Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kasus Tetanus Neonatorum (TN) di Jawa Timur dengan Metode Regresi *Zero-Inflated Generalized Poisson* (ZIGP)

Nama Mahasiswa	**: Siska Puji Lestari**
NRP	**: 1310 100 050**
Jurusan	**: Statistika FMIPA-ITS**
Pembimbing	**: Ir. Sri Pingit Wulandari. M.Si**

Abstrak

Salah satu penyebab dari kesakitan dan kematian anak adalah Tetanus Neonatorum. Tetanus Neonatorum merupakan penyakit tetanus yang disebabkan oleh neurotoxin yang dihasilkan oleh bakteri Clostridium tetani pada luka tertutup yang terjadi pada bayi baru lahir yaitu pada usia < 28 hari setelah lahir yang dapat menyebabkan kematian. Jumlah kasus Tetanus Neonatorum merupakan data count atau jumlahan dengan asumsi mengikuti distribusi Poisson. Banyaknya data yang bernilai nol sebanyak 76,3 persen mengindikasikan adanya overdispersi dalam variabel respon. Adanya overdispersi dapat menyebabkan model yang terbentuk menghasilkan estimasi parameter yang bias sehingga dalam penelitian ini mengatasi overdispersi dengan menggunakan regresi Zero-Inflated Generalized Poisson (ZIGP). Data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah data sekunder yang diambil dari Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur tahun 2012. Model terbaik yang dihasilkan dari regresi Zero-Inflated Generalized Poisson (ZIGP) menghasilkan 2 variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus Tetanus Neonatorum yaitu persentase ibu bersalin ditolong dukun (X_2) dan persentase kunjungan neonatus 3 kali (KN3 atau KN Lengkap) (X_4).

Kata kunci : *Overdispersi, regresi Zero-Inflated Generalized Poisson (ZIGP), Tetanus Neonatorum.*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Zero-Inflated Generalized Poisson (ZIGP) Regression Modeling of Factors That Affecting The Number Of Tetanus Neonatorum (TN) In East Java

Name	**: Siska Puji Lestari**
NRP	**: 1310 100 050**
Major	**: Statistika FMIPA-ITS**
Counsellor	**: Ir. Sri Pingit Wulandari. M.Si**

Abstract

One of causes child illness and death is Tetanus Neonatorum. Tetanus Neonatorum is a disease caused by neurotoxin produced by the bacterium Clostridium tetani in the wound closed and occurred in newborns that is at the age of <28 days after birth which can cause death. The number of tetanus neonatorum is count data and assuming distributed as Poisson distribution. The amount of zero data is 76.3 percent indicates overdispersion on the response variable. Overdispersi can cause a form model produces parameter estimation bias to overcome in this study by using a regression overdispersi Zero-inflated generalized Poisson (ZIGP). The data used in this final study is a secondary data taken from the Provincial Health Office of East Java in 2012. The best model of generalized regression Zero-inflated Poisson (ZIGP) produces two predictor variables are significant effect on the number of tetanus neonatorum is percentage Maternal helped by quack (X_2) *and the percentage of visits neonate 3 times (KN3 or KN Complete)* (X_4).

Keyword : *Overdispersion, Zero-Inflated Generalized Poisson (ZIGP) Regression, Tetanus Neonatorum.*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Regresi Generalized Poisson (GP)

Model regresi *Generalized Poisson* (GP) merupakan suatu model yang digunakan jika terjadi pelanggaran asumsi pada distribusi Poisson yaitu over/under dispersi. Overdispersi terjadi jika varian lebih besar daripada mean sedangkan underdispersi terjadi jika varian lebih kecil daripada mean. Model regresi *Generalized Poisson* (GP) merupakan suatu model *Generalized Linear Model* (GLM). Akan tetapi dalam regresi *Generalized Poisson* (GP) mengasumsikan bahwa komponen randomnya berdistribusi *Generalized Poisson* (GP).

Model *Generalized Poisson* (GP) dinyatakan dengan formula sebagai berikut. (Famoye dan Ozmen, 2007)

$$f(\mu_i, y_i, \omega) = \left(\frac{\mu_i}{1+\omega\,\mu_i}\right)^{y_i} \frac{(1+\omega\, y_i)^{y_i-1}}{y_i!} \exp\left[\frac{-\mu_i(1+\omega\, y_i)}{1+\omega\,\mu_i}\right] \quad (2.1)$$

dimana ω merupakan parameter dispersi dan $y_i = 0,1,2,\ldots$ merupakan variabel respon berdistribusi *Generalized Poisson* (GP).

Mean dan varian dari y_i sebagai berikut.

$$E(y_i|x_i) = \mu_i \quad (2.2)$$

dan

$$Var(y_i|x_i) = \mu_i(1+\omega\,\mu_i)^2. \quad (2.3)$$

Jika $\omega = 0$ maka model regresi *Generalized Poisson* (GP) akan menjadi regresi Poisson. Jika $\omega > 0$ maka model regresi *Generalized Poisson* (GP) merepresentasikan data *count* yang overdispersi. Jika $\omega < 0$ maka model regresi *Generalized Poisson* (GP) merepresentasikan data *count* yang underdispersi.

2.1.1 Penaksir Parameter Regresi Generalized Poisson (GP)

Metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) digunakan dalam penaksiran parameter regresi *Generalized Poisson* (GP).

Fungsi likelihood dari regresi *Generalized Poisson (GP)* sebagai berikut.

$$L(\boldsymbol{\beta},\omega)=\prod_{i=1}^{n}\left\{\left(\frac{\mu_i}{1+\omega\,\mu_i}\right)^{y_i}\frac{(1+\omega\,y_i)^{y_i-1}}{y_i!}\exp\left[\frac{-\mu_i(1+\omega\,y_i)}{1+\omega\,\mu_i}\right]\right\} \quad (2.4)$$

$$L(\boldsymbol{\beta},\omega)=\prod_{i=1}^{n}\left(\frac{\mu_i}{1+\omega\,\mu_i}\right)^{y_i}\left(\prod_{i=1}^{n}\frac{(1+\omega\,y_i)^{y_i-1}}{y_i!}\right)\exp\left[\sum_{i=1}^{n}\frac{-\mu_i(1+\omega\,y_i)}{1+\omega\,\mu_i}\right]$$

dimana:

$\mu_i=\exp(\mathbf{x_i^T}\boldsymbol{\beta})$,

$\mathbf{x_i}=[1 \quad x_{1i} \quad x_{2i} \quad \cdots \quad x_{ki}]^T$

$\boldsymbol{\beta}=[\beta_0 \quad \beta_1 \quad \beta_2 \quad \ldots \quad \beta_k]^T$

Dengan mensubtitusikan nilai μ_i maka fungsi likelihood menjadi,

$$L(\boldsymbol{\beta},\omega)=\prod_{i=1}^{n}\left(\frac{e^{(x_i^T\beta)}}{1+\omega\,e^{(x_i^T\beta)}}\right)^{y_i}\prod_{i=1}^{n}\frac{(1+\omega\,y_i)^{y_i-1}}{y_i!}\exp\left[\sum_{i=1}^{n}\frac{-e^{(x_i^T\beta)}(1+\omega\,y_i)}{1+\omega\,e^{(x_i^T\beta)}}\right]$$

Kemudian fungsi ln likelihood dari regresi *Generalized Poisson (GP)* adalah sebagai berikut.

$$\ln L(\boldsymbol{\beta},\omega)=\sum_{i=1}^{n}\Big(y_i\ \ln\big(\exp(\mathbf{x_i^T}\boldsymbol{\beta})\big)\Big)-y_i\ln\big(1+\omega\exp(\mathbf{x_i^T}\boldsymbol{\beta})\big)+$$

$$+\,(y_i-1)\ln(1+\omega y_i)-\ln(y_i!)-\frac{\exp(\mathbf{x_i^T}\boldsymbol{\beta})\,(1+\omega y_i)}{\big(1+\omega\exp(\mathbf{x_i^T}\boldsymbol{\beta})\big)}$$

$$\ln L(\boldsymbol{\beta},\omega)=\sum_{i=1}^{n}y_i(\mathbf{x_i^T}\boldsymbol{\beta})-y_i\ln\big(1+\omega\exp(\mathbf{x_i^T}\boldsymbol{\beta})\big)+$$

$$+\,(y_i-1)\ln(1+\omega y_i)-\ln(y_i!)+$$

$$-\exp(\mathbf{x_i^T}\boldsymbol{\beta})\,(1+\omega y_i)\big(1+\omega\exp(\mathbf{x_i^T}\boldsymbol{\beta})\big)^{-1} \quad (2.5)$$

Untuk menaksir parameter $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ salah satu cara adalah dengan menggunakan derivatif parsial yaitu fungsi ln likelihood diturunkan terhadap $\boldsymbol{\beta}^T$ dengan persamaan sebagai berikut.

$$\frac{\partial \ln \mathrm{L}(\boldsymbol{\beta},\omega)}{\partial \boldsymbol{\beta}^{\mathrm{T}}} = \frac{\partial\left(\sum_{i=1}^{n} y_i\left(\mathbf{x}_i^{\mathrm{T}}\boldsymbol{\beta}\right) - y_i \ln\left(1+\omega\exp\left(\mathbf{x}_i^{\mathrm{T}}\boldsymbol{\beta}\right)\right) + \Delta\right)}{\partial \boldsymbol{\beta}^{\mathrm{T}}}$$

Dimana :

$$\Delta = (y_i - 1)\ln(1+\omega y_i) - \ln(y_i!) +$$
$$- \exp\left(\mathbf{x}_i^{\mathrm{T}}\boldsymbol{\beta}\right)(1+\omega y_i)\left(1+\omega\exp\left(\mathbf{x}_i^{\mathrm{T}}\boldsymbol{\beta}\right)\right)^{-1}$$

Sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut.

$$\frac{\partial \ln \mathrm{L}(\boldsymbol{\beta},\omega)}{\partial \boldsymbol{\beta}^{\mathrm{T}}} = \sum_{i=1}^{n} y_i\mathbf{x}_i - \omega\, y_i\, \mathbf{x}_i \exp(\mathbf{x}_i^{\mathrm{T}}\boldsymbol{\beta})\left(1+\omega\exp\left(\mathbf{x}_i^{\mathrm{T}}\boldsymbol{\beta}\right)\right)^{-1} +$$
$$- (1+\omega\, y_i)\{(\mathbf{x}_i \exp\left(\mathbf{x}_i^{\mathrm{T}}\boldsymbol{\beta}\right)\left(1+\omega\left(\mathbf{x}_i^{\mathrm{T}}\boldsymbol{\beta}\right)\right)^{-1} +$$
$$- \omega\, \mathbf{x}_i\left(\exp\,(\mathbf{x}_i^{\mathrm{T}}\boldsymbol{\beta})\right)^2\left(1+\omega(\mathbf{x}_i^{\mathrm{T}}\boldsymbol{\beta})\right)^2\} \qquad (2.6)$$

Sedangkan untuk menaksir parameter $\hat{\boldsymbol{\omega}}$ salah satu cara adalah dengan menggunakan derivatif parsial yaitu fungsi ln likelihood diturunkan terhadap ω dengan persamaan sebagai berikut.

$$\frac{\partial \ln \mathrm{L}(\boldsymbol{\beta},\omega)}{\partial \omega} = \frac{\partial\left(\sum_{i=1}^{n} y_i\left(\mathbf{x}_i^{\mathrm{T}}\boldsymbol{\beta}\right) - y_i \ln\left(1+\omega\exp\left(\mathbf{x}_i^{\mathrm{T}}\boldsymbol{\beta}\right)\right) + \Delta\right)}{\partial \omega}$$

Sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut.

$$\frac{\partial \ln \mathrm{L}(\boldsymbol{\beta},\omega)}{\partial \omega} = \sum_{i=1}^{n} y_i \exp\left(\mathbf{x}_i^{\mathrm{T}}\boldsymbol{\beta}\right)\left(1+\omega\exp\left(\mathbf{x}_i^{\mathrm{T}}\boldsymbol{\beta}\right)\right)^{-1} +$$
$$+ y_i(y_i - 1)(1+\omega y_i)^{-1} - \exp\left(\mathbf{x}_i^{\mathrm{T}}\boldsymbol{\beta}\right)\{y_i\left(1+\omega\exp\left(\mathbf{x}_i^{\mathrm{T}}\boldsymbol{\beta}\right)\right)^{-1} +$$
$$- (1+\omega y_i)\exp(\mathbf{x}_i^{\mathrm{T}}\boldsymbol{\beta})\left(1+\omega\exp\left(\mathbf{x}_i^{\mathrm{T}}\boldsymbol{\beta}\right)\right)^{-2}\} \qquad (2.7)$$

Tetapi penurunan fungsi ln likelihood tidak selalu menghasilkan hasil yang implisit sehingga menggunakan metode numerik yaitu metode Newton-Raphson (Cameron dan Travedi, 1998) dengan melakukan iterasi dengan persamaan sebagai berikut.

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(m+1)} = \hat{\boldsymbol{\beta}}_{(m)} - \mathbf{H}^{-1}(\boldsymbol{\beta}_{(\mathrm{m})})\,\mathbf{g}\,(\boldsymbol{\beta}_{(\mathrm{m})}) \qquad (2.8)$$

Iterasi Newton Raphson dilakukan hingga didapatkan penaksir parameter yang konvergen.

2.1.2 Pengujian Hipotesis Regresi Generalized Poisson (GP)

Pengujian hipotesis merupakan pengujian parameter secara serentak dan pengujian parameter secara individu. Pengujian parameter model regresi *generalized Poisson* (GP) dilakukan dengan menggunakan metode MLRT dan pengujian parameter secara individu dilakukan dengan menggunakan statistik uji z.

Pengujian parameter secara serentak dengan hipotesis sebagai berikut.

$\mathrm{H}_0: \beta_1 = \beta_2 = \cdots = \beta_\mathrm{k} = 0$

$\mathrm{H}_1:$ minimal ada satu parameter $\beta_\mathrm{k} \neq 0, \mathrm{k} = 0,1,2,\ldots,\mathrm{k}$

Statistik uji sebagai berikut.

$$G^2 = -2\ln\left(\frac{l_o}{l_1}\right) = 2(\ln l_1 - \ln l_0) \qquad (2.9)$$

dimana l_o dan l_1 merupakan lambang maximum ln likelihood di bawah H_0 dan secara keseluruhan $(\mathrm{H}_0 \cup \mathrm{H}_1)$

Daerah penolakan pada pengujian ini adalah tolak H_0 jika $G^2 > \chi^2_{(k,\alpha)}$ atau jika P-*value* < α. Tolak H_0 berarti minimal terdapat satu parameter β_k yang berpengaruh signifikan terhadap model. Kemudian dilanjutkan pada pengujian parameter secara individu untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap model.

Pengujian parameter secara individu dengan hipotesis sebagai berikut.

$\mathrm{H}_0: \beta_\mathrm{k} = 0$

$\mathrm{H}_1: \beta_\mathrm{k} \neq 0$

Statistika uji :

$$z = \frac{(\hat{\beta}_k)}{SE(\hat{\beta}_k)} \qquad (2.10)$$

Dimana $SE(\hat{\beta})$ merupakan standart error untuk maksimum likelihood estimator dengan daerah penolakannya adalah tolak H_0 jika nilai $|z_{hitung}| > z_{\alpha/2}$ dengan α adalah tingkat signifikansi

2.2 Regresi Zero-Inflated Generalized Poisson (ZIGP)

Model regresi *Zero-Inflated Generalized Poisson* (ZIGP) merupakan salah satu model yang dapat digunakan untuk data respon diskrit atau data count yang dapat mengatasi adanya overdispersi akibat banyaknya data yang bernilai nol dengan proporsi data bernilai nol adalah minimal 65,7 persen (Famoye dan Singh, 2006). Model regresi *Zero-Inflated Generalized Poisson* (ZIGP) merupakan gabungan dari model regresi *Zero-Inflated Poisson* (ZIP) dengan model regresi *Generalized Poisson* (GP).

Model regresi *Zero-Inflated Generalized Poisson* (ZIGP) dinyatakan sebagai berikut. (Famoye dan Singh, 2006)

$$P(Y_i = y_i|x_i, z_i) = \begin{cases} \pi_i + (1-\pi_i) f(\mu_i, y_i, \omega) & , y_i = 0 \\ (1-\pi_i) f(\mu_i, y_i, \omega) & , y_i > 0 \end{cases} \qquad (2.11)$$

dimana $f(\mu_i, y_i, \omega), y_i = 0,1,2, \ldots$ adalah model regresi *Generalized Poisson* (GP) pada persamaan (2.6) dengan $0 < \pi_i < 1$ sehingga modelnya adalah sebagai berikut.

$$P(Y_i = y_i|x_i, z_i) = \begin{cases} \pi_i + (1-\pi_i)\exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right) & , y_i = 0 \\ (1-\pi_i)\left(\frac{\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)^{y_i} \frac{(1+\omega y_i)^{y_i-1}}{y_i!} \exp\left[\frac{-\mu_i(1+\omega y_i)}{1+\omega\mu_i}\right] & , y_i > 0 \end{cases}$$

Dalam fungsi $\mu_i = \mu_i(x_i)$ dan $\pi_i = \pi_i(z_i)$ memenuhi fungsi link sebagai berikut.

$$\log\left(\mu_i\right) = \sum_{j=1}^{k} x_{ij}\beta_j = \mathbf{x}^{\mathbf{T}}\boldsymbol{\beta} \qquad (2.12)$$

dan

$$\mathrm{logit}\ (\pi_i) = \log(\pi_i[1-\pi_i])^{-1} = \sum_{j=1}^{m} z_{ij}\delta_j \qquad (2.13)$$

dimana:
$x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik})$ adalah baris ke-i dari matriks kovariat **X**
$z_i = (z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{im})$ adalah baris ke-i dari matriks kovariat **Z**
dengan $z_{i1} = 1$ dan $x_{i1} = 1$
$\boldsymbol{\delta} = (\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_m)$ adalah vektor kolom parameter m-dimensi.
$\boldsymbol{\beta} = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k)$ adalah vektor kolom parameter k-dimensi.
fungsi log merupakan fungsi logaritma natural (ln).

Mean dan varian dari regresi *Zero-Inflated Generalized Poisson* (ZIGP) adalah sebagai berikut.

$$E(y_i|x_i) = (1-\pi_i)\mu_i(x_i) \qquad (2.14)$$

dan

$$\begin{aligned} Var(y_i|x_i) &= (1-\pi_i)\left[\mu_i^{\,2} + \mu_i(1+\omega\,\mu_i)^2\right] - (1-\pi_i)^2\mu_i^{\,2} \\ &= E(y_i|x_i)\left[(1+\omega\,\mu_i)^2 + \pi_i\mu_i\right] \qquad (2.15) \end{aligned}$$

Model regresi *Zero-Inflated Generalized Poisson* (ZIGP) akan menjadi model regresi *Generalized Poisson* (GP) jika $\pi_i = 0$ dan akan menjadi model regresi *Zero-Inflated Poisson* (ZIP) jika $\omega = 0$. Jika matriks kovariat yang sama mempengaruhi π_i dan μ_i maka dapat ditulis bahwa π_i adalah fungsi dari μ_i dengan fungsi sebagai berikut. (Famoye dan Singh, 2006)

$$\mathrm{logit}\ (\pi_i) = \log\left(\frac{\pi_i}{1-\pi_i}\right) = -\tau\sum_{j=1}^{k} x_{ij}\boldsymbol{\beta} = -\tau\,\mathbf{x}^{\mathbf{T}}\boldsymbol{\beta} \qquad (2.16)$$

Model regresi *Zero-Inflated Generalized Poisson* (ZIGP) dengan log link untuk μ_i dan untuk logit link untuk π_i dalam persamaan (2.15) akan dilambangkan dengan $ZIGP(\tau)$. Jika $\tau > 0$ maka kemungkinan *zero state* terjadi kecil dan jika $\tau < 0$ maka kemungkinan *zero state* terjadi lebih besar. Ketika $\tau = 0$ maka model $ZIGP(\tau)$ akan menjadi model $ZIP(\tau)$.

2.3 Penaksir Parameter Regresi *Zero-Inflated Generalized Poisson* (ZIGP)

Metode *Maximum Likelihood Estimator* (MLE) adalah salah satu metode penaksiran parameter yang dapat digunakan untuk menaksir parameter suatu model yang diketahui distribusinya. Metode *Maximum Likelihood Estimator* (MLE) dilakukan dengan cara memaksimumkan fungsi likelihood. Metode MLE dapat digunakan dalam penaksiran parameter regresi *Zero-Inflated Generalized Poisson* (ZIGP). Fungsi likelihood regresi ZIGP sebagai berikut.

$$L(\boldsymbol{\beta}) = \prod_{i=1}^{n} \mathrm{P}\left(\mathrm{Y_i} = \mathrm{y_i} \middle| \mathrm{x_i}, \mathrm{z_i}\right) \tag{2.17}$$

$$L(\boldsymbol{\beta}) = \begin{cases} \displaystyle\prod_{i=1}^{n} \pi_i + (1-\pi_i)\exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right) & , y_i = 0 \\ \displaystyle\prod_{i=1}^{n} (1-\pi_i)\left(\frac{\mu_i}{1+\omega\,\mu_i}\right)^{y_i} \frac{(1+\omega\,y_i)^{y_i-1}}{y_i!} \exp\left[\frac{-\mu_i(1+\omega\,y_i)}{1+\omega\,\mu_i}\right] & , y_i > 0 \end{cases}$$

dimana $\pi_i = \frac{\mu_i{}^{-\tau}}{1+\mu_i{}^{-\tau}}$ dan $1-\pi_i = \frac{1}{1+\mu_i{}^{-\tau}}$,maka fungsi likelihood sebagai berikut.

$$L(\boldsymbol{\beta}) = \begin{cases} \displaystyle\prod_{i=1}^{n} \frac{1}{1+\mu_i{}^{-\tau}} + \left[\mu_i{}^{-\tau} + \exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)\right] & , y_i = 0 \\ \displaystyle\prod_{i=1}^{n} \frac{1}{1+\mu_i{}^{-\tau}}\left(\frac{\mu_i}{1+\omega\,\mu_i}\right)^{y_i} \frac{(1+\omega\,y_i)^{y_i-1}}{y_i!} \exp\left[\frac{-\mu_i(1+\omega\,y_i)}{1+\omega\,\mu_i}\right] & , y_i > 0 \end{cases}$$

Fungsi ln likelihood regresi ZIGP sebagai berikut.

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}) = -\sum_{i=1}^{n} \ln\left(1+\mu_i{}^{-\tau}\right) + \sum_{i=1}^{n} \ln\left[\mu_i{}^{-\tau} + \exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)\right] \quad, y_i = 0$$

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}) = \sum_{i=1}^{n} \ln\left(1+\mu_i{}^{-\tau}\right) + \sum_{i=1}^{n} y_i \ln\left(\frac{\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right) +$$

$$+(y_i-1)\ln(1+\omega y_i) - \ln(y_i!) - \frac{\mu_i(1+\omega y_i)}{1+\omega\mu_i} \quad, y_i > 0$$

maka fungsi ln likelihood untuk model ZIGP sebagai berikut.

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}) = -\sum_{i=1}^{n} \ln\left(1+\mu_i{}^{-\tau}\right) + \sum_{\substack{i=1\\ y_i=0}}^{n} \ln\left[\mu_i{}^{-\tau} + \exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)\right] +$$

$$+\sum_{\substack{i=1\\ y_i>0}}^{n} y_i \ln\left(\frac{\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right) + (y_i-1)\ln(1+\omega y_i) - \ln(y_i!) - \frac{\mu_i(1+\omega y_i)}{1+\omega\mu_i}$$

Dimana $\mu_i = \mu_i(x_i) = \exp\left(\sum_{j=1}^{k} \beta_j x_{ij}\right)$ dan

$$\mu_i{}^{-\tau} = \exp\left(-\tau \sum_{j=1}^{k} \beta_j x_{ij}\right)$$

Pada kasus tertentu cara tersebut tidak menghasilkan suatu solusi yang eksplisit sehingga alternatif lain yang dapat digunakan untuk menaksir parameternya adalah dengan algoritma Newton Raphson. Estimasi parameter regresi ZIGP didapatkan dengan menghitung secara iterasi dengan langkah sebagai berikut

1. Membentuk vektor gradien ***g*** yang merupakan derivatif parsial pertama dari fungsi ln likelihood.

$$\mathbf{g}^T(\boldsymbol{\beta}_{(m)})_{(k+1)x1} = \left[\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_1} \quad \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_2} \quad \cdots \quad \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_k} \quad \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \tau} \quad \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \omega}\right]$$

Dimana derivatif parsial pertama dari fungsi ln likelihood adalah sebagai berikut.

$$\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_j} = \sum_{i=1}^{n} \frac{\tau x_{ij}}{1+\mu_i{}^{\tau}} - \sum_{\substack{i=1\\ y_i=0}}^{n} \frac{\tau x_{ij}\mu_i{}^{-\tau} + \exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)\left(\frac{x_{ij}\ \mu_i}{(1+\omega\mu_i)^2}\right)}{\mu_i{}^{-\tau} + \exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)} +$$

$$+\sum_{\substack{i=1\\ y_i>0}}^{n} \left\{y_i\left(\frac{x_{ij}}{1+\omega\mu_i}\right) - (1-\omega y_i)\left(\frac{x_{ij}\ \mu_i}{(1+\omega\mu_i)^2}\right)\right\}$$

$$\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \tau} = -\sum_{i=1}^{n} \frac{-\mu_i{}^{-\tau}\ln\mu_i}{1+\mu_i{}^{-\tau}} + \sum_{\substack{i=1\\ y_i=0}}^{n} \frac{-\mu_i{}^{-\tau}\ln\mu_i}{\mu_i{}^{-\tau} + \exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)}$$

$$= \sum_{i=1}^{n} \frac{\ln\mu_i}{1+\mu_i{}^{\tau}} - \sum_{\substack{i=1\\ y_i=0}}^{n} \frac{\ln\mu_i}{1+\mu_i{}^{-\tau} + \exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)}$$

$$\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \omega} = \sum_{\substack{i=1\\ y_i=0}}^{n} \frac{\mu_i{}^{2}\mu_i{}^{\tau}\exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)}{(1+\omega\mu_i{}^{\tau})^2\left[1+\mu_i{}^{-\tau}\exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)\right]} +$$

$$+\sum_{\substack{i=1\\ y_i>0}}^{n}\left\{-\frac{y_i\mu_i}{1+\omega\mu_i} + \frac{y_i(y_i-1)}{1+\omega y_i} - \frac{\mu_i\ (y_i-\mu_i)}{(1+\omega\mu_i)^2}\right\}$$

2. Membentuk matriks Hessian **H** yang merupakan derivatif parsial kedua dari fungsi ln likelihood.

$$\mathbf{H}\left(\boldsymbol{\beta}_{(m)}\right)_{(k+1)x(k+1)} = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial\beta\,\partial\beta^T} & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial\beta\,\partial\tau} & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial\beta\,\partial\omega} \\ \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial\tau\,\partial\beta^T} & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial\tau\,\partial\tau} & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial\tau\,\partial\omega} \\ \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial\omega\,\partial\beta^T} & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial\omega\,\partial\tau} & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial\omega\,\partial\omega} \end{bmatrix}$$

Dimana derivatif parsial kedua dari fungsi ln likelihood adalah sebagai berikut.

■ $$\frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial\beta_k\,\partial\beta_k}=\sum_{i=1}^{n}\frac{\tau^2 x_{ij}x_{ij}\mu_i{}^{\tau}}{(1+\mu_i{}^{\tau})^2}+$$

$$-\sum_{\substack{i=1\\y_i=0}}^{n}\frac{\dfrac{x_{ij}x_{ij}\mu_i{}^{\tau+1}\exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)}{(1+\omega\mu_i)^4}\left(-\mu_i+(\tau+1)(1+\omega\mu_i)^2-2\omega\mu_i(1+\omega\mu_i)\right)}{1+\mu_i{}^{-\tau}\exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)}+$$

$$-\frac{x_{ij}\mu_i{}^{\tau}\exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)\left(\tau-\frac{\mu_i}{(1+\omega\mu_i)^2}\right)\left\{\tau+\exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)\frac{\mu_i\mu_i{}^{\tau}}{(1+\omega\mu_i)^2}\right\}x_{ij}}{\left(1+\mu_i{}^{-\tau}\exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)\right)^2}+$$

$$+\sum_{\substack{i=1\\y_i>0}}^{n}\frac{x_{ij}x_{ij}\mu_i}{(1+\omega\mu_i)^2}\left(1+\frac{2\omega(y_i-\mu_i)}{(1+\omega\mu_i)}\right)$$

■ $$\frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial\beta_k\,\partial\tau}=\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{x_{ij}}{1+\mu_i{}^{\tau}}-\frac{\mu_i{}^{\tau}\,\tau\,x_{ij}\ln(\mu_i)}{(1+\omega\mu_i)^2}\right)+$$

$$-\sum_{\substack{i=1\\y_i=0}}^{n}\left(\frac{x_{ij}}{1+\mu_i{}^{\tau}\exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)}-\frac{x_{ij}\,\mu_i{}^{\tau}\ln(\mu_i)\exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)}{\left(1+\mu_i{}^{\tau}\exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)\right)^2}\left(\tau-\frac{\mu_i}{(1+\omega\mu_i)^2}\right)\right)$$

■ $$\frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial\beta_k\,\partial\omega}=\sum_{\substack{i=1\\y_i=0}}^{n}\left\{\frac{\tau x_{ij}\mu_i{}^{\tau}\mu_i{}^2\exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)}{(1+\omega\mu_i)^2\left(1+\mu_i{}^{\tau}\exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)\right)^2}+\right.$$

$$\left.+\frac{x_{ij}\mu_i{}^{\tau}\mu_i{}^2\exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)\left(\mu_i-2(1+\omega\mu_i)-\dfrac{\mu_i{}^{\tau}\mu_i\exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)}{1+\mu_i{}^{\tau}\exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)}\right)}{(1+\omega\mu_i)^4\left(1+\mu_i{}^{\tau}\exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)\right)}\right\}+$$

$$+\sum_{\substack{i=1\\ y_i>0}}^{n}\frac{2\mu_i(\mu_i-y_i)x_{ij}}{(1+\omega\mu_i)^3}$$

- $$\frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial\tau\,\partial\tau}=-\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{\mu_i{}^{\tau}(\ln(\mu_i))^2}{(1+\mu_i{}^{\tau})^2}-\sum_{\substack{i=1\\ y_i=0}}^{n}\frac{\mu_i{}^{\tau}\exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)(\ln(\mu_i))^2}{1+\mu_i{}^{\tau}\exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)}\right)$$

- $$\frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial\tau\,\partial\omega}=\sum_{\substack{i=1\\ y_i=0}}^{n}\frac{\mu_i{}^{\tau}\mu_i{}^{2}\ln(\mu_i)\exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)}{(1+\omega\mu_i)^2\left(1+\mu_i{}^{\tau}\exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)\right)^2}$$

- $$\frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial\omega\,\partial\omega}$$

$$=\sum_{\substack{i=1\\ y_i=0}}^{n}\frac{\mu_i{}^{\tau}\mu_i{}^{2}\exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)\left(\mu_i{}^{2}-2\mu_i(1+\omega\mu_i)\left(1+\mu_i{}^{\tau}\exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)\right)\right)}{(1+\omega\mu_i)^4\left(1+\mu_i{}^{\tau}\exp\left(\frac{-\mu_i}{1+\omega\mu_i}\right)\right)^2}$$

$$+\sum_{\substack{i=1\\ y_i>0}}^{n}\frac{y_i\mu_i{}^{2}}{(1+\omega\mu_i)^2}-\frac{y_i{}^{2}(y_i-1)}{(1+\omega y_i)^2}+\frac{2\mu_i{}^{2}(y_i-\mu_i)}{(1+\omega\mu_i)^3}$$

3. Membentuk matriks varians kovarians **V** yang dibentuk dari ekspektasi matriks Hessian $\mathbf{V}=-\mathrm{E}[\mathbf{H}]$
4. Mulai dari *m* = 0 dilakukan iterasi dengan persamaan sebagai berikut.

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(m+1)}=\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(m)}-\mathbf{H}^{-1}(\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(\mathrm{m})})\,\mathbf{g}\,(\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(\mathrm{m})})$$

5. Nilai $\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(m)}$ merupakan sekumpulan penaksir parameter yang konvergen pada iterasi ke-*m*.

Jika belum didapatkan penaksir parameter yang konvergen, maka dilanjutkan kembali langkah 4 hingga iterasi ke m=m+1. Iterasi akan berhenti pada keadaan konvergen yaitu pada saat $\left\|\boldsymbol{\beta}_{(m+1)}-\boldsymbol{\beta}_{(m)}\right\|\le\varepsilon$, dimana ε adalah bilangan yang sangat kecil.

2.4 Pengujian Kesesuaian Model Regresi *Zero-Inflated Generalized Poisson* (ZIGP)

Pengujian kesesuaian model digunakan untuk menguji model apakah model sesuai atau tidak dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : \omega = 0$ (model ZIGP(τ) tidak sesuai)

$H_1 : \omega \neq 0$ (model ZIGP(τ) sesuai)

Statistik uji sebagai berikut.

$$\lambda = \lambda(y_1, y_2, \ldots, y_n) = \frac{\max\limits_{\omega \in \Omega_0} L(\Omega_0)}{\max\limits_{\omega \in \Omega} L(\Omega)} \quad (2.18)$$

Daerah penolakan pada persamaan ini adalah H_0 ditolak jika dan hanya jika $\lambda \leq c$. c adalah suatu konstanta yang memenuhi $0 \leq c \leq 1$ yang ditentukan dengan tingkat signifikansi α.

2.5 Pengujian Hipotesis Regresi *Zero-Inflated Generalized Poisson* (ZIGP)

Pengujian hipotesis merupakan pengujian parameter yang dilakukan secara serentak maupun secara individu untuk menguji signifikansi parameter.

2.5.1 Pengujian Parameter Secara Serentak

Pengujian parameter secara serentak dilakukan untuk mengetahui faktor yang berpengaruh signifikan terhadap model. Berikut ini merupakan hipotesis uji parameter secara serentak model regresi ZIGP.

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

$H_1:$ minimal ada satu parameter $\beta_k \neq 0, k = 0,1,2, \ldots, k$

Statistik uji sebagai berikut.

$$G^2 = -2 \ln \left(\frac{l_o}{l_1}\right) \quad (2.19)$$

dimana l_o dan l_1 merupakan lambang maximum ln likelihood di bawah H_0 dan secara keseluruhan $(H_0 \cup H_1)$

Daerah penolakan pada pengujian parameter secara serentak adalah tolak H_0 jika $G^2 > \chi^2_{(p,\alpha)}$ atau jika P-*value* < α.

2.5.2 Pengujian Parameter Secara Individu

Uji Wald merupakan salah satu pengujian yang dilakukan untuk menguji signifikansi parameter regresi secara individu. Berikut ini merupakan hipotesis uji parameter secara individu model regresi ZIGP.

$H_0 : \beta_k = 0$

$H_1 : \beta_k \neq 0$

Dengan statistika uji sebagai berikut.

$$W = \frac{\hat{\beta}_k{}^2}{SE(\hat{\beta}_k)^2} \tag{2.20}$$

Dimana $\hat{\beta}$ merupakan maksimum likelihood estimator parameter β. Daerah penolakan pada pengujian ini adalah tolak H_0 jika nilai $W_{hitung} > \mathcal{X}^2_{(1,\alpha)}$ atau P*value* < α atau dengan menggunakan alternatif lain yang membandingkan dengan distribusi normal dengan statistik uji sebagai berikut.

$$z = \frac{(\hat{\beta}_k)}{SE(\hat{\beta}_k)} \tag{2.21}$$

Dimana $SE(\hat{\beta})$ merupakan standart error untuk maksimum likelihood estimator dengan daerah penolakannya adalah tolak H_0 jika nilai $|z_{hitung}| > z_{\alpha/2}$ dengan α adalah tingkat signifikansi

2.6 Pemilihan Model Terbaik

Salah satu pemilihan model terbaik untuk regresi *Zero Inflated Generalized Poisson* adalah dengan metode *Akaike's Information Criterion* (AIC). Nilai AIC dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut. (Bozdogan, 2000)

$$\mathrm{AIC} = -2 \log \mathrm{L}(\hat{\beta}) + 2\mathrm{k} \tag{2.22}$$

Dimana $\mathrm{L}(\hat{\beta})$ merupakan nilai likelihood dan k merupakan jumlah parameter. Kriteria pemilihan model terbaik jika didapatkan nilai terkecil atau mendekati nol dari AIC yang diperoleh yang artinya semakin baik model yang digunakan.

2.7 Tetanus Neonatorum

Salah satu peningkatan kesejahteraan anak adalah menurunkan angka kesakitan dan kematian. Salah satu penyebab dari kesakitan dan kematian anak adalah Tetanus Neonatorum. Tetanus Neonatorum adalah penyakit yang disebabkan *Clostridium Tetani* pada neonatus yang dapat menyebabkan kematian. Spora *Clostridium Tetani* tidak dapat dihilangkan dari alam yang dapat mencemari dan berkembangbiak menjadi kuman vegetatif. Neonatus adalah bayi berumur 0-28 hari. Badan Kesehatan Dunia (WHO) pada tahun 1988 dan UNICEF melalui *World Summit for Children* pada tahun 1990 mengajak seluruh dunia untuk mengeliminasi Tetanus Neonatorum pada tahun 2000 (Kemenkes, 2012).

Strategi ETN di Indonesia antara lain (Depkes, 2002).

1. Imunisasi 5T (DPT 1,2,3 ; Bulan imunisasi Anak Sekolah (BIAS) DT pada anak kelas I SD; dan TT pada anak kelas VI SD),
2. Persalinan 3B (Bersih alat, bersih tempat dan bersih tangan), dan
3. Perawatan tali pusat serta pelaksanaan surveilans untuk menentukan daerah risiko tinggi

Faktor risiko dari kasus Tetanus Neonatorum adalah rendahnya sterilisasi dan kebersihan dari proses persalinan, penanganan pasca persalinan yang tidak memadai dan kurangnya pengetahuan dan sosialisasi vaksin tetanus toxoid di berbagai negara miskin dan kurang berkembang. Faktor tersebut berhubungan langsung dengan interaksi antara kondisi setempat dengan tersedianya pelayanan kesehatan yang baik di daerah tersebut yang menentukan subyek penolong persalinan dan kebersihan persalinan. Faktor risiko Tetanus Neonatorum terdiri dari 2 faktor yaitu faktor medis dan faktor non medis. Faktor medis meliputi kurangnya standar perawatan prenatal (kurangnya perawatan antenatal pada ibu hamil, kurangnya pengetahuan ibu hamil tentang pentingnya imunisasi tetanus toxoid), perawatan perinatal (kurang tersedianya fasilitas persalinan dan tenaga medis sehingga banyak persalinan yang dilakukan di rumah dan penggunaan alat-alat yang tidak steril, termasuk dalam penanganan tali pusat) dan perawatan neonatal (neonatus lahir dalam keadaan tidak steril, tingginya prematuritas, dsb) sedangkan untuk faktor non medis berhubungan dengan adat istiadat setempat (contoh: Beberapa suku di Pakistan sering kali mengoleskan kotoran sapi pada lokasi pemotongan tali pusat) (Handoko, 2011).

Penyebab penyakit Tetanus Neonatorum adalah sebagai berikut (Nursewian, 2012)

1. Penggunaan alat yang tidak steril untuk memotong tali pusat seringkali meningkatkan risiko penularan penyakit tetanus neonatorum. Bidan-bidan di negara-negara berkembang, melakukan pertolongan persalinan masih menggunakan peralatan seperti pisau dapur atau sembilu untuk memotong tali pusat bayi baru lahir.
2. Cara perawatan tali pusat dengan teknik tradisional seperti menggunakan ramuan untuk menutup luka tali pusat dengan kunyit dan abu dapur, kemudian tali pusat tersebut dibalut dengan menggunakan kain pembalut yang tidak steril, serta tempat pelayanan persalinan yang tidak bersih dan steril.
3. Kekebalan ibu terhadap tetanus. Kekebalan ibu terhadap tetanus menjadi hal yang sangat penting karena dengan adanya antibodi antitetanus dalam darah ibu hamil, dapat disalurkan pada bayi yang dikandungnya sehingga dapat mencegah berkembangnya spora *Clostridium Tetani*.

Faktor-faktor penyebab penyakit Tetanus Neonatorum juga bisa terjadi akibat faktor risiko pencemaran lingkungan fisik dan biologik yang merupakan faktor yang menentukan kepadatan kuman dan tingginya tingkat pencemaran spora *Clostridium Tetani* di lingkungannya. Pengendalian pencemaran lingkungan dapat dilakukan dengan mengupayakan kebersihan lingkungan yang maksimal agar tidak terjadi pencemaran spora *Clostridium Tetani* pada proses persalinan, pemotongan dan perawatan tali pusat. Menurut Nursewian, penyakit tetanus neonatorum terjadi mendadak dengan otot yang makin bertambah terutama pada rahang dan leher. Dalam 48 jam penyakit menjadi nyata dengan adanya trismus. Tanda-tanda dan gejala sebagai berikut.

1. Bayi tiba-tiba panas dan tidak mau minum (karena tidak dapat menghisap)
2. Mulut mencucut seperti mulut ikan
3. Mudah terangsang dan sering kejang disertai sianosis
4. Kaku kuduk sampai opistotonus
5. Dinding abdomen kaku, mengeras, dan kadang-kadang terjadi kejang
6. Dari berkerut, alis mata terangkat, sudut mulut tertarik kebawah, muka thisus sardunikus.
7. Ekstermitas biasanya terulur atau kaku
8. Tiba-tiba bayi sensitif terhadap rangsangan, gelisah dan kadang-kadang menangis lemah.
9. Terjadi penurunan kesadaran

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah data sekunder yang berasal dari Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur 2012 yang dipublikasikan oleh Dinas Kesehatan Jawa Timur yang ditunjukkan pada Lampiran 1. Unit penelitiannya adalah 38 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini terdiri atas variabel respon (Y) dan variabel prediktor (X). Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini antara lain.

1. Jumlah kasus Tetanus Neonatorum (Y)
2. Persentase ibu bersalin ditolong nakes (tenaga kesehatan) (X_1)

   Persentase ibu bersalin yang mendapat pertolongan persalinan oleh tenaga kesehatan yang memiliki kompetensi kebidanan di satu wilayah kerja pada kurun waktu tertentu.

$$X_1 = \frac{\text{jumlah ibu bersalin ditolong nakes}}{\text{jumlah ibu bersalin}} \text{ x } 100$$

3. Persentase ibu bersalin ditolong dukun (X_2)

   Persentase ibu bersalin yang mendapat pertolongan persalinan tidak dibantu oleh tenaga kesehatan yang memiliki kompetensi kebidanan.

$$X_2 = \frac{\text{jumlah ibu bersalin ditolong dukun}}{\text{jumlah ibu bersalin}} \text{ x } 100$$

4. Persentase kunjungan ibu hamil K4 (X_3)

   Pelayanan kesehatan ibu hamil yang mendapatkan pelayanan antenatal sesuai standar paling sedikit empat kali, dengan distribusi pemberian pelayanan minimal satu kali pada triwulan pertama, satu kali pada triwulan kedua dan dua kali pada triwulan ketiga umur kehamilan dan mendapat 90 tablet Fe selama periode kehamilannya di satu wilayah kerja pada kurun waktu tertentu.

$$X_3 = \frac{\text{jumlah ibu hamil melakukan kunjungan K4}}{\text{jumlah ibu hamil}} \text{x } 100$$

5. Persentase kunjungan neonatus 3 kali (KN3 atau KN Lengkap) (X_4)
   Pelayanan kesehatan neonatal dasar meliputi asi eksklusif, pencegahan infeksi berupa perawatan mata, tali pusat, pemberian vitamin K1 injeksi bila tidak diberikan pada saat lahir, pemberian imunisasi hepatitis B1 bila tidak diberikan pada saat lahir, dan manajemen terpadu bayi muda. Dilakukan sesuai standar sedikitnya 3 kali, pada 6-24 jam setelah lahir, 3-7 hari dan pada -28 hari setelah lahir yang dilakukan di fasilitas kesehatan maupun kunjungan rumah.

$$X_4 = \frac{\text{jumlah bayi yang melakukan KN 3 kali}}{\text{jumlah bayi}} \text{x } 100$$

3.3 Langkah Penelitian

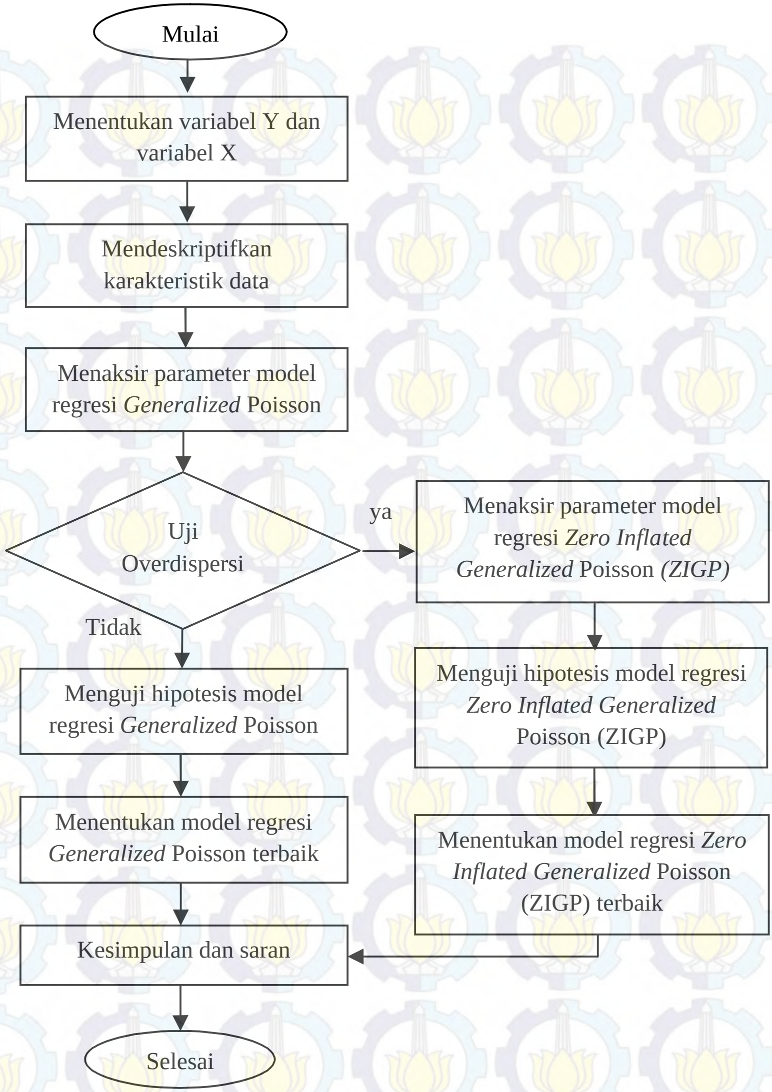
Tahap dan langkah-langkah analisis data dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Mendeskriptifkan karakterisktik data dengan statistika deskriptif.
2. Menaksir parameter model regresi *Generalized* Poisson (GP) dengan algoritma Newton Raphson.
3. Menguji hipotesis model regresi *Generalized* Poisson (GP).
   Uji hipotesis dilakukan untuk pengujian parameter secara serentak dan individu.
4. Menentukan model regresi *Generalized* Poisson (GP).
5. Menguji overdispersi.
   Taksiran dispersi lebih dari 0 menunjukkan bahwa variabel respon terbukti mengalami ovardispersi.

6. Menaksir parameter model regresi ZIGP.
   Untuk menaksir parameter pada regresi ZIGP dengan menggunakan algoritma Newton-Raphson.
7. Menguji kesesuaian model regresi ZIGP.
   Menentukan apakah model regresi ZIGP sesuai atau tidak. Jika tidak model regresi ZIGP akan menjadi model regresi ZIP.
8. Menguji hipotesis model regresi ZIGP.
   Uji hipotesis merupakan pengujian parameter yang dilakukan secara serentak dan secara individu untuk mengetahui signifikansi dari masing-masing parameter yang diperoleh.
9. Menentukan model terbaik dari regresi ZIGP.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Berikut diagram alir penelitian yang merupakan gambaran dari langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Data

Sebelum melakukan pengujian pada data, dilakukan terlebih dahulu analisis deskriptif dari variabel respon dan variabel prediktor untuk diketahui karakteristik dari masing-masing variabel yang akan digunakan dalam penelitian tugas akhir ini.

4.1.1 Karakteristik Kasus Tetanus Neonatorum di Jawa Timur

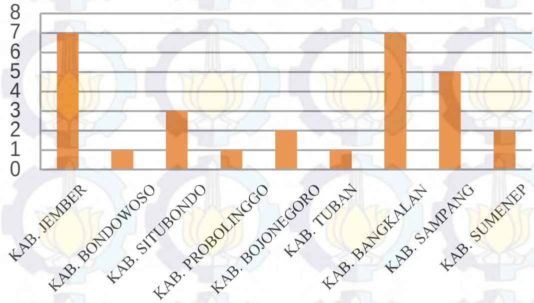
Jawa Timur merupakan provinsi dengan 229 pulau, yang terdiri dari 162 pulau bernama dan 67 pulau tidak bernama, dengan panjang pantai sekitar 2.833,85 km. Provinsi Jawa Timur terdiri dari 38 kabupaten/kota yaitu 29 kabupaten dan 9 kota dengan 662 kecamatan dan 8.505 desa/kelurahan. Indonesia merupakan salah satu negara yang belum memenuhi target ETN (Eliminasi Tetanus Neonatorum). Target ETN adalah 1 per 1000 kelahiran hidup. Kasus Tetanus Neonatorum di Jawa Timur mengalami peningkatan dari tahun 2011 ke tahun 2012. Jumlah kasus Tetanus Neonatorum tiap kabupaten/kota di Jawa Timur dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Jumlah kasus Tetanus Neonatorum di tiap kabupaten/kota di Jawa Timur

Jumlah Kasus	Frekuensi	Persen
0	29	76,3
1	3	7,9
2	2	5,3
3	1	2,6
5	1	2,6
7	2	5,3
Total	38	100,0

Tabel 4.1 menjelaskan bahwa sebesar 76,3 persen kabupaten/kota di Jawa Timur dengan 0 kasus Tetanus Neonatorum atau tidak ada kasus terkena Tetanus Neonatorum di

29 kabupaten/kota. Sebesar 7,9 persen kabupaten/kota di Jawa Timur dengan 1 kasus Tetanus Neonatorum atau hanya ada 1 kasus terkena Tetanus Neonatorum di 3 kabupaten/kota di Jawa Timur. Sebesar 5,3 persen kabupaten/kota dengan 2 kasus Tetanus Neronatorum atau terdapat 2 kasus terkena Tetanus Neonatorum di 2 kabupaten/kota di Jawa Timur. Sebesar 2,6 persen kabupaten/kota dengan 3 dan 5 kasus Tetanus Neonatorum atau hanya ada 1 kabupaten/kota dengan 3 dan 5 kasus terkena Tetanus Neonatorum di Jawa Timur. Sebesar 5,3 persen kabupaten/kota dengan 7 kasus Tetanus Neonatorum atau terdapat 7 kasus terkena Tetanus Neonatorum di 2 kabupaten/kota di Jawa Timur. Kabupaten/kota yang terdapat kasus Tetanus Neonatorum dapat dilihat pada Gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4.1 Kasus Tetanus Neonatorum di tiap kabupaten/kota di Jawa Timur

Gambar 4.1 menjelaskan bahwa terdapat 9 kabupaten/kota yang terkena kasus Tetanus Neonatorum yaitu kabupaten Jember, kabupaten Bondowoso, kabupaten Situbondo, kabupaten Probolinggo, kabupaten Bojonegoro, kabupaten Tuban, kabupaten Bangkalan, kabupaten Sampang, dan kabupaten Sumenep. Kabupaten/kota yang tertinggi dengan kasus Tetanus Neonatorum adalah kabupaten Jember dan kabupaten Bangkalan dengan masing-masing 7 kasus kemudian kabupaten Sampang dengan 5 kasus, kabupaten Situbondo dengan 3 kasus, kabupaten Bojonegoro dan kabupaten Sumenep dengan 2 kasus serta kabupaten Bondowoso, kabupaten Probolinggo, dan kabupaten Tuban dengan 1 kasus.

4.1.2 Karakteristik Faktor-Faktor yang diduga Mempengaruhi Kasus Tetanus Neonatorum

Terdapat faktor-faktor yang diduga mempengaruhi kasus Tetanus Neonatorum di Jawa Timur yaitu persentase ibu bersalin ditolong nakes (tenaga kesehatan) (X_1), persentase ibu bersalin ditolong dukun (X_2), persentase kunjungan ibu hamil K4 (X_3), dan persentase kunjungan neonatus 3 kali (KN3 atau KN Lengkap) (X_4) dengan deskriptif pada Tabel 4.2 sebagai berikut.

Tabel 4.2 Analisis Deskriptif Faktor-Faktor yang diduga Mempengaruhi Kasus Tetanus Neonatorum

	N	Minimum	Maximum	Mean	Median	Varians
X_1	38	75,02	101,41	88,9408	89,11	46,103
X_2	38	0,00	7,72	1,1558	0,115	4,069
X_3	38	70,67	101,55	84,0605	84,07	55,002
X_4	38	76,59	111,22	94,2389	94,64	69,842

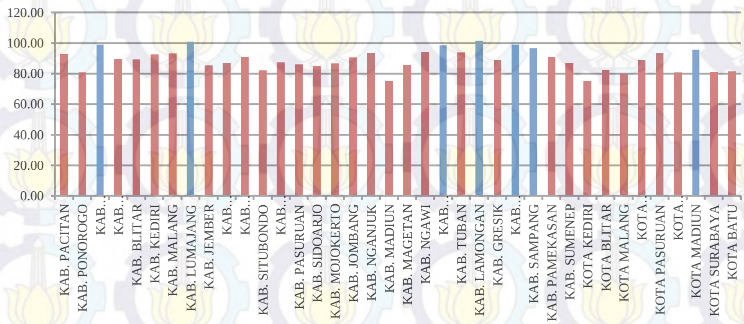
Tabel 4.2 menunjukkan bahwa persentase ibu bersalin ditolong nakes (tenaga kesehatan) (X_1) memiliki nilai minimum sebesar 75,02 persen dan nilai maksimum sebesar 101,41 persen dengan rata-rata sebesar 88,94 dan nilai tengah sebesar 89,11 serta varians sebesar 46,103. Persentase ibu bersalin ditolong dukun (X_2) memiliki nilai minimum sebesar 0 persen dan nilai maksimum sebesar 7,72 persen dengan rata-rata sebesar 1,156 dan nilai tengah sebesar 0,115 serta varians sebesar 4,069. Persentase kunjungan ibu hamil K4 (X_3) memiliki nilai minimum sebesar 70,67 persen dan nilai maksimum sebesar 101,55 persen dengan rata-rata sebesar 84,06 dan nilai tengah sebesar 84,07 serta varians sebesar 55,002. Persentase kunjungan neonatus 3 kali (KN3 atau KN Lengkap) (X_4) memiliki nilai minimum sebesar 76,59 persen dan nilai maksimum sebesar 111,22 persen dengan rata-rata sebesar 94,24 dan nilai tengah sebesar 94,64 serta varians sebesar 69,842. Pada variabel prediktor, terdapat

nilai maksimum melebihi 100 persen, ini terjadi karena terdapat data dengan pembilang lebih besar dari penyebutnya. Data dari Dinas Kesehatan Jawa Timur merupakan gabungan dari hasil yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Jawa Timur sebagai pembilang dan hasil prediksi dari Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur sebagai penyebut atau pembaginya.

4.1.2.1 Persentase Ibu Bersalin Ditolong Nakes (Tenaga Kesehatan) (X_1)

Pertolongan persalinan oleh tenaga kesehatan merupakan persalinan ibu hamil yang dibantu oleh tenaga kesehatan yang memiliki kompetensi kebidanan di satu wilayah kerja pada kurun waktu tertentu. Target yang ditentukan dalam cakupan persalinan oleh tenaga kesehatan adalah 94 persen (Dinkes, 2012). Persentase ibu bersalin ditolong tenaga kesehatan didapatkan dari jumlah ibu bersalin yang ditolong oleh tenaga kesehatan dibagi dengan jumlah ibu hamil.

Persentase ibu bersalin ditolong tenaga kesehatan dapat dilihat pada Gambar 4.2 sebagai berikut.

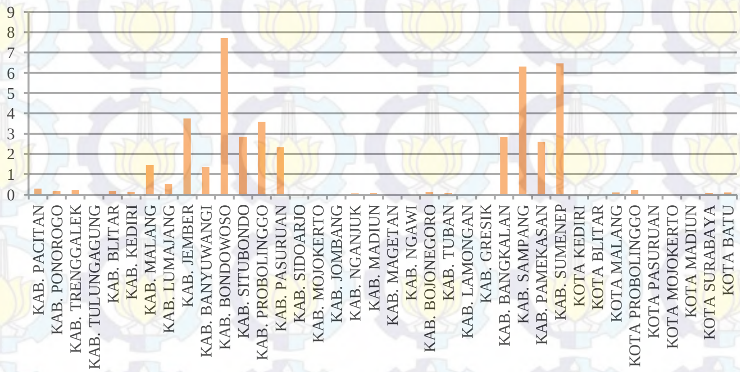


Gambar 4.2 Persentase Ibu Bersalin ditolong Tenaga Kesehatan (Nakes)

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa persentase ibu bersalin yang ditolong oleh tenaga kesehatan pada tahun 2012 masih banyak kabupaten/kota yang berada dibawah target yaitu sebanyak 31 kabupaten/kota. Hanya terdapat 7 kabupaten/kota yang mencapai target yaitu kabupaten Trenggalek, kabupaten Lumajang, kabupaten Bojonegoro, kabupaten Lamongan, kabupaten Sampang dan kota Madiun. Persentase ibu bersalin ditolong oleh tenaga kesehatan tertinggi adalah pada kabupaten Lamongan yaitu sebesar 101,41 persen. Sedangkan persentase ibu bersalin ditolong oleh tenaga kesehatan terendah adalah pada Kota Kediri yaitu sebesar 75,02 persen.

4.1.2.2 Persentase Ibu Bersalin Ditolong Dukun (X_2)

Pertolongan persalinan oleh dukun merupakan persalinan ibu hamil yang tidak dibantu oleh tenaga kesehatan yang memiliki kompetensi kebidanan. Persentase ibu bersalin ditolong dukun didapatkan dari jumlah ibu bersalin yang ditolong oleh dukun dibagi dengan jumlah ibu hamil. Persentase ibu bersalin ditolong dukun dapat dilihat pada Gambar 4.3 sebagai berikut.



Gambar 4.3 Persentase Ibu Bersalin ditolong Dukun

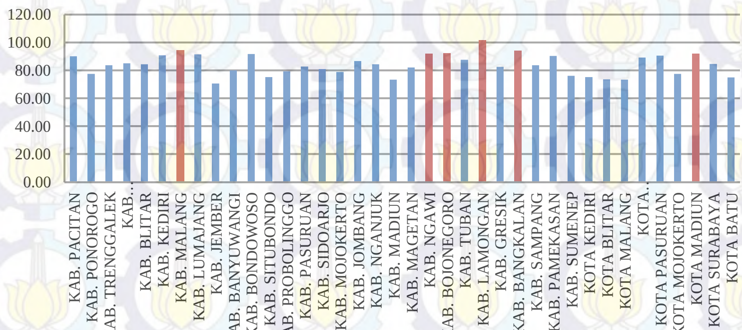
Gambar 4.3 menunjukkan bahwa di Jawa Timur masih terdapat kabupaten/kota yang menggunakan jasa dukun dalam persalinan. Hal ini dapat menjelaskan bahwa dukun masih dipercaya dalam melakukan persalinan dan jumlah dukun di Jawa Timur masih relatif banyak. Terdapat 6 kabupaten/kota yang tidak menggunakan jasa persalinan oleh dukun yaitu kabupaten Sidoarjo, kabupaten Lamongan, kota Blitar, Kota Pasuruan, kota

Mojokerto, dan kota Madiun. Persentase ibu bersalin ditolong oleh dukun tertinggi adalah pada kabupaten Bondowoso yaitu sebesar 7,72 persen.

4.1.2.3 Persentase Kunjungan Ibu Hamil K4 (X_3)

Kunjungan ibu hamil K4 merupakan kunjungan yang dilakukan oleh ibu hamil untuk mendapatkan pelayanan antenatal sesuai standar paling sedikit empat kali, dengan distribusi pemberian pelayanan minimal satu kali pada triwulan pertama, satu kali pada triwulan kedua dan dua kali pada triwulan ketiga umur kehamilan dan mendapat 90 tablet Fe selama periode kehamilannya di satu wilayah kerja pada kurun waktu tertentu. Target Provinsi Jawa Timur untuk cakupan pelayanan ibu hamil K4 pada tahun 2012 adalah 92 persen (Dinkes,2012). Persentase kunjungan ibu hamil K4 didapatkan dari jumlah ibu hamil yang melakukan kunjungan ibu hamil K4 dibagi dengan jumlah ibu hamil.

Persentase kunjungan ibu hamil K4 dapat dilihat pada Gambar 4.4 sebagai berikut.



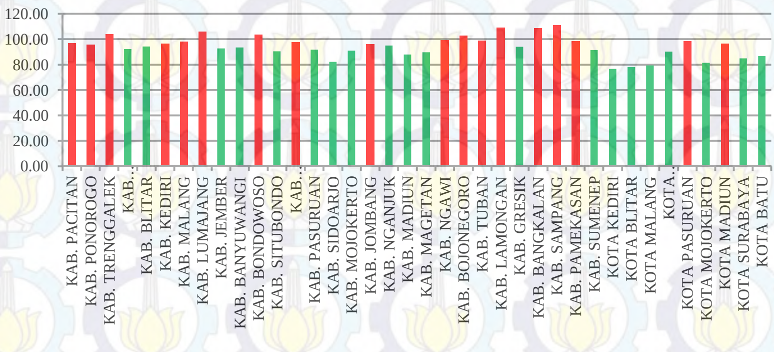
Gambar 4.4 Persentase Kunjungan Ibu Hamil K4

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa terdapat 32 kabupaten/kota yang masih di bawah target pencapaian. Kabupaten/kota yang telah mencapai target dalam persentase kunjungan ibu hamil K4 adalah kabupaten Malang, kabupaten Ngawi, kabupaten

Bojonegoro, kabupaten Lamongan, kabupaten Bangkalan, dan Kota Madiun. Kabupaten Jember memiliki capaian terendah yaitu 70,67 persen sedangkan kabupaten Lamongan memiliki capaian tertinggi sebesar 101,55 persen.

4.1.2.4 Persentase Kunjungan Neonatus 3 Kali (KN3 atau KN Lengkap) (X_4)

Kunjungan neonatus merupakan kunjungan untuk bayi yang dilakukan oleh tenaga kesehatan sesuai standar sedikitnya 3 kali, pada 6-24 jam setelah lahir, 3-7 hari dan pada 28 hari setelah bayi lahir yang dilakukan di fasilitas kesehatan maupun kunjungan rumah. Pelayanan kesehatan neonatal dasar meliputi asi eksklusif, pencegahan infeksi berupa perawatan mata, tali pusat, pemberian vitamin K1 injeksi bila tidak diberikan pada saat lahir, pemberian imunisasi hepatitis B1 bila tidak diberikan pada saat lahir, dan manajemen terpadu bayi muda. Target yang ditentukan dalam pencapaian kunjungan neonatus 3 kali (KN3 atau KN Lengkap) adalah 95 persen (Dinkes,2012). Persentase kunjungan neonatus 3kali didapatkan dari jumlah bayi yang melakukan kunjungan neonatus sebanyak 3 kali dibagi dengan jumlah bayi. Persentase kunjungan neonatus 3 kali (KN3 atau KN lengkap) dapat dilihat pada Gambar 4.5 sebagai berikut.



Gambar 4.5 Persentase kunjungan neonatus 3 kali (KN3 atau KN lengkap)

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa dari 38 kabupaten/kota yang ada di Jawa Timur, terdapat 18 kabupaten/kota yang memiliki nilai cakupan di atas target yang ditentukan yaitu kabupaten Pacitan, kabupaten Ponorogo, kabupaten Trenggalek, kabupaten Kediri, kabupaten Malang, kabupaten Lumajang, kabupaten Bondowoso, kabupaten Probolinggo, kabupaten Jombang, kabupaten Ngawi, kabupaten Ponorogo, kabupaten Tuban, kabupaten Lamongan, kabupaten Bangkalan, kabupaten Sampang, kabupaten Pamekasan, Kota Pasuruan dan kota Madiun. Sedangkan 20 kabupaten/kota lainnya tidak memenuhi target pencapaian dalam cakupan kunjungan neonatus 3 kali. Kota Kediri memiliki capaian terendah yaitu 76,59 persen sedangkan kabupaten Sampang memiliki capaian tertinggi sebesar 111,22 persen.

4.2 Model Regresi Generalized Poisson

Jumlah kasus Tetanus Neonatorum merupakan data *count* sehingga berasumsi berdistribusi Poisson. Model *Generalized Poisson* (GP) dapat digunakan saat data mengalami overdispersi pada regresi Poisson. Dalam penelitian ini, di duga bahwa terjadi overdispersi pada jumlah kasus Tetanus Neonatorum di Jawa Timur. Berikut merupakan estimasi parameter dari regresi *Generalized Poisson* (GP), dapat dilihat pada Tabel 4.3 sebagai berikut.

Tabel 4.3 Estimasi parameter model GP

Parameter	Estimasi	SE	Z	P-*value*
β_0	-0,02196	5,7347	-0,00	0,9970
β_1	0,005825	0,2783	0,02	0,9834
β_2	0,5415	0,4074	1,33	0,1917
β_3	-0,06553	0,1425	-0,46	0,6481
β_4	0,0472	0,235	0,2	0,8419
ω	1,2019	.	.	.

Sebelum menentukan model, maka melakukan penaksiran parameter, pengujian parameter secara serentak dan pengujian parameter secara individu. Untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh dalam model maka dilakukan pengujian parameter secara serentak dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0: $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$

H_1: paling sedikit terdapat satu $\beta_k \neq 0$, k=0,1,2,...4

$\alpha = 0{,}1$

Tabel 4.4 Nilai -2 log likelihood model GP

	Value
-2 log likelihood	-26,2

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa nilai -2 log likelihood dari model GP adalah sebesar -26,2 kemudian di bandingkan dengan nilai $\chi^2_{(0,1;4)}$= 7,78. Didapatkan nilai -2 log likelihood lebih kecil dari nilai $\chi^2_{(0,1;4)}$ sehingga keputusan gagal tolak H_0 yang berarti tidak ada parameter β yang berpengaruh signifikan dalam model. Jika dilihat dari pengujian parameter secara individu, Tabel 4.6 menunjukkan bahwa tidak ada parameter β yang berpengaruh signifikan dalam model *Generalized Poisson* (GP) dilihat nilai P-*value* pada setiap variabel yang lebih besar dari taraf signifikansi yaitu α = 0,1 selain itu juga dapat dilihat dari nilai $|z_{hitung}|$ yang dibandingkan dengan $z_{\alpha/2}$=1,64. Nilai $|z_{hitung}|$ lebih kecil dari $z_{\alpha/2}$ sehingga keputusan gagal tolak H_0 yang berarti tidak ada variabel yang berpengaruh signifikan terhadap model.

ω merupakan parameter dispersi yang digunakan untuk mendeteksi adanya overdispersi. Nilai parameter dispersi ω adalah 1,2019 yaitu lebih dari 0 yang berarti data mengalami overdispersi. Overdispersi pada variabel respon diakibatkan karena banyaknya observasi pada variabel respon yaitu jumlah kasus Tetanus Neonatorum di Jawa Timur yang bernilai 0 sehingga model regresi *Generalized Poisson* (GP) kurang sesuai dalam penelitian ini.

4.3 Model Regresi Zero-Inflated Generalized Poisson

Kasus Tetanus Neonatorum merupakan kasus dengan banyak observasi yang bernilai 0 sebanyak 76,3 persen yang akan dimodelkan dengan model regresi *Zero-Inflated Generalized* Poisson (ZIGP). Kovariat-kovariat pada model ZIGP yang mempengaruhi rata-rata Poisson pada *zero state* bisa sama dengan kovariat-kovariat yang mempengaruhi probabilitas pada *poisson state* sehingga ZIGP dilambangkan menjadi ZIGP(τ). Dari model regresi GP dan model regresi ZIP(τ), dapat dibentuk model regresi ZIGP(τ).

Dari empat variabel yang signifikan pada model regresi ZIP(τ) yaitu persentase ibu bersalin ditolong nakes (X_1), persentase ibu bersalin ditolong dukun (X_2), persentase kunjungan ibu hamil K4 (X_3), dan persentase kunjungan neonatus lengkap (X_4), menghasilkan 15 kombinasi kemungkinan model regresi ZIGP(τ) kemudian dicari model terbaiknya. Berikut merupakan 15 kemungkinan dari model ZIGP(τ) adalah sebagai berikut.

1. $\mu_i = exp^{(\beta_0+\beta_1 X_{1i})}$
2. $\mu_i = exp^{(\beta_0+\beta_2 X_{2i})}$
3. $\mu_i = exp^{(\beta_0+\beta_3 X_{3i})}$
4. $\mu_i = exp^{(\beta_0+\beta_4 X_{4i})}$
5. $\mu_i = exp^{(\beta_0+\beta_1 X_{1i}+\beta_2 X_{2i})}$
6. $\mu_i = exp^{(\beta_0+\beta_1 X_{1i}+\beta_3 X_{3i})}$
7. $\mu_i = exp^{(\beta_0+\beta_1 X_{1i}+\beta_4 X_{4i})}$
8. $\mu_i = exp^{(\beta_0+\beta_2 X_{2i}+\beta_3 X_{3i})}$
9. $\mu_i = exp^{(\beta_0+\beta_2 X_{2i}+\beta_4 X_{4i})}$
10. $\mu_i = exp^{(\beta_0+\beta_3 X_{3i}+\beta_4 X_{4i})}$
11. $\mu_i = exp^{(\beta_0+\beta_1 X_{1i}+\beta_2 X_{2i}+\beta_3 X_{3i})}$
12. $\mu_i = exp^{(\beta_0+\beta_1 X_{1i}+\beta_2 X_{2i}+\beta_4 X_{4i})}$
13. $\mu_i = exp^{(\beta_0+\beta_1 X_{1i}+\beta_3 X_{3i}+\beta_4 X_{4i})}$
14. $\mu_i = exp^{(\beta_0+\beta_2 X_{2i}+\beta_3 X_{3i}+\beta_4 X_{4i})}$
15. $\mu_i = exp^{(\beta_0+\beta_1 X_{1i}+\beta_2 X_{2i}+\beta_3 X_{3i}+\beta_4 X_{4i})}$

Namun terdapat beberapa model yang gagal konvergen sehingga kemungkinan model yang terbentuk adalah sebanyak 7 model sebagai berikut.

1. $\mu_i = exp^{(\beta_0+\beta_1 X_{1i})}$
2. $\mu_i = exp^{(\beta_0+\beta_4 X_{4i})}$
3. $\mu_i = exp^{(\beta_0+\beta_1 X_{1i}+\beta_2 X_{2i})}$
4. $\mu_i = exp^{(\beta_0+\beta_1 X_{1i}+\beta_4 X_{4i})}$
5. $\mu_i = exp^{(\beta_0+\beta_2 X_{2i}+\beta_4 X_{4i})}$
6. $\mu_i = exp^{(\beta_0+\beta_1 X_{1i}+\beta_2 X_{2i}+\beta_4 X_{4i})}$
7. $\mu_i = exp^{(\beta_0+\beta_1 X_{1i}+\beta_2 X_{2i}+\beta_3 X_{3i}+\beta_4 X_{4i})}$

Sebelum membuat model, maka perlu dilakukan penaksiran parameter, pengujian kesesuaian model, dan pengujian parameter secara serentak dan secara individu. Berikut merupakan estimasi parameter dari model-model yang mungkin menjadi model terbaik dalam regresi ZIGP(τ) yang ditunjukkan pada Tabel 4.5 sebagai berikut.

Tabel 4.5 Estimasi Parameter Kemungkinan Model Regresi ZIGP(τ)

Variabel dari Model	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4
X_1	-1,2760	0,01563			
X_4	-2,8423				0,03146
X_1 ,X_2	-1,7716	0,01875	0,2474		
X_1 ,X_4	-2,7987	-0,01060			0,04074
X_2 ,X_4	-2,8548		0,2331		0,02876
X_1 ,X_2 ,X_4	-2,7058	-0,00350	0,2313		0,03058
X_1 ,X_2 ,X_3 ,X_4	-3,3517	0,04456	0,1343	-0,07054	0,05409

Tabel 4.5 (lanjutan)

Variabel dari Model	τ	ω
X_1	604,41	1,7568
X_4	600,92	1,4517
X_1 ,X_2	600,93	0,5079
X_1 ,X_4	600,92	1,3380
X_2 ,X_4	600,93	0,4390

Tabel 4.5 (lanjutan)

Variabel dari Model	τ	ω
X_1, X_2, X_4	600,93	0,4375
X_1, X_2, X_3, X_4	600,92	0,2534

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa parameter τ yang signifikan menunjukkan variabel yang mempengaruhi *zero state* sama dengan variabel yang mempengaruhi *poisson state* sehingga dapat diartikan bahwa variabel yang signifikan pada model log sama dengan variabel yang signifikan pada model logit. Parameter dispersi ω bernilai lebih dari nol sehingga menunjukkan adanya kasus overdispersi.

4.4 Pengujian Kesesuaian Model

Pengujian kesesuaian model regresi ZIGP(τ) untuk menguji model ZIGP(τ) sesuai atau tidak yaitu dengan melihat parameter dispersi ω dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : \omega = 0$ (model ZIGP(τ) tidak sesuai)

$H_1 : \omega \neq 0$ (model ZIGP(τ) sesuai)

$\alpha = 0{,}1$

Parameter dispersi ω dapat dilihat pada Tabel 4.6 sebagai berikut.

Tabel 4.6 Parameter dispersi model ZIGP(τ)

Variabel dari Model	Estimate ω	P-value	Keputusan
X_1	1,7568	0,0290	Tolak H_0
X_4	1,4517	0,0360	Tolak H_0
X_1, X_2	0,5079	0,0869	Tolak H_0
X_1, X_4	1,3380	0,0402	Tolak H_0
X_2, X_4	0,4390	0,0792	Tolak H_0
X_1, X_2, X_4	0,4375	0,0790	Tolak H_0
X_1, X_2, X_3, X_4	0,2534	0,1842	Gagal Tolak H_0

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa model dengan nilai P-*value* pada parameter dispersi ω yang kurang dari taraf signifikansi yaitu $\alpha = 0{,}1$ berarti tolak H_0 atau model ZIGP(τ) sesuai. Terdapat satu model dengan P-*value* lebih dari α yaitu model

dengan empat variabel prediktor X_1, X_2, X_3, dan X_4 sehingga model tersebut tidak sesuai dimodelkan dalam model ZIGP(τ).

4.5 Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis merupakan pengujian parameter yang dilakukan secara serentak dan secara individu untuk mengetahui signifikansi dari masing-masing parameter yang diperoleh.

4.5.1 Pengujian Parameter secara Serentak

Pengujian parameter secara serentak dilakukan pada kemungkinan model yang sesuai dengan model ZIGP(τ). Pengujian parameter secara serentak dapat dilihat dari nilai -2 log likelihood dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0: $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$

H_1: paling sedikit ada satu $\beta_k \neq 0$, k =1,2,...4

$\alpha = 0{,}1$

Nilai -2 log likelihood yang diperoleh dari hasil analisis regresi ZIGP(τ) akan dibandingkan dengan nilai $\chi_{\alpha;df}$. Pengujian parameter secara serentak dapat dilihat pada Tabel 4.7 sebagai berikut.

Tabel 4.7 Pengujian paramater regresi ZIGP(τ) secara serentak

Variabel dari Model	-2 log likelihood	df	$\chi_{\alpha;db}$	Keputusan
X_1	74,8	36	47,21217	Tolak H_0
X_4	72,2	36	47,21217	Tolak H_0
X_1 ,X_2	58,7	35	46,05879	Tolak H_0
X_1 ,X_4	71,1	35	46,05879	Tolak H_0
X_2 ,X_4	56,2	35	46,05879	Tolak H_0
X_1 ,X_2 ,X_4	56,2	34	44,90316	Tolak H_0

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa dari semua kemungkinan model, didapatkan hasil –2 log likelihood lebih dari $\chi_{\alpha;db}$ maka keputusannya adalah tolak H_0, yang berarti minimal terdapat satu parameter yang berpengaruh signifikan terhadap model. Untuk mengetahui variabel prediktor yang berpengaruh

signifikan terhadap model, maka dilanjutkan pada pengujian parameter secara individu.

4.5.2 Pengujian Parameter secara Individu

Pengujian parameter secara individu digunakan untuk mencari variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus Tetanus Neonatorum dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0: \beta_k = 0$

$H_1: \beta_k \neq 0$

$\alpha = 0,1$

Pengujian parameter secara individu dapat dilihat pada Tabel 4.8 sebagai berikut.

Tabel 4.8 Pengujian paramater regresi ZIGP(τ) secara individu

Variabel dari Model	Parameter Signifikan
X_1	$\beta_0\ \beta_1$
X_4	$\beta_0\ \beta_4$
X_1, X_2	$\beta_0\ \beta_1\ \beta_2$
X_1, X_4	$\beta_0\ \beta_1\ \beta_4$
X_2, X_4	$\beta_0\ \beta_2\ \beta_4$
X_1, X_2, X_4	$\beta_0\ \beta_2\ \beta_4$

Tabel 4.8 menunjukkan bahwa model dengan parameter yang signifikan adalah model yang memenuhi daerah kritis atau memiliki nilai P-*value* kurang dari taraf signifikansi yaitu $\alpha = 0,1$ sehingga keputusan tolak H_0 yang berarti parameter β_k berpengaruh signifikan terhadap model atau dengan melihat nilai $|z_{hitung}|$ yang dibandingkan dengan $z_{\alpha/2}$=1,64

4.6 Pemilihan Model Terbaik

Salah satu metode pemilihan model regresi ZIGP(τ) terbaik adalah menggunakan kriteria AIC. Model regresi ZIGP(τ) terbaik yang dipilih adalah dengan model yang memiliki nilai AIC terkecil. Berikut ini adalah nilai AIC untuk kemungkinan model regresi ZIGP(τ) yang ditunjukkan pada Tabel 4.9 sebagai berikut.

Tabel 4.9 Nilai AIC model regresi ZIGP(τ)

Model	AIC
X_1	82,8
X_4	80,2
X_1X_2	68,7
X_1X_4	81,1
X_2X_4	66,2
$X_1X_2X_4$	68,2

Tabel 4.9 menunjukkan bahwa model dengan nilai AIC terkecil adalah model regresi ZIGP(τ) dengan dua variabel prediktor yaitu X_2 dan X_4. Model terbaik yang didapatkan adalah $\mu_i = exp^{(\beta_0+\beta_2 X_{2i}+\beta_4 X_{4i})}$ dimana X_2 adalah persentase ibu bersalin ditolong dukun dan X_4 adalah persentase kunjungan neonatus lengkap. Sehingga modelnya adalah sebagai berikut.

$$\log(\hat{\mu}_i) = -2{,}8548 + 0{,}2331\, X_{2i} + 0{,}02876\, X_{4i}$$

dan

$$\begin{aligned}\text{logit}(\hat{\pi}_i) &= -600{,}93(-2{,}8548 + 0{,}2331\, X_{2i} + 0{,}02876\, X_{4i}) \\ &= 1715{,}53 - 140{,}077\, X_{2i} - 17{,}2827\, X_{4i}\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil estimasi parameter pada model log, dapat diketahui bahwa setiap penambahan persentase ibu bersalin ditolong dukun sebesar 1 satuan maka akan menaikkan rata-rata jumlah kasus Tetanus Neonatorum sebesar $e^{0,2331}\approx 1$ jumlah kasus Tetanus Neonatorum di Jawa Timur dan setiap penambahan persentase kunjungan neonatus lengkap sebesar 1 satuan maka akan menaikkan rata-rata jumlah kasus Tetanus Neonatorum sebesar $e^{0,02876}\approx 1$ jumlah kasus Tetanus Neonatorum di Jawa Timur.

Berdasarkan hasil estimasi parameter pada model logit, dapat diketahui bahwa setiap penambahan persentase ibu bersalin ditolong dukun sebesar 1 satuan maka akan menurukan peluang terkena kasus Tetanus Neonatorum sebesar $e^{-140,077}$ dan setiap penambahan persentase kunjungan neonatus lengkap sebesar 1 satuan maka akan menurunkan peluang terkena kasus Tetanus Neonatorum sebesar $e^{-17,2827}$

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat 9 kabupaten/ kota dengan kasus Tetanus Neonatorum sehingga terjadi overdispersi pada jumlah kasus Tetanus Neonatorum di jawa Timur tahun 2012 yang disebabkan oleh banyaknya observasi yang bernilai 0 yaitu sebanyak 76,3 persen sehingga dalam penelitian ini menggunakan regresi Zero-Inflated Generalized Poisson (ZIGP). Untuk faktor-faktor yang diduga mempengaruhi kasus Tetanus Neonatorum masih terdapat banyak kabupaten/kota yang belum memenuhi target pencapaian yaitu masih terdapat 31 kabupaten/kota belum mencapai target dalam cakupan ibu bersalin ditolong oleh tenaga kesehatan, hanya 6 kabupaten/kota yang tidak menggunakan jasa persalinan oleh dukun, 32 kabupaten/kota belum memenuhi target pencapaian kunjungan ibu hamil K4, dan 20 kabupaten/kota belum memenuhi target pencapaian dalam cakupan kunjungan neonatus 3 kali.
2. Kasus Tetanus Neonatorum di Jawa Timur tahun 2012 dengan dugaan faktor-faktor yang mempengaruhi adalah persentase ibu bersalin ditolong nakes (tenaga kesehatan) (X_1), persentase ibu bersalin ditolong dukun (X_2), persentase kunjungan ibu hamil K4 (X_3), dan persentase kunjungan neonatus 3 kali (KN3 atau KN Lengkap) (X_4) dalam penelitian ini diperoleh model regresi ZIGP(τ) sebagai berikut.

$$\log(\hat{\mu}_i) = -2{,}8548 + 0{,}2331\, X_{2i} + 0{,}02876\, X_{4i}$$

dan

$$\text{logit}(\hat{\pi}_i) = 1715{,}53 - 140{,}077\, X_{2i} - 17{,}2827\, X_{4i}$$

3. Dari model regresi ZIGP(τ) diperoleh faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus Neonatorum di Jawa Timur tahun 2012 yaitu persentase ibu bersalin ditolong dukun (X_2) dan persentase kunjungan neonatus 3 kali (KN3 atau KN Lengkap) (X_4).

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian perlu ditinjau faktor-faktor yang diduga mempengaruhi kasus Tetanus Neonatorum lainnya seperti kondisi lingkungan, ekonomi, pendidikan dalam lingkup individu sendiri di tiap kabupaten/kota sehingga akan diketahui faktor-faktor penyebab yang mempengaruhi terjadinya kasus Tetanus Neonatorum di masing-masing kabupaten/kota.

Lampiran 1. Data

Kabupaten/Kota	Y	X_1	X_2	X_3	X_4
Kab. Pacitan	0	92,59	0,29	90,01	96,71
Kab. Ponorogo	0	80,76	0,19	77,51	95,89
Kab. Trenggalek	0	98,88	0,22	83,64	103,93
Kab. Tulungagung	0	89,57	0,05	85,04	92,35
Kab. Blitar	0	89,26	0,17	84,42	94,32
Kab. Kediri	0	92,42	0,12	90,79	96,49
Kab. Malang	0	93,07	1,45	94,62	98,17
Kab. Lumajang	0	100,83	0,54	91,41	105,96
Kab. Jember	7	85,15	3,76	70,67	92,86
Kab. Banyuwangi	0	87,04	1,37	79,89	93,58
Kab. Bondowoso	1	90,80	7,72	91,61	103,73
Kab. Situbondo	3	82,08	2,86	75,21	90,53
Kab. Probolinggo	1	87,23	3,58	79,41	97,57
Kab. Pasuruan	0	86,02	2,34	82,80	91,78
Kab. Sidoarjo	0	84,94	0	80,87	82,17
Kab. Mojokerto	0	86,56	0,01	78,89	91,09
Kab. Jombang	0	90,33	0,02	86,56	95,93
Kab. Nganjuk	0	93,32	0,06	84,46	94,96
Kab. Madiun	0	75,06	0,07	73,31	87,99
Kab. Magetan	0	85,52	0,04	82,04	89,85
Kab. Ngawi	0	93,92	0,01	92,26	99,07
Kab. Bojonegoro	2	98,40	0,14	92,45	102,60
Kab. Tuban	1	93,76	0,08	87,47	98,74
Kab. Lamongan	0	101,41	0	101,55	108,92
Kab. Gresik	0	88,96	0,02	82,52	94,08
Kab. Bangkalan	7	98,98	2,84	93,98	108,55

Kab. Sampang	5	96,65	6,31	83,72	111,22
Kab. Pamekasan	0	90,74	2,6	90,30	98,36
Kab. Sumenep	2	86,95	6,47	76,05	91,48
Kota Kediri	0	75,02	0,03	75,15	76,59
Kota Blitar	0	82,45	0	73,53	78,18
Kota Malang	0	79,99	0,11	73,25	79,42
Kota Probolinggo	0	88,88	0,24	89,11	90,23
Kota Pasuruan	0	93,51	0	90,47	98,41
Kota Mojokerto	0	80,62	0	77,58	81,45
Kota Madiun	0	95,57	0	92,21	96,25
Kota Surabaya	0	81,24	0,1	84,69	85,05
Kota Batu	0	81,27	0,11	74,85	86,62

Keterangan :
Y = Jumlah Kasus Tetanus Neonatorum di Jawa Timur
X_1=Persentase ibu bersalin ditolong tenaga kesehatan
X_2=Persentase ibu bersalin ditolong dukun
X_3=Persentase kunjungan ibu hamil K4
X_4=Persentase kunjungan neonatus KN3/KN Lengkap

Lampiran 2. Syntax Estimasi Parameter Regresi GP

```
data TA_TN;
input y X1 X2 X3 X4;
cards;
0       92.59      0.29      90.01      96.71
0       80.76      0.19      77.51      95.89
0       98.88      0.22      83.64      103.93
0       89.57      0.05      85.04      92.35
0       89.26      0.17      84.42      94.32
0       92.42      0.12      90.79      96.49
0       93.07      1.45      94.62      98.17
0       100.83      0.54      91.41      105.96
7       85.15      3.76      70.67      92.86
0       87.04      1.37      79.89      93.58
1       90.80      7.72      91.61      103.73
3       82.08      2.86      75.21      90.53
1       87.23      3.58      79.41      97.57
0       86.02      2.34      82.80      91.78
0       84.94      0      80.87      82.17
0       86.56      0.01      78.89      91.09
0       90.33      0.02      86.56      95.93
0       93.32      0.06      84.46      94.96
0       75.06      0.07      73.31      87.99
0       85.52      0.04      82.04      89.85
0       93.92      0.01      92.26      99.07
2       98.40      0.14      92.45      102.60
1       93.76      0.08      87.47      98.74
0       101.41      0      101.55      108.92
0       88.96      0.02      82.52      94.08
7       98.98      2.84      93.98      108.55
5       96.65      6.31      83.72      111.22
0       90.74      2.6      90.30      98.36
2       86.95      6.47      76.05      91.48
0       75.02      0.03      75.15      76.59
0       82.45      0      73.53      78.18
0       79.99      0.11      73.25      79.42
0       88.88      0.24      89.11      90.23
0       93.51      0      90.47      98.41
0       80.62      0      77.58      81.45
0       95.57      0      92.21      96.25
0       81.24      0.1      84.69      85.05
0       81.27      0.11      74.85      86.62
run;
/*model gp*/
title 'model GP';
proc nlmixed data=TA_TN;
parameters b0=0 b1=0 b2=0 b3=0 b4=0 w=0;
bpart=b0+b1*X1+b2*X2+b3*X3+b4*x4;
lambda=exp(bpart);
phi=1+(w*lambda);
omega=1+(w*y);
teta=(lambda*omega)/phi;
ll = y*(log(lambda-log(phi)))+(y-1)*log(omega)-lgamma(y+1) -teta;
model y ~ general(ll);
predict _ll out=LL_1;
run;
```

Lampiran 3. Estimasi Parameter Model GP

```
                                model GP
                          The NLMIXED Procedure

                              Specifications

                 Data Set                                    WORK.TA_TN
                 Dependent Variable                          y
                 Distribution for Dependent Variable         General
                 Optimization Technique                      Dual Quasi-Newton
                 Integration Method                          None

                                Dimensions

                    Observations Used                   38
                    Observations Not Used                0
                    Total Observations                  38
                    Parameters                           6

                                Parameters

        b0          b1          b2          b3          b4            w     NegLogLike

         0           0           0           0           0            0     63.0158683

                             Iteration History

           Iter     Calls    NegLogLike        Diff      MaxGrad        Slope

              1         5    62.4934172    0.522451     588.4311     -16028.6
              2         6    35.1954436    27.29797     260.5988     -408.218
              3        24    -12.957649    48.15309     3473.689     -28.8476
              4        88    -13.094042    0.136393     3486.678      -269.39
              5       105    -13.094042    2.49E-14     3486.678     -133.497

                  NOTE: FCONV convergence criterion satisfied.

                              Fit Statistics

                    -2 Log Likelihood                -26.2
                    AIC (smaller is better)          -14.2
                    AICC (smaller is better)         -11.5
                    BIC (smaller is better)           -4.4


                           Parameter Estimates

                                Standard
   Parameter   Estimate      Error    DF   t Value   Pr > |t|   Alpha     Lower     Upper

   b0          -0.02196     5.7347    38     -0.00     0.9970    0.05  -11.6313   11.5874


                           Parameter Estimates

                           Parameter   Gradient

                           b0          -34.0276
```

model GP

The NLMIXED Procedure

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|	Alpha	Lower	Upper
b1	0.005825	0.2783	38	0.02	0.9834	0.05	-0.5575	0.5691
b2	0.5415	0.4074	38	1.33	0.1917	0.05	-0.2832	1.3661
b3	-0.06553	0.1425	38	-0.46	0.6481	0.05	-0.3539	0.2229
b4	0.04720	0.2350	38	0.20	0.8419	0.05	-0.4285	0.5229
w	1.2019	.	38	.	.	0.05	.	.

Parameter Estimates

Parameter	Gradient
b1	-3177.21
b2	-125.519
b3	-2858.1
b4	-3486.68
w	6.697109

Covariance Matrix of Parameter Estimates

Row	Parameter	b0	b1	b2	b3	b4	w
1	b0	32.8870	-0.8681	-0.7016	0.2519	0.2798	.
2	b1	-0.8681	0.07743	0.07289	-0.01370	-0.05325	.
3	b2	-0.7016	0.07289	0.1659	0.02759	-0.08802	.
4	b3	0.2519	-0.01370	0.02759	0.02029	-0.00768	.
5	b4	0.2798	-0.05325	-0.08802	-0.00768	0.05521	.
6	w	.	.	.	.	.	.

Correlation Matrix of Parameter Estimates

Row	Parameter	b0	b1	b2	b3	b4	w
1	b0	1.0000	-0.5440	-0.3003	0.3083	0.2076	.
2	b1	-0.5440	1.0000	0.6430	-0.3456	-0.8145	.
3	b2	-0.3003	0.6430	1.0000	0.4754	-0.9195	.
4	b3	0.3083	-0.3456	0.4754	1.0000	-0.2295	.
5	b4	0.2076	-0.8145	-0.9195	-0.2295	1.0000	.
6	w	.	.	.	.	.	1.0000

Lampiran 4. Syntax Estimasi Parameter Model ZIGP(τ) Satu variabel yaitu X_1

```
data TA_TN;
input y X1;
cards;
0       92.59
0       80.76
0       98.88
0       89.57
0       89.26
0       92.42
0       93.07
0       100.83
7       85.15
0       87.04
1       90.80
3       82.08
1       87.23
0       86.02
0       84.94
0       86.56
0       90.33
0       93.32
0       75.06
0       85.52
0       93.92
2       98.40
1       93.76
0       101.41
0       88.96
7       98.98
5       96.65
0       90.74
2       86.95
0       75.02
0       82.45
0       79.99
0       88.88
0       93.51
0       80.62
0       95.57
0       81.24
0        81.27
run;
/*model zigp*/
title 'model zigpt b0b1';
proc nlmixed data=TA_TN tech=newrap cov;
parameters
b0 -3.3275
b1 0.04409
t 600.92
w 1.2019
;
bpart=b0+b1*X1;
bpart2=-1*t*bpart;
lambda=exp(bpart);
lambda2=exp(bpart2);
teta1=(1+(w*lambda));
teta2=(1+(w*y));
ephsilon=lambda/teta1;
infprob=lambda2/(1+lambda2);
if y=0 then ll = log(infprob + (1-infprob)*exp(-ephsilon));
else ll = log((1-infprob)) + y*log(ephsilon) + (y-1)*log(teta2) - lgamma(y+1) - (lambda*teta2/(teta1));
model y ~ general(ll);
predict _ll out=LL_4;
run;
```

Lampiran 5. Estimasi Parameter Model ZIGP(τ) Satu variabel yaitu X_1

```
                         model zigpt b0b1

                      The NLMIXED Procedure

                          Specifications

       Data Set                                    WORK.TA_TN
       Dependent Variable                          y
       Distribution for Dependent Variable         General
       Optimization Technique                      Newton-Raphson
       Integration Method                          None


                            Dimensions

            Observations Used                     38
            Observations Not Used                  0
            Total Observations                    38
            Parameters                             4


                            Parameters

        b0           b1           t           w     NegLogLike

     -3.3275      0.04409      600.92      1.2019    41.4586621


                         Iteration History

  Iter     Calls    NegLogLike        Diff     MaxGrad        Slope

    1*       20    38.2526991    3.205963    201.1529      -4.2587
    2        27    38.0958163    0.156883    178.2966     -1.81862
    3*       33    37.7171946    0.378622    562.5841     -1.39913
    4*       39    37.7087454    0.008449    32.92874     -0.01058
    5*       46    37.5266585    0.182087    290.7247      -0.0234
    6*       52    37.4484169    0.078242    4.381006     -0.09803
    7*       58    37.3969407    0.051476    8.698361     -0.07603
    8*       64    37.3869219    0.010019     15.0182     -0.01613
    9*       71    37.3868423     0.00008    1.478461     -0.00166
   10*       77    37.3864031    0.000439    5.713272     -0.00118
   11*       83    37.3861074    0.000296    5.736624     -0.00049
   12*       91    37.3861061    1.331E-6    4.200135     -0.00008
   13*       97    37.3861025    3.625E-6    3.713804     -0.00003
   14*      103    37.3860928    9.656E-6    1.973679     -0.00002
   15*      109    37.3860882     4.61E-6    0.215609     -7.37E-6
   16*      116    37.3860881    1.002E-7    0.168351        -7E-7
   17*      124     37.386088    8.073E-8    0.155811     -5.76E-6
   18*      131    37.3860878    2.372E-7     0.04419     -3.14E-7

             NOTE: GCONV convergence criterion satisfied.
```

Fit Statistics

-2 Log Likelihood	74.8
AIC (smaller is better)	82.8
AICC (smaller is better)	84.0
BIC (smaller is better)	89.3

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|	Alpha	Lower	Upper
b0	-1.2760	.	38	.	.	0.05	.	.
b1	0.01563	.	38	.	.	0.05	.	.
t	604.41	.	38	.	.	0.05	.	.
w	1.7568	0.7739	38	2.27	0.0290	0.05	0.1900	3.3235

Parameter Estimates

Parameter	Gradient
b0	0.000532
b1	0.04419
t	-0.0002
w	-0.00012

Covariance Matrix of Parameter Estimates

Row	Parameter	b0	b1	t	w
1	b0	.	.	.	.
2	b1	.	.	.	.
3	t	.	.	.	.
4	w	.	.	.	0.5990

Correlation Matrix of Parameter Estimates

Row	Parameter	b0	b1	t	w
1	b0	1.0000	.	.	.
2	b1	.	1.0000	.	.
3	t	.	.	1.0000	.
4	w	.	.	.	1.0000

Lampiran 6. Syntax Estimasi Parameter Model ZIGP(τ) Satu variabel yaitu X_4

```
data TA_TN;
input y X4;
cards;
0       96.71
0       95.89
0       103.93
0       92.35
0       94.32
0       96.49
0       98.17
0       105.96
7       92.86
0       93.58
1       103.73
3       90.53
1       97.57
0       91.78
0       82.17
0       91.09
0       95.93
0       94.96
0       87.99
0       89.85
0       99.07
2       102.60
1       98.74
0       108.92
0       94.08
7       108.55
5       111.22
0       98.36
2       91.48
0       76.59
0       78.18
0       79.42
0       90.23
0       98.41
0       81.45
0       96.25
0       85.05
0       86.62
run;
/*model zigp*/
title 'model zigpt b0b4';
proc nlmixed data=TA_TN tech=newrap cov;
parameters
b0 -3.3275
b4 0.05362
t 600.92
w 1.2019
;
bpart=b0+b4*x4;
bpart2=-1*t*bpart;
lambda=exp(bpart);
lambda2=exp(bpart2);
teta1=(1+(w*lambda));
teta2=(1+(w*y));
ephsilon=lambda/teta1;
infprob=lambda2/(1+lambda2);
if y=0 then ll = log(infprob + (1-infprob)*exp(-ephsilon));
else ll = log((1-infprob)) + y*log(ephsilon) + (y-1)*log(teta2) - lgamma(y+1) - (lambda*teta2/(teta1));
model y ~ general(ll);
predict _ll out=LL_4;
run;
```

Lampiran 7. Estimasi Parameter Model ZIGP(τ) Satu variabel yaitu X_4

```
                         model zigpt b0b4

                      The NLMIXED Procedure

                         Specifications

      Data Set                                    WORK.TA_TN
      Dependent Variable                          y
      Distribution for Dependent Variable         General
      Optimization Technique                      Newton-Raphson
      Integration Method                          None


                           Dimensions

           Observations Used                     38
           Observations Not Used                  0
           Total Observations                    38
           Parameters                             4

                           Parameters

      b0           b4           t           w     NegLogLike

   -3.3275      0.05362      600.92      1.2019    46.6149189


                        Iteration History

 Iter      Calls     NegLogLike         Diff       MaxGrad         Slope

   1*         20    37.1551551     9.459764    198.8768      -91645.5
   2*         32    36.2239838     0.931171    851.1593      -1.55148
   3*         38    36.2227479     0.001236     701.299      -0.00751
   4*         44    36.2198597     0.002888    221.1667       -0.0056
   5*         50    36.2173475     0.002512    2.647828      -0.00276
   6*         56    36.1857379      0.03161    5.900741      -0.03532
   7*         62    36.1420737     0.043664    21.44128      -0.05686
   8*         68     36.118143     0.023931    100.1407      -0.03511
   9*         74    36.1071677     0.010975    333.7757      -0.01429
  10*         80    36.1067318     0.000436    4.410541      -0.00086
  11*         87    36.1066807     0.000051    37.95137      -5.88E-6
  12*         93    36.1065678     0.000113    3.692464      -0.00012
  13*         99    36.1044712     0.002097    102.2452      -0.00234
  14*        105    36.1044308      0.00004    0.232137      -0.00008
  15*        114      36.10225     0.002181    78.80777      -2.96E-6
  16*        120     36.102142     0.000108    2.984147      -0.00013
  17*        126    36.1019104     0.000232    10.85133      -0.00026
  18*        132    36.1013212     0.000589    54.31865      -0.00067
  19*        140    36.1002159     0.001105    343.2291      -0.04355
  20*        146    36.1000929     0.000123    275.1318      -0.00071
  21*        152    36.0998625      0.00023    71.92606      -0.00046
  22*        158    36.0998467     0.000016    0.006967      -0.00003
  23*        167     36.099815     0.000032    23.74734       -3.6E-8

          NOTE: GCONV convergence criterion satisfied.
```

Fit Statistics

-2 Log Likelihood	72.2
AIC (smaller is better)	80.2

model zigpt b0b4

The NLMIXED Procedure

Fit Statistics

AICC (smaller is better)	81.4
BIC (smaller is better)	86.7

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|	Alpha	Lower	Upper
b0	-2.8423	.	38	.	.	0.05	.	.
b4	0.03146	.	38	.	.	0.05	.	.
t	600.92	.	38	.	.	0.05	.	.
w	1.4517	0.6677	38	2.17	0.0360	0.05	0.09997	2.8035

Parameter Estimates

Parameter	Gradient
b0	-0.2673
b4	-23.7473
t	-0.00029
w	-0.00026

Covariance Matrix of Parameter Estimates

Row	Parameter	b0	b4	t	w
1	b0	.	.	.	.
2	b4	.	.	.	.
3	t	.	.	.	.
4	w	.	.	.	0.4459

Correlation Matrix of Parameter Estimates

Row	Parameter	b0	b4	t	w
1	b0	1.0000	.	.	.
2	b4	.	1.0000	.	.
3	t	.	.	1.0000	.
4	w	.	.	.	1.0000

Lampiran 8. Syntax Estimasi Parameter Model ZIGP(τ) Dua variabel yaitu X_1 dan X_2

```
data TA_TN;
input y X1 X2;
cards;
0	92.59	0.29
0	80.76	0.19
0	98.88	0.22
0	89.57	0.05
0	89.26	0.17
0	92.42	0.12
0	93.07	1.45
0	100.83	 0.54
7	85.15	3.76
0	87.04	1.37
1	90.80	7.72
3	82.08	2.86
1	87.23	3.58
0	86.02	2.34
0	84.94	0
0	86.56	0.01
0	90.33	0.02
0	93.32	0.06
0	75.06	0.07
0	85.52	0.04
0	93.92	0.01
2	98.40	0.14
1	93.76	0.08
0	101.41	 0
0	88.96	0.02
7	98.98	2.84
5	96.65	6.31
0	90.74	2.6
2	86.95	6.47
0	75.02	0.03
0	82.45	0
0	79.99	0.11
0	88.88	0.24
0	93.51	0
0	80.62	0
0	95.57	0
0	81.24	0.1
0	81.27	0.11
run;
/*model zigp*/
title 'model zigpt b0b1b2';
proc nlmixed data=TA_TN tech=newrap cov;
parameters
b0 -3.3275
b1 0.04409
b2 0.1326
t 600.92
w 1.2019
;
bpart=b0+b1*X1+b2*X2;
bpart2=-1*t*bpart;
lambda=exp(bpart);
lambda2=exp(bpart2);
teta1=(1+(w*lambda));
teta2=(1+(w*y));
ephsilon=lambda/teta1;
infprob=lambda2/(1+lambda2);
if y=0 then ll = log(infprob + (1-infprob)*exp(-ephsilon));
else ll = log((1-infprob)) + y*log(ephsilon) + (y-1)*log(teta2) - lgamma(y+1) - (lambda*teta2/(teta1));
model y ~ general(ll);
predict _ll out=LL_4;
run;
```

Lampiran 9. Estimasi Parameter Model ZIGP(τ) Dua variabel yaitu X_1 dan X_2

```
                    model zigpt b0b1b2

                 The NLMIXED Procedure

                    Specifications

     Data Set                                    WORK.TA_TN
     Dependent Variable                          y
     Distribution for Dependent Variable         General
     Optimization Technique                      Newton-Raphson
     Integration Method                          None


                      Dimensions

            Observations Used                     38
            Observations Not Used                  0
            Total Observations                    38
            Parameters                             5


                      Parameters

     b0          b1          b2           t           w     NegLogLike

 -3.3275     0.04409      0.1326      600.92      1.2019    41.4612369
```

Iteration History

Iter	Calls	NegLogLike	Diff	MaxGrad	Slope
1*	14	40.8100119	0.651225	338.803	-0.77255
2*	23	32.4473926	8.362619	159.4155	-7.33004
3*	36	31.3291176	1.118275	31306.77	-4132.66
4*	46	31.1868945	0.142223	27753.59	-1.34117
5*	53	30.8142292	0.372665	16060.16	-1.0441
6*	60	30.5121142	0.302115	4836.695	-0.46253
7*	67	30.3389842	0.17313	1501.251	-0.20994
8*	74	29.9234434	0.415541	393.608	-0.44671
9*	82	29.6146943	0.308749	402.5834	-1.60807
10*	89	29.4413533	0.173341	361.123	-0.48929
11*	96	29.4073194	0.034034	270.7679	-0.05244
12*	103	29.3883661	0.018953	469.1313	-0.0214
13*	111	29.3798968	0.008469	1369.601	-0.16364
14*	118	29.3745537	0.005343	857.1759	-0.01625
15*	125	29.3697136	0.00484	78.29405	-0.00805
16*	132	29.3677892	0.001924	2.386981	-0.00216
17*	139	29.3651708	0.002618	2.13246	-0.00344
18*	146	29.3640351	0.001136	0.488534	-0.00172
19*	153	29.3636239	0.000411	3.847772	-0.00046
20*	161	29.3531318	0.010492	110.3641	-0.00131
21*	169	29.3504668	0.002665	196.3176	-0.03211
22*	176	29.3486395	0.001827	201.4322	-0.0054
23*	183	29.347252	0.001387	115.0968	-0.00283
24*	191	29.3470768	0.000175	48.66036	-0.00182
25*	198	29.3470267	0.00005	11.027	-0.00009
26*	206	29.3470187	7.939E-6	13.21298	-0.00004
27*	213	29.347017	1.752E-6	2.18428	-6.68E-6
28*	221	29.3470154	1.517E-6	0.852781	-0.00001
29*	228	29.3470152	2.568E-7	0.100576	-2.78E-7

model zigpt b0b1b2

The NLMIXED Procedure

NOTE: GCONV convergence criterion satisfied.

Fit Statistics

-2 Log Likelihood	58.7
AIC (smaller is better)	68.7
AICC (smaller is better)	70.6
BIC (smaller is better)	76.9

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|	Alpha	Lower	Upper
b0	-1.7716	.	38	.	.	0.05	.	.
b1	0.01875	.	38	.	.	0.05	.	.
b2	0.2474	0.09031	38	2.74	0.0093	0.05	0.06459	0.4302
t	600.93	.	38	.	.	0.05	.	.
w	0.5079	0.2891	38	1.76	0.0869	0.05	-0.07725	1.0931

Parameter Estimates

Parameter	Gradient
b0	0.001032
b1	0.100576
b2	0.000194
t	-0.00024
w	1.47E-6

Covariance Matrix of Parameter Estimates

Row	Parameter	b0	b1	b2	t	w
1	b0	.	.	.	.	.
2	b1	.	.	.	.	.
3	b2	.	.	0.008155	.	0.000576
4	t	.	.	.	.	.
5	w	.	.	0.000576	.	0.08356

Correlation Matrix of Parameter Estimates

Row	Parameter	b0	b1	b2	t	w
1	b0	1.0000	.	.	.	.
2	b1	.	1.0000	.	.	.
3	b2	.	.	1.0000	.	0.02206
4	t	.	.	.	1.0000	.
5	w	.	.	0.02206	.	1.0000

Lampiran 10. Syntax Estimasi Parameter Model ZIGP(τ) Dua variabel yaitu X_1 dan X_4

```
data TA_TN;
input y X1 X4;
cards;
0       92.59      96.71
0       80.76      95.89
0       98.88      103.93
0       89.57      92.35
0       89.26      94.32
0       92.42      96.49
0       93.07      98.17
0       100.83      105.96
7       85.15      92.86
0       87.04      93.58
1       90.80      103.73
3       82.08      90.53
1       87.23      97.57
0       86.02      91.78
0       84.94      82.17
0       86.56      91.09
0       90.33      95.93
0       93.32      94.96
0       75.06      87.99
0       85.52      89.85
0       93.92      99.07
2       98.40      102.60
1       93.76      98.74
0       101.41      108.92
0       88.96      94.08
7       98.98      108.55
5       96.65      111.22
0       90.74      98.36
2       86.95      91.48
0       75.02      76.59
0       82.45      78.18
0       79.99      79.42
0       88.88      90.23
0       93.51      98.41
0       80.62      81.45
0       95.57      96.25
0       81.24      85.05
0       81.27      86.62
run;
/*model zigp*/
title 'model zigpt b0b1b4';
proc nlmixed data=TA_TN tech=newrap cov;
parameters
b0 -3.3275
b1 0.04409
b4 0.05362
t 600.92
w 1.2019
;
bpart=b0+b1*X1+b4*x4;
bpart2=-1*t*bpart;
lambda=exp(bpart);
lambda2=exp(bpart2);
teta1=(1+(w*lambda));
teta2=(1+(w*y));
ephsilon=lambda/teta1;
infprob=lambda2/(1+lambda2);
if y=0 then ll = log(infprob + (1-infprob)*exp(-ephsilon));
else ll = log((1-infprob)) + y*log(ephsilon) + (y-1)*log(teta2) - lgamma(y+1) - (lambda*teta2/(teta1));
model y ~ general(ll);
predict _ll out=LL_4;
run;
```

Lampiran 11. Estimasi Parameter Model ZIGP(τ) Dua variabel yaitu X_1 dan X_4

```
                    model zigpt b0b1b4

                 The NLMIXED Procedure

                    Specifications

    Data Set                                    WORK.TA_TN
        Dependent Variable                          y
        Distribution for Dependent Variable         General
        Optimization Technique                      Newton-Raphson
        Integration Method                          None


                      Dimensions

           Observations Used                   38
           Observations Not Used                0
           Total Observations                  38
           Parameters                           5


                      Parameters

     b0          b1          b4           t           w    NegLogLike

 -3.3275     0.04409     0.05362      600.92      1.2019    50.6480909


                   Iteration History

    Iter     Calls    NegLogLike        Diff      MaxGrad         Slope

      1*       33    38.9537318    11.69436    43776.46     -15.9078
      2*       41     37.494864    1.458868    8723.005     -4.14387
      3*       48    37.3028203    0.192044    2622.082     -0.27601
      4*       59    35.7097876    1.593033    5737.525     -0.18677
      5*       66    35.6320395    0.077748    1877.566     -0.12402
      6*       75    35.6118335    0.020206    1278.385      -0.0835
      7*       82     35.595971    0.015862    274.1671     -0.02352
      8*       89    35.5868879    0.009083     17.4066     -0.01056
      9*       96    35.5740695    0.012818    9.671338      -0.0164
     10*      103    35.5657863    0.008283    39.83402      -0.0116
     11*      110    35.5596655    0.006121    405.9982     -0.01972
     12*      117    35.5552725    0.004393    39.80426     -0.00769
     13*      124    35.5547509    0.000522    18.89432     -0.00088
     14*      131    35.5546931    0.000058    2.452077      -0.0001
     15*      138    35.5546881    5.061E-6    0.061763     -6.46E-6
     16*      145    35.5546765    0.000012    0.061309     -0.00001
     17*      152    35.5546391    0.000037    1.396996     -0.00006
     18*      159    35.5546334     5.72E-6    3.342771     -8.49E-6
     19*      167    35.5546323     1.06E-6     6.15591     -9.68E-6
     20*      174    35.5546319    4.124E-7    0.984794     -1.81E-6
     21*      182    35.5546313    5.784E-7     1.66732     -6.04E-6
     22*      189    35.5546312    1.308E-7    0.373264     -2.19E-7
```

Fit Statistics

-2 Log Likelihood	71.1
AIC (smaller is better)	81.1
AICC (smaller is better)	83.0
BIC (smaller is better)	89.3

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|	Alpha	Lower	Upper
b0	-2.7987	.	38	.	.	0.05	.	.
b1	-0.01060	.	38	.	.	0.05	.	.
b4	0.04074	.	38	.	.	0.05	.	.
t	600.92	.	38	.	.	0.05	.	.
w	1.3380	0.6299	38	2.12	0.0402	0.05	0.06298	2.6131

Parameter Estimates

Parameter	Gradient
b0	-0.00409
b1	-0.36684
b4	-0.37326
t	-0.00021
w	-0.00004

Covariance Matrix of Parameter Estimates

Row	Parameter	b0	b1	b4	t	w
1	b0	.	.	.	.	.
2	b1	.	.	.	.	.
3	b4	.	.	.	.	.
4	t	.	.	.	.	.
5	w	.	.	.	.	0.3967

Correlation Matrix of Parameter Estimates

Row	Parameter	b0	b1	b4	t	w
1	b0	1.0000	.	.	.	.
2	b1	.	1.0000	.	.	.
3	b4	.	.	1.0000	.	.
4	t	.	.	.	1.0000	.
5	w	.	.	.	.	1.0000

Lampiran 12. Syntax Estimasi Parameter Model ZIGP(τ) Dua variabel yaitu X_2 dan X_4

```
data TA_TN;
input y X2 X4;
cards;
0       0.29      96.71
0       0.19      95.89
0       0.22      103.93
0       0.05      92.35
0       0.17      94.32
0       0.12      96.49
0       1.45      98.17
0       0.54      105.96
7       3.76      92.86
0       1.37      93.58
1       7.72      103.73
3       2.86      90.53
1       3.58      97.57
0       2.34      91.78
0       0      82.17
0       0.01      91.09
0       0.02      95.93
0       0.06      94.96
0       0.07      87.99
0       0.04      89.85
0       0.01      99.07
2       0.14      102.60
1       0.08      98.74
0       0      108.92
0       0.02      94.08
7       2.84      108.55
5       6.31      111.22
0       2.6      98.36
2       6.47      91.48
0       0.03      76.59
0       0      78.18
0       0.11      79.42
0       0.24      90.23
0       0      98.41
0       0      81.45
0       0      96.25
0       0.1      85.05
0       0.11      86.62
run;
/*model zigp*/
title 'model zigpt b0b2b4';
proc nlmixed data=TA_TN tech=newrap cov;
parameters
b0 -3.3275
b2 0.1326
b4 0.05362
t 600.92
w 1.2019
;
bpart=b0+b2*X2+b4*x4;
bpart2=-1*t*bpart;
lambda=exp(bpart);
lambda2=exp(bpart2);
teta1=(1+(w*lambda));
teta2=(1+(w*y));
ephsilon=lambda/teta1;
infprob=lambda2/(1+lambda2);
if y=0 then ll = log(infprob + (1-infprob)*exp(-ephsilon));
else ll = log((1-infprob)) + y*log(ephsilon) + (y-1)*log(teta2) - lgamma(y+1) - (lambda*teta2/(teta1));
model y ~ general(ll);
predict _ll out=LL_4;
run;
```

Lampiran 13. Estimasi Parameter Model ZIGP(τ) Dua variabel yaitu X_2 dan X_4

model zigpt b0b2b4

The NLMIXED Procedure

Specifications

Data Set	WORK.TA_TN
Dependent Variable	y
Distribution for Dependent Variable	General
Optimization Technique	Newton-Raphson
Integration Method	None

Dimensions

Observations Used	38
Observations Not Used	0
Total Observations	38
Parameters	5

Parameters

b0	b2	b4	t	w	NegLogLike
-3.3275	0.1326	0.05362	600.92	1.2019	46.8821783

Iteration History

Iter	Calls	NegLogLike	Diff	MaxGrad	Slope
1*	23	34.019746	12.86243	216.3904	-85021.6
2*	34	33.898764	0.120982	319.586	-2.64192
3*	42	33.8121242	0.08664	287.8696	-0.06396
4*	59	29.7421139	4.07001	13683.89	-9825.12
5*	69	29.6447059	0.097408	6074.478	-0.22163
6*	76	29.6150753	0.029631	785.9975	-0.05452
7*	83	29.6144359	0.000639	23.00077	-0.00125
8*	91	29.6142795	0.000156	206.0754	-0.00002
9*	98	29.6138307	0.000449	5.296346	-0.0005
10*	106	29.5441552	0.069675	106.0678	-0.0079
11*	113	29.4908153	0.05334	278.0918	-0.06189
12*	121	28.4507371	1.040078	1873.004	-0.1401
13*	129	28.2321748	0.218562	5532.891	-0.94236
14*	136	28.1528725	0.079302	1065.279	-0.13929
15*	143	28.1310238	0.021849	1191.662	-0.0299
16*	152	28.1299703	0.001053	2295.562	-1.05214
17*	160	28.1240109	0.005959	1086.337	-0.02131
18*	167	28.1221456	0.001865	17.42833	-0.00386
19*	174	28.1220275	0.000118	350.5113	-0.00113
20*	182	28.1217818	0.000246	27.17546	-0.00088
21*	189	28.1217791	2.707E-6	10.26632	-4.02E-6
22*	197	28.121779	8.084E-8	12.54121	-1.62E-6
23*	204	28.1217786	3.866E-7	5.647924	-1.16E-6
24*	211	28.121778	6.169E-7	0.331164	-6.6E-7
25*	218	28.121778	2.75E-10	0.001064	-382E-12

NOTE: GCONV convergence criterion satisfied.

model zigpt b0b2b4

The NLMIXED Procedure

Fit Statistics

-2 Log Likelihood	56.2
AIC (smaller is better)	66.2
AICC (smaller is better)	68.1
BIC (smaller is better)	74.4

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|	Alpha	Lower	Upper
b0	-2.8548	.	38	.	.	0.05	.	.
b2	0.2331	.	38	.	.	0.05	.	.
b4	0.02876	.	38	.	.	0.05	.	.
t	600.93	.	38	.	.	0.05	.	.
w	0.4390	0.2434	38	1.80	0.0792	0.05	-0.05368	0.9317

Parameter Estimates

Parameter	Gradient
b0	0.000108
b2	0.000117
b4	0.001064
t	-0.00063
w	-3.06E-6

Covariance Matrix of Parameter Estimates

Row	Parameter	b0	b2	b4	t	w
1	b0	.	.	.	.	.
2	b2	.	.	.	.	.
3	b4	.	.	.	.	.
4	t	.	.	.	.	.
5	w	.	.	.	.	0.05923

Correlation Matrix of Parameter Estimates

Row	Parameter	b0	b2	b4	t	w
1	b0	1.0000	.	.	.	.
2	b2	.	1.0000	.	.	.
3	b4	.	.	1.0000	.	.
4	t	.	.	.	1.0000	.
5	w	.	.	.	.	1.0000

Lampiran 14. Syntax Estimasi Parameter Model ZIGP(τ) Tiga variabel yaitu X_1, X_2 dan X_4

```
data TA_TN;
input y X1 X2 X4;
cards;
0       92.59       0.29       96.71
0       80.76       0.19       95.89
0       98.88       0.22       103.93
0       89.57       0.05       92.35
0       89.26       0.17       94.32
0       92.42       0.12       96.49
0       93.07       1.45       98.17
0       100.83       0.54       105.96
7       85.15       3.76       92.86
0       87.04       1.37       93.58
1       90.80       7.72       103.73
3       82.08       2.86       90.53
1       87.23       3.58       97.57
0       86.02       2.34       91.78
0       84.94       0       82.17
0       86.56       0.01       91.09
0       90.33       0.02       95.93
0       93.32       0.06       94.96
0       75.06       0.07       87.99
0       85.52       0.04       89.85
0       93.92       0.01       99.07
2       98.40       0.14       102.60
1       93.76       0.08       98.74
0       101.41       0       108.92
0       88.96       0.02       94.08
7       98.98       2.84       108.55
5       96.65       6.31       111.22
0       90.74       2.6       98.36
2       86.95       6.47       91.48
0       75.02       0.03       76.59
0       82.45       0       78.18
0       79.99       0.11       79.42
0       88.88       0.24       90.23
0       93.51       0       98.41
0       80.62       0       81.45
0       95.57       0       96.25
0       81.24       0.1       85.05
0       81.27       0.11       86.62
run;
/*model zigp*/
title 'model zigpt b0b1b2b4';
proc nlmixed data=TA_TN tech=newrap cov;
parameters
b0 -3.3275
b1 0.04409
b2 0.1326
b4 0.05362
t 600.92
w 1.2019
;
bpart=b0+b1*X1+b2*X2+b4*x4;
bpart2=-1*t*bpart;
lambda=exp(bpart);
lambda2=exp(bpart2);
teta1=(1+(w*lambda));
teta2=(1+(w*y));
ephsilon=lambda/teta1;
infprob=lambda2/(1+lambda2);
if y=0 then ll = log(infprob + (1-infprob)*exp(-ephsilon));
else ll = log((1-infprob)) + y*log(ephsilon) + (y-1)*log(teta2) - lgamma(y+1) - (lambda*teta2/(teta1));
model y ~ general(ll);
predict _ll out=LL_4;
run;
```

Lampiran 15. Estimasi Parameter Model ZIGP(τ) Tiga variabel yaitu X_1, X_2 dan X_4

```
                    model zigpt b0b1b2b4

                  The NLMIXED Procedure

                      Specifications

Data Set                                     WORK.TA_TN
    Dependent Variable                           y
    Distribution for Dependent Variable          General
    Optimization Technique                       Newton-Raphson
    Integration Method                           None

                        Dimensions

       Observations Used                      38
       Observations Not Used                   0
       Total Observations                     38
       Parameters                              6

                        Parameters

     b0         b1        b2         b4         t          w    NegLogLike

-3.3275    0.04409    0.1326    0.05362    600.92     1.2019    50.6575679

                    Iteration History

     Iter     Calls    NegLogLike        Diff     MaxGrad        Slope

       1*        32    37.7077725     12.9498     59381.2     -14.6398
       2*        41    31.1389148    6.568858    3575.449     -3321.54
       3*        52    30.3004873    0.838427    733.4532     -15722.9
       4*        63    30.2908054    0.009682    369.5408     -0.00075
       5*        77    30.2400963    0.050709    159.9214      -0.0036
       6*        86    30.2236641    0.016432    810.4253     -0.00221
       7*        94    30.2105684    0.013096    773.3097     -0.01926
       8*       102    30.2015277    0.009041    124.0236     -0.01155
       9*       110    30.1907879     0.01074    152.9712      -0.0132
      10*       118    30.1695589    0.021229    221.6485     -0.02304
      11*       127    30.1052883    0.064271    1142.832     -0.38687
      12*       135    30.0314543    0.073834    377.5824     -0.16714
      13*       143    29.9641523    0.067302     170.195      -0.0733
      14*       151    29.0660133    0.898139    483.3837     -1.08963
      15*       159       28.4256    0.640413    592.1092     -1.71756
      16*       167    28.1832053    0.242395    350.3409     -0.40876
      17*       175     28.142677    0.040528     179.463     -0.06791
      18*       183    28.1339748    0.008702    626.8064     -0.01117
      19*       191    28.1333184    0.000656    10.66983     -0.00117
      20*       199    28.1332244    0.000094    5.469509     -0.00011
      21*       207    28.1330266    0.000198    8.880373     -0.00023
      22*       215     28.132772    0.000255     10.8369     -0.00033
```

23*	223	28.1325009	0.000271	6.74614	-0.00031
24*	232	28.1261203	0.006381	640.0698	-0.00085
25*	240	28.1254465	0.000674	12.29613	-0.00121
26*	248	28.1253742	0.000072	5.5868	-0.00009
27*	256	28.1252312	0.000143	7.093841	-0.00016
28*	264	28.1249618	0.000269	6.570453	-0.00032
29*	272	28.1245575	0.000404	11.78425	-0.00048
30*	280	28.1238165	0.000741	69.615	-0.00082

model zigpt b0b1b2b4

The NLMIXED Procedure

Iteration History

Iter	Calls	NegLogLike	Diff	MaxGrad	Slope
31*	288	28.1238068	9.712E-6	1.577915	-0.00002
32*	297	28.1237869	0.00002	8.631481	-3.78E-6
33*	305	28.1237281	0.000059	7.500697	-0.00007
34*	314	28.1219142	0.001814	129.5879	-0.00019
35*	322	28.1173155	0.004599	756.0936	-0.00611
36*	330	28.1163621	0.000953	16.47767	-0.00169
37*	338	28.1162398	0.000122	8.311973	-0.00014
38*	346	28.1160112	0.000229	12.80163	-0.00027
39*	354	28.1158071	0.000204	14.99526	-0.00031
40*	362	28.1157496	0.000058	6.03579	-0.00007
41*	370	28.1156075	0.000142	23.35838	-0.00015
42*	379	28.1145829	0.001025	348.4139	-0.00717
43*	387	28.1144577	0.000125	238.6995	-0.00046
44*	396	28.1143484	0.000109	69.24927	-0.00105
45*	404	28.1143414	6.996E-6	39.58649	-0.00002
46*	413	28.1143396	1.871E-6	15.37346	-0.00001
47*	421	28.1143386	9.654E-7	11.53277	-1.81E-6
48*	429	28.1143385	1.401E-7	0.086096	-2.76E-7

NOTE: GCONV convergence criterion satisfied.

Fit Statistics

-2 Log Likelihood	56.2
AIC (smaller is better)	68.2
AICC (smaller is better)	70.9
BIC (smaller is better)	78.1

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|	Alpha	Lower	Upper
b0	-2.7058	.	38	.	.	0.05	.	.
b1	-0.00350	0.008588	38	-0.41	0.6858	0.05	-0.02089	0.01388
b2	0.2313	.	38	.	.	0.05	.	.
b4	0.03058	.	38	.	.	0.05	.	.
t	600.93	.	38	.	.	0.05	.	.
w	0.4375	0.2424	38	1.81	0.0790	0.05	-0.05311	0.9282

Parameter Estimates

Parameter	Gradient
b0	0.00153
b1	0.083645
b2	0.002958
b4	0.086096
t	-0.00065
w	-0.00032

model zigpt b0b1b2b4

The NLMIXED Procedure

Covariance Matrix of Parameter Estimates

Row	Parameter	b0	b1	b2	b4	t	w
1	b0	.	.	.	.	.	.
2	b1	.	0.000074	.	.	.	-3.04E-6
3	b2	.	.	.	.	.	.
4	b4	.	.	.	.	.	.
5	t	.	.	.	.	.	.
6	w	.	-3.04E-6	.	.	.	0.05874

Correlation Matrix of Parameter Estimates

Row	Parameter	b0	b1	b2	b4	t	w
1	b0	1.0000	.	.	.	.	.
2	b1	.	1.0000	.	.	.	-0.00146
3	b2	.	.	1.0000	.	.	.
4	b4	.	.	.	1.0000	.	.
5	t	.	.	.	.	1.0000	.
6	w	.	-0.00146	.	.	.	1.0000

Lampiran 16. Syntax Estimasi Parameter Model ZIGP(τ) Empat variabel yaitu X_1, X_2, X_3, dan X_4

```
data TA_TN;
input y X1 X2 X3 X4;
cards;
0      92.59      0.29       90.01      96.71
0      80.76      0.19       77.51      95.89
0      98.88      0.22       83.64      103.93
0      89.57      0.05       85.04      92.35
0      89.26      0.17       84.42      94.32
0      92.42      0.12       90.79      96.49
0      93.07      1.45       94.62      98.17
0      100.83      0.54       91.41      105.96
7      85.15      3.76       70.67      92.86
0      87.04      1.37       79.89      93.58
1      90.80      7.72       91.61      103.73
3      82.08      2.86       75.21      90.53
1      87.23      3.58       79.41      97.57
0      86.02      2.34       82.80      91.78
0      84.94      0      80.87      82.17
0      86.56      0.01       78.89      91.09
0      90.33      0.02       86.56      95.93
0      93.32      0.06       84.46      94.96
0      75.06      0.07       73.31      87.99
0      85.52      0.04       82.04      89.85
0      93.92      0.01       92.26      99.07
2      98.40      0.14       92.45      102.60
1      93.76      0.08       87.47      98.74
0      101.41      0      101.55      108.92
0      88.96      0.02       82.52      94.08
7      98.98      2.84       93.98      108.55
5      96.65      6.31       83.72      111.22
0      90.74      2.6      90.30      98.36
2      86.95      6.47       76.05      91.48
0      75.02      0.03       75.15      76.59
0      82.45      0      73.53      78.18
0      79.99      0.11       73.25      79.42
0      88.88      0.24       89.11      90.23
0      93.51      0      90.47      98.41
0      80.62      0      77.58      81.45
0      95.57      0      92.21      96.25
0      81.24      0.1      84.69      85.05
0      81.27      0.11       74.85      86.62
run;
/*model zigp*/
title 'model zigpt';
proc nlmixed data=TA_TN tech=newrap cov;
parameters
b0 -3.3275
b1 0.04409
b2 0.1326
b3 -0.06978
b4 0.05362
t 600.92
w 1.2019
;
bpart=b0+b1*X1+b2*X2+b3*X3+b4*x4;
bpart2=-1*t*bpart;
lambda=exp(bpart);
lambda2=exp(bpart2);
teta1=(1+(w*lambda));
teta2=(1+(w*y));
ephsilon=lambda/teta1;
infprob=lambda2/(1+lambda2);
if y=0 then ll = log(infprob + (1-infprob)*exp(-ephsilon));
else ll = log((1-infprob)) + y*log(ephsilon) + (y-1)*log(teta2) - lgamma(y+1) - (lambda*teta2/(teta1));
model y ~ general(ll);
predict _ll out=LL_4;
run;
```

Lampiran 17. Estimasi Parameter Model ZIGP(τ) Empat variabel yaitu X_1, X_2, X_3, dan X_4

model zigpt

The NLMIXED Procedure

Specifications

Data Set	WORK.TA_TN
Dependent Variable	y
Distribution for Dependent Variable	General
Optimization Technique	Newton-Raphson
Integration Method	None

Dimensions

Observations Used	38
Observations Not Used	0
Total Observations	38
Parameters	7

Parameters

b0	b1	b2	b3	b4	t	w	NegLogLike
-3.3275	0.04409	0.1326	-0.06978	0.05362	600.92	1.2019	27.5892575

Iteration History

Iter	Calls	NegLogLike	Diff	MaxGrad	Slope
1*	20	24.6602367	2.929021	23741.83	-0.03453
2*	29	24.056143	0.604094	1579.997	-1.39017
3*	38	24.0447551	0.011388	323.6425	-0.01977
4*	47	24.0439236	0.000832	25.46158	-0.00138
5*	56	24.0435129	0.000411	13.6766	-0.00044
6*	65	24.0422769	0.001236	32.74469	-0.00181
7*	74	24.0417665	0.00051	6.8616	-0.00061
8*	84	24.029645	0.012122	17.02076	-0.0014
9*	93	24.0079556	0.021689	60.02784	-0.02376
10*	104	23.9729586	0.034997	39.66504	-0.13794
11*	115	23.9522221	0.020736	25.29401	-0.0818
12*	126	23.9395742	0.012648	15.18299	-0.0498
13*	204	23.9362328	0.003341	12.35503	-0.03132
14*	238	23.9362328	1.6E-13	12.35503	-0.00146

NOTE: FCONV convergence criterion satisfied.

Fit Statistics

-2 Log Likelihood	47.9
AIC (smaller is better)	61.9
AICC (smaller is better)	65.6
BIC (smaller is better)	73.3

model zigpt

The NLMIXED Procedure

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|	Alpha	Lower	Upper
b0	-3.3517	0.02728	38	-122.86	<.0001	0.05	-3.4069	-3.2964
b1	0.04456	0.008261	38	5.39	<.0001	0.05	0.02783	0.06128
b2	0.1343	0.03047	38	4.41	<.0001	0.05	0.07261	0.1960
b3	-0.07054	0.01274	38	-5.54	<.0001	0.05	-0.09632	-0.04476
b4	0.05409	0.004746	38	11.40	<.0001	0.05	0.04448	0.06370
t	600.92	0.000348	38	1729181	<.0001	0.05	600.92	600.92
w	0.2534	0.1873	38	1.35	0.1842	0.05	-0.1259	0.6326

Parameter Estimates

Parameter	Gradient
b0	0.341033
b1	10.62966
b2	-0.22768
b3	10.19994
b4	12.35503
t	-0.00019
w	0.911338

Covariance Matrix of Parameter Estimates

Row	Parameter	b0	b1	b2	b3	b4	t	w
1	b0	0.000744	-0.00034	-0.00141	0.000509	-0.00013	0.000752	-0.00369
2	b1	-0.00034	0.000068	0.000222	-0.00010	0.000026	-5.9E-6	-0.00004
3	b2	-0.00141	0.000222	0.000928	-0.00035	0.000107	-0.00001	-0.00020
4	b3	0.000509	-0.00010	-0.00035	0.000162	-0.00005	9.105E-6	0.000063
5	b4	-0.00013	0.000026	0.000107	-0.00005	0.000023	-0.00001	0.000018
6	t	0.000752	-5.9E-6	-0.00001	9.105E-6	-0.00001	1.208E-7	1.126E-6
7	w	-0.00369	-0.00004	-0.00020	0.000063	0.000018	1.126E-6	0.0350