

MODEL REGRESI POISSON (Studi Kasus : Jumlah Kematian Ibu yang Terjadi di Kota Bengkulu)

Herlina¹, Sigit Nugroho², dan Jose Rizal²

¹Alumni Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Bengkulu

²Staf Pengajar Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Bengkulu

ABSTRAK

Regresi Poisson adalah regresi nonlinier yang berdistribusi Poisson, digunakan untuk menganalisis variabel respon diskrit dan *integer* tidak negatif. Estimasi parameter modelnya ditaksir dengan menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari salah satu analisis regresi nonlinier yaitu analisis Regresi Poisson serta memberikan teladan penerapannya yaitu pada penelitian kesehatan masyarakat dengan studi kasus pada Jumlah Kematian Ibu yang terjadi di Kota Bengkulu pada tahun 2007. Dari hasil pengolahan data dengan menggunakan paket program SAS versi 9.1 dan SPSS 16 diperoleh model regresi poisson yaitu :

$$\mu = \exp(-38.7717 - 0.5218X_1 + 0.5166X_2 - 0.3241X_3 - 6.5889X_4)$$

Dari model di atas dapat disimpulkan bahwa variabel yang berpengaruh terhadap Jumlah Kematian Ibu yang terjadi di Kota Bengkulu pada tahun 2007 adalah Jumlah Ibu Bersalin (X_1), Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Pertama (X_2), Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Keempat (X_3), dan Jumlah Ibu Hamil Resiko Tinggi (X_4).

Kata Kunci : Regresi Nonlinier, Distribusi Poisson, Regresi Poisson.

Pendahuluan

Analisis regresi merupakan analisis statistika yang digunakan secara luas dalam ilmu pengetahuan terapan, dimana analisis regresi dapat digunakan untuk menduga atau menggambarkan pengaruh suatu variabel terhadap variabel lain. Variabel yang nilainya dipengaruhi variabel yang lain disebut variabel tidak bebas atau variabel respon (*Dependent variable*), sedangkan variabel-variabel yang nilainya mempengaruhi nilai variabel tidak bebas disebut variabel bebas (*Independent variable*). Hubungan fungsional yang berlaku di antara variabel-variabel tersebut dapat berbentuk regresi linier dan nonlinier. Selain untuk menduga pengaruh suatu variabel terhadap variabel yang lain, regresi digunakan untuk mengestimasi atau menduga nilai variabel tidak bebas (dependen) Y dengan syarat bahwa nilai variabel bebas (independen) X diketahui.

Salah satu jenis regresi yang sering digunakan untuk menggambarkan hubungan antara satu variabel bebas dengan satu variabel tidak bebas dalam bentuk persamaan linier disebut regresi sederhana.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i \quad i=1, 2, \dots, n$$

Apabila nilai variabel tidak bebas diduga berdasarkan dua atau lebih variabel bebas, maka model regresi tersebut merupakan regresi linier berganda.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_k x_{ki} + \varepsilon_i \quad i=1, 2, \dots, n$$

Jika suatu variabel acak mempunyai tipe diskrit dan menyatakan banyaknya kejadian dalam interval tertentu (waktu, area, dan lain-lain), maka variabel acak tersebut berdistribusi poisson dan apabila variabel respon (Y) berdistribusi poisson maka model regresi yang digunakan adalah Regresi Poisson. Metode ini biasanya diterapkan pada penelitian kesehatan masyarakat, biologi, teknik, pendidikan, dan lain-lain.

Tingginya jumlah angka kematian ibu mencerminkan masih buruknya status gizi dan kesehatan ibu, kondisi kesehatan lingkungan, tingkat pelayanan kesehatan terutama untuk ibu hamil, melahirkan dan masa nifas (kualitas pelayanan prakelahiran), pertolongan persalinan, dan perawatan pasca persalinan belum dimanfaatkan secara maksimal. (Depkes Propinsi Bengkulu, 1999).

Jumlah kematian ibu yang terjadi di kota Bengkulu sebagai variabel acak Y (variabel respon) dalam penelitian ini dapat diasumsikan mengikuti Distribusi Poisson karena kejadian tersebut jarang terjadi dalam ruang sampel yang besar. Dan oleh karenanya hubungan antara Jumlah Kematian Ibu dengan faktor-faktor yang berpengaruh dapat diketahui melalui Regresi Poisson. Sehingga, dari latar belakang yang telah diuraikan maka penulis tertarik untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi Jumlah Kematian Ibu di kota Bengkulu dari Januari sampai Desember 2007.

Adapun Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mempelajari salah satu analisis regresi nonlinier yaitu analisis Regresi Poisson dan memberikan penjelasan mengenai Distribusi Poisson, Model Regresi Poisson, pendugaan parameter Regresi Poisson, pengujian parameter Regresi Poisson, koefisien determinasi (R^2), dan menerapkan model Regresi Poisson pada penelitian kesehatan masyarakat yaitu terhadap Jumlah Kematian Ibu yang terjadi di kota Bengkulu.
2. Untuk mengetahui variabel-variabel bebas apa saja yang berpengaruh terhadap Jumlah Kematian Ibu yang terjadi di kota Bengkulu.

Dalam regresi, hubungan fungsional yang berlaku di antara variabel dapat

Distribusi Poisson

Suatu proses poisson memiliki sifat-sifat berikut :

1. Jumlah kejadian yang terjadi dalam suatu interval waktu atau daerah tertentu adalah independen terhadap jumlah kejadian dalam interval waktu atau daerah yang lain.
2. Probabilitas suatu kejadian yang terjadi pada interval waktu atau daerah yang sangat kecil adalah proporsional terhadap panjang interval waktu atau luas daerah dan tidak tergantung pada jumlah kejadian yang terjadi di luar interval waktu atau daerah ini.
3. Probabilitas lebih dari satu kejadian dalam interval waktu atau daerah yang sangat kecil adalah diabaikan.

Misalkan Y suatu variabel acak dengan distribusi diskrit. Y berdistribusi poisson dengan parameter μ , dapat ditulis sebagai $Y \sim Poisson(\mu)$ jika dan hanya jika fungsi peluang dinyatakan dalam bentuk:

$$f(y) = \frac{\mu^y e^{-\mu}}{y!} \quad y=0,1,2,\dots \quad (1)$$

Mean dan varian pada peluang distribusi poisson adalah:

$$E(Y) = \sum_{Y=0}^{\infty} y f(y)$$

$$\begin{aligned}
&= \mu \\
\sigma^2(Y) &= E(Y^2) - (E(Y))^2 \\
&= \mu
\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil penurunan rumus di atas maka mean dan varian dari variabel Y yang berdistribusi poisson dengan parameter μ , mempunyai nilai yang sama yaitu μ atau $E(Y) = \sigma^2(Y) = \mu$.

Model Regresi Poisson

Model Regresi Poisson dinyatakan dalam bentuk berikut:

$$\begin{aligned}
Y_i &= E(Y_i) + \varepsilon_i & i=1, 2, \dots, n \text{ (karena } E(Y_i) = \mu_i) \\
&= \mu_i + \varepsilon_i & (2)
\end{aligned}$$

μ_i diasumsikan dengan variabel bebas x_1, x_2, \dots, x_{p-1} . Dengan menggunakan notasi $\mu(X_i, \underline{\beta})$ untuk menunjukkan fungsi hubungan mean variabel respon (μ_i) oleh variabel bebas (X_i) dengan $i=1, 2, \dots, n$ dan $\underline{\beta}$ adalah nilai koefisien regresi, maka model regresi poisson dapat pula ditulis dalam bentuk:

$$Y_i = \mu(X_i, \underline{\beta}) + \varepsilon_i \quad i=1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Dalam Kutner, 2004 terdapat beberapa fungsi yang biasa digunakan dalam model regresi poisson yaitu:

$$\mu_i = \mu(X_i, \underline{\beta}) = \begin{cases} X_i' \underline{\beta} \\ \exp(X_i' \underline{\beta}) \\ \log_e(X_i' \underline{\beta}) \end{cases} \quad (4)$$

Pendugaan Parameter Regresi Poisson

Jika pendugaan koefisien regresi dengan menggunakan metode kuadrat terkecil dilakukan dengan cara meminimumkan jumlah kuadrat galat, maka berbeda dengan metode maksimum likelihood. Pendugaan dengan menggunakan metode ini dilakukan dengan cara memaksimumkan suatu fungsi likelihood (*likelihood function*).

Apabila fungsi suatu penduga dengan variabel respon berdistribusi poisson adalah sebagai berikut:

$$f(y_i) = \frac{\mu_i^{y_i} \exp(-\mu_i)}{y_i!} \quad y_i = 0, 1, 2, \dots \quad (5)$$

dimana $\mu_i = \mu(X_i, \underline{\beta})$. Maka fungsi likelihood $\mu_i = \mu(X_i, \underline{\beta})$ adalah

$$\begin{aligned}
L(\underline{\beta}) &= \prod_{i=1}^n f_i(Y_i) \\
&= \prod_{i=1}^n \frac{[\mu(X_i, \underline{\beta})]^{Y_i} \exp[-\mu(X_i, \underline{\beta})]}{Y_i!} & (6)
\end{aligned}$$

Sehingga diperoleh persamaan fungsi likelihood sebagai berikut:

$$L(\underline{\beta}) = \frac{\left[\prod_{i=1}^n [\mu(X_i, \underline{\beta})]^{Y_i} \right] \exp \left[-\sum_{i=1}^n \mu(X_i, \underline{\beta}) \right]}{\prod_{i=1}^n Y_i!} \quad (7)$$

Fungsi ln (*logaritma natural*) dari fungsi likelihood $\mu_i = \mu(X_i, \underline{\beta})$ adalah:

$$\begin{aligned} \ln L(\underline{\beta}) = \ell(\underline{\beta}) &= \sum_{i=1}^n Y_i \ln [\mu(X_i, \underline{\beta})] - \sum_{i=1}^n \mu(X_i, \underline{\beta}) - \sum_{i=1}^n \ln(Y_i!) \\ &= \sum_{i=1}^n \left[Y_i \ln [\mu(X_i, \underline{\beta})] - \mu(X_i, \underline{\beta}) - \ln(Y_i!) \right] \end{aligned} \quad (8)$$

Nilai $\underline{\beta}$ yang membuat fungsi likelihood mencapai nilai terbesar merupakan penduga maksimum likelihood bagi $\underline{\beta}$ (*maximum likelihood estimator*). Untuk memperoleh $\underline{\beta}$ dapat memaksimumkan fungsi likelihood adalah dengan menyelesaikan persamaan:

$$\frac{\partial}{\partial \underline{\beta}} L(\underline{\beta}) = 0 \quad i=1, 2, \dots, k \quad (9)$$

Karena sulit untuk menentukan turunan dari fungsi likelihood maka persamaan di atas diselesaikan melalui fungsi ln (*logaritma natural*) dari fungsi likelihood

$$\frac{\partial}{\partial \underline{\beta}} \ell(\underline{\beta}) = 0 \quad i=1, 2, \dots, k \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ell(\underline{\beta})}{\partial \underline{\beta}} &= \frac{\partial \left(\sum_{i=1}^n \left[Y_i \ln [\exp(X_i' \underline{\beta})] - \exp(X_i' \underline{\beta}) - \ln(Y_i!) \right] \right)}{\partial \underline{\beta}} \\ &= \sum_{i=0}^n X_i \left[Y_i - \exp(X_i' \underline{\beta}) \right] \end{aligned} \quad (11)$$

Penduga maksimum likelihood $\hat{\underline{\beta}}$ merupakan nilai $\underline{\beta}$ yang diperoleh dengan memaksimumkan fungsi likelihood

$$\frac{\partial \ell(\hat{\underline{\beta}})}{\partial \hat{\underline{\beta}}} = \sum_{i=1}^n X_i \left[Y_i - \exp(X_i' \hat{\underline{\beta}}) \right] = 0 \quad (12)$$

Untuk menaksir parameter $\hat{\underline{\beta}}$ pada persamaan logaritma natural dengan menggunakan matriks Hessian dan metode Iterasi Newton-Raphson.

Matriks Hessian dinotasikan $H(\underline{\beta})$ yakni suatu matriks yang diperoleh dari turunan kedua dari logaritma natural (ln) terhadap $\underline{\beta}$:

$$\begin{aligned} H(\underline{\beta}) &= \frac{\partial^2 \ell(\underline{\beta})}{\partial \underline{\beta} \partial \underline{\beta}'} \\ &= - \sum_{i=0}^n \exp(X_i' \underline{\beta}) X_i X_i' \end{aligned} \quad (13)$$

Persamaan (13) dapat ditulis dengan menggunakan matriks yang berbentuk :

$$H(\underline{\hat{\beta}}) = \left[\frac{\partial^2 \ell(\underline{\hat{\beta}})}{\partial \hat{\beta}_k \partial \hat{\beta}_l} \right]_{k \times k} \quad (14)$$

Karena $\sum_{i=1}^n X_i' [Y_i - \exp(X_i' \underline{\beta})] = 0$ merupakan persamaan nonlinier maka pendugaan parameter $\underline{\hat{\beta}}$ diperoleh dengan menggunakan metode iterasi Newton-Raphson. Sehingga pendugaan parameter $\underline{\hat{\beta}}$ pada iterasi ke-t, ($t=0,1,2,\dots$) adalah

$$\begin{aligned} \underline{\hat{\beta}}_{t+1} &= \underline{\hat{\beta}}_t - \left(\frac{\partial^2 \ell(\underline{\hat{\beta}})}{\partial \hat{\beta}_t \partial \hat{\beta}_t'} \right)^{-1} \frac{\partial \ell(\underline{\hat{\beta}})}{\partial \hat{\beta}_t} \\ &= \underline{\hat{\beta}}_t + \left(\sum_{i=1}^{\infty} \exp(X_i' \underline{\hat{\beta}}) X_i X_i' \right)^{-1} \left(\sum_{i=1}^{\infty} X_i' (Y_i - \exp(X_i' \underline{\hat{\beta}})) \right) \end{aligned} \quad (15)$$

Uji Kesesuaian Model (*Goodness Of Fit*)

Statistik Uji yang digunakan adalah Pearson Chi-Square (χ^2)

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(Y_i - \mu_i)^2}{\mu_i} \quad (16)$$

Uji Parameter Secara Parsial (*Wald Test*)

Statistik Uji yang digunakan adalah statistik uji Wald:

$$W_j = \left[\frac{\hat{\beta}_j}{se(\hat{\beta}_j)} \right]^2 \quad (17)$$

Uji Signifikan Model (*Likelihood Ratio Test*)

Statistik uji-G (*Likelihood Ratio*) adalah:

$$\begin{aligned} G^2 &= -2 \ln l_0 - (-\ln l_k) \\ &= -2 \ln \left(\frac{l_0}{l_k} \right) \end{aligned} \quad (18)$$

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian terapan (*applied research*), yaitu suatu penelitian yang ditujukan untuk menerapkan metode analisis yang sesuai terhadap studi yang dipilih, dalam kaitannya dengan pemanfaatan dalam bidang kesehatan masyarakat. Populasi dan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah seluruh ibu hamil yang ada di kota Bengkulu dari Januari sampai Desember 2007.

Data yang dipakai dalam penelitian ini adalah data sekunder, adalah berupa arsip jumlah kematian ibu dari Januari sampai Desember 2007 di Dinas Kesehatan Kota Bengkulu. Dalam penelitian ini, model Regresi Poisson digunakan untuk

mengetahui variabel-variabel penjelas. variabel-variabel dalam Regresi Poisson ini adalah Variabel respon adalah Jumlah Kematian Ibu yang terjadi di kota Bengkulu dari Januari sampai Desember 2007 dan Variabel-variabel yang mempengaruhi variabel respon.

Tahapan metode yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan langkah-langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Analisis statistika deskriptif terhadap jumlah kematian ibu di kota Bengkulu.
2. Pengujian distribusi poisson.
Data jumlah kematian ibu yang diperoleh diuji distribusinya apakah data tersebut berdistribusi poisson atau tidak.
3. Mendeteksi apakah terdapat overdispersi pada data yang digunakan. Pendeteksian overdispersi dilakukan dengan dua cara yaitu dengan melihat nilai *pearson chi-square* dan *deviance*
4. Melakukan analisis pendugaan parameter Regresi Poisson untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap Jumlah Kematian Ibu di kota Bengkulu, yaitu dengan dua tahap analisis sebagai berikut :
 - a. Analisis pendugaan parameter Regresi Poisson dengan menggunakan data kategorik.
 - b. Analisis pendugaan parameter Regresi Poisson dengan menggunakan data asli.
5. Interpretasi model Regresi Poisson
6. Pengujian parameter dengan uji wald, *likelihood ratio test* dan *goodness fit*

Pengolahan data untuk menghasilkan seluruh analisis dalam penelitian ini menggunakan *Software Microsoft excel 2003*, *Statistical Package for Social Science (SPSS)* 16, dan *Statistical Analysis System (SAS)* versi 9.1.

Hasil Dan Pembahasan

Deskripsi Data

Rata-rata Jumlah Kematian Ibu adalah sebesar 0.41 dan Jumlah Kematian Ibu tertinggi terdapat di puskesmas Nusa Indah kecamatan Ratu Agung dan puskesmas Anggut Atas Kecamatan Ratu Samban sebanyak 2 orang dan terendah nol atau tidak ada yang meninggal terdapat di puskesmas Lingkar Barat dan puskesmas Lingkar Timur kecamatan Gading Cempaka, puskesmas Kuala Lempuing kecamatan Ratu Agung, puskesmas Pasar Ikan dan puskesmas Lempung Bali kecamatan Teluk Segara, puskesmas Sukamerindu kecamatan Sungai Serut, puskesmas Ratu Agung dan puskesmas Beringin Raya kecamatan Muara Bangkahulu, puskesmas Basuki Rahmad dan puskesmas Betungan kecamatan Selebar, puskesmas Kandang dan puskesmas Padang Serai kecamatan Kampung Melayu dengan Range 2.

Data tentang Jumlah Ibu Bersalin di tiap kecamatan di kota Bengkulu dari Januari sampai Desember 2007 dalam penelitian ini, yaitu Jumlah Ibu Melahirkan tertinggi terdapat di puskesmas Lingkar Timur kecamatan Gading Cempaka yaitu sebanyak 1.024 orang dan terendah terdapat di puskesmas Kuala Lempuing Kecamatan Ratu Agung yaitu sebanyak 136 orang dengan Range 888 dan rata-rata Jumlah Ibu Bersalin adalah sebesar 518,18.

Data tentang Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Pertama (K1) di tiap puskesmas kota Bengkulu dari Januari sampai Desember 2007 dalam penelitian ini, yaitu jumlah tertinggi terdapat di puskesmas Lingkar Timur kecamatan Gading Cempaka yaitu 1023 dan terendah terdapat di puskesmas Kuala Lempuing kecamatan

Ratu Agung yaitu sebanyak 117 dengan Range 906 dan rata-rata Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Pertama (K1) adalah sebesar 490,65.

Data tentang Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Keempat (K4) di tiap puskesmas kota Bengkulu dari Januari sampai Desember 2007 dalam penelitian ini, yaitu jumlah tertinggi terdapat di puskesmas Lingkar Timur kecamatan Gading Cempaka yaitu 910 dan terendah terdapat di puskesmas Kuala Lempuing kecamatan Ratu Agung Bangkahulu yaitu 116 dengan Range 794 dan rata-rata Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Keempat (K4) adalah sebesar 430,35.

Data tentang Jumlah Ibu Hamil Resiko Tinggi di tiap puskesmas kota Bengkulu dari Januari sampai Desember 2007 dalam penelitian ini, yaitu jumlah tertinggi terdapat pada puskesmas Betungan kecamatan Selebar yaitu 27 dan terendah terdapat di puskesmas Jembatan Kecil kecamatan Gading Cempaka, puskesmas Nusa Indah kecamatan Ratu Agung, puskesmas Ratu Agung dan puskesmas Beringin Raya kecamatan Muara Bangkahulu, puskesmas Basuki Rahmad kecamatan Selebar yaitu 0 atau tidak ada dengan Range 27 dan rata-rata Jumlah Ibu Hamil Resiko Tinggi adalah sebesar 7,18.

Data tentang Jumlah Pertolongan Persalinan oleh Tenaga Kesehatan di tiap puskesmas kota Bengkulu dari Januari sampai Desember 2007 dalam penelitian ini, yaitu jumlah tertinggi terdapat di puskesmas Lingkar Timur kecamatan Gading Cempaka yaitu 860 dan terendah terdapat di puskesmas Kuala Lempuing kecamatan Ratu Agung yaitu 70 dengan Range 790 dan rata-rata Jumlah Pertolongan Persalinan oleh Tenaga Kesehatan adalah sebesar 404,47.

Data tentang Jumlah Tenaga Medis di tiap puskesmas kota Bengkulu dari Januari sampai Desember 2007 dalam penelitian ini, yaitu tertinggi terdapat di puskesmas Sukamerindu kecamatan Sungai Serut yaitu sebanyak 4 orang dan terendah terdapat di puskesmas Padang Serai kecamatan Kampung Melayu yaitu sebanyak 1 orang dengan Range 3 dan rata-rata Jumlah Tenaga Medis adalah sebesar 2,35.

Data tentang Jumlah Tenaga Perawat dan Bidan di tiap puskesmas kota Bengkulu dari Januari sampai Desember 2007 dalam penelitian ini, yaitu tertinggi terdapat di puskesmas Basuki Rahmad kecamatan Selebar yaitu sebanyak 26 orang dan terendah terdapat di puskesmas Kuala Lempuing kecamatan Ratu Agung yaitu sebanyak 11 orang dengan Range 15 dan rata-rata Jumlah Tenaga Perawat dan Bidan adalah sebesar 17,82.

Data tentang Jumlah Tenaga Kesehatan Masyarakat di tiap puskesmas kota Bengkulu dari Januari sampai Desember 2007 dalam penelitian ini, yaitu tertinggi terdapat di puskesmas Ratu Agung kecamatan Muara Bangkahulu yaitu sebanyak 3 orang dan terendah terdapat di puskesmas Jembatan Kecil dan puskesmas Lingkar Barat kecamatan Gading Cempaka, puskesmas Kuala Lempuing dan puskesmas Nusa Indah kecamatan Ratu Agung, puskesmas Beringin Raya kecamatan Muara Bangkahulu, puskesmas Padang Serai kecamatan Kampung Melayu yaitu sebanyak 0 orang atau tidak ada dengan Range 3 dan rata-rata Jumlah Tenaga Kesehatan Masyarakat adalah sebesar 1,06.

Pengujian Distribusi Poisson

Data tentang Jumlah Kematian Ibu yang terjadi di kota Bengkulu diuji distribusinya, dimana uji hipotesisnya adalah :

H_0 : Data Jumlah Kematian Ibu mengikuti Distribusi Poisson.

H_1 : Data Jumlah Kematian Ibu tidak mengikuti Distribusi Poisson.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan statistik uji Kolmogorov-Smirnov dengan bantuan software SPSS 16 diperoleh hasil sebagai berikut bahwa nilai signifikansi sama dengan 1.000 yang nilainya lebih besar dari nilai $\alpha=0.05$. Jadi dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima yang menyatakan bahwa data Jumlah Kematian Ibu di kota Bengkulu mengikuti Distribusi Poisson.

Overdispersi Pada Regresi Poisson

Jackman (2003) menjelaskan fenomena Overdispersi terjadi sebagai akibat adanya sumber keragaman yang tidak teramati pada data atau adanya variabel lain yang mengakibatkan peluang terjadinya suatu kejadian tergantung pada kejadian sebelumnya.

Berikut hasil pendeteksian overdispersi pada data Jumlah Kematian Ibu yang terjadi di kota Bengkulu dari Januari sampai Desember 2007.

Tabel 4. Hasil Uji Overdispersi pada Jumlah Kematian Ibu dari Januari sampai Desember 2007

Pearson Chi-Squares	Deviance
0.0000	0.0000

Pada Tabel di atas dapat dilihat hasil uji Overdispersi pada Jumlah Kematian Ibu dari Januari sampai Desember 2007 yang terjadi di kota Bengkulu, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi Overdispersi pada data Jumlah Kematian Ibu Dari Januari sampai Desember 2007 di kota Bengkulu yang ditunjukkan oleh nilai *Pearson Chi-Squares* dan *Deviance* dibagi dengan derajat bebasnya bernilai lebih kecil dari 1 (Tabel 4).

Pendugaan Parameter Regresi Poisson

Pada bab II telah dijelaskan bahwa model pada Regresi Poisson adalah pemodelan nilai harapan dari nilai variabel respon ($E(Y)$) sebagai fungsi eksponensial dari sejumlah variabel bebas X_1, X_2, \dots, X_n (dimana n adalah jumlah variabel bebas), maka dalam analisis selanjutnya dilakukan pemodelan nilai harapan jumlah kematian ibu sebagai fungsi eksponensial variabel bebas $X_1, X_2, \dots, dan X_8$ yaitu :

$$E(Y) = \mu = \exp\left(\beta_0 + \sum_{j=1}^8 \beta_j X_j\right)$$

$$= e^{\beta_0 + \sum_{j=1}^8 \beta_j X_j}$$

Pengaruh variabel bebas (Jumlah Ibu Bersalin, Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Pertama, Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Keempat, Jumlah Ibu Hamil Resiko Tinggi, Jumlah Pertolongan Bersalin oleh Tenaga Kesehatan, Jumlah Tenaga Medis, Jumlah Tenaga Bidan dan Perawat, dan Jumlah Tenaga Kesehatan Masyarakat) terhadap variabel Respon (Jumlah Kematian Ibu) dianalisis dengan menggunakan Model Regresi Poisson.

Pembahasan Pendugaan Parameter Regresi Poisson dengan Data Kategorik.

Data Dua Kategorik

Analisis pendugaan parameter untuk koefisien parameter Regresi Poisson pada data Jumlah Kematian Ibu yang terjadi di kota Bengkulu dari Januari sampai Desember

2007 dengan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap Jumlah Kematian Ibu adalah Jumlah Ibu Bersalin (X_1), Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Pertama (X_2), Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Keempat (X_3), Jumlah Ibu Hamil Resiko Tinggi (X_4), Jumlah Pertolongan Persalinan oleh Tenaga Kesehatan (X_5), Jumlah Tenaga Medis (X_6), Jumlah Tenaga Perawat dan Bidan (X_7), dan Jumlah Tenaga Kesehatan Masyarakat (X_8) untuk data dua kategorik dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Analisis Pendugaan Parameter Regresi Poisson untuk Data Dua Kategorik.

Analisis Pendugaan Parameter					
Parameter	DF	Estimate	Std Err	Chi Square	Pr > Chi
Intercept	1	0.1693	2.0129	0.01	0.9330
Jumlah Ibu Bersalin (X_1)	1	0.1145	1.2935	0.01	0.9295
Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Pertama (X_2)	1	-0.5952	1.9940	0.09	0.7653
Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil trisemester Keempat (X_3)	0	0.0000	0.0000	-	-
Jumlah Ibu Hamil Resiko Tinggi (X_4)	1	-0.5033	0.6327	0.63	0.4263
Jumlah Pertolongan Bersalin oleh Tenaga Kesehatan (X_5)	1	0.5775	1.3810	0.17	0.6758
Jumlah Tenaga Medis (X_6)	1	0.6812	0.5968	1.30	0.2537
Jumlah Tenaga Perawat dan Bidan (X_7)	1	-0.2389	0.7636	0.10	0.7544
Jumlah Tenaga Kesehatan Masyarakat (X_8)	1	-0.0403	0.6739	0.00	0.9523

Pada Tabel di atas dapat dilihat bahwa variabel bebas mempunyai nilai *chi-square* dan peluang atau probabilitas >0.05 sehingga dapat disimpulkan bahwa semua variabel bebas yaitu Jumlah Ibu Bersalin (X_1), Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Pertama (X_2), Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Keempat (X_3), Jumlah Ibu Hamil Resiko Tinggi (X_4), Jumlah Pertolongan Persalinan oleh Tenaga Kesehatan (X_5), Jumlah Tenaga Medis (X_6), Jumlah Tenaga Perawat dan Bidan (X_7), dan Jumlah Tenaga Kesehatan Masyarakat (X_8) tidak signifikan sehingga variabel-variabel tersebut tidak dapat dimasukkan dalam model.

Data Tiga Kategorik

Analisis pendugaan parameter untuk koefisien parameter Regresi Poisson pada data Jumlah Kematian Ibu yang terjadi di kota Bengkulu dari Januari sampai Desember 2007 dengan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap Jumlah Kematian Ibu adalah Jumlah Ibu Bersalin (X_1), Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Pertama (X_2), Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Keempat (X_3), Jumlah Ibu Hamil Resiko Tinggi (X_4), Jumlah Pertolongan Persalinan oleh Tenaga Kesehatan

(X_5), Jumlah Tenaga Medis (X_6), Jumlah Tenaga Perawat dan Bidan (X_7), dan Jumlah Tenaga Kesehatan Masyarakat (X_8) untuk data tiga kategorik dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Analisis Pendugaan Parameter Regresi Poisson untuk Data Tiga Kategorik.

Analisis Pendugaan Parameter					
Parameter	DF	Estimate	Std Err	Chi Square	Pr > Chi
Intercept	1	0.4549	1.3636	0.11	0.7387
Jumlah Ibu Bersalin (X_1)	1	-0.2283	0.8909	0.07	0.7978
Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Pertama (X_2)	0	0.0000	0.0000	-	-
Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil trisemester Keempat (X_3)	1	0.2674	0.8203	0.11	0.7445
Jumlah Ibu Hamil Resiko Tinggi (X_4)	1	-0.5065	0.4943	1.05	0.3055
Jumlah Pertolongan Bersalin oleh Tenaga Kesehatan (X_5)	1	0.4334	0.5856	0.55	0.4592
Jumlah Tenaga Medis (X_6)	1	0.2902	0.3874	0.56	0.4538
Jumlah Tenaga Perawat dan Bidan (X_7)	1	-0.4204	0.5076	0.69	0.4076
Jumlah Tenaga Kesehatan Masyarakat (X_8)	1	-0.2870	0.4348	0.44	0.5093

Pada Tabel di atas dapat dilihat bahwa variabel bebas mempunyai nilai *chi-square* dan peluang atau probabilitas >0.05 sehingga dapat disimpulkan bahwa semua variabel bebas yaitu Jumlah Ibu Bersalin (X_1), Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Pertama (X_2), Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Keempat (X_3), Jumlah Ibu Hamil Resiko Tinggi (X_4), Jumlah Pertolongan Persalinan oleh Tenaga Kesehatan (X_5), Jumlah Tenaga Medis (X_6), Jumlah Tenaga Perawat dan Bidan (X_7), dan Jumlah Tenaga Kesehatan Masyarakat (X_8) tidak signifikan sehingga variabel-variabel tersebut tidak dapat dimasukkan dalam model.

Pembahasan Pendugaan Parameter Regresi Poisson dengan Data Asli.

Tabel 7. Analisis Pendugaan Parameter Regresi Poisson untuk Semua Variabel Bebas.

Analisis Pendugaan Parameter					
Parameter	DF	Estimate	Std Err	Chi Square	Pr > Chi
Intercept	1	-25.3936	8.9327	8.08	0.0045
Jumlah Ibu Bersalin (X_1)	1	-0.5738	0.0136	1778.71	0.0001
Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Pertama (X_2)	1	0.8073	0.0838	92.89	0.0001
Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil trisemester Keempat (X_3)	1	-0.8445	0.0962	77.01	0.0001

Jumlah Ibu Hamil Resiko Tinggi (X_4)	1	-3.7450	0.1603	546.08	0.0001
Jumlah Pertolongan Bersalin oleh Tenaga Kesehatan (X_5)	0	0.6800	0.0000	-	-
Jumlah Tenaga Medis (X_6)	0	84.3648	0.0000	-	-
Jumlah Tenaga Perawat dan Bidan (X_7)	0	-10.2258	0.0000	-	-
Jumlah Tenaga Kesehatan Masyarakat (X_8)	0	-15.3272	0.0000	-	-

Pada Tabel 7 di atas dapat dilihat bahwa variabel bebas untuk Jumlah Pertolongan Bersalin oleh Tenaga Kesehatan (X_5), Jumlah Tenaga Medis (X_6), Jumlah Tenaga Perawat dan Bidan (X_7), dan Jumlah Tenaga Kesehatan Masyarakat Lainnya (X_8) mempunyai derajat bebas sama dengan 0. Berdasarkan nilai *chi-square* dan peluang atau probabilitas yang diperoleh maka variabel Jumlah Pertolongan Bersalin oleh Tenaga Kesehatan (X_5), Jumlah Tenaga Medis (X_6), Jumlah Tenaga Perawat dan Bidan (X_7), dan Jumlah Tenaga Kesehatan Masyarakat Lainnya (X_8) tidak signifikan sehingga variabel-variabel tersebut tidak dapat dimasukkan dalam model.

Berdasarkan Tabel 7 di atas dapat dilihat juga bahwa ada empat variabel bebas yaitu Jumlah Ibu Bersalin (X_1), Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Pertama (X_2), Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Keempat (X_3), dan Jumlah Ibu Hamil Resiko Tinggi (X_4) yang masuk ke dalam Model Regresi Poisson. Dalam analisis pendugaan parameter Regresi Poisson di atas ada empat variabel bebas yang tidak dapat di masukkan ke dalam model karena nilai probabilitasnya tidak ada atau variabel-variabel tersebut tidak signifikan, selanjutnya dengan melakukan analisis lebih lanjut yaitu dengan menghilangkan sedikit mungkin variabel-variabel yang tidak signifikan.

Dari beberapa analisis Regresi Poisson di atas, terdapat satu variabel respon dan delapan variabel penjelas atau variabel bebas yang digunakan untuk menentukan model terbaik. Dari model tersebut, untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi Jumlah Kematian Ibu yang terjadi di kota Bengkulu dari Januari sampai Desember 2007 diuji dengan menggunakan Regresi Poisson yaitu dengan mencari penduga parameter untuk semua variabel dan menghilangkan sedikit mungkin variabel yang tidak signifikan untuk memperoleh variabel bebas yang signifikan terhadap variabel respon.

Setelah memasukkan semua variabel, kemudian dilakukan analisis, maka variabel bebas yang tidak layak masuk dalam model Regresi Poisson dihilangkan sedikit mungkin variabel bebas yang tidak layak masuk dalam model tersebut. Selanjutnya dari delapan variabel yang masuk dalam persamaan untuk pemilihan model terbaik, ada empat variabel bebas yang signifikan, yaitu Jumlah Ibu Bersalin (X_1), Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Pertama (X_2), Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Keempat (X_3), dan Jumlah Ibu Hamil Resiko Tinggi (X_4), sehingga diperoleh model Regresi Poisson sebagai berikut :

Tabel 12. Persamaan Regresi Poisson pada Jumlah Kematian Ibu di kota Bengkulu dari Januari sampai Desember 2007

Model Regresi Poisson
$\mu = \exp(-38.7717 - 0.5218X_1 + 0,5166X_2 - 0.3241X_3 - 6.5889X_4)$

Pada Tabel 12 terlihat bahwa nilai dugaan parameter model Pada Jumlah Kematian Ibu di kota Bengkulu dari Januari sampai Desember 2007 untuk Jumlah Ibu Bersalin (X_1), Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Keempat (X_3), dan Jumlah Ibu Hamil Resiko Tinggi (X_4) bernilai negatif. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara variabel-variabel tersebut dengan μ atau rata-rata dari jumlah kematian ibu berbanding terbalik dan berlaku sebaliknya untuk nilai dugaan parameter yang bernilai positif.

Dari model di atas dapat dijelaskan bahwa jumlah kematian ibu yang terjadi di kota Bengkulu akan berkurang secara eksponensial sebesar $\exp(0.5218)$, jika variabel (X_1) bertambah sebesar satu satuan, dengan syarat bahwa variabel bebas lain adalah konstan. Hal ini juga berlaku untuk variabel (X_3) dan (X_4) yaitu Jumlah kematian ibu akan berkurang secara eksponensial sebesar $\exp(0.3241)$ jika variabel (X_3) bertambah sebesar satu satuan, dengan syarat bahwa variabel bebas lain adalah konstan dan Jumlah kematian ibu akan berkurang secara eksponensial sebesar $\exp(6.5889)$ jika variabel (X_4) bertambah sebesar satu satuan, dengan syarat bahwa variabel bebas lain adalah konstan. Sebaliknya jumlah kematian ibu yang terjadi di kota Bengkulu akan bertambah secara eksponensial sebesar $\exp(0.5166)$, jika variabel (X_2) bertambah sebesar satu satuan, dengan syarat bahwa variabel bebas lain adalah konstan.

Uji Parameter Secara Parsial (Uji Wald)

Statistik uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah statistik uji Wald. Statistik uji Wald ini bertujuan untuk menguji peranan setiap variabel bebas terhadap variabel Jumlah Kematian Ibu yang terjadi di kota Bengkulu secara individual. Hipotesis nol pada pengujian ini adalah tidak ada pengaruh variabel bebas ke-j terhadap variabel Jumlah Kematian Ibu yang terjadi di kota Bengkulu. Sedangkan hipotesis pembandingnya adalah ada pengaruh variabel bebas ke-j terhadap Jumlah Kematian Ibu yang terjadi di kota Bengkulu.

Tabel 13. Uji Parameter Secara Parsial atau Individu

Uji Parameter Secara Parsial (Wald Test)			
Parameter	Hypothesis Test		
	Wald Chi-Square	df	Sig
Intercep	0.000	1	1.000
Jumlah Ibu Bersalin (X_1)	0.000	1	1.000
Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil trisemester Pertama (X_2)	0.000	1	1.000

Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil trisemester Keempat (X_3)	0.000	1	1.000
Jumlah Ibu Hamil Resiko Tinggi (X_4)	0.000	1	1.000
Jumlah Pertolongan Bersalin oleh Tenaga Kesehatan (X_5)	-	-	-
Jumlah Tenaga Medis (X_6)	-	-	-
Jumlah Tenaga Perawat dan Bidan (X_7)	-	-	-
Jumlah Tenaga Kesehatan Masyarakat (X_8)	-	-	-

Berdasarkan Tabel 13 di atas, Uji parameter secara parsial untuk masing-masing variabel Jumlah Ibu Bersalin (X_1), Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Pertama (X_2), Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Keempat (X_3), dan Jumlah Ibu Hamil Resiko Tinggi (X_4) memiliki nilai signifikan ($sig.$) >0.05 artinya semua variabel tersebut berpengaruh signifikan secara parsial dalam Regresi Poisson. Sedangkan pada variabel Jumlah Pertolongan Bersalin oleh Tenaga Kesehatan, Jumlah Jumlah Tenaga Medis, Jumlah Tenaga Perawat dan Bidan, dan Jumlah Kesehatan Masyarakat tidak berpengaruh signifikan secara parsial dalam Regresi Poisson.

Uji Signifikan Model (*Likelihood Ratio Test*)

Hasil pengujian signifikan model ini dapat dilihat pada Tabel 14 keluaran *model fitting information*. Keluaran ini memperlihatkan bahwa nilai statistik *Chi Square*nya adalah dengan nilai p_value 0.038. karena $p_value < 0.05$, maka keputusannya adalah menolak hipotesis nol. Artinya, minimal ada satu variabel bebas yang berpengaruh terhadap jumlah kematian ibu yang terjadi di kota Bengkulu dari Januari sampai Desember 2007. Sehingga dapat disimpulkan bahwa secara simultan atau bersamaan, model yang terbentuk berpengaruh nyata.

Tabel 14. Uji Signifikan Model Keluaran *Model Fitting Information*

Model Fitting Information

Model	Model Fitting Criteria			Likelihood Ratio Tests		
	AIC	BIC	-2 Log Likelihood	Chi-Square	Df	Sig.
Intercept Only	31.327	32.994	27.327			
Final	36.000	50.998	.000	27.327	16	.038

Uji Kesesuaian Model (*Googness Of Fit*)

Kesesuaian model Regresi Poisson terhadap variabel respon Jumlah Kematian Ibu yang terjadi di kota Bengkulu dari Januari sampai Desember 2007 dapat dilihat pada Tabel 15. Kesesuain model dapat dilihat dari nilai *pearson chi-square* dan *deviance*. Pada Tabel dapat dilihat bahwa nilai signifikan untuk nilai *pearson chi-square* dan *deviance* sama dengan 1, dapat disimpulkan bahwa kesesuaian model Regresi Poisson layak dalam variabel respon.

Tabel 15. Uji Kesesuaian Model (*Goodness Of Fit*)
Goodness-of-Fit

	Chi-Square	df	Sig.
Pearson	.000	16	1.000
Deviance	.000	16	1.000

Koefisien Determinasi (R^2)

Nilai koefisien determinasi (R^2) digunakan untuk mengukur seberapa besar proporsi keragaman total dari variabel takbebas Y yang dapat dijelaskan oleh keragaman variabel bebas X dalam model persamaan regresi atau untuk mengukur besar sumbangan dari variabel bebas X terhadap keragaman variabel takbebas Y . Nilai koefisien determinasi dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Nilai Koefisien Determinasi (R^2)

Model	R Square	Adjusted R Square
1	,355	,289

Berdasarkan Tabel 16 di atas diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.355, yaitu proporsi keragaman data yang dapat diterangkan oleh model sebesar 35.5 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sekitar 35.5 % dari keragaman respon 'Jumlah Kematian Ibu' dapat diterangkan oleh variabel bebas Jumlah Ibu Bersalin, Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Pertama, Jumlah Cakupan Kunjungan Ibu Hamil Trisemester Keempat, Jumlah Ibu Hamil Resiko Tinggi, Jumlah Pertolongan Persalinan oleh Tenaga Kesehatan, Jumlah Tenaga Medis, Jumlah Tenaga Perawat dan Bidan, dan Jumlah Tenaga Kesehatan Masyarakat.

Penutup

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Data kategorik yang digunakan dalam pembahasan analisis pendugaan parameter Regresi Poisson menunjukkan bahwa pengaruh variabel bebas terhadap variabel respon (Jumlah Kematian Ibu) yang terjadi di kota Bengkulu dapat disimpulkan tidak berpengaruh signifikan, sehingga semua variabel bebas tidak layak dimasukkan dalam model karena probabilitas nilai *chi-square* > 0.05 .
2. Analisis pendugaan parameter Regresi Poisson dengan menggunakan data asli menunjukkan bahwa ada empat variabel bebas yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon (Jumlah Kematian Ibu) yang terjadi di kota Bengkulu. Adapun model Regresi Poisson yang terbentuk adalah :

$$\mu = \exp(-38.7717 - 0.5218X_1 + 0.5166X_2 - 0.3241X_3 - 6.5889X_4)$$
3. Dalam pengolahan data lanjutan diperoleh suatu hasil bahwa ketika dilakukan penghilangan data (X_5), (X_6), dan (X_7) secara parsial, variabel (X_1), (X_2), (X_3), dan (X_4) menjadi tidak signifikan. Hal ini menimbulkan ketidakkonsistenan pengujian.

Saran

Berdasarkan pembahasan dan kesimpulan yang telah dijelaskan dalam analisis regresi poisson di atas, maka penulis dapat mengemukakan beberapa saran sebagai berikut :

1. Belum banyaknya penerapan Regresi Poisson di bidang Statistik pada kasus-kasus yang jarang terjadi di bidang kesehatan, maka analisis Regresi Poisson dapat digunakan untuk meneliti bidang kesehatan lain yang jarang terjadi.
2. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan untuk meneliti kasus dengan sampel yang lebih banyak dengan data berbentuk kategorik, sehingga diperoleh hasil analisis yang memuaskan.
3. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut dari hasil kesimpulan no. 5.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, 2008. *AKI Lebih Tinggi dari Angka Nasional*.
<http://www.hupelita.com/cetakartikel.php?id=34692>
- [2] Cameron, A. Colin and W. Frank A.G. 1995. *R-Squared Measures for Count Data Regression Models With Applications to Health Care Utilization*. Journal of Business and Economic Statistics (forthcoming) USA.
- [3] Departmen Kesehatan Propinsi Bengkulu. 1999. *Profil Kesehatan Propinsi Bengkulu*. Kanwil Depkes : Bengkulu.
- [4] Departemen Kesehatan RI-Direktur Jendral Pembinaan Kesehatan Masyarakat. 1997. *Upaya Pencapaian Penurunan Angka Kematian Ibu*. Depkes RI : Jakarta.
- [5] Hardin JW and JM Hilbe. 2007. *Generalized Linear Models and Extensions*. A Stata Press Publication : Texas.
- [6] Jackman S. 2003. *Notes on Count Models*. Spring.
<http://jackman.stanford.edu/classes/350C/poisson.pdf>
- [7] Jacob, J.A. 2002. *Poisson Regression*. Eco 6375.
- [8] Kutner, M.H., et.al. 2004. *Applied Linear Statistical Models*. McGraw-Hill Irwin : American, New York.
- [9] Le, Chap T. 2003. *Introductory Biostatistics*. John Wiley & Sons : New York.
- [10] McCullagh P and JA Nelder. 1989. *Generalized Linear Models*. 2nd Ed. London : Chapman and Hall
- [11] Muzaham, F. 1995. *Memperkenalkan Sosiologi Kesehatan*. Universitas Indonesia press : Jakarta
- [12] Permata, A. 2006. *Analisis Regresi Logistik Status Kemiskinan Penduduk di Kota Bengkulu 2004*. Skripsi pada Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Bengkulu. Tidak Dipublikasikan.
- [13] Sembiring, R.K. 1995. *Analisis Regresi*. Penerbit ITB : Bandung.
- [14] Soelistyo. 2001. *Dasas-Dasar Ekonometrika*. BPFE-Yogyakarta : Yogyakarta.
- [15] Walpole, R.E. dan R. H. Myers. 1995. *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuan*. Penerbit ITB : Bandung.
- [16] Winkelmann, R and S. Boes. 2006. *Analysis of Microdata*. Spinger : New York.
- [17] Winkelmann, R. 2008. *Econometric Analysis of Count Data*. Spinger : New York.
- [18] Wulansari, AD, 2008. *Aplikasi Poisson Regression (Abstrak)*. Institut Teknologi Sepuluh November.
<http://berbagi.net/perluakah-/aplikasi-poisson-regression.html>