

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI JENIS DEMAM BERDARAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE REGRESI LOGISTIK MULTINOMIAL BAYESIAN**Febrin Dianata Eka Fitriani**Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : febrinfitriani@mhs.unesa.ac.id**Hery Tri Sutanto**Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : herysutanto@unesa.ac.id**Affiati Oktaviarina**Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : affiatioktaviarina@unesa.ac.id**Abstrak**

Demam Berdarah (*Dengue Fever*) merupakan salah satu penyakit yang ditularkan oleh nyamuk *Aydes Ayyhepty*. Untuk mengetahui seseorang terinfeksi virus *dengue* dapat diketahui dari beberapa jenis tes yang dilakukan. Jenis demam berdarah dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu demam berdarah, demam berdarah hemorrhagic, dan demam berdarah dengan shock syndrome. Variabel independen yang digunakan adalah kadar hemoglobin, kadar leukosit, kadar hematokrit, dan kadar trombosit. Variabel independen yang mempengaruhi jenis demam berdarah dapat dimodelkan dengan menggunakan regresi logistik multinomial. Serta untuk uji estimasi parameter dapat dilakukan dengan menggunakan maximum likelihood (MLE) dan bayesian. Dengan menggunakan metode MLE Tidak ada variabel independen yang signifikan terhadap variabel dependen. Metode Bayesian tidak ada variabel independen yang signifikan terhadap variabel dependen. Dari kedua uji estimasi dapat diketahui model yang lebih bagus. Hasil dari dua uji estimasi yang bagus untuk model regresi logistik multinomial adalah dengan metode bayesian karena memiliki nilai Standar Error yang sebesar 0.19666 lebih kecil dibandingkan dengan metode MLE.

Kata Kunci: Demam Berdarah, Regresi Logistik Multinomial, Bayesian, *Maximum Likelihood Estimation***Abstract**

Dengue Fever is one of disease transmitted by mosquito *Aydes Ayyhepty*. To know someone infected of dengue virus can be known from several type test. Type of dengue fever can be grouped into three category is dengue fever, dengue fever hemorrhagic, and dengue fever with syndrome shock. Variable independent used is level of hemoglobin, level of leukocytes, level of hematocrit, and level of platelets. Variable independent which influencing can be modeled use multinomial logistik regression, and for test estimation parameter can use maximum likelihood (MLE) and bayesian. Good result from two estimation test is use Bayesian method because have Standar Error as big as 0.19666 smaller than MLE method. The best model for know factor-factor affect of type dengue fever is Bayesian method.

Keyword : Dengue Fever, Multinomial Logistik Regression, Bayesian, *Maximum Likelihood Estimation*.**1. PENDAHULUAN**

Demam Berdarah (DB) merupakan salah satu

penyakit yang disebabkan oleh nyamuk yang membawa virus *Aydes Ayyhept*. Wabah penyakit DB paling banyak ditemukan ketika musim penghujan yang dikarenakan

banyaknya genangan air disekitar pemukiman masyarakat yang menjadi salah satu penyebab nyamuk berkembang biak. Provinsi Jawa Timur merupakan salah satu provinsi di Indonesia dengan tingkat penderita DB relatif tinggi dengan jumlah penderita DB pada bulan Januari 2019 sebanyak 2.660 orang yang merupakan hasil akumulasi dari 38 kabupaten/kota di Jawa Timur (HAKIM, 2019).

Seseorang dinyatakan terjangkit demam berdarah ketika telah menjalani beberapa tes kesehatan, diantaranya tes leukosit, tes trombosit, tes hematokrit, dan tes hemoglobin. Dari beberapa tes yang dilakukan dapat dimodelkan dan diketahui faktor-faktor yang signifikan terhadap jenis demam berdarah. Jenis demam berdarah dapat dibedakan menjadi tiga yaitu demam berdarah, demam berdarah hemorrhagic, dan demam berdarah dengan shock syndrome. Untuk mengetahui faktor-faktor yang signifikan terhadap jenis demam berdarah dapat dilakukan dengan menggunakan metode regresi logistik multinomial.

Regresi logistik multinomial merupakan model yang digunakan untuk memprediksikan hubungan antara variabel dependen (y) yang bersifat *polythocomus* dengan satu atau lebih variabel independen (x) (Hosmer, 2000). Metode estimasi parameter yang dapat digunakan untuk regresi logistik multinomial yaitu Maximum Likelihood Estimation (MLE) dan Bayesian.

Penggunaan metode estimasi parameter dengan menggunakan metode bayesian memiliki beberapa keuntungan diantaranya bagus digunakan untuk data kecil, dan masih mempertimbangkan informasi masa lalu (*prior*). Tetapi penetapan *prior* pada metode bayesian merupakan salah satu yang sulit karena membutuhkan informasi masa lalu, dan apabila tidak mendapatkan informasi masa lalu yang sesuai penentuan *prior* ditentukan sendiri oleh peneliti. Metode bayesian secara singkat merupakan metode pendugaan parameter yang melibatkan distribusi *prior* dengan fungsi *likelihood*, yang hasilnya berbentuk distribusi *posterior* (Wayaning Apsari, 2013). Selain itu penggunaan metode bayesian tidak terlepas dari algoritma bayesian yang digunakan. Algoritma bayesian yang sering digunakan ada dua yaitu *Metropolis Hasting* dan *Gibbs Sampling* (Louis, 2000).

2. KAJIAN PUSTAKA

Regresi Logistik

Regresi logistik merupakan model yang digunakan untuk memprediksikan hubungan antara variabel dependen (y) yang bersifat dichotomus dengan satu atau lebih variabel independen (x) (Hosmer, 2000). Bentuk model regresi logistik dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$\pi(x) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x)} \quad (1)$$

Keterangan :

$\pi(x)$: probabilitas kejadian yang terjadi

β_0 : konstanta regresi

β_1 : koefisien regresi

Bentuk persamaan regresi logistik pada persamaan (1) akan mudah diselesaikan dengan cara mentransformasikan terlebih dahulu dengan menggunakan transformasi logit. Transformasi logit dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$g(x) = \ln\left(\frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)}\right) = \beta_0 + \beta_1 x \quad (2)$$

Regresi Logistik Multinomial

Regresi logistik multinomial adalah model yang digunakan untuk memprediksikan hubungan antara variabel dependen yang bersifat *polythocomus* dengan satu atau lebih variabel independen (Hosmer, 2000). Data yang digunakan variabel dependen berupa data kategorik. Bentuk model regresi logistik multinomial sebagai berikut :

$$P(y = j|x) = \pi_j(x) = \frac{e^{g_j(x)}}{1 + e^{g(x)}} \quad (3)$$

Keterangan :

$\pi_j(x)$: probabilitas terhadap variabel dependen terhadap kategori $j, j = 0, 1, 2, \dots, J$.

$g(x)$: logit variabel dependen.

Bentuk persamaan regresi logistik multinomial pada persamaan (3) akan mudah diselesaikan dengan mentransformasikan terlebih dahulu dengan menggunakan transformasi logit. Bentuk transformasi logit, sebagai berikut :

$$\text{Logit}(y_j) = g(x) = \ln\left[\frac{P(y=j|x)}{P(y=J|x)}\right] = \beta_{j0} + \beta_{j1}x_1 + \dots + \beta_{jp}x_p$$

Dimana $j = 1, 2, 3, \dots, J-1$. Secara keseluruhan persamaan regresi logistik multinomial adalah $J-1$.

Maximum Likelihood Estimation

Maximum Likelihood Estimation (MLE) merupakan metode yang digunakan untuk melakukan pengujian parameter penelitian. Metode MLE merupakan metode dengan memaksimumkan fungsi likelihood. Fungsi likelihood dari distribusi multinomial, sebagai berikut :

$$l(\beta) = \prod_{i=1}^n [\pi_0(x_i)^{y_{0i}} \pi_1(x_i)^{y_{1i}} \pi_2(x_i)^{y_{2i}}] \quad (4)$$

Untuk memudahkan penyelesaian likelihood, maka fungsi likelihood dimaksimumkan dengan cara menyelesaikannya kedalam bentuk ln. Bentuk ln pada fungsi likelihood sebagai berikut :

$$L(\beta) = \ln[l(\beta)] = \sum_{i=1}^n (y_{1i}g_1(x_i) + y_{2i}g_2(x_i) - \ln[1 + \exp(g_1(x_i)) + \exp(g_2(x_i))])$$

Uji hipotesis pada regresi logistik multinomial,

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI JENIS DEMAM BERDARAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE REGRESI LOGISTIK MULTINOMIAL BAYESIAN

sebagai berikut :

1. Uji Serentak (*Chi Square*)

Hipotesis :

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

$$H_1: \text{minimal ada satu } \beta_k \neq 0, j=1,2,\dots,j$$

Statistik uji :

$$G = -2 \ln \left(\frac{\left(\frac{n_1}{n}\right)^{n_1} \left(\frac{n_2}{n}\right)^{n_2} \left(\frac{n_3}{n}\right)^{n_3}}{\prod_{i=1}^n [\pi_0(x_i)^{y_{0i}} \pi_1(x_i)^{y_{1i}} \pi_2(x_i)^{y_{2i}}]} \right)$$

Statistik uji serentak mengikuti distribusi *Chi Square*. Sehingga nilai G mengikuti distribusi *Chi Square*, untuk mendapatkan hasil hipotesis maka dilakukan perbandingan dengan $X_{(\alpha;df)}^2$. Dimana interpretasi untuk uji hipotesis adalah dikatakan tolak H_0 jika nilai $G < X_{(\alpha;df)}^2$ atau nilai p-value kurang dari α .

2. Uji Parsial (*Wald*)

Hipotesis :

$$H_0: \beta_j = 0$$

$$H_1: \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0, j=1,2,3,4$$

Statistik uji :

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

dimana,

$$\hat{\beta}_j : \text{penduga dari } \beta_j$$

$$Se(\hat{\beta}_j) : \text{penduga galat baku dari } \beta_j$$

Nilai W mengikuti distribusi normal. Sehingga untuk mendapatkan nilai hipotesis penelitian dengan uji parsial (*Wald*) adalah Tolak H_0 jika nilai $|W| > Z_{\alpha/2}$ atau p-value $< \alpha$.

Bayesian

Aturan bayes digunakan untuk mendapatkan peluang pada data dan peluang model (Kruschke, 2010). Metode bayesian merupakan metode pendugaan parameter dengan menggabungkan antara distribusi *prior* (informasi masa lalu) dengan fungsi *likelihood* (Wayaning Apsari, 2013). Metode bayesian juga bagus digunakan untuk data yang berukuran kecil. Metode bayesian juga memiliki kesulitan dalam pemilihan distribusi *prior*. Persamaan metode bayesian dapat ditulis sebagai berikut :

$$p(\beta|y) = \frac{p(y|\beta)p(\beta)}{p(y)} \quad (5)$$

$p(y)$ merupakan fungsi densitas pada data y . Dimana nilai $p(y)$ dianggap konstan karena tidak memuat nilai parameter β . Sehingga persamaa (5) dapat ditulis, sebagai berikut :

$$p(\beta|y) = l(\beta|y)p(\beta) \quad (6)$$

Dimana $p(\beta|y)$ merupakan distribusi *posterior*, dan $p(\beta)$ merupakan distribusi *prior*. Berdasarkan persamaan (6) Bayesian menunjukkan bahwa distribusi *posterior* merupakan perkalian antara fungsi *likelihood* $l(\beta|y)$ dengan distribusi *prior* $p(\beta)$.

Fungsi Likelihood

Fungsi *likelihood* untuk regresi logistik multinomial mengikuti distribusi multinomial adalah sebagai berikut :

$$l(\beta) = \prod_{i=1}^n \prod_{j=0}^{J-1} f(y_i, \beta) = \prod_{i=1}^n \prod_{j=0}^{J-1} \pi_j(x_i)^{y_{ji}} \quad (7)$$

Fungsi *likelihood* pada persamaan () merupakan fungsi *likelihood* dengan variabel independen sebanyak $j = 0, 1, 2, \dots, J - 1$.

Distribusi Prior

Distribusi *prior* adalah distribusi awal untuk mendapatkan informasi awal yang digunakan untuk merumuskan distribusi *posterior*. Distribusi *prior* didapatkan dari parameter β yang didekati dengan $p(\beta)$. Dapat ditulis, sebagai berikut :

$$\beta \sim p(\beta)$$

Distribusi *prior* terdiri dari distribusi *prior conjugate*, distribusi *prior non-conjugate*, distribusi *prior informative*, dan distribusi *prior non-informatif*.

Distribusi Posterior

Distribusi *posterior* adalah fungsi densitas bersyarat β yang nilai y diketahui. Sehingga distribusi *posterior* dapat ditulis sebagai berikut :

$$p(\beta|y) = \frac{p(y|\beta)p(\beta)}{p(y)}$$

Model distribusi *posterior* dibedakan menjadi dua berdasarkan bentuk fungsi marginal $p(y)$, sebagai berikut :

a. *Posterior* dengan probabilitas kontinu

$$p(\beta|y) = \frac{p(y|\beta)p(\beta)}{\int_{-\infty}^{\infty} p(y|\beta)p(\beta)d\beta}$$

b. *Posterior* dengan probabilitas diskrit

$$p(\beta|y) = \frac{p(y|\beta)p(\beta)}{\sum_{\beta} p(y|\beta)p(\beta)}$$

Markov Chain Monte Carlo (MCMC)

Markov Chain Monte Carlo (MCMC) merupakan teknik simulasi stokastik yang mengikuti pola kerja *Markov Chain* dengan menggunakan metode *Monte Carlo* yang akan menghasilkan distribusi *posterior* yang stasioner. Salah satu metode simulasi MCMC adalah *Gibbs Sampling*.

Algoritma *Gibbs Sampling*, sebagai berikut :

- 1) Menentukan nilai awal $\beta^{(0)}$
- 2) Untuk $t = 1, \dots, T$, melakukan pengulangan sesuai langkah dibawah ini :
 - a) Menentukan $\beta = \beta^{(t-1)}$

- b) Untuk $j = 1, \dots, J$, memperbarui β_j dari $\beta_j \sim p(\beta_j | \beta_{\setminus j}, \mathbf{y})$
- c) Menentukan $\beta^{(t)} = \beta$ dan menyimpannya sebagai himpunan nilai pembangkit pada iterasi $t + 1$ di algoritma.

Oleh sebab itu, diberikan keadaan tertentu pada rantai $\beta^{(t)}$, menghasilkan nilai parameter baru dengan langkah sebagai berikut :

$$\beta_1^{(t)} \text{ dari } p(\beta_1 | \beta_2^{(t-1)}, \beta_3^{(t-1)}, \dots, \beta_p^{(t-1)}, \mathbf{y})$$

$$\beta_2^{(t)} \text{ dari } p(\beta_2 | \beta_1^{(t)}, \beta_3^{(t-1)}, \dots, \beta_p^{(t-1)}, \mathbf{y})$$

$$\beta_3^{(t)} \text{ dari } p(\beta_3 | \beta_1^{(t)}, \beta_2^{(t-1)}, \dots, \beta_p^{(t-1)}, \mathbf{y})$$

⋮

$$\beta_j^{(t)} \text{ dari } p(\beta_j | \beta_1^{(t-1)}, \beta_2^{(t-1)}, \dots, \beta_{j-1}^{(t)}, \beta_{j+1}^{(t-1)}, \dots, \beta_p^{(t-1)}, \mathbf{y})$$

⋮

$$\beta_p^{(t)} \text{ dari } p(\beta_p | \beta_1^{(t)}, \beta_2^{(t)}, \dots, \beta_{p-1}^{(t)}, \mathbf{y})$$

Membangkitkan nilai dari $p(\beta_j | \beta_{\setminus j}, \mathbf{y}) = p(\beta_j | \beta_1^{(t-1)}, \beta_2^{(t-1)}, \dots, \beta_{j-1}^{(t)}, \beta_{j+1}^{(t-1)}, \dots, \beta_p^{(t-1)}, \mathbf{y})$ relatif mudah karena berbentuk distribusi univariat dan dapat ditulis $p(\beta_j | \beta_{\setminus j}, \mathbf{y}) \propto p(\beta | \mathbf{y})$.

Demam Berdarah

Demam berdarah merupakan penyakit yang disebabkan oleh nyamuk dengan virus *dengue*. Demam berdarah sering terjadi disaat musim penghujan, karena banyaknya air yang tergenang. Untuk mengetahui orang terjangkit virus demam berdarah adalah dengan melakukan tes kesehatan, diantaranya tes trombosit, tes leukosit, tes hematokrit, dan tes hemoglobin. Dari beberapa tes yang dilakukan akan diketahui jenis demam berdarah yang diderita setiap pasien. Jenis-jenis demam berdarah dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu demam berdarah, demam berdarah hemorrhagic, dan demam berdarah dengan shock syndrome.

3. METODE PENELITIAN

Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang berasal dari penelitian terdahulu dengan judul “Pemodelan Klasifikasi Penyakit Akibat Infeksi Virus *Dengue* Berdasarkan Pendekatan Regresi Logistik Robust” yang dilakukan oleh Vidya Harmayanti pada tahun 2017”.

Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel dependen dan variabel independen, yang dapat dikelompokkan sebagai berikut :

Tabel 1 Variabel Penelitian

Variabel	Tipe	Kategori
----------	------	----------

Jenis Demam Berdarah (y)	Kategori	(1) Demam berdarah (2) Demam berdarah hemorrhagic (3) Demam berdarah dengan shock syndrome
Kadar hemoglobin (x1)	Kategori	(0) Rendah (1) Normal (2) Tinggi
Kadar leukosit (x2)	Kategori	(0) Rendah (1) Normal (2) Tinggi
Kadar hematokrit (x3)	Kategori	(0) Rendah (1) Normal (2) Tinggi
Kadar trombosit (x4)	Kategori	(0) Rendah (1) Normal (2) Tinggi

Langkah-Langkah Penelitian

Langkah-langkah dalam melakukan penelitian, sebagai berikut :

1. Tahapan awal melakukan pengambilan data Demam berdarah.
2. Mencari statistik deskriptif untuk mengetahui variabel penelitian yang digunakan.
3. Melakukan pendugaan parameter regresi logistik multinomial dengan menggunakan metode Maximum Likelihood Estimation. Langkah-langkah melakukan uji estimasi dengan menggunakan MLE, sebagai berikut :
 - a. Menentukan model regresi logistik multinomial secara keseluruhan dari hasil uji serentak dan uji wald.
 - b. Menentukan variabel independen yang signifikan terhadap jenis demam berdarah.
4. Melakukan pendugaan parameter regresi logistik multinomial dengan menggunakan metode Bayesian. Langkah-langkah melakukan uji estimasi dengan menggunakan Bayesian, sebagai berikut :
 - a. Menentukan fungsi likelihood regresi logistik multinomial.
 - b. Menentukan distribusi *prior*.
 - c. Membentuk distribusi *posterior*.
 - d. Melakukan simulasi MCMC dengan menggunakan algoritma *Gibbs Sampling*.

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI JENIS DEMAM BERDARAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE REGRESI LOGISTIK MULTINOMIAL BAYESIAN

- e. Melakukan uji hipotesis dengan menggunakan *credible interval*.
 - f. Menentukan model regresi logistik multinomial secara dari hasil uji *credible interval*.
 - g. Menentukan variabel independen yang signifikan terhadap jenis demam berdarah.
5. Melakukan pemilihan model terbaik antara metode MLE dan Bayesian.
 6. Mengambil kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

4. PEMBAHASAN

Statistik Deskriptif

Dalam melakukan penelitian diperlukan statistik deskriptif untuk mengetahui variabel yang akan digunakan. Hasil dari statistik deskriptif, sebagai berikut :

Tabel 2 Hasil Statistik Deskriptif

	N	Min.	Mean	Median	Maks.	Q ₁	Q ₃
y	70	1	1.5714	1	3	1	2
x1	70	0	0.6714	1	2	0	1
x2	70	0	0.6857	1	2	0	1
x3	70	0	0.6286	1	2	0	1
x4	70	0	0.3286	0	2	0	1

Pada Tabel 2 diketahui bahwa rata-rata untuk variabel dependen (y) yaitu jenis demam berdarah adalah 1.5714 dengan total penelitian sebanyak 70. Dan untuk masing-masing variabel independen yang berjumlah 70 data memiliki nilai rata-rata yang berbeda. Variabel x1 (kadar hemoglobin) memiliki rata-rata sebanyak 0.6714. x2 (kadar leukosit) sebesar 0.6857. x3 (kadar hematokrit) sebesar 0.6286. Dan x4 (kadar trombosit) sebesar 0.3286.

Estimasi Parameter dengan *Maximum Likelihood Estimation (MLE)*

Estimasi parameter Maximum Likelihood (MLE) dengan menggunakan *software R* Dari hasil MLE diperoleh hasil, sebagai berikut :

Tabel 3 Hasil Estimasi Parameter dengan MLE

		B	Standar error	p-value
Demam berdarah hemorrhagic (y2)	Intercept	-0.8852	0.61935	0.1529
	x1.2	-0.0577	0.70501	0.9386
	x2.2	-0.2762	0.50010	0.5806
	x3.2	0.8070	0.69716	0.2469
	x4.2	-0.2936	0.62885	0.6405
Demam berdarah shock	Intercept	-3.0347	1.06882	0.0045
	x1.3	-0.1761	1.01256	0.8619

syndrome (y3)	x2.3	1.0489	0.72458	0.1477
	x3.3	1.5237	0.94596	0.1072
	x4.3	-0.5747	0.91602	0.5303

Pada tabel 3 diperoleh model transformasi logit untuk regresi logistik multinomial untuk variabel dependen y2 (jenis demam berdarah hemorrhagic) dan y3 (demam berdarah dengan shock syndrome), sebagai berikut:

$$g_2(x) = -0.8852 - 0.0577x_1 - 0.2762x_2 + 0.8070x_3 - 0.2936x_4$$

$$g_3(x) = -3.0347 - 0.1761x_1 + 1.0489x_2 + 1.5237x_3 - 0.5747x_4$$

Berdasarkan hasil *likelihood ratio test* dengan uji didapatkan nilai *p-value* pada uji *overall* sebesar 0.240. Dimana nilai $0.240 > 0.05$, sehingga didapatkan terima H_0 artinya berdasarkan uji serentak ada minimal satu variabel independen yang signifikan terhadap variabel dependen pada model regresi logistik multinomial.

Sedangkan untuk uji parameter secara parsial didapatkan hasil bahwa nilai uji Wald didapatkan *p-value* sebesar lebih dari 0.05. Sehingga tidak ada variabel independen yang signifikan terhadap variabel dependen jenis demam berdarah hemorrhagic dan jenis demam berdarah dengan shock syndrome.

Tabel 4 Hasil Odd Ratio

		Mean	Exp (Mean)
Demam berdarah hemorrhagic (y2)	Intercept	-0.8852	0.412632
	x1.2	-0.0577	0.943933
	x2.2	-0.2762	0.758661
	x3.2	0.8070	2.241174
	x4.2	-0.2936	0.745575
Demam berdarah shock syndrome (y3)	Intercept	-3.0347	0.048089
	x1.3	-0.1761	0.838534
	x2.3	1.0489	2.854509
	x3.3	1.5237	4.589174
	x4.3	-0.5747	0.562874

Berdasarkan Tabel 4.6 diketahui nilai *odd ratio* untuk masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen. Untuk variabel x1 (kadar hemoglobin) memiliki pengaruh sebesar 0.943933 terhadap demam berdarah hemorrhagic, x2 (kadar leukosit) memiliki pengaruh sebesar 0.758661 terhadap demam berdarah hemorrhagic, x3 (kadar hematokrit) memiliki pengaruh sebesar 2.241174 terhadap demam berdarah hemorrhagic, dan x4 (kadar trombosit) memiliki pengaruh sebesar 0.745575 terhadap demam berdarah hemorrhagic.

Sedangkan x1 (kadar hemoglobin) memiliki pengaruh sebesar 0.838534 terhadap demam berdarah dengan shock syndrome, x2 (kadar leukosit) memiliki pengaruh sebesar 2.854509 terhadap demam berdarah dengan shock syndrome, x3 (kadar hematokrit) memiliki pengaruh sebesar 4.589174 terhadap demam berdarah dengan shock syndrome, dan x4 (kadar trombosit)

memiliki pengaruh sebesar 0.562874 terhadap demam berdarah dengan shock syndrome.

Estimasi Parameter dengan Bayesian

Estimasi parameter dengan bayesian adalah dengan membentuk distribusi *prior* dan fungsi *likelihood* untuk mendapatkan distribusi *posterior* yang *stasioner*. Fungsi *likelihood* regresi logistik multinomial, sebagai berikut :

$$l(\beta) = \prod_{i=1}^n \prod_{j=0}^{J-1} \left(\frac{e^{g_j(x)}}{1 + e^{g_j(x)}} \right) (x_i)^{y_{ji}}$$

Penentuan distribusi prior pada penelitian ini merupakan distribusi prior normal $N \sim (0, 10^2)$. Distribusi posterior didapatkan dari perkalian fungsi *likelihood* dan distribusi *prior*. Distribusi posterior dihasilkan sebagai berikut :

$$p(\beta|y) = \prod_{i=1}^n \prod_{j=0}^{J-1} \pi_j(x_i)^{y_{ji}} \times \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{\beta - \mu}{\sigma^2}\right)^2\right)$$

Setelah diketahui algoritma yang digunakan konvergen, maka untuk hasil estimasi parameter bisa digunakan. Hasil estimasi parameter dengan menggunakan metode bayesian, sebagai berikut :

Tabel 5 Hasil Estimasi dengan Bayesian

Dari Tabel 5 diperoleh model untuk regresi logistik multinomial untuk variabel dependen y2 (jenis demam berdarah hemorrhagic) dan y3 (demam berdarah dengan shock syndrome), sebagai berikut:

$$g_2(x) = -0.9348 - 0.1159x_1 - 0.3079x_2 + 0.9161x_3 - 0.3754x_4$$

		Mean	sd	2.5%	97.5%
Demam berdarah hemorrhagic (y2)	b0[2]	-0.9348	0.6314	-2.2349	0.2509
	b[1, 2]	-0.1159	0.7880	-1.7133	1.4626
	b[2, 2]	-0.3079	0.5280	-1.3452	0.7418
	b[3, 2]	0.9161	0.7340	-0.4938	2.3879
	b[4, 2]	-0.3754	0.6607	-1.7997	0.8898
Demam berdarah shock syndrome (y3)	b0[3]	-3.5144	1.2260	-6.3496	-1.4509
	b[1, 3]	-0.2091	1.1141	-2.4511	2.0033
	b[2, 3]	1.2447	0.7921	-0.1980	3.0088
	b[3, 3]	1.7531	1.0728	-0.2378	3.9470
	b[4, 3]	-0.8154	1.0263	-3.1551	1.0475

$$g_3(x) = -3.5144 - 0.2091x_1 + 1.2447x_2 + 1.7531x_3 - 0.8154x_4$$

Dari hasil *credible interval* diperoleh hasil terima H_0 jika antara interval 2.5% -97.5% memuat nilai nol. Pada Tabel 4.7 didapatkan hasil parameter yang signifikan terhadap variabel dependen (y). Tidak ada variabel independen yang signifikan terhadap variabel dependen jenis demam berdarah hemorrhagic dan jenis demam berdarah dengan shock syndrome. Karena nilai *credible interval* pada masing-masing variabel independen semua memuat nilai nol.

Tabel 6 Hasil Odd Ratio

	Mean	Exp (Mean)
--	------	------------

Demam berdarah hemorrhagic (y2)	b0[2]	-0.9348	0.392664
	b[1, 2]	-0.1159	0.890564
	b[2, 2]	-0.3079	0.734989
	b[3, 2]	0.9161	2.499523
	b[4, 2]	-0.3754	0.687014
Demam berdarah shock syndrome (y3)	b0[3]	-3.5144	0.029766
	b[1, 3]	-0.2091	0.811314
	b[2, 3]	1.2447	3.471893
	b[3, 3]	1.7531	5.77247
	b[4, 3]	-0.8154	0.442462

Berdasarkan Tabel 6 diketahui nilai *odd ratio* untuk masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen. Untuk variabel x1 (kadar hemoglobin) memiliki pengaruh sebesar 0.890564 terhadap jenis demam berdarah hemorrhagic, variabel x2 (kadar leukosit) memiliki pengaruh sebesar 0.734989 terhadap demam berdarah hemorrhagic, x3 (kadar hematokrit) memiliki pengaruh sebesar 2.499523 terhadap demam berdarah hemorrhagic, dan x4 (kadar trombosit) memiliki pengaruh sebesar 0.687014 terhadap demam berdarah hemorrhagic.

Sedangkan x1 (kadar hemoglobin) memiliki pengaruh sebesar 0.811314 terhadap jenis demam berdarah dengan shock syndrome, x2 (kadar leukosit) memiliki pengaruh sebesar 3.471893 terhadap demam berdarah dengan shock syndrome, x3 (kadar hematokrit) memiliki pengaruh sebesar 5.77247 terhadap demam berdarah dengan shock syndrome, dan x4 (kadar trombosit) memiliki pengaruh sebesar 0.442462 terhadap demam berdarah dengan shock syndrome.

PEMILIHAN MODEL TEBAIK

Dari model yang telah didapatkan dapat diketahui model yang lebih bagus dari kedua metode MLE dan Bayesian. Pemilihan model terbaik dapat diketahui dari nilai Standar Error masing-masing metode.

Tabel 7 Hasil Standar Error

Metode	Standar Error
Maximum Likelihood Estimation	7.81841
Bayesian	0.19666

Dari Tabel 7 didapatkan hasil standar error pada masing-masing metode, diperoleh nilai standar error untuk maximum likelihood estimation sebesar 7.81841 dan bayesian sebesar 0.19666. Sehingga diperoleh metode yang lebih bagus adalah dengan menggunakan metode bayesian. Meskipun metode bayesian merupakan metode yang lebih bagus daripada maximum likelihood estimation, hasil setiap parameter dari kedua metode memiliki perbedaan yang kecil.

5. PENUTUP

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI JENIS DEMAM BERDARAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE REGRESI LOGISTIK MULTINOMIAL BAYESIAN

Simpulan

Berdasarkan rumusan masalah dan pembahasan didapatkan kesimpulan, sebagai berikut :

1. Dari regresi logistik multinomial dengan menggunakan maximum likelihood estimation diperoleh tidak ada variabel independen yang signifikan terhadap variabel dependen jenis demam berdarah hemorrhagic dan jenis demam berdarah dengan shock syndrome.
2. Dari regresi logistik multinomial dengan menggunakan metode bayesian tidak ada variabel independen yang signifikan terhadap variabel dependen jenis demam berdarah hemorrhagic dan jenis demam berdarah dengan shock syndrome.
3. Dilihat dari nilai Standar Error pada model regresi logistik multinomial dan regresi logistik multinomial bayesian, model yang lebih bagus adalah menggunakan metode bayesian. Karena memiliki nilai Standar error lebih kecil dibandingkan dengan metode MLE. Meskipun metode bayesian merupakan metode yang lebih bagus daripada maximum likelihood estimation, hasil setiap parameter dari kedua metode memiliki perbedaan yang kecil.

SARAN

Dari kesimpulan yang diperoleh untuk penelitian selanjutnya diharapkan memilih data yang lebih bagus, sehingga diperoleh hasil untuk estimasi parameter yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ae, P. H. (2013). An Introduction to Logistic Regression: From Basis Concepts to Interpretation with Particular Attention to Nursing Domain. *J Korean Acad Nur Vol. 43 No 2, 154-164* , 156.
- Bhaskar Thakur, S. K. (2017). Public-private share in maternal health care services utilization in India : a Multinomial Logistic Regression Analysis From Three Consecutive Survey Data. *www.elsevier.com/locate/cegh* .
- Bushra Abdul Halima*, H. A. (2015). Bank Financial Statement Management using a Goal Programming Model . *Social and Behavioral Sciences* , 7.
- D.McNevin, C. A.-T.-D. (2014). An Assessment of Bayesian and Multinomial Logistic Regression Classification System to Analyse Admixed Individuals. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series 4* .
- HAKIM, M. A. (2019, Februari 4). *Kompas.com*. Dipetik Februari 4, 2019, dari Kompas.com:

<https://regional.kompas.com/read/2019/02/04/10530371/jumlah-kasus-dbd-jatim-tinggi-tapi-belum-layak-klb>

- Hosmer, D. W. (2000). *Applied Logistic Regression second editio*. John Wiley & Sons, Inc: New York.
- Kruschke, J. K. (2010). *Doing Bayesian Data Analysis: A Tutorial with R and BUGS*.
- Louis, B. P. (2000). *Bayes and Empirical Bayes Method For Data Analysis Second Edition*. New York: Chapman & Hall.
- Ntzoufras, I. (2009). *Bayesian Modeling Using WinBUGS*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Tiao, G. E. (1973). *Bayesian Inference in Statistical Analysis*. United States of Amerika: Company, Inc.