

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Analisis regresi merupakan salah satu metode statistika yang paling banyak digunakan dalam berbagai bidang, karena menyediakan konseptual sederhana untuk menyelidiki hubungan fungsional antar variabel. Hubungan tersebut dinyatakan dalam bentuk persamaan atau model yang menghubungkan antara respon dan satu atau lebih variabel bebas (independen) (Chatterje dan Hadi, 2006).

Dalam analisis regresi sejauh ini yang sudah dibahas adalah variabel respon yang kontinu, akan tetapi dapat dijumpai pemodelan dengan variabel yang memiliki dua (atau lebih) kategori, contoh studi faktor resiko untuk kanker. Dari catatan kesehatan dapat dikumpulkan data usia, jenis kelamin, berat badan, status merokok, kebiasaan makan, dan sejarah keluarga medis.

Penggunaan metode maximum likelihood (MLE) adalah untuk memperkirakan parameter model regresi logistik binomial, yang telah diteliti oleh Aragon dkk. (1992) Cabera dkk. (2005) juga Grigolon dkk. (2014). Aragon dkk, (1992) meneliti keberadaan (*existence*) dan keunikan (*uniqueness*) dari estimator maximum likelihood untuk dua parameter distribusi binomial, Cabera dkk. (2005) meneliti fungsi ekspektasi dari estimator maximum likelihood untuk koefisien dalam model regresi logistik dari dua parameter, Grigolon dkk. (2014) menggunakan metode MLE untuk penaksiran parameter random regresi logistik binomial pada model kepuasan perumahan.

Dalam suatu studi mengenai *The Distribution of a Product From Several Sources to Numerous Localities*, FL.Hitch Cock. (1941) pertama kali

mengemukakan metode transportasi. Dalam memecahkan persoalan transportasi metode inilah yang pertama kali digunakan, selanjutnya oleh T.C. Koopmans. (1947) menerbitkan buku dengan judul *Optimum Utilization of the Transportasi System*. Dengan adanya penemuan ini maka perkembangan transportasi terus berkembang (Kakiay, 2008).

Penelitian yang menggunakan moda transportasi adalah penelitian yang dilakukan oleh Haiyan Wang dan Chung–Yee Lee. (2005) tentang masalah penjadwalan dalam sistem logistik menggunakan dua moda transportasi.

Untuk mengetahui bagaimana model pemilihan moda transportasi laut antar pulau dapat meningkatkan kualitas pelayanannya, maka dalam penelitian ini digunakan metode regresi logistik dan analisis SWOT untuk memberikan penjelasan tentang fungsi pelayanan pada kondisi aksesibilitas dan kualitas pelayanan yang harus diberikan pada kondisi dimana angkutan transportasi laut di perhadapkan dengan persaingan jasa angkutan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka terdapat beberapa permasalahan yang muncul dalam penelitian ini, diantaranya adalah:

1. Faktor-faktor apakah yang mempengaruhi pemilihan moda transportasi laut di Maluku Utara?
2. Bagaimana bentuk model pemilihan moda transportasi laut kapal ferry dan speedboat di Maluku Utara?
3. Bagaimana analisis SWOT terhadap faktor-faktor pemilihan moda transportasi laut kapal ferry dan speedboat di Maluku Utara?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang diuraikan di atas, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan moda transportasi laut di Maluku Utara.
2. Menentukan model pemilihan moda transportasi laut kapal ferry dan speedboat di Maluku Utara.
3. Menginterpretasikan hasil analisis SWOT terhadap faktor-faktor pemilihan moda transportasi laut kapal ferry dan speedboat di Maluku Utara

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang bisa didapatkan dalam penelitian ini adalah:

1. Sebagai bahan masukan kepada pemerintah daerah berkaitan dengan penggunaan moda transportasi penyeberangan laut di provinsi Maluku Utara.
2. Sebagai bahan pertimbangan untuk pengadaan transportasi penyeberangan laut yang memberikan kemudahan dalam aksesibilitas dan juga dapat menjadi bahan acuan penelitian selanjutnya.

## **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Melakukan analisis deskripsi terhadap data, kemudian dilakukan uji asumsi klasik model regresi yaitu : uji korelasi variabel respon.
2. Analisis membuat model regresi logistik binomial, kemudian estimasi parameter model dengan menggunakan metode maximum likelihood, uji hipotesis dengan menggunakan metode LRT.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Regresi Logistik

Regresi logistik adalah salah satu metode statistik untuk menganalisis hubungan variabel tidak bebas (dependen) yang memiliki skala nominal atau ordinal dengan variabel bebas (independen) (Agresti, 1990).

Secara umum, model regresi logistik yang dinyatakan sebagai fungsi  $x$  sebagai berikut (Hosmer dan Lemeshow, 2000):

$$\pi(x) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x)} \quad (2.1)$$

Untuk mempermudah penaksiran parameter regresi, maka digunakan transformasi logit terhadap  $\pi(x)$  sehingga menjadi bentuk logit pada persamaan (2.2)

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

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

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

$$\pi(x) = \exp(\beta_0 + \beta_1 x) - \pi(x)\exp(\beta_0 + \beta_1 x)$$

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

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

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

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

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

$$g(x) = \beta_0 + \beta_1 x \quad (2.2)$$

Dimana  $g(x)$  adalah bentuk logit

### 2.1.1 Regresi Logistik Biner

Regresi logistik biner merupakan suatu metode analisis data yang digunakan untuk mencari hubungan antar variabel tidak bebas (dependen) yang bersifat biner dengan variabel bebas (independen) (Hosmer dan Lemeshow, 2000).

Model regresi logistik biner digunakan jika variabel tidak bebas (dependen) menghasilkan dua kategori yang bernilai 1 (sukses) dan 0 (gagal), sehingga mengikuti distribusi Bernoulli untuk setiap observasi tunggal. Fungsi peluang distribusi Bernoulli adalah sebagai berikut:

$$f(y) = \pi^y (1-\pi)^{1-y}, \quad y = 0, 1$$

(2.3)

dimana:

$\pi$  adalah peluang untuk kejadian sukses,

$1-\pi$  adalah peluang untuk kejadian gagal.

Apabila terdapat pengamatan  $(\mathbf{X}, \mathbf{Y})$ , dimana  $\mathbf{X}$  adalah variabel bebas (independen) yang memiliki skala pengukuran numerik atau kategorik,  $\mathbf{Y}$  adalah variabel tidak bebas (dependen) dengan skala pengukuran kategorik yang menyatakan kejadian sukses atau gagal. Dapat disajikan model probabilitas dari regresi logistik biner yaitu sebagai berikut (Agresti, 2002):

$$\pi(X) = P(Y=1|X) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_m x_m)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_m x_m)} \quad (2.4)$$

dimana:

$$\pi(X) = P(Y=1|X) \text{ menyatakan peluang nilai } Y = 1.$$

Pada dasarnya  $P(Y=1|X)$  menyatakan peluang bersyarat. Maka persamaan (2.4) dapat ditransformasi menjadi model logit sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \ln\left(\frac{\pi(X)}{1 - \pi(X)}\right) &= \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_m x_m \\ &= \beta^T X \end{aligned} \quad (2.5)$$

dimana:

$$\beta = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_m) \text{ dan } X = (1, x_1, \dots, x_m)^T$$

### 2.1.2 Regresi Logistik Bivariat

Regresi logistik biner bivariat merupakan perkembangan dari regresi logistik biner. Pada awalnya pemodelan regresi logistik biner hanya memiliki satu variabel tidak bebas (dependen). Seiring berkembangnya pemodelan regresi logistik biner, maka pemodelan bisa dilakukan lebih dari satu variabel tidak bebas (dependen). Untuk dua variabel tidak bebas (dependen) dan saling berhubungan disebut dengan istilah bivariat. Sehingga regresi logistik biner yang memiliki dua variabel tidak bebas (dependen) dan saling berhubungan disebut regresi logistik biner bivariat (Briollais, Chowdhury, Islam, 2012). Apabila terdapat variabel random bivariat  $(Y_1, Y_2)$  yang saling berkaitan, dimana variabel  $Y_1$  dan  $Y_2$  menyatakan suatu kejadian 'sukses' atau 'gagal' maka kejadian tersebut dapat dimodelkan dengan regresi logistik biner bivariat.

**Tabel 2.1** Probabilitas untuk pengamatan biner bivariat

Y <sub>1</sub> \ Y <sub>2</sub>	0	1	Total
0	$\pi_{00}$	$\pi_{01}$	$1 - \pi_1$
1	$\pi_{10}$	$\pi_{11}$	$\pi_1$
Total	$1 - \pi_2$	$\pi_2$	1

Cassie dan Houwelingen (1994)

Berdasarkan Tabel (2.1), variabel random bivariat untuk  $Y_{11}$ ,  $Y_{10}$ ,  $Y_{01}$ ,  $Y_{00}$  mempunyai probabilitas untuk masing-masing sebagai berikut:

$$\pi_{11} = \Pr(Y_1 = 1, Y_2 = 1)$$

$$\pi_{10} = \Pr(Y_1 = 1, Y_2 = 0)$$

$$\pi_{01} = \Pr(Y_1 = 0, Y_2 = 1)$$

$$\pi_{00} = \Pr(Y_1 = 0, Y_2 = 0)$$

Diberikan persamaan untuk variabel tidak bebas (dependen) bivariat  $(Y_1, Y_2)$  (McCullagh dan Nelder, 1989) sebagai berikut:

$$Y_1 * Y_2 + (Y_1 + Y_2) X \tag{2.6}$$

Untuk persamaan variabel tidak bebas (dependen) bivariat (2.6) tersebut ekuivalen dengan model logit-linear regresi sebagai berikut (McCullagh dan Nelder, 1989):

$$\log \pi_{ij}(X) = \theta_{ij} + \beta_{1i}^T X + \beta_{2j}^T X \tag{2.7}$$

dimana:

$\beta_1, \beta_2$  adalah vektor parameter,

$X$  adalah kovariat,



$\theta$  adalah menunjukkan interaksi antara  $Y_1$  dan  $Y_2$ .

Kemudian berdasarkan Tabel 2.1 yang merupakan kasus biner bivariat, diketahui:

$$\eta_1 = \log \pi_{00} + \log \pi_{01} - \log \pi_{10} - \log \pi_{11}$$

$$\eta_2 = \log \pi_{00} - \log \pi_{01} + \log \pi_{10} - \log \pi_{11}$$

$$\eta_3 = \log \pi_{00} - \log \pi_{01} - \log \pi_{10} + \log \pi_{11}$$

Transformasi  $\pi_{ij}$  atau  $\log \pi_{ij}$  ke  $\eta$  disebut suatu transformasi dari *factor levels* ke *factor contrasts*, mengacu pada persamaan (2.7) menunjukkan bahwa (McCullagh dan Nelder, 1989):

$$\eta_1(X) = \beta_1^T X$$

$$\eta_2(X) = \beta_2^T X$$

(2.8)

$$\eta_3(X) = \theta$$

dimana:

$$\eta_1(X) \text{ adalah logit } \pi_1(X)$$

$$\eta_2(X) \text{ adalah logit } \pi_2(X)$$

Maka persamaan (2.8) dapat ditransformasikan sebagai berikut:

$$\eta_1(X) = \beta_1^T X = \text{logit } \pi_1(X)$$

$$\eta_2(X) = \beta_2^T X = \text{logit } \pi_2(X) \quad (2.9)$$

$$\eta_3(X) = \text{logit } \frac{\pi_{11} \pi_{00}}{\pi_{10} \pi_{01}}(X)$$

Model regresi logistik biner bivariat dapat dinyatakan dari logit  $\pi_1(X)$  dan logit  $\pi_2(X)$  yang merupakan fungsi linier dari  $\beta_1^T X$  dan  $\beta_2^T X$ , dengan  $X$

merupakan variabel bebas  $x_1, x_2, \dots, x_m$ . Dimana nilai  $\beta_1, \beta_2$ , dan  $X$  dapat dijabarkan dalam bentuk vektor sebagai berikut:

$$\beta_1 = [\beta_{01}, \beta_{11}, \beta_{21}, \dots, \beta_{m1}],$$

$$\beta_2 = [\beta_{02}, \beta_{12}, \beta_{22}, \dots, \beta_{m2}],$$

$$X = [x_0, x_1, x_2, \dots, x_m]^T.$$

Menurut Agresti (2002) model logit untuk respon biner sebagai berikut:

$$\text{logit } \pi_1(X) = \beta_1^T X = \log \left( \frac{\pi_1(X)}{1 - \pi_1(X)} \right) \quad (2.10)$$

$$\text{logit } \pi_2(X) = \beta_2^T X = \log \left( \frac{\pi_2(X)}{1 - \pi_2(X)} \right) \quad (2.11)$$

Berdasarkan persamaan (2.10) dan (2.11), dapat dicari model probabilitas  $\pi_1(X)$  dan  $\pi_2(X)$ . Model probabilitas regresi logistik biner bivariat yang ditunjukkan oleh  $\pi_1(X)$  dan  $\pi_2(X)$  sebagai berikut (McCullagh dan Nelder, 1998):

$$\pi_1(X) = \frac{\exp(\beta_{01} + \beta_{11}x_1 + \dots + \beta_{m1}x_m)}{1 + \exp(\beta_{01} + \beta_{11}x_1 + \dots + \beta_{m1}x_m)} \quad (2.12)$$

$$\pi_2(X) = \frac{\exp(\beta_{02} + \beta_{12}x_1 + \dots + \beta_{m2}x_m)}{1 + \exp(\beta_{02} + \beta_{12}x_1 + \dots + \beta_{m2}x_m)} \quad (2.13)$$

$$\psi = \frac{\pi_{11}\pi_{00}}{\pi_{10}\pi_{01}}, \psi \geq 0 \quad (2.14)$$

dimana:

$\pi_1 = \Pr(Y_1 = 1|X)$  adalah probabilitas marjinal variabel tidak bebas (dependen).

$\pi_2 = \Pr(Y_2 = 1|X)$  adalah probabilitas marjinal variabel tidak bebas (dependen).

Nilai  $\psi$  merupakan rasio yang menunjukkan keterkaitan antara variabel  $Y_1$  dengan  $Y_2$ . Apabila  $Y_1$  dengan  $Y_2$  saling bebas, maka nilai  $\psi$  mendekati 1.

Nilai  $\log(\psi) = \theta$ , dengan  $\theta = \gamma^T X$ ,

dimana :

$\gamma$  adalah vektor parameter terikat.

Peluang gabungan  $\pi_{11}$  menurut Dale (1986) dan Palmgren (1989) sebagai berikut:

$$\pi_{11} = \begin{cases} \frac{1}{2}(\psi - 1)^{-1} \left\{ d - \sqrt{d^2 + e} \right\}, & \psi \neq 1 \\ \pi_1 \pi_2, & \psi = 1 \end{cases}$$

(2.15)

dimana:

$$d = 1 + (\pi_1 + \pi_2)(\psi - 1)$$

$$e = -4\psi(\psi - 1)\pi_1\pi_2.$$

Sedangkan peluang gabungan untuk  $\pi_{10}$ ,  $\pi_{01}$ , dan  $\pi_{00}$  didapatkan dari peluang marginal  $\pi_1$ ,  $\pi_2$ , dan  $\pi_{11}$ , dimana peluang marginal  $\pi_1 = \pi_{11} + \pi_{10}$  dan peluang marginal  $\pi_2 = \pi_{11} + \pi_{01}$ . Jumlah probabilitas untuk setiap pengamatan bivariat adalah sama dengan satu.

### 2.1.3 Estimasi Parameter

#### 2.1.3.1 Metode Newton Raphson

Metode Newton raphson adalah suatu metode iterasi numerik yang dapat digunakan untuk menghitung hampiran akar-akar persamaan linier dan persamaan tidak linier. Gagasan metode newton raphson didasari pada penghampiran grafik dengan garis tangen yang sesuai dan dapat pula dengan menggunakan deret taylor (Chapra dan Canale, 1998). Berikut diuraikan rumus iterasi dengan menggunakan deret taylor.

#### Metode newton rapson untuk satu variabel

Diberikan suatu fungsi  $g(r)$  , untuk memperoleh akar-akar dari  $g(r)$  maka  $g(r)$  di dekati dengan menggunakan deret taylor sebagai berikut:

$$g(r) = g(r^{(t)}) + \frac{1}{1!} \left[ \frac{dg(r^{(t)})}{dr} (r - r^{(t)}) \right] + \sum_{q=2}^{\infty} \frac{1}{q!} \left[ \frac{d^q g(r^{(t)})}{dr^q} (r - r^{(t)})^q \right]$$

$$= g(r^{(t)}) + \frac{dg(r^{(t)})}{dr} (r - r^{(t)}) + 0(|r - r^{(t)}|) \quad (2.16)$$

Karena  $\sum_{q=2}^{\infty} \frac{1}{q!} \left[ \frac{d^q g(r^{(t)})}{dr} (r - r^{(t)})^q \right]$  *smaller order* dari  $|r - r^{(t)}|$  untuk  $r \rightarrow r^{(t)}$  ,

maka  $0(|x - x_i|)$  konvergen menuju nol sehingga suatu versi hampiran dapat diperoleh dengan memotong deret setelah suku turunan pertama. Selanjutnya persamaan (2.16) dapat ditulis sebagai berikut ;

$$g(r) = g(r^{(t)}) + \frac{dg(r^{(t)})}{dr} (r - r^{(t)}) \quad (2.17)$$

Misalkan sumbu ordinat didefinisikan  $g(r)$  dan sumbu absis adalah  $r$ , maka persamaan (2.16) merupakan garis singgung dari  $g(r)$  pada titik  $[r^{(t)} - g(r^{(t)})]$  .

Berdasarkan metode newton raphson garis singgung persamaan (2.17) dipotongkan terhadap sumbu r artinya  $g(r) = 0$ .

$$g(r^{(t)}) + \frac{dg(r^{(t)})}{dr}(r - r^{(t)}) = 0$$

Maka diperoleh titik potong  $[r^{(t+1)}, 0]$  dengan ordinat titik singgung  $g(r^{(t+1)})$  sehingga titik singgung untuk iterasi ke  $(t+1)$  adalah  $[r^{(t+1)}, g(r^{(t+1)})]$  sehingga diperoleh rumus newton raphson untuk iterasi ke  $(t+1)$  sebagai berikut :

$$g(r^{(t)}) + g'(r^{(t)})(r^{(t+1)} - r^{(t)}) = 0$$

$$r^{(t+1)} = r^{(t)} - \frac{g(r^{(t)})}{g'(r^{(t)})}, \text{ untuk } t = 0, 1, 2, \dots, \infty \quad (2.18)$$

### Metode Newton Raphson untuk dua variabel

Diberikan fungsi  $h(r, s)$  dapat didekati dengan deret taylor pada selang yang memuat

$(r, s) = (r^{(t)}, s^{(t)})$ , untuk  $t = 0, 1, 2, \dots, \infty$  sebagai berikut:

$$h(r, s) = g(r, s) \Big|_{\substack{r=r^{(t)} \\ s=s^{(t)}}} + \frac{1}{1!} \left[ \frac{\partial h(r, s)}{\partial r} \Big|_{\substack{r=r^{(t)} \\ s=s^{(t)}}} (r - r^{(t)}) + \frac{\partial h(r, s)}{\partial s} \Big|_{\substack{r=r^{(t)} \\ s=s^{(t)}}} (s - s^{(t)}) \right] +$$

$$\frac{1}{2!} \left[ \frac{\partial^2 h(r, s)}{\partial r^2} \Big|_{\substack{r=r^{(t)} \\ s=s^{(t)}}} (r - r^{(t)})^2 + 2 \frac{\partial^2 h(r, s)}{\partial r \partial s} \Big|_{\substack{r=r^{(t)} \\ s=s^{(t)}}} (r - r^{(t)})(s - s^{(t)}) + \right.$$

$$\left. \frac{\partial^2 h(r, s)}{\partial s^2} \Big|_{\substack{r=r^{(t)} \\ s=s^{(t)}}} (s - s^{(t)})^2 \right] + \dots$$

$$h(r, s) = h(r^{(t)}, s^{(t)}) \Big|_{\substack{r=r^{(t)} \\ s=s^{(t)}}} + \frac{1}{1!} \left[ \frac{\partial h(r^{(t)}, s^{(t)})}{\partial r} (r - r^{(t)}) + \frac{\partial h(r^{(t)}, s^{(t)})}{\partial s} (s - s^{(t)}) \right] +$$

$$\frac{1}{2!} \left[ \frac{\partial^2 h(r,s)}{\partial r^2} (r-r^{(t)})^2 + 2 \frac{\partial^2 h(r,s)}{\partial r \partial s} (r-r^{(t)})(s-s^{(t)}) + \frac{\partial^2 h(r,s)}{\partial s^2} (s-s^{(t)})^2 \right] + \dots \quad (2.19)$$

Misalkan  $\mathbf{v} = (r,s)^T$  dan  $\mathbf{v}^* = (r^{(t)}, s^{(t)})^T$ , maka persamaan (2.19) menjadi :

$$\begin{aligned} h(\mathbf{v}) &= h(\mathbf{v}^*) + \frac{1}{1!} \left[ \frac{\partial}{\partial r}, \frac{\partial}{\partial s} \right] h(\mathbf{v}^*) [\mathbf{v} - \mathbf{v}^*] + \\ &\frac{1}{2!} \left\{ [\mathbf{v} - \mathbf{v}^*]^T \left[ \frac{\partial}{\partial r} \right] \left[ \frac{\partial}{\partial r} \frac{\partial}{\partial s} \right] h(\mathbf{v}^*) [\mathbf{v} - \mathbf{v}^*] \right\} + o(\|\mathbf{v} - \mathbf{v}^*\|^2) \\ &= h(\mathbf{v}^*) + \left[ \frac{\partial}{\partial r} \frac{\partial}{\partial s} \right] h(\mathbf{v}^*) [\mathbf{v} - \mathbf{v}^*] + \frac{1}{2} \left\{ [\mathbf{v} - \mathbf{v}^*]^T \begin{bmatrix} \frac{\partial^2}{\partial r^2} & \frac{\partial^2}{\partial r \partial s} \\ \frac{\partial^2}{\partial s \partial r} & \frac{\partial^2}{\partial s^2} \end{bmatrix} h(\mathbf{v}^*) [\mathbf{v} - \mathbf{v}^*] \right\} + o(\|\mathbf{v} - \mathbf{v}^*\|) \\ &= h(\mathbf{v}^*) + \left[ \frac{\partial^2 h(\mathbf{v})}{\partial \mathbf{v}^{*T}} \right]_{\mathbf{v}=\mathbf{v}^*} [\mathbf{v} - \mathbf{v}^*] + \frac{1}{2} \left\{ [\mathbf{v} - \mathbf{v}^*]^T \left[ \frac{\partial^2 h(\mathbf{v})}{\partial \mathbf{v} \otimes \partial \mathbf{v}^{*T}} \right]_{\mathbf{v}=\mathbf{v}^*} [\mathbf{v} - \mathbf{v}^*] \right\} + o(\|\mathbf{v} - \mathbf{v}^*\|) \quad (2.20) \end{aligned}$$

Misalkan  $\mathbf{g}^T = \left. \frac{\partial h(\mathbf{v})}{\partial \mathbf{v}^T} \right|_{\mathbf{v}=\mathbf{v}^*}$  dan  $\mathbf{H} = \left. \frac{\partial^2 h(\mathbf{v})}{\partial \mathbf{v} \otimes \partial \mathbf{v}^T} \right|_{\mathbf{v}=\mathbf{v}^*}$ , maka persamaan (2.20) dapat

ditulis sebagai berikut:

$$h(\mathbf{v}) = h(\mathbf{v}^*) + \mathbf{g}^T [\mathbf{v} - \mathbf{v}^*] + \frac{1}{2} \left( [\mathbf{v} - \mathbf{v}^*]^T \mathbf{H} [\mathbf{v} - \mathbf{v}^*] \right) + o(\|\mathbf{v} - \mathbf{v}^*\|^2) \quad (2.21)$$

karena  $o(\|\mathbf{v} - \mathbf{v}^*\|)$  konvergen menuju nol maka suatu versi hampiran dapat diperoleh dengan memotong deret setelah suku turunan kedua, maka persamaan (2.21) dapat ditulis menjadi:

$$h(\mathbf{v}) = h(\mathbf{v}^*) + \mathbf{g}^T [\mathbf{v} - \mathbf{v}^*] + \frac{1}{2} \left( [\mathbf{v} - \mathbf{v}^*]^T \mathbf{H} [\mathbf{v} - \mathbf{v}^*] \right) \quad (2.22)$$

untuk memaksimalkan fungsi dari  $(\mathbf{v} - \mathbf{v}^*)$  pada persamaan (2.22), perlu turunan parsial pertama ke  $(\mathbf{v} - \mathbf{v}^*)$  yaitu:

$$0 = 0 + \mathbf{g} + \mathbf{H}[\mathbf{v} - \mathbf{v}^*]$$

sehingga diperoleh penyelesaian sebagai berikut:

$$\mathbf{H}[\mathbf{v} - \mathbf{v}^*] = -\mathbf{g} \quad (2.23)$$

Misalkan ingin dicari estimasi parameter  $\boldsymbol{\beta}$ , maka berdasarkan penjelasan diatas dapat disusun algoritma Newton-rapshon sebagai berikut:

1. Menentukan nilai estimasi awal parameter  $\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(0)}$ . Penentuan nilai awal ini biasanya dapat diperoleh dengan metode kuadrat terkecil, yaitu

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(0)} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{Y}.$$

2. Membentuk vektor gradien,  $\mathbf{g}$  yaitu:

$$\mathbf{g} = \left[ \begin{array}{ccc} \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}_1} & \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}_2} & \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \theta} \end{array} \right]$$

3. Membentuk matriks *Hessian*,  $\mathbf{H}$ , sebagai berikut:

$$\mathbf{H} = \left[ \begin{array}{ccc} \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}_1 \partial \boldsymbol{\beta}_1^T} & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}_1 \partial \boldsymbol{\beta}_2^T} & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}_1 \partial \theta} \\ & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}_2 \partial \boldsymbol{\beta}_2^T} & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}_2 \partial \theta} \\ & & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{(\partial \theta^2)} \end{array} \right]$$

Matriks *Hessian* ini disebut juga dengan matriks informasi.

4. Memasukan nilai  $\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(0)}$  ke dalam elemen-elemen  $\mathbf{g}$  dan  $\mathbf{H}$ , sehingga diperoleh  $\mathbf{g}_{(0)}$  dan  $\mathbf{H}_{(0)}$
5. Mulai dari  $t = 0$  dilakukan iterasi pada persamaan:

$$\boldsymbol{\beta}_{(t+1)} = \boldsymbol{\beta}_{(t)} - \mathbf{H}_{(t)}^{-1} \mathbf{g}_{(t)}$$

Nilai  $\beta_{(t)}$  merupakan sekumpulan penaksir parameter yang konvergen pada iterasi ke- $t$ , dimana syarat kekonvergenannya adalah  $\|\beta_{(t+1)} - \beta_{(t)}\| \leq \delta$ , dengan  $\delta$  adalah bilangan yang sangat kecil.

6. Jika belum diperoleh penaksir parameter yang konvergen, maka dilanjutkan kembali langkah 5 hingga iterasi ke- $t = t+1$

## 2.2 Uji Korelasi

Analisis korelasi biasanya digunakan untuk mengukur hubungan linear antara variabel respon dan variabel prediktor melalui sebuah bilangan yang disebut koefisien korelasi. Koefisien korelasi linier sebagai ukuran hubungan linear antara dua variabel random (Walpole, 1993). Sedangkan untuk koefisien korelasi  $Y_1$  dan  $Y_2$  adalah sebagai berikut (Kawamura, 1973) :

$$\rho_{Y_1 Y_2} = \frac{Cov(Y_1, Y_2)}{\sqrt{\text{var}(Y_1) \text{var}(Y_2)}} \quad (2.24)$$

Nilai dari koefisien korelasi berkisar antara -1 dan 1 yang menunjukkan hubungan positif dan negatif. Jika nilai korelasi mendekati positif atau negatif 1 berarti kedua variabel memiliki hubungan yang erat. Kedua variabel tidak memiliki hubungan erat ketika nilai korelasinya adalah 0. Nilai korelasi positif menunjukkan hubungan berbanding lurus antara 2 variabel, sedangkan nilai korelasi negatif menunjukkan hubungan berbanding terbalik. Untuk pengujian korelasi variabel tidak bebas (independen) adalah sebagai berikut :

$H_0$  : tidak ada hubungan antara  $Y_1$  dan  $Y_2$

$H_1$  : ada hubungan antara  $Y_1$  dan  $Y_2$



Statistik uji

$$t = \frac{r_{Y_1Y_2} \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (2.25)$$

dimana:

$$r_{Y_1Y_2} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{1i} - \bar{Y}_1)(y_{2i} - \bar{Y}_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_{1i} - \bar{Y}_1)^2 \sum_{i=1}^n (y_{2i} - \bar{Y}_2)^2}}$$

Tolak  $H_0$  jika  $T_{hitung} > t_{tabel}$

### 2.3 Konsep Perencanaan transportasi

Beberapa perkembangan konsep perencanaan transportasi yang paling populer sampai dengan saat ini adalah “Model Perencanaan Transportasi Empat Tahap” adalah gabungan dari beberapa sub bagian model yang harus dilakukan secara berurutan dan terpisah sebagai berikut (Tamin 2000):

- a. Aksesibilitas dari sistem jaringan transportasi dan zona

Konsep penggabungan, merupakan konsep yang menggabungkan aturan dari tata pengguna lahan dengan menghubungkannya menggunakan sistem jaringan ditinjau secara geografis. Lokasi tata guna lahan dalam berinteraksi antara satu sama lainnya sulit atau mudahnya zona tersebut dicapai melalui sistem jaringan merupakan ukuran kenyamanan atau kemudahan yang disebut jaringan.

- b. Tarikan pergerakan dan bangkitan

Bangkitan pergerakan adalah model yang dapat memperkirakan jumlah setiap pergerakan dari suatu lokasi tata guna lahan atau zona dan jumlah

pergerakan ke suatu zona tata guna lahan. Pergerakan fungsi tata guna lahan merupakan suatu pergerakan yang akan menghasilkan pergerakan lalu lintas.

c. Sebaran pergerakan

Pola sebaran pergerakan antara zona awal ke zona tujuan merupakan dua kejadian secara bersamaan, yang menghasilkan arus lalu lintas adalah intensitas dan lokasi tata guna lahan, dan ruang pemisahan, tata guna lahan yang akan menghasilkan pergerakan manusia dan/atau barang merupakan interaksi antar dua pergerakan. Contohnya, terjadinya pergerakan setiap hari dari rumah ke tempat kerja (kantor, industri).

d. Model pemilihan moda

Jika interaksi terjadi antara dua tata guna lahan di suatu kota, seseorang akan memutuskan bagaimana interaksi tersebut harus dilakukan dalam hal pemilihan moda.

e. Model pemilihan rute

Pemilihan rute juga tergantung pada moda transportasi. Pemilihan moda dan pemilihan rute dilakukan bersama dan tergantung alternatif terpendek, tercepat dan termurah.

## 2.4 Faktor Yang Mempengaruhi Pemilihan Moda

Faktor yang dapat mempengaruhi pemilihan moda ini dapat dikelompokkan menjadi empat sebagai berikut (Tamin 2000) :

1. Ciri pengguna jalan

- a. Kepemilikan surat izin mengemudi.
- b. Kepemilikan kendaraan
- c. Pendapatan.

- d. Struktur rumah tangga.
  - e. Pengambilan keputusan, misalnya penggunaan mobil untuk bekerja, keperluan mengantar anak sekolah dan lain-lain.
2. Karakteristik fasilitas transportasi, dibagi dua kategori.
- Faktor kuantitas seperti:
    - a. waktu tempuh relatif.
    - b. biaya moneter relatif (biaya bahan bakar, tarif, dan lain-lain).
    - c. tarif parkir dan ketersediaan ruang.
  - Faktor kualitatif seperti :
    - a. keamanan dan kenyamanan
    - b. keteraturan dan keandalan, dan lain-lain.
3. Karakteristik pergerakan
- a. Maksud dan tujuan pergerakan.
  - b. Saat kapan terjadi pergerakan
  - c. Jarak tempuh perjalanan semakin jauh jarak perjalanannya.
4. Ciri zona atau kota
- a. kepadatan penduduk.
  - b. jarak dari pusat kota.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Sumber Data**

Jenis data dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer dalam penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan survei lapangan. Data sekunder diperoleh dari instansi/institusi yang berhubungan secara langsung maupun tidak langsung dengan penelitian ini.

#### **3.2 Metode Pengumpulan Data**

Metode pengumpulan data adalah prosedur untuk memperoleh data yang dibutuhkan dalam sebuah penelitian. Metode yang digunakan dalam mengumpulkan data penelitian ini adalah :

a. Penyebaran kuesioner

Kuesioner yang digunakan dalam penelitian ini berupa pertanyaan yang dilengkapi dengan jawaban yang disediakan, diberikan kepada responden sehingga dapat memilih jawaban yang sesuai dan benar.

b. Wawancara

Wawancara yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kegiatan tanya jawab secara langsung kepada responden untuk mendapatkan keterangan dengan menggunakan daftar pertanyaan.

c. Pengambilan data dari instansi

Pengambilan data dari instansi dengan cara meminta data yang berhubungan dengan obyek penelitian, yaitu kantor ASDP Cabang Ternate, kantor Dinas Perhubungan dan Informatika Kota Ternate.

### 3.3 Variabel Penelitian

Tabel 3.1 Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian

No	Variabel	Keterangan	Satuan
1	$Y_1$	Kapal fery	Biner
2	$Y_2$	Speed boad	Biner
3	$x_1$	Harga tiket	Ratusan ribu (Rp)
4	$x_2$	Waktu tempuh	Menit
5	$x_3$	Jumlah trip	Puluhan
6	$x_4$	Rata-rata perjalanan perbulan	Puluhan
7	$x_5$	Rata-rata biaya perjalanan perbulan	Ratusan ribu (Rp)

Sumber: Hasil penelitian

### 3.4 Defenisi operasional

1. Kapal ferry adalah moda transportasi angkutan sungai dan penyeberangan. Dikategorikan menjadi dua kategori yaitu :
  - 0 jika tidak memilih naik
  - 1 jika memilih naik
2. Speedboat adalah moda transportasi laut berupa perahu dengan kecepatan tinggi.
  - Dikategorikan menjadi dua kategori yaitu :
  - 0 jika tidak memilih naik
  - 1 jika memilih naik
3. Harga tiket adalah harga yang ditentukan oleh pihak pengelola speedboard dan kapal ferry.

4. Waktu tempuh adalah waktu yang dibutuhkan untuk menempuh suatu jarak tertentu dari daerah asal ke daerah tujuan.
5. Jumlah trip adalah keberangkatan speedboat dan kapal ferry perhari
6. Perjalanan perbulan adalah jumlah perjalanan responden perbulan
7. Biaya perjalanan perbulan adalah total biaya perjalanan yang dikeluarkan untuk melakukan sekali perjalanan.

### 3.5 Metode Analisis

Berdasarkan dengan tujuan penelitian yang telah dirumuskan, maka urutan langkah dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Mengkaji estimasi parameter dan pengujian hipotesis model regresi logistik biner bivariat dengan langkah-langkah sebagai berikut :
  - a. Mengkaji estimasi parameter model regresi logistik biner bivariat menggunakan metode *maksimum likelihood* dengan langkah-langkah sebagai berikut:
    1. Membuat fungsi *likelihood* berdasarkan model regresi logistik biner bivariat, yaitu:

$$L(\beta) = \prod_{i=1}^n P(Y_{11i} = y_{11i}, Y_{10i} = y_{10i}, Y_{01i} = y_{01i}, Y_{00i} = y_{00i})$$

$$= \prod_{i=1}^n P_{11i}^{y_{11i}} P_{10i}^{y_{10i}} P_{01i}^{y_{01i}} P_{00i}^{y_{00i}}$$

2. Membuat fungsi log-natural likelihood, yaitu:

$$\ln L(\beta) = \ln \left[ \prod_{i=1}^n P_{11i}^{y_{11i}} P_{10i}^{y_{10i}} P_{01i}^{y_{01i}} P_{00i}^{y_{00i}} \right]$$

3. Membuat turunan pertama fungsi log-natural *likelihood* terhadap  $\beta$
4. Membuat turunan kedua fungsi log-natural *likelihood* terhadap  $\beta$

5. Estimasi parameter  $\beta$  dengan memaksimumkan fungsi log-natural *likelihood* dengan iterasi Newton raphson.
2. Mengkaji pengujian hipotesis terhadap parameter model regresi logistik biner bivariat pada model pemilihan moda transportasi laut speedboat dan kapal ferry di Maluku Utara.

Pemodelan menggunakan probabilitas logit sebagai berikut:

$$P_{Speed\ Boat} = \frac{\exp(\beta_{01} + \beta_{11} x_1 + \dots + \beta_{k1} x_k)}{1 + \exp(\beta_{01} + \beta_{11} x_1 + \dots + \beta_{k1} x_k)},$$

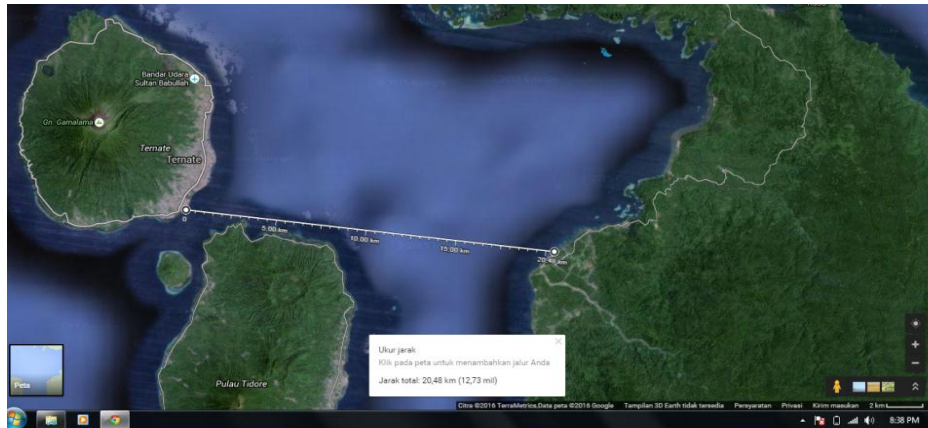
$$P_{Kapal\ Ferry} = \frac{\exp(\beta_{02} + \beta_{12} x_1 + \dots + \beta_{k2} x_k)}{1 + \exp(\beta_{02} + \beta_{12} x_1 + \dots + \beta_{k2} x_k)},$$

3. Analisis SWOT terhadap faktor-faktor pemilihan moda transportasi laut speed boat dan kapal ferry di Maluku Utara.

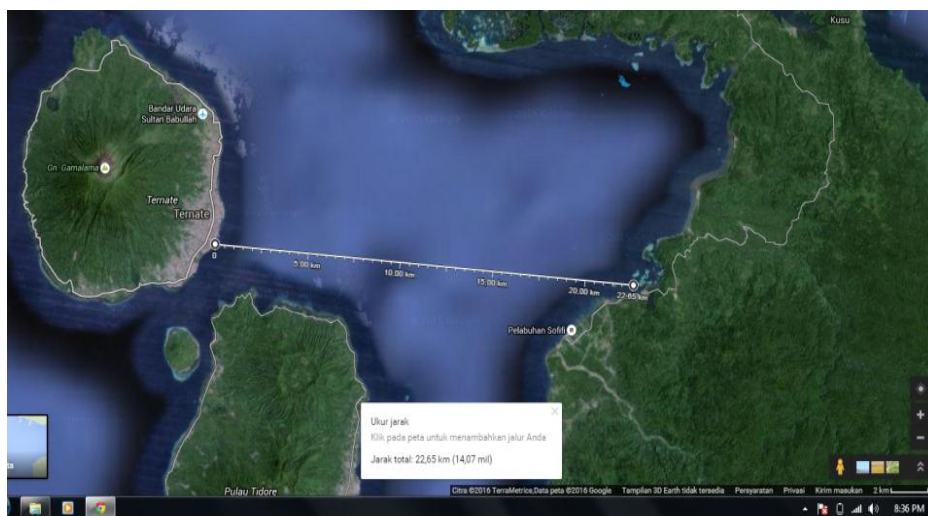
Analisis SWOT dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Membuat matriks IFAS
- b. Membuat matriks EFAS
- c. Membuat matriks interaksi IFAS-EFAS SWOT

### 3.6 Peta Penyeberangan Moda Transportasi Laut Kapal Ferry dan Speedboat Provinsi Maluku Utara



Gambar 3.1 Peta penyeberangan moda transportasi laut kapal ferry



Gambar 3.2 Peta penyeberangan moda transportasi laut speedboat



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Estimasi Parameter Model Regresi Logistik Bivariat

Metode *Maximum Likelihood Estimation (MLE)* digunakan untuk mencari estimasi parameter model regresi logistik biner bivariat. Metode MLE digunakan dengan alasan karena distribusi dari variabel random biner bivariat diketahui, yaitu berdistribusi multinomial. Dengan mengambil  $n$  sampel random yang saling bebas, maka variabel random biner bivariat  $(Y_{1i}, Y_{2i})$  dimana  $i = 1, 2, \dots, n$  sama dengan  $(Y_{10i}, Y_{10i}, Y_{01i}, Y_{00i})$  berdistribusi multinomial dengan nilai peluang  $P_{11i}, P_{10i}, P_{01i}, P_{00i}$ . Masing-masing gabungan (join) peluang  $P_{11i}, P_{10i}, P_{01i}, P_{00i}$  merupakan fungsi dari peluang marjinal  $P_1$  dan  $P_2$  dan rasio kecendrungan (odds rasio)  $\psi$ .

$$P_1 = \frac{\exp(\beta_{01} + \beta_{11}x_1 + \dots + \beta_{k1}x_k)}{1 + \exp(\beta_{01} + \beta_{11}x_1 + \dots + \beta_{k1}x_k)}, \quad (4.1)$$

$$P_2 = \frac{\exp(\beta_{02} + \beta_{12}x_1 + \dots + \beta_{k2}x_k)}{1 + \exp(\beta_{02} + \beta_{12}x_1 + \dots + \beta_{k2}x_k)}, \quad (4.2)$$

$$\psi = \frac{P_{11} P_{00}}{P_{10} P_{01}} \quad (4.3)$$

dimana:

$k$  adalah jumlah variabel bebas.

Ketiga persamaan di atas ditransformasi untuk mendapatkan fungsi yang linier dalam parameter-parameternya. Model transformasi untuk persamaan di atas adalah sebagai berikut:

$$\eta_1 = \log \text{it } P_1 = \ln \left( \frac{P_1}{1-P_1} \right) = \beta_{01} + \beta_{11}x_1 + \dots + \beta_{k1}x_k = \beta_1^T X$$

$$\eta_2 = \log \text{it } P_2 = \ln \left( \frac{P_2}{1-P_2} \right) = \beta_{02} + \beta_{12}x_1 + \dots + \beta_{k2}x_k = \beta_2^T X$$

$$\eta_3 = \ln \psi = \left( \frac{p_{11} p_{00}}{p_{10} p_{01}} \right) = \delta = \gamma_0 + \gamma_1 x_1 + \dots + \gamma_k x_{ki} = \gamma^T x$$

dimana:

$$X = [x_0, x_1, \dots, x_k]^T,$$

$$\beta_1 = [\beta_{01}, \beta_{11}, \beta_{21}, \dots, \beta_k]^T,$$

$$\beta_2 = [\beta_{02}, \beta_{12}, \beta_{22}, \dots, \beta_k]^T,$$

$$P_1 = p_{11} + p_{10}, \quad 1 - P_1 = p_{11} + p_{00},$$

$$P_2 = p_{11} + p_{01}, \quad 1 - P_2 = p_{10} + p_{00}$$

Dari ketiga persamaan transformasi dihitung turunan dari  $\frac{\partial \boldsymbol{\eta}}{\partial \mathbf{P}}$  dengan

$\boldsymbol{\eta} = (\eta_1, \eta_2, \eta_3)^T$  dan  $\mathbf{P} = (p_{11}, p_{10}, p_{01}, p_{00})^T$ . karena terdapat empat kategori

peluang yaitu  $\mathbf{P} = (p_{11}, p_{10}, p_{01}, p_{00})^T$  sedangkan fungsi transformasinya hanya

tiga yaitu  $\boldsymbol{\eta} = (\eta_1, \eta_2, \eta_3)^T$ , agar dihasilkan matriks  $\frac{\partial \boldsymbol{\eta}}{\partial \mathbf{P}}$  yang simetri, maka

didefinisikan sebagai berikut:

$$\eta_0 = \ln p$$

dengan  $P = p_{11} + p_{10} + p_{01} + p_{00}$ ,

sehingga  $\boldsymbol{\eta} = (\eta_1, \eta_2, \eta_3)^T$

Berdasarkan keempat fungsi transformasi di atas, dihasilkan matriks A yang berelemenkan sebagai berikut, yaitu:

$$\mathbf{A} = \begin{matrix} & p_{11} & p_{10} & p_{01} & p_{00} \\ \begin{matrix} \eta_0 \\ \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \end{matrix} & \begin{pmatrix} \frac{\partial \eta_0}{\partial p_{11}} & \frac{\partial \eta_0}{\partial p_{10}} & \frac{\partial \eta_0}{\partial p_{01}} & \frac{\partial \eta_0}{\partial p_{00}} \\ \frac{\partial \eta_1}{\partial p_{11}} & \frac{\partial \eta_1}{\partial p_{10}} & \frac{\partial \eta_1}{\partial p_{01}} & \frac{\partial \eta_1}{\partial p_{00}} \\ \frac{\partial \eta_2}{\partial p_{11}} & \frac{\partial \eta_2}{\partial p_{10}} & \frac{\partial \eta_2}{\partial p_{01}} & \frac{\partial \eta_2}{\partial p_{00}} \\ \frac{\partial \eta_3}{\partial p_{11}} & \frac{\partial \eta_3}{\partial p_{10}} & \frac{\partial \eta_3}{\partial p_{01}} & \frac{\partial \eta_3}{\partial p_{00}} \end{pmatrix} & \begin{matrix} p_{11} & p_{10} & p_{01} & p_{00} \\ \eta_0 & \eta_1 & \eta_2 & \eta_3 \end{matrix} \end{pmatrix} = \begin{matrix} & p_{11} & p_{10} & p_{01} & p_{00} \\ \begin{matrix} \eta_0 \\ \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{P_1} & \frac{1}{P_1} & -\frac{1}{(1-P_1)} & -\frac{1}{(P_1)} \\ \frac{1}{P_2} & -\frac{1}{(1-P_2)} & \frac{1}{P_2} & -\frac{1}{(1-P_2)} \\ \frac{1}{p_{11}} & -\frac{1}{p_{10}} & -\frac{1}{p_{01}} & \frac{1}{p_{00}} \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Dari matriks A dihasilkan matriks inversnya ( $\mathbf{A}^{-1}$ ) berelemenkan sebagai berikut:

$$\mathbf{A}^{-1} = \begin{matrix} & \eta_0 & \eta_1 & \eta_2 & \eta_3 \\ \begin{matrix} p_{11} \\ p_{10} \\ p_{01} \\ p_{00} \end{matrix} & \begin{pmatrix} p_{11} & \frac{p_{11} p_{01}}{p_2 \Delta} & \frac{p_{11} p_{01}}{p_1 \Delta} & \left(\frac{1}{p_{11}} + \frac{1}{p_{10}} + \frac{1}{p_{01}} + \frac{1}{p_{00}}\right)^{-1} \\ p_{10} & \frac{p_{10} p_{00}}{(1-P_2)\Delta} & -\frac{p_{11} p_{10}}{P_1 \Delta} & -\left(\frac{1}{P_1} + \frac{1}{p_{10}} + \frac{1}{p_{01}} + \frac{1}{p_{00}}\right)^{-1} \\ p_{01} & -\frac{p_{11} p_{01}}{P_2 \Delta} & \frac{p_{01} p_{00}}{(1-P_1)\Delta} & -\left(\frac{1}{P_1} + \frac{1}{p_{10}} + \frac{1}{p_{01}} + \frac{1}{p_{00}}\right)^{-1} \\ p_{00} & -\frac{p_{10} p_{00}}{(1-P_2)\Delta} & -\frac{p_{01} p_{00}}{(1-P_1)\Delta} & \left(\frac{1}{p_{11}} + \frac{1}{p_{10}} + \frac{1}{p_{01}} + \frac{1}{p_{00}}\right)^{-1} \end{pmatrix} \end{matrix}$$

dimana:

$$\Delta = \frac{p_{11} p_{10} p_{01} p_{00}}{P_1 (1-P_1) P_2 (1-P_2) \left(\frac{1}{p_{11}} + \frac{1}{p_{10}} + \frac{1}{p_{01}} + \frac{1}{p_{00}}\right)^{-1}}$$

Untuk mendapatkan estimasi  $\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\hat{\boldsymbol{\beta}}_1, \hat{\boldsymbol{\beta}}_2, \hat{\theta})$  dengan metode MLE, terlebih dahulu dibentuk fungsi likelihood dari variabel random biner bivariat sebagai berikut:

$$\begin{aligned} L(\boldsymbol{\beta}) &= \prod_{i=1}^n p(Y_{11i} = y_{11i}, Y_{10i} = y_{10i}, Y_{01i} = y_{01i}, Y_{00i} = y_{00i}) \\ &= \prod_{i=1}^n p_{11i}^{y_{11i}} p_{10i}^{y_{10i}} p_{01i}^{y_{01i}} p_{00i}^{y_{00i}} \end{aligned}$$

Fungsi dari log-natural likelihood yaitu:

$$\begin{aligned}\ln L(\boldsymbol{\beta}) &= \ln \left[ \prod_{i=1}^n p_{11i}^{y_{11i}} p_{10i}^{y_{10i}} p_{01i}^{y_{01i}} p_{00i}^{y_{00i}} \right] \\ &= \sum_{i=1}^n (y_{11i} \ln p_{11i} + y_{10i} \ln p_{10i} + y_{01i} \ln p_{01i} + y_{00i} \ln p_{00i})\end{aligned}$$

Estimator untuk  $\hat{\boldsymbol{\beta}}$  dapat diperoleh dengan memaksimumkan fungsi log-natural likelihoodnya, yaitu dengan mencari turunan pertama dari masing-masing fungsi log-natural likelihood kemudian disamadengankan nol. Hasil turunan pertama fungsi log-natural likelihood terhadap penaksir  $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ , yaitu:

$$\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}} = \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \boldsymbol{\beta}} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \boldsymbol{\beta}} + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \boldsymbol{\beta}} + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \boldsymbol{\beta}} \right\}$$

### 1. Turunan pertama fungsi log-natural likelihood terhadap $\beta_1$

$$\begin{aligned}\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_{01}} &= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{01}} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{01}} + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{01}} + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{01}} \right\} \\ &= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{01}} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{01}} + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{01}} + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{01}} \right\} \\ &= \sum_{i=1}^n \left\{ \left( \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{P_{11i} P_{10i}}{P_{2i} \Delta_i} \mathbf{1} \right) + \left( \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{P_{10i} P_{01i}}{(1 - P_{2i}) \Delta_i} \mathbf{1} \right) + \left( \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \left( -\frac{P_{11i} P_{01i}}{P_{2i} \Delta_i} \mathbf{1} \right) \right) + \right. \\ &\quad \left. \left( \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \left( -\frac{P_{10i} P_{00i}}{(1 - P_{2i}) \Delta_i} \mathbf{1} \right) \right) \right\} \quad (4.4)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_{11}} &= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{11}} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{11}} + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{11}} + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{11}} \right\} \\ &= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{01}} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{01}} + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{01}} + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{01}} \right\}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \sum_{i=1}^n \left\{ \left( \frac{y_{11i} P_{11i} P_{10i}}{P_{11i} P_{2i} \Delta_i} x_1 \right) + \left( \frac{y_{10i} P_{10i} P_{01i}}{P_{10i} (1-P_{2i}) \Delta_i} x_1 \right) + \left( \frac{y_{01i}}{P_{01i}} \left( -\frac{P_{11i} P_{01i}}{P_{2i} \Delta_i} x_1 \right) \right) \right. \\
&\quad \left. \left( \frac{y_{00i}}{P_{00i}} \left( -\frac{P_{10i} P_{00i}}{(1-P_{2i}) \Delta_i} x_1 \right) \right) \right\}
\end{aligned} \tag{4.5}$$

⋮

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_{k1}} &= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{P_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{k1}} + \frac{y_{10i}}{P_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{k1}} + \frac{y_{01i}}{P_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{k1}} + \frac{y_{00i}}{P_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{k1}} \right\} \\
&= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{P_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{k1}} + \frac{y_{10i}}{P_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{k1}} + \frac{y_{01i}}{P_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{k1}} + \frac{y_{00i}}{P_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{k1}} \right\} \\
&= \sum_{i=1}^n \left\{ \left( \frac{y_{11i} P_{11i} P_{10i}}{P_{11i} P_{2i} \Delta_i} x_k \right) + \left( \frac{y_{10i} P_{10i} P_{01i}}{P_{10i} (1-P_{2i}) \Delta_i} x_k \right) + \left( \frac{y_{01i}}{P_{01i}} \left( -\frac{P_{11i} P_{01i}}{P_{2i} \Delta_i} x_k \right) \right) \right. \\
&\quad \left. \left( \frac{y_{00i}}{P_{00i}} \left( -\frac{P_{10i} P_{00i}}{(1-P_{2i}) \Delta_i} x_k \right) \right) \right\}
\end{aligned} \tag{4.6}$$

dimana :

$$\Delta_i = \frac{P_{11i} P_{10i} P_{01i} P_{00i}}{P_{1i} (1-P_{1i}) P_{2i} (1-P_{2i}) \left( \frac{1}{P_{11i}} + \frac{1}{P_{10i}} + \frac{1}{P_{01i}} + \frac{1}{P_{00i}} \right)^{-1}}$$

## 2. Turunan pertama fungsi log-natural likelihood terhadap $\beta_2$

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_{02}} &= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{P_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{02}} + \frac{y_{10i}}{P_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{02}} + \frac{y_{01i}}{P_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{02}} + \frac{y_{00i}}{P_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{02}} \right\} \\
&= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{P_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{02}} + \frac{y_{10i}}{P_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{02}} + \frac{y_{01i}}{P_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{02}} + \frac{y_{00i}}{P_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{02}} \right\} \\
&= \sum_{i=1}^n \left\{ \left( \frac{y_{11i} P_{11i} P_{10i}}{P_{11i} P_{1i} \Delta_i} \mathbf{1} \right) + \left( \frac{y_{10i} P_{10i} P_{01i}}{P_{10i} (1-P_{1i}) \Delta_i} \mathbf{1} \right) + \left( \frac{y_{01i}}{P_{01i}} \left( -\frac{P_{11i} P_{01i}}{P_{1i} \Delta_i} \mathbf{1} \right) \right) \right. \\
&\quad \left. + \left( \frac{y_{00i}}{P_{00i}} \left( -\frac{P_{10i} P_{00i}}{(1-P_{1i}) \Delta_i} \mathbf{1} \right) \right) \right\}
\end{aligned}$$

$$\left. \left. \left. \left. \frac{y_{01i}}{p_{00i}} \left( -\frac{p_{10i} p_{00i}}{(1-p_{2i}) \Delta_i} 1 \right) \right) \right) \right\} \right\} \quad (4.7)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_{12}} &= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{12}} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{12}} + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{12}} + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{12}} \right\} \\ &= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{12}} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{12}} + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{12}} + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{12}} \right\} \\ &= \sum_{i=1}^n \left\{ \left( \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{p_{11i} p_{10i}}{P_i \Delta_i} x_1 \right) + \left( \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{p_{10i} p_{01i}}{(1-P_i) \Delta_i} x_1 \right) + \left( \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \left( -\frac{p_{11i} p_{01i}}{P_i \Delta_i} x_1 \right) \right) + \right. \\ &\quad \left. \left( \frac{y_{01i}}{p_{00i}} \left( -\frac{p_{10i} p_{00i}}{(1-P_{2i}) \Delta_i} x_1 \right) \right) \right\} \end{aligned} \quad (4.8)$$

⋮

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_{k2}} &= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{k2}} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{k2}} + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{k2}} + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{k2}} \right\} \\ \theta &= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{k2}} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{k2}} + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{k2}} + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{k2}} \right\} \\ &= \sum_{i=1}^n \left\{ \left( \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{p_{11i} p_{10i}}{P_i \Delta_i} x_k \right) + \left( \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{p_{10i} p_{01i}}{(1-P_i) \Delta_i} x_k \right) + \left( \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \left( -\frac{p_{11i} p_{01i}}{P_i \Delta_i} x_k \right) \right) + \right. \\ &\quad \left. \left( \frac{y_{01i}}{p_{00i}} \left( -\frac{p_{10i} p_{00i}}{(1-P_{2i}) \Delta_i} x_k \right) \right) \right\} \end{aligned} \quad (4.9)$$

### 3. Turunan pertama fungsi log natural likelihood terhadap $\theta$

$$\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \theta} = \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \theta} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \theta} + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \theta} + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \theta} \right\}$$

$$\begin{aligned}
&= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_1}{\partial \theta} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_1}{\partial \theta} + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_1}{\partial \theta} + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_1}{\partial \theta} \right\} \\
&= \sum_{i=1}^n \left\{ \left( \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \left( \frac{1}{p_{11i}} + \frac{1}{p_{10i}} + \frac{1}{p_{01i}} + \frac{1}{p_{00i}} \right)^{-1} \right) (1) + \left( \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \left( \frac{1}{p_{11i}} + \frac{1}{p_{10i}} + \frac{1}{p_{01i}} + \frac{1}{p_{00i}} \right)^{-1} \right) (1) \right\} + \\
&= \sum_{i=1}^n \left\{ \left( \frac{y_{11i}}{p_{11i}} - \frac{y_{11i}}{p_{11i}} - \frac{y_{11i}}{p_{11i}} + \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \right) + \left( \frac{1}{p_{11i}} + \frac{1}{p_{10i}} + \frac{1}{p_{01i}} + \frac{1}{p_{00i}} \right)^{-1} \right\} \quad (4.10)
\end{aligned}$$

Nilai standar deviasi dari estimasi untuk  $\beta$  dapat diketahui dari matriks varians kovarians. Matriks varians kovarians adalah suatu matriks yang elemen-elemennya merupakan nilai varians kovarians dari estimator. Nilai varians kovarians tersebut diperoleh dari ekspektasi turunan kedua fungsi log-natural likelihood yang dimaksimumkan kemudian disamadengankan dengan nol. Turunan kedua fungsi log-natural likelihood terhadap parameter  $\beta$  sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{(\partial \beta)(\partial \beta^T)} &= \sum_{i=1}^n \left\{ \left( -\frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta^T} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta} + \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial^2 p_{11i}}{\partial \beta \partial \beta^T} \right) + \left( -\frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta^T} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial^2 p_{10i}}{\partial \beta \partial \beta^T} \right) + \right. \\
&\left. \left( -\frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta^T} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta} + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial^2 p_{01i}}{\partial \beta \partial \beta^T} \right) + \left( -\frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta^T} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta} + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial^2 p_{00i}}{\partial \beta \partial \beta^T} \right) \right\} \\
&= \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_{11i}}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta^T} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta} + \frac{y_{10i}}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta^T} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta} + \frac{y_{01i}}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta^T} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta} + \frac{y_{00i}}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta^T} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta} \right\}
\end{aligned}$$

### 1. Turunan kedua fungsi log-natural likelihood terhadap $\beta_1$

$$\begin{aligned}
E \left( \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_{11} \partial \beta_{11}} \right) &= - \sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{11}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{11}} + \frac{1}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{11}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{11}} + \frac{1}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{11}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{11}} + \frac{1}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{11}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{11}} \right) \\
&= - \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \left( \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{11}} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{11}} \right)^2 + \frac{1}{p_{10i}} \left( \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{11}} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{11}} \right)^2 + \frac{1}{p_{01i}} \left( \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{11}} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{11}} \right)^2 + \frac{1}{p_{00i}} \left( \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{11}} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{11}} \right)^2 \right\}
\end{aligned}$$





$$\begin{aligned}
&= -\sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \left( \frac{\partial p_{11i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{12}} \right)^2 + \frac{1}{p_{10i}} \left( \frac{\partial p_{10i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{12}} \right)^2 + \frac{1}{p_{01i}} \left( \frac{\partial p_{01i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{12}} \right)^2 + \frac{1}{p_{00i}} \left( \frac{\partial p_{00i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{12}} \right)^2 \right\} \\
&= -\sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \left( \frac{p_{11i} p_{01i}}{P_i \Delta_i} x_1 \right)^2 + \frac{1}{p_{10i}} \left( \frac{p_{10i} p_{00i}}{(1-P_i) \Delta_i} x_1 \right)^2 + \frac{1}{p_{01i}} \left( -\frac{p_{11i} p_{01i}}{P_i \Delta_i} x_1 \right)^2 + \frac{1}{p_{00i}} \left( \frac{p_{10i} p_{00i}}{(1-P_i) \Delta_i} x_1 \right)^2 \right\} \\
&\vdots \\
E \left( \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_{k1} \partial \beta_{k2}} \right) &= -\sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{k1}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{k2}} + \frac{1}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{k1}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{k2}} + \frac{1}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{k1}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{k2}} + \frac{1}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{k1}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{k2}} \right\} \\
&= -\sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \left( \frac{\partial p_{11i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{k2}} \right)^2 + \frac{1}{p_{10i}} \left( \frac{\partial p_{10i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{k2}} \right)^2 + \frac{1}{p_{01i}} \left( \frac{\partial p_{01i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{k2}} \right)^2 + \frac{1}{p_{00i}} \left( \frac{\partial p_{00i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{k2}} \right)^2 \right\} \\
&= -\sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \left( \frac{p_{11i} p_{01i}}{P_i \Delta_i} x_1 \right)^2 + \frac{1}{p_{10i}} \left( \frac{p_{10i} p_{00i}}{(1-P_i) \Delta_i} x_1 \right)^2 + \frac{1}{p_{01i}} \left( -\frac{p_{11i} p_{01i}}{P_i \Delta_i} x_1 \right)^2 + \frac{1}{p_{00i}} \left( \frac{p_{10i} p_{00i}}{(1-P_i) \Delta_i} x_1 \right)^2 \right\} \\
&\vdots \\
E \left( \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_{k2} \partial \beta_{k1}} \right) &= -\sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{k2}} \frac{\partial p_{11i}}{\partial \beta_{k1}} + \frac{1}{p_{10i}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{k2}} \frac{\partial p_{10i}}{\partial \beta_{k1}} + \frac{1}{p_{01i}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{k2}} \frac{\partial p_{01i}}{\partial \beta_{k1}} + \frac{1}{p_{00i}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{k2}} \frac{\partial p_{00i}}{\partial \beta_{k1}} \right\} \\
&= -\sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \left( \frac{\partial p_{11i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{k1}} \right) \left( \frac{\partial p_{11i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{k2}} \right) + \frac{1}{p_{10i}} \left( \frac{\partial p_{10i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{k1}} \right) \left( \frac{\partial p_{10i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{k2}} \right) + \frac{1}{p_{01i}} \left( \frac{\partial p_{01i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{k1}} \right) \left( \frac{\partial p_{01i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{k2}} \right) + \frac{1}{p_{00i}} \left( \frac{\partial p_{00i}}{\partial \eta_1} \frac{\partial \eta_1}{\partial \beta_{k1}} \right) \left( \frac{\partial p_{00i}}{\partial \eta_2} \frac{\partial \eta_2}{\partial \beta_{k2}} \right) \right\} \\
&= -\sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \left( \frac{p_{11i} p_{01i}}{P_i \Delta_i} x_k \right) \left( \frac{p_{11i} p_{10i}}{P_i \Delta_i} \right) + \frac{1}{p_{00i}} \left( \frac{p_{10i} p_{00i}}{(1-P_i) \Delta_i} x_k \right) \left( \frac{p_{11i} p_{10i}}{P_i \Delta_i} \right) + \right. \\
&\quad \left. \left( \frac{p_{01i} p_{00i}}{(1-P_i) \Delta_i} x_k \right) + \frac{1}{p_{00i}} \left( -\frac{p_{10i} p_{00i}}{(1-P_i) \Delta_i} x_k \right) \left( -\frac{p_{01i} p_{00i}}{(1-P_i) \Delta_i} x_k \right) \right\}
\end{aligned}$$

Turunan kedua fungsi log-natural likelihood terhadap  $\beta_1 \theta$  dan  $\beta_2 \theta$  atau sebaliknya adalah sama dengan nol. Hal ini disebabkan  $\beta_1$  dan  $\beta_2$  saling orthogonal terhadap  $\theta$ .

#### 4. Turunan kedua fungsi log-natural likelihood terhadap $\theta$

$$\begin{aligned}
 E\left(\frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{(\partial \theta)^2}\right) &= -\sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{p_{11i}} \left(\frac{\partial p_{11i}}{\partial \theta}\right)^2 + \frac{1}{p_{10i}} \left(\frac{\partial p_{10i}}{\partial \theta}\right)^2 + \frac{1}{p_{01i}} \left(\frac{\partial p_{01i}}{\partial \theta}\right)^2 + \frac{1}{p_{00i}} \left(\frac{\partial p_{00i}}{\partial \theta}\right)^2 \right\} \\
 &= \sum_{i=1}^n \left\{ \left( \frac{1}{p_{11i}} \left( \frac{1}{p_{11i}} + \frac{1}{p_{01i}} + \frac{1}{p_{01i}} + \frac{1}{p_{00i}} \right)^{-2} (1) \right) + \left( \frac{1}{p_{10i}} \left( \frac{1}{p_{11i}} + \frac{1}{p_{10i}} + \frac{1}{p_{01i}} + \frac{1}{p_{00i}} \right)^{-2} (1) \right) + \right. \\
 &\quad \left. \left( \frac{1}{p_{00i}} \left( \frac{1}{p_{11i}} + \frac{1}{p_{10i}} + \frac{1}{p_{01i}} + \frac{1}{p_{00i}} \right)^{-2} (1) \right) + \left( \frac{1}{p_{00i}} \left( \frac{1}{p_{11i}} + \frac{1}{p_{10i}} + \frac{1}{p_{01i}} + \frac{1}{p_{00i}} \right)^{-2} (1) \right) \right\} \\
 &= \sum_{i=1}^n \left\{ \left( \frac{1}{p_{11i}} + \frac{1}{p_{10i}} + \frac{1}{p_{01i}} + \frac{1}{p_{00i}} \right) \left( \frac{1}{p_{11i}} + \frac{1}{p_{10i}} + \frac{1}{p_{01i}} + \frac{1}{p_{00i}} \right)^{-2} \right\}
 \end{aligned}$$

Keseluruhan dari turunan pertama fungsi log-natural likelihood terhadap parameter  $\boldsymbol{\beta}=(\boldsymbol{\beta}_1, \boldsymbol{\beta}_2, \theta)$  didapatkan dengan menjumlahkan persamaan (4.4) sampai dengan persamaan (4.10). Estimasi untuk  $\boldsymbol{\beta}$  tidak dapat diperoleh secara langsung karena dihasilkan fungsinya berbentuk implisit sehingga diperlukan metode iterasi. Pada penelitian ini untuk mendapatkan estimasi untuk  $\boldsymbol{\beta}$  dari fungsi yang berbentuk implisit digunakan metode iterasi Newton-Raphson.

Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan estimasi untuk  $\boldsymbol{\beta}$  dengan metode iterasi Newton-Raphson adalah diawali dengan mencari

$$\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}), \text{ dimana } \mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}) = \left[ \left( \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}_1} \right)^T \left( \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}_2} \right)^T \left( \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \theta} \right)^T \right] \text{ kemudian } \mathbf{g}(\boldsymbol{\beta})$$

dapat diuraikan menurut deret Taylor pada  $(\boldsymbol{\beta}) = (\boldsymbol{\beta}_{(1)})$  sebagai berikut:

$$\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}) = \mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}_{(t)}) \Big|_{\boldsymbol{\beta}=\boldsymbol{\beta}_{(t)}} + \frac{1}{1!} \left( \frac{\partial \mathbf{g}(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}} \Big|_{\boldsymbol{\beta}=\boldsymbol{\beta}_{(t)}} (\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}_{(t)}) \right) + \frac{1}{2!} \left( (\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}_{(t)})^T \frac{\partial^2 \mathbf{g}(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta} \partial \boldsymbol{\beta}^T} \Big|_{\boldsymbol{\beta}=\boldsymbol{\beta}_{(t)}} (\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}_{(t)}) \right) + \dots$$

dimana:

$\frac{\partial^2 g(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta} \partial \boldsymbol{\beta}^T} \Big|_{\boldsymbol{\beta}=\boldsymbol{\beta}_{(t)}} = \mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}_{(t)})$ , dengan  $\mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}_{(t)})$  adalah matriks Hess diperoleh dari:

$$\mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}) = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}_1 \partial \boldsymbol{\beta}_1^T} & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}_1 \partial \boldsymbol{\beta}_2^T} & 0 \\ \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}_2 \partial \boldsymbol{\beta}_1^T} & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}_2 \partial \boldsymbol{\beta}_2^T} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{(\partial \theta)^2} \end{bmatrix}$$

maka persamaan  $g(\boldsymbol{\beta})$  diatas dapat ditulis menjadi:

$$g(\boldsymbol{\beta}) = g(\boldsymbol{\beta}_{(t)}) + \left( g_{(t)}(\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}_{(t)}) \right) + \frac{1}{2} \left( (\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}_{(t)})^T \mathbf{H}_{(t)}(\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}_{(t)}) \right) + \dots$$

jika diambil hanya sampai order kedua maka didapatkan:

$$g(\boldsymbol{\beta}) = g(\boldsymbol{\beta}_{(t)}) + \left( g(\boldsymbol{\beta}_{(t)}) (\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}_{(t)}) \right) + \frac{1}{2} \left( (\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}_{(t)})^T H(\boldsymbol{\beta}_{(t)}) (\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}_{(t)}) \right) \quad (4.11)$$

Untuk memaksimalkan fungsi dari  $(\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}_{(t)})$  maka persamaan (4.8) diturunkan

terhadap  $(\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}_{(t)})$  kemudian disama dengankan nol, sehingga didapatkan:

$$0 = 0 + \mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}_{(t)}) + \mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}_{(t)}) (\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}_{(t)})$$

$$\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}_{(t)}) + \mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}_{(t)}) (\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}_{(t)}) = 0$$

Apabila  $(\boldsymbol{\beta}_{(t)})$  adalah solusi dari  $\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta})$ , maka  $\boldsymbol{\beta}_{(t+1)}$  adalah penyelesaian dari

$\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}_{(t)})$  maka didapatkan

$$\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}_{(t)}) + \mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}_{(t)})(\boldsymbol{\beta}_{(t+1)} - \boldsymbol{\beta}_{(t)}) = 0$$

$$-\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}_{(t)}) = \mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}_{(t)})(\boldsymbol{\beta}_{(t+1)} - \boldsymbol{\beta}_{(t)})$$

$$(\boldsymbol{\beta}_{(t+1)} - \boldsymbol{\beta}_{(t)}) = -\mathbf{H}^{-1}(\boldsymbol{\beta}_{(t)})\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}_{(t)})$$

$$\boldsymbol{\beta}_{(t+1)} = \boldsymbol{\beta}_{(t)} - \mathbf{H}^{-1}(\boldsymbol{\beta}_{(t)})\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}_{(t)}), \quad t = 0, 1, 2, \dots, \infty \quad (4.12)$$

Proses iterasi pada (4.9) berhenti jika:

$$\left| (\boldsymbol{\beta}_{(t+1)}) - (\boldsymbol{\beta}_{(t)}) \right| < \delta$$

dengan  $\left| (\boldsymbol{\beta}_{(t+1)}) - (\boldsymbol{\beta}_{(t)}) \right| = \left| (\boldsymbol{\beta}_{(t+1)}) - (\boldsymbol{\beta}_{(t)}) \right|_2 = \sqrt{(\boldsymbol{\beta}_{(t+1)} - \boldsymbol{\beta}_{(t)})^T (\boldsymbol{\beta}_{(t+1)} - \boldsymbol{\beta}_{(t)})}$  dan  $\delta$

adalah bilangan yang kecil sekali atau iterasi berhenti jika  $t = T$ , dengan  $T$  adalah ditentukan atau ditetapkan oleh peneliti.

## 4.2 Uji Hipotesis Model Regresi Logistik Biner Bivariat

Untuk menguji kelayakan model yang diperoleh dari estimasi parameter, dilakukan pengujian parameter model regresi logistik biner bivariat. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah peubah bebas yang terdapat dalam model berpengaruh nyata atau tidak. Berikut ini dilakukan pengujian parameter model secara serentak menggunakan metode *Likelihood Ratio Test* (LRT) dengan hipotesis ujian adalah:

$$H_0 : \beta_{11} = \beta_{12} = \dots = \beta_{k1} = \beta_{21} = \dots = \beta_{k2} = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_{rs} \neq 0$$

dengan  $r = 1, \dots, k$  dan  $s = 1, 2$

Himpunan parameter dibawah populasi ( $\Omega$ ):

$$\Omega = \{\beta_{01}, \beta_{11}, \dots, \beta_{k1}, \beta_{02}, \beta_{12}, \dots, \beta_{k2}, \gamma_o, \gamma_1\}$$

Himpunan parameter dibawah  $H_0(\omega)$ :

$$\omega = \{\gamma_o, \beta_{01}, \beta_{02}\}$$

Fungsi likelihood dibawah populasi ( $L(\Omega)$ ):

$$\begin{aligned} L(\Omega) &= \prod_{i=1}^n f(y_i; \beta) \\ &= \prod_{i=1}^n f\left\{p_{11i}^{y_{11i}} p_{10i}^{y_{10i}} p_{01i}^{y_{01i}} p_{00i}^{y_{00i}}\right\} \end{aligned}$$

Fungsi likelihood jika  $H_0$  benar ( $L(\omega)$ ):

$$\begin{aligned} L(\omega) &= \prod_{i=1}^n f(y_i; \beta_{01}, \beta_{02}) \\ &= \prod_{i=1}^n f\left\{\left(\frac{n_{11i}}{n}\right)^{y_{11i}} \left(\frac{n_{10i}}{n}\right)^{y_{10i}} \left(\frac{n_{01i}}{n}\right)^{y_{01i}} \left(\frac{n_{00i}}{n}\right)^{y_{00i}}\right\} \end{aligned}$$

dimana:

$n_{11i}$  = Jumlah pengamatan i yang masuk pada kategori (1,1)

$n_{10i}$  = Jumlah pengamatan i yang masuk pada kategori (1,0)

$n_{01i}$  = Jumlah pengamatan i yang masuk pada kategori (0,1)

$n_{00i}$  = Jumlah pengamatan i yang masuk pada kategori (0,0)

$n$  = Total pengamatan.

$$L(\hat{\Omega}) = \max_{\Omega} L(\Omega)$$

$$= \prod_{i=1}^n \left\{p_{11i}^{y_{11i}} p_{10i}^{y_{10i}} p_{01i}^{y_{01i}} p_{00i}^{y_{00i}}\right\}$$

Hasil dari  $L(\hat{\Omega})$  didapatkan dengan menjumlahkan seluruh persamaan (4.4)

sampai dengan (4.10).

$$L(\hat{\omega}) = \max_{\omega} L(\omega)$$

$$= \prod_{i=1}^n f \left\{ \left( \frac{n_{11i}}{n} \right)^{y_{11i}} \left( \frac{n_{10i}}{n} \right)^{y_{10i}} \left( \frac{n_{01i}}{n} \right)^{y_{01i}} \left( \frac{n_{00i}}{n} \right)^{y_{00i}} \right\}$$

$$\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} = \frac{\prod_{i=1}^n \left\{ \left( \frac{n_{11i}}{n} \right)^{y_{11i}} \left( \frac{n_{10i}}{n} \right)^{y_{10i}} \left( \frac{n_{01i}}{n} \right)^{y_{01i}} \left( \frac{n_{00i}}{n} \right)^{y_{00i}} \right\}}{\prod_{i=1}^n \left\{ p_{11i}^{y_{11i}} p_{10i}^{y_{10i}} p_{01i}^{y_{01i}} p_{00i}^{y_{00i}} \right\}}$$

Tolak  $H_0$  jika  $\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} < \mu_0 < 1$ , dimana  $0 < \mu_0 < 1$

$$G = -2 \ln \left[ \frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right] = 2 \ln L(\hat{\Omega}) - 2 \ln L(\hat{\omega})$$

(4.13)

$$= 2 \left\{ \sum_{i=1}^n \left[ y_{11i} \ln p_{11i} + y_{10i} \ln p_{10i} + y_{01i} \ln p_{01i} + y_{00i} \ln p_{00i} \right] \right\} -$$

$$2 \sum_{i=1}^n \left\{ \left[ n_{11i} \ln(n_{11i}) + n_{10i} \ln(n_{10i}) + n_{01i} \ln(n_{01i}) + n_{00i} \ln(n_{00i}) - n \ln(n) \right] \right\}$$

Keputusan untuk menolak  $H_0$  jika  $G_{hitung} > \chi_{\alpha, \nu}^2$ , dimana  $\nu$  adalah banyaknya parameter model dibawah populasi dikurangi banyak parameter model dibawah  $H_0$  kemudian  $\chi_{\alpha, \nu}^2$  dapat diperoleh pada tabel khi kuadrat.

McCullagh dan Nelder (1989) menyebutkan bahwa statistik G dalam persamaan (4.13) adalah statistik *Deviance*. Prinsipnya sama yaitu membandingkan nilai maksimum likelihood antar model yang lengkap dengan model regresi yang sedang dianalisis.

Pengujian koefisien regresi logistik biner bivariat secara serentak menggunakan uji wald. Pada uji wald penaksiran  $\beta_{rs}$  yang diperoleh melalui metode maksimum likelihood akan dibandingkan dengan simpangan baku dari penaksir  $\beta_{rs}$ . Uji wald menggunakan statistik uji sebagai berikut:

$$Z = \frac{\beta_{rs}}{SE(\hat{\beta}_{rs})}$$

(4.14)

Distribusi dari (4.11) adalah berdistribusi normal standar. Kriteria pengujian adalah tolak  $H_0$  bila  $Z < -Z_{\alpha/2}$  atau  $Z > Z_{\alpha/2}$ , dimana nilai  $Z_{\alpha/2}$  dapat diperoleh pada tabel normal standar.

Kriteria pengambilan keputusan untuk pengujian hipotesis diatas, dapat juga digunakan nilai probabilitas *P- Value*, yaitu tolak  $H_0$  bila  $P[|Z| > W] < \alpha$ .

### 4.3 Deskripsi Data Hasil Survei

Responden dalam survei ini adalah masyarakat yang dapat memilih moda transportasi laut kapal ferry dan speedboat guna keperluan perjalanan penyeberangan Ternate-Sofifi. Distribusi pengguna kedua moda dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4. 1** Distribusi responden pengguna moda transportasi laut kapal ferry dan speedboat

No	Moda	Rute	Jumlah Responden
1	Kapal Ferry	Ternate - Sofifi	128
2	Speedboat	Ternate - Sofifi	90
Total			218

Sumber: Hasil penelitian

Berlatar belakang kondisi karakteristik sosial ekonomi, karakteristik perjalanan responden pengguna moda dijabarkan dengan penggolongan sebagai berikut :

### 4.3.1 Karakteristik Sosial Ekonomi

#### 1. Jenis Kelamin

**Tabel 4.2** Distribusi responden pengguna moda transportasi laut kapal ferry dan speedboat berdasarkan jenis kelamin

NO	Jenis Kelamin	Moda			
		Kapal Ferry		Speedboat	
		Jumlah	%	Jumlah	%
1	Laki-laki	85	66,41	69	76,67
2	Perempuan	43	33,59	21	23,33
Total		128	100	90	100

Sumber: Hasil penelitian

Berdasarkan Tabel 5.2, jenis kelamin responden pengguna moda transportasi laut kapal ferry, laki-laki sebesar (66,41%) dan perempuan sebesar (33,59%). Untuk pengguna moda transportasi laut speedboat, laki-laki sebesar (76,67%) dan perempuan sebesar (23,33%).

#### 2. Usia

**Tabel 4.3** Distribusi responden pengguna moda transportasi laut kapal ferry dan speedboat berdasarkan usia

No	Usia (Tahun)	Moda			
		Kapal Ferry		Speedboat	
		Jumlah	%	Jumlah	%
1	17 - 30	64	50	41	45,56
2	30 – 45	53	41,41	34	37,78
3	>45	11	8,59	15	16,67
Total		128	100	90	100

Sumber: Hasil penelitian

Distribusi sebaran usia responden seperti terlihat pada Tabel 4.3, menunjukkan pola distribusi antara moda transportasi laut kapal ferry dan speedboat didominasi oleh pengguna dengan rentang usia 17 s/d 30 dengan prosentase sebesar (50%) untuk kapal ferry dan (45,56%) untuk speedboat.



### 3. Jenjang Pendidikan

**Tabel 4.4** Distribusi responden pengguna moda transportasi laut kapal ferry dan speedboat berdasarkan jenjang pendidikan

No	Pendidikan	Moda			
		Kapal Ferry		Speedboat	
		Jumlah	%	Jumlah	%
1	SD/SMP	5	3,91	2	2,22
2	SMA	50	39,06	39	43,33
3	D3/S1	62	48,44	46	51,11
4	S2/S3	11	8,59	3	3,33
<b>Total</b>		128	100	90	100

Sumber: Hasil penelitian

Distribusi berdasarkan jenjang pendidikan responden pada Tabel 4.4, menunjukkan pola distribusi yang berbeda antara moda transportasi laut kapal ferry dan speedboat. Proporsi terbesar didominasi oleh responden pengguna moda transportasi laut speedboat dengan jenjang pendidikan D3/S1 sebesar (51,11%) dan (48,44%) pada moda transportasi laut kapal ferry.

### 4. Pekerjaan

**Tabel 4.5** Distribusi responden pengguna moda transportasi laut kapal ferry dan speedboat berdasarkan pekerjaan

No	Pekerjaan	Moda			
		Kapal Ferry		Speedboat	
		Jumlah	%	Jumlah	%
1	PNS	54	42,19	35	38,89
2	TNI/ABRI	17	13,28	3	3,33
3	Swasta	9	7,03	8	8,89
4	Pelajar/Mahasiswa	31	24,22	3	32,22
5	Wiraswasta	11	8,59	7	7,78
6	Lainnya	6	4,69	8	8,89
<b>Total</b>		128	100	90	100

Sumber: Hasil penelitian

Distribusi berdasarkan sebaran pekerjaan responden pada Tabel 4.5, menunjukkan pola distribusi yang berbeda antara moda transportasi laut kapal ferry dan speedboat didominasi oleh pengguna yang bekerja sebagai PNS dengan prosentase sebesar (42,19%) untuk kapal ferry dan (38,89%) untuk speedboat.

## 5. Rata-rata Pendapatan Perbulan

**Tabel 4.6** Distribusi responden pengguna moda transportasi laut kapal ferry dan speedboat berdasarkan rata-rata pendapatan perbulan

No	Rata-rata pendapatan perbulan	Moda			
		Kapal Ferry		Speedboat	
		Jumlah	%	Jumlah	%
1	< 1 Juta	11	8,59	7	7,78
2	1 - 3 Juta	53	41,41	51	56,67
3	> 3 Juta	64	50,00	32	35,56
	Total	128	100	90	100

Sumber: Hasil penelitian

Distribusi berdasarkan sebaran pendapatan perbulan responden pada Tabel 4.6, menunjukkan pola distribusi yang berbeda antara moda transportasi laut kapal ferry dan speedboat didominasi oleh pengguna yang berpendapatan perbulan > 3 juta dengan prosentase sebesar (50,00%) untuk kapal ferry dan berpendapatan perbulan 1-3 juta (56,67%) untuk speedboat.

## 6. Biaya Transportasi Perbulan

**Tabel 4.7** Distribusi responden pengguna moda transportasi laut kapal ferry dan speedboat berdasarkan biaya transportasi perbulan

No	Biaya transportasi perbulan	Moda			
		Kapal Ferry		Speedboat	
		Jumlah	%	Jumlah	%
1	< 100 Ribu	38	29,69	12	13,33
2	100 - 300 Ribu	67	52,34	19	21,11
3	> 300 Ribu	23	17,97	59	65,56
	Total	128	128	100	90

Sumber: Hasil penelitian

Distribusi berdasarkan sebaran biaya transportasi perbulan responden pada Tabel 4.7, menunjukkan pola distribusi yang berbeda antara moda transportasi laut kapal ferry dan speedboat didominasi oleh pengguna dengan biaya transportasi sebesar (53,34%) untuk kapal ferry dan (65,56%) untuk speedboat.

#### 4.3.2 Karakteristik Perjalanan

##### 1. Maksud Perjalanan

**Tabel 4.8** Distribusi responden pengguna moda transportasi laut kapal ferry dan speedboat berdasarkan maksud perjalanan

No	Pekerjaan	Moda			
		Kapal Ferry		Speedboat	
		Jumlah	%	Jumlah	%
1	Dinas	36	28,13	21	23,33
2	Dagang	24	18,75	8	8,89
3	Bisnis	17	13,28	5	5,56
4	Rekreasi	8	6,25	10	11,11
5	Kuliah/Sekolah	34	26,56	40	44,44
6	Urusan Keluarga	9	7,03	6	6,67
<b>Total</b>		128	100	90	100

Sumber: Hasil penelitian

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat disimpulkan bahwa presentase terbesar untuk moda transportasi laut kapal ferry sebesar (28,13%) untuk maksud perjalanan dinas, dan presentase terbesar untuk moda transportasi laut speedboat sebesar (44,44%) untuk maksud perjalanan kuliah/sekolah.

## 2. Jumlah Perjalanan Per minggu

**Tabel 4.9** Distribusi responden pengguna moda transportasi laut kapal ferry dan speedboat berdasarkan jumlah perjalanan per minggu

No	Perjalanan Per minggu	Moda			
		Kapal Ferry		Speedboat	
		Jumlah	%	Jumlah	%
1	1 Kali	11	8,59	17	18,89
2	2 Kali	33	25,78	9	10,00
3	3 Kali	8	6,25	2	2,22
4	4 Kali	20	15,63	23	25,56
5	Tidak tentu	56	43,75	39	43,33
Total		128	100	90	100

Sumber: Hasil penelitian

Distribusi berdasarkan sebaran perjalanan penumpang pada Tabel 4.7, didominasi oleh responden yang melakukan perjalanan per minggu tidak tentu dengan prosentase sebesar (43,75%) untuk kapal ferry dan (43,33%) untuk speedboat.

## 3. Biaya Perjalanan

**Tabel 4.10** Distribusi responden pengguna moda transportasi laut kapal ferry dan speedboat berdasarkan biaya perjalanan perhari

No	Biaya Perjalanan	Moda			
		Kapal Ferry		Speedboat	
		Jumlah	%	Jumlah	%
1	< 50.000	98	76,56	2	2,22
2	50.000 – 100.000	24	18,75	65	72,22
3	< 100.000	6	4,69	23	25,56
Total		128	100	90	100

Sumber: Hasil penelitian

Distribusi berdasarkan sebaran biaya perjalanan penumpang pada Tabel 4.8, didominasi oleh responden yang melakukan perjalanan dengan biaya perjalanan kurang dari (Rp 50.000) presentase sebesar (76,56%) untuk kapal ferry. Sedangkan untuk biaya perjalanan (Rp 50.000) sampai dengan Rp 100.000 didominasi oleh pengguna moda transportasi laut speedboat presentase sebesar (72,22%).

#### 4. Alasan Memilih Transportasi

**Tabel 4.11** Distribusi responden pengguna moda transportasi laut kapal ferry dan speedboat berdasarkan alasan memilih transportasi

No	Memilih Transportasi	Moda			
		Kapal Ferry		Speedboat	
		Jumlah	%	Jumlah	%
1	Biaya Murah	75	58,59	5	5,56
2	Waktu Tunggu	13	10,16	7	7,78
3	Pelayanan	4	3,13	4	4,44
4	Waktu Tempuh	15	11,72	48	53,33
5	Praktis	19	14,84	23	25,56
6	Lainnya	2	1,56	3	3,33
	Total	128	100	90	100

Sumber: Hasil penelitian

Setiap perjalanan yang dilakukan oleh responden dapat dipastikan mempunyai alasan untuk memilih transportasi. Berdasarkan Tabel 5.9, bahwa presentase terbesar untuk alasan biaya perjalanan yang murah terdapat pada moda transportasi laut kapal ferry sebesar (58,59%) dan presentase terbesar untuk alasan perjalanan dengan waktu tempuh terdapat pada moda transportasi laut speedboat sebesar (53,33%).

#### 4.4 Uji Korelasi Antara Variabel Respon

Pada penelitian ini, unit observasi dilakukan di Kota Ternate yang di Propinsi Maluku Utara pada tahun 2015. Sebelum melakukan regresi bivariat, terlebih dahulu dilakukan uji korelasi dimana untuk mengetahui hubungan antara variabel respon dengan menggunakan Uji Barlett Sphericity (Morrison, 2005). Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$H_0$  : antar variabel respon bersifat independent atau  $R = \mathbf{I}$

$H_1$  : antar variabel respon bersifat dependent atau  $R \neq \mathbf{I}$

Diperoleh nilai  $\chi^2_{hitung}$  sebesar 10,331 dan p-value 0,000, dimana  $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{3;0,05}$

yaitu  $566,861 > 7,815$  dan p-value  $< \alpha$  yaitu  $0,000 < 0,05$  maka dapat

disimpulkan bahwa terdapat korelasi antara variabel respon dan layak dilakukan analisis regresi bivariat.

#### 4.5 Uji Multikolinieritas

Uji multikolinieritas digunakan untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antar variabel bebas (independen). Apabila nilai *Variance Inflation Factors* (VIF) pada setiap variabel bebas (independen) lebih dari 10 maka variabel tersebut terjadi multikolinieritas. Hasil uji multikolinieritas ((VIF) dapat dilihat pada Tabel 4.12 Uji Multikolinieritas Variabel Prediktor.

**Tabel 4.12** Uji multikolinieritas variabel bebas (independen)

Variabel	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
VIF	1,009	1,031	1,011	1,000	1,025

Sumber: Hasil penelitian

Berdasarkan Tabel 4.12 dapat disimpulkan bahwa variabel yang digunakan dalam pemodelan adalah  $X_1$ - $X_5$

#### 4.6 Analisis Regresi Logistik Biner Bivariat

Analisis regresi logistik biner bivariat dilakukan dengan memodelkan masing-masing variabel bebas (Harga tiket, waktu tempuh, jumlah keberangkatan, perjalanan perbuln) dengan variabel respon kapal ferry dan speedboat. Analisis regresi logistik biner bivariat bertujuan mengetahui peranan masing-masing variabel bebas (independen) terhadap kapal ferry dan speedboat. Pengujian signifikansi masing-masing peubah bebas dalam analisis regresi logistik biner bivariat secara parsial ini menggunakan uji rasio likelihood.

Menurut Hosmer dan Lemeshow (1989), untuk kasus dengan derajat bebas lebih dari satu, pengujian signifikansi variabel bebas (independen) secara parsial menggunakan uji rasio likelihood Ratio Test (LRT) mengikuti sebaran Chi-Square dengan derajat bebas  $v$ , yaitu banyaknya parameter dalam model. Hasil

analisis data diperoleh nilai estimasi parameter logistik biner bivariat menggunakan metode maksimum likelihood, dimana fungsi log-natural likelihoodnya dimaksimumkan. Hasil analisis regresi logistik biner bivariat dilihat pada Tabel 4.13

**Tabel 4.13** Hasil Pengujian Regresi Logistik Biner Bivariat

Variabel	Parameter	Koefisien	Standar Error	Z
Harga Tiket	$\beta_{01}$	0,2478	0,1727	1,435
	$\beta_{02}$	-0,3362	0,1738	-1,934
	$\gamma_0$	-24,0707	1006,0169	-0,024
	$\beta_{11}$	-0,3272	1,1533	-0,284
	$\beta_{12}$	0,2229	1,1533	0,193
	$\gamma_1$	5,2439	1193,607	0,004
Log-likelihood = -159,19				
Likelihood Ratio Test (G) = -160,93, df = 3, P-value = 0,5526				

Sumber: Hasil penelitian

Variabel	Parameter	Koefisien	Standar Error	Z
Waktu Tempuh	$\beta_{01}$	0,2119	0,1677	0,206
	$\beta_{02}$	-0,2702	0,1683	0,108
	$\gamma_0$	-23,0597	1254,0227	0,985
	$\beta_{11}$	-0,4753	0,3311	0,151
	$\beta_{12}$	0,4730	0,3332	0,156
	$\gamma_1$	0,2619	2552,3401	1,000
Log-likelihood = -149,88				
Likelihood Ratio Test (G) = 15,493 df = 3 P-value = 0,5526				

Sumber: Hasil penelitian

Variabel	Parameter	Koefisien	Standar Error	Z
Jumlah trip	$\beta_{01}$	0,1634	0,5678	0,774
	$\beta_{02}$	-0,1633	0,5678	0,774
	$\gamma_0$	-28,5512	312,1382	0,927
	$\beta_{11}$	-0,2532	0,4209	0,548
	$\beta_{12}$	0,3301	0,4237	0,436
	$\gamma_1$	-2,1327	2614,7459	0,999
Log-likelihood = -159,92				
Likelihood Ratio Test (G) = -170,93    df = 3    P-value = 0,5689				

Sumber: Hasil penelitian

Variabel	Parameter	Koefisien	Standar Error	Z
Perjalan perbulan	$\beta_{01}$	0,1502	0,4745	0,752
	$\beta_{02}$	-0,2195	0,4762	0,645
	$\gamma_0$	-26,7327	9628,1325	0,998
	$\beta_{11}$	-0,3148	0,7102	0,658
	$\beta_{12}$	0,2953	0,7137	0,679
	$\gamma_1$	0,5010	10292,0190	1,000
Log-likelihood = -140,72				
Likelihood Ratio Test (G) = -164,93    df = 3    P-value = 0,4879				

Sumber: Hasil penelitian

Variabel	Parameter	Koefisien	Standar Error	Z
Biaya perjalanan perbulan	$\beta_{01}$	0,5711	0,2951	0,0530
	$\beta_{02}$	-0,6686	0,2967	0,0243
	$\gamma_0$	-18,7353	309,5614	0,9517
	$\beta_{11}$	0,2440	0,3934	0,5350
	$\beta_{12}$	-0,2884	0,3937	0,4639
	$\gamma_1$	4,4625	212,0018	0,9832
Log-likelihood = -127,46				
Likelihood Ratio Test (G) = -145,93    df = 3    P-value = 0,402				

Sumber: Hasil penelitian

Berdasarkan Tabel 4.13, dengan menggunakan uji rasio likelihood didapatkan bahwa untuk variabel bebas harga tiket tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel respon Kapal ferry dan Speedboat. Hal ini ditunjukkan oleh



nilai hitung uji rasio (G) yaitu,  $-160,93 < \chi^2_{0,05}$  tabel sebesar 7,815 dengan derajat bebas 3. Terjadi juga pada variabel bebas jumlah keberangkatan dengan nilai hitung uji rasio likelihood (G) yaitu  $-170,93 < \chi^2_{0,05}$  tabel sebesar 7,815 dengan derajat bebas 3, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa variabel bebas jumlah keberangkatan tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel respon nilai kapal ferry dan speedboat. Untuk variabel bebas perjalan perbulan, nilai hitung uji rasio likelihood (G) yaitu  $-164,93 < \chi^2_{0,05}$  tabel sebesar 7,815 dengan derajat bebas 3, sehingga diputuskan variabel bebas perjalan perbulan tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai variabel respon kapal ferry dan speedboat. Sedangkan nilai hitung uji rasio likelihood (G) untuk variabel bebas waktu tempuh sebesar  $15,493 > \chi^2_{0,05}$  tabel sebesar 7,815, maka diputuskan bahwa variabel bebas waktu tempuh berpengaruh signifikan terhadap nilai variabel respon kapal ferry dan speedboat.

Hasil analisis regresi logistik biner bivariat pada Tabel 4.13, menunjukkan bahwa dari empat variabel yaitu harga tiket, waktu tempuh, jumlah trip, rata-rata perjalanan perbulan dan rata-rata biaya perbulan, berdasarkan nilai hitung uji rasio likelihood (G) hanya satu variabel bebas yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon kapal ferry dan speedboat. Variabel tersebut adalah waktu tempuh.

Berdasarkan hasil analisis Tabel 4.13, didapatkan model regresi logistik biner bivariat yang terbentuk sebagai berikut:

Model logit 1 yang terbentuk yaitu:

$$\begin{aligned}\ln\left(\frac{\hat{p}_1}{1-p_1}\right) &= \beta_{01} + \beta_{11}x_2 \\ &= 0,2119 - 0,4753x_2\end{aligned}$$

Model logit 2 yang terbentuk sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\ln\left(\frac{\hat{p}_2}{1-p_2}\right) &= \beta_{02} + \beta_{12}x_2 \\ &= -0,2702 + 0,4730x_2\end{aligned}$$

Model transformasi rasio kecenderungan (odds rasio) yang terbentuk sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\ln\left(\frac{\hat{p}_{11}\hat{p}_{00}}{\hat{p}_{10}\hat{p}_{01}}\right) &= \gamma_0 + \gamma_1x_2 \\ &= -23,0597 + 0,2169x_2\end{aligned}$$

Model peluang marginal  $Y_1$ , sebagai berikut:

$$\begin{aligned}P_1(x) &= \frac{\exp(\beta_{01} + \beta_{11}x_2)}{1 + \exp(\beta_{01} + \beta_{11}x_2)} \\ &= \frac{\exp(0,2119 - 0,4753x_2)}{1 + \exp(0,2119 - 0,4753x_2)}\end{aligned}$$

Model peluang marginal  $Y_2$ , yaitu:

$$\begin{aligned}P_2(x) &= \frac{\exp(\beta_{02} + \beta_{12}x_2)}{1 + \exp(\beta_{02} + \beta_{12}x_2)} \\ &= \frac{\exp(-0,2702 + 0,4730x_2)}{1 + \exp(-0,2702 + 0,4730x_2)}\end{aligned}$$

#### 4.7 Interpretasi Model Akhir

Berdasarkan pengujian parameter model regresi logistik biner bivariat menggunakan uji rasio likelihood, didapatkan variabel waktu tempuh secara signifikan mempengaruhi probabilitas moda transportasi laut kapal ferry dan speedboat.

Berdasarkan persamaan (4.1) di atas dapat dinyatakan bahwa jika waktu tempuh berkurang maka perbandingan rasio kecenderungan (odds rasio) kapal ferry akan berkurang sebesar  $\exp(-0,4753)$  kali daripada speedboat. Persamaan probabilitas kapal ferry dengan variabel bebas waktu tempuh, sebagai berikut:

$$P(Y_1 = 1) = \frac{\exp(0,2119 - 0,4753x_2)}{1 + \exp(0,2119 - 0,4753x_2)}$$

Persamaan probabilitas kapal ferry dengan variabel bebas waktu tempuh, sebagai berikut:

$$P(Y_1 = 0) = \frac{1}{1 + \exp(0,2119 - 0,4753x_2)}$$

Dari persamaan (4.1) di atas dapat dinyatakan jika waktu tempuh bertambah maka perbandingan (odds) speedboat naik sebesar  $\exp(0,4730)$  kali dari pada kapal ferry.

Persamaan probabilitas speedboat dengan variabel bebas waktu tempuh, sebagai berikut:

$$P(Y_2 = 1) = \frac{\exp(-0,2702 + 0,4730x_2)}{1 + \exp(-0,2702 + 0,4730x_2)}$$

Persamaan probabilitas speedboat dengan variabel bebas waktu tempuh, sebagai berikut:

$$P(Y_2 = 0) = \frac{1}{1 + \exp(-0,2702 + 0,4730x_2)}$$

## 4.8 Analisis SWOT

### 4.8.1 Matriks IFAS (*Internal Strategic Factors Analysis Summary*) Kapal Ferry

**Tabel 4.14** Matriks IFAS (*Internal Strategic Factors Analysis Summary*) Kapal Ferry

No	Faktor-Faktor Strategi Internal	Bobot	Bobot Relatif	Rating	Skor
	Indikator Kekuatan				
1	Memiliki visi dan misi yang kuat	4,30	0,091	2,70	0,25
2	Memiliki sistem informasi yang baik	4,10	0,087	2,50	0,22
3	Terintegrasinya dermaga penyeberangan dengan terminal angkutan kota	4,35	0,092	2,45	0,23
4	Teknologi (fasilitas pelabuhan)	4,35	0,092	2,80	0,26
5	Memiliki jaminan asuransi untuk setiap penumpang penyeberangan	3,60	0,076	1,90	0,14
6	Pelayanan jasa yang memberikan kenyamanan kepada konsumen	3,75	0,079	2,60	0,21
Total		24,45	0,517		1,30
No	Faktor-Faktor Strategi Internal	Bobot	Bobot Relatif	Rating	Skor
	Indikator Kelemahan				
1	Terbatasnya lahan parkir	4,30	0,091	3,55	0,32
2	Kurangnya pemeliharaan sarana dan prasarana transportasi penyeberangan	4,30	0,091	3,65	0,33
3	Kurangnya sumber daya manusia pengelola transportasi	4,55	0,096	3,75	0,36
4	Jumlah armada yang terbatas	5,10	0,108	3,75	0,40
5	Jadwal keberangkatan yang kadang berubah	4,60	0,097	3,65	0,35
Total		22,85	0,483		1,77
Total Bobot x Skor Untuk Faktor Internal		47,30	1		3,07
Total Kekuatan - Total Kelemahan		1,30	-	1,77	-0,48

Sumber: Hasil penelitian

Analisis internal untuk mengidentifikasi indikator kekuatan dan kelemahan yang ada pada moda transportasi kapal ferry di Maluku Utara dengan tujuan Ternate-Sofif. Total skor untuk faktor kekuatan adalah (1,30).

Hasil analisis terhadap indikator kekuatan menunjukkan bahwa indikator fasilitas pelabuhan pada konsumen yang mempunyai skor tertinggi yaitu (0,26).

Skor terendah yaitu (0,14) terdapat pada indikator memiliki jaminan asuransi untuk setiap penumpang penyeberangan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa total skor tertinggi (0,40) terdapat pada indikator jumlah armada yang terbatas, dan indikator terbatasnya lahan parkir memiliki skor terendah (0,32). Total skor untuk indikator kelemahan adalah (1,77).

#### 4.8.2 Matriks EFAS (Eksternal Strategic Factors Analysis Summary) Kapal ferry

**Tabel 4.15** Matriks EFAS (*Eksternal Strategic Factors Analysis Summary*) Kapal ferry

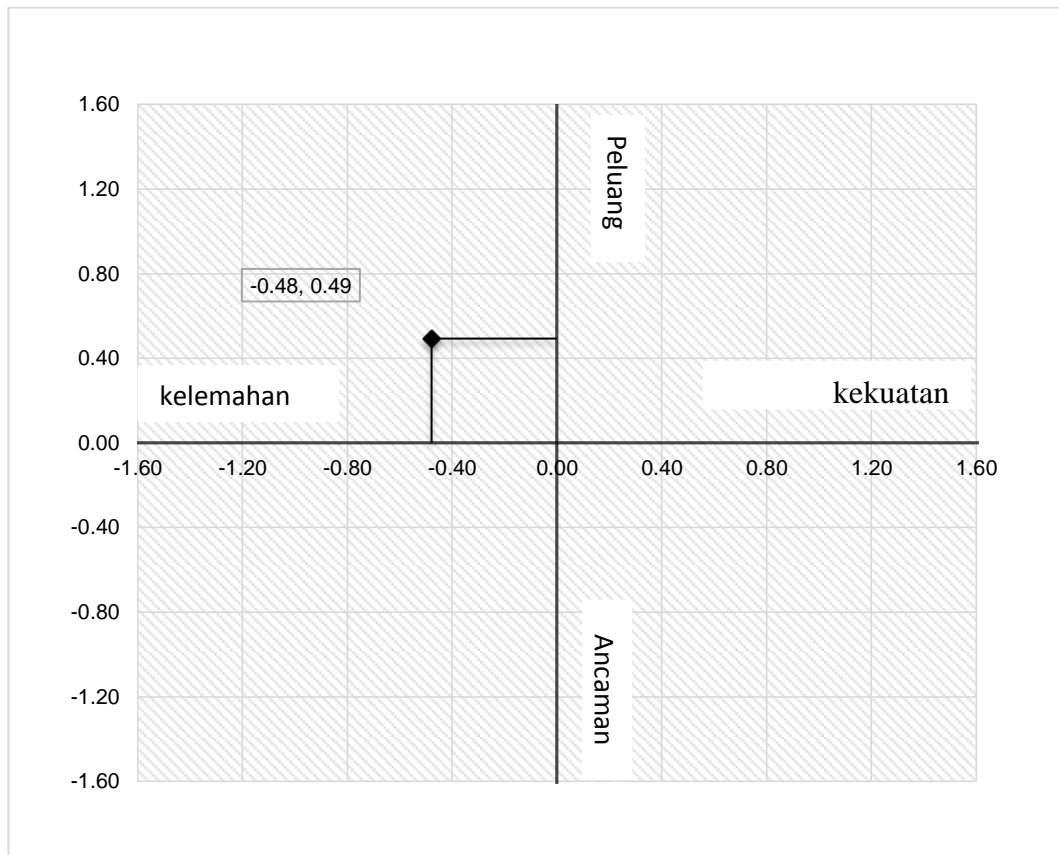
No	Faktor-Faktor Strategi Eksternal	Bobot	Bobot Relatif	Rating	Skor
	Indikator Peluang				
1	Kepercayaan Masyarakat yang cukup tinggi.	3,50	0,084	3,95	0,33
2	Banyaknya masyarakat yang membutuhkan layanan penyeberangan	5,50	0,133	3,75	0,50
3	Tingginya tingkat kegiatan bisnis	5,20	0,125	3,80	0,48
4	Adanya Pengembangan dan pembangunan Pelabuhan Penyeberangan	5,05	0,122	3,60	0,44
5	Makin Meningkatnya frekuensi angkutan penyeberangan,	5,25	0,127	3,55	0,45
Total		24,50	0,590		2,19
No	Faktor-Faktor Strategi Eksternal	Bobot	Bobot Relatif	Rating	Skor
	Indikator Ancaman				
1	Persaingan dalam tingkat pelayanan dan fasilitas terhadap pelanggan	3,80	0,092	3,80	0,35
2	Ketidakstabilan ekonomi nasional yang berpengaruh pada semua aspek, terutama pada aspek transportasi penyeberangan	2,85	0,069	2,85	0,20
3	Penyeberangan masih mengalami kendala apabila cuaca buruk	3,65	0,088	3,65	0,32
4	Tersedianya transportasi udara	3,05	0,073	3,05	0,22
5	kurang disiplin pengguna prasarana transportasi	3,65	0,088	3,65	0,32
Total		17,00	0,410	4,15	1,70
Total Bobot x Skor Untuk Faktor Eksternal		41,50	1		3,89
Total Peluang - Total Ancaman		2,19	-	1,70	0,49

Sumber: Hasil penelitian

Analisis internal untuk mengidentifikasi indikator kekuatan dan kelemahan yang ada pada moda transportasi speedboat di Maluku Utara dengan tujuan Ternate-Sofif. Total skor untuk indikator peluang adalah (2,19).

Hasil analisis terhadap indikator peluang menunjukkan bahwa indikator banyaknya masyarakat yang membutuhkan layanan penyeberangan mempunyai skor tertinggi yaitu (0,50). Skor terendah yaitu 0,33 terdapat pada indikator kepercayaan masyarakat yang cukup tinggi. Hasil analisis menunjukkan bahwa total skor tertinggi (0,36) terdapat pada indikator Persaingan dalam tingkat pelayanan dan fasilitas terhadap pelanggan dan indikator Ketidakstabilan ekonomi nasional yang berpengaruh pada semua aspek, terutama pada aspek transportasi penyeberangan memiliki skor terendah (0,20). Total skor untuk indikator ancaman adalah (1,70).

Berdasarkan analisis dan penilaian IFAS dan EFAS SWOT kapal ferry, maka untuk mengetahui perhitungan nilai kuadran SWOT ditunjukkan pada Gambar 4.1, sebagai berikut:



Gambar 4.1 Diagram Analisis SWOT kapal ferry

Dari gambar di atas terlihat total indikator strategi internal kekuatan dan kelemahan sebesar (-0,48) dan total indikator strategi eksternal peluang dan ancaman sebesar (0,49) merupakan analisis SWOT kapal ferry.

### 4.8.3 Matriks IFAS (Internal Strategic Factors Analysis Summary)

#### Speedboat

**Tabel 4.16** Matrik IFAS (*Internal Strategic Factors Analysis Summary*) speedboat

No	Faktor-Faktor Strategi Internal	Bobot	Bobot Relatif	Rating	Skor
	Indikator Kekuatan				
1	Memiliki visi dan misi yang kuat	2,90	0,084	2,45	0,29
2	Memiliki sistem informasi yang baik	2,20	0,063	2,50	0,16
3	Terintegrasinya dermaga penyeberangan dengan terminal angkutan kota	2,15	0,062	2,30	0,14
4	Teknologi (fasilitas pelabuhan)	2,85	0,082	2,85	0,23
5	Memiliki jaminan asuransi untuk setiap penumpang penyeberangan	2,25	0,065	2,05	0,13
6	Pelayanan jasa yang memberikan kenyamanan kepada konsumen	3,55	0,102	2,85	0,20
Total		15,90	0,458		1,16
No	Faktor-Faktor Strategi Internal	Bobot	Bobot Relatif	Rating	Skor
	Indikator Kelemahan				
1	Terbatasnya lahan parkir	3,55	0,102	2,35	0,24
2	Kurangnya pemeliharaan sarana dan prasarana transportasi penyeberangan	4,25	0,122	3,25	0,40
3	Kurangnya sumber daya manusia pengelola transportasi	4,95	0,143	3,50	0,50
4	Jumlah armada yang terbatas	3,20	0,092	2,47	0,23
5	Jadwal keberangkatan yang kadang berubah	2,85	0,082	2,40	0,20
Total		18,80	0,542		1,56
Total Bobot x Skor Untuk Faktor Internal		34,70	1		2,73
Total Kekuatan - Total Kelemahan		1,16	-	1,56	-0,40

Sumber: Hasil penelitian

Analisis internal untuk mengidentifikasi indikator-indikator kekuatan dan kelemahan yang ada pada moda transportasi speedboat di Maluku Utara dengan tujuan Ternate-Sofif. Total skor untuk indikator kekuatan (1,16).

Hasil analisis terhadap faktor kekuatan menunjukkan bahwa indikator memiliki visi dan misi dan memiliki sistem informasi yang baik mempunyai skor



tertinggi (0,29). Skor terendah (0,14) terdapat pada indikator memiliki jaminan asuransi untuk setiap penumpang penyeberangan.

Total skor untuk faktor kelemahan (1,56). Hasil analisis menunjukkan skor tertinggi (0,48) terdapat pada indikator Kurangnya sumber daya manusia pengelola transportasi, sedangkan indikator jadwal keberangkatan yang kadang berubah memiliki skor terendah (0,20)

#### 4.8.4 Matriks EFAS (Eksternal Strategic Factors Analysis Summary) Speedboat

**Tabel 4.17** Matriks EFAS (*Eksternal Strategic Factors Analysis Summary*) speedboat

No	Faktor-Faktor Strategi Eksternal	Bobot	Bobot Relatif	Rating	Skor
	Indikator Peluang				
1	Kepercayaan Masyarakat yang cukup tinggi	3,00	0,118	3,00	0,35
2	Banyaknya masyarakat yang membutuhkan layanan penyeberangan	3,00	0,118	3,00	0,35
3	Tingginya tingkat kegiatan bisnis	3,30	0,129	3,30	0,43
4	Adanya Pengembangan dan pembangunan Pelabuhan Penyeberangan	2,80	0,110	2,80	0,31
5	Makin Meningkatnya frekuensi angkutan penyeberangan	2,60	0,102	2,60	0,27
Total		14,70	0,576		1,71
No	Faktor-Faktor Strategi Eksternal	Bobot	Bobot Relatif	Rating	Skor
	Indikator Ancaman				
1	Persaingan dalam tingkat pelayanan dan fasilitas terhadap pelanggan	1,90	0,075	1,90	0,14
2	Ketidakstabilan ekonomi nasional yang berpengaruh pada semua aspek, terutama pada aspek transportasi penyeberangan	2,20	0,086	2,20	0,19
3	Penyeberangan masih mengalami kendala apabila cuaca buruk	1,80	0,071	1,80	0,13
4	Tersedianya transportasi udara	1,80	0,071	1,80	0,15
5	kurang disiplin pengguna prasarana transportasi	3,10	0,122	3,10	0,38
Total		10,80	0,424	2,55	1,08
Total Bobot x Skor Untuk Faktor Eksternal		25,50	1		2,79
Total Peluang - Total Ancaman		1,71	-	1,08	0,63

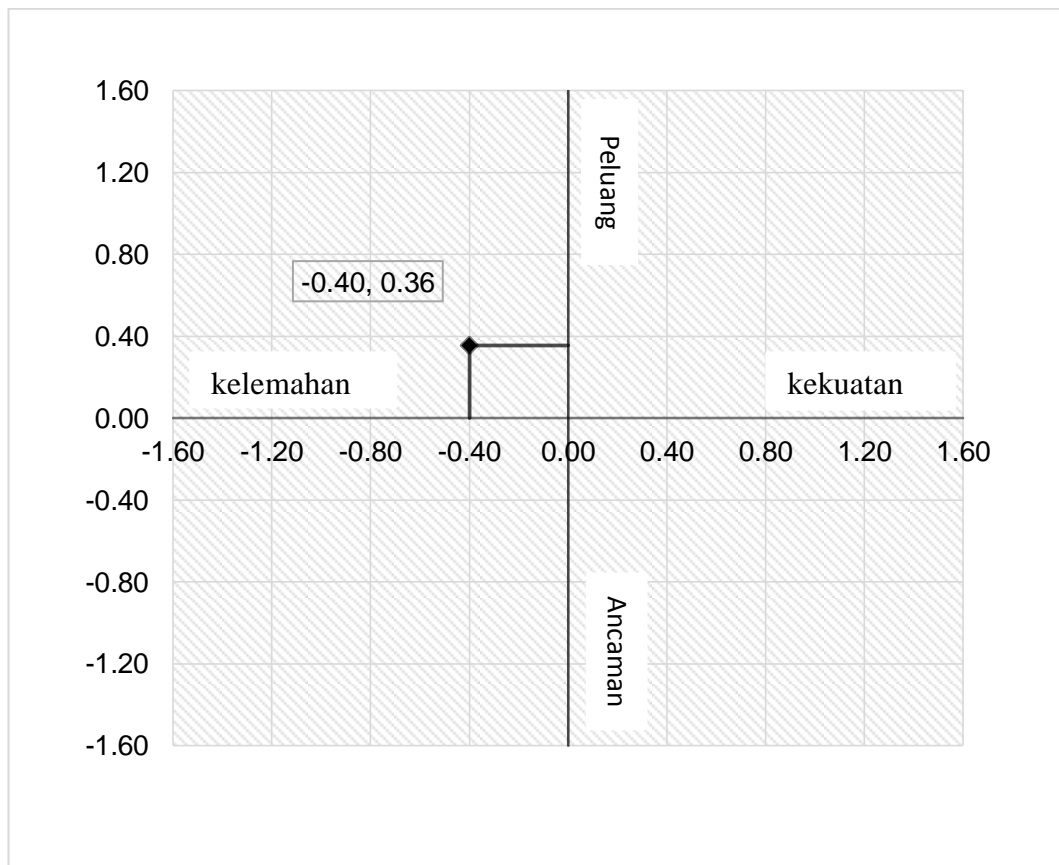
Sumber: Hasil penelitian

Analisis eksternal untuk mengidentifikasi indikator peluang dan ancaman yang ada pada moda transportasi kapal ferry di Maluku Utara dengan tujuan Ternate-Sofif. Total skor untuk indikator peluang (1,71).

Hasil analisis terhadap indikator peluang menunjukkan bahwa tingginya tingkat kegiatan bisnis memiliki skor tertinggi (0,43). Skor terendah (0,27) terdapat pada indikator makin meningkatnya frekuensi angkutan penyeberangan.

Total skor untuk indikator ancaman (1,08). Hasil analisis menunjukkan skor tertinggi (0,38) terdapat pada indikator kurang disiplin pengguna prasarana transportasi, sedangkan indikator penyeberangan masih mengalami kendala apabila cuaca buruk dan indikator tersedianya transportasi udara memiliki skor terendah (0,13).

Berdasarkan analisis dan penilaian IFAS dan EFAS SWOT speedboat, maka untuk mengetahui perhitungan nilai kuadran SWOT ditunjukkan pada Gambar 4.1, yaitu:



Gambar 4.2 Diagram Analisis SWOT Speedboat

Dari gambar di atas terlihat total indikato-indikator strategi internal kekuatan dan kelemahan sebesar (-0,40) dan total indikator-indikator strategi eksternal peluang dan ancaman sebesar (0,36) merupakan analisis SWOT speedboat.

#### 4.9 Perumusan Strategi

**Tabel 4.18** Matriks Interaksi IFAS – EFAS SWOT

IFAS EFAS	Kekuatan (Strength)	Kelemahan (Wweakness)
		<ol style="list-style-type: none"> <li>Memiliki visi dan misi yang kuat</li> <li>Memiliki sistem informasi yang baik</li> <li>Terintegrasinya dermaga penyeberangan dengan terminal angkutan kota</li> <li>Teknologi (fasilitas pelabuhan)</li> <li>Memiliki jaminan asuransi untuk setiap penumpang penyeberangan</li> <li>Pelayanan jasa yang memberikan kenyamanan</li> </ol>
Peluang (Opportunity)	Gunakan kekuatan untuk memanfaatkan adanya peluang (SO)	Atasi kelemahan untuk mengambil manfaat adanya peluang (WO)
<ol style="list-style-type: none"> <li>Kepercayaan masyarakat yang cukup tinggi</li> <li>Banyaknya masyarakat yang membutuhkan layanan</li> <li>Tingginya tingkat kegiatan bisnis</li> <li>Adanya pengembangan dan pembangunan pelabuhan</li> <li>Makin meningkatnya frekuensi angkutan penyeberangan</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Dengan visi dan misi yang kuat maka bisa didapat kepercayaan masyarakat yang tinggi</li> <li>Terintegrasinya dermaga penyeberangan dengan terminal angkutan kota dapat meningkatkan kegiatan bisnis yang berdampak juga pada peningkatan frekuensi angkutan penyeberangan</li> <li>Dengan memiliki sistem informasi yang baik mengenai iklim dan cuaca yang telah terkomputerisasi dan pelayanan jasa yang baik dapat menarik minat masyarakat yang membutuhkan layanan penyeberangan</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Penambahan jumlah armada dan dilakukannya pelebaran lahan parkir untuk kendaraan yang akan melakukan penyeberangan mengingat semakin meningkatnya frekuensi angkutan penyeberangan</li> <li>Meningkat pemeliharaan sarana prasarana transportasi dan peningkatan jumlah sumber daya manusia pengelola transportasi maka bisa di dapat kepercayaan masyarakat yang tinggi</li> <li>Mengatur ulang jadwal keberangkatan yang lebih akurat dengan memasang papan informasi</li> </ol>
Ancaman (Threat)	Gunakan kekuatan untuk menghindari ancaman (ST)	Meminimkan kelemahan dan hindari ancaman (WT)
<ol style="list-style-type: none"> <li>Persaingan dalam tingkat pelayanan dan fasilitas terhadap pelanggan</li> <li>Ketidakstabilan ekonomi nasional yang berpengaruh pada semua aspek transportasi penyeberangan</li> <li>Penyeberangan masih mengalami kendala apabila cuaca buruk</li> <li>Tersedianya transportasi udara</li> <li>kurang disiplin pengguna prasarana transportasi</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Perbaiki fasilitas dan meningkatkan kualitas pelayanan jasa yang memberikan pelayanan kepada konsumen</li> <li>Dengan memiliki sistem informasi yang baik telah terkomputerisasi maka dapat memberikan informasi yang lebih awal mengenai perubahan iklim dan cuaca</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Mengamati dan menganalisa perubahan yang dilakukan kompetitor dalam tingkat pelayanan dan fasilitas terhadap pelanggan</li> <li>Penataan lokasi parkir pengguna angkutan penyeberangan agar tidak terjadi kesemrawutan dan penumpukan kendaraan saat cuaca buruk</li> <li>Meninjau kembali tarif yang telah ditetapkan</li> <li>kelemahan yang ada diupayakan untuk segera mendapatkan penanganan dalam pembenahan sehingga ancaman dapat diminimalisir</li> </ol>

Sumber: Hasil penelitian

Pada Tabel matriks interaksi IFAS dan EFAS dijelaskan bahwa kinerja moda transportasi laut Kapal ferry dan Speedboat berada pada kuadran II.

Pada kuadran II, menjelaskan kelemahan dari moda transportasi laut kapa ferry dan speedboat yaitu terbatasnya lahan parkir, kurangnya pemeliharaan sarana dan prasarana, minimnya sumber daya manusia pengelola transportasi, jumlah armada yang terbatas dan seringnya berubah jadwal keberangkatan. Berarti kinerja moda transportasi laut speedboat dan kapal ferry perlu melakukan pembenahan demi meningkatnya kinerja yang lebih baik. Namun di sisi lain moda transportasi ini memiliki peluang yang cukup besar yakni kepercayaan masyarakat, tingginya kegiatan bisnis yang akan berdampak pada tingginya kegiatan ekonomi menggunakan moda transportasi laut.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan yang dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan moda transportasi laut meliputi harga tiket ( $x_1$ ), waktu tempuh ( $x_2$ ), jumlah keberangkatan ( $x_3$ ), perjalanan perbulan ( $x_4$ ), biaya perbulan ( $x_5$ ), sedangkan waktu tempuh ( $x_2$ ), secara uji statistik yang memiliki tingkat signifikansi yang sangat berpengaruh adalah waktu tempuh ( $x_2$ ).
2. Dengan menggunakan hasil analisis, dihasilkan model regresi logistik biner bivariat untuk moda transportasi laut kapal ferry dan speedboat yang terbentuk sebagai berikut:

✚ Model logit 1 yang terbentuk sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \ln\left(\frac{\hat{p}_1}{1-p_1}\right) &= \beta_{01} + \beta_{11}x_2 \\ &= 0,2119 - 0,4753x_2 \end{aligned}$$

✚ Model logit 2 yang terbentuk sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \ln\left(\frac{\hat{p}_2}{1-p_2}\right) &= \beta_{02} + \beta_{12}x_2 \\ &= -0,2702 + 0,4730x_2 \end{aligned}$$

- ✚ Model transformasi odds rasio yang terbentuk sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\ln\left(\frac{\hat{p}_{11}\hat{p}_{00}}{\hat{p}_{10}\hat{p}_{01}}\right) &= \gamma_0 + \gamma_1 x_2 \\ &= -23,0597 + 0,2169x_2\end{aligned}$$

- ✚ Model peluang marginal  $Y_1$ , sebagai berikut:

$$\begin{aligned}P_1(x) &= \frac{\exp(\beta_{01} + \beta_{11}x_2)}{1 + \exp(\beta_{01} + \beta_{11}x_2)} \\ &= \frac{\exp(0,2119 - 0,4753x_2)}{1 + \exp(0,2119 - 0,4753x_2)}\end{aligned}$$

- ✚ Model peluang marginal  $Y_2$ , yaitu:

$$\begin{aligned}P_2(x) &= \frac{\exp(\beta_{02} + \beta_{12}x_2)}{1 + \exp(\beta_{02}x_2)} \\ &= \frac{\exp(-0,2702 + 0,4730x_2)}{1 + \exp(-0,2702 + 0,4730x_2)}\end{aligned}$$

- ✚ Persamaan probabilitas kapal ferry dengan variabel bebas waktu tempuh, sebagai berikut:

$$P(Y_1 = 1) = \frac{\exp(0,2119 - 0,4753x_2)}{1 + \exp(0,2119 - 0,4753x_2)}$$

- ✚ Persamaan probabilitas kapal ferry dengan variabel bebas waktu tempuh, sebagai berikut:

$$P(Y_1 = 0) = \frac{1}{1 + \exp(0,2119 - 0,4753x_2)}$$

- ✚ Persamaan probabilitas speedboat dengan variabel bebas waktu tempuh, sebagai berikut:

$$P(Y_2 = 1) = \frac{\exp(-0,2702 + 0,4730x_2)}{1 + \exp(-0,2702 + 0,4730x_2)}$$

- ✚ Persamaan probabilitas speedboat dengan variabel bebas waktu tempuh, sebagai berikut:

$$P(Y_2 = 0) = \frac{1}{1 + \exp(-0,2702 + 0,4730x_2)}$$

3. Pada diagram analisis SWOT terdapat indikator-indikator dan strategi internal dan eksternal untuk moda transportasi laut kapal ferry dan speedboat sebagai berikut:

- ✚ Moda transportasi laut kapal ferry total indikator strategi eksternal peluang dan ancaman sebesar (-0,48) dan total indikator strategi internal kekuatan dan kelemahan sebesar (0,49).
- ✚ Moda transportasi speedboat total indikator strategi eksternal peluang dan ancaman sebesar (-0,40) dan total indikator strategi internal kekuatan dan kelemahan sebesar (0,36).

## 5.2. Saran

Pada pengkajian selanjutnya dapat dilakukan analisis terhadap model pemilihan moda transportasi laut dengan menggunakan perbandingan model binomial logit selisih dan model binomial logit nisbah.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, A. (1990). *Categorical data analysis*, New York: John Wiley and Sons, Inc Publication.
- Aragon, J.; D. Eberly. dan S. Eberly. (1992). Existence and uniqueness of the maximum likelihood estimator for the two-parameter negative binomial distribution, *DiGision of Mathematics, Computer Science, and Statistics, University of Texas, San Antonio, TX, USA*. vol.15: 375-379.
- Cabrera, J.; V. Devas. dan L.T. Fernholz. (2014). Target estimation for the logistic regression model. *Journal of Statistical Computation*. Vol. 18:10.
- Chapra, C.S. dan C.P. Raymond. (1998). *Numerical methods for engineers*, United States: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.
- Chatterje, S. dan H.S. Ali. (2006). *Simple linier regression*, Copyright @ John Wiley & Sons, Inc.
- Cassie, L. dan Houwelingen, J.C. (1994) Logistic Regression for Correlated Binary Data, *Applied Statistics*, 42, hal. 95-108.
- Grigolon, A. dan G, Dane. (2014). Binomial random parameters logistic regression model. *12th International Conference on Design and Decision Support Systems in Architecture and Urban*, vol. 280 – 287.
- Haiyan, W. dan Lee, C. (2005). Roduction and logistics scheduling with two transport mode choise, *Articel first publih ed*, vol.52:796-965.
- Hosmer, D.W. dan Lemeshow, S. (2000). *Appllied logistic regression*, John Wiley and Sons. New York.
- Islam, M.A. dan Raffiquil, I.L.R.B. (2012). A bivariate binary model for testing dependence in outcomes, *BULLETIN of the MALAYSIAN MATHEMATICAL SCIENCES SOCIETY*, vol.35 : 845-858.
- Kakiay. Dan Thomas, J. (2008). *Pemograman linier metode & problem*, Andi, Yogyakarta.
- McCullagh dan Nelder. (1989). *Generalized Linear Models Second Edition*, London.
- Sumarno. (2014). *Model klasifikasi menggunakan metode regresi logistik dan multivariat adaptive regresi splines (MARS)*. Surabaya: Tesis Program Magister Jurusan Statistika FMIPA ITS.

Susila, M.R. (2016). *Pemodelan regresi logistik biner bivariat bayesian untuk yang unbalance*. Surabaya: Tesis Program Magister Jurusan Statistika FMIPA ITS.

Tamin, O.Z. (2000). *Perencanaan Dan Pemodelan Transportasi*. Bandung edisi ke dua : ITB.

Zuroidah, N. (2008). *Pemodelan regresi logistik biner bivariat*. Surabaya: Tesis Program Magister Jurusan Statistika FMIPA ITS.

**Lampiran 1 Uji Kolinieritas Variabel Prediktor**

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	,455	,087		5,228	,000		
	x1	-,084	,075	-,075	-1,117	,265	,991	1,009
	x2	-,116	,080	-,099	-1,458	,146	,970	1,031
	x3	-,081	,061	-,090	-1,338	,182	,989	1,011
	x4	-,075	,047	-,107	-1,592	,113	1,000	1,000
	x5	,049	,050	,067	,982	,327	,976	1,025

a. Dependent Variable: y1

## Lampiran 2. Coding R untuk analisis regresi logistik bivariat

```

library(VGAM)
library(rms)
library(lmtest)
X=dataQ
calnames<-c("y1","y2","x1","x2","x3","x4","x5")
#### uji parsial regresi logistik bivariat
#### regresi logistik fariabel respon y1 dan y2 dengan var prediktor x1
fit1 = vglm(cbind(y1,y2)~x1,binom2.or(zero = NULL), data = X)
fitted(fit1)
summary(fit1)
coef(fit1,matrix=TRUE)
lrtest_vglm(fit1,name = NULL)
#### regresi logistik fariabel respon y1 dan y2 dengan var prediktor x2
fit2 = vglm(cbind(y1,y2)~x2,binom2.or(zero = NULL), data = X)
fitted(fit2)
summary(fit2)
coef(fit2,matrix=TRUE)
lrtest_vglm(fit2,name = NULL)
#### regresi logistik fariabel respon y1 dan y2 dengan var prediktor x3
fit3 = vglm(cbind(y1,y2)~x3,binom2.or(zero = NULL), data = X)
fitted(fit3)
summary(fit3)
coef(fit3,matrix=TRUE)
lrtest_vglm(fit3,name = NULL)
#### regresi logistik fariabel respon y1 dan y2 dengan var prediktor x4
fit4 = vglm(cbind(y1,y2)~x4,binom2.or(zero = NULL), data = X)
fitted(fit4)
summary(fit4)
coef(fit4,matrix=TRUE)
lrtest_vglm(fit4,name = NULL)
#### regresi logistik fariabel respon y1 dan y2 dengan var prediktor x5
fit5 = vglm(cbind(y1,y2)~x5,binom2.or(zero = NULL), data = X)
fitted(fit5)
summary(fit5)
coef(fit5,matrix=TRUE)
lrtest_vglm(fit5,name = NULL)
#### uji serentak
#### variabel respon y1 dan y2 dan variabel prediktor x1,x2,x3,x4, dan x5
fits = vglm(cbind(y1,y2)~x1+x2+x3+x4,binom2.or(zero = NULL), data = X)
()
fitted(fits)
summary(fits)
coef(fits,matrix=TRUE)
lrtest_vglm(fits,name = NULL)

```

### Lampiran 3.

#### Regression

**Variables Entered/Removed<sup>a</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	x5, x4, x3, x1, x2 <sup>b</sup>	.	Enter

- a. Dependent Variable: y1  
b. All requested variables entered.

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,198 <sup>a</sup>	,039	,017	,48981

- a. Predictors: (Constant), x5, x4, x3, x1, x2

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2,086	3	,417	1,739	,127 <sup>b</sup>
	Residual	51,101	213	,240		
	Total	53,187	218			

- a. Dependent Variable: y1  
b. Predictors: (Constant), x5, x4, x3, x1, x2

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	,455	,087		5,228	,000		
	x1	-,084	,075	-,075	-1,117	,265	,991	1,009
	x2	-,116	,080	-,099	-1,458	,146	,970	1,031
	x3	-,081	,061	-,090	-1,338	,182	,989	1,011
	x4	-,075	,047	-,107	-1,592	,113	1,000	1,000
	x5	,049	,050	,067	,982	,327	,976	1,025

- a. Dependent Variable: y1

#### Factor Analysis

**KMO and Bartlett's Test**

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,500
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	566,861
	df	1
	Sig.	0,000

### KUESIONER PEMILIHAN MODA TRANSPORTASI PENYEBERANGAN

Nama responden : ..... ( boleh tidak di isi)  
 Asal (kel/kec) :

Beri tanda centang (√) pada jawaban yang dipilih

#### KARAKTERISTIK SOSIAL EKONOMI

1. Jenis kelamin :  Laki-laki  Perempuan
2. Umur Anda : ..... Tahun
3. Pendidikan Terakhir Anda :  
 SD  SMP  SMU  
 Sarjana  S2/S3  Diploma
4. Pekerjaan Anda :  
 PNS  Swasta   
 Wiraswasta/Pedagang  
 TNI/ABRI  Mahasiswa/Pelajar  Lainnya:.....
5. Jumlah Rata-rata pendapatan Anda dalam Sebulan (dalam Rp):  
 < 1.000.000  1.000.000 -3.000.000  > 3.000.000
6. Pengeluaran untuk transportasi Anda dalam sebulan (rata-rata) :  
 < 100.000  100.000 – 300.000  > 300.000

#### KARAKTERISTIK PERJALANAN

7. Asal dan tujuan perjalanan :  
 Asal dari .....
8. Maksud perjalanan :  
 Dinas  Bisnis  Kuliah/sekolah  
 Dagang  Rekreasi  Urusan Keluarga
9. Dalam 1 minggu, berapa kali anda melakukan perjalanan seperti no.7 :  
 1 kali  2 kali  3 kali  4 kali  
 5 kali  6 kali  Tidak tentu
10. Berapa orang yang berpergian bersama-sama dengan anda :  
 1 orang  2 orang  3 orang  
 4 orang  5 orang  6 orang  > 6 orang
11. Total biaya perjalanan anda (dalam Rp) :  
 < 50.000  50.000 – 100.000  > 100.000
12. Alasan anda memilih transportasi ini :  
 Biaya perjalanan murah  Waktu tempuh lebih singkat  
 Waktu tunggu tidak lama  Praktis  
 Pelayanan yang diberikan (aman dan nyaman)  Lainnya:.....



**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI**  
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
*Jl. Veteran Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia, Telp-fax:+62-341-554403,551611*

Berikut ini adalah informasi dari masing-masing moda transportasi penyeberangan kapal ferry dan speed boat

NO	Atribut	Speed boat	Kapal Ferry
1	Harga Tiket		
2	Biaya Perjalanan		
3	Waktu tempuh		
4	Frekuensi keberangkatan		
5	Frekuensi Perjalanan		

**13. Perubahan Harga Tiket (Kondisi atribut yang lain tetap)**

Biaya perjalanan Speed Boat (Rp)	Biaya Perjalanan Kapal Ferry (Rp)	Kendaraan Yang Akan Dipilih				
		1	2	3	4	5
50.000	20.000					
50.000	25.000					
50.000	30.000					
Tarif Sama						
55.000	20.000					
60.000	20.000					
65.000	20.000					

Keterangan : Beri tanda centang (✓) pada pilihan anda  
**Keterangan pilihan**

Pilih 1 : Menunjukkan anda **pasti** memilih Speed boat

Pilih 2 : Menunjukkan anda **mungkin** memilih Speed boat

Pilih 3 : Menunjukkan anda tidak dapat memilih salah satunya

Pilih 4 : Menunjukkan anda **mungkin** memilih Kapal Ferry

Pilih 5 : Menunjukkan anda **pasti** memilih Kapal Ferry



**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI**  
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
*Jl. Veteran Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia,*  
*Telp-fax: +62-341-554403, 551611*

#### 14. Perubahan Waktu Tempuh ( Kondisi atribut yang lain tetap)

Waktu Tempuh Speed Boat (Menit)	Waktu Tempuh Kapal Ferry (Menit)	Kendaraan Yang Akan Dipilih				
		1	2	3	4	5
60	120					
60	110					
60	100					
60	90					
60	80					
60	70					
60	60					

Keterangan : Beri tanda centang (✓) pada pilihan anda

#### Keterangan pilihan

Pilih 1 : Menunjukkan anda **pasti** memilih Speed boat

Pilih 2 : Menunjukkan anda **mungkin** memilih Speed boat

Pilih 3 : Menunjukkan anda tidak dapat memilih salah satunya

Pilih 4 : Menunjukkan anda **mungkin** memilih Kapal Ferry

Pilih 5 : Menunjukkan anda **pasti** memilih Kapal Ferry





**KEMENTRIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI**  
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**FAKUL TAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
*Jl. Veteran Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia,*  
*Telp-fax:+62-341-554403,551611*

**15. Perubahan Frekuensi Keberangkatan ( Kondisi atribut yang lain tetap)**

Waktu Keberangkatan Speed Boat (Per hari)	Waktu Keberangkatan Kapal Ferry (Per hari)	Kendaraan Yang Akan Dipilih				
		1	2	3	4	5
20	3					
20	4					
20	5					
20	6					
20	7					
20	8					

Keterangan : Beri tanda centang (√) pada pilihan anda

Pilih 1 : Menunjukkan anda **pasti** memilih Speed boat

Pilih 2 : Menunjukkan anda **mungkin** memilih Speed boat

Pilih 3 : Menunjukkan anda tidak dapat memilih salah satunya

Pilih 4 : Menunjukkan anda **mungkin** memilih Kapal Ferry

Pilih 5 : Menunjukkan anda **pasti** memilih Kapal Ferry



**KEMENTRIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI**  
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**FAKUL TAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
*Jl. Veteran Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia,*  
*Telp-fax:+62-341-554403,551611*

**16. Rata-rata Frekuensi Perjalanan Per bulan ( Kondisi atribut yang lain tetap)**

Frekuensi perjalanan menggunakan Speed Boat (Per bulan)	Frekuensi perjalanan menggunakan Kapal ferry (Per bulan)	Kendaraan Yang Akan Dipilih				
		1	2	3	4	5
3	8					
4	8					
5	8					
6	8					
7	8					
8	8					

Keterangan : Beri tanda centang (√) pada pilihan anda

Keterangan : Beri tanda centang (√) pada pilihan anda

Pilih 1 : Menunjukkan anda **pasti** memilih Speed boat

Pilih 2 : Menunjukkan anda **mungkin** memilih Speed boat

Pilih 3 : Menunjukkan anda tidak dapat memilih salah satunya

Pilih 4 : Menunjukkan anda **mungkin** memilih Kapal Ferry

Pilih 5 : Menunjukkan anda **pasti** memilih Kapal Ferry



KEMENTRIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
 UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
 FAKUL TAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
 Jl. Veteran Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia,  
 Telp-fax:+62-341-554403,551611

**17. Rata-rata Biaya Perjalanan Per bulan ( Kondisi atribut yang lain tetap)**

Biaya Perjalanan Menggunakan Speed Boat (Per bulan)	Biaya Perjalanan Menggunakan Kapal ferry (Per bulan)	Kendaraan Yang Akan Dipilih				
		1	2	3	4	5
150.000	200.000					
200.000	200.000					
250.000	200.000					
300.000	200.000					
350.000	200.000					
400.000	200.000					

Keterangan : Beri tanda centang (√) pada pilihan anda

Pilih 1 : Menunjukkan anda **pasti** memilih Speed boat

Pilih 2 : Menunjukkan anda **mungkin** memilih Speed boat

Pilih 3 : Menunjukkan anda tidak dapat memilih salah satunya

Pilih 4 : Menunjukkan anda **mungkin** memilih Kapal Ferry

Pilih 5 : Menunjukkan anda **pasti** memilih Kapal Ferry



**KEMENTRIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
KEMENTRIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
Jl. Veteran Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia,  
Telp-fax: +62-341-554403,551611**

---

**KUESIONER RISET SWOT**

Profil Responden :

Nama Responden :

Divisi/bagian :

Email dan no HP :

Apakah anda bersedia dihubungi? ( beri tanda centang  $\surd$  pada salah satu jawaban);

Ya

Tidak

Isu Strategi :

Sebutkan masalah utama yang sedang dihadapi oleh angkutan penyeberangan (Speed Boat) saat ini ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## RISET SWOT

Pada bagian ini terdiri dari dua bagian yaitu :

1. Kondisi internal, tujuannya untuk mendapatkan faktor-faktor yang menjadi kekuatan dan kelemahan organisasi ini.
2. Kondisi eksternal, tujuannya untuk mendapatkan faktor-faktor yang menjadi peluang dan ancaman organisasi ini.

Cara pengisian :

1. Penilaian kondisi saat ini. Responden diminta untuk menilai kinerja organisasi pada saat ini.
2. Penilaian urgensi. Responden diminta untuk menilai tingkat urgensi faktor tersebut untuk ditangani. Penilaian ini berhubungan dengan skala prioritas dalam menyelesaikan permasalahan yang sedang dihadapi.

Acuan pengisian kuesioner ini adalah sebagai berikut :

**Penilaian kondisi saat ini :**

Angka 1 = sangat kurang

Angka 2 = Kurang

Angka 3 = cukup

Angka 4 = baik

Angka 5 = sangat kurang

Angka 6 = sangat baik

**Penilaian urgensi Penanganan :**

Angka 1 = tidak urgen

Angka 2 = kurang urgen

Angka 3 = urgen

Angka 4 = sangat urgen



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
Jl. Veteran Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia,  
Telp-fax: +62-341-554403,551611**

---

**KUESIONER RISET SWOT**

Profil Responden :

Nama Responden :

Divisi/bagian :

Email dan no HP :

Apakah anda bersedia dihubungi? ( beri tanda centang  $\surd$  pada salah satu jawaban);

Ya

Tidak

Isu Strategi :

Sebutkan masalah utama yang sedang dihadapi oleh angkutan penyeberangan (Kapal Ferry) saat ini ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## RISET SWOT

Pada bagian ini terdiri dari dua bagian yaitu :

1. Kondisi internal, tujuannya untuk mendapatkan faktor-faktor yang menjadi kekuatan dan kelemahan organisasi ini.
2. Kondisi eksternal, tujuannya untuk mendapatkan faktor-faktor yang menjadi peluang dan ancaman organisasi ini.

Cara pengisian :

1. Penilaian kondisi saat ini. Responden diminta untuk menilai kinerja organisasi pada saat ini.
2. Penilaian urgensi. Responden diminta untuk menilai tingkat urgensi faktor tersebut untuk ditangani. Penilaian ini berhubungan dengan skala prioritas dalam menyelesaikan permasalahan yang sedang dihadapi.

Acuan pengisian kuesioner ini adalah sebagai berikut :

**Penilaian kondisi saat ini :**

Angka 1 = sangat kurang

Angka 2 = Kurang

Angka 3 = cukup

Angka 4 = baik

Angka 5 = sangat kurang

Angka 6 = sangat baik

**Penilaian urgensi Penanganan :**

Angka 1 = tidak urgen

Angka 2 = kurang urgen


Angka 3 = urgen

Angka 4 = sangat urgen





**plagiarism detector**  
Cutting-edge class tool for plagiarism detection and prevention




**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI**  
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**PROGRAM PASCASARJANA**


**SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI**  
Nomor: 19/10/UN/10.14/P/1/2016  
Sertifikat ini diberikan kepada:

**Fachmi Buamona**  
Dengan Judul Tesis  
Model Pemilihan Moda Transportasi Laut Antar Pulau Dengan Metode Regresi Logistik (Studi Kasus: Di Maluku Utara)  
Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi < 5%,  
dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi.

Malang, 29 Juli 2016  
Ketua Tim Deteksi Plagiasi  
Dr. Ir. Harsuko Rimwati, MP  
NIP. 19660504 199002 2 001



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
Direktur  
Prof. Dr. Drs. Abdul Hakim, M.Si  
NIP. 19610202 198503 1 006



16-0302 T