

# Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kematian Ibu Hamil di 4 Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur Menggunakan Regresi *Zero-Inflated Generalized Poisson* (ZIGP)

Syarifah Nisrina Hasna Salby dan Puhadi

Departemen Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

*e-mail:* purhadi@statistika.its.ac.id

**Abstrak**—Angka Kematian Ibu (AKI) di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2017 mencapai 91,92 per 100.000 kelahiran hidup dengan AKI tertinggi terdapat di Kabupaten Mojokerto. Komponen yang digunakan untuk memperhitungkan AKI adalah jumlah kematian ibu yang terdiri dari jumlah kematian ibu hamil, jumlah kematian ibu bersalin, dan jumlah kematian ibu nifas. Pada penelitian ini akan dilakukan pemodelan faktor-faktor yang diduga mempengaruhi kematian ibu hamil di 4 Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur Tahun 2017 menggunakan Regresi *Zero-Inflated Generalized Poisson*. Hasil pengujian signifikansi parameter menunjukkan bahwa variabel yang signifikan pada model Regresi *Poisson State* adalah persentase ibu hamil dengan komplikasi, sedangkan pada model Regresi *Zero State*, semua variabel berpengaruh signifikan terhadap jumlah kematian ibu hamil di Kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, dan Kabupaten Lamongan tahun 2017.

**Kata Kunci**—Jumlah Kematian Ibu Hamil, Regresi *Zero-Inflated Generalized Poisson*, *Underdispersi*.

## I. PENDAHULUAN

ANGKA Kematian Ibu (AKI) merupakan salah satu indikator yang dapat menggambarkan kesejahteraan masyarakat di suatu negara. AKI menggambarkan angka kematian ibu akibat kehamilan, persalinan dan masa nifas pada tiap 100.000 kelahiran hidup dalam wilayah dan waktu tertentu [1]. Angka ini memberikan gambaran status gizi dan kesehatan ibu, kondisi sosial ekonomi, kesehatan lingkungan dan tingkat pelayanan kesehatan terutama pelayanan kesehatan maternal (kesehatan ibu hamil, melahirkan dan ibu nifas). Salah satu indikator yang dapat meningkatnya derajat masyarakat pada sasaran pembangunan kesehatan Indonesia yang akan dicapai pada tahun 2025 adalah menurunnya Angka Kematian Ibu [2].

AKI Provinsi Jawa Timur pada tahun 2017 mencapai 91,92 per 100.000 kelahiran hidup. AKI tahun 2017 yang tertinggi terdapat di Kabupaten Mojokerto dengan nilai sebesar 171,88 per 100.000 kelahiran hidup atau kematian ibu pada tahun 2017 di Kabupaten Mojokerto sebanyak 29 orang. Nilai AKI didapat dari data jumlah kematian ibu yang terdiri dari jumlah kematian ibu hamil, jumlah kematian ibu bersalin, dan jumlah kematian ibu nifas. Data pada masing-masing indikator jumlah kematian ibu merupakan data cacah dan berisikan nilai nol pada data yang dapat menyebabkan pelanggaran asumsi *equidispersi*. Salah satu metode yang dapat

menyelesaikan pelanggaran tersebut adalah *Zero-Inflated Generalized Poisson* (ZIGP).

Metode Regresi *Zero-Inflated Generalized Poisson* (ZIGP) sudah pernah dilakukan oleh Lestari dan Wulandari pada tahun 2014 untuk studi kasus penyakit tetanus neonatorum (TN) di Jawa Timur. Selain itu, terdapat pula penelitian yang dilakukan oleh Famoye dan Singh pada tahun 2006 dengan judul *Zero-Inflated Generalized Poisson Regression Model with an Application to Domestic Violence Data* dan oleh Qurotul Aini pada tahun 2020 menggunakan metode *Geographically Weighted Bivariate Zero Inflated Generalized Poisson Regression* dengan studi kasus jumlah kematian ibu hamil dan jumlah kematian ibu nifas di Karesidenan Pekalongan Provinsi Jawa Tengah tahun 2017. Penelitian mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi kematian ibu pernah dilakukan oleh Fransiska, dkk pada tahun 2017 dengan judul *Analysis of Maternal Mortality Determinants in Bondowoso District, East Java*. Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa variabel-variabel yang signifikan dalam mempengaruhi kematian ibu adalah keterlambatan membuat keputusan, keterlambatan menyiapkan transportasi, keterlambatan penanganan medis, komplikasi kehamilan, kehamilan risiko tinggi, kunjungan antenatal, pendidikan ibu, dan status kerja ibu. Untuk penelitian yang berfokus pada jumlah kematian ibu hamil, terdapat penelitian dari Aristia dan Salamah pada tahun 2013 yang berjudul Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kematian Ibu Hamil di Jawa Timur Dengan Menggunakan Regresi Binomial Negatif dan *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR).

Rata-rata jumlah kematian ibu hamil di 94 Kecamatan pada Kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, dan Kabupaten Lamongan Tahun 2017 sebesar 0,149 dan varians sebesar 0,128. Karena nilai varians lebih kecil dari nilai rata-ratanya, maka terdeteksi adanya pelanggaran asumsi *equidispersi*, yaitu *underdispersi*. Persentase data bernilai nol pada data tersebut sebesar 85,11%. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan mendeskripsikan jumlah kematian ibu hamil di 94 Kecamatan pada Kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, dan Kabupaten Lamongan Tahun 2017 dan memodelkan faktor-faktor yang mempengaruhinya menggunakan regresi *Zero-Inflated Generalized Poisson*. Data bersumber dari Profil Kesehatan Kota Surabaya,

Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, dan Kabupaten Lamongan tahun 2017. Diharapkan dari penelitian ini dapat menjadi rekomendasi bagi pemerintah kabupaten/kota tersebut agar dapat menurunkan angka kematian ibu di daerahnya masing-masing.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Multikolinieritas

Adanya hubungan linier yang kuat antara sebagian atau seluruh variabel prediktor dalam sebuah model regresi disebut multikolinieritas. Syarat dalam melakukan metode regresi adalah tidak terdapat multikolinieritas. Apabila terjadi multikolinieritas maka terdapat konsekuensi yang akan terjadi seperti penaksir koefisien yang seharusnya signifikan menjadi tidak signifikan. Multikolinieritas dideteksi menggunakan nilai *Variance Inflating Factor* (VIF) pada persamaan berikut:

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2}$$

Dengan  $R_j^2$  adalah koefisien determinasi dari variabel independen yang diregresikan terhadap variabel dependen. Jika nilai VIF lebih dari 10 maka dapat dikatakan bahwa terjadi multikolinieritas [3].

B. Regresi Poisson

Regresi Poisson adalah model regresi nonlinear yang digunakan untuk data diskrit (*count*) [4]. Regresi ini berasal dari distribusi Poisson dimana peluang untuk variabel Y yang berdistribusi Poisson dengan parameter  $\lambda$  adalah sebagai berikut.

$$P(Y = y) = \frac{\exp(-\lambda) \lambda^y}{y!}$$

dengan  $y = 0, 1, 2, \dots$  dan  $\lambda > 0$ . Asumsi yang harus terpenuhi pada regresi Poisson adalah *equidispersi*, yaitu  $E(Y) = Var(Y) = \lambda$ . Bentuk model regresi Poisson adalah sebagai berikut.

$$E(Y_i) = \exp(x_i^T \beta) = \exp(\beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \dots + \beta_k x_{ki})$$

dimana,

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

$$\beta = [\beta_0 \quad \beta_1 \quad \beta_2 \quad \dots \quad \beta_k]^T.$$

C. Regresi Zero-Inflated Generalized Poisson (ZIGP)

Model regresi *Zero-Inflated Generalized Poisson* (ZIGP) digunakan untuk mengatasi pelanggaran asumsi *equidispersi* dengan proporsi data bernilai nol adalah sekitar 65,7% [5]. Fungsi distribusi ZIGP adalah

$$P(Y_i = y_i) = \begin{cases} \frac{\exp(x_i^T \beta)}{1 + \exp(x_i^T \beta)} + \frac{1}{1 + \exp(x_i^T \beta)} \exp\left(\frac{\exp(x_i^T \beta)}{1 + \varphi \exp(x_i^T \beta)}\right), & y_i = 0 \\ \frac{1}{1 + \exp(x_i^T \beta)} \left(\frac{\exp(x_i^T \beta)}{1 + \varphi \exp(x_i^T \beta)}\right)^{y_i} \frac{(1 + \varphi y_i)^{y_i - 1}}{y_i!} \exp\left(\frac{\exp(x_i^T \beta)(1 + \varphi y_i)}{1 + \varphi \exp(x_i^T \beta)}\right), & y_i = 1, 2, 3, \dots \end{cases}$$

dan model regresi ZIGP adalah sebagai berikut.

$$\mu_i = \exp(x_i^T \beta)$$

$$p_i = \frac{\exp(x_i^T \gamma)}{1 + \exp(x_i^T \gamma)}$$

$$(1 - p_i) = \frac{1}{1 + \exp(x_i^T \gamma)}$$

1) Penaksir Parameter Model Regresi Zero-Inflated Generalized Poisson

Salah satu metode penaksir parameter suatu model yang telah diketahui distribusinya adalah metode *Maximum Likelihood Estimator* (MLE). Metode ini dilakukan dengan cara memaksimalkan fungsi likelihood yang berbentuk sebagai berikut.

$$L(\theta) = \prod_{i=1}^n P(Y_i = y_i)$$

$$L(\theta) = \begin{cases} \prod_{i=1}^n \frac{1}{1 + \exp(x_i^T \gamma)} \left[ \exp(x_i^T \gamma) + \exp\left(\frac{-\exp(x_i^T \beta)}{1 + \exp(x_i^T \beta)}\right) \right], & y_i = 0 \\ \prod_{i=1}^n \frac{1}{1 + \exp(x_i^T \gamma)} \left(\frac{\exp(x_i^T \beta)}{1 + \exp(x_i^T \beta)}\right)^{y_i} \frac{(1 + \varphi y_i)^{y_i - 1}}{y_i!} \exp\left(\frac{-\exp(x_i^T \beta)(1 + \varphi y_i)}{1 + \exp(x_i^T \beta)}\right), & y_i = 1, 2, 3, \dots \end{cases}$$

Didefinisikan  $Z_i \begin{cases} 1, & y_i = 0 \\ 0, & y_i = 1, 2, \dots \end{cases}$  fungsi ln likelihood ZIGP adalah sebagai berikut.

$$\ln L(\theta) = \sum_{i=1}^n Z_i \left( \ln \left( \exp(x_i^T \gamma) - \exp\left(\frac{-\exp(x_i^T \beta)}{1 + \varphi \exp(x_i^T \beta)}\right) \right) - \ln(1 + \exp(x_i^T \gamma)) + (1 - Z_i) \left( -\ln(1 + \exp(x_i^T \gamma)) \right) + y_i x_i^T \beta - y_i \ln(1 + \exp(x_i^T \beta)) + (y_i - 1) \ln(1 + \varphi y_i) - \frac{\exp(x_i^T \beta)(1 + \varphi y_i)}{1 + \varphi \exp(x_i^T \beta)} - \ln(y_i!) \right)$$

Turunan pertama terhadap  $\beta$ :

$$P(Y_i = y_i) \begin{cases} \frac{\exp(x_i^T \beta)}{1 + \exp(x_i^T \beta)} + \frac{1}{1 + \exp(x_i^T \beta)} \exp\left(\frac{\exp(x_i^T \beta)}{1 + \varphi \exp(x_i^T \beta)}\right), & y_i = 0 \\ \frac{1}{1 + \exp(x_i^T \beta)} \left(\frac{\exp(x_i^T \beta)}{1 + \varphi \exp(x_i^T \beta)}\right)^{y_i} \frac{(1 + \varphi y_i)^{y_i - 1}}{y_i!} \exp\left(\frac{\exp(x_i^T \beta)(1 + \varphi y_i)}{1 + \varphi \exp(x_i^T \beta)}\right), & y_i = 1, 2, 3, \dots \end{cases}$$

$$\frac{\partial \ln L(\theta)}{\partial \beta} = \sum_{i=1}^n Z_i \left( \frac{\exp\left(\frac{\exp(x_i^T \beta)}{1 + \varphi \exp(x_i^T \beta)}\right) \left(\frac{\exp(x_i^T \beta) x_i (1 + \varphi \exp(x_i^T \beta))}{1 + \varphi \exp(x_i^T \beta)^2}\right)}{\exp(x_i^T \gamma) - \exp\left(\frac{-\exp(x_i^T \beta)}{1 + \varphi \exp(x_i^T \beta)}\right)} + (1 - Z_i) \left( y_i x_i - y_i \frac{\varphi \exp(x_i^T \beta)}{1 + \varphi \exp(x_i^T \beta)} \right) - (1 + \varphi y_i) \frac{\exp(x_i^T \beta) x_i (1 + \varphi \exp(x_i^T \beta)) - \exp(x_i^T \beta) \varphi \exp(x_i^T \beta) x_i}{(1 + \varphi \exp(x_i^T \beta))^2} \right)$$

Turunan pertama terhadap  $\gamma$ :

$$\frac{\partial \ln L(\theta)}{\partial \gamma} = \sum_{i=1}^n Z_i \left( \frac{\exp(x_i^T \gamma) x_i}{\exp(x_i^T \gamma) + \exp\left(\frac{\exp(x_i^T \beta)}{1 + \phi \exp(x_i^T \beta)}\right)} - \frac{\exp(x_i^T \gamma) x_i}{1 + \exp(x_i^T \gamma)} + (1 - Z_i) \left( -\frac{\exp(x_i^T \gamma) x_i}{1 + \exp(x_i^T \gamma)} \right) \right)$$

$$= \sum_{i=1}^n \left( \frac{Z_i \exp(x_i^T \gamma) x_i}{\exp(x_i^T \gamma) + \exp\left(\frac{\exp(x_i^T \beta)}{1 + \phi \exp(x_i^T \beta)}\right)} - \frac{\exp(x_i^T \gamma) x_i}{1 + \exp(x_i^T \gamma)} \right)$$

Turunan pertama terhadap  $\phi$ :

$$\frac{\partial \ln L(\theta)}{\partial \phi} = \sum_{i=1}^n Z_i \left( \frac{\exp\left(-\frac{\exp(x_i^T \beta)}{1 + \phi \exp(x_i^T \beta)}\right) \left(\exp(x_i^T \beta) (1 + \phi \exp(x_i^T \beta))^{-2}\right) \exp(x_i^T \beta)}{\exp(x_i^T \gamma) + \exp\left(\frac{\exp(x_i^T \beta)}{1 + \phi \exp(x_i^T \beta)}\right)} \right)$$

$$+ (1 - Z_i) - y_i \frac{\exp(x_i^T \beta)}{1 + \phi \exp(x_i^T \beta)} + (y_i - 1) \frac{y_i}{1 + \phi y_i}$$

$$\exp(x_i^T \beta) \frac{(y_i (1 + \phi \exp(x_i^T \beta)) - (1 - \phi y_i) \exp(x_i^T \beta))}{(1 + \phi \exp(x_i^T \beta))^2}$$

Hasil turunan pertama terhadap masing-masing parameter dari fungsi ln likelihood ternyata tidak berbentuk *close form* sehingga untuk mengestimasi parameter tersebut diperlukan metode iterasi *Berndt-Hall-Hall-Hausman* (BHHH) dengan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Membentuk vektor gradien  $g$  yang adalah derivatif parsial pertama dari fungsi ln likelihood.

$$g(\theta) = \left[ \frac{\partial \ln L(\theta)}{\partial \theta_0} \quad \frac{\partial \ln L(\theta)}{\partial \theta_1} \quad \dots \quad \frac{\partial \ln L(\theta)}{\partial \theta_k} \right]^T$$

2. Membentuk matriks Hessian  $H$ .

$$H(\theta) = - \sum_{i=1}^n g_i(\theta)^T g_i(\theta)$$

3. Mensubstitusikan nilai  $\hat{\theta}$  pada vektor gradien  $g(\hat{\theta})$  dan matriks Hessian  $H(\hat{\theta})$ .

4. Memulai iterasi mulai dari  $m = 0$  dengan persamaan,

$$\hat{\theta}_{(m+1)} = \hat{\theta}_{(m)} - H^{-1}(\hat{\theta}_{(m)}) g(\hat{\theta}_{(m)}).$$

5. Nilai  $\hat{\theta}_{(m)}$  adalah sekumpulan penaksir parameter yang konvergen pada iterasi ke- $m$ .

Apabila penaksir parameter yang konvergen belum didapatkan, maka melanjutkan kembali langkah 4 hingga iterasi ke  $m = m + 1$ . Iterasi akan berhenti pada keadaan konvergen yaitu pada saat  $\|\hat{\theta}_{(m+1)} - \hat{\theta}_{(m)}\| \leq \epsilon$ . Nilai  $\epsilon$  adalah bilangan yang sangat kecil.

2) *Pengujian Parameter Model Regresi Zero-Inflated Generalized Poisson*

Pengujian parameter dilakukan secara serentak dan secara parsial. Pengujian parameter secara serentak dilakukan untuk mengetahui faktor yang berpengaruh signifikan terhadap model. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = \gamma_1 = \gamma_2 = \dots = \gamma_k$$

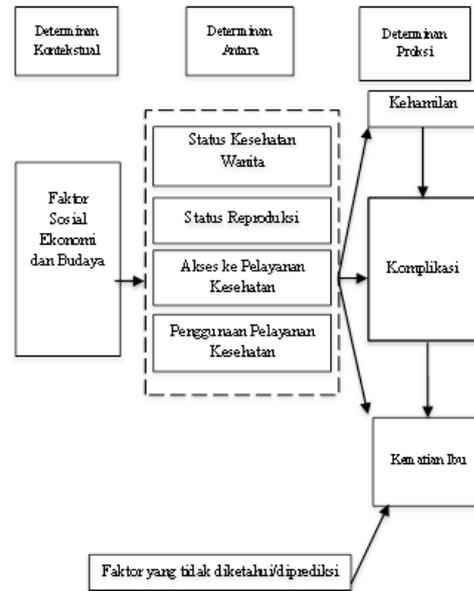
$$H_1 : \text{Minimal ada satu parameter } \theta_r \neq 0; r = 1, 2, \dots, k ;$$

$$\theta_r = \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k, \gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_k$$

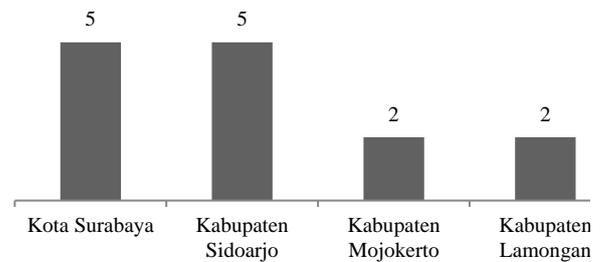
Statistik uji sebagai berikut.

$$G^2 = 2(\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\hat{\omega}))$$

Tolak  $H_0$  jika  $G^2 > \chi_{v,\alpha}^2, v = n(\Omega) - n(\omega)$  atau jika *p-value*



Gambar 1. Kerangka kerja untuk analisis determinan kematian I menurut McCarty dan Maine (1992).



Gambar 2. Diagram batang jumlah kematian ibu hamil di 4 kabupaten/kota di Jawa Timur tahun 2017.

$< \alpha$ .

Pengujian parameter secara parsial dilakukan untuk menguji signifikansi parameter secara individu. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut

$$Z = \frac{(\hat{\theta}_r)}{SE(\hat{\theta}_r)}$$

dimana  $\hat{\theta}$  adalah maksimum likelihood estimator parameter  $\theta$ . Daerah penolakannya adalah tolak  $H_0$  jika  $|Z_{hitung}| > Z_{\frac{\alpha}{2}}$  atau jika *p-value*  $< \alpha$ .

D. *Kematian Ibu*

Kematian ibu merupakan kematian selama kehamilan atau dalam periode 42 hari setelah berakhirnya kehamilan yang diakibatkan oleh semua sebab yang berkaitan dengan kehamilan atau penanganannya [6]. Kematian ibu kemungkinan terjadi karena kualitas pelayanan kesehatan ibu yang belum memadai, kondisi ibu hamil yang tidak sehat dan faktor determinan lainnya.

Terdapat kerangka kerja yang digunakan untuk menganalisis faktor-faktor penentu kematian ibu yang disajikan pada Gambar 1. Kerangka kerja tersebut disusun atas tiga tahap yaitu determinan kontekstual, (determinan jauh/distant determinants), determinan antara (intermediate determinants), dan determinan proksi (determinan dekat/outcome) yang merupakan komponen proses kematian

Tabel 1.  
Variabel penelitian

Variabel	Keterangan
$Y$	Jumlah kematian ibu hamil
$X_1$	Persentase kunjungan K1
$X_2$	Persentase kunjungan K4
$X_3$	Persentase imunisasi TT2+
$X_4$	Persentase ibu hamil yang mendapatkan Fe3
$X_5$	Persentase ibu hamil dengan komplikasi

Tabel 2.  
Struktur data penelitian

Kecamatan ( $i$ )	$Y$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
1	$Y_{1,1}$	$X_{1,1}$	$X_{2,1}$	$X_{3,1}$	$X_{4,1}$	$X_{5,1}$
2	$Y_{1,2}$	$X_{1,2}$	$X_{2,2}$	$X_{3,2}$	$X_{4,2}$	$X_{5,2}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$i$	$Y_{1,i}$	$X_{1,i}$	$X_{2,i}$	$X_{3,i}$	$X_{4,i}$	$X_{5,i}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
94	$Y_{1,94}$	$X_{1,94}$	$X_{2,94}$	$X_{3,94}$	$X_{4,94}$	$X_{5,94}$

ibu. Setiap faktor dalam kerangka kerja ini diduga mempengaruhi kematian ibu sehingga upaya-upaya yang dilakukan untuk mengurangi jumlah kematian ibu harus dikaitkan dengan faktor-faktor tersebut.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang diambil dari publikasi Profil Kesehatan Dinas Kesehatan tahun 2017. Unit observasi yang digunakan sebanyak 94 kecamatan yang berada di 4 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur yaitu Kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, dan Kabupaten Lamongan.

#### B. Variabel Penelitian

Variabel respon yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah kematian ibu hamil di 94 kecamatan pada Kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, dan Kabupaten Lamongan tahun 2017 dan variabel prediktor yang digunakan adalah faktor-faktor yang diduga mempengaruhi jumlah kematian ibu hamil yang diperoleh dari penelitian-penelitian terdahulu. Variabel penelitian yang digunakan disajikan dalam Tabel 1.

Struktur data yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 2. Terdapat pula struktur data variabel *dummy* yang merupakan 4 kabupaten/kota yaitu Kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, dan Kabupaten Lamongan yang dapat dilihat pada Tabel 3.

#### C. Langkah Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Regresi Zero-Inflated Generalized Poisson (ZIGP). Langkah-langkah analisis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan karakteristik data jumlah kematian ibu hamil di 94 Kecamatan pada Kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, dan Kabupaten Lamongan Tahun 2017 dan faktor-faktor yang mempengaruhinya menggunakan statistika deskriptif.
2. Melakukan uji multikolinieritas menggunakan nilai VIF. Penanganan untuk kasus multikolinieritas dapat menggunakan Principal Component Analysis (PCA).
3. Menaksir parameter model regresi ZIGP menggunakan algoritma Berndt-Hall-Hall-Hausman (BHHH).

Tabel 3.  
Struktur data penelitian untuk variabel *dummy*

Kabupaten/Kota	$D_1$	$D_2$	$D_3$
Surabaya	1	0	0
Sidoarjo	0	1	0
Mojokerto	0	0	1
Lamongan	0	0	0

Tabel 4.  
Karakteristik jumlah kematian ibu hamil dan faktor-faktor yang diduga berpengaruh

Variabel	Mean	Varians	Min	Maks
Jumlah Kematian Ibu Hamil ( $y$ )	0,149	0,128	0	1
Persentase K1 ( $x_1$ )	99,226	46,826	68,500	120,610
Persentase K4 ( $x_2$ )	92,110	251,530	0,100	117,350
Persentase Imunisasi TT2+ ( $x_3$ )	85,460	5564,800	0,000	653,590
Persentase Ibu Hamil mendapatkan Fe3 ( $x_4$ )	92,070	158,080	10,340	117,350
Persentase Ibu Hamil dengan Komplikasi ( $x_5$ )	20,000	0,001	19,920	20,090

Tabel 5.  
Uji multikolinieritas variabel prediktor

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
VIF	1,415	2,161	1,020	2,500	1,045

4. Menguji hipotesis model regresi ZIGP secara serentak dan parsial.
5. Mendapatkan model regresi ZIGP.
6. Menginterpretasikan model dan membuat kesimpulan.

### IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### A. Karakteristik Data Penelitian

1) *Karakteristik Jumlah Kematian Ibu Hamil di 94 Kecamatan pada Kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, dan Kabupaten Lamongan*

Berdasarkan data dari Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur Tahun 2017, jumlah kematian ibu hamil di Kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, dan Kabupaten Lamongan ditunjukkan pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan bahwa jumlah kematian ibu hamil pada Kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, dan Kabupaten Lamongan yaitu sebanyak 14 kematian. Dari keempat kota/kabupaten tersebut, jumlah kematian ibu hamil tertinggi pada tahun 2017 berada di Kota Surabaya dan Kabupaten Sidoarjo dengan masing-masing sebanyak 5 kematian.

2) *Karakteristik Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhi Jumlah Kematian Ibu Hamil*

Karakteristik jumlah kematian ibu hamil beserta faktor-faktor yang mempengaruhinya dapat diketahui melalui statistika deskriptif pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui bahwa jumlah kematian ibu hamil yang merupakan variabel respon ( $Y$ ) di 94 kecamatan memiliki nilai rata-rata sebesar 0,149 dan varians data sebesar 0,128. Nilai rata-rata lebih besar daripada varians data sehingga terdeteksi adanya pelanggaran asumsi equidispersi, yaitu underdispersi. Persentase kunjungan K1 ( $X_1$ ) memiliki nilai rata-rata yang paling tinggi dibandingkan variabel prediktor lainnya, yaitu sebesar 99,226%. Variabel prediktor yang memiliki keragaman paling besar

Tabel 6.  
Nilai taksiran parameter regresi ZIGP

Parameter	Nilai Taksiran	SE	Z Hitung	P-value
$\beta_0$	-691,149	1,1893	-58,1128	0,0000
$\beta_1$	0,1887	1,1893	0,1587	0,8739
$\beta_2$	0,1607	1,1893	0,1351	0,8925
$\beta_3$	0,1524	1,1893	0,1281	0,8981
$\beta_4$	0,1886	1,1893	0,1586	0,8740
$\beta_5$	3,3792	1,1893	2,8413	0,0045
$\beta_{z1}$	1,3343	1,1893	1,1219	0,2619
$\beta_{z2}$	1,5732	1,1893	1,3228	0,1859
$\beta_{z3}$	0,6123	1,1893	0,5148	0,6067
$\gamma_0$	0,0016	0,1170	0,0140	0,9888
$\gamma_1$	0,2713	0,1076	2,5216	0,0117
$\gamma_2$	0,2904	0,0233	12,4394	0,0000
$\gamma_3$	0,2938	0,0309	9,5170	0,0000
$\gamma_4$	0,2796	0,0776	3,6030	0,0003
$\gamma_5$	-4,6387	0,5492	-8,4456	0,0000
$\gamma_{z1}$	0,0428	2,0175	0,0212	0,9831
$\gamma_{z2}$	-0,0727	2,1789	-0,0334	0,9734
$\gamma_{z3}$	1,5036	8,8641	0,1696	0,8653
$\phi$	1,7065	6,8471	0,2492	0,8032

dibandingkan variabel prediktor lainnya adalah persentase imunisasi TT2+ pada ibu hamil ( $X_3$ ), yaitu sebesar 5564,800. Variabel ini juga memiliki nilai minimum sebesar 0%, yang artinya diantara 94 kecamatan itu, ada ibu hamil yang tidak mendapatkan imunisasi TT2+. Pada 4 variabel prediktor terdapat nilai maksimum yang lebih dari seratus persen. Hal ini dikarenakan data jumlah ibu hamil yang melakukan kunjungan K1, kunjungan K4, yang mendapatkan imunisasi TT2+, dan yang mendapatkan Fe3 lebih banyak daripada jumlah ibu hamil di 94 kecamatan.

**B. Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kematian Ibu Hamil di 94 Kecamatan pada Kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, dan Kabupaten Lamongan Tahun 2017**

**1) Uji Multikolinieritas**

Hasil uji multikolinieritas antar variabel prediktor ditunjukkan pada Tabel 5. Berdasarkan Tabel 5, nilai VIF pada setiap variabel prediktor bernilai kurang dari 10. Hal ini menunjukkan bahwa pada penelitian ini tidak terdapat kasus multikolinieritas antar variabel prediktor.

**2) Pemodelan Jumlah Kematian Ibu Hamil di 94 Kecamatan pada Kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, dan Kabupaten Lamongan Menggunakan Regresi ZIGP**

Sesuai dengan Gambar 2, jumlah kematian ibu hamil di 94 Kecamatan pada Kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, dan Kabupaten Lamongan memiliki persentase data bernilai nol sebesar 85,11% yang berarti data tersebut dapat dimodelkan menggunakan model regresi *Zero-Inflated Generalized Poisson (ZIGP)*. Lima variabel prediktor yang diduga mempengaruhi jumlah kematian ibu hamil menghasilkan nilai taksiran parameter yang disajikan dalam Tabel 6.

Selanjutnya adalah melakukan pengujian hipotesis. Pengujian hipotesis dilakukan dengan serentak dan parsial mengacu pada Bab II bagian 2. Pada pengujian serentak diperoleh nilai  $G^2$  sebesar 610,0779 dan nilai  $\chi^2_{16;0,05} = 26,29623$ . Nilai  $G^2$  lebih besar daripada nilai  $\chi^2_{16;0,05}$  sehingga tolak  $H_0$  dan dapat disimpulkan bahwa minimal ada satu variabel yang berpengaruh dalam model ZIGP ini. Pada pengujian parsial dilakukan dengan melihat  $p$ -

*value* pada Tabel 6. Dengan taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ , hanya variabel persentase ibu hamil dengan komplikasi ( $X_5$ ) yang berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah kematian ibu hamil di 94 kecamatan tahun 2017 pada parameter  $\beta$ . Sedangkan untuk parameter  $\gamma$ , semua variabel prediktor, yaitu persentase kunjungan K1 ( $X_1$ ), persentase kunjungan K4 ( $X_2$ ), persentase imunisasi TT2+ pada ibu hamil ( $X_3$ ), persentase ibu hamil yang mendapatkan Fe3 ( $X_4$ ), dan persentase ibu hamil dengan komplikasi ( $X_5$ ), berpengaruh signifikan terhadap jumlah kematian ibu hamil di 94 kecamatan pada Kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, dan Kabupaten Lamongan tahun 2017. Terakhir, variabel kategorik yaitu 4 Kabupaten/Kota yang menghasilkan 3 variabel *dummy* baik parameter  $\beta$  dan  $\gamma$  tidak berpengaruh signifikan terhadap model. Artinya, keempat kabupaten/kota tidak memiliki pengaruh yang berbeda terhadap jumlah kematian ibu hamil.

Terbentuklah model regresi ZIGP untuk jumlah kematian ibu hamil di 94 kecamatan pada Kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, dan Kabupaten Lamongan tahun 2017 sebagai berikut.

a. Model Regresi Poisson State Untuk  $\hat{\mu}$  pada Jumlah Kematian Ibu Hamil dengan variabel yang signifikan adalah persentase ibu hamil dengan komplikasi ( $X_5$ ). Interpretasinya yaitu setiap kenaikan satu persen ibu hamil yang memiliki komplikasi maka akan memperbesar rata-rata jumlah kematian ibu hamil sebesar  $e^{3,3792} = 29,347$  kali dengan asumsi variabel yang lain bernilai tetap.

$$\ln \hat{\mu} = -69,1149 + 0,1887x_{1i} + 0,1607x_{2i} + 0,18 + 3,3792x_{5i} + 1,3343z_1 + 1,5732z_2 + 0,6123z_3$$

b. Model regresi *zero state* untuk  $\hat{p}$  pada Jumlah Kematian Ibu Hamil yang memiliki variabel yang signifikan yaitu persentase kunjungan K1 ( $X_1$ ), persentase kunjungan K4 ( $X_2$ ), persentase imunisasi TT2+ ( $X_3$ ), persentase ibu hamil yang mendapatkan Fe3 ( $X_4$ ), dan persentase ibu hamil dengan komplikasi ( $X_5$ ).

$$\text{logit } \hat{p} = \ln \left( \frac{\hat{p}}{1 - \hat{p}} \right) = \hat{\gamma}$$

$$\frac{\hat{p}}{1 - \hat{p}} = \exp(\hat{\gamma})$$

Interpretasinya:

1. Setiap penambahan satu persen ibu hamil yang melakukan kunjungan pemeriksaan K1 maka akan memperbesar peluang kematian ibu hamil sebesar  $e^{0,2713} = 1,312$  kali dibandingkan ibu hamil yang tidak melakukan kunjungan pemeriksaan K1.
2. Setiap kenaikan satu persen ibu hamil yang melakukan kunjungan pemeriksaan K4 maka akan memperbesar peluang kematian ibu hamil sebesar  $e^{0,2904} = 1,337$  kali dibandingkan ibu hamil yang tidak melakukan kunjungan pemeriksaan K4.
3. Setiap penambahan satu persen ibu hamil yang melakukan imunisasi TT2+ maka akan memperbesar peluang kematian ibu hamil sebesar  $e^{0,2938} = 1,342$  kali dibandingkan ibu hamil yang tidak melakukan imunisasi TT2+.
4. Setiap penambahan satu persen ibu hamil yang mendapatkan Fe3 maka akan memperbesar peluang

kematian ibu hamil sebesar  $e^{0,2796} = 1,323$  kali dibandingkan ibu hamil yang tidak mendapatkan Fe3.

5. Setiap kenaikan satu persen ibu hamil yang memiliki komplikasi maka akan memperkecil peluang kematian ibu hamil sebesar  $e^{-4,6387} = 0,096$  kali dibandingkan ibu hamil tanpa komplikasi.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan diantaranya; (1) Pada Tahun 2017 Kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, dan Kabupaten Lamongan memiliki jumlah kematian ibu hamil sebanyak 14 kematian. Persentase kunjungan K1 ( $X_1$ ) memiliki nilai rata-rata sebesar 99,226% yang merupakan nilai rata-rata paling tinggi. Variabel prediktor yang memiliki keragaman paling besar dibandingkan variabel prediktor lainnya adalah persentase imunisasi TT2+ pada ibu hamil ( $X_3$ ); (2) Model faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kematian ibu hamil di 94 kecamatan pada Kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, dan Kabupaten Lamongan tahun 2017 adalah sebagai berikut; (3) Model regresi poisson state untuk pada Jumlah Kematian Ibu Hamil

dengan variabel yang signifikan adalah persentase ibu hamil dengan komplikasi ( $X_5$ ); (4) Model regresi zero state untuk pada Jumlah Kematian Ibu Hamil yang memiliki variabel yang signifikan yaitu persentase kunjungan K1 ( $X_1$ ), persentase kunjungan K4 ( $X_2$ ), persentase imunisasi TT2+ ( $X_3$ ), persentase ibu hamil yang mendapatkan Fe3 ( $X_4$ ), dan persentase ibu hamil dengan komplikasi ( $X_5$ ).

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak, *Kajian Partisipasi Organisasi Perempuan dalam Menurunkan Angka Kematian Ibu di Propinsi Jawa Barat*. Jakarta: Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak, 2016.
- [2] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, *Pedoman Umum Pogram Indonesia Sehat dengan Pendekatan Keluarga*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI, 2016.
- [3] D. N. Gujarati, *Basic Econometrics*, 4th ed. New York: McGraw-Hill, 2004.
- [4] A. C. Cameron and P. K. Trivedi, *Regression Analysis of Count Data*, 2nd ed. New York: Cambridge University Press.
- [5] F. Famoye and K. P. Singh, "Zero-inflated generalized poisson regression model with an application to domestic violence data," *J. Data Sci.*, vol. 4, pp. 117–130, 2006.
- [6] J. McCarthy and D. Maine, "A framework for analyzing the determinants of maternal mortality," *Stud. Fam. Plann.*, vol. 23, no. 1, pp. 23–33, 1992.