

# Pemodelan untuk Jumlah Kasus Kematian Bayi dan Ibu di Jawa Timur Menggunakan *Bivariate Generalized Poisson Regression*

Affanda Abdul Hakim Aminullah dan Purhadi  
Departemen Statistika, Fakultas Matematika, Komputasi, dan Sains Data,  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
*e-mail*: purhadi@statistika.its.ac.id

**Abstrak**—Jumlah kematian ibu dan kematian bayi saling berhubungan karena pada saat bayi dalam kandungan, gizi yang diperoleh janin disalurkan dari tubuh ibu melalui plasenta sehingga selama masa kehamilan kondisi ibu akan berpengaruh pada janin yang akan dilahirkan. Selain itu, peran ibu dalam merawat bayi juga sangat berpengaruh dalam perkembangan bayi tersebut. Angka kematian bayi baru lahir dan ibu di Jatim masih tinggi, saat ini Jawa Timur belum mampu mencapai target SDGs pada angka kematian bayi dan ibu yaitu sebesar 70/100.000 kelahiran sedangkan Jawa Timur masih 90/100.000 kelahiran. Penelitian ini menggunakan metode *Bivariate Generalized Poisson Regression* untuk melihat faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus kematian bayi dan ibu di Jawa Timur tahun 2017. *Bivariate Generalized Poisson Regression* merupakan salah satu metode untuk menanggulangi kasus overdispersi data. Berdasarkan hasil analisis *Bivariate Generalized Poisson Regression* dengan kriteria AICc diketahui bahwa model terbaik memuat keseluruhan variabel prediktor. Faktor yang mempengaruhi jumlah kematian bayi di Jawa Timur tahun 2017 adalah persentase persalinan oleh tenaga kesehatan ( $X_1$ ), persentase komplikasi kebidanan yang ditangani ( $X_2$ ), persentase kunjungan ibu hamil dengan K4 ( $X_3$ ), persentase ibu hamil mendapat tablet Fe3 ( $X_4$ ), sedangkan variabel predictor yang berpengaruh untuk jumlah kematian ibu di Jawa Timur tahun 2017 adalah persentase persalinan oleh tenaga kesehatan ( $X_1$ ), persentase rumah tangga ber-PHBS ( $X_5$ ).

**Kata Kunci**—AICc, *Bivariate Generalized Poisson Regression*, Kematian bayi, Kematian ibu, Overdispersi.

## I. PENDAHULUAN

**M**ILLENIMUM *Development Goals* (MDGs) dapat diartikan sebagai tujuan pembangunan *Millenium* yang merupakan sebuah paradigma pembangunan global yang dideklarasikan Konferensi Tingkat Tinggi Milenium oleh 189 negara anggota Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB) di New York dan menghasilkan 8 tujuan pokok yang harus tercapai. Seiring berakhirnya periode MDGs pada akhir tahun 2015 ada 193 kepala negara telah mengesahkan *Sustainable Development Goals* (SDGs) pada 25 September 2015 sebagai kesepakatan baru terhadap agenda pembangunan global untuk periode 2016-2030. SDGs memiliki 17 tujuan utama. Salah satu tujuan pokok *Sustainable Development Goals* (SDGs) yaitu meningkatkan derajat kesehatan masyarakat diantaranya dengan menurunkan angka kematian bayi dan ibu. Salah satu indikator penting dalam menentukan tingkat derajat kesehatan masyarakat dan keberhasilan pembangunan di suatu wilayah

adalah angka kematian ibu (AKI) dan angka kematian bayi (AKB).

Angka Kematian Ibu adalah jumlah kematian ibu selama masa kehamilan, persalinan dan nifas yang disebabkan oleh kehamilan, persalinan atau pengelolaannya tetapi bukan karena sebab lain seperti kecelakaan atau terjatuh di setiap 100.000 kelahiran hidup. Sedangkan Angka Kematian Bayi adalah jumlah kematian per 1.000 kelahiran hidup yang terjadi pada bayi dengan usia kurang dari satu tahun pada tahun dan daerah tertentu [1].

Angka kematian bayi baru lahir dan ibu di Jatim masih tinggi, saat ini Jawa Timur belum mampu mencapai target SDGs pada angka kematian bayi dan ibu yaitu sebesar 70/100.000 kelahiran sedangkan Jawa Timur masih 90/100.000 kelahiran [2]. Jumlah kematian ibu dan kematian bayi saling berhubungan karena pada saat bayi dalam kandungan, gizi yang diperoleh janin disalurkan dari tubuh ibu melalui plasenta sehingga selama masa kehamilan kondisi ibu akan berpengaruh pada janin yang akan dilahirkan. Selain itu, peran ibu dalam merawat bayi juga sangat berpengaruh dalam perkembangan bayi tersebut agar tindakan yang diberikan sesuai maka diperlukan adanya suatu penelitian tentang jumlah kematian ibu dan jumlah kematian bayi dengan melibatkan faktor-faktor yang diduga mempengaruhi keduanya secara bersamaan

Data yang memiliki kasus over atau under dispersi tidak sesuai apabila dimodelkan dengan menggunakan regresi poisson, untuk itu pada kasus over maupun under disperse dapat dilakukan analisis menggunakan moder GPR. Penelitian mengenai kematian bayi dan ibu telah beberapa kali dilakukan [3][4], menerapkan *Generalized Poisson Regression* (GPR) untuk data yang mengalami overdispersi Pada penelitian ini akan menganalisis dua variabel respon yaitu jumlah kematian ibu dan jumlah kematian bayi di Jawa Timur tahun 2017. Analisis dilakukan dengan menggunakan pendekatan *Bivariate Generalized Poisson Regression* karena diduga data terjadi kasus overdispersi dan tidak mengandung banyak nol.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Distribusi Poisson

Distribusi Poisson merupakan suatu distribusi untuk peristiwa yang memiliki probabilitas kecil, dimana kejadian tergantung pada interval waktu tertentu atau di suatu daerah tertentu dengan hasil pengamatan berupa variabel diskrit dan antar variabel prediktor saling independent [5].

**B. Uji Distribusi Bivariate Generalized Poisson**

Uji distribusi *Bivariate Generalized Poisson* menggunakan *Croxtett's test*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah variabel  $Y_1$  dan  $Y_2$  mengikuti distribusi *Bivariate Generalized Poisson*, berikut adalah hipotesis dari *Croxtett's test*.

$H_0$ : Variabel respon  $Y_1$  dan  $Y_2$  mengikuti *Bivariate Generalized Poisson*

$H_1$ : Variabel respon  $Y_1$  dan  $Y_2$  tidak mengikuti *Bivariate Generalized Poisson*

Statistik uji :

$$Q = \mathbf{Z}^T \hat{\mathbf{V}}^{-1} \mathbf{Z}$$

dimana,

$$\mathbf{Z}^T = [Z_{Y_1} \quad Z_{Y_2}]; \quad Z_h = \text{var}[Y_h] - \bar{Y}_h, \quad h = 1, 2 \text{ dan}$$

$$\hat{\mathbf{V}} = \frac{2}{n} \begin{bmatrix} \hat{\lambda}_1 & \hat{\lambda}_{12} \\ \hat{\lambda}_{12} & \hat{\lambda}_2 \end{bmatrix}; \quad n = 1, 2; \quad \hat{\lambda}_h = \hat{\text{var}}(Y_h); \quad \hat{\lambda}_{gh} = \hat{\text{cov}}(Y_g, Y_h);$$

$$g, h = 1, 2; \quad g \neq h$$

Tolak  $H_0$  apabila  $|Q_{hitung}| > \chi^2_{(n,\alpha)}$ .

**C. Bivariate Generalized Poisson Regression**

*Bivariate Generalized Poisson Regression* adalah pengembangan Regresi Poisson Bivariat pada data yang mengalami kasus overdispersi atau underdispersi. Jika diketahui  $(Y_{1i}, Y_{2i}) \sim BGP(\lambda_{1i}, \lambda_{2i}, \alpha_1, \alpha_2)$  maka model dari *Bivariate Generalized Poisson Regression* adalah

$$\ln(\lambda_i) = \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}_j = \beta_{j0} + \beta_{j1}x_{1i} + \beta_{j2}x_{2i} + \dots + \beta_{jk}x_{ki}$$

dimana,

$$\mathbf{x}_i = [1 \quad x_{1i} \quad \dots \quad x_{ki}]^T \text{ dan } \boldsymbol{\beta}_j = [\beta_{j0} \quad \beta_{j1} \quad \dots \quad \beta_{jk}]^T$$

**D. Multikolinearitas**

Adanya korelasi antar variabel prediktor dalam model regresi linier atau biasa disebut dengan multikolinearitas, akan menyebabkan *error* yang besar pada pendugaan parameter regresi. Pendeteksian multikolinearitas dapat dilakukan menggunakan nilai *Variance Inflation Vector* (VIF). Untuk regresi lebih dari dua variabel definisi VIF adalah,

$$VIF = \frac{1}{1 - R_j^2}; \quad j = 1, 2, \dots, k$$

Dengan  $R_j^2$  merupakan nilai koefisien determinasi antara variabel  $x_j$  dengan variabel  $x$  lainnya. Adanya kasus multikolinearitas dapat diketahui melalui *Variance Inflation Vector* (VIF) yang lebih besar dari 10.

**E. Pemilihan Model Terbaik**

Metode *Akaike Information Criterion* (AIC) adalah kriteria kesesuaian model dalam menduga model secara statistik. Kriteria AIC digunakan apabila pemodelan regresi bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh terhadap model [6]. Sampel berukuran kecil agar tidak terjadi bias digunakan AIC yang terkoreksi atau AICc dan walaupun belum dibuktikan secara teoritis, akan tetapi dalam praktiknya penggunaan nilai AICc lebih baik apabila diterapkan untuk regresi Poisson. Jika jumlah parameter relative kecil

dibandingkan dengan jumlah pengamatan, maka perbedaan antara AIC dan AICc dapat diabaikan. Rumus AICc adalah sebagai berikut.

$$AICc = n \ln \left( \frac{\hat{\Sigma}_d}{n} \right) - 2J\tilde{k} + 2 \frac{k(\tilde{k} + 1 + J)}{n - \tilde{k} - 1 - J}$$

dimana,

$$\hat{\Sigma}_d = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \hat{\epsilon}_i^T \hat{\epsilon}_i$$

$$k = \frac{\tilde{k}J + J(J + 1)}{2}$$

$J$  adalah banyaknya variabel terikat, dan  $\tilde{k}$  adalah jumlah parameter bebas. Model terbaik BGPR adalah model yang memiliki nilai AICc terkecil.

**III. METODOLOGI PENELITIAN**

**A. Sumber Data**

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur tentang Profil Kesehatan Jawa Timur 2017. Unit pengamatan sebanyak 38 unit pengamatan yang terdiri atas 29 Kabupaten dan 9 Kota.

**B. Variabel Penelitian**

Variabel penelitian yang diduga berpengaruh terhadap kematian bayi dan ibu di Jawa Timur disajikan dalam Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1.  
Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan
Y <sub>1</sub>	Jumlah Kematian Bayi
Y <sub>2</sub>	Jumlah Kematian Ibu
X <sub>1</sub>	Persentase Persalinan Oleh Tenaga Kesehatan
X <sub>2</sub>	Persentase Komplikasi Kebidanan yang Ditangani
X <sub>3</sub>	Persentase Kunjungan Ibu Hamil dengan K4
X <sub>4</sub>	Persentase Ibu Hamil Mendapat Tablet Fe3
X <sub>5</sub>	Persentase Rumah Tangga ber-PHBS

Tabel 2.  
Struktur Data

No	Kab/Kota	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
1	1	Y <sub>1,1</sub>	Y <sub>2,1</sub>	X <sub>1,1</sub>	X <sub>2,1</sub>	X <sub>3,1</sub>	X <sub>4,1</sub>	X <sub>5,1</sub>
2	2	Y <sub>1,2</sub>	Y <sub>2,2</sub>	X <sub>1,2</sub>	X <sub>2,2</sub>	X <sub>3,2</sub>	X <sub>4,2</sub>	X <sub>5,2</sub>
3	3	Y <sub>1,3</sub>	Y <sub>2,3</sub>	X <sub>1,3</sub>	X <sub>2,3</sub>	X <sub>3,3</sub>	X <sub>4,3</sub>	X <sub>5,3</sub>
4	4	Y <sub>1,4</sub>	Y <sub>2,4</sub>	X <sub>1,4</sub>	X <sub>2,4</sub>	X <sub>3,4</sub>	X <sub>4,4</sub>	X <sub>5,4</sub>
5	5	Y <sub>1,5</sub>	Y <sub>2,5</sub>	X <sub>1,5</sub>	X <sub>2,5</sub>	X <sub>3,5</sub>	X <sub>4,5</sub>	X <sub>5,5</sub>
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
i	i	Y <sub>1,i</sub>	Y <sub>2,i</sub>	X <sub>1,i</sub>	X <sub>2,i</sub>	X <sub>3,i</sub>	X <sub>4,i</sub>	X <sub>5,i</sub>
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
38	38	Y <sub>1,38</sub>	Y <sub>2,38</sub>	X <sub>1,38</sub>	X <sub>2,38</sub>	X <sub>3,38</sub>	X <sub>4,38</sub>	X <sub>5,38</sub>

Untuk memudahkan mengetahui pola data maka dibentuklah struktur data. Struktur data disusun berdasarkan variabel-variabel yang digunakan, baik variabel prediktor maupun variabel respon. Struktur data untuk penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2

**C. Langkah Analisis**

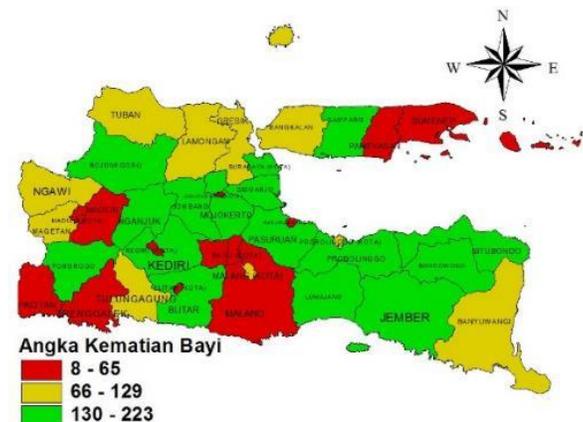
Berikut langkah analisis yang dilakukan pada penelitian ini.

1. Mendeskripsikan karakteristik jumlah kematian bayi dan ibu di Jawa Timur berdasarkan faktor diduga mempengaruhi dengan dua cara yaitu:
  - a. Mendeskripsikan variabel respon dan prediktor pada tabel statistika deskriptif dengan menggunakan nilai rata-rata, varians, nilai minimum dan maksimum
  - b. Mendeskripsikan variabel respon dan prediktor menggunakan peta tematik yang dibagi menjadi tiga kategori berdasarkan klasifikasi *natural breaks*
2. Menguji korelasi antara jumlah kematian bayi dan ibu di Jawa Timur tahun 2017.
3. Melakukan uji distribusi *Bivariate Generalized Poisson* pada variabel respon menggunakan *Crockett's test*.
4. Melakukan deteksi multikolinearitas dengan menggunakan kriteria VIF.
5. Memodelkan variabel respon dan prediktor menggunakan BGPR.
  - a. Menaksir parameter model BGPR dengan menggunakan *Maximum Likelihood Estimation (MLE)*
  - b. menguji parameter secara serentak
  - c. menguji parameter secara parsial
6. Menentukan model terbaik berdasarkan nilai AICc, yaitu dengan cara melihat nilai AICc yang terkecil dari beberapa model yang telah didapat.
7. Melakukan interpretasi model yang terbentuk.
8. Menarik kesimpulan dari hasil analisis.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Statistika Deskriptif Jumlah Kematian Bayi dan Ibu di Jawa Timur

Pada tahun 2017 terdapat total 4059 kematian bayi dan 529 kematian ibu. Jumlah kematian bayi tertinggi yaitu sebanyak 223 jiwa terdapat di Kabupaten Jember sedangkan yang terendah yaitu sebanyak 8 jiwa terdapat di Kabupaten Mojokerto. Jumlah kematian ibu tertinggi yaitu sebanyak 49 jiwa terdapat di Kabupaten Jember sedangkan yang terendah yaitu sebanyak 0 jiwa atau tidak ada terdapat di Kota Blitar, Kota Mojokerto, dan Kota Madiun. Jumlah kematian bayi dan ibu juga memiliki nilai varians yang lebih tinggi daripada mean yang artinya data memiliki kasus overdispersi. Maka jumlah kematian bayi dan ibu dapat dianalisis menggunakan *Bivariate Generalized Poisson Regression*. Persebaran jumlah kematian bayi dan ibu di Jawa Timur dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 1. Persebaran Jumlah Kematian Bayi di Jawa Timur Tahun 2017.

Peta persebaran Gambar 1 menunjukkan bahwa antar wilayah memiliki jumlah kematian bayi yang berbeda-beda dan tidak merata. Wilayah yang memiliki jumlah kematian bayi tertinggi adalah Kabupaten Jember dengan 223 kematian bayi. Hal ini terjadi dikarenakan lambannya penanganan lantaran rendahnya pengetahuan pasien maupun keluarga pasien terkait kondisi kesehatan kehamilan maupun janin atau bayinya. Wilayah dengan jumlah kematian bayi tinggi juga terdapat di Kabupaten Sidoarjo dan Kota Surabaya dengan 198-219 kematian bayi. Jumlah kematian bayi yang tinggi di daerah tersebut diduga akibat kurang optimalnya sistem penanganan pasien antar fasilitas di Jawa Timur. Sementara itu Kota Mojokerto dan Kota Madiun memiliki jumlah kematian bayi terendah dengan kurang dari 20 kematian. Hal ini menunjukkan bahwa pengawasan bayi di wilayah tersebut sangat tinggi.



Gambar 2. Persebaran Jumlah Kematian Ibu di Jawa Timur Tahun 2017.

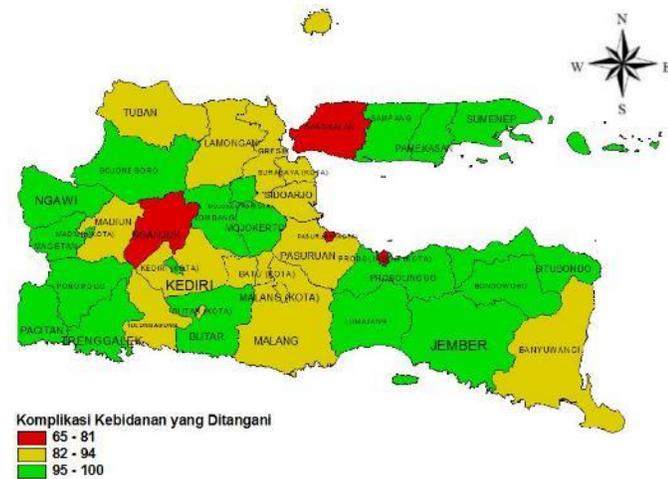
Gambar 2 menunjukkan bahwa daerah yang memiliki jumlah kematian ibu tertinggi adalah Kabupaten Jember sebanyak 49 kematian ibu. Faktor yang mempengaruhi hampir sama yaitu lambannya penanganan lantaran rendahnya pengetahuan pasien maupun keluarga pasien terkait kondisi kesehatan kehamilan maupun janin atau bayinya. Wilayah Kabupaten Sidoarjo dan Kota Surabaya juga termasuk kategori kematian ibu tinggi karena kurang optimalnya sistem penanganan pasien antar fasilitas di Jawa Timur. Sementara itu Kota Blitar, Kota Mojokerto, dan Madiun tidak memiliki kematian ibu atau 0 kasus kematian ibu. Hal ini menunjukkan bahwa wilayah tersebut melakukan pengawasan yang tinggi.

Persebaran pada variabel prediktor dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 3. Persebaran Persentase Persalinan Oleh Tenaga Kesehatan.

Gambar 3 menunjukkan bahwa antar daerah persentase persalinan oleh tenaga kesehatan masih belum merata. Wilayah dengan persentase persalinan oleh tenaga kesehatan terendah adalah Kabupaten Pacitan dan Kabupaten Blitar. Sedangkan wilayah dengan persentase persalinan oleh tenaga kesehatan tertinggi adalah Kota Madiun. Hal ini menunjukkan bahwa banyaknya persalinan oleh tenaga kesehatan di Kota Madiun.



Gambar 4. Persebaran Persentase Komplikasi Kebidanan yang Ditangani.

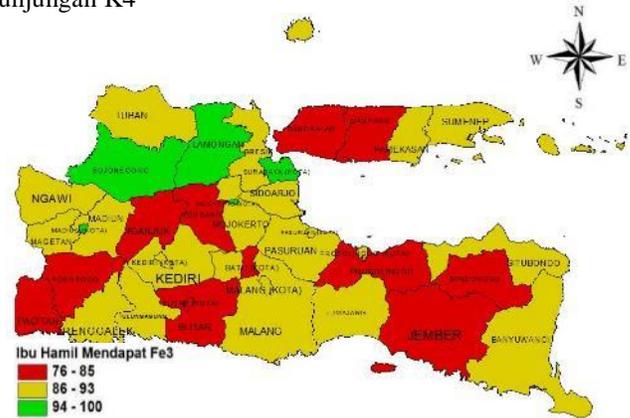
Gambar 4 menunjukkan bahwa antar daerah persentase komplikasi kebidanan yang ditangani masih belum merata. Wilayah dengan persentase komplikasi kebidanan yang ditangani terendah adalah Kabupaten Nganjuk, Kabupaten, Kota Pasuruan, dan Probolinggo. Sedangkan wilayah dengan persentase komplikasi kebidanan yang ditangani tertinggi adalah Kabupaten Pacitan, Ponorogo, Lumajang, Jember, Bondowoso, Situbondo, Probolinggo, Mojokerto, Magetan, Ngawi, Pamekasan, dan Kota Madiun dengan persentasenya adalah 100%.



Gambar 5. Persebaran Persentase Kunjungan Ibu Hamil dengan K4.

Gambar 5 menunjukkan bahwa persentase kunjungan ibu hamil dengan K4 masih belum merata. Wilayah dengan persentase kunjungan ibu hamil dengan K4 terendah adalah Kabupaten Pacitan, Trenggalek, Ponorogo, Nganjuk, Ngawi, Blitar, Bangkalan, Sampang, Probolinggo, Jember, Bondowoso, Kota Blitar. Hal ini menunjukkan bahwa kurangnya kesadaran para ibu hamil untuk K4. Sedangkan wilayah dengan persentase kunjungan ibu hamil dengan K4 tertinggi adalah Kabupaten Malang, Sidoarjo, Lamongan, Kota

Surabaya, dan Kota Madiun. Hal ini menunjukkan bahwa ibu-ibu hamil di wilayah tersebut telah mengetahui pentingnya Kunjungan K4



Gambar 6 Persebaran Persentase Ibu Hamil Mendapatkan Fe3.

Gambar 6 menunjukkan bahwa persentase ibu hamil mendapatkan Fe3 masih belum merata. Wilayah dengan persentase ibu hamil mendapatkan Fe3 terendah adalah Kabupaten Pacitan, Ponorogo, Blitar, Nganjuk, Jember, Bondowoso, Probolinggo, Jombang, Bangkalan, Sampang, dan Kota Blitar. Hal ini menunjukkan bahwa kurangnya kesadaran ibu hamil di wilayah tersebut untuk mendapatkan Fe3. Sedangkan persentase ibu hamil mendapatkan Fe3 tertinggi adalah Kabupaten Bojonegoro, Lamongan, dan Kota Surabaya. Hal ini menunjukkan bahwa ibu-ibu hamil di wilayah tersebut telah mengetahui pentingnya mendapatkan Fe3 untuk kehamilan.



Gambar 7. Persebaran Persentase Rumah Tangga ber-PHBS.

Gambar 7 menunjukkan bahwa persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat masih belum merata. Wilayah dengan persentase rumah tangga ber-phbs terendah adalah Kabupaten Trenggalek, Tulungagung, Lumajang, Probolinggo, Bondowoso, dan Situbondo. Hal ini menunjukkan bahwa di wilayah tersebut rumah tangganya masih belum menerapkan rumah tangga ber-phbs, padahal banyak sekali dampak yang ditimbulkan akibat tidak ber-phbs. Sedangkan wilayah dengan persentase rumah tangga ber-phbs tertinggi adalah Kabupaten Ponorogo, Ngawi, Tuban, Lamongan, Gresik, Sidoarjo, Bangkalan, Jember, dan Kota Sidoarjo.

*B. Pengujian Korelasi dan Multikolinearitas*

Kriteria yang harus dipenuhi sebelum analisis menggunakan

*Bivariate Generalized Poisson Regression* adalah antar variabel respon harus memiliki keterkaitan yang erat. Hubungan antar variabel respon dapat dilihat melalui nilai korefisien korelasi variabel jumlah kematian bayi dan ibu. Berdasarkan hasil analisis didapatkan nilai korefisien korelasi untuk jumlah kematian bayi dan ibu sebesar 0,7907, berarti terdapat hubungan yang erat antara jumlah kematian bayi dan ibu di provinsi Jawa Timur pada tahun 2017. Selanjutnya berdasarkan hasil analisis pada Tabel 3 didapatkan nilai VIF kurang dari 10, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa tidak terdeteksi adanya multikolinearitas antar variabel. Karena antar variabel respon terdapat hubungan yang erat, maka dapat dilanjutkan analisis menggunakan *Bivariate Generalized Poisson Regression*.

Tabel 3.  
Nilai VIF Variabel Prediktor

Variabel	VIF
X <sub>1</sub>	2,42
X <sub>2</sub>	1,08
X <sub>3</sub>	3,25
X <sub>4</sub>	3,53
X <sub>5</sub>	1,08

**C. Pengujian Distribusi Variabel Respon**

Pada pengujian korelasi antar variabel diketahui bahwa terdapat hubungan antara jumlah kematian bayi dan ibu, maka selanjutnya dilakukan uji distribusi *bivariate generalized poisson* pada variabel respon. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah jumlah kematian bayi dan ibu mengikuti distribusi *bivariate generalized poisson* atau tidak menggunakan persamaan uji crocket dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0$  : Variabel respon Y<sub>1</sub> dan Y<sub>2</sub> mengikuti *Bivariate Generalized Poisson*

$H_1$  : Variabel respon Y<sub>1</sub> dan Y<sub>2</sub> tidak mengikuti *Bivariate Generalized Poisson*

dengan menggunakan statistik uji pada persamaan *uji crocket* diperoleh nilai  $|Q_{hitung}|$  sebesar 1,0485, lebih kecil jika dibandingkan dengan  $\chi^2_{(0,05;2)} = 5,991$  maka gagal tolak  $H_0$  jadi kesimpulan yang dihasilkan adalah jumlah kematian bayi dan ibu mengikuti distribusi *bivariate generalized poisson*

**D. Pemilihan Model Terbaik**

Pemilihan model terbaik dilakukan untuk melihat kombinasi dari model mana yang memiliki nilai terbaik berdasarkan kriteria AICc. Kombinasi variabel untuk model yang mungkin terjadi adalah sebanyak 31 model, kemudian dipilih model terbaik berdasarkan nilai AICc terkecil dari semua model yang mungkin terjadi.

Pada Tabel 4 diketahui bahwa model yang memiliki nilai AICc terkecil yaitu model dengan semua variabel prediktor, sehingga model terbaik yang digunakan analisis dengan metode *Bivariate Generalized Poisson Regression* adalah persentase persalinan oleh tenaga kesehatan, persentase komplikasi kebidanan yang ditangani, persentase kunjungan ibu hamil dengan k4, persentase ibu hamil mendapat tablet Fe3, persentase rumah tangga ber-PHBS.

Tabel 4.  
Perbandingan Model Terbaik dengan Nilai AICc

Variabel prediktor model	AICc	Variabel prediktor model	AICc
X <sub>1</sub>	438,369	X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> X <sub>5</sub>	428,978
X <sub>2</sub>	438,01	X <sub>1</sub> X <sub>3</sub> X <sub>4</sub>	424,391
X <sub>5</sub>	437,363	X <sub>1</sub> X <sub>3</sub> X <sub>5</sub>	423,528
X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	434,013	X <sub>1</sub> X <sub>4</sub> X <sub>5</sub>	426,327
X <sub>1</sub> X <sub>3</sub>	428,403	X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> X <sub>3</sub> X <sub>4</sub>	419,919
X <sub>1</sub> X <sub>4</sub>	431,589	X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> X <sub>3</sub> X <sub>5</sub>	419,308
X <sub>1</sub> X <sub>5</sub>	433,3	X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> X <sub>4</sub> X <sub>5</sub>	421,763
X <sub>2</sub> X <sub>5</sub>	433,012	X <sub>1</sub> X <sub>3</sub> X <sub>4</sub> X <sub>5</sub>	419,457
X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> X <sub>3</sub>	424,053	X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> X <sub>3</sub> X <sub>4</sub> X <sub>5</sub>	415,124
X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> X <sub>4</sub>	427,045		

**E. Pengujian Parameter Model BGPR**

*Bivariate Generalized Poisson Regression* merupakan metode regresi yang digunakan untuk data yang saling berkorelasi serta memiliki kasus under/overdispersi. Berdasarkan hasil analisis sebelumnya diketahui bahwa data jumlah kasus kematian bayi dan ibu saling berhubungan dan terdapat kasus overdispersi, sehingga dilakukan analisis ke pemodelan *Bivariate Generalized Poisson Regression*. Sebelum melakukan pemodelan BGPR, terlebih dahulu dilakukan penaksiran parameter, pengujian secara serentak dan pengujian secara parsial.

Tabel 5.  
Estimasi Parameter BGPR

Parameter	Koefisien	Std. Error	Zhitung	Pvalue
$\beta_{10}$	3,7236	1,2374	3,0092	0,0026
$\beta_{11}$	0,052	0,0180	2,8889	0,0039
$\beta_{12}$	0,0061	0,0030	2,0333	0,0420
$\beta_{13}$	-0,0369	0,0056	-6,5893	0,0000
$\beta_{14}$	-0,0168	0,0080	-2,0741	0,0381
$\beta_{15}$	0,0045	0,0022	2,0455	0,0408
$\beta_{20}$	1,6155	1,1618	1,3905	0,1644
$\beta_{21}$	0,0392	0,0175	2,2400	0,0251
$\beta_{22}$	0,0051	0,0058	0,8793	0,3792
$\beta_{23}$	-0,0176	0,0163	-1,0798	0,2802
$\beta_{24}$	-0,024	0,0159	-1,5094	0,1312
$\beta_{25}$	0,01	0,0030	3,3333	0,0009

Selanjutnya melakukan pengujian secara serentak pada model BGPR yang bertujuan untuk mengetahui apakah variabel predictor secara serentak berpengaruh signifikan terhadap model. Berikut adalah hipotesis yang digunakan pada pengujian parameter BGPR secara serentak.

$H_0 : \beta_{j1} = \beta_{j2} = \dots = \beta_{j5} = 0$  dan  $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$

$H_1$  : paling sedikit ada satu  $\beta_{jk} \neq 0$  dan  $\alpha_j \neq 0$   $j = 1, 2;$

$k = 1, 2, \dots, 5$

Hasil perhitungan diketahui bahwa nilai devians sebesar 4029,232 dengan menggunakan taraf kepercayaan 95%

diketahui bahwa nilai  $\chi^2_{(10;0,05)} = 18,307$  sehingga diputuskan tolak  $H_0$  karena nilai devians lebih besar dari  $\chi^2_{(10;0,05)}$ . Hal ini menunjukkan bahwa minimal ada satu variabel predictor yang signifikan terhadap model atau minimal ada satu variabel predictor yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus kematian bayi dan ibu di Jawa Timur tahun 2017. Setelah pengujian serentak dilakukan, maka selanjutnya dilakukan uji parsial. Uji parsial bertujuan untuk mengetahui variabel prediktor mana saja yang signifikan terhadap model BGPR untuk jumlah kasus kematian bayi dan ibu di Jawa Timur. Pada uji parsial hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_{jk} = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_{jk} \neq 0 ; j = 1, 2 \text{ dan } k = 1, 2, \dots, 5$$

Menggunakan taraf signifikan 95% diperoleh nilai  $Z_{0,05/2} = 1,96$ . Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kematian bayi di Jawa Timur yaitu persentase persalinan oleh tenaga kesehatan ( $X_1$ ), persentase komplikasi kebidanan yang ditangani ( $X_2$ ), persentase kunjungan ibu hamil dengan K4 ( $X_3$ ), persentase ibu hamil mendapat tablet Fe3 ( $X_4$ ), sedangkan variabel predictor yang berpengaruh untuk kasus kematian ibu di Jawa Timur adalah persentase persalinan oleh tenaga kesehatan ( $X_1$ ), persentase rumah tangga ber-PHBS ( $X_5$ ).

#### F. Pemodelan Jumlah Kematian Bayi dan Ibu

Pemodelan yang diperoleh dari metode *Bivariate Generalized Poisson Regression* untuk jumlah kasus kematian bayi di Jawa Timur adalah sebagai berikut.

$$\ln(\hat{\lambda}_1) = 3,7236 + 0,052X_1 + 0,0061X_2 - 0,0369X_3 - 0,0167X_4 + 0,0045X_5$$

Model tersebut menggambarkan bahwa setiap pertambahan persentase persalinan oleh tenaga kesehatan ( $X_1$ ) sebesar 1% maka rata-rata jumlah kematian bayi akan mengalami peningkatan sebesar  $\exp(0,052) = 1,0533$  kali dengan syarat variabel lain konstan. Setiap pertambahan persentase komplikasi kebidanan yang ditangani ( $X_2$ ) sebesar 1% maka rata-rata jumlah kematian bayi akan mengalami peningkatan sebesar  $\exp(0,0061) = 1,006$  kali dengan syarat variabel lain konstan. Selanjutnya semakin meningkatnya persentase kunjungan ibu hamil dengan K4 ( $X_3$ ) sebesar 1% maka rata-rata jumlah kematian bayi akan mengalami penurunan sebesar  $\exp(0,0369) = 1,0375$  kali dengan syarat variabel lain konstan. Setiap pertambahan persentase ibu hamil mendapat Fe3 ( $X_4$ ) sebesar 1% maka rata-rata jumlah kematian bayi akan mengalami penurunan sebesar  $\exp(0,0167) = 1,0168$  kali dengan syarat variabel lain konstan. Sementara setiap pertambahan persentase rumah tangga ber-PHBS ( $X_5$ ) sebesar 1% maka rata-rata jumlah kematian bayi akan mengalami peningkatan sebesar  $\exp(0,0045) = 1,0045$  kali dengan syarat variabel lain konstan.

Model yang diperoleh dari metode *Bivariate Generalized Poisson Regression* untuk jumlah kasus kematian ibu di Jawa Timur adalah sebagai berikut.

$$\ln(\hat{\lambda}_2) = 1,6152 + 0,00392X_1 + 0,005X_2 - 0,0177X_3 - 0,024X_4 + 0,01X_5$$

Model tersebut menggambarkan bahwa setiap pertambahan

persentase persalinan oleh tenaga kesehatan ( $X_1$ ) sebesar 1% maka rata-rata jumlah kematian ibu akan mengalami peningkatan sebesar  $\exp(0,00392) = 1,0039$  kali dengan syarat variabel lain konstan. Setiap pertambahan persentase komplikasi kebidanan yang ditangani ( $X_2$ ) sebesar 1% maka rata-rata jumlah kematian ibu akan mengalami peningkatan sebesar  $\exp(0,005) = 1,005$  kali dengan syarat variabel lain konstan. Selanjutnya semakin meningkatnya persentase kunjungan ibu hamil dengan K4 ( $X_3$ ) sebesar 1% maka rata-rata jumlah kematian ibu akan mengalami penurunan sebesar  $\exp(0,0177) = 1,0178$  kali dengan syarat variabel lain konstan. Setiap pertambahan persentase ibu hamil mendapat Fe3 ( $X_4$ ) sebesar 1% maka rata-rata jumlah kematian ibu akan mengalami penurunan sebesar  $\exp(0,024) = 1,0249$  kali dengan syarat variabel lain konstan. Sementara setiap pertambahan persentase rumah tangga ber-PHBS ( $X_5$ ) sebesar 1% maka rata-rata jumlah kematian ibu akan mengalami peningkatan sebesar  $\exp(0,01) = 1,01005$  kali dengan syarat variabel lain konstan.

Hasil koefisien korelasi menunjukkan bahwa terdapat korelasi antara persentase kunjungan ibu hamil dengan K4 ( $X_3$ ) dengan persentase ibu hamil mendapat tablet Fe3 ( $X_4$ ), dan persentase persalinan oleh tenaga kesehatan ( $X_1$ ) dengan persentase kunjungan ibu hamil dengan K4 ( $X_3$ ). Korelasi yang tinggi juga terjadi pada persentase kunjungan ibu hamil dengan K4 dan persentase ibu hamil mendapat tablet Fe3, sehingga hal itu menyebabkan perbedaan tanda pada model BGPR.

## V. KESIMPULAN/RINGKASAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dijelaskan, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Terdapat total 4059 kematian bayi dan 529 kematian ibu. Jumlah kematian bayi tertinggi yaitu sebanyak 223 jiwa terdapat di Kabupaten Jember. Jumlah kematian ibu tertinggi yaitu sebanyak 49 jiwa terdapat di Kabupaten Jember. Nilai ini masih cukup tinggi dan perlu menjadi perhatian khusus bagi pemerintah terutama Kabupaten Jember.
2. Model Terbaik yang diperoleh adalah model yang melibatkan semua variabel prediktor pada pemodelan BGPR dengan nilai AICc sebesar 415,07. Berdasarkan hasil analisis pada model terbaik diperoleh bahwa variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kematian bayi di Jawa Timur yaitu persentase persalinan oleh tenaga kesehatan ( $X_1$ ), persentase komplikasi kebidanan yang ditangani ( $X_2$ ), persentase kunjungan ibu hamil dengan K4 ( $X_3$ ), persentase ibu hamil mendapat tablet Fe3 ( $X_4$ ), sedangkan variabel predictor yang berpengaruh untuk kasus kematian ibu di Jawa Timur adalah persentase persalinan oleh tenaga kesehatan ( $X_1$ ), persentase rumah tangga ber-PHBS ( $X_5$ ).

### B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan kepada pihak Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur yaitu Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur dapat bekerja dengan puskesmas, bidan maupun rumah sakit di wilayah tersebut untuk menghimbau masyarakat agar lebih memperhatikan kondisi kehamilan sebelum maupun sesudah melahirkan dengan cara melaksanakan program K4 dimana

dalam program tersebut telah dilengkapi fasilitas yang memadai sehingga dapat memantau kondisi kesehatan ibu dan janin di dalam kandungan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kemenkes RI, "Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur tahun 2017," 2018.
- [2] M. Ermalena, "Indikator Kesehatan SDGs di Indonesia," *ictoh-tscindonesia.com*, 2017. [Online]. Available: <http://ictoh-tscindonesia.com/wp-content/uploads/2017/05/Dra.-Ermalena-INDIKATOR-KESEHATAN-SDGs-DI-INDONESIA.pdf>.
- [3] N. Rachmah and Purhadi, "Pemodelan Jumlah Kematian Ibu dan Jumlah Kematian Bayi di Provinsi Jawa Timur Menggunakan Bivariate Poisson Regression," Surabaya, 2014.
- [4] S. Listyorini, "Analisis faktor - faktor gaya hidup dan pengaruhnya terhadap pembelian rumah sehat sederhana," *J. Adm. Bisnis*, vol. 1, no. 1, Sep. 2012.
- [5] R. Myers, *Classical and Modern Regression with Applications*. Boston: PWS-KENT Publishing Company, 1990.
- [6] R. A. Johnson and D. W. Wichern, *Applied Multivariate Statistical Analysis*. New Jersey: Prentice Hall, 2007.