

**PERBANDINGAN REGRESI *ZERO INFLATED POISSON* (ZIP) DAN
REGRESI *ZERO INFLATED NEGATIVE BINOMIAL* (ZINB)
PADA DATA *OVERDISPERSION*
(Studi Kasus: Angka Kematian Ibu di Provinsi Bali)**

Ni Putu Prema Dewanti^{§1}, Made Susilawati^{§2},
I Gusti Ayu Made Srinadi³

¹Jurusan Matematika, FMIPA – Universitas Udayana [Email: dewantiprema@gmail.com]

²Jurusan Matematika, FMIPA – Universitas Udayana [Email: mdsusilawati@unud.ac.id]

³Jurusan Matematika, FMIPA – Universitas Udayana [Email: srinadii@unud.ac.id]

[§]*Corresponding Author*

ABSTRACT

Poisson regression is a nonlinear regression which is often used for count data and has equidispersion assumption (variance value equal to mean value). However in practice, equidispersion assumption is often violated. One of its violations is overdispersion (variance value greater than the mean value). One of the causes of overdispersion is excessive number of zero values on the response variable (excess zeros). There are many methods to handle overdispersion because of excess zeros. Two of them are Zero Inflated Poisson (ZIP) regression and Zero Inflated Negative Binomial (ZINB) regression. The purpose of this research is to determine which regression model is better in handling overdispersion data. The data that can be analyzed using the ZIP and ZINB regression is maternal mortality rate in the Province of Bali. Maternal mortality rate data has proportion of zeros value more than 50% on the response variable. In this research, ZINB regression is better than ZIP regression for modeling maternal mortality rate. The independent variable that affects the number of maternal mortality rate in the Province of Bali is the percentage of mothers who carry a pregnancy visit, with ZINB regression models $\ln(\mu_i) = 2,7729 - 0,0247X_1$ and $\text{logit}(p_i) = -3,8670 - 0,0381X_1$.

Keywords: Overdispersion, Poisson Regression, ZIP Regression, ZINB Regression, Maternal Mortality Rate in the Province of Bali

1. PENDAHULUAN

Analisis statistika yang digunakan untuk memodelkan hubungan antara variabel respons (Y) dengan satu atau lebih variabel bebas (X) adalah analisis regresi. Hubungan antara variabel respons dan variabel bebas dinyatakan dalam persamaan regresi. Hubungan variabel respons dan variabel bebas dalam persamaan regresi dapat berbentuk hubungan linear dan non-linear. Hubungan linear dinyatakan dalam persamaan regresi linear.

Persamaan regresi linear digunakan untuk menganalisis variabel respons yang berupa peubah acak kontinu dan mengikuti distribusi normal, namun banyak ditemukan variabel

respons yang tidak berdistribusi normal dan tidak linear dalam parameter. Untuk mengatasi hal tersebut dikembangkan *Generalized Linear Model* (GLM). GLM digunakan sebagai perluasan model regresi umum dengan variabel responsnya berdistribusi keluarga eksponensial, meliputi distribusi normal, binomial, Poisson, binomial negatif, eksponensial, gamma, dan invers normal (Myers *et al.*, 2010).

Jika variabel respons yang digunakan merupakan peubah acak diskret yang berdistribusi Poisson, maka dapat digunakan model regresi Poisson untuk pembentukan model regresi. Analisis data menggunakan regresi Poisson harus memenuhi asumsi seperti nilai varians dan rata-rata dari variabel respons

tersebut sama atau equidispersi (Myers *et al.*, 2010). Pada kenyataannya tidak sepenuhnya asumsi tersebut terpenuhi, seperti nilai varians lebih besar dari nilai rata-ratanya yang disebut sebagai overdispersi. Data yang mengandung overdispersi menghasilkan galat baku yang lebih kecil dari nilai sesungguhnya (*underestimate*). Hal ini menyebabkan kesimpulan yang diperoleh menjadi tidak valid (McCullagh & Nelder, 1989). Overdispersi pada data dapat terjadi karena proporsi nilai nol yang berlebih pada variabel respons (*excess zeros*). Jika data mengalami overdispersi, maka regresi Poisson tidak baik digunakan dalam menganalisis data. Untuk mengatasi masalah tersebut model yang dapat digunakan antara lain model regresi *Zero Inflated Poisson* (ZIP) dan model regresi *Zero Inflated Negative Binomial* (ZINB).

Studi kasus yang digunakan pada penelitian ini adalah Angka Kematian Ibu (AKI) di Provinsi Bali tahun 2014. Angka Kematian Ibu (AKI) adalah banyaknya wanita yang meninggal pada tahun tertentu yang disebabkan oleh gangguan pada masa kehamilan, persalinan, dan masa 42 hari setelah melahirkan (nifas). Data menunjukkan terjadi peristiwa kematian ibu tahun 2014 sebanyak 48 ibu di 57 kecamatan (Dinkes Provinsi Bali, 2015). Proporsi nilai nol pada variabel responsnya adalah 64,9%. Angka tersebut menunjukkan bahwa presentase ibu yang tidak meninggal lebih banyak atau data yang bernilai nol lebih dari 50%.

Berdasarkan latar belakang, penulis menggunakan regresi *Zero Inflated Poisson* (ZIP) dan regresi *Zero Inflated Negative Binomial* (ZINB) untuk mendapatkan model regresi terbaik dengan memodelkan data kematian ibu yang mengalami overdispersi.

Tujuan pada penelitian ini adalah untuk menentukan model regresi ZIP dan model regresi ZINB dalam menduga faktor-faktor yang memengaruhi kematian ibu di Provinsi Bali, serta untuk mengetahui model regresi yang lebih baik digunakan untuk menduga faktor-faktor yang memengaruhi kematian ibu di Provinsi Bali.

Overdispersi pada regresi Poisson dapat dilihat dari nilai taksiran dispersi yaitu nilai

devians dan pearson *chi-square* dibagi dengan derajat bebasnya bernilai lebih besar dari satu. Model regresi yang dapat digunakan untuk mengatasi overdispersi yang disebabkan oleh *excess zeros* diantaranya adalah model regresi ZIP dan ZINB.

Model regresi ZIP adalah model campuran yang sederhana untuk data diskret dengan banyak peristiwa nol (Lambert, 1992). Jika Y_i merupakan peubah acak bebas yang berdistribusi ZIP, maka nilai nol yang terdapat pada observasi diduga telah terjadi dengan dua cara yang sesuai dengan keadaan (*state*) yang terpisah. Keadaan pertama disebut dengan *zero state* dengan probabilitas ω_i dan keadaan kedua disebut dengan *Poisson state* dengan probabilitas $1 - \omega_i$. Kedua keadaan memberikan distribusi campuran dua komponen. Fungsi peluang dari model regresi ZIP (Jansakul & Hinde, 2002) adalah:

$$P(Y_i = y_i) = \begin{cases} \omega_i + (1 - \omega_i)e^{-\mu_i}, & \text{untuk } y_i = 0 \\ (1 - \omega_i) \frac{e^{-\mu_i} \mu_i^{y_i}}{y_i!}, & \text{untuk } y_i = 1, 2, \dots \end{cases}$$

Dari fungsi peluang model regresi ZIP, didapat rata-rata dan varians sebagai berikut:

$$E(Y) = (1 - \omega)\mu,$$

$$Var(Y) = \mu(1 - \omega)(1 + \mu\omega).$$

Model hubungan untuk μ dan ω pada model regresi ZIP (Lambert, 1992) adalah sebagai berikut:

$$\ln(\mu) = X\beta,$$

$$\text{logit}(\omega) = \log\left(\frac{\omega}{1-\omega}\right) = X\gamma.$$

Selain dengan menggunakan model regresi ZIP, model regresi yang dapat digunakan untuk mengatasi overdispersi yang disebabkan oleh *excess zeros* adalah model regresi ZINB. Model regresi ZINB adalah model yang dibentuk dari campuran distribusi Poisson dan gamma. Jika Y_i merupakan peubah acak bebas yang diskret, maka nilai nol yang terdapat pada observasi diduga telah terjadi dengan dua cara yang sesuai dengan keadaan (*state*) yang terpisah. Keadaan pertama disebut *zero state* dengan probabilitas p_i dan keadaan kedua disebut *negative binomial state* dengan probabilitas $1 - p_i$. Kedua keadaan tersebut memberikan distribusi campuran dua komponen, maka fungsi peluang

dari model regresi ZINB (Garay & Hashimoto, 2011) adalah sebagai berikut:

$$P(Y_i = y_i) = \begin{cases} p_i + (1 - p_i) \left(\frac{1}{1+k\mu_i}\right)^{1/k}, & \text{untuk } y_i = 0 \\ (1 - p_i) \frac{\Gamma(y_i+1/k)}{\Gamma(1/k)\Gamma(y_i+1)} \left(\frac{1}{1+k\mu_i}\right)^{1/k} \left(\frac{k\mu_i}{1+k\mu_i}\right)^{y_i}, & \text{untuk } y_i = 1, 2, \dots, k \end{cases}$$

Dari fungsi peluang model regresi ZINB, didapat rata-rata dan varians sebagai berikut:

$$E(Y_i) = (1 - p_i)\mu_i,$$

$$\text{Var}(Y_i) = (1 - p_i)\mu_i(1 + k\mu_i + p_i\mu_i).$$

Model regresi ZINB dibagi menjadi dua komponen yaitu model data diskret untuk μ_i dan model *zero-inflation* untuk p_i yaitu:

$$\ln(\mu_i) = x_i^T \beta,$$

$$\text{logit}(p_i) = \ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = z_i^T \gamma.$$

Penaksiran parameter model regresi ZIP dan ZINB dilakukan dengan metode penaksir kemungkinan maksimum (Jansakul & Hinde, 2002). Penaksiran parameter dengan metode penaksir kemungkinan maksimum dihitung dengan memaksimalkan fungsi *log-likelihood*-nya. Penjumlahan fungsi *log-likelihood* tidak dapat diselesaikan dengan metode numerik biasa, oleh karena itu dapat digunakan algoritma EM (*Expectation Maximization*) (Garay & Hashimoto, 2011).

Pengujian kesesuaian model regresi ZIP dan ZINB dapat menggunakan nilai *Likelihood Ratio (LR)* (Hilbe, 2011). Hipotesis uji rasio *likelihood* adalah:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = \gamma_1 = \gamma_2 = \dots = \gamma_p = 0$$

$$H_1: \text{paling sedikit ada satu } \beta_j \neq 0 \text{ atau } \gamma_j \neq 0$$

Statistik uji rasio *likelihood* (Hilbe, 2011) adalah sebagai berikut:

$$LR = -2(\mathcal{L}_{reduce} - \mathcal{L}_{full}).$$

Aturan keputusannya adalah H_0 ditolak pada tingkat signifikansi α jika $LR > \chi^2_{(\alpha, p)}$.

Pengujian parameter regresi ZIP dan ZINB secara parsial dapat dilalui dengan dua cara, yaitu pengujian parameter model log dan pengujian parameter model logit. Statistik uji yang digunakan adalah dengan menggunakan uji Wald (Myers *et al.*, 2010) sebagai berikut:

$$W = \left(\frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)}\right)^2.$$

Untuk kriteria statistik ujinya adalah H_0 ditolak,

jika $W > \chi^2_{(db, \alpha)}$.

Pemilihan model terbaik pada regresi ZIP dan ZINB dapat dilihat dari nilai pearson *chi-square*, devians, dan nilai AIC (*Akaike's Information Criterion*) (Ismail & Jemain, 2005). Untuk nilai pearson *chi-square* dan devians yang lebih mendekati derajat bebasnya menunjukkan model yang lebih baik dan untuk nilai AIC yang lebih kecil akan menunjukkan model yang lebih baik.

2. METODE PENELITIAN

Sumber data dalam penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Provinsi Bali. Data sekunder yang didapat berupa data kuantitatif. Data tersebut adalah data kematian ibu tahun 2014 dari 57 kecamatan di Provinsi Bali. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah kematian ibu (Y), presentase ibu yang melaksanakan kunjungan kehamilan (X_1), presentase persalinan ditolong oleh tenaga kesehatan (X_2), presentase ibu yang mendapatkan pelayanan kesehatan nifas (X_3), presentase ibu yang mendapatkan vitamin A (X_4), presentase ibu hamil yang mendapatkan tablet tambah darah Fe (X_5). Metode analisis yang digunakan pada penelitian ini menggunakan bantuan *software SAS 9.4*.

Langkah-langkah yang digunakan dalam metode penelitian ini adalah:

1. Mendeskripsikan data penelitian menggunakan statistik deskriptif.
2. Melakukan analisis regresi Poisson dan melakukan uji overdispersi dengan menggunakan taksiran dispersi pada regresi Poisson. Jika data mengalami overdispersi, maka dilanjutkan dengan menggunakan analisis regresi ZIP dan ZINB.
3. Melakukan analisis regresi ZIP dan ZINB dengan mencari model regresi serta melakukan penaksiran parameter model regresi ZIP dan ZINB.
4. Melakukan uji kesesuaian model regresi ZIP dan ZINB menggunakan *Likelihood Ratio (LR)* test.

5. Melakukan uji signifikansi pada model regresi ZIP dan ZINB secara parsial menggunakan uji Wald.
6. Menginterpretasikan model regresi ZIP dan ZINB.
7. Melakukan pemeriksaan kembali terjadinya overdispersi.
8. Melakukan perbandingan model regresi ZIP dan ZINB untuk melihat model regresi terbaik yang digunakan untuk memodelkan jumlah kematian ibu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah total kematian ibu di Provinsi Bali tahun 2014 sebanyak 48 ibu, dengan jumlah kematian terbanyak di Kabupaten Karangasem. Proporsi nilai nol pada variabel responsnya adalah 64,9%. Untuk melihat data mengalami overdispersi dapat digunakan nilai taksiran dispersi pada regresi Poisson. Taksiran dispersi diukur dari nilai devians dan nilai pearson *chi-square* dibagi derajat bebasnya bernilai lebih besar dari satu. Data jumlah kematian ibu di Provinsi Bali tahun 2014 memiliki nilai devians yang dibagi derajat bebasnya sebesar 2,0526 dan nilai pearson *chi-square* yang dibagi derajat bebasnya sebesar 2,6796. Hasil tersebut menunjukkan nilai devians dan pearson *chi-square* yang dibagi derajat bebasnya bernilai lebih besar dari satu, sehingga dapat disimpulkan data mengalami overdispersi.

Analisis data regresi *Zero Inflated Poisson* (ZIP) dengan bantuan *software SAS 9.4*, diperoleh dua model hubungan yaitu model $\ln(\mu)$ dan model $\text{logit}(\omega)$. Pengujian kesesuaian pada model regresi ZIP dilakukan menggunakan uji rasio *likelihood*. Nilai *LR* yang didapat adalah 122,7092 dan nilai $\chi^2_{(0,05;5)}$ adalah 11,070. Didapat nilai $LR > \chi^2_{(0,05;5)}$, sehingga hasil uji menyatakan tolak H_0 . Keputusan menolak H_0 berarti minimal terdapat satu β_j atau γ_j yang berpengaruh terhadap Y . Hal ini berarti terdapat minimal satu variabel bebas yang berpengaruh terhadap Y .

Uji signifikansi parameter regresi ZIP

secara parsial dilalui dengan dua cara, yaitu pengujian parameter model $\ln(\mu)$ dan pengujian parameter model $\text{logit}(\omega)$ dengan uji Wald. Hasil uji Wald model $\ln(\mu)$ dan model $\text{logit}(\omega)$ menunjukkan semua variabel bebas (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5) tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel respons (Y).

Pengujian signifikansi parameter regresi ZIP menyimpulkan bahwa semua variabel bebas tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel respons (Y). Tidak signifikannya variabel bebas (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5) disebabkan oleh adanya multikolinearitas. Berdasarkan hasil nilai korelasi linear antar variabel bebas (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5) menunjukkan bahwa data mengalami multikolinearitas karena semua variabel bebas berkorelasi dengan variabel bebas lainnya.

Untuk memastikan adanya multikolinearitas yang menyebabkan tidak signifikannya variabel bebas (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5) pada saat diuji parsial, masing-masing variabel bebas (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5) diuji secara univariat. Uji univariat dilakukan dengan membentuk model satu variabel yaitu menguji masing-masing variabel bebas (X) terhadap variabel respons (Y). Hasil uji univariat menunjukkan variabel bebas X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 pada model $\ln(\mu)$ masing-masing berpengaruh terhadap variabel respons (Y).

Model terbaik diperoleh dengan melakukan seleksi model dengan metode *stepwise*. Metode *stepwise* dilakukan dengan seleksi langkah maju (*forward*) dan seleksi langkah mundur (*backward*). Dari hasil metode *stepwise* dapat disimpulkan bahwa hanya variabel X_1 yang layak dimasukkan kedalam model. Model yang terbentuk berdasarkan uji signifikansi parameter dari analisis regresi ZIP adalah:

$$\ln(\mu) = 2,8223 - 0,0218X_1,$$

$$\text{logit}(\omega) = -2,8395 - 0,0339X_1.$$

dengan variabel X_1 adalah presentase ibu yang melaksanakan kunjungan kehamilan.

Interpretasi model yang terbentuk dari analisis regresi ZIP didasarkan pada nilai odd rasio dari masing-masing koefisien yang terlihat

dari nilai $\exp(\beta)$. Interpretasi dari nilai odd rasio pada model $\ln(\mu)$ adalah hasil penelitian menunjukkan koefisien regresinya bernilai negatif, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$100(e^{-0,0218(1)} - 1)\% = -2,16\%.$$

Interpretasi yang diperoleh dari nilai odd rasio pada model $\ln(\mu)$ adalah untuk setiap peningkatan 1% ibu yang melaksanakan kunjungan kehamilan akan mengurangi rata-rata jumlah kematian ibu sebesar 2,16%.

Interpretasi dari nilai odd rasio pada model $\text{logit}(\omega)$ adalah hasil penelitian menunjukkan koefisien regresinya bernilai negatif, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$100(e^{-0,0339(1)} - 1)\% = -3,34\%.$$

Interpretasi yang diperoleh dari nilai odd rasio pada model $\text{logit}(\omega)$ adalah untuk setiap peningkatan 1% ibu yang melaksanakan kunjungan kehamilan akan mengurangi rata-rata jumlah kematian ibu sebesar 3,34%.

Analisis regresi *Zero Inflated Negative Binomial* (ZINB) digunakan sebagai pembandingan analisis regresi ZIP untuk mengetahui model yang lebih baik digunakan dalam memodelkan data jumlah kematian ibu (Y). Pada analisis regresi ZIP telah didapat model terbaik menggunakan metode *stepwise*, dengan variabel X_1 yang masuk kedalam model. Model yang digunakan pada analisis regresi ZINB melibatkan variabel bebas yang sama dengan analisis regresi ZIP yaitu model dengan satu variabel yaitu X_1 .

Model regresi ZINB dibagi menjadi dua komponen yaitu model data diskret untuk μ_i dan model *zero-inflation* untuk p_i . Model data diskret untuk μ_i yang terbentuk adalah:

$$\ln(\mu_i) = 2,7729 - 0,0247X_1.$$

Model *zero-inflation* untuk p_i yang terbentuk adalah:

$$\text{logit}(p_i) = -3,8670 - 0,0381X_1.$$

Pengujian kesesuaian pada model regresi ZINB dilakukan dengan menggunakan *Likelihood Ratio (LR)*. Nilai *LR* yang didapat adalah 138,5168 dan nilai $\chi^2_{(0,05;5)}$ adalah 11,070, karena nilai $LR > \chi^2_{(0,05;5)}$, maka hasil uji menyatakan tolak H_0 . Keputusan menolak H_0 berarti Hal ini berarti terdapat minimal satu

variabel bebas yang berpengaruh terhadap Y.

Pengujian parameter regresi ZINB secara individu dapat dilalui dengan dua cara, yaitu pengujian signifikansi parameter model $\ln(\mu_i)$ dan pengujian signifikansi parameter model $\text{logit}(p_i)$. Berdasarkan hasil uji Wald menunjukkan bahwa variabel bebas X_1 berpengaruh secara signifikan. Interpretasi model yang terbentuk dari analisis regresi ZINB didasarkan pada nilai odd rasio yang terlihat dari nilai $\exp(\beta)$. Untuk variabel X_1 yaitu presentase ibu yang melaksanakan kunjungan kehamilan, hasil penelitian menunjukkan bahwa koefisien regresinya bernilai negatif, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$100(e^{-0,0247(1)} - 1)\% = -2,44\%.$$

Interpretasi yang diperoleh adalah untuk setiap peningkatan 1% ibu yang melaksanakan kunjungan kehamilan akan mengurangi rata-rata jumlah kematian ibu sebesar 2,44%.

Untuk uji signifikansi parameter model $\text{logit}(p_i)$, hasil penelitian menunjukkan bahwa koefisien regresinya bernilai negatif, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$100(e^{-0,0381(1)} - 1)\% = -3,74\%.$$

Interpretasi yang diperoleh adalah untuk setiap peningkatan 1% ibu yang melaksanakan kunjungan kehamilan akan mengurangi rata-rata jumlah kematian ibu sebesar 3,74%.

Pemilihan model terbaik yang digunakan dengan melihat nilai devians, pearson *chi-square*, dan AIC dari masing-masing model yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Devians, Pearson *Chi-square*, AIC

Kriteria Uji	Regresi ZIP	Regresi ZINB
Devians	141,9294	138,5169
Pearson <i>Chi-square</i>	70,8997	56,5081
AIC	149,9294	148,5169

Dilihat dari nilai devians, nilai pearson *chi-square*, dan nilai AIC dapat disimpulkan bahwa nilai devians, nilai pearson *chi-square*, dan nilai AIC dari regresi ZINB lebih kecil dibandingkan dengan regresi ZIP. Hal tersebut menunjukkan bahwa model regresi ZINB lebih baik digunakan pada data jumlah kematian ibu di Provinsi Bali

yang mengalami overdispersi.

Analisis regresi ZIP dan ZINB dapat mengatasi overdispersi karena tidak memiliki asumsi ekuidispersi seperti pada regresi Poisson. Analisis regresi ZIP sudah mampu mengendalikan nilai nol namun belum sepenuhnya mengendalikan overdispersi, sehingga regresi ZINB lebih tepat digunakan pada data yang mengandung nilai nol berlebih dan mengalami overdispersi.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Analisis data jumlah kematian ibu di Provinsi Bali (Y) dengan variabel bebas yaitu presentase ibu yang melaksanakan kunjungan kehamilan (X_1), presentase persalinan ditolong tenaga kesehatan (X_2), presentase ibu yang mendapat pelayanan kesehatan nifas (X_3), presentase ibu yang mendapatkan vitamin A (X_4), dan presentase ibu hamil yang mendapatkan tablet tambah darah Fe (X_5) yang diolah dengan menggunakan *software SAS 9.4*, hasil yang diperoleh dapat disimpulkan model regresi ZIP untuk data penelitian ini adalah:

$$\ln(\mu) = 2,8223 - 0,0218X_1.$$

$$\text{logit}(\omega) = -2,8395 - 0,0339X_1.$$

Model regresi ZINB untuk data penelitian ini adalah:

$$\ln(\mu_i) = 2,7729 - 0,0247X_1.$$

$$\text{logit}(p_i) = -3,8670 - 0,0381X_1.$$

Dengan variabel X_1 adalah presentase ibu yang melaksanakan kunjungan kehamilan. Berdasarkan kriteria nilai devians, pearson *chi-square*, dan AIC dengan membandingkan model regresi ZIP dan model regresi ZINB dapat disimpulkan bahwa model regresi ZINB lebih tepat digunakan untuk memodelkan data jumlah kematian ibu di Provinsi Bali yang mengandung banyak nilai nol dan mengalami overdispersi.

Hal yang dapat disarankan untuk penelitian selanjutnya adalah selain membandingkan regresi ZIP dan ZINB, diharapkan dapat menggunakan metode lain dalam mengatasi overdispersi yang disebabkan oleh *excess zeros* seperti model regresi ZIGP.

DAFTAR PUSTAKA

- Dinas Kesehatan Provinsi Bali. 2015. *Profil Kesehatan Provinsi Bali Tahun 2014*. Bali: Dinkes Provinsi Bali.
- Garay, A.M. and Hashimoto, E.M. 2011. On Estimation And Influence Diagnostics for Zero Inflated Negative Binomial Regression Model. *Computational Statistics & Data Analysis*. Vol. 55, No.3,1304-1318.
- Hilbe, J.M.. 2011. *Negative Binomial Regression*. Second Edition. New York: Cambridge University Press.
- Ismail, N. & A.A. Jemain. 2005. Generalized Poisson Regression: An Alternative For Risk Classification. *Jurnal Teknologi*. Vol. 43, No.1, 39-50.
- Jansakul, N & J.P. Hinde. 2002. Score Tests for Zero-Inflated Poisson Models. *Computational Statistics & Data Analysis*. Vol. 40, No.1, 75-96.
- Lambert, D. 1992. Zero Inflated Poisson Regression, with an Application to Detect in Manufacturing. *Technometrics*. Vol.34, No.1, 1-14.
- Myers, R.H., Douglas C. Montgomery, G. Geoffrey Vining, & Timothy J, Robinson. 2010. *Generalized Linear Models with Applications in Engineering and The Sciences*. Second edition. New Jersey: John Wiley and Sons.
- McCullagh, P. & Nelder, J. A. 1989. *Generalized Linear Models*. Second edition. London: Chapman and Hall.