



TUGAS AKHIR - SS141501

PEMODELAN INDIKATOR KEJADIAN PENYAKIT
TETANUS NEONATORUM PADA BAYI DI INDONESIA
MENGUNAKAN REGRESI *ZERO-INFLATED POISSON*

AYU MANDASARI
NRP 1312 100 056

Dosen Pembimbing
Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si

PROGRAM STUDI S1
JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2016



TUGAS AKHIR - SS141501

PEMODELAN INDIKATOR KEJADIAN PENYAKIT
TETANUS NEONATORUM PADA BAYI DI INDONESIA
MENGUNAKAN REGRESI *ZERO-INFLATED POISSON*

AYU MANDASARI
NRP 1312 100 056

Dosen Pembimbing
Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si

PROGRAM STUDI S1
JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2016



FINAL PROJECT - SS141501

MODELING INDICATOR OCCURRENCE OF TETANUS
NEONATORUM DISEASE ON INFANT IN INDONESIA
USING ZERO-INFLATED POISSON REGRESSION

AYU MANDASARI
NRP 1312 100 056

Supervisor
Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si

UNDERGRADUATE PROGRAMME
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2016

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMODELAN INDIKATOR KEJADIAN PENYAKIT
TETANUS NEONATORUM PADA BAYI DI INDONESIA
MENGUNAKAN REGRESI *ZERO-INFLATED POISSON***

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada

Program Studi S-1 Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

AYU MANDASARI
NRP 1312 100 056

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir
Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si
NIP. 19620603 198701 2 001



Mengetahui
Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS



Dr. Suhartono

NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, JULI 2016

PEMODELAN INDIKATOR KEJADIAN PENYAKIT TETANUS NEONATORUM PADA BAYI DI INDONESIA MENGUNAKAN REGRESI *ZERO-INFLATED POISSON*

Nama Mahasiswa : Ayu Mandasari
NRP : 1312 100 056
Jurusan : Statistika FMIPA-ITS
Pembimbing : Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si

Abstrak

Salah satu penyebab tingginya Angka Kematian Bayi (AKB) di Indonesia adalah penyakit Tetanus Neonatorum. Penyakit tersebut disebabkan oleh infeksi bakteri Clostridium tetani yang menyerang pada bayi usia ke-3 dan 28 setelah kelahiran melalui pemotongan tali pusat dengan alat yang tidak steril. Jumlah kasus Tetanus Neonatorum merupakan data count atau jumlahan dengan asumsi mengikuti distribusi Poisson, sehingga akan dianalisis dengan menggunakan regresi Poisson. Namun regresi Poisson tidak sesuai apabila digunakan pada kasus Tetanus Neonatorum yang observasinya terdapat nilai nol yang banyak, karena akan melanggar asumsi equidispersi. Untuk itu pada penelitian ini, akan digunakan metode regresi lainnya yaitu Zero-Inflated Poisson (ZIP) karena proporsi nilai nol pada data sangat besar yaitu 57,6 persen. Data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah data sekunder yang diambil dari Profil Kesehatan Indonesia tahun 2013. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa pemodelan dengan regresi Poisson terindikasi terjadi overdispersi, sehingga kasus tersebut diselesaikan dengan regresi Zero-Inflated Poisson. Pada model regresi Zero-Inflated Poisson (ZIP) variabel prediktor yang mempengaruhi poisson state adalah variabel persentase cakupan imunisasi TT2+ terhadap jumlah ibu hamil, persentase jumlah tenaga kesehatan terhadap jumlah bayi, dan persentase penolong persalinan dilakukan oleh tenaga kesehatan. Sedangkan variabel prediktor yang mempengaruhi zero state adalah variabel persentase jumlah tenaga kesehatan terhadap jumlah bayi.

Kata kunci : *Equidispersi, overdispersi, regresi Poisson, regresi Zero-Inflated Poisson (ZIP), Tetanus Neonatorum.*

MODELING INDICATOR OCCURRENCE OF TETANUS NEONATORUM DISEASE ON INFANT IN INDONESIA USING ZERO-INFLATED POISSON REGRESSION

Name : Ayu Mandasari
NRP : 1312 100 056
Major : Statistika FMIPA-ITS
Supervisor : Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si

Abstract

One cause of the high Infant Mortality Rate (IMR) in Indonesia is Tetanus Neonatorum disease. The disease caused by bacterial infection Clostridium tetani that attack on a baby 3rd age and 28 after birth through cutting the umbilical cord with a tool that is not sterile. Number of cases of Tetanus Neonatorum is the sum or count data under the assumption follows the poisson distribution, so that will be analyzed using poisson regression. However, poisson regression is not appropriate when used in cases of Tetanus Neonatorum which observation contained a lot of zero value, because it would violate the equidispersion assumption. So for this research, will be used other regression method i.e. Zero-Inflated Poisson (ZIP) because the proportion of zero value on data very large namely 57,6 percent. The data used in this research is secondary data taken from the Indonesia Health Profile 2013. From the research obtained that modeling with poisson regression indicated happened overdispersion, so the case settled with Zero-Inflated Poisson Regression. On the model of Zero-Inflated Poisson Regression (ZIP) predictor variables are affecting poisson state is variable the percentage of immunization coverage TT2+ against the number of pregnant women, the percentage of the number of health workers against the number of baby, and the percentage of birth attendants do by skilled health personnel. While predictor variables are affecting zero state is variable the percentage of the number of health workers against the number of baby.

Keyword : *Equidispersion, overdispersion, Poisson regression, Tetanus Neonatorum, Zero-Inflated Poisson Regression (ZIPR).*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
TITLE PAGE	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Relevansi atau Manfaat Hasil Penelitian	6
1.5 Batasan Masalah	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Statistika Deskriptif	9
2.2 Analisis Korelasi	10
2.3 Kolinearitas	10
2.4 Regresi Poisson.....	11
2.4.1 Penaksiran Parameter Model Regresi Poisson	12
2.4.2 Pengujian Parameter Model Regresi Poisson	14
2.4.3 Pengujian Overdispersi	16
2.5 Regresi <i>Zero-Inflated Poisson</i> (ZIP).....	17
2.5.1 Penaksiran Parameter Model Regresi ZIP	19
2.5.2 Pengujian Parameter Model Regresi ZIP	22
2.6 Pemilihan Model Terbaik	24
2.7 Tetanus Neonatorum.....	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sumber Data	29
3.2 Variabel Penelitian.....	29
3.3 Langkah Analisis	30

3.4	Diagram Alir	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Karakteristik Data	33
1.1.1	Karakteristik Kasus Tetanus Neonatorum di Indonesia	33
1.1.2	Karakteristik Indikator Kejadian Penyakit Tetanus Neonatorum di Indonesia Tahun 2013	37
4.2	Analisis Korelasi	39
4.3	Pemeriksaan Multikolinearitas	40
4.4	Model Regresi Poisson.....	40
4.5	Model Regresi <i>Zero-Inflated Poisson</i> (ZIP)	42
4.6	Pemilihan Model Terbaik.....	46
4.7	Peluang Banyaknya Penderita Tetanus Neonatorum Pada Setiap Provinsi di Indonesia	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran	50
DAFTAR PUSTAKA		51
LAMPIRAN		55
BIODATA PENULIS		67

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Variabel Penelitian	29
Tabel 4.1 Deskripsi Jumlah dan <i>Mean</i> Tetanus Neonatorum ...	35
Tabel 4.2 CFR Kasus Tetanus Neonatorum di Indonesia.....	36
Tabel 4.3 Statistika Deskriptif Variabel Prediktor.....	37
Tabel 4.4 Koefisien Korelasi Antar Variabel Prediktor.....	39
Tabel 4.5 Nilai VIF Variabel Prediktor	40
Tabel 4.6 Uji Parsial (Individu) Untuk Regresi Poisson	41
Tabel 4.7 Uji Parsial (Individu) Untuk Regresi ZIP	43
Tabel 4.8 Nilai AIC	46
Tabel 4.9 Peluang Banyaknya Penderita Penyakit Tetanus Neonatorum pada Setiap Provinsi di Indonesia	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Grafik Batang.....	9
Gambar 2.2	Gejala Penyakit Tetanus Neonatorum.....	27
Gambar 3.1	Diagram Alir Proses Penelitian.....	31
Gambar 4.1	Jumlah Kasus Tetanus Neonatorum di Indonesia	33
Gambar 4.2	Jumlah Kematian Akibat Tetanus Neonatorum di Indonesia	34
Gambar 4.3	Jumlah Kasus Tetanus Neonatorum di Indonesia Tahun 2013.....	36

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Angka Kematian Bayi (AKB) di Indonesia tergolong tinggi, salah satu penyebab kematian bayi tersebut adalah Tetanus Neonatorum. Tetanus Neonatorum merupakan sejenis penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Clostridium tetani* yang menginfeksi bayi baru lahir karena pada saat melakukan pemotongan tali pusat alat yang digunakan tidak steril. Kasus Tetanus Neonatorum ini sering terjadi di negara berkembang dengan cakupan persalinan oleh tenaga kesehatan yang rendah atau sulit dijangkau. (Kemenkes RI, 2014)

Tetanus pada maternal dan neonatal adalah salah satu penyebab kematian yang sering terjadi akibat persalinan dan penanganan tali pusat yang tidak steril. Tetanus Neonatorum menginfeksi bayi usia hari ke-3 dan 28 setelah kelahiran. Upaya mengeliminasi Tetanus Neonatal bertujuan untuk meminimalisir jumlah kasus tetanus neonatal sampai kasus tersebut tidak lagi menjadi masalah utama kesehatan masyarakat terutama pada anak. Pada tahun 1988, WHO (*World Health Organization*) memperkirakan terdapat 787.000 bayi baru lahir yang meninggal akibat Tetanus Neonatorum. Oleh karena itu, pada akhir tahun 1980-an perkiraan angka kematian tahunan global dari Tetanus Neonatorum sekitar 6,7 kematian per 1000 kelahiran hidup. WHO pada tahun 1988 dan UNICEF (*United National for Children's Fund*) melalui *World Summit for Children* pada tahun 1990 mengajak seluruh dunia untuk melakukan eliminasi Tetanus Neonatorum pada tahun 2000. Namun target tersebut tidak tercapai, karena belum ditemukan strategi operasional yang mampu menanganinya, oleh karena itu pada tahun 1999 UNICEF, WHO dan UNFPA (*United Nations Population Fund*) kembali mengajak negara berkembang di dunia untuk melakukan pencapaian target Eliminasi Tetanus Maternal dan Neonatal (ETMN) pada tahun 2005 dengan penggalangan dana ETMN

dunia. WHO memperkirakan pada tahun 2008 (angka eliminasi tahun terakhir yang ada), 59.000 bayi baru lahir meninggal akibat Tetanus Neonatorum dan terdapat 46 negara yang masih belum mencapai eliminasi TMN (Tetanus Maternal dan Neonatal) di seluruh kabupaten pada masing-masing provinsinya, salah satunya adalah Indonesia. Sebelum adanya upaya eliminasi Tetanus Neonatorum, Indonesia merupakan salah satu negara dengan kasus tertinggi di Asia. Survei berbasis komunitas untuk kematian Tetanus Neonatorum dilakukan pada awal 1980 di Jakarta dan di daerah pedesaan Bali, Jawa, Kalimantan, Nusa Tenggara Barat (NTB), Nusa Tenggara Timur (NTT), Sumatera dan Sulawesi menyatakan bahwa angka kematian berkisar 6 sampai dengan 23 kematian Tetanus Neonatorum per 1000 kelahiran hidup. Berdasarkan data survei ini dan survei lainnya, jumlah kematian tahunan Tetanus Neonatorum di Indonesia secara keseluruhan diperkirakan 71.000 selama awal tahun 1980. Angka Kematian Bayi (AKB) di Indonesia menurut Survei Demografi Kesehatan Indonesia (SDKI) tahun 2007 adalah 34 kematian per 1000 kelahiran hidup dengan kematian paling tinggi terjadi pada periode neonatal. Angka kematian neonatal di Indonesia mencapai 19 per 1000 kelahiran hidup, penyebab utamanya adalah penyakit Tetanus Neonatorum, sehingga tetanus merupakan penyakit yang masih menjadi permasalahan kesehatan di Indonesia. (Kemenkes RI, 2012)

Pada tahun 2013, dilaporkan ada 78 kasus Tetanus Neonatorum dengan jumlah yang meninggal sebanyak 42 kasus dari 11 provinsi yaitu provinsi Jambi, Sumatera Selatan, Jawa Tengah, Sulawesi Utara, dan Sulawesi Selatan dengan masing-masing sebanyak 1 kasus, provinsi Jawa Barat dan NTT sebanyak 2 kasus, provinsi Lampung sebanyak 4 kasus, provinsi Jawa Timur sebanyak 9 kasus, provinsi Banten sebanyak 17 kasus, provinsi Kalimantan Barat sebanyak 3 kasus. Dengan demikian CFR (*Case Fatality Rate*) Tetanus Neonatorum pada tahun 2013 tersebut sebesar 53,8 persen mengalami peningkatan jika dibandingkan tahun 2012 sebesar 49,6 persen. Angka CFR (*Case Fatality Rate*)

diperoleh dari hasil pembagian jumlah kasus yang meninggal terhadap jumlah kasus Tetanus Neonatorum di Indonesia. Berdasarkan faktor risiko status imunisasi menunjukkan bahwa sebanyak 51 kasus atau 65,4 persen terjadi pada kelompok yang tidak diimunisasi baik imunisasi TT1 maupun TT2+. Menurut faktor penolong persalinan, 56 kasus atau 71,8 persen ditolong oleh penolong persalinan tradisional seperti dukun. (Kemenkes RI, 2014)

Penelitian tentang kasus Tetanus Neonatorum ini pernah dilakukan oleh Nusantara (2015) dengan tujuan untuk menganalisis jumlah kasus Tetanus Neonatorum di Jawa Timur tahun 2012 menggunakan *Geographically Weighted Zero-Inflated Poisson* (GWZIPR). Hasil dari penelitian tersebut adalah terdapat satu daerah yang tidak terdapat variabel prediktor yang signifikan yaitu Kabupaten Lamongan. Model GWZIPR jumlah kasus penyakit Tetanus Neonatorum memberikan kesimpulan bahwa peluang tidak terjadi kasus penyakit Tetanus Neonatorum di setiap kabupaten atau kota di Jawa Timur dipengaruhi oleh persentase tenaga bidan, persentase ibu bersalin ditolong tenaga kesehatan dan persentase cakupan kunjungan neonatus lengkap. Kemudian penelitian lainnya yaitu oleh Lestari (2014) yang bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus Tetanus Neonatorum menggunakan metode *Zero-Inflated Generalized Poisson* yang menghasilkan dua variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus Tetanus Neonatorum yaitu persentase ibu bersalin ditolong dukun dan persentase kunjungan neonatus tiga kali (KN3 atau KN Lengkap). Penelitian sebelumnya oleh Gomes *et al.* (2011) yang meneliti tentang infeksi akibat dari bakteri *Clostridium tetani* yang menyebabkan penyakit Tetanus Neonatorum pada bayi baru lahir dengan tujuan untuk meninjau penyakit Tetanus Neonatorum dengan penekanan pada terapi dan pencegahan. Faktor penyebabnya adalah kurangnya cakupan imunisasi ibu hamil dan kesulitan dalam mengakses perawatan prenatal yang tepat.

Sedangkan untuk penelitian sebelumnya yang menggunakan metode *Zero-Inflated Poisson* (ZIP) pernah dilakukan oleh Liu, Wang, Wu, Zhang, dan Liu (2016) meneliti tentang model *Zero-Inflated Poisson* untuk analisis daya tahan gen berdasarkan data *Transposon Insertion Sequencing* (Tn-seq), Akbarzadeh, Ahmadi, Kavousi, dan Mirzakhani (2015) meneliti tentang penerapan *hurdle model* dengan efek acak untuk mengevaluasi perbaikan keseimbangan pada pasien stroke, Chipeta, Ngwira, Simoonga, dan Kazembe (2014) mengenai model *zero adjusted* dengan aplikasi untuk menganalisis data jumlah cacing parasit (*Helminths*), Akbarzadeh, Pourhoseingholi, Zayeri, Ashtari, dan Zali (2013) mengenai *zero-inflated statistical count model* untuk menganalisis biaya yang dibebankan oleh penyakit GERD (*Gastroesophageal Reflux Disease*) dan penyakit dispepsia (suatu kondisi medis yang ditandai dengan nyeri atau rasa tidak nyaman pada perut bagian atas atau dada yang biasanya timbul setelah makan), Cengiz (2012) meneliti tentang model ZIPR (*Zero-Inflated Poisson Regression*) untuk pemodelan efek polusi udara yang masuk dalam rumah sakit, Setiyaningrum (2011) mengenai pemodelan regresi *zero-inflated poisson* (ZIP) tentang faktor-faktor yang mempengaruhi penyakit tuberkulosis (TBC) di Kabupaten Sorong Selatan, Neelon, O'Malley, dan Normand (2010) mengenai model Bayesian untuk data pengukuran berulang *zero-inflated count data* dengan aplikasi pada layanan psikiater pasien rawat jalan, Rahmawati (2009) mengenai pemodelan risiko penyakit kaki gajah (filariasis) di Provinsi Papua dengan regresi *Zero-Inflated Poisson*, Lestari (2008) mengenai pemodelan regresi *Zero-Inflated Poisson* aplikasi pada data pekerja seks komersial di klinik reproduksi Putat Jaya Surabaya.

Jumlah kasus Tetanus Neonatorum di Indonesia mulai tahun 2010 hingga 2013 selalu terjadi, meskipun terdapat sedikit penurunan tetap saja target eliminasi tetanus belum tercapai. Dalam pencapaian target Eliminasi Tetanus Maternal dan Neonatal (ETMN) tersebut, maka perlu diketahui variabel indikator apa saja yang menunjukkan terjadinya kasus Tetanus Neonatorum di

Indonesia. Salah satu metode yang digunakan dalam menganalisis kasus ini adalah menggunakan analisis regresi, karena yang dianalisis adalah mengenai hubungan antara variabel prediktor dengan variabel respon. Variabel respon dalam penelitian kali ini adalah jumlah kasus Tetanus Neonatorum dengan tipe data pada variabel tersebut adalah data diskrit atau data *count*, sehingga dalam penelitian ini dapat dianalisis menggunakan metode regresi Poisson. Kasus Tetanus Neonatorum merupakan sejenis kasus yang jarang terjadi sehingga banyak observasinya yang bernilai nol yang diduga bahwa pada kasus ini terjadi overdispersi yaitu kondisi saat varians data lebih besar daripada *mean*. Dalam menangani kasus overdispersi tersebut dapat digunakan beberapa metode yaitu metode *Zero-Inflated Poisson (ZIP)*, metode *Zero-Inflated Generalized Poisson (ZIGP)*, dan metode *Zero-Inflated Negative Binomial (ZINB)*.

Ketiga metode tersebut, tentunya tidak digunakan secara bersamaan melainkan pasti terdapat kondisi saat masing-masing metode tersebut digunakan. Menurut Famoye dan Singh (2006:127) metode ZINB merupakan kompetitor dari metode ZIGP, namun teknik iterasi dengan metode ZINB sering gagal konvergen dalam penaksiran parameter, sehingga metode tersebut tidak baik untuk digunakan. Metode ZIGP digunakan ketika proporsi nilai nol minimal 65,7 persen. Apabila proporsi nilai nol sekitar 63,7 persen atau menurut Özmen dan Famoye (2007:498) sekitar 57 persen, maka dapat digunakan metode *Zero-Inflated Poisson (ZIP)*. Pada data jumlah kasus Tetanus Neonatorum proporsi banyaknya observasi yang bernilai nol cukup banyak yaitu sebesar 57,6 persen yang diperoleh dari hasil pembagian jumlah provinsi yang tidak terkena kasus Tetanus Neonatorum dengan banyaknya provinsi di Indonesia. Karena proporsi nilai nol yang melebihi 50 persen, maka kemungkinan pada data tersebut mengalami overdispersi. Apabila pada kasus Tetanus Neonatorum ini terjadi overdispersi, maka untuk menganalisisnya tidak sesuai apabila menggunakan regresi Poisson, sehingga dapat digunakan

metode lainnya yang bisa mengatasi hal tersebut yaitu dengan metode regresi *Zero-Inflated Poisson* (ZIP).

1.2 Rumusan Masalah

Tetanus Neonatorum masih menjadi permasalahan kesehatan di Indonesia. Hal tersebut dapat dilihat bahwa pada tahun 2013 CFR (*Case Fatality Rate*) kasus ini mengalami peningkatan. Berdasarkan hal tersebut, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah mengenai bagaimana karakteristik kasus Tetanus Neonatorum beserta indikatornya di Indonesia, dan bagaimana model kasus Tetanus Neonatorum terkait beberapa indikatornya menggunakan regresi *Zero-Inflated Poisson* (ZIP), serta apa saja indikator yang menunjukkan kejadian penyakit Tetanus Neonatorum pada bayi di Indonesia.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah sebelumnya, tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan karakteristik kasus Tetanus Neonatorum beserta indikatornya di Indonesia.
2. Memodelkan kasus Tetanus Neonatorum beserta indikatornya di Indonesia menggunakan regresi *Zero-Inflated Poisson* (ZIP).
3. Menentukan indikator yang menunjukkan kejadian penyakit Tetanus Neonatorum pada bayi di Indonesia.

1.4 Relevansi atau Manfaat Hasil Penelitian

Relevansi atau manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian tugas akhir ini adalah memberikan masukan kepada pemerintah, pihak-pihak yang berwenang dalam bidang kesehatan, dan masyarakat mengenai penyakit Tetanus Neonatorum terkait indikator-indikatornya dengan melakukan upaya pencegahan sejak dini dan penanganan secepat mungkin, sehingga target Eliminasi Tetanus Neonatal dan Maternal (ETMN) di Indonesia bisa tercapai nantinya.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian kali ini adalah pada penaksiran parameter regresi Poisson dan regresi *Zero-Inflated Poisson* menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) yang diselesaikan dengan algoritma Newton-Raphson dan algoritma EM. Apabila dalam memodelkan kasus Tetanus Neonatorum menggunakan metode regresi Poisson ini terdapat kasus overdispersi, maka akan digunakan metode lainnya yaitu regresi *Zero-Inflated Poisson*.

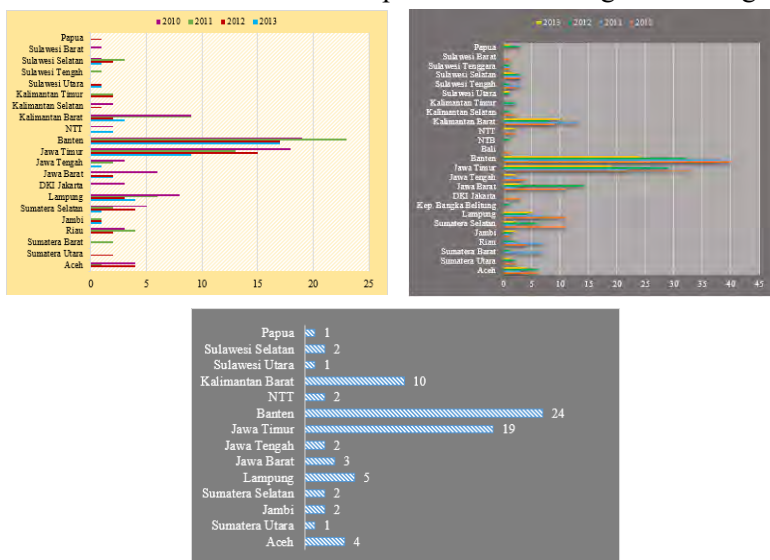
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Statistika Deskriptif

Menurut Peck dan Devore (2008:8-16) statistika deskriptif merupakan cabang dari statistik yang mencakup metode untuk mengorganisir, mengatur dan merangkum data. Statistika deskriptif bisa disajikan secara visual menggunakan grafik. Berikut adalah salah satu grafik yang digunakan.

Menurut Anderson, Sweeney, dan Williams (2011:34) grafik batang atau *bar chart* adalah perangkat grafis yang digunakan untuk menggambarkan ringkasan data kualitatif meliputi frekuensi atau frekuensi relatif. Pada sumbu horizontal grafik digunakan untuk kelas (kategori). Sedangkan frekuensi, frekuensi relatif, atau skala frekuensi dalam persen dapat digunakan untuk sumbu tegak. Panjang batang mencapai frekuensi, frekuensi relatif, atau persen frekuensi kelas. Berikut ini merupakan contoh dari grafik batang.



Gambar 2.1 Grafik Batang

2.2 Analisis Korelasi

Setiawan dan Kusri (2010:60-61) mengemukakan bahwa analisis korelasi digunakan untuk melihat tingkat keeratan hubungan linear antara dua buah variabel. Tingkat keeratan tersebut ditunjukkan dari suatu besaran yaitu koefisien korelasi yang diberi lambang ρ untuk parameter dan r untuk statistik. Hipotesis yang digunakan adalah

H_0 : $\rho = 0$ (tidak ada korelasi antara variabel x dan y)

H_1 : $\rho \neq 0$ (ada korelasi antara variabel x dan y)

Besarnya koefisien korelasi antara variabel x dan variabel y dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2.1)$$

dengan \bar{x} dan \bar{y} adalah rata-rata sampel variabel x dan variabel y , nilai r_{xy} berkisar antara -1 sampai 1, jika koefisien korelasi mendekati 1 maka korelasinya semakin kuat. Apabila *pvalue* kurang dari taraf signifikansi α (0,15), maka tolak H_0 yang berarti ada korelasi antara variabel x dan y .

2.3 Kolinearitas

Menurut Wulandari, dkk. (2009:40-41) dalam analisis regresi, masing-masing variabel prediktor harus memenuhi syarat tidak saling berkorelasi satu dengan lainnya. Akibat adanya kolinearitas ini, maka taksiran parameter model regresi yang dihasilkan memiliki *error* yang besar, adanya kontradiksi (bertentangan) antara taksiran parameter yang dihasilkan dengan peran yang diharapkan dari variabel prediktor tersebut, dan tidak terdapat taksiran parameter yang signifikan ketika dilakukan pengujian secara individu meskipun signifikan dalam pengujian secara serentak. Salah satu cara untuk mendeteksi ada tidaknya kasus multikolinearitas adalah melalui *Variance Inflation Factor* (VIF). Apabila VIF lebih dari 10, maka terjadi kasus multikolinearitas. Berdasarkan Setiawan dan Kusri (2010:92-96) rumus dari VIF ini adalah sebagai berikut.

$$VIF_k = \frac{1}{1 - R_k^2} \quad (2.2)$$

dengan

$$R_k^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2.3)$$

R_k^2 merupakan koefisien determinasi yang diperoleh dari hasil regresi antara x_k dengan variabel prediktor lainnya, \bar{x} adalah *mean* dari variabel prediktor sebagai variabel respon, \hat{x}_i adalah nilai prediksi variabel prediktor ke- i , dan x_i merupakan nilai observasi variabel prediktor ke- i dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$ dan $k = 1, 2, 3, 4$. Menurut Hocking (2003) multikolinearitas juga dapat dideteksi dari koefisien korelasi dengan r_{ij} lebih besar dari 0,95 maka terindikasi terjadi multikolinearitas. Apabila terjadi kasus multikolinearitas, maka salah satu cara untuk mengatasinya dengan menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA).

2.4 Regresi Poisson

Menurut Mouatassim dan Ezzahid (2012:4-5) regresi Poisson biasanya digunakan untuk model data jumlahan yang mengasumsikan variabel respon berdistribusi Poisson. Greene (2012:843) menyatakan probabilitas distribusi Poisson adalah sebagai berikut.

$$P(Y_i = y_i | \mathbf{x}_i) = \frac{\exp(-\lambda_i) \lambda_i^{y_i}}{y_i!}, y_i = 0, 1, 2, \dots \quad (2.4)$$

dengan *mean* dan *vaians* dari Y yang berdistribusi Poisson adalah λ_i yang didefinisikan sebagai vektor kovariat \mathbf{x}_i . Kondisi tersebut disebut *equidispersi*, karena nilai ekspektasi sama dengan *varians*. Model dari regresi Poisson ini adalah

$$\ln(\lambda_i) = \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} \quad \text{maka} \quad \lambda_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) \quad (2.5)$$

Mouatassim dan Ezzahid (2012:5) menyatakan bahwa λ_i adalah rata-rata jumlah peristiwa yang terjadi dalam selang waktu tertentu,

vektor dari variabel prediktor adalah $\mathbf{x}_i^T = [1 \ x_{i1} \ x_{i2} \ \dots \ x_{ik}]$ dan $\boldsymbol{\beta}^T = [\beta_0 \ \beta_1 \ \dots \ \beta_k]$ adalah vektor dari parameter regresi Poisson.

2.4.1 Penaksiran Parameter Model Regresi Poisson

Menurut Mouatassim dan Ezzahid (2012:5) maksimum *likelihood* merupakan teknik yang digunakan untuk melakukan estimasi parameter regresi Poisson. Berikut ini adalah fungsi *likelihood* dari regresi Poisson.

$$\begin{aligned} L(\boldsymbol{\beta}|y_1, y_2, \dots, y_n) &= \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\lambda_i) \lambda_i^{y_i}}{y_i!} \\ &= \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}}) (e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}})^{y_i}}{y_i!} \end{aligned} \quad (2.6)$$

Sehingga diperoleh fungsi *ln-likelihood* sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \ln L(\boldsymbol{\beta}|y_1, y_2, \dots, y_n) &= \ln \left(\prod_{i=1}^n \frac{\exp(-e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}}) (e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}})^{y_i}}{y_i!} \right) \\ &= \sum_{i=1}^n [y_i \ln \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) - \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) - \ln y_i!] \\ &= \sum_{i=1}^n [y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} - \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) - \ln y_i!] \end{aligned} \quad (2.7)$$

Untuk menaksir parameter $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ dari regresi Poisson dengan MLE adalah mencari turunan pertama dari persamaan (2.7) dan dilanjutkan dengan mencari turunan kedua sebagai berikut.

$$\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta}|y_1, y_2, \dots, y_n)}{\partial \boldsymbol{\beta}^T} = \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i - \sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) \quad (2.8)$$

$$\sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i - \sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) = 0$$

$$\frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta}|y_1, y_2, \dots, y_n)}{\partial \boldsymbol{\beta} \partial \boldsymbol{\beta}^T} = - \sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i \mathbf{x}_i^T \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) \quad (2.9)$$

Pada beberapa kasus tertentu, cara derivatif ini tidak menghasilkan solusi eksplisit, karena persamaannya masih berbentuk implisit.

Sehingga penyelesaian dari persamaan (2.8) dapat dilakukan dengan prosedur iteratif. Kleinbaum, Kupper, dan Muller (1988) dan Myers (1990) dalam Wulandari, Salamah, dan Susilaningrum (2009) menyatakan bahwa prosedur yang umum digunakan untuk menyelesaikan persamaan tersebut adalah *Iteratively Reweight Least Square* (IRLS) dengan Newton-Raphson. Ide dasar dari metode tersebut adalah memaksimumkan fungsi *In-likelihood*.

Menurut Cameron dan Trivedi (1998) dalam Wulandari, dkk. (2009:15) mengemukakan prosedur *Iteratively Reweight Least Square* (IRLS) dengan menggunakan metode Newton-Raphson, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut.

1. Menentukan nilai taksiran awal parameter $\hat{\beta}$ misalkan $\hat{\beta}^{(0)}$.

Dalam menentukan nilai awal tersebut dapat diperoleh dengan menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS) yaitu

$$\hat{\beta}^{(0)} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{y} \quad (2.10)$$

dengan

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \cdots & x_{n1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \cdots & x_{n2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{1k} & x_{2k} & \cdots & x_{nk} \end{bmatrix}; \mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \text{ dan } \boldsymbol{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix}$$

2. Membentuk vektor gradien \mathbf{g} berukuran $(k+1) \times 1$ yaitu

$$\mathbf{g}(\hat{\beta}^{(m)}) = \left(\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0}, \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_1}, \dots, \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_k} \right)_{\boldsymbol{\beta}=\hat{\beta}^{(m)}}^T$$

dengan k adalah jumlah parameter yang ditaksir.

3. Membentuk matriks Hessian \mathbf{H} berukuran $(k+1) \times (k+1)$ yaitu

$$\mathbf{H}(\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(m)}) = \left(\begin{array}{cccc} \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial(\beta_0)^2} & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial\beta_0 \partial\beta_1} & \dots & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial\beta_0 \partial\beta_k} \\ \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial\beta_1 \partial\beta_0} & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial(\beta_1)^2} & \dots & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial\beta_1 \partial\beta_k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial\beta_k \partial\beta_0} & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial\beta_k \partial\beta_1} & \dots & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial(\beta_k)^2} \end{array} \right)_{\boldsymbol{\beta}=\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(m)}}$$

4. Mensubstitusikan nilai $\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(0)}$ kedalam elemen-elemen vektor gradien \mathbf{g} dan matriks hessian \mathbf{H} , sehingga akan diperoleh vektor $\mathbf{g}(\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(0)})$ dan matriks $\mathbf{H}(\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(0)})$.
5. Dimulai dari $m = 0$ akan dilakukan iterasi pada persamaan

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(m+1)} = \hat{\boldsymbol{\beta}}^{(m)} - \mathbf{H}^{-1}(\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(m)}) \mathbf{g}(\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(m)}) \quad (2.11)$$
 Nilai $\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(m)}$ merupakan kumpulan penaksir parameter yang konvergen pada iterasi ke - m .
6. Apabila penaksir parameter belum konvergen, maka kembali ke langkah 5 hingga iterasi ke $m = m + 1$. Penaksir parameter dikatakan konvergen jika telah memenuhi $\|\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(m+1)} - \hat{\boldsymbol{\beta}}^{(m)}\| \leq \epsilon$ dengan ϵ merupakan suatu nilai yang sangat kecil dan telah ditetapkan sebelumnya, misalnya 10^{-5} .

2.4.2 Pengujian Parameter Model Regresi Poisson

Pengujian parameter regresi Poisson meliputi uji serentak dan uji parsial. Ruliana (2015) menyatakan bahwa pengujian secara serentak pada parameter model regresi Poisson digunakan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh variabel prediktor secara bersama-sama terhadap variabel respon. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian ini adalah

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

$$H_1 : \text{minimal terdapat satu } \beta_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, k$$

Statistik uji diperoleh melalui metode *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT) yang dibentuk dari fungsi *likelihood* $L(\hat{\omega})$ dan $L(\hat{\Omega})$. Fungsi $L(\hat{\omega})$ adalah nilai *likelihood* untuk model sederhana tanpa melibatkan variabel prediktor, sedangkan $L(\hat{\Omega})$ adalah nilai *likelihood* untuk model lengkap dengan melibatkan variabel prediktor. Fungsi *ln-likelihood* untuk himpunan parameter di bawah H_0 , $\omega = \{\beta_0\}$ adalah

$$L(\hat{\omega}) = -ne^{\hat{\beta}_0} + \hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^n y_i - \sum_{i=1}^n \ln(y_i!) \quad (2.12)$$

Sedangkan fungsi *ln-likelihood* untuk himpunan parameter di bawah populasi, $\Omega = \{\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k\}$ adalah

$$L(\hat{\Omega}) = -\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \hat{\boldsymbol{\beta}}) + \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i^T \hat{\boldsymbol{\beta}} - \sum_{i=1}^n \ln(y_i!) \quad (2.13)$$

Sehingga diperoleh statistik uji *likelihood ratio* sebagai berikut.

$$\begin{aligned} G &= -2 \ln \left[\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right] = 2 \ln [L(\hat{\Omega}) - L(\hat{\omega})] \\ G &= 2 \ln \left(-\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \hat{\boldsymbol{\beta}}) + \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i^T \hat{\boldsymbol{\beta}} - \sum_{i=1}^n \ln(y_i!) \right) \\ &\quad - 2 \ln \left(-ne^{\hat{\beta}_0} + \hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^n y_i - \sum_{i=1}^n \ln(y_i!) \right) \\ G &= 2 \ln \left(-\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \hat{\boldsymbol{\beta}}) + \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i^T \hat{\boldsymbol{\beta}} + ne^{\hat{\beta}_0} - \hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^n y_i \right) \quad (2.14) \end{aligned}$$

Daerah penolakan adalah tolak H_0 apabila $G > \chi_{(\alpha, k)}^2$ dengan k adalah banyaknya parameter model.

Parameter model yang telah dihasilkan dari proses penaksiran belum tentu memberikan pengaruh yang signifikan (nyata), sehingga perlu dilakukan pengujian secara parsial atau individu untuk masing-masing variabel prediktor terhadap variabel respon dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : $\beta_j = 0$ (pengaruh variabel ke- j tidak signifikan)

H_1 : $\beta_j \neq 0$ (pengaruh variabel ke- j signifikan)

Statistik uji yang digunakan adalah statistik uji *Wald* sebagai berikut.

$$W^2 = \left(\frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)} \right)^2 \quad (2.15)$$

dengan $j = 1, 2, \dots, k$, $\hat{\beta}_j$ merupakan taksiran parameter β_j , $SE(\hat{\beta}_j)$ merupakan standar *error* dari $\hat{\beta}_j$ yang diperoleh dengan rumus

$SE(\hat{\beta}_j) = \sqrt{\widehat{\text{var}}(\hat{\beta}_j)}$, $\widehat{\text{var}}(\hat{\beta}_j)$ merupakan elemen diagonal ke $j+1$

pada matriks varian kovarian $\hat{\beta}_j$ yaitu $\mathbf{V}(\hat{\beta}_j) = -E\left[\mathbf{H}(\hat{\beta}_j)\right]^{-1}$

dengan daerah penolakannya adalah tolak H_0 pada taraf signifikansi α jika $W^2 > \chi^2_{(\alpha, 1)}$. (Agresti, 2002)

2.4.3 Pengujian Overdispersi

Wulandari, dkk. (2009:38) menyatakan bahwa overdispersi merupakan suatu keadaan ketika varians data lebih besar daripada *mean*. Model regresi Poisson yang overdispersi berarti tidak memenuhi sifat equidispersi. Adanya overdispersi dalam model regresi Poisson menyebabkan hasil penaksiran parameter menjadi bias dan tidak efisien. Selain itu, overdispersi juga menyebabkan tingkat kesalahan yang dihasilkan model semakin besar dan model tersebut menjadi kurang tepat.

Menurut Cameron dan Trivedi (1990) dalam Greene (2012:845-846) menyatakan bahwa terdapat pengujian untuk overdispersi dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : $\text{Var}[Y_i] = E[Y_i]$ (asumsi equidispersi terpenuhi)

H_1 : $\text{Var}[Y_i] \neq E[Y_i]$ (asumsi equidispersi tidak terpenuhi)

Statistik uji *Lagrange Multiplier* (LM) yaitu

$$LM = \frac{(\mathbf{e}^T \mathbf{e} - n\bar{y})^2}{2\hat{\lambda}^T \hat{\lambda}} \quad (2.16)$$

Dengan $\hat{\lambda}$ adalah nilai prediksi dari regresi dan $\mathbf{e} = \mathbf{y} - \hat{\lambda}$. Apabila *pvalue* kurang dari α maka tolak H_0 yang berarti terjadi kasus overdispersi. Jika dalam bentuk matriks maka

$$\mathbf{e} = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_n \end{bmatrix} ; \mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \text{ dan } \hat{\boldsymbol{\lambda}} = \begin{bmatrix} \hat{\lambda}_1 \\ \hat{\lambda}_2 \\ \vdots \\ \hat{\lambda}_n \end{bmatrix}$$

2.5 Regresi *Zero-Inflated Poisson* (ZIP)

Famoye dan Singh (2006:127) menyatakan bahwa apabila proporsi nilai nol besar, maka dapat digunakan metode *Zero-Inflated Poisson* (ZIP). Perkiraan proporsi nilai nol pada regresi *Zero-Inflated Poisson* (ZIP) adalah sekitar 63,7 persen. Sedangkan menurut Özmen dan Famoye (2007:498) perkiraan proporsi nilai nol dari regresi *Zero-Inflated Poisson* (ZIP) adalah sekitar 57 persen. Mouatassim dan Ezzahid (2012:8) mengemukakan bahwa model regresi Poisson tidak sesuai apabila digunakan pada kasus dengan nilai nol berlebih pada sampelnya, karena melanggar asumsi equidispersi. Menurut Lambert (1992:3) pada regresi ZIP dengan respon y_1, y_2, \dots, y_n yang saling bebas dan

$$Y_i \sim \begin{cases} 0, & \text{dengan peluang } \pi_i \\ \text{Poisson}(\lambda_i) & \text{dengan peluang } (1 - \pi_i) \end{cases} \quad (2.17)$$

sehingga peluangnya

$$P(Y_i = y_i) = \begin{cases} \pi_i + (1 - \pi_i)e^{-\lambda_i} & \text{jika } y_i = 0 \\ \frac{(1 - \pi_i)e^{-\lambda_i}\lambda_i^{y_i}}{y_i!} & \text{jika } y_i > 0 \end{cases} \quad (2.18)$$

dengan $\boldsymbol{\lambda} = [\lambda_1 \lambda_2 \dots \lambda_n]^T$ dan $\boldsymbol{\pi} = [\pi_1 \pi_1 \dots \pi_n]^T$ yang memenuhi persamaan model ln dan logit dari regresi ZIP dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\ln(\boldsymbol{\lambda}) = \begin{bmatrix} \log \lambda_1 \\ \log \lambda_2 \\ \vdots \\ \log \lambda_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_0 + \beta_1 x_{11} + \cdots + \beta_k x_{k1} \\ \beta_0 + \beta_1 x_{12} + \cdots + \beta_k x_{k2} \\ \vdots \\ \beta_0 + \beta_1 x_{1n} + \cdots + \beta_k x_{kn} \end{bmatrix}$$

$$\ln(\boldsymbol{\lambda}) = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \cdots & x_{k1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \cdots & x_{k2} \\ 1 & x_{13} & x_{23} & \cdots & x_{k3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} & \cdots & x_{kn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \quad (2.19)$$

Sedangkan untuk fungsi logitnya adalah

$$\text{logit}(\boldsymbol{\pi}) = \begin{bmatrix} \log \pi_1 \\ \log \pi_2 \\ \vdots \\ \log \pi_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma_0 + \gamma_1 x_{11} + \cdots + \gamma_k x_{k1} \\ \gamma_0 + \gamma_1 x_{12} + \cdots + \gamma_k x_{k2} \\ \vdots \\ \gamma_0 + \gamma_1 x_{1n} + \cdots + \gamma_k x_{kn} \end{bmatrix}$$

$$\text{logit}(\boldsymbol{\pi}) = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \cdots & x_{k1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \cdots & x_{k2} \\ 1 & x_{13} & x_{23} & \cdots & x_{k3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} & \cdots & x_{kn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \gamma_0 \\ \gamma_1 \\ \gamma_2 \\ \vdots \\ \gamma_k \end{bmatrix} = \mathbf{X}\boldsymbol{\gamma} \quad (2.20)$$

dengan $\text{logit}(\boldsymbol{\pi}) = \ln(\boldsymbol{\pi}/(1-\boldsymbol{\pi}))$. $\boldsymbol{\beta}$ dan $\boldsymbol{\gamma}$ adalah parameter yang ditaksir, sedangkan \mathbf{X} adalah matriks dari variabel prediktor.

Dari persamaan (2.19) dan (2.20) didapatkan *link function* sebagai berikut.

$$\ln(\lambda_i) = \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}$$

$$\lambda_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) \quad (2.21)$$

Sedangkan untuk model logit diperoleh *link function* sebagai berikut.

$$\text{logit}(\pi_i) = \ln\left(\frac{\pi_i}{(1-\pi_i)}\right) = \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma}$$

$$\frac{\pi_i}{(1-\pi_i)} = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma})$$

$$\pi_i = (1-\pi_i) \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma})$$

$$\pi_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma}) - \pi_i \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma})$$

$$\pi_i + \pi_i \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma}) = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma})$$

$$\pi_i (1 + \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma})) = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma})$$

maka

$$\pi_i = \frac{\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma})}{1 + \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma})} \quad (2.22)$$

dan

$$(1-\pi_i) = 1 - \frac{\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma})}{1 + \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma})} = \frac{1}{1 + \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma})} \quad (2.23)$$

Dengan mensubstitusi persamaan (2.21), (2.22), dan (2.23) ke persamaan (2.18) maka diperoleh

$$P(Y_i = y_i) = \begin{cases} \frac{e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma}} + (\exp(-e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}}))}{1 + e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma}}} & , y_i = 0 \\ \frac{1}{1 + e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma}}} \left(\exp\left(e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}} + (\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})^{y_i} \right) \right) & , y_i > 0 \end{cases} \quad (2.24)$$

2.5.1 Penaksiran Parameter Model Regresi ZIP

Penaksiran parameter model regresi ZIP diperoleh dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Metode MLE merupakan suatu metode penaksiran parameter suatu model yang diketahui fungsi densitasnya. Fungsi *likelihood* dari

regresi ZIP diperoleh dengan mensubstitusi *link function* dari model regresi ZIP ke fungsi densitasnya yaitu sebagai berikut.

$$L(\boldsymbol{\gamma}, \boldsymbol{\beta}) = \begin{cases} \prod_{i=1}^n \frac{e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma}} + \left(\exp(-e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}}) \right)}{1 + e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma}}} & , y_i = 0 \\ \frac{\prod_{i=1}^n \frac{1}{1 + e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma}}} \left(\exp\left(e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}} + (\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})^{y_i} \right) \right)}{\prod_{i=1}^n y_i!} & , y_i > 0 \end{cases} \quad (2.25)$$

Dengan fungsi *ln-likelihood* sebagai berikut.

$$\ln L(\boldsymbol{\gamma}, \boldsymbol{\beta}) = \begin{cases} \sum_{i=1}^n \left[\ln \left(e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma}} + \exp(-e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}}) \right) - \ln(1 + e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma}}) \right] & , y_i = 0 \\ \sum_{i=1}^n \left[(y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} - e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}}) - \ln(1 + e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma}}) - \ln y_i! \right] & , y_i > 0 \end{cases} \quad (2.26)$$

Persamaan (2.26) pada penjumlahan fungsi eksponensial suku pertama ketika $y_i = 0$ akan mempersulit dalam perhitungan, karena tidak diketahui nilai nol mana yang berasal dari *poisson state* dan nilai nol yang berasal dari *zero state*, maka dari itu fungsi *likelihood* tersebut tidak dapat diselesaikan dengan menggunakan metode numerik biasa. Lambert (1992:3-4) menyatakan bahwa persamaan (2.26) diselesaikan dengan mendefinisikan kembali variabel Y_i dengan variabel indikator Z_i yaitu

$$Z_i = \begin{cases} 1, & \text{bila } y_i \text{ dari } zero \text{ state} \\ 0, & \text{bila } y_i \text{ dari } poisson \text{ state} \end{cases} \quad (2.27)$$

Apabila $y_i > 0$, maka nilai $Z_i = 0$. Namun ketika $y_i = 0$, maka nilai Z_i bisa bernilai 0 atau 1. Hal tersebut akan diselesaikan dengan algoritma EM (Ekspektasi dan Maksimalisasi). Dempster, Laird, dan Rubin (1977) menyatakan bahwa algoritma EM merupakan suatu metode optimasi yang digunakan untuk memaksimalkan fungsi *likelihood* yang mengandung data *missing*. Untuk menaksir parameter dari variabel indikator Z_i dengan menggunakan algoritma EM, maka akan ditentukan terlebih dahulu distribusi dari Z_i berdasarkan definisi (2.17) dan (2.27)

$P(Z_i = 1) = \pi_i$ dan $P(Z_i = 0) = P(Y \sim \text{Poisson}(\lambda)) = 1 - \pi_i$
 Jadi $Z_i \sim \text{Binomial}(1, \pi_i)$ karena hanya ada peluang sukses dan gagal. Untuk $E[Z_i] = \pi_i$ sedangkan $\text{Var}[Z_i] = \pi_i(1 - \pi_i)$. Selanjutnya adalah membentuk fungsi distribusi dari Z_i sebagai berikut.

$$\begin{aligned} f(\pi, \lambda | y, z) &= f(z) f(y|z) = f(z|1, \pi) f(y|z, \lambda) \\ &= (\pi_i)^{z_i} (1 - \pi_i)^{1-z_i} \left(\frac{\exp(-\lambda_i) \lambda_i^{y_i}}{y_i!} \right)^{1-z_i} \end{aligned} \quad (2.28)$$

Kemudian mensubstitusikan persamaan (2.21), (2.22), dan (2.23) ke persamaan (2.28) maka diperoleh

$$f(\boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\gamma} | \mathbf{y}, \mathbf{z}) = \left(\frac{1}{1 + \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma})} \right) \left(\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma}) \right)^{z_i} \left(\frac{\exp(-e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}}) \left(e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}} \right)^{y_i}}{y_i!} \right)^{1-z_i}$$

Maka terbentuk fungsi *likelihood* sebagai berikut.

$$L(\boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\gamma} | \mathbf{y}, \mathbf{z}) = \prod_{i=1}^n \left[\left(\frac{1}{1 + \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma})} \right) \left(\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma}) \right)^{z_i} \left(\frac{\exp(-e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}}) \left(e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}} \right)^{y_i}}{y_i!} \right)^{1-z_i} \right]$$

dengan *ln-likelihood* (L_c) yaitu

$$L_c(\boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\gamma} | \mathbf{y}, \mathbf{z}) = \sum_{i=1}^n \ln(f(z_i | \boldsymbol{\gamma})) + \sum_{i=1}^n \ln(f(y_i | z_i, \boldsymbol{\beta}))$$

$$\begin{aligned} L_c(\boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\gamma} | \mathbf{y}, \mathbf{z}) &= \sum_{i=1}^n \left(z_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma} - \ln(1 + e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\gamma}}) \right) + \\ &\quad \sum_{i=1}^n (1 - z_i) \left(y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} - e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}} \right) - \sum_{i=1}^n (1 - z_i) \ln(y_i)! \end{aligned}$$

$$L_c(\boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\gamma} | \mathbf{y}, \mathbf{z}) = L_c(\boldsymbol{\gamma} | \mathbf{y}, \mathbf{z}) + L_c(\boldsymbol{\beta} | \mathbf{y}, \mathbf{z}) - \sum_{i=1}^n (1 - z_i) \ln(y_i)! \quad (2.29)$$

Fungsi *ln-likelihood* tersebut dapat dimaksimumkan karena $L_c(\boldsymbol{\gamma} | \mathbf{y}, \mathbf{z})$ dan $L_c(\boldsymbol{\beta} | \mathbf{y}, \mathbf{z})$ dapat dimaksimumkan secara terpisah. Proses iterasi dari algoritma EM terdiri dari tiga langkah yaitu

langkah E, langkah M untuk parameter β dan langkah M untuk γ . Iterasi $(k + 1)$ dari algoritma EM, langkah-langkahnya adalah

- Langkah E untuk mengestimasi Z_i dengan ekspektasi bersyarat $Z_i^{(k)}$ yang diberikan oleh $\beta^{(k)}$ dan $\gamma^{(k)}$

$$Z_i^{(k)} = \begin{cases} \left[1 + \exp(-\mathbf{x}_i^T \gamma^{(k)} - \exp(\mathbf{x}_i^T \beta^{(k)}))\right]^{-1} & \text{jika } y_i = 0 \\ 0 & \text{jika } y_i > 0 \end{cases}$$

- Langkah M untuk parameter β dengan mencari $\beta^{(k+1)}$ dengan memaksimumkan $L_c(\beta | \mathbf{y}, \mathbf{Z}^{(k)})$ yaitu

$$L_c(\beta | \mathbf{y}, \mathbf{Z}^{(k)}) = \sum_{i=1}^n (1 - Z_i^{(k)}) [y_i \mathbf{x}_i^T \beta - \exp(\mathbf{x}_i^T \beta)] \quad (2.30)$$

- Langkah M untuk parameter γ dengan mencari $\gamma^{(k+1)}$ dengan memaksimumkan $L_c(\gamma | \mathbf{y}, \mathbf{Z}^{(k)})$ yaitu

$$L_c(\gamma ; \mathbf{y}, \mathbf{Z}^{(k)}) = \sum_{y_i=0} Z_i^{(k)} \mathbf{x}_i^T \gamma - \quad (2.31)$$

$$\sum_{y_i=0} Z_i^{(k)} \ln(1 + \exp(\mathbf{x}_i^T \gamma)) - \sum_{i=1}^n (1 - Z_i^{(k)}) \ln(1 + \exp(\mathbf{x}_i^T \gamma))$$

- Mengganti $\beta^{(k)}$ dan $\gamma^{(k)}$ dengan $\beta^{(k+1)}$ dan $\gamma^{(k+1)}$, kemudian melakukan kembali tahap ekspektasi.
- Tahap ke-2 sampai ke-3 dilakukan berulang-ulang hingga diperoleh penaksir parameter yang konvergen. Dikatakan konvergen apabila $|\beta^{(k)} - \beta^{(k+1)}| \leq \epsilon$ dan $|\gamma^{(k)} - \gamma^{(k+1)}| \leq \epsilon$, dengan ϵ merupakan bilangan yang sangat kecil misalnya 10^{-5} .

2.5.2 Pengujian Parameter Model Regresi ZIP

Dalam melakukan pengujian parameter regresi ZIP ini dilakukan dengan dua tahap yaitu pengujian secara serentak dan pengujian secara parsial yaitu sebagai berikut.

a. Pengujian Parameter Secara Serentak

Pengujian parameter secara serentak untuk mengetahui variabel prediktor secara bersama-sama berpengaruh atau tidak terhadap model yang terbentuk dengan hipotesisnya adalah

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0 \quad H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0$$

$$H_0 : \gamma_1 = \gamma_2 = \dots = \gamma_k = 0 \quad H_1 : \text{minimal ada satu } \gamma_j \neq 0$$

dengan $j = 1, 2, \dots, k$

Statistik uji yang digunakan adalah *likelihood ratio* dengan himpunan parameter di bawah populasi (Ω) yaitu $\Omega = \{\boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\gamma}\}$ dan himpunan parameter jika H_0 benar (ω) yaitu $\omega = \{\beta_0, \gamma_0\}$ sehingga diperoleh

$$G = -2 \ln \left[\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right] = 2 \ln L(\hat{\Omega}) - 2 \ln L(\hat{\omega}) \quad (2.32)$$

$$G = 2 \ln \left[\prod_{i=1}^n \left(\frac{1}{1 + \exp(\mathbf{x}_i^T \hat{\boldsymbol{\gamma}})} \right) (\exp(\mathbf{x}_i^T \hat{\boldsymbol{\gamma}}))^{z_i} \left(\frac{\exp(-e^{\mathbf{x}_i^T \hat{\boldsymbol{\beta}}}) (\exp(\mathbf{x}_i^T \hat{\boldsymbol{\beta}}))^{y_i}}{y_i!} \right)^{1-z_i} \right] \\ - 2 \ln \left[\prod_{i=1}^n \left(\frac{1}{1 + \exp(\hat{\gamma}_0)} \right) (\exp(\hat{\gamma}_0))^{z_i} \left(\frac{\exp(-e^{\hat{\beta}_0}) (\exp(\hat{\beta}_0))^{y_i}}{y_i!} \right)^{1-z_i} \right]$$

Daerah penolakan : Tolak H_0 apabila G_{hitung} lebih dari $\chi^2_{(\alpha, \nu)}$ dengan ν adalah derajat bebas.

b. Pengujian Parameter Secara Parsial

Pengujian parameter secara parsial untuk mengetahui variabel prediktor secara individu yang memberikan pengaruh signifikan terhadap variabel respon dengan hipotesisnya adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0 \text{ dengan } j=1, 2, \dots, k$$

Statistik uji yang digunakan yaitu statistik uji *Wald* sebagai berikut.

$$W^2 = \left(\frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)} \right)^2 \quad (2.33)$$

dengan $j = 1, 2, \dots, k$, $\hat{\beta}_j$ merupakan taksiran parameter β_j , $SE(\hat{\beta}_j)$ merupakan standar *error* dari $\hat{\beta}_j$ yang diperoleh dengan rumus $SE(\hat{\beta}_j) = \sqrt{\widehat{\text{var}}(\hat{\beta}_j)}$, $\widehat{\text{var}}(\hat{\beta}_j)$ merupakan elemen diagonal ke $j+1$

pada matriks varian kovarian $\hat{\beta}_j$ yaitu $\mathbf{V}(\hat{\beta}_j) = -E\left[\mathbf{H}(\hat{\beta}_j)\right]^{-1}$

dengan daerah penolakannya adalah tolak H_0 pada taraf signifikansi α jika $W^2 > \chi_{(\alpha,1)}^2$. (Agresti, 2002)

Sedangkan pengujian secara parsial untuk parameter γ adalah

$$H_0 : \gamma_j = 0$$

$$H_1 : \gamma_j \neq 0 \text{ dengan } j=1,2,\dots,k$$

Sama halnya pada pengujian parameter untuk β , statistik uji yang digunakan yaitu statistik uji *Wald* sebagai berikut.

$$W^2 = \left(\frac{\hat{\gamma}_j}{SE(\hat{\gamma}_j)} \right)^2 \quad (2.34)$$

dengan $j = 1,2,\dots,k$, $\hat{\gamma}_j$ merupakan taksiran parameter γ_j , $SE(\hat{\gamma}_j)$ merupakan standar *error* dari $\hat{\gamma}_j$ yang diperoleh dengan rumus

$SE(\hat{\gamma}_j) = \sqrt{\widehat{\text{var}}(\hat{\gamma}_j)}$, $\widehat{\text{var}}(\hat{\gamma}_j)$ merupakan elemen diagonal ke $j+1$

pada matriks varian kovarian $\hat{\gamma}_j$ yaitu $\mathbf{V}(\hat{\gamma}_j) = -E\left[\mathbf{H}(\hat{\gamma}_j)\right]^{-1}$

dengan daerah penolakannya adalah tolak H_0 pada taraf signifikansi α jika $W^2 > \chi_{(\alpha,1)}^2$. (Agresti, 2002)

2.6 Pemilihan Model Terbaik

Greene (2012:573) menyatakan bahwa salah satu pemilihan model terbaik yang biasa digunakan adalah *Akaike's Information Criteria* (AIC) dengan rumus sebagai berikut.

$$AIC = -2 \ln L(\hat{\beta}, \hat{\gamma}) + 2k \quad (2.35)$$

dengan k adalah jumlah parameter yang terdapat pada model. Model terbaik dengan menggunakan regresi Poisson atau regresi ZIP ini adalah dengan nilai AIC terkecil.

2.7 Tetanus Neonatorum

Guilfoile (2008:10-11) mengemukakan bahwa tetanus merupakan penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Clostridium*

tetani. Bakteri tersebut memproduksi spora untuk bertahan hidup lebih lama. Penyakit Tetanus Neonatorum ini ditandai dengan adanya kontraksi otot secara terus-menerus, menyakitkan dan terkadang cukup kuat untuk merusak kekuatan tulang. Guilfoile (2008:16) mengemukakan bahwa tetanus terjadi pada salah satu dari empat bentuk yang dikelompokkan berdasarkan distribusi racun dalam tubuh, gejala penyakit dan usia korban yaitu sebagai berikut.

- a. *Generalized tetanus* merupakan bentuk paling umum tetanus di negara-negara maju. Racun mempengaruhi saraf seluruh tubuh yang dapat mengakibatkan kejang pada otot utama. Terdapat sekitar 80 persen tetanus jenis ini yang terjadi di Amerika Serikat.
- b. *Localized tetanus* merupakan tetanus yang menyebabkan terjadinya kejang di daerah yang berdekatan dengan luka yang mengandung bakteri *Clostridium tetani*. Dalam beberapa kasus, hal ini dapat menyebabkan *generalized tetanus* namun gejalanya lebih ringan.
- c. *Cephalic tetanus* biasanya terjadi ketika bakteri *Clostridium tetani* tumbuh pada infeksi luka di kepala atau masuk ke dalam telinga luar kemudian ke telinga tengah. Gejala utamanya adalah terjadinya kelumpuhan wajah yang disebabkan oleh racun kranial (saraf otak).
- d. *Neonatal tetanus* terjadi ketika bayi terinfeksi *Clostridium tetani* yang biasanya melalui tali pusat. Hal tersebut terjadi ketika ibu belum diimunisasi terhadap tetanus, namun apabila ibu telah diimunisasi maka akan dapat melindungi bayi dari tetanus.

Handoko (2011:6) menyatakan bahwa faktor risiko yang mempengaruhi terjadinya penyakit Tetanus Neonatorum berhubungan dengan rendahnya sterilisasi dan kebersihan dari proses partus, penanganan pasca persalinan yang tidak memenuhi syarat dan kurangnya pengetahuan dan sosialisasi vaksin tetanus toxoid di berbagai negara miskin dan kurang berkembang. Faktor-faktor risiko tersebut mencakup faktor medis dan faktor non medis.

Faktor medis meliputi kurangnya standar perawatan prenatal (kurangnya perawatan antenatal pada ibu hamil, kurangnya edukasi ibu hamil tentang pentingnya vaksinasi tetanus toxoid) perawatan perinatal (kurang tersedianya fasilitas persalinan dan tenaga medis sehingga banyak persalinan 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, dan sebagainya). Faktor non medis sering kali berhubungan dengan adat istiadat setempat (contoh: Beberapa suku di Pakistan sering kali mengoleskan kotoran sapi pada lokasi pemotongan tali pusat)

Nursewian (2012) mengemukakan faktor yang menjadi penyebab terjadinya penyakit Tetanus Neonatorum adalah

1. Penggunaan alat yang tidak steril dalam melakukan pemotongan tali pusat yang menjadi risiko penularan penyakit tetanus neonatorum. Seperti para bidan yang melakukan pertolongan persalinan masih menggunakan peralatan seperti pisau dapur untuk memotong tali pusat bayi yang baru lahir.
2. Cara perawatan tali pusat dengan menggunakan cara 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, selain itu juga karena tempat persalinan yang tidak bersih dan steril.
3. Kekebalan ibu terhadap tetanus merupakan faktor yang berperan meningkatkan risiko terjadinya neonates neonatorum.

Chin dan Kandun (2000:516) mengemukakan bahwa penyakit Tetanus Neonatorum terjadi pada sebagian besar bayi yang lahir dari seorang ibu yang tidak pernah mendapatkan imunisasi TT dan persalinannya ditolong oleh dukun beranak. Penyakit Tetanus Neonatorum ini muncul karena adanya spora yang masuk melalui ujung tali pusat yang dipotong karena dibalut dengan pembalut yang tidak steril atau pada saat melakukan

pemotongan tali pusat dengan menggunakan alat yang tidak steril. Chin dan Kandun juga mengemukakan bahwa untuk mencegah terjadinya penyakit Tetanus Neonatorum ini dapat dilakukan dengan cakupan pertolongan persalinan oleh tenaga profesional.

Abdullah, Naiem, dan Mahmud (2012:285) mengemukakan bahwa imunisasi TT diharapkan dapat menekan infeksi Tetanus Neonatorum supaya bayi yang dilahirkan sehat. Ibu hamil dengan status imunisasi TT kurang dari 2 kali berisiko 19,2 kali lebih besar terjadinya kematian neonatal dini pada bayi yang dilahirkan jika dibandingkan dengan ibu hamil dengan riwayat imunisasi TT lebih dari sama dengan 2 kali. Abdullah, dkk (2012:284) juga menyatakan bahwa pemeriksaan ANC (*Ante Natal Care*) dilakukan untuk mengetahui kesehatan ibu hamil dan perkembangan bayi yang sedang dikandung. Pemeriksaan tersebut dilakukan agar mencapai kesehatan yang optimal saat menghadapi masa persalinan, masa nifas, dan laktasi. Pemeriksaan ANC yang dianjurkan adalah minimal 4 kali dalam masa kehamilan meliputi minimal 1 kali pada trimester pertama (usia kehamilan 0-12 minggu), minimal 1 kali pada trimester kedua (usia kehamilan 12-24 minggu), dan minimal 2 kali pada trimester ketiga (usia kehamilan 24 minggu – lahir). Setelah pelayanan ANC sesuai standar telah terpenuhi, selama kehamilan, persalinan, dan nifas ibu dan bayi yang dilahirkan tetap sehat, sehingga dapat menurunkan morbiditas dan mortalitas maternal dan perinatal.

Berikut ini adalah gejala-gejala penyakit Tetanus Neonatorum yang menjadi salah satu sebab kematian bayi.



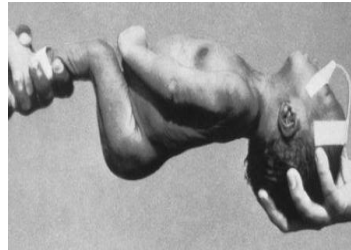
a). Bayi malas menyusu



b). Risus sardonius



c). Opisthotonos



d). Bayi meninggal

Gambar 2.2 Gejala Penyakit Tetanus Neonatorum (Organización Panamericana De La Salud, 2005)

Gambar 2.2 a) menunjukkan bayi malas minum dan menangis terus-menerus. Kemudian bayi akan kesulitan sampai tidak sanggup menghisap dan akhirnya mengalami gangguan dalam menyusui. Gambar 2.2 b) menunjukkan rahang yang kaku (trismus) mulai terjadi yang mengakibatkan tangisan bayi berkurang dan akhirnya berhenti. Mulai terjadi kekakuan pada wajah (bibir tertarik ke arah lateral dan alis tertarik ke atas) yang disebut risus sardonicus. Kaku kuduk, disfagia dan kekakuan pada seluruh tubuh akan menyusul beberapa jam berikutnya. Gambar 2.2 c) menunjukkan spasme dan kejang berulang atau terus-menerus yang terjadi akan mempengaruhi sistem saraf simpatik sehingga terjadi vasokonstriksi (penyempitan pembuluh darah) pada saluran napas dan akan terjadi apneu (nafas berhenti) dan bayi menjadi sianosis (pucat). Pada saat spasme (kejang) berlangsung, kedua lengan biasanya akan fleksi (menekuk) pada siku dan tertarik ke arah badan, sedangkan kedua tungkai dorsofleksi (gerakan ke belakang sendi) dan kaki akan mengalami hiperfleksi. Spasme pada otot punggung menyebabkan punggung tertarik menyerupai busur panah (opisthotonos). Gambar 2.2 d) menunjukkan bayi yang telah meninggal akibat penyakit Tetanus Neonatorum. (Handoko, 2011)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang berasal dari data Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2010 s/d 2013 yang dipublikasikan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia dengan unit observasinya adalah sebanyak 33 provinsi. Data publikasi tahun 2010 hingga tahun 2012 digunakan dalam mendeskripsikan jumlah kasus dan meninggal akibat Tetanus Neonatorum. Untuk surat pernyataan pengambilan data dapat dilihat pada Lampiran 9 halaman 66.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan meliputi variabel respon (Y) dan variabel prediktor (X) yaitu sebagai berikut.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel	Jenis	Definisi Operasional
Jumlah kasus Tetanus Neonatorum (Y)	Diskrit	Jumlah penderita penyakit Tetanus Neonatorum berdasarkan provinsi di Indonesia
Persentase cakupan imunisasi TT2+ terhadap jumlah ibu hamil (X ₁)	Diskrit	Pembagian antara jumlah ibu hamil yang diimunisasi TT2+ terhadap jumlah ibu hamil dikalikan 100.
Persentase jumlah tenaga kesehatan terhadap jumlah bayi (X ₂)	Diskrit	Pembagian antara jumlah tenaga kesehatan yaitu bidan dan perawat baik di rumah sakit maupun di puskesmas terhadap jumlah bayi dan dikalikan 100.
Persentase penolong persalinan oleh tenaga kesehatan (X ₃)	Diskrit	Pembagian antara jumlah ibu yang persalinannya ditolong oleh tenaga kesehatan terhadap jumlah ibu bersalin dan dikalikan 100.
Persentase cakupan ANC (<i>Ante Natal Care</i>) pada ibu hamil (X ₄)	Diskrit	Pembagian antara jumlah ibu yang memperoleh pelayanan antenatal K4 terhadap jumlah ibu hamil dan dikalikan 100.

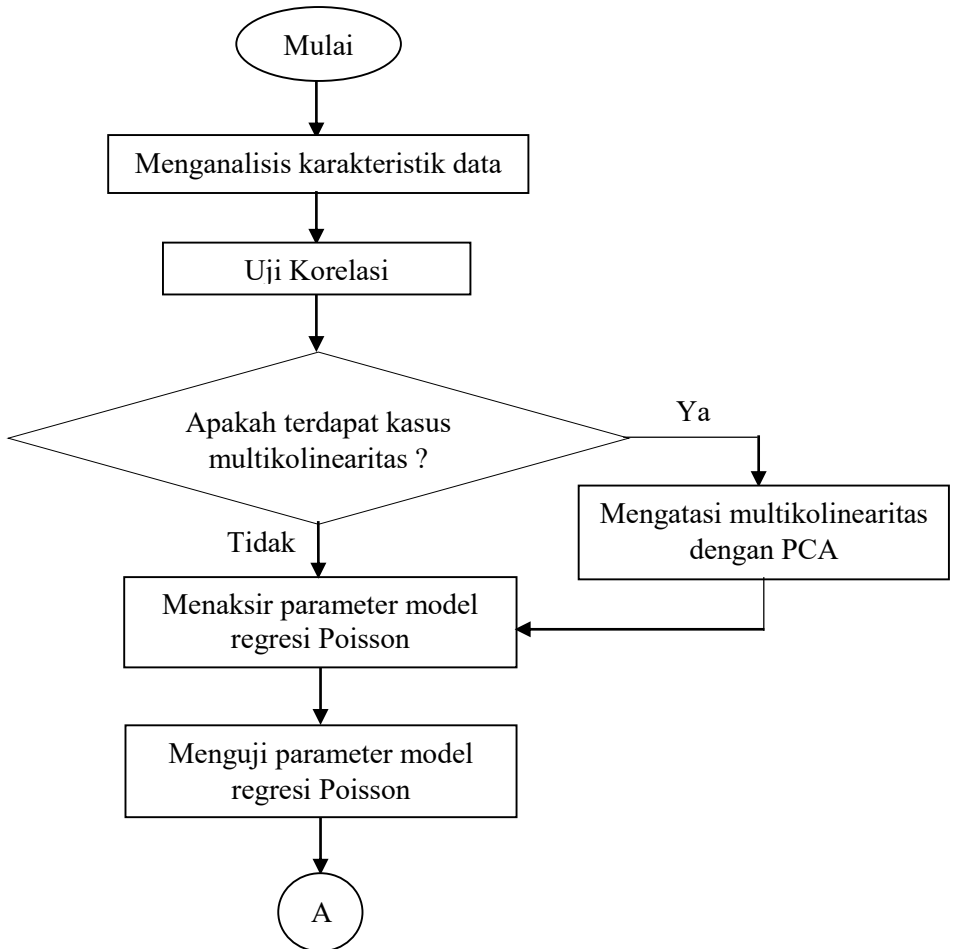
3.3 Langkah Analisis

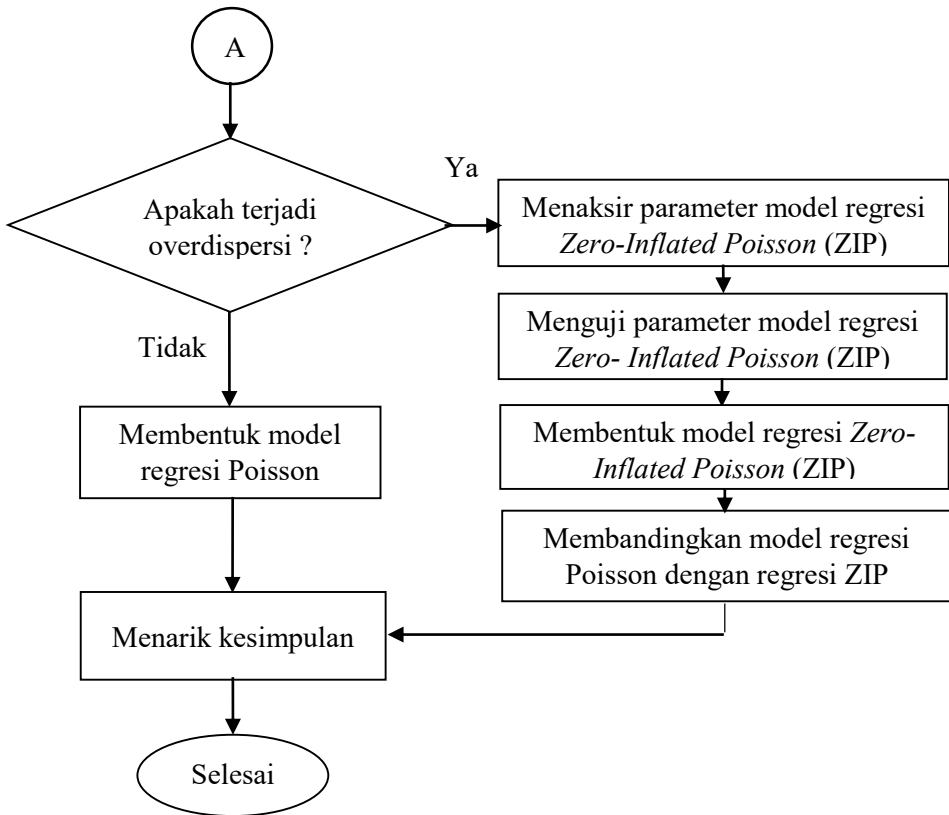
Langkah-langkah analisis yang digunakan dalam melaksanakan penelitian kali ini adalah sebagai berikut.

1. Melakukan analisa statistika deskriptif terkait dengan nilai minimum, nilai maksimum, *mean* dan varians. Serta mendeskripsikan secara visual melalui grafik batang untuk variabel jumlah kasus Tetanus Neonatorum di Indonesia.
2. Melakukan uji korelasi antar variabel prediktor untuk mengetahui ada tidaknya keeratan hubungan antar keduanya.
3. Melakukan identifikasi ada tidaknya kasus multikolinearitas antar variabel prediktor menggunakan nilai VIF, apabila terjadi kasus multikolinearitas akan diatasi dengan *Principal Component Analysis* (PCA). Namun jika tidak terjadi kasus multikolinearitas, maka dilanjutkan ke langkah berikutnya.
4. Melakukan penaksiran parameter model regresi Poisson menggunakan algoritma Newton-Raphson.
5. Melakukan pengujian parameter model regresi Poisson baik pengujian parameter secara serentak maupun parsial (individu).
6. Melakukan pengujian overdispersi. Apabila terjadi kasus overdispersi maka yang digunakan adalah model regresi ZIP, namun apabila tidak terjadi kasus overdispersi maka model regresi Poisson yang digunakan.
 - a. Jika terjadi overdispersi, maka akan dilakukan penaksiran parameter model regresi ZIP menggunakan algoritma EM. Selanjutnya melakukan pengujian parameter model regresi ZIP dengan pengujian parameter secara serentak dan parsial (individu). Setelah itu akan dilakukan pemodelan dengan regresi ZIP. Kemudian membandingkan nilai AIC antara regresi Poisson dan regresi ZIP dengan nilai AIC terkecil adalah model terbaik.
 - b. Jika tidak terjadi overdispersi, maka akan dilakukan pemodelan menggunakan regresi Poisson.
7. Menarik kesimpulan berdasarkan hasil analisis sebelumnya.

3.4 Diagram Alir

Diagram alir menggambarkan proses penelitian mulai dari merumuskan masalah hingga menarik kesimpulan. Berikut ini adalah diagram alir proses penelitian.





Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Penelitian

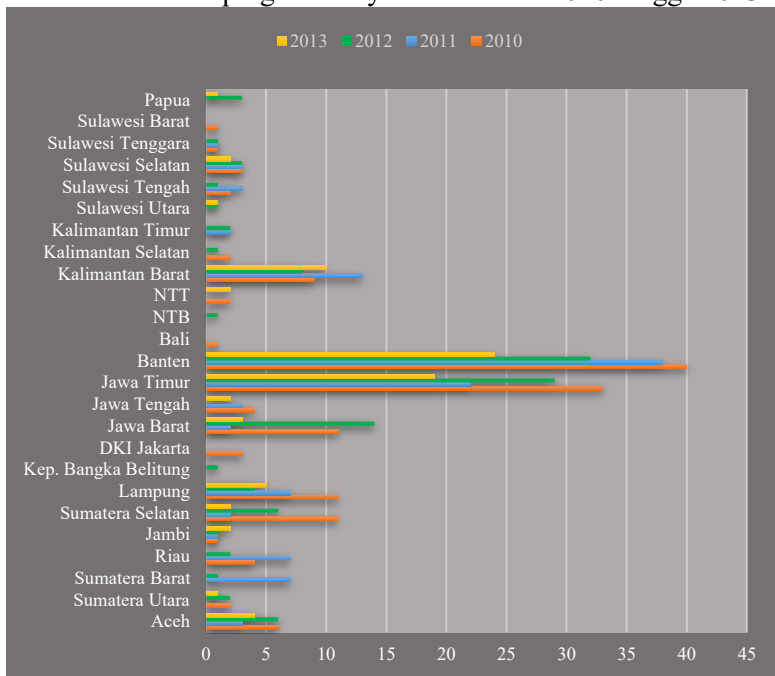
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Data

Sebelum dilakukan analisis lebih lanjut, terlebih dahulu akan dilakukan analisis statistika deskriptif yang digunakan untuk mengetahui karakteristik dari variabel respon dan variabel prediktor dalam penelitian.

4.1.1 Karakteristik Kasus Tetanus Neonatorum di Indonesia

Untuk mengetahui karakteristik kasus Tetanus Neonatorum di Indonesia setiap tahunnya terjadi penurunan atau kenaikan, maka akan dilihat pergerakannya mulai tahun 2010 hingga 2013.

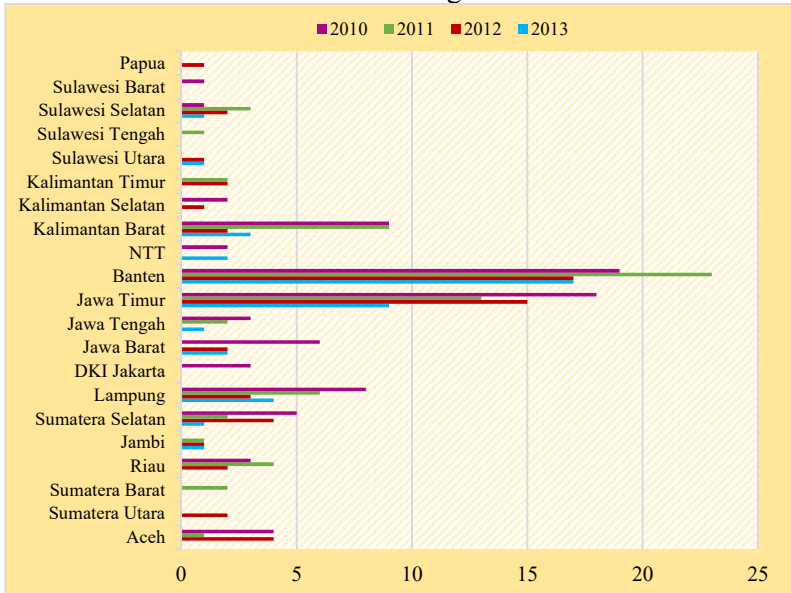


Gambar 4.1 Jumlah Kasus Tetanus Neonatorum di Indonesia

Berdasarkan Gambar 4.1 di atas, terlihat bahwa dari tahun 2010 hingga tahun 2013 provinsi dengan jumlah kasus Tetanus

Neonatorum di Indonesia paling tinggi adalah provinsi Banten dengan rincian pada tahun 2010 terdapat 40 kasus, tahun 2011 terdapat 38 kasus, tahun 2012 terdapat 32 kasus, kemudian pada tahun 2013 mengalami penurunan menjadi 24 kasus. Provinsi Jawa Timur yang mencapai kasus Tetanus Neonatorum tertinggi kedua setelah provinsi Banten yaitu tahun 2010 mencapai 33 kasus, tahun 2011 mencapai 22 kasus, tahun 2012 mencapai 29 kasus, dan tahun 2013 mencapai 19 kasus. Sedangkan provinsi yang tidak terkena kasus Tetanus Neonatorum sama sekali pada tahun 2010 hingga tahun 2013 adalah provinsi Bengkulu, Kepulauan Riau, DI Yogyakarta, Kalimantan Tengah, Gorontalo, Maluku, Maluku Utara, dan Papua Barat. Sedangkan untuk 23 provinsi lainnya terkena kasus Tetanus Neonatorum dengan jumlah kasus sekitar 0 hingga 14 kasus.

Sedangkan jumlah kematian akibat kasus Tetanus Neonatorum di Indonesia adalah sebagai berikut.



Gambar 4.2 Jumlah Kematian Akibat Tetanus Neonatorum di Indonesia

Pada Gambar 4.2 terlihat bahwa jumlah kematian akibat Tetanus Neonatorum ini tertinggi adalah pada provinsi Banten, disusul dengan provinsi Jawa Timur. Provinsi Banten jumlah kematian tertinggi adalah pada tahun 2011 mencapai 23 kasus meninggal akibat Tetanus Neonatorum. Sedangkan pada tahun 2012 dan tahun 2013 provinsi Banten jumlah kematiannya sama yaitu sebanyak 17 kasus. Padahal melihat dari jumlah kasusnya yang tertera pada Gambar 4.1 berbeda dan jumlah yang meninggal tetap. Hal tersebut cukup menjadi peringatan bahwa provinsi Banten memiliki tingkat kerawanan penyakit Tetanus Neonatorum yang perlu di waspadai dan diperhatikan agar mampu menyelesaikan target ETMN. Kemudian di provinsi Jawa Timur tertinggi pada tahun 2010 mencapai 18 kematian akibat Tetanus Neonatorum. Berbeda dengan provinsi Banten, di provinsi Jawa Timur jumlah kematian akibat Tetanus Neonatorum ini justru menurun dari tahun 2012 mencapai 15 kasus ke tahun 2013 menjadi 9 kasus. Berdasarkan fenomena tersebut sudah seharusnya dilakukan penekanan jumlah kasus Tetanus Neonatorum di provinsi Banten dan Jawa Timur dengan tindakan yang efektif.

Tabel 4.1 Deskripsi Jumlah dan *Mean* Tetanus Neonatorum

Deskripsi	2010		2011		2012		2013	
	K	M	K	M	K	M	K	M
Jumlah	147	84	114	69	119	59	78	42
<i>Mean</i>	4,45	2,55	3,45	2,09	3,61	1,79	2,36	1,27

Keterangan : K (Kasus) ; M (Meninggal)

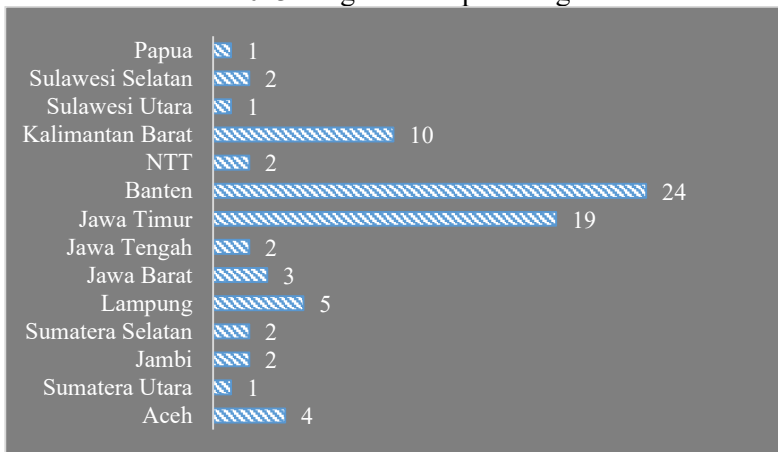
Tabel 4.1 menunjukkan bahwa jumlah kasus Tetanus Neonatorum di Indonesia yang paling tinggi adalah pada tahun 2010 mencapai 147 kasus dengan *mean* atau rata-rata kasus sebesar 4,45 kasus atau senilai dengan 4 kasus. Sedangkan jumlah yang meninggal akibat Tetanus Neonatorum ini tertinggi pada tahun 2010 mencapai 84 kasus dengan *mean* atau rata-rata kematian akibat penyakit ini sebanyak 2,55 kasus atau senilai dengan 3 kasus. Hal tersebut membuktikan bahwa target ETMN di Indonesia berhasil memperkecil jumlah kasus Tetanus Neonatorum walaupun belum mencapai target.

Setelah mendeskripsikan kasus Tetanus Neonatorum di Indonesia, maka diperoleh CFR (*Case Fatality Rate*) yang menunjukkan tingkat keganasan dari penyakit Tetanus Neonatorum sebagai berikut.

Tabel 4.2 CFR Kasus Tetanus Neonatorum di Indonesia

Tahun	CFR (%)
2010	57,14
2011	60,53
2012	49,58
2013	53,85

Tabel 4.2 menunjukkan nilai CFR kasus Tetanus Neonatorum di Indonesia yang diperoleh dengan melakukan pembagian jumlah kasus meninggal akibat Tetanus Neonatorum terhadap jumlah kasus yang terkena Tetanus Neonatorum dan diperoleh bahwa CFR dari tahun 2012 ke tahun 2013 mengalami peningkatan cukup tinggi yaitu sebesar 4,27 persen jika dibandingkan CFR dari tahun 2010 ke tahun 2011, sehingga yang digunakan sebagai variabel respon pada penelitian ini adalah jumlah kasus Tetanus Neonatorum tahun 2013 dengan deskripsi sebagai berikut.



Gambar 4.3 Jumlah Kasus Tetanus Neonatorum di Indonesia Tahun 2013

Berdasarkan Gambar 4.3 di atas terlihat bahwa terdapat 14 provinsi yang terkena kasus Tetanus Neonatorum dengan sisanya sebanyak 19 provinsi tidak terkena kasus tersebut atau dapat dikatakan bahwa proporsi provinsi dengan 0 kasus sebesar 57,6 persen. Jumlah kasus Tetanus Neonatorum yang paling tinggi adalah pada provinsi Banten sebanyak 24 kasus, kemudian jumlah kasus Tetanus Neonatorum terendah yaitu sebanyak 1 kasus terdapat pada provinsi Papua, Sulawesi Utara, dan Sumatera Utara. Provinsi dengan jumlah kasus Tetanus Neonatorum sebanyak 2 kasus adalah provinsi Sulawesi Selatan, NTT, Jawa Tengah, Sumatera Selatan, dan Jambi. Provinsi Jawa Barat sebanyak 3 kasus, provinsi Aceh sebanyak 4 kasus, provinsi Lampung sebanyak 5 kasus, provinsi Kalimantan Barat sebanyak 10 kasus, provinsi Jawa Timur sebanyak 19 kasus.

4.1.2 Karakteristik Indikator Kejadian Penyakit Tetanus Neonatorum di Indonesia Tahun 2013

Untuk karakteristik dari indikator yang menunjukkan terjadinya kasus Tetanus Neonatorum ini adalah sebagai berikut.

Tabel 4.3 Statistika Deskriptif Variabel Prediktor

Variabel	Minimum	Maksimum	Mean	Varians
X1	8,63	106,8	58,25	540,16
X2	4,615	19,23	11,433	14,724
X3	33,31	99,89	88,83	154,87
X4	41,40	85,50	63,95	147,99

Berdasarkan Tabel 4.3 di atas dapat dikatakan bahwa persentase cakupan imunisasi TT2+ terhadap jumlah ibu hamil (X1) terendah sebesar 8,63 persen di provinsi Papua, jika dibandingkan rata-rata keseluruhan persentase tersebut cukup rendah, sehingga di provinsi Papua perlu adanya penyuluhan tentang pentingnya imunisasi TT2+ bagi ibu hamil agar bayi yang dilahirkan bisa terhindar dari penyakit Tetanus Neonatorum. Sedangkan persentase cakupan imunisasi TT2+ tertinggi di provinsi Jawa Tengah sebesar 106,8 persen. Hal tersebut akan dapat memperkecil kemungkinan terjangkitnya penyakit Tetanus Neonatorum. Pada variabel X1 ini terdapat persentase yang lebih dari 100 persen, hal itu disebabkan

karena imunisasi TT2+ merupakan imunisasi yang ditujukan untuk ibu hamil dan wanita usia subur atau calon pengantin namun dosisnya hanya 1 kali saja. Karena adanya kekhawatiran akan terjangkitnya penyakit Tetanus Neonatorum ini maka wanita usia subur tersebut melakukan imunisasi TT lebih dari 1 kali. Varians dari variabel ini sangat besar sehingga bisa dikatakan bahwa persentase cakupan imunisasi TT2+ di masing-masing provinsi sangat berfluktuatif ada yang persentasenya kecil dan ada juga yang besar. Hal tersebut menandakan bahwa tingkat antusiasme dari ibu hamil di setiap provinsi berbeda-beda.

Persentase jumlah tenaga kesehatan terhadap jumlah bayi (X2) terendah sebesar 4,615 persen di provinsi Jawa Barat, jika dibandingkan dengan rata-rata keseluruhan maka perlu adanya peningkatan jumlah tenaga kesehatan di provinsi tersebut agar dalam melakukan persalinan bisa ditangani oleh tenaga profesional yang bisa memperkecil kemungkinan terkena penyakit Tetanus Neonatorum. Sedangkan untuk persentase jumlah tenaga kesehatan tertinggi di provinsi Aceh sebesar 19,228 persen, hal tersebut membuktikan bahwa persentase jumlah tenaga kesehatan sudah cukup tinggi. Varians dari variabel ini sangat kecil sehingga bisa dikatakan bahwa persentase jumlah tenaga kesehatan di masing-masing provinsi relatif sama.

Persentase penolong persalinan oleh tenaga kesehatan (X3) terendah di provinsi Papua sebesar 33,31 persen cukup jauh jika dibandingkan dengan rata-rata keseluruhan, dan hal ini membuktikan bahwa akses kesehatan di provinsi ini cukup sulit. Sedangkan provinsi Jawa Tengah dengan persentase penolong persalinan oleh tenaga kesehatan tertinggi sebesar 99,89 persen. Hal tersebut membuktikan bahwa akses kesehatan di provinsi tersebut sudah sangat mudah. Varians dari variabel ini sangat besar sehingga bisa dikatakan bahwa persentase penolong persalinan oleh tenaga kesehatan di masing-masing provinsi sangat berfluktuatif ada yang persentasenya kecil dan ada juga yang besar. Hal tersebut menandakan bahwa tingkat kemudahan akses kesehatan di setiap provinsi berbeda-beda.

Persentase cakupan ANC (*Ante Natal Care*) pada ibu hamil (X4) terendah di provinsi Maluku sebesar 41,40 persen dan tertinggi di provinsi DI Yogyakarta sebesar 85,50 persen. Hal tersebut membuktikan bahwa cakupan pelayanan antenatal sudah terjamin. Varians dari variabel ini cukup besar sehingga bisa dikatakan bahwa persentase cakupan ANC pada ibu hamil di masing-masing provinsi berfluktuatif.

4.2 Analisis Korelasi

Untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor atau antar variabel prediktor adalah dengan melihat *pvalue* dari masing-masing koefisien korelasi. Berikut ini adalah matriks korelasi yang terbentuk.

Tabel 4.4 Koefisien Korelasi Antar Variabel Prediktor

		X1	X2	X3	X4
X1	<i>Pearson Correlation</i>	1	-0,200	0,553	0,407
	Sig. (2-tailed)		0,264	0,001	0,019
X2	<i>Pearson Correlation</i>	-0,200	1	-0,132	-0,345
	Sig. (2-tailed)	0,264		0,465	0,049
X3	<i>Pearson Correlation</i>	0,553	-0,132	1	0,520
	Sig. (2-tailed)	0,001	0,465		0,002
X4	<i>Pearson Correlation</i>	0,407	-0,345	0,520	1
	Sig. (2-tailed)	0,019	0,049	0,002	

Berdasarkan Tabel 4.4 di atas terlihat bahwa variabel X1 dengan variabel X3 memiliki *pvalue* sebesar 0,001 kurang dari taraf signifikansi (α) sebesar 0,15 maka tolak H_0 yang berarti terdapat keeratan hubungan antar keduanya sebesar -0,200, kemudian variabel X1 dengan X4 memiliki *pvalue* sebesar 0,019 kurang dari taraf signifikansi (α) sebesar 0,15 maka tolak H_0 yang berarti terdapat keeratan hubungan antar keduanya sebesar 0,407, variabel X2 dengan X4 memiliki *pvalue* sebesar 0,049 kurang dari taraf signifikansi (α) sebesar 0,15 maka tolak H_0 yang berarti terdapat keeratan hubungan antar keduanya sebesar 0,407, variabel X3 dengan X4 memiliki *pvalue* sebesar 0,002 kurang dari taraf signifikansi (α) sebesar 0,15 maka tolak H_0 yang berarti terdapat keeratan hubungan antar keduanya sebesar 0,520.

4.3 Pemeriksaan Multikolinearitas

Sebelum dilakukan analisis lebih lanjut, maka akan dilakukan pengecekan ada tidaknya kasus multikolinearitas antara variabel prediktor. Pemeriksaan multikolinearitas pada kasus Tetanus Neonatorum ini dilakukan dengan melihat nilai *Variance Inflation Factor* (VIF), jika terdapat variabel prediktor dengan nilai VIF lebih besar dari 10 maka terjadi kasus multikolinearitas. Berikut ini merupakan nilai VIF dari masing-masing variabel prediktor.

Tabel 4.5 Nilai VIF Variabel Prediktor

Variabel	VIF
X1	1,49880
X2	1,15247
X3	1,71292
X4	1,55958

Berdasarkan Tabel 4.5 di atas dapat dikatakan bahwa pada masing-masing variabel prediktor memiliki nilai VIF yang kurang dari 10, maka tidak terjadi kasus multikolinearitas. Oleh karena itu, variabel dapat dianalisis lebih lanjut yaitu menggunakan regresi Poisson dan atau regresi ZIP. Tidak adanya kasus multikolinearitas ada penelitian ini juga diperkuat dengan koefisien korelasi yang tertera pada Tabel 4.4 dengan koefisien korelasi kurang dari 0,95 yang berarti tidak terindikasi terjadinya kasus multikolinearitas.

4.4 Model Regresi Poisson

Jumlah kasus Tetanus Neonatorum merupakan data *count* yang berdistribusi poisson. Untuk mengetahui hubungan antara jumlah kasus Tetanus Neonatorum dengan faktor-faktor yang diduga memiliki pengaruh, maka akan dilakukan analisis regresi Poisson. Hal pertama yang dilakukan adalah melakukan pengujian parameter secara serentak menggunakan statistik uji *likelihood ratio* (G). Berikut ini adalah hipotesis dari pengujian secara serentak dari regresi Poisson.

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

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

Pada pengujian secara serentak diperoleh statistik uji *likelihood ratio* (G) sebesar 189,61 lebih dari $\chi^2_{(0.15,4)}$ sebesar 6,745 sehingga tolak H_0 yang berarti minimal ada satu atau beberapa parameter β memberikan pengaruh yang signifikan terhadap variabel respon, dengan variabel responnya adalah jumlah kasus Tetanus Neonatorum di Indonesia. Sehingga model regresi Poisson dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh persentase cakupan imunisasi TT2+ terhadap jumlah ibu hamil, persentase jumlah tenaga kesehatan terhadap jumlah bayi, persentase penolong persalinan oleh tenaga kesehatan, dan persentase cakupan ANC pada ibu hamil terhadap jumlah kasus Tetanus Neonatorum di Indonesia.

Setelah pengujian parameter secara serentak dilakukan, selanjutnya adalah melakukan pengujian secara parsial menggunakan statistik uji *Wald* sebagai berikut.

Tabel 4.6 Uji Parsial (Individu) Untuk Regresi Poisson

Parameter	Estimasi	Wald	Pvalue
β_0	0,0376	0,00040	0,9811
β_1	-0,0181	14,8996	0,0001*
β_2	-0,3065	36,6025	< 0,0001*
β_3	0,0466	4,88410	0,0274*
β_4	0,0091	0,31360	0,5724

Keterangan : *) Parameter signifikan

Hipotesis untuk pengujian ini adalah

$$H_0 : \beta_j = 0$$

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

Berdasarkan Tabel 4.6 di atas terlihat bahwa statistik uji *Wald* untuk parameter β_1 , β_2 , β_3 lebih dari $\chi^2_{(0.15,1)}$ sebesar 2,072.

Sedangkan dengan melihat *pvalue* dari parameter β_1 , β_2 , β_3 sebesar 0,0001, < 0,0001, 0,0274, maka tolak H_0 yang berarti bahwa persentase cakupan imunisasi TT2+ terhadap jumlah ibu hamil, persentase jumlah tenaga kesehatan terhadap jumlah bayi, dan persentase penolong persalinan oleh tenaga kesehatan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah kasus Tetanus

Neonatorum di Indonesia. Sedangkan untuk variabel persentase cakupan ANC pada ibu hamil tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah kasus Tetanus Neonatorum di Indonesia.

Setelah penaksiran parameter selesai dilakukan maka selanjutnya akan dilakukan pengujian overdispersi. Apabila tidak terjadi kasus overdispersi maka akan dibentuk model regresi Poisson. Pengujian ini menggunakan statistik uji *Lagrange Multiplier* dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : $\text{Var}[Y_i] = E[Y_i]$ (asumsi equidispersi terpenuhi)

H_1 : $\text{Var}[Y_i] \neq E[Y_i]$ (asumsi equidispersi tidak terpenuhi)

Pada pengujian overdispersi menggunakan statistik uji *Lagrange Multiplier* diperoleh statistik ujinya sebesar 281,01 dengan *pvalue* kurang dari 0,0001. Sehingga keputusan yang diambil adalah tolak H_0 karena *pvalue* kurang dari taraf signifikansi (α) sebesar 0,15 sehingga dapat dikatakan bahwa model yang terbentuk terjadi overdispersi, sehingga asumsi equidispersi pada regresi Poisson tidak terpenuhi.

4.5 Model Regresi *Zero-Inflated Poisson* (ZIP)

Pemodelan menggunakan regresi Poisson diperoleh bahwa terjadi overdispersi, sehingga untuk mengatasinya akan dilakukan pemodelan menggunakan regresi *Zero-Inflated Poisson* (ZIP). Kemudian akan dilakukan estimasi parameter menggunakan algoritma EM. Setelah penaksiran parameter telah selesai dilakukan maka selanjutnya akan dilakukan pengujian secara serentak menggunakan statistik uji *likelihood ratio* (G) dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$ H_1 : minimal ada satu $\beta_j \neq 0$

H_0 : $\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = \gamma_4 = 0$ H_1 : minimal ada satu $\gamma_j \neq 0$

dengan $j = 1, 2, 3, 4$

Pada pengujian secara serentak diperoleh G hitung sebesar 138 lebih dari $\chi^2_{(0.15, 8)}$ sebesar 12,027 sehingga keputusannya tolak H_0 yang berarti minimal ada satu parameter β atau parameter γ yang memberikan pengaruh signifikan terhadap variabel respon, dengan variabel responnya adalah jumlah kasus Tetanus Neonatorum di

Indonesia. Sehingga model regresi ZIP dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh persentase cakupan imunisasi TT2+ terhadap jumlah ibu hamil, persentase jumlah tenaga kesehatan terhadap jumlah bayi, persentase penolong persalinan oleh tenaga kesehatan, dan persentase cakupan ANC pada ibu hamil terhadap jumlah kasus Tetanus Neonatorum di Indonesia.

Sedangkan untuk uji parsial (individu) terdapat dua parameter yaitu parameter β dan parameter γ adalah sebagai berikut.

Tabel 4.7 Uji Parsial (Individu) Untuk Regresi ZIP

Parameter	Estimasi	Wald	Pvalue
γ_0	-6,1520	2,1904	0,1488
γ_1	-0,00730	0,1225	0,7317
γ_2	0,1939	2,5600	0,1202*
γ_3	0,05237	1,1449	0,2918
γ_4	-0,00096	0,0004	0,9828
β_0	-1,7986	1,4884	0,2324
β_1	-0,01186	8,7616	0,0056*
β_2	-0,1279	5,5225	0,0247*
β_3	0,04376	4,6656	0,0380*
β_4	0,02074	1,0404	0,3132

Keterangan : *) Parameter signifikan

Hipotesis untuk parameter β adalah

$$H_0 : \beta_j = 0$$

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

Pada Tabel 4.7 diperoleh parameter yang signifikan adalah parameter β_1 , β_2 dan β_3 dengan *pvalue* sebesar 0,0056, 0,0247, 0,0380 kurang dari taraf signifikansi (α) sebesar 0,15. Sedangkan apabila dilihat dari statistik uji *Wald* diperoleh statistik uji untuk parameter β_1 , β_2 dan β_3 sebesar 8,7616, 5,5225, dan 4,6656 lebih dari $\chi^2_{(0,15,1)}$ sebesar 2,072, sehingga tolak H_0 yang berarti variabel persentase cakupan imunisasi TT2+ terhadap jumlah ibu hamil, persentase jumlah tenaga kesehatan terhadap jumlah bayi, persentase penolong persalinan oleh tenaga kesehatan memberikan

pengaruh yang signifikan terhadap rata-rata jumlah kasus Tetanus Neonatorum di Indonesia.

Selanjutnya adalah melakukan pengujian parsial untuk parameter γ dengan hipotesisnya adalah

$$H_0 : \gamma_j = 0$$

$$H_1 : \gamma_j \neq 0 \text{ dengan } j=1,2,3,4$$

Pada Tabel 4.7 diperoleh parameter yang signifikan adalah parameter hanya γ_2 yang memiliki *pvalue* sebesar 0,1202 kurang dari taraf signifikansi (α) sebesar 0,15. Sedangkan apabila melihat statistik uji *Wald* diperoleh statistik uji sebesar 2,5600 lebih dari $\chi^2_{(0,15,1)}$ sebesar 2,072, sehingga tolak H_0 yang berarti persentase jumlah tenaga kesehatan terhadap jumlah bayi berpengaruh signifikan terhadap rata-rata jumlah kasus Tetanus Neonatorum di Indonesia.

Setelah penaksiran dan pengujian parameter telah dilakukan, maka selanjutnya adalah membentuk model ZIP. Dalam pembentukan model regresi ZIP ini, parameter yang signifikan maupun tidak signifikan tetap diikutkan dalam model, karena apabila dilakukan penaksiran parameter lagi, maka estimasinya akan berubah. Model regresi ZIP ini meliputi model ln dan model logit sebagai berikut.

Model ln :

$$\ln(\hat{\lambda}_i) = -1,7986 - 0,01186X_1 - 0,1279X_2 + 0,04376X_3 + 0,02074X_4$$

atau

$$\hat{\lambda}_i = \exp(-1,7986 - 0,01186X_1 - 0,1279X_2 + 0,04376X_3 + 0,02074X_4)$$

Model logit :

$$\text{logit}(\hat{\pi}_i) = -6,1520 - 0,00730X_1 + 0,1939X_2 + 0,05237X_3 - 0,00096X_4$$

atau

$$\hat{\pi}_i = \frac{\exp(-6,1520 - 0,00730X_1 + 0,1939X_2 + 0,05237X_3 - 0,00096X_4)}{1 + \exp(-6,1520 - 0,00730X_1 + 0,1939X_2 + 0,05237X_3 - 0,00096X_4)}$$

dengan variabel X_1 menyatakan persentase cakupan imunisasi TT2+ terhadap jumlah ibu hamil, variabel X_2 menyatakan

persentase jumlah tenaga kesehatan terhadap jumlah bayi, variabel X_3 menyatakan persentase penolong persalinan dilakukan oleh tenaga kesehatan, dan X_4 menyatakan persentase cakupan ANC pada ibu hamil.

Model ln di atas menjelaskan bahwa setiap peningkatan persentase cakupan imunisasi TT2+ terhadap jumlah ibu hamil sebesar 1 persen akan memperkecil rata-rata jumlah kasus Tetanus Neonatorum sebesar $\exp(-0,01186)$ atau sebesar 0,98821 kali dengan syarat semua variabel lain konstan. Setiap peningkatan persentase jumlah tenaga kesehatan terhadap jumlah bayi sebesar 1 persen akan memperkecil rata-rata jumlah kasus Tetanus Neonatorum sebesar $\exp(-0,1279)$ atau sebesar 0,87994 kali dengan syarat semua variabel lain konstan. Setiap peningkatan persentase penolong persalinan dilakukan oleh tenaga kesehatan sebesar 1 persen akan memperbesar rata-rata jumlah kasus Tetanus Neonatorum sebesar $\exp(0,04376)$ atau sebesar 1,04473 kali dengan syarat semua variabel lain konstan. Variabel tersebut memperbesar rata-rata jumlah kasus Tetanus Neonatorum, karena cepat atau tidaknya tenaga kesehatan dalam menangani pasien akan menentukan tingkat kesembuhan pasien. Untuk variabel persentase cakupan ANC pada ibu hamil memang tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah kasus Tetanus Neonatorum, namun pada kondisi riil variabel tersebut tetap memberikan pengaruh. Variabel persentase cakupan ANC pada ibu hamil diperoleh tanda yang positif, hal tersebut dikarenakan tingkat kerutinan ibu hamil dalam melakukan pemeriksaan kesehatan kandungannya dapat mempertinggi jumlah kasus Tetanus Neonatorum di Indonesia.

Model logit menjelaskan bahwa peluang tidak terjadi kasus Tetanus Neonatorum pada suatu provinsi di Indonesia ($y_i = 0$) dipengaruhi oleh persentase jumlah tenaga kesehatan terhadap jumlah bayi. Berdasarkan kedua model yang terbentuk, maka dapat dikatakan bahwa variabel prediktor yang mempengaruhi *Poisson state* adalah variabel persentase cakupan imunisasi TT2+ terhadap jumlah ibu hamil (X_1), persentase jumlah tenaga kesehatan

terhadap jumlah bayi (X_2), dan persentase penolong persalinan dilakukan oleh tenaga kesehatan (X_3). Sedangkan variabel prediktor yang mempengaruhi *zero state* adalah variabel persentase jumlah tenaga kesehatan terhadap jumlah bayi (X_2). Karena variabel prediktor yang mempengaruhi *poisson state* dan *zero state* berbeda, maka pemodelan regresi ZIP dilakukan sekali saja sama seperti pemodelan dengan regresi Poisson.

4.6 Pemilihan Model Terbaik

Dari model yang terbentuk dengan regresi Poisson dan regresi ZIP, selanjutnya adalah membandingkan model tersebut dengan nilai AIC terkecil adalah model terbaik. Berikut ini adalah nilai AIC yang diperoleh.

Tabel 4.8 Nilai AIC

Model	AIC
Regresi Poisson	199,61
Regresi ZIP	158,0*

Keterangan : *) Model terbaik

Berdasarkan Tabel 4.8 di atas menunjukkan model dengan nilai AIC paling kecil adalah model regresi ZIP, hal tersebut menunjukkan bahwa pemodelan menggunakan regresi ZIP lebih baik jika dibandingkan dengan regresi Poisson.

4.7 Peluang Banyaknya Penderita Tetanus Neonatorum pada Setiap Provinsi di Indonesia

Untuk mengetahui provinsi mana yang rawan terjangkit penyakit Tetanus Neonatorum, maka akan diselidiki berdasarkan model yang diperoleh dari analisis sebelumnya. Peluang ini diperoleh melalui persamaan (2.18) yang terdapat pada bab 2 dengan mensubstitusikan λ dan π yang diperoleh dari model ln dan logit. Berikut ini adalah peluang banyaknya penderita Tetanus Neonatorum pada setiap provinsi di Indonesia.

Tabel 4.9 Peluang Banyaknya Penderita Tetanus Neonatorum pada Setiap Provinsi di Indonesia

Provinsi	λ_i	π_i	$P(Y_i=0)$	$P(Y_i=1)$	$P(Y_i=2)$	$P(Y_i=3)$
Aceh	0.9962	0.8176	0.8849	0.0671	0.0334	0.0111
Sumatera Utara	6.2081	0.3466	0.3479	0.0082	0.0253	0.0524
Sumatera Barat	2.9607	0.4993	0.5252	0.0768	0.1136	0.1121
Riau	6.6639	0.4884	0.4890	0.0044	0.0145	0.0322
Jambi	3.4714	0.5858	0.5987	0.0447	0.0775	0.0897
Sumatera Selatan	4.9540	0.3724	0.3769	0.0219	0.0543	0.0897
Bengkulu	2.9082	0.8318	0.8410	0.0267	0.0388	0.0376
Lampung	8.3507	0.2898	0.2899	0.0014	0.0059	0.0163
Kep. Bangka Bltg	5.2442	0.6405	0.6424	0.0100	0.0261	0.0456
Kepulauan Riau	10.5438	0.5155	0.5155	0.0001	0.0007	0.0025
DKI Jakarta	5.3032	0.8014	0.8024	0.0052	0.0139	0.0246
Jawa Barat	6.0118	0.1858	0.1878	0.0120	0.0360	0.0722
Jawa Tengah	6.8768	0.4466	0.4472	0.0039	0.0135	0.0309
DI Yogyakarta	2.9990	0.7854	0.7961	0.0321	0.0481	0.0481
Jawa Timur	16.3384	0.5680	0.5680	0.0000	0.0000	0.0000
Banten	8.4252	0.2895	0.2896	0.0013	0.0055	0.0155
Bali	5.3610	0.6997	0.7011	0.0076	0.0203	0.0362
NTB	7.6423	0.3284	0.3287	0.0025	0.0094	0.0240
NTT	3.5303	0.2824	0.3034	0.0742	0.1310	0.1542
Kalimantan Barat	3.2849	0.5839	0.5995	0.0512	0.0841	0.0920
Kalimantan Tengah	2.6438	0.7308	0.7499	0.0506	0.0669	0.0589
Kalimantan Selatan	4.0330	0.6054	0.6124	0.0282	0.0569	0.0764
Kalimantan Timur	2.7929	0.4571	0.4903	0.0929	0.1297	0.1207
Sulawesi Utara	3.5510	0.8298	0.8347	0.0173	0.0308	0.0364
Sulawesi Tengah	1.8009	0.7912	0.8257	0.0621	0.0559	0.0336
Sulawesi Selatan	4.3939	0.6820	0.6859	0.0173	0.0379	0.0555
Sulawesi Tenggara	4.4271	0.5716	0.5768	0.0227	0.0502	0.0740
Gorontalo	3.1278	0.5145	0.5358	0.0665	0.1041	0.1085
Sulawesi Barat	3.9980	0.5010	0.5102	0.0366	0.0732	0.0975
Maluku	0.5838	0.6218	0.8328	0.1231	0.0359	0.0070
Maluku Utara	1.2478	0.7971	0.8553	0.0727	0.0454	0.0189
Papua Barat	1.0728	0.5997	0.7366	0.1469	0.0788	0.0282
Papua	0.2761	0.1351	0.7914	0.1812	0.0250	0.0023

Berdasarkan Tabel 4.9 yang menunjukkan banyaknya penderita Tetanus Neonatorum pada masing-masing provinsi di Indonesia. Provinsi dengan peluang tidak ada bayi yang menderita penyakit Tetanus Neonatorum cukup tinggi adalah provinsi Aceh, Bengkulu, DKI Jakarta, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Maluku, dan Maluku Utara. Sedangkan provinsi dengan peluang terdapat satu bayi yang menderita penyakit Tetanus Neonatorum cukup tinggi adalah provinsi Maluku, Papua Barat, dan Papua. Provinsi dengan peluang terdapat dua dan tiga bayi yang menderita penyakit Tetanus Neonatorum cukup tinggi adalah provinsi Sumatera Barat, Nusa Tenggara Timur (NTT), Kalimantan Timur, dan Gorontalo. Sehingga provinsi tersebut perlu lebih diperhatikan lagi untuk bisa mencapai target Eliminiasi Tetanus Maternal dan Neonatal (ETMN) di Indonesia yaitu dengan target jumlah kasus Tetanus Neonatorum kurang dari 1 per 1000 kelahiran pada setiap kabupaten/kota di masing-masing provinsi.

Lampiran 1. Data

1.a. Data Jumlah Kasus Tetanus Neonatorum Beserta Faktornya di Indonesia Tahun 2013

No.	Provinsi	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
1	Aceh	4	75.2	19.23	86.6	65.4
2	Sumatera Utara	1	22.7	7.55	81.71	61.9
3	Sumatera Barat	0	69.2	11.36	86.24	66.7
4	Riau	0	61.2	8.63	94.4	67.2
5	Jambi	2	77.9	11.35	94.07	62.8
6	Sumatera Selatan	2	63.2	7.65	89.09	59.2
7	Bengkulu	0	59.2	16.16	97.63	65.7
8	Lampung	5	67.2	6.09	88.6	78.1
9	Kep. Bangka Belitung	0	80.5	11.29	99.27	72.8
10	Kepulauan Riau	0	59.6	8.24	97.88	78.7
11	DKI Jakarta	0	41.5	14.79	96.58	78.3
12	Jawa Barat	3	100.4	4.62	87.53	74.4
13	Jawa Tengah	2	106.8	8.06	99.89	79.7
14	DI Yogyakarta	0	66.8	16.50	92.02	85.5
15	Jawa Timur	19	21.5	7.99	97.53	77.2
16	Banten	24	84.2	5.13	94.35	70.2
17	Bali	0	82.3	12.83	99.14	84.7
18	NTB	0	80.4	6.32	92.96	73.6
19	NTT	2	24.83	8.12	74.08	55.5
20	Kalimantan Barat	10	41.2	11.97	86.46	59
21	Kalimantan Tengah	0	59.1	13.89	94.34	54
22	Kalimantan Selatan	0	19.9	12.33	83.96	64.2
23	Kalimantan Timur	0	46.4	11.66	78.75	68.5
24	Sulawesi Utara	1	54.7	15.38	99.59	63.8
25	Sulawesi Tengah	0	46.1	16.21	90.25	51
26	Sulawesi Selatan	2	67	11.52	99.78	56.9
27	Sulawesi Tenggara	0	52.5	10.27	93.28	55
28	Gorontalo	0	70.5	10.44	90.76	54.9
29	Sulawesi Barat	0	57	9.44	91.49	51.3
30	Maluku	0	68	16.54	75.96	41.4
31	Maluku Utara	0	60.4	16.81	90.58	44.5
32	Papua Barat	0	26.1	15.24	73.2	44.6
33	Papua	1	8.63	13.70	33.31	43.8

Keterangan :

Y = Jumlah Kasus Tetanus Neonatorum di Indonesia

X₁ = Persentase cakupan imunisasi TT2+ terhadap jumlah ibu hamil

X₂ = Persentase jumlah tenaga kesehatan terhadap jumlah bayi

X₃ = Persentase penolong persalinan oleh tenaga kesehatan terhadap jumlah ibu bersalin

X₄ = Persentase cakupan ANC (*Ante Natal Care*) terhadap jumlah ibu hamil

1.b. Data Jumlah Kasus dan Meninggal Akibat Tetanus Neonatorum di Indonesia Mulai Tahun 2010 s/d 2013

No.	Provinsi	2010		2011		2012		2013	
		K	M	K	M	K	M	K	M
1	Aceh	6	4	3	1	6	4	4	0
2	Sumatera Utara	2	0	0	0	2	2	1	0
3	Sumatera Barat	0	0	7	2	1	0	0	0
4	Riau	4	3	7	4	2	2	0	0
5	Jambi	1	0	1	1	1	1	2	1
6	Sumatera Selatan	11	5	2	2	6	4	2	1
7	Bengkulu	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Lampung	11	8	7	6	4	3	5	4
9	Kep. Bangka Belitung	0	0	0	0	1	0	0	0
10	Kepulauan Riau	0	0	0	0	0	0	0	0
11	DKI Jakarta	3	3	0	0	0	0	0	0
12	Jawa Barat	11	6	2	0	14	2	3	2
13	Jawa Tengah	4	3	3	2	0	0	2	1
14	DI Yogyakarta	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Jawa Timur	33	18	22	13	29	15	19	9
16	Banten	40	19	38	23	32	17	24	17
17	Bali	1	0	0	0	0	0	0	0
18	NTB	0	0	0	0	1	0	0	0
19	NTT	2	2	0	0	0	0	2	2
20	Kalimantan Barat	9	9	13	9	8	2	10	3
21	Kalimantan Tengah	0	0	0	0	0	0	0	0
22	Kalimantan Selatan	2	2	0	0	1	1	0	0
23	Kalimantan Timur	0	0	2	2	2	2	0	0
24	Sulawesi Utara	0	0	0	0	1	1	1	1
25	Sulawesi Tengah	2	0	3	1	1	0	0	0
26	Sulawesi Selatan	3	1	3	3	3	2	2	1
27	Sulawesi Tenggara	1	0	1	0	1	0	0	0
28	Gorontalo	0	0	0	0	0	0	0	0
29	Sulawesi Barat	1	1	0	0	0	0	0	0
30	Maluku	0	0	0	0	0	0	0	0
31	Maluku Utara	0	0	0	0	0	0	0	0
32	Papua Barat	0	0	0	0	0	0	0	0
33	Papua	0	0	0	0	3	1	1	0

Keterangan :

K = Kasus

M = Meninggal

Lampiran 2. Output Koefisien Korelasi Antar Variabel

		Correlations				
		Y	X1	X2	X3	X4
Y	Pearson Correlation	1	.000	-.372*	.109	.204
	Sig. (2-tailed)		.998	.033	.545	.256
	N	33	33	33	33	33
X1	Pearson Correlation	.000	1	-.200	.553**	.407*
	Sig. (2-tailed)	.998		.264	.001	.019
	N	33	33	33	33	33
X2	Pearson Correlation	-.372*	-.200	1	-.132	-.345*
	Sig. (2-tailed)	.033	.264		.465	.049
	N	33	33	33	33	33
X3	Pearson Correlation	.109	.553**	-.132	1	.520**
	Sig. (2-tailed)	.545	.001	.465		.002
	N	33	33	33	33	33
X4	Pearson Correlation	.204	.407*	-.345*	.520**	1
	Sig. (2-tailed)	.256	.019	.049	.002	
	N	33	33	33	33	33

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Lampiran 3. Output Minitab Statistika Deskriptif dan Pemeriksaan Multikolinearitas dengan VIF

2. a. Statistika Deskriptif

Descriptive Statistics: X1, X2, X3, X4				
Variable	Mean	Variance	Minimum	Maximum
X1	58.25	540.16	8.63	106.80
X2	11.433	14.724	4.615	19.228
X3	88.83	154.87	33.31	99.89
X4	63.95	147.99	41.40	85.50

2. b. Pemeriksaan Multikolinearitas dengan VIF

VIF untuk X₁						
Model Summary						
	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)		
	19.9422	33.28%	26.37%	15.62%		
Coefficients						
Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF	
Constant	-29.5	31.2	-0.95	0.352		
X2	-0.568	0.981	-0.58	0.567	1.14	
X3	0.885	0.332	2.66	0.013	1.38	
X4	0.244	0.359	0.68	0.502	1.54	
Regression Equation						
X1 = -29.5 - 0.568 X2 + 0.885 X3 + 0.244 X4						
VIF₁ = 1 / (1 - R_j²) = 1 / (1 - 33,28%) = 1,49880						

VIF untuk X₂						
Model Summary						
	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)		
	3.75478	13.23%	4.25%	0.00%		
Coefficients						
Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF	
Constant	16.49	5.12	3.22	0.003		
X1	-0.0201	0.0348	-0.58	0.567	1.48	
X3	0.0378	0.0694	0.54	0.590	1.70	
X4	-0.1133	0.0648	-1.75	0.091	1.41	
Regression Equation						
X2 = 16.49 - 0.0201 X1 + 0.0378 X3 - 0.1133 X4						
VIF₂ = 1 / (1 - R_j²) = 1 / (1 - 13,23%) = 1,15247						

VIF untuk X₃

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
9.98860	41.62%	35.58%	15.38%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	48.0	13.1	3.65	0.001	
X1	0.2220	0.0834	2.66	0.013	1.20
X2	0.268	0.491	0.54	0.590	1.14
X4	0.389	0.166	2.34	0.026	1.31

Regression Equation

$$X3 = 48.0 + 0.2220 X1 + 0.268 X2 + 0.389 X4$$

$$\mathbf{VIF_3 = 1 / (1 - R_j^2) = 1 / (1 - 41,62\%) = 1,71292}$$

VIF untuk X₄

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
10.2325	35.88%	29.25%	12.21%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	33.6	15.0	2.24	0.033	
X1	0.0643	0.0945	0.68	0.502	1.48
X2	-0.842	0.481	-1.75	0.091	1.04
X3	0.408	0.174	2.34	0.026	1.44

Regression Equation

$$X4 = 33.6 + 0.0643 X1 - 0.842 X2 + 0.408 X3$$

$$\mathbf{VIF_4 = 1 / (1 - R_j^2) = 1 / (1 - 35,88\%) = 1,55958}$$

Lampiran 4. Syntax Program SAS Regresi Poisson

```

data Poisson;
input Y X1 X2 X3 X4;
cards;
4      75.2      19.23      86.6      65.4
1      22.7      7.55      81.71     61.9
0      69.2      11.36     86.24     66.7
0      61.2      8.63      94.4      67.2
2      77.9      11.35     94.07     62.8
2      63.2      7.65      89.09     59.2
0      59.2      16.16     97.63     65.7
5      67.2      6.09      88.6      78.1
0      80.5      11.29     99.27     72.8
0      59.6      8.24      97.88     78.7
0      41.5      14.79     96.58     78.3
3      100.4     4.62      87.53     74.4
2      106.8     8.06      99.89     79.7
0      66.8      16.50     92.02     85.5
19     21.5      7.99      97.53     77.2
24     84.2      5.13      94.35     70.2
0      82.3      12.83     99.14     84.7
0      80.4      6.32      92.96     73.6
2      24.83     8.12      74.08     55.5
10     41.2      11.97     86.46     59
0      59.1      13.89     94.34     54
0      19.9      12.33     83.96     64.2
0      46.4      11.66     78.75     68.5
1      54.7      15.38     99.59     63.8
0      46.1      16.21     90.25     51
2      67      11.52     99.78     56.9
0      52.5      10.27     93.28     55
0      70.5      10.44     90.76     54.9
0      57      9.44      91.49     51.3
0      68      16.54     75.96     41.4
0      60.4      16.81     90.58     44.5
0      26.1      15.24     73.2      44.6
1      8.63      13.70     33.31     43.8
;
run;
title 'Poisson Log-linier Model';
proc countreg data=Poisson type=poisson;
model Y=X1 X2 X3 X4;
run;

```

Lampiran 5. Output Program SAS Regresi Poisson

Poisson Log-linier Model		15:02 Friday, May 14, 2016		1		
The COUNTREG Procedure						
Poisson Regression Estimates						
Algorithm converged.						
Model Fit Summary						
Dependent Variable		Y				
Number of Observations		33				
Log Likelihood		-94.80551				
Maximum Absolute Gradient		0.0000690				
Number of Iterations		8				
Optimization Method		Newton-Raphson				
AIC		199.61102				
Schwarz Criterion		207.09356				
Specification Test for Functional Form						
	DF	LM Test		Pr > ChiSq		
	1	82.70		<.0001		
Overdispersion Test						
Type		DF	Chi-Square Test	Pr > ChiSq		
Conditional Moment		4	13.08	0.0109		
Lagrange Multiplier		1	281.01	<.0001		
Parameter Estimates						
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Gradient
Intercept	1	0.0376	1.5874	0.02	0.9811	7.292E-7
X1	1	-0.0181	0.004677	-3.86	0.0001	0.000021
X2	1	-0.3065	0.0507	-6.05	<.0001	5.924E-6
X3	1	0.0466	0.0211	2.21	0.0274	0.000069
X4	1	0.009100	0.0161	0.56	0.5724	0.000054

Lampiran 6. Perhitungan Manual Uji *Lagrange Multiplier* Untuk Overdispersi

No.	$\hat{\lambda}_i$	<i>error</i>
1	0.0752954	3.92470
2	5.3836842	-4.38368
3	0.9324664	-0.93247
4	3.6543692	-3.65437
5	1.1088565	0.89114
6	3.4564341	-1.45643
7	0.4321390	-0.43214
8	6.0132032	-1.01320
9	1.5065901	-1.50659
10	5.5249085	-5.52491
11	0.9680823	-0.96808
12	4.7668495	-1.76685
13	2.7580629	-0.75806
14	0.3122542	-0.31225
15	11.5525424	7.44746
16	7.2170063	16.78299
17	1.0056811	-1.00568
18	5.1884493	-5.18845
19	2.8779648	-0.87796
20	1.2092006	8.79080
21	0.6691491	-0.66915
22	1.4863310	-1.48633
23	0.9215128	-0.92151
24	0.6414485	0.35855
25	0.3342315	-0.33423
26	1.5879699	0.41203
27	2.1961132	-2.19611
28	1.3375487	-1.33755
29	2.3241019	-2.32410
30	0.0956686	-0.09567
31	0.2053996	-0.20540
32	0.2751823	-0.27518
33	0.0937790	0.90622

1. Nilai prediksi dari regresi Poisson ($\hat{\lambda}_i$) diperoleh dengan mensubstitusikan nilai observasi variabel prediktor ke $-i$ ke model regresi Poisson. Sedangkan *error* diperoleh dengan rumus $e = y - \hat{\lambda}$.
2. Kemudian mencari nilai LM dengan rumus yang tertera pada subbab 2.4.3. Diperoleh $e^T e = 550,4898$, $\bar{y} = 2,3636$, $\hat{\lambda}^T \hat{\lambda} = 398,817$. Sehingga diperoleh statistik uji *Lagrange Multiplier* sebesar 279,8859. (Nilai tersebut mendekati hasil perhitungan pada *software SAS* yaitu sebesar 281,01).

Lampiran 7. Syntax Program SAS Regresi ZIP

```

data Poisson;
input Y X1 X2 X3 X4;
cards;
4      75.2      19.23      86.6      65.4
1      22.7      7.55      81.71     61.9
0      69.2      11.36     86.24     66.7
0      61.2      8.63      94.4      67.2
2      77.9      11.35     94.07     62.8
2      63.2      7.65      89.09     59.2
0      59.2      16.16     97.63     65.7
5      67.2      6.09      88.6      78.1
0      80.5      11.29     99.27     72.8
0      59.6      8.24      97.88     78.7
0      41.5      14.79     96.58     78.3
3      100.4     4.62      87.53     74.4
2      106.8     8.06      99.89     79.7
0      66.8      16.50     92.02     85.5
19     21.5      7.99      97.53     77.2
24     84.2      5.13      94.35     70.2
0      82.3      12.83     99.14     84.7
0      80.4      6.32      92.96     73.6
2      24.83     8.12      74.08     55.5
10     41.2      11.97     86.46     59
0      59.1      13.89     94.34     54
0      19.9      12.33     83.96     64.2
0      46.4      11.66     78.75     68.5
1      54.7      15.38     99.59     63.8
0      46.1      16.21     90.25     51
2      67      11.52     99.78     56.9
0      52.5      10.27     93.28     55
0      70.5      10.44     90.76     54.9
0      57      9.44      91.49     51.3
0      68      16.54     75.96     41.4
0      60.4      16.81     90.58     44.5
0      26.1      15.24     73.2      44.6
1      8.63      13.70     33.31     43.8
;
run;
title 'Zero-Inflated Poisson Model';
proc nlmixed data=Poisson tech=dbldog;
parms a0=0 a1=0 a2=0 a3=0 a4=0 b0=0 b1=0 b2=0 b3=0 b4=0;
eta0=a0+a1*X1+a2*X2+a3*X3+a4*X4;
exp_eta0=exp(eta0);
p0=exp_eta0/(1+exp_eta0);
etap=b0+b1*X1+b2*X2+b3*X3+b4*X4;
exp_etap=exp(etap);
if Y=0 then ll=log(p0+(1-p0)*exp(-exp_etap));
else ll=log(1-p0)+Y*etap-exp_etap-lgamma(Y+1);
model Y~general(ll);
predict _ll out=LL;
run;

```

Lampiran 8. Output Program SAS Regresi ZIP

Zero-Inflated Poisson Model							1
10:23 Wednesday, June 16, 2016							
The NL MIXED Procedure							
Specifications							
Data Set						WORK.POISSON	
Dependent Variable						Y	
Distribution for Dependent Variable						General	
Optimization Technique						Double Dogleg	
Integration Method						None	
Dimensions							
Observations Used						33	
Observations Not Used						0	
Total Observations						33	
Parameters						10	
Parameters							
a0	a1	a2	a3	a4	b0	b1	b2
0	0	0	0	0	0	0	0
Parameters							
	b3	b4	NegLogLike				
	0	0	153.373952				
Iteration History							
Iter	Calls	NegLogLike	Diff	MaxGrad	Slope		
1	4	93.4763033	59.89765	2550.804	77.25356		
2	6	86.8311076	6.645196	441.517	9.270562		
3	7	85.0451581	1.785949	881.7892	2.126799		
4	8	83.3291426	1.716015	1236.334	3.899831		
5	9	82.0703418	1.258801	833.0338	3.595327		
6	10	79.7952126	2.275129	152.2882	3.059683		
7	11	78.9245886	0.870624	123.6823	1.429017		
8	12	78.4661871	0.458401	750.7925	0.925391		
9	13	77.3820011	1.084186	104.4522	1.278367		
10	15	76.1982216	1.18378	429.8969	1.774383		
11	16	74.5156002	1.682621	162.1862	2.050176		
12	17	73.9368756	0.578725	652.9681	1.162914		
13	18	73.106355	0.830521	137.4113	0.918096		
14	19	72.6923078	0.414047	153.6631	0.755378		
15	21	71.4268571	1.265451	181.6403	1.601459		
16	23	71.2775314	0.149326	62.46358	0.289745		
17	24	71.1483394	0.129192	118.2526	0.182635		
18	25	71.0565411	0.091798	27.73996	0.118896		
19	26	71.0091976	0.047343	10.95196	0.048473		
20	27	70.9925581	0.016639	32.85269	0.014441		
21	28	70.9793513	0.013207	7.154272	0.012517		
22	30	70.9483581	0.030993	22.08123	0.017149		
23	31	70.8298208	0.118537	58.22978	0.098833		
24	32	70.5043384	0.325482	119.9441	0.233264		
25	33	70.2365135	0.267825	125.6634	0.193801		
26	34	69.9601765	0.276337	70.34173	0.216634		
27	35	69.8889862	0.07119	24.35883	0.057563		
28	36	69.8721615	0.016825	4.457929	0.013739		
29	37	69.8685489	0.003613	2.362528	0.002576		
30	38	69.8644646	0.004084	8.38137	0.0024		
31	39	69.849246	0.015219	23.00245	0.009628		
32	40	69.8151877	0.034058	43.18607	0.021059		
33	41	69.72921	0.085978	73.11978	0.054392		
34	42	69.5524556	0.176754	102.4528	0.11418		
35	43	69.276989	0.275467	101.1171	0.187738		

36	44	69.061113	0.215876	57.73682	0.167739
37	45	68.9854814	0.075632	16.59733	0.063917
38	46	68.9800691	0.005412	2.834147	0.004706
39	47	68.9797874	0.000282	0.208281	0.000248
40	48	68.9797731	0.000014	0.039185	0.000013
41	49	68.9797723	7.656E-7	0.026219	6.658E-7

NOTE: GCONV convergence criterion satisfied.

Fit Statistics

-2 Log Likelihood	138.0
AIC (smaller is better)	158.0
AICC (smaller is better)	168.0
BIC (smaller is better)	172.9

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Error	DF	Standard		Alpha	Lower	Upper
				t Value	Pr > t			
a0	-6.1520	4.1615	33	-1.48	0.1488	0.05	-14.6186	2.3146
a1	-0.00730	0.02113	33	-0.35	0.7317	0.05	-0.05029	0.03568
a2	0.1939	0.1215	33	1.60	0.1202	0.05	-0.05338	0.4412
a3	0.05237	0.04889	33	1.07	0.2918	0.05	-0.04710	0.1518
a4	-0.00096	0.04421	33	-0.02	0.9828	0.05	-0.09090	0.08898
b0	-1.7986	1.4782	33	-1.22	0.2324	0.05	-4.8061	1.2090
b1	-0.01186	0.004004	33	-2.96	0.0056	0.05	-0.02001	-0.00371
b2	-0.1279	0.05431	33	-2.35	0.0247	0.05	-0.2384	-0.01738
b3	0.04376	0.02024	33	2.16	0.0380	0.05	0.002576	0.08494
b4	0.02074	0.02025	33	1.02	0.3132	0.05	-0.02046	0.06195

Parameter Estimates

Parameter Gradient

a0	-0.00034
a1	-0.01397
a2	-0.00541
a3	-0.02622
a4	-0.02125
b0	-0.00004
b1	-0.00056
b2	0.00053
b3	-0.00551
b4	-0.0049

Lampiran 9. Surat Pernyataan Data Sekunder**SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Jurusan Statistika FMIPA ITS :

Nama : Ayu Mandasari

NRP : 1312 100 056

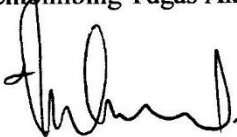
Menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir / Thesis ini merupakan data sekunder yang diambil dari ~~penelitian/ buku / Tugas Akhir / Thesis / publikasi lainnya~~ yaitu :

Sumber : Kementrian Kesehatan Republik Indonesia

Keterangan : Profil Kesehatan Indonesia 2010 s/d 2013

Surat Pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila terdapat pemalsuan data maka saya siap menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Mengetahui
Pembimbing Tugas Akhir



(Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si)
NIP. 19620603 198701 2 001

Surabaya, 16 Mei 2016



(Ayu Mandasari)
NRP. 1312 100 056

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data	55
Lampiran 2	Output Koefisien Korelasi Antar Variabel.....	57
Lampiran 3	Output Minitab Statistika Deskriptif dan Pemeriksaan Multikolinearitas dengan VIF	58
Lampiran 4	Syntax Program SAS Regresi Poisson.....	60
Lampiran 5	Output Program SAS Regresi Poisson.....	61
Lampiran 6	Perhitungan Manual Uji <i>Lagrange Multiplier</i> Untuk Overdispersi	62
Lampiran 7	Syntax Program SAS Regresi ZIP	63
Lampiran 8	Output Program SAS Regresi ZIP	64
Lampiran 9	Surat Pernyataan Data Sekunder.....	66

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka data diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Di Indonesia provinsi dengan kasus Tetanus Neonatorum paling tinggi mulai tahun 2010 hingga tahun 2013 adalah provinsi Banten dan Jawa Timur. Pada tahun tersebut jumlah kasus Tetanus Neonatorum di Indonesia mengalami fluktuasi dengan jumlah kasus dan kematian Tetanus Neonatorum tertinggi terjadi pada tahun 2010. Namun peningkatan CFR (*Case Fatality Rate*) mulai tahun 2012 ke tahun 2013 cukup tinggi jika dibandingkan dengan peningkatan CFR pada tahun sebelumnya. Hal tersebut mendasari penggunaan jumlah kasus pada tahun 2013 menarik untuk diteliti. Pada tahun itu, ada 19 provinsi di Indonesia yang tidak terkena kasus Tetanus Neonatorum yang memiliki proporsi nilai 0 sebesar 57,6 persen. Sedangkan sisanya sebanyak 14 provinsi yang terkena kasus Tetanus Neonatorum. Adanya penyakit Tetanus Neonatorum ini ditunjukkan oleh beberapa indikator yaitu persentase cakupan imunisasi TT2+ terhadap jumlah ibu hamil (X1) terendah di provinsi Papua dan tertinggi di provinsi Jawa Tengah dengan *mean* sebesar 58,25, persentase jumlah tenaga kesehatan terhadap jumlah bayi (X2) terendah di provinsi Jawa Barat dan tertinggi di provinsi Aceh dengan *mean* sebesar 11,433, persentase penolong persalinan oleh tenaga kesehatan (X3) terendah di provinsi Papua dan tertinggi di provinsi Jawa Tengah dengan *mean* sebesar 88,83. Persentase cakupan ANC (*Ante Natal Care*) pada ibu hamil (X4) terendah di provinsi Maluku dan tertinggi di provinsi DI Yogyakarta dengan *mean* 63,95.
2. Model regresi Poisson tidak digunakan karena mengalami overdispersi, maka digunakan model lainnya yaitu model regresi ZIP yaitu

Model ln :

$$\ln(\hat{\lambda}_i) = -1,7986 - 0,01186X_1 - 0,1279X_2 + 0,04376X_3 + 0,02074X_4$$

atau

$$\hat{\lambda}_i = \exp(-1,7986 - 0,01186X_1 - 0,1279X_2 + 0,04376X_3 + 0,02074X_4)$$

Model logit :

$$\text{logit}(\hat{\pi}_i) = -6,1520 - 0,00730X_1 + 0,1939X_2 + 0,05237X_3 - 0,00096X_4$$

atau

$$\hat{\pi}_i = \frac{\exp(-6,1520 - 0,00730X_1 + 0,1939X_2 + 0,05237X_3 - 0,00096X_4)}{1 + \exp(-6,1520 - 0,00730X_1 + 0,1939X_2 + 0,05237X_3 - 0,00096X_4)}$$

Berdasarkan kedua model di atas maka variabel prediktor yang mempengaruhi *poisson state* adalah variabel persentase cakupan imunisasi TT2+ terhadap jumlah ibu hamil (X_1), persentase jumlah tenaga kesehatan terhadap jumlah bayi (X_2), dan persentase penolong persalinan dilakukan oleh tenaga kesehatan (X_3). Sedangkan variabel prediktor yang mempengaruhi *zero state* adalah variabel persentase jumlah tenaga kesehatan terhadap jumlah bayi (X_2).

5.2 Saran

Sebaiknya masyarakat bisa lebih waspada untuk melakukan pencegahan sedini mungkin dengan melakukan imunisasi TT2+ pada ibu hamil, dan tenaga penolong persalinan untuk lebih siap siaga dalam penanganan pasien, serta untuk pemerintah dapat meningkatkan tenaga kesehatan di provinsi yang dirasa masih kurang. Namun sebelum melakukan tindakan pencegahan tersebut, pemerintah perlu melihat dari sisi individunya dalam menanggapi kasus ini, karena tidak semua masyarakat pada suatu provinsi itu memiliki kesamaan perilaku dalam menyikapinya. Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya variabel yang signifikan dalam penelitian ini diikuti kembali jika ingin diketahui penyebab terjadinya kasus Tetanus Neonatorum dan ditambah variabel lain di luar penelitian ini yang mungkin mampu menjadi indikator kasus tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. Z., Naiem, M. F., & Mahmud, N. U. (2012). Faktor resiko kematian neonatal dini di rumah sakit bersalin. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, 6(6), 283-288.
- Agresti, A. (2002). *Categorical data analysis second edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Akbarzadeh, B. A., Ahmadi, G. S., Kavousi, A., & Mirzakhani, A. N. (2015). Application of hurdle model with random effects for evaluating the balance improvement in stroke patients. *Med.J.Islam Repub.Iran*, 29, 244.
- Akbarzadeh, B. A., Pourhoseingholi, A., Zayeri, F., Ashtari, S., & Zali, M. R. (2013). Zero inflated statistical count models for analysing the costs imposed by GERD and dyspepsia. *Arab.J.Gastroenterol*, 14, 165-168.
- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., & Williams, T. A. (2011). *Statistics for business and economics 11e*. South-Western: Cengage Learning.
- Cameron, A., & Trivedi, P. K. (1990). Regression based tests for overdispersion in the poisson model. *Journal of Econometrics*, 46, 347-364.
- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (1998). *Regression analysis of count data*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cengiz, M. A. (2012). Zero-inflated regression model for modelling effect of air pollutants on hospital admission. *Pol.J.Envirion.Stud*, 21(3), 565-568.
- Chin, J., & Kandun, I. N. (Eds.). (2000). *Manual pemberantasan penyakit menular*. Amerika: APHA (American Public Health Association).
- Chipeta, M. G., Ngwira, B. M., Simoonga, C., & Kazembe, L. N. (2014). Zero adjusted models with applications to analysing helminths count data. *BMC.Res.Notes*, 7, 856.
- Dempster, A. P., Laird, N. M., & Rubin, D. B. (1977). Maximum likelihood from incomplete data via EM algoritm. *Journal of*

- the Royal Statistical Society Series B (Methodological)*, 39(1), 1-38.
- Famoye, F., & Singh, K. P. (2006). Zero-inflated generalized poisson regression model with an application to domestic violence data. *Journal of Data Science*, 4, 117-130.
- Guilfoile, P. (2008). *Deadly diseases and epidemics: Tetanus*. New York: Infobase Publishing.
- Gomes, A. P., Freitas, B. A., Rodrigues, D. C., Silveira, G. L., Tavares, W., & Siqueira-Batista, R. (2011). Clostridium tetani infections in newborn infants: a tetanus neonatorum review. *Rev.Bras.Ter.Intensiva*, 23, 484-491.
- Greene, W. H. (2012). *Econometric analysis seventh edition*. United States: Pearson Education.
- Handoko, M. (2011). Tetanus neonatorum. *Kepaniteraan Klinik Ilmu Penyakit Anak*. Diakses Februari 05, 2016, dari <https://www.scribd.com/doc/51651896/tetanus-neonatorum>
- Hocking, R. R. (2003). *Methods and applications of linear models regression and the analysis of variance second edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Kemenkes RI. (2012). *Buletin jendela data dan informasi kesehatan eliminasi tetanus maternal dan neonatal*. Volume I. Diakses Februari 05, 2016, dari <http://www.depkes.go.id/download.php?file=download/pusdatin/buletin/buletin-mmte.pdf>
- Kemenkes RI. (2014). *Profil kesehatan Indonesia 2013*. Diakses Februari 05, 2016, dari <http://www.depkes.go.id/resources/download/pusdatin/profil-kesehatan-indonesia/profil-kesehatan-indonesia-2013.pdf>
- Kleinbaum, D. G., Kupper, L. L., & Muller, K. E. (1988). *Applied regression analysis and other multivariable methods 2nd edition*. Boston : PWS-KENT Publishing Company.
- Lambert, D. (1992). Zero-inflated poisson regression, with an application to detects in manufacturing. *Technometrics*, 34(1), 1-14.

- Lestari, A. (2008). *Pemodelan regresi zero-inflated poisson (aplikasi pada data pekerja seks komersial di klinik reproduksi Putat Jaya Surabaya*. Thesis program magister tidak dipublikasikan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Lestari, S. P. (2014). *Pemodelan faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus tetanus neonatorum (TN) di Jawa Timur dengan metode regresi zero-inflated generalized poisson (ZIGP)*. Tugas akhir program sarjana tidak dipublikasikan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Liu, F., Wang, C., Wu, Z., Zhang, Q., & Liu, P. (2016). A Zero-Inflated Poisson Model for Insertion Tolerance Analysis of Genes Based on Tn-seq. *Bioinformatics*.
- Mouatassim, Y., & Ezzahid, E. H. (2012). *Poisson regression and zero-inflated poisson regression: Application to private health insurance data*. Eropa: Springer.
- Myers, R. H. (1990). *Classical and modern regression with applications 2nd edition*. Boston : PWS-KENT Publishing Company.
- Neelon, B. H., O'Malley, A. J., & Normand, S. L. (2010). A Bayesian model for repeated measures zero-inflated count data with application to outpatient psychiatric service use. *Stat.Modelling*, 10, 421-439.
- Nursewian (2012). *Info kesehatan: penyakit tetanus neonatorum mengancam kesehatan*. Diakses Februari 05, 2016, dari <http://buletinkesehatan.com/penyakit-tetanus-neonatorum-mengancam-sikecil/>
- Nusantara, R. K. P. (2015). *Pemodelan jumlah kasus tetanus neonatorum di Jawa Timur tahun 2012 dengan geographically weighted zero-inflated poisson (GWZIPR)*. Tugas akhir program sarjana tidak dipublikasikan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Organización Panamericana De La Salud. (2005). *Eliminación del*

- tétanos neonatal guía práctica segunda edición* [Gambar].
Washington DC: Publicación Científica y Técnica No. 602.
- Özmen, I., & Famoye, F. (2006). Count regression model with an application to zoological data containing structural. *Journal of Data Science*, 5, 491-502.
- Peck, R., & Devore, J. (2008). *Statistics : The exploration and analysis of data, sixth edition*. USA : Thomson Learning, Inc.
- Rahmawati, I. (2009). *Pemodelan resiko penyakit kaki gajah (filariasis) di provinsi Papua dengan regresi zero-inflated poisson*. Tugas akhir program sarjana tidak dipublikasikan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Ruliana (2015). *Pemodelan Generalized Poisson Regression (GPR) untuk mengatasi pelanggaran equidispersi pada regresi Poisson kasus campak di kota Semarang*. Skripsi program sarjana tidak dipublikasikan, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Setiawan & Kusriani, D. W. (2010). *Ekonometrika*, Yogyakarta : Penerbit ANDI.
- Setiyaningrum, N. (2011). *Pemodelan regresi zero-inflated poisson (ZIP) tentang faktor-faktor yang mempengaruhi penyakit tuberkulosis (TBC) di kabupaten Sorong Selatan*. Tugas akhir program sarjana tidak dipublikasikan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Wulandari, S. P., Salamah, M., & Susilaningrum, D. (2009). *Diktat pengajaran analisis data kualitatif*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

BIODATA PENULIS



Nama lengkap penulis adalah Ayu Mandasari yang biasa dipanggil “Manda”. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara pasangan Bapak Muryanto dan Ibu Djumiati. Penulis dilahirkan di Kediri, 28 Oktober 1992. Penulis berdomisili di desa Branggahan RT. 01/RW. 03, Dusun Budi Mulyo, Kecamatan Ngadiluwih, Kabupaten Kediri. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu TK Annidhom, SDN Branggahan I, SMPN 1 Ngadiluwih, SMAN 1 Kediri, dan akhirnya pada tahun 2012 diterima sebagai mahasiswa di Jurusan Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam ITS Surabaya melalui jalur PMDK dengan NRP 1312100056. Selama di perkuliahan, penulis aktif dalam kepanitian beberapa kegiatan di jurusan statistika ITS, salah satunya adalah panitia Pekan Raya Statistika (PRS) tahun 2014. Selain itu, penulis juga pernah mengikuti Kerja Praktek di PT. Angkasa Pura I (Persero).

Apabila terdapat kritik dan saran yang membangun dapat dikirimkan ke alamat email penulis yaitu ms031212@gmail.com atau bisa menghubungi nomor 085749061118. Apabila terdapat salah kata penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya. Selain itu, dengan segenap hati penulis mengucapkan terimakasih kepada pembaca.