likelihood $l(\beta)$ untuk n pengamatan adalah

$$l(\beta) = \prod_{i=1}^n P(x_i)^{y_i}(1 - P(x_i))^{1-y_i} \tag{4}$$

Prinsip dari *maximum likelihood* adalah dengan mengestimasi β adaan nilai yang maksimal dari persamaan (4), maka untuk mencari nilai maksimal dari β dengan fungsi log adalah sebagai berikut

$$L(\beta) = \ln[l(\beta)] = \sum_{i=1}^n \{y_i \ln[p(x_i)] + (1 - y_i) \ln[1 - p(x_i)]\}.$$

Untuk mencari nilai β kita memaksimalkan nilai $L(\beta)$ dengan menyamakan persamaannya dengan 0, maka rumusnya sebagai berikut

$$\sum [y_i - p(x_i)] = 0$$

dan

$$\sum x_i [y_i - p(x_i)] = 0.$$

Nilai β) disebut dengan nilai *maximum likelihood estimates* yang digunakan dalam regresi logistik. Selanjutnya, uji signifikansi parameter model secara bersama dilakukan dengan uji *likelihood* dan uji Wald *chi-square*:

(1) Uji Signifikansi Parameter Secara Bersama

Uji Signifikansi parameter model secara bersama dilakukan dengan uji rasio *likelihood*. Berikut adalah hipotesis yang digunakan dalam uji rasio *likelihood*.

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

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_k \neq 0$$

Untuk semua $k = 1,2, \dots, p$ yang bahwa berarti bahwa semua variabel prediktor tidak signifikan terhadap model. Statistik uji untuk uji rasio *likelihood* adalah sebagai berikut :

$$G = -2 \ln \left(\frac{\binom{n_1}{n} n_1 \binom{n_0}{n} n_0}{\prod_{i=1}^n \hat{p}_i^{y_i} (1-\hat{p}_i)^{(1-y_i)}} \right) \tag{5}$$

$$G = 2 \left\{ \sum_{i=1}^n [y_i \ln(\hat{p}_i) + (1 - y_i) \ln(1 - \hat{p}_i)] - [n_1 \ln(n_1) + n_0 \ln(n_0) - n \ln(n)] \right\}$$

dengan

\hat{p} : Nilai estimasi dari $p(x_1)$,

n_0 : Banyaknya pengamatan bernilai $Y=0$, $n_0 = \sum_{i=1}^n (1 - y_i)$,

n_1 : Banyaknya pengamatan bernilai $Y=1$, $n_1 = \sum_{i=1}^n y_i$,

n : Banyaknya keseluruhan pengamatan, $n = n_0 + n_1$.

Hipotesis nol ditolak jika $G > \chi^2_{(a;p)}$ atau bila $p\text{-value} < \alpha$. Hal ini berarti bahwa variabel secara bersama-sama mempengaruhi variabel respon.

(2) Uji Signifikansi Parameter Secara Terpisah

Uji signifikansi parameter secara terpisah dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya variabel bebas yang signifikan. Uji yang dilakukan adalah uji wald *chi-square*. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$H_0 : \beta_k = 0$ (Variabel X tidak signifikan dan mempengaruhi variabel Y)

$H_1 : \beta_k \neq 0$ (Variabel X signifikan dan mempengaruhi variabel Y)

Statistik uji yang digunakan pada uji ini adalah sebagai berikut

$$W_k = \left[\frac{\hat{\beta}_k}{SE(\hat{\beta}_k)} \right]^2, k = 1, 2, \dots, p \quad (6)$$

Statistik uji mendekati distribusi *chi-square* dengan derajat bebas 1. Hipotesis nolnya adalah $\beta_k = 0$ yang artinya bahwa variabel prediktor ke $-k$ tidak signifikan terhadap mode;. Hipotesis nol ditolak jika $W_k > \chi^2_{(a;1)}$ atau $p\text{-value} < \alpha$.

Selanjutnya, menurut (Hosmer dan Lemeshow, 2013:158) uji kesesuaian model atau *Goodness of Fit* merupakan uji yang dilakukan untuk mengetahui apakah ada perbedaan antara prediksi dan hasil observasi (model sesuai atau tidak), berikut adalah hipotesis yang digunakan

H_0 : Model sesuai dengan data (tidak ada perbedaan antara hasil observasi dengan hasil prediksi)

H_1 : Model tidak sesuai dengan data (ada perbedaan antara hasil observasi dengan hasil prediksi)

dengan statistik uji sebagai berikut

$$\hat{C} = \sum_{h=1}^g \frac{(O_h - n_h \bar{p}_h)^2}{n_h \bar{p}_h (1 - \bar{p}_h)} \quad (7)$$

dengan

\hat{C} : nilai uji Hosmer dan Lemeshow,

g : banyaknya grup,

O_h : jumlah nilai variabel respon,

\bar{p}_h : rata-rata taksiran probabilitas,

n_h : jumlah subjek pada grup ke- h .

Pada kasus ini H_0 ditolak apabila $\hat{C} > \chi^2_{(\alpha; db)}$ atau $p\text{-value} < \alpha$, dengan derajat kebebasan (db) = $g - 2$, artinya model ini tidak sesuai atau tidak terdapat perbedaan antara observasi dengan hasil prediksi.

2.3.3 Interpretasi Koefisien Parameter

Odds ratio adalah peluang kejadian sukses yang diartikan sebagai perbandingan dari suatu probabilitas kejadian sukses terhadap probabilitas kejadian gagal yang dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$\text{odds}(p(x_i)) = \frac{p(x_i)}{1-p(x_i)} \quad (8)$$

Odds ratio ψ diperoleh dengan membandingkan nilai odds dari suatu kategori terhadap nilai odds dari kategori acuan, sehingga dinyatakan sebagai

$$\psi = \frac{\left(\frac{p(1)}{1-p(1)}\right)}{\left(\frac{p(0)}{1-p(0)}\right)} \quad (9)$$

Jika $OR = 1$ maka artinya peluang suatu peristiwa adalah sama baik variabel tidak mempengaruhi peluang B. Jika $OR > 1$ maka artinya A dan B saling berkorelasi, dan jika $OR < 1$ artinya bahwa A dan B berkorelasi negatif, dan kehadiran satu peristiwa mengurangi peluang kejadiannya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Data

Karakteristik data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

(1) penderita penyakit paru yang sudah divaksinasi COVID-19

Dapat diketahui bahwa dari total keseluruhan sampel sebanyak 92 orang, terdapat 67 responden atau sebesar 72,8 % penderita penyakit paru yang sudah divaksinasi COVID-19 dosis lengkap dan terdapat 25 responden atau sebesar 27,2% penderita penyakit paru yang belum divaksinasi COVID-19 dosis lengkap;

(2) mengalami efek samping berupa sesak nafas

Berdasarkan total 92 sampel, 25 responden atau sebesar 27,2% mengalami efek samping sesak nafas setelah vaksinasi COVID-19 dan 67 responden atau sebesar 72,8% tidak mengalami efek samping sesak nafas setelah diberikan vaksin COVID-19;

(3) mengalami efek samping berupa demam

Berdasarkan 92 total responden, 45 responden mengalami efek samping berupa demam (48,9%) dan 47 responden tidak mengalami demam setelah diberikan vaksin COVID-19 (51,1%);

(4) mengalami efek samping berupa nyeri otot pada tempat suntik vaksin

Dari total sebesar 92 orang responden. Diantaranya terdapat 62 responden atau setara dengan 67,4% responden yang mengalami efek samping nyeri otot ditempat suntik vaksin setelah diberikan vaksin COVID-19 dan 30 responden atau setara dengan 32,6% responden yang tidak mengalami efek samping nyeri otot ditempat suntik vaksin setelah diberikan vaksin COVID-19;

(5) mengalami efek samping berupa kelelahan

Sebanyak 92 orang responden, sebesar 50% atau 46 responden mengalami efek samping kelelahan dan 50% lagi tidak mengalami efek samping kelelahan setelah diberikan vaksin COVID-19.

3.1.1 Pembentukan Model Regresi Logistik Biner

Tabel 1. Hasil Estimasi parameter awal regresi logistik biner

Variabel Prediktor		Parameter	Estimasi
Notasi	Nama		Parameter
X_1	Sesak Nafas	β_1	-0.41465
X_2	Nyeri Ditempat suntik vaksin	β_2	0.15331
X_3	Demam	β_3	1.09010
X_4	Kelelahan	β_4	-0.07774

Tabel 1 menyatakan bahwa estimasi parameter belum bisa menjelaskan apakah variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap model dengan variabel respon. Maka selanjutnya dilakukan uji signifikansi model dengan 2 uji yaitu uji serentak dan uji individu atau uji parsial

Tabel 2 Hasil uji signifikansi model awal secara bersama

Uji G	DF	P-value
16.10	4	0.003

Berdasarkan Tabel 2 diperoleh kesimpulan yaitu nilai $G = 16.10$ dan $\chi^2_{(0,05;4)} = 9.48773$, sehingga $G > \chi^2_{(\alpha;k)}$ dan $p\text{-value}$ sebesar $0,003 < 0,05 = \alpha$. Kesimpulannya adalah terdapat minimal satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap variabel respon.

Tabel 3. Hasil Uji Wald model awal secara individu

Variabel Prediktor		Estimasi	std.Error	Nilai Wald	p-value	Kesimpulan
Notasi	Nama	Parameter				
X_1	Sesak Nafas	β_1	0,799	-0.39	0.697	diterima
X_2	Nyeri Otot Ditempat Suntik Vaksin	β_2	2.1666	2.36	0.018	ditolak
X_3	Demam	β_3	0,817	-0.32	0.747	diterima
X_4	Kelelahan	β_4	2,385	2.99	0.003	ditolak

Dari Tabel 3 menjelaskan bahwa, ada pengaruh variabel prediktor ke-k terhadap variabel respon yaitu variabel prediktor nyeri otot ditempat suntik vaksin (X_2), dan kelelahan (X_4) . Hal ini berarti bahwa variabel-variabel prediktor tersebut berpengaruh terhadap variabel respon.

Tabel 4. Hasil estimasi parameter model kedua regresi logistik biner

Variabel Prediktor		Parameter	Estimasi Parameter
Notasi	Nama		
X_2	Nyeri Ditempat suntik vaksin	β_2	1.1027
X_4	Kelelahan	β_4	1.4338
Constant			-1,1597

Menggunakan hasil pada Tabel 4 maka dilakukan uji signifikansin model kedua. Uji signifikansi model kedua dengan variabel prediktor lengkap terbagi menjadi dua yaitu uji signifikansi parameter model kedua dengan variabel prediktor lengkap secara bersama (uji serentak) dan uji signifiknasi parameter model kedua dengan variabel prediktor lengkap secara individu (uji parsial).

Tabel 5. Hasil uji signifikansi model awal secara bersama

Uji G	DF	<i>P-value</i>
15,83	2	0.000

Mengacu pada Tabel 5 diperoleh nilai $G = 15,83$ dan $\chi^2_{(0,05;2)} = 5.99146$ sehingga $G > \chi^2_{(\alpha;p)}$ dan $p\text{-value}$ sebesar $0,000 < 0,05 = \alpha$. Sehingga artinya paling tidak terdapat satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap variabel respon.

Tabel 6. Hasil uji Wald kedua secara individu

Variabel Prediktor		Estimasi	<i>std.Erro</i>	Nilai	<i>p-value</i>	Kesimpula
Notasi	Nama	Paramete	<i>r</i>	Wald		n
		r				
	Nyeri Otot					
X_2	Ditempat Suntik Vaksin	1.1027	0.206	2.38	0.017	Ditolak
X_4	Kelelahan	1.4338	0.480	2.99	0.003	Ditolak

Berdasarkan Tabel 5 dan Tabel 6, diperoleh bahwa variabel nyeri otot ditempat suntik vaksin (X_2) dan kelelahan (X_4) berpengaruh terhadap variabel respon atau setiap variabel prediktornya berpengaruh terhadap variabel respon.

Berdasarkan persamaan (3) dan Tabel 6 maka diperoleh model regresi logistik binernya sebagai berikut

$$p(x) = \frac{\exp(g(x))}{1 + \exp(g(x))} = \frac{\exp(-1,1597 + 1.102X_2 + 1.433X_4)}{1 + \exp(-1,1597 + 1.102X_2 + 1.433X_4)}$$

3.2 Uji Kesesuaian Model Regresi Logistik Biner

Tabel 7. Uji Hosmer dan Lemeshow

<i>Chi-Square</i> (\hat{C})	DF	<i>P-value</i>
0,04	8	1

Pada Tabel 7 terlihat bahwa hasil uji *Chi-square* didapatkan nilai *p-value* sebesar 1, dengan menggunakan alfa sebesar 0,05 maka nilai *p-value* > 0,05 atau didapatkan nilai *Chi-square*(\hat{C}) sebesar 0,04 < X^2 tabel sebesar 15,50731. Maka model yang dihasilkan pada regresi logistik biner cukup mampu menjelaskan data/sesuai. Dengan kata lain tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil observasi dengan prediksi model

3.3 Interpretasi Model Regresi Logistik Biner Melalui OR

Tabel 8. Nilai Odds Ratio

Variabel	<i>Odds ratio</i>
X_2 (Nyeri otot ditempat suntik vaksin)	3.0121
X_4 (Kelelahan)	4.1947

Dari Tabel 8 diinterpretasikan parameter model pada model akhir sebagai berikut: (1) penderita penyakit paru yang sudah di vaksinasi COVID-19 dengan dosis lengkap memiliki peluang merasakan efek samping berupa nyeri otot ditempat suntik vaksin sebesar 3.0121 dibandingkan dengan penderita penyakit paru yang belum melakukan vaksinasi COVID-19 dosis lengkap, dan (2) penderita penyakit paru yang sudah di vaksinasi COVID-19 dengan dosis lengkap memiliki peluang merasakan efek samping berupa kelelahan sebesar 4.1947 dibandingkan dengan penderita penyakit paru yang belum melakukan vaksinasi COVID-19 dosis lengkap.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis regresi logistik yang menggunakan data berdasarkan survey terhadap penderita penyakit paru yang sudah divaksinasi, maka diperoleh hasil sebagai berikut (1) model regresi logistik yang diperoleh adalah $p(x) = \frac{\exp(-1,1597+1.102X_2+1.433X_4)}{1+\exp(-1,1597+1.102X_2+1.433X_4)}$, (2) faktor-faktor efek samping yang berpengaruh terhadap penderita penyakit paru (variabel Y) yang dirasakan adalah nyeri otot ditempat suntik vaksin (variabel X_2) dan kelelahan (variabel X_4), dimana (a) penderita penyakit paru yang sudah di vaksinasi COVID-19 dengan dosis lengkap memiliki peluang merasakan efek samping berupa nyeri otot ditempat suntik vaksin sebesar 3.0121 dibandingkan dengan penderita penyakit paru yang belum melakukan vaksinasi COVID-19 dosis lengkap dan (b) penderita penyakit paru yang sudah di vaksinasi COVID-19 dengan dosis lengkap memiliki peluang merasakan efek samping berupa kelelahan sebesar 4.1947 dibandingkan

dengan penderita penyakit paru yang belum melakukan vaksinasi COVID-19 dosis lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, A., *Categorical Data Analysis Second Edition*, John Wiley and Sons, Canada, 2002.
- Collet, D., *Modelling Binary Data Second Edition*, Taylor and Francis Group, Florida, 2003.
- Ghozali, I., *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS*, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang, 2005.
- Hilbe, J. M., *Practical Guide to Logistic Regression*, Taylor and Francis Group, Florida, 2015.
- Hosmer, D. W. dan Lemeshow, S., *Applied Logistic Regression*, 3rd Ed., John Wiley and Sons, New Jersey, 2013.
- Kementrian Kesehatan Republik Ind., *Pedoman Pencegahan dan Pengendalian Corona Virus Disease 2019 (COVID-19)*, Kementrian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta, 2020.
- Panenggak, N. S., Pembayun, N. S., Erta, Dewi, H. S., dan Nurhasan, *Efek Samping dan Reaktogenisitas Vaksin COVID-19 : Survei Penerima Vaksin*, Syntax-Literate : Jurnal Ilmiah Indonesia, **6**(2) (2021), 1688-1696.
- Seong, D., Binary Respones with Many Weak Instrument, *econ. EM*, **2** (2020), 1-40.
- Tampil, Y. A., Komalig, H., dan Langi, Y., *Analisis Regresi Logistik Untuk Menentukan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Indeks Prestasi Kumulatif (IPK) Mahasiswa FMIPA Universitas Sam Ratulangi Manado*, d’CARTESIAN : Jurnal Matematika dan Aplikasi, **6**(2) (2017), 56-62.

