

Pemodelan *Bivariate Generalized Poisson Regression* pada Kasus Angka Kematian di Provinsi Jawa Tengah

Bivariate Generalized Poisson Regression Modelling on Case Death Rates in Central Java Province

Dwi Rahmadini¹, Indah Manfaati Nur^{2*}, Prizka Rismawati Arum³

^{1,2,3} Universitas Muhammadiyah Semarang, Kota Semarang

*Corresponding author :indahmnur@unimUs.ac.id

Abstrak

Regresi *Poisson* merupakan metode regresi digunakan untuk memodelkan hubungan antara variabel *dependent* bertipe diskrit yang berupa data *count*. Data *count* variabel *dependent* sering mengalami masalah overdispersi atau underdispersi, hal ini tidak sesuai dengan regresi *Poisson* yang mengasumsikan nilai rata-rata sama dengan nilai varians (equidispersi). Salah satu model yang dapat menangani masalah tersebut adalah *Bivariate Generalized Poisson Regression* yang menjelaskan hubungan antara dua variabel *dependent* yaitu angka kematian ibu dan angka kematian bayi terhadap beberapa variabel *independent*. Data diduga mempunyai keterkaitan satu sama lain, yaitu selama masa kehamilan janin akan bergantung pada asupan gizi yang diberikan oleh ibu. Sehingga diperlukan penelitian untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jumlah kematian ibu dan kematian bayi di Provinsi Jawa Tengah tahun 2021. Penaksir parameter dilakukan dengan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dan pengujian hipotesis menggunakan metode *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT). Pemilihan model terbaik menggunakan nilai AIC terkecil. Hasil penelitian menunjukkan nilai AIC yang diperoleh angka kematian ibu sebesar 300,825 dan faktor-faktor yang berpengaruh adalah persentase persalinan oleh tenaga kesehatan. Sedangkan nilai AIC angka kematian bayi sebesar 391,3643 dan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan adalah persentase perempuan nikah di bawah usia 17 tahun.

Kata Kunci: AIC, Angka Kematian, *Bivariate Generalized Poisson Regression*, Overdispersi.

Abstract

Poisson regression is a regression method used to model the relationship between discrete dependent variables, specially count data. Count data for dependent variables often encounter issues of overdispersion or under dispersion, which is inconsistent with Poisson regression's assumption that the mean is equal to the variance (equidispersion). One model capable of addressing such issues is the Bivariate Generalized Poisson Regression, which explains the relationship between two dependent variables: maternal mortality an infant mortality, with respect to several independent variables. It is suspected that the data have interdependencies, such as fetal development during pregnancy depending on the nutritional intake provide by the mother. Therefore, research is needed to understand the factors influencing the number of maternal and infant deaths in the Centra Java Province in 2021. Estimation of hypothesis testing uses the Maximum Likelihood Ratio Test (MLRT) method. Selection of the best model uses the smallest AIC value. The research results showed that the AIC value obtained for maternal mortality was 300,8253 and the factors that had a significant influence in Central Java are the percentage of births by health workers. While the AIC value of the infant mortality rate is 391,3643 and the factors that have a significant influence on the infant mortality rate are the percentage of married women under the age of 17.

Keywords: AIC, *Bivariate Generalized Poisson Regression*, Mortality Rate, Overdispersion.

PENDAHULUAN

Sustainable Development Goals (SDGs) diartikan sebagai tujuan pembangunan berkelanjutan yang merupakan kesepakatan Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) pada tanggal

21 Oktober 2015. Kesepakatan ini bertujuan untuk menciptakan sebuah dunia yang bebas dari kematian, kerusakan lingkungan, dan ketakutan. Kesepakatan baru ini mencakup 17 tujuan utama dan 169 target yang dapat tercapai pada tahun 2030 (PBB, 2016). Salah satu indikator dari 17 tujuan SDGs adalah menangani masalah kesehatan, dan ini terdapat dalam tujuan nomor 3, yaitu Kehidupan Sehat dan Sejahtera (*Good Health and Well-Being*). Terdapat 38 target yang harus dicapai dalam sektor kesehatan menurut SDGs, termasuk upaya mengurangi Angka Kematian Ibu (AKI) dan Angka Kematian Bayi (AKB) (Bappenas, 2020).

Angka Kematian Bayi (AKB), seperti yang dijelaskan oleh (Badan Pusat Statistika, 2016), merujuk pada jumlah bayi yang meninggal sebelum mencapai usia 1 tahun dalam suatu periode tertentu, diukur per 1000 kelahiran hidup dalam periode yang sama. Sementara itu, Badan Pusat Statistik (BPS) mendefinisikan Angka Kematian Ibu (AKI) sebagai jumlah kematian perempuan yang terjadi selama masa kehamilan atau dalam 42 hari setelah terminasi kehamilan yang disebabkan karena kehamilan atau pengelolaan kehamilan tersebut, dihitung per 100.000 kelahiran hidup.

Tingginya angka kematian ibu dan kematian bayi disebabkan oleh beberapa faktor yang beragam. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk dapat mengidentifikasi faktor yang berpengaruh terhadap tingkat kematian ibu dan kematian bayi (Nur, 2018). Metode yang sesuai dengan permasalahan tersebut dapat diterapkan dalam penelitian tentang faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat angka kematian. Regresi *Poisson* adalah suatu metode pemodelan penghitungan data variabel bertipe data diskrit dengan menggunakan distribusi *Poisson* (Colin & Pravin, 2013). Data mengenai angka kematian merupakan peristiwa yang jarang terjadi dan memiliki peluang kejadian yang kecil, sehingga data tersebut mengikuti distribusi *Poisson* dan dapat dianalisis menggunakan regresi *Poisson* (Noviani, et al., 2014).

Data yang mengalami *over* atau *under* dispersi tidak sesuai apabila dimodelkan dengan menggunakan regresi *Poisson*. Pelanggaran asumsi dapat diatasi dengan menggunakan model *Generalized Poisson Regression*. Walaupun model GPR ini hampir sama dengan model regresi *Poisson*, tetapi model GPR mengasumsikan komponen *dependent* yang mengikuti distribusi *Generalized Poisson*. Menurut (Fitrial & Fatikhurizqi, 2021) untuk mengatasi situasi ketika data mempunyai dua variabel *dependent*, yaitu angka kematian ibu dan angka kematian bayi di Provinsi Jawa Tengah tahun 2021, pendekatan yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah *Bivariate Generalized Poisson Regression*.

METODE

Langkah-langkah untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi terhadap jumlah kasus angka kematian ibu dan angka kematian bayi menggunakan pendekatan model *Bivariate Generalized Poisson Regression* adalah sebagai berikut:

1. Mendiskripsikan ciri-ciri jumlah kematian ibu dan kematian bayi di Jawa Tengah Tahun 2021 berdasarkan faktor yang dianggap berpengaruh dengan cara menguraikan variabel *dependent* dan variabel *independent* dengan menggunakan nilai rata-rata, varians, nilai maksimum, dan nilai minimum.
2. Meneliti hubungan atau korelasi jumlah kasus angka kematian ibu dan angka kematian bayi di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2021.
3. Pengujian hipotesis pada distribusi *Bivariate Generalized Poisson*.

4. Menggunakan kriteria nilai VIF untuk melakukan uji deteksi multikolinearitas.
5. Menggunakan metode BGPR untuk memodelkan variabel respon dan variabel prediktor.
 - a. Menggunakan *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT) untuk mengestimasi parameter model BGPR.
 - b. Menguji parameter secara serentak
 - c. Menguji parameter secara parsial.
6. Memilih model terbaik berdasarkan nilai AIC yaitu model dengan nilai AIC paling kecil diantara model yang dihasilkan sebagai model terbaik.
7. Menafsirkan model yang telah dibuat
8. Membuat kesimpulan berdasarkan temuan analisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Deskriptif

Data yang digunakan pada penelitian di Provinsi Jawa Tengah tahun 2021 yang terdiri dari 35 Kabupaten/Kota menggunakan data Angka Kematian Ibu (Y_1), Angka Kematian Bayi (Y_2), Persentase Cakupan K4 (X_1), Persentase Pemberian Tablet Tambah Darah (Fe3) (X_2), Persentase Komplikasi Kebidanan yang Ditangani (X_3), Persentase Perempuan Nikah Dibawah 17 Tahun (X_4), Persentase Komplikasi Persalinan oleh Tenaga Kesehatan (X_5), Persentase Cakupan Imunisasi Td2+ (X_6). Deskripsi statistik untuk setiap variabel dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut ini:

Tabel 1.

Analisis Statistika Deskriptif Variabel *Dependent* dan *Independent*

Variabel	Rata-rata	Varian	Minimum	Maksimum
Y_1	29,1714	409,911	3	105
Y_2	129,8571	4560,185	19	330
X_1	92,5686	238,018	5,90	100
X_2	92,6209	2014,048	12,22	100
X_3	121,8229	1595,149	23,40	190,50
X_4	16,0577	50,818	3,51	30,55
X_5	99,9371	0,028	99,20	100
X_6	68,6229	4638,046	0	399,20

Pada Tabel 1. menunjukkan nilai rata-rata, nilai minimum, nilai maksimum, dan nilai variansi setiap variabel yang digunakan. Rata-rata jumlah angka kematian ibu di setiap kabupaten/kota di Jawa Tengah tahun 2021 adalah sekitar 29,1714 kasus, dengan jumlah tertinggi mencapai 105 kasus kematian ibu dan terendahnya sebesar 3 kasus. Nilai variansi sebesar 409,911 yang menunjukkan adanya variansi signifikan dalam jumlah kematian ibu di kabupaten/kota dari yang tinggi hingga yang rendah. Sedangkan rata-rata jumlah kasus angka kematian bayi di Jawa Tengah tahun 2021 sebanyak 129,8571 kasus, dengan jumlah tertinggi mencapai 330 kasus dan terendah sebesar 19 kasus. Nilai variansi sebesar 4560,185 mengindikasikan variansi yang signifikan dalam jumlah angka kematian bayi di kabupaten/kota bayi yang cukup tinggi dan sangat rendah.

Distribusi Poisson

Variabel *dependent* harus mengikuti distribusi *Poisson* agar model regresi *Poisson* dapat digunakan. Pengujian *Kolmogrov Smirnov Normality Test* digunakan untuk menguji apakah data berdistribusi *Poisson*.

Hipotesis yang digunakan dalam pengujian ini adalah:

H_0 : Data kasus berdistribusi *Poisson*

H_1 : Data kasus tidak berdistribusi *Poisson*

Nilai taraf signifikansi (α) sebesar 5% atau (0,05). Kriteria pengujiannya jika nilai $p - value < 0,05$ maka data kasus tidak berdistribusi *Poisson* (tolak H_0). Sedangkan jika nilai $p - value > 0,05$ maka data kasus berdistribusi *Poisson* (terima H_0).

Tabel 2.
Uji Distribusi *Poisson*

Variabel	D	$p - value$
Angka Kematian Ibu (Y_1)	0,14579	0,4465
Angka Kematian Bayi (Y_2)	0,16044	0,3285

Berdasarkan Tabel 2. dapat diketahui dari hasil pengujian asumsi menggunakan *Kolmogrov Smirnov Normality Test* bahwa nilai $p - value$ untuk Variabel Angka Kematian Ibu (Y_1) dan Variabel Angka Kematian Bayi (Y_2) lebih besar dari 0,05 ($0,2423 > 0,05$) dan ($0,2830 > 0,05$). Sehingga disimpulkan bahwa data Angka Kematian Ibu dan Angka Kematian Bayi di Jawa Tengah tahun 2021 mengikuti distribusi *Poisson*.

Korelasi

Analisis *bivariate regression* mengasumsikan adanya hubungan linear antara dua variabel *dependent*. Pengujian korelasi antara variabel *dependent* jumlah angka kematian ibu dan jumlah angka kematian bayi dilakukan untuk menentukan apakah terdapat hubungan linear antara variabel *dependent* tersebut. Diketahui korelasi antara variabel *dependent* $r_{(y_1,y_2)} = 0,881$.

Hipotesis uji signifikansi korelasi adalah sebagai berikut:

H_0 : Tidak ada korelasi antara variabel Angka Kematian Ibu (Y_1) dan Angka Kematian Bayi (Y_2)

H_1 : Ada korelasi variabel Angka Kematian Ibu (Y_1) dan Angka Kematian Bayi (Y_2)

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$t = \frac{r_{(y_1,y_2)}\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{(y_1,y_2)}^2}} \quad (1)$$

$$t = \frac{0,881\sqrt{35-2}}{\sqrt{1-(0,881)^2}} = 10,698$$

Nilai $t_{hitung} = 10,698$ dan nilai $t_{tabel} t_{(0,05;35)} = 0,334$.

Berdasarkan nilai t_{hitung} pada variabel Angka Kematian Ibu (Y_1) dan Angka Kematian Bayi (Y_2) yaitu memiliki nilai yang lebih besar dari nilai t_{tabel} yaitu $10,698 >$

0,334, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi antara variabel Angka Kematian Ibu dan Angka Kematian Bayi.

Multikolinearitas

Pengujian multikolinearitas digunakan untuk mengetahui apakah terdapat korelasi (hubungan kuat) antara variabel *independent* dalam model regresi. Nilai *Tolerance* dan nilai *Variance Inflation Effect* (VIF) digunakan untuk mengambil keputusan dalam pengujian multikolinearitas.

Tabel 3.
Hasil Pemeriksaan Multikolinearitas

Variabel <i>Independent</i>	Nilai <i>Tolerance</i>	Nilai VIF	Kesimpulan
X_1	0,972	1,029	Tidak terjadi multikolinearitas antara setiap variabel <i>independent</i>
X_2	0,917	1,090	
X_3	0,796	1,256	
X_4	0,667	1,500	
X_5	0,871	1,148	
X_6	0,728	1,373	

Berdasarkan Tabel 3. diketahui nilai *Tolerance* untuk seluruh variabel *independent* lebih besar dari 0,10. Sementara nilai VIF untuk seluruh variabel *independent* lebih kecil dari 10,00. Oleh karena itu, berdasarkan proses pengambilan keputusan pada pengujian multikolinearitas, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat tanda-tanda multikolinearitas pada model regresi. Dengan demikian, seluruh variabel *independent* yang terkait dengan kasus angka kematian memenuhi asumsi multikolinearitas.

Uji Asumsi Equidispersi

Asumsi equidispersi dalam pemodelan regresi *Poisson* merupakan salah satu asumsi yang harus dipenuhi. Asumsi ini dapat diperiksa dengan melihat nilai rata-rata dan variansi dari variabel *dependent*. Asumsi equidispersi dianggap terpenuhi jika nilai rata-rata dan variansi dari variabel *dependent* memiliki nilai yang sama. Namun pada kenyataannya, seringkali terjadi pelanggaran terhadap asumsi ini dalam analisis data diskrit, yang berupa *overdispersion* atau *underdispersion* sehingga model regresi *Poisson* tidak tepat untuk digunakan.

Tabel 4.
Nilai Rata-rata dan Varians Variabel *Dependent*

Variabel	Rata-rata	Varians
Y_1	29,1714	409,911
Y_2	129,8571	4560,185

Berdasarkan Tabel 4. di atas, dapat dilihat bahwa Angka Kematian Ibu (Y_1) dan Angka Kematian Bayi (Y_2) memiliki nilai varians yang lebih besar dari nilai rata-ratanya. Hal ini mengindikasikan bahwa data tidak memenuhi asumsi equidispersi. Sehingga perlu dilakukan uji tambahan untuk memeriksa apakah data mengalami *overdispersion* atau *underdispersion*.

Pemeriksaan Data *Overdispersion/Underdispersion*

Jika asumsi equidispersi tidak terpenuhi, maka terdapat dua kemungkinan yang dapat terjadi. Pertama, data mengalami *overdispersi*, yang berarti variabel *dependent* menunjukkan nilai varians yang lebih besar dari rata-ratanya atau nilai taksiran dispersi lebih besar dari 1. Kedua, data mengalami *underdispersi* yang berarti data variabel *dependent* menunjukkan nilai variansi yang lebih kecil dari rata-ratanya atau nilai taksiran dispersi kurang dari 1.

Hipotesis:

H_0 : Data kasus mengalami *Underdispersion*

H_1 : Data kasus mengalami *Overdispersion*

Tabel 5.
Hasil Uji *Over/Under Dispersion*

Variabel	Estimasi Dispersi	<i>p</i> – value
Y_1	7,867281	0,0006388
Y_2	22,27497	0,00005113

Berdasarkan Tabel 5. di atas, menunjukkan bahwa nilai estimasi dispersi untuk variabel Angka Kematian Ibu (Y_1) sebesar 7,867281 dan untuk variabel Angka Kematian Bayi (Y_2) sebesar 22,27497. Sehingga H_1 diterima. hal ini menunjukkan bahwa data mengalami *overdispersion* karena estimasi dispersi memiliki nilai yang lebih dari 1

Bivariate Generalized Poisson Regression

Setelah dilakukan pemeriksaan asumsi, diketahui regresi *Poisson* tidak dapat digunakan karena terjadi pelanggaran asumsi, yaitu data mengalami *overdispersion*. Sehingga penanganan pelanggaran asumsi *equidispersion* pada model regresi *Poisson* dapat dilanjutkan dengan pemodelan *Bivariate Generalized Poisson Regression*.

Tabel 6.
Hasil Estimasi Parameter *Bivariate Generalized Poisson Regression*

Parameter	Nilai Estimasi	SE	Z	P-value
$\beta_{1.0}$	0,716675	0,214750	0,253	0,000846
$\beta_{1.1}$	0,000538	0,006440	3,337	0,933307
$\beta_{1.2}$	-0,002284	0,005591	0,084	0,682855
$\beta_{1.3}$	0,004848	0,002630	-0,409	0,065374
$\beta_{1.4}$	0,022944	0,015328	1,843	0,134421
$\beta_{1.5}$	-0,107144	0,478798	1,497	0,001290
$\beta_{1.6}$	-0,000139	0,001763	0,324	0,937078
$\beta_{2.0}$	1,424487	0,172917	8,238	2×10^{-16}
$\beta_{2.1}$	0,000701	0,005320	0,132	0,89515
$\beta_{2.2}$	0,000713	0,004844	0,147	0,88287
$\beta_{2.3}$	0,002652	0,002097	1,264	0,20637
$\beta_{2.4}$	0,033807	0,012155	2,781	0,00541
$\beta_{2.5}$	-0,158429	0,373874	NA	NA
$\beta_{2.6}$	-0,001217	0,001460	-0,834	0,40438

Uji Parameter Serentak (F)

Pengujian parameter secara serentak (simultan) dalam model *Bivariate Generalized Poisson Regression* digunakan untuk menentukan apakah variabel *independent* mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel *dependent*. Pengujian parameter secara serentak ini dilakukan dengan mempertimbangkan banyak kemungkinan model yang dapat diterima dengan menggunakan *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT) untuk mengambil keputusan.

Hipotesis:

$$H_0: \beta_{j1} = \beta_{j2} = \dots = \beta_{jk} = 0 ; j = 1,2,3 \dots$$

(Variabel *independent* secara simultan tidak berpengaruh terhadap variabel *dependent*).

$$H_1: \text{paling sedikit ada satu } \beta_{jk} = \beta_{j2} \neq 0 ; j = 1,2,3 \dots \text{ dengan } i = 1,2,3,4,5$$

(Variabel *independent* secara simultan berpengaruh terhadap variabel *dependent*).

Tingkat Signifikansi: $\alpha = 5\% = 0,05$.

Hasil Perhitungan: Tolak H_0 jika nilai $D(\hat{\beta}) > X^2_{(ab,\alpha)}$ maka terdapat variabel *independent* yang berpengaruh terhadap variabel *dependent*.

Dari perhitungan analisis kasus Angka Kematian Ibu (Y_1) diperoleh hasil perhitungan $D(\hat{\beta}) = 135,29$ dan $X^2_{(6,0,05)} = 12,592$. Maka, diperoleh nilai $(\hat{\beta}) = 135,29 > X^2_{(6,0,05)} = 12,592$. Sedangkan hasil pengujian $p - value$ parameter serentak diperoleh $1,6456 \times 10^{-5}$ yaitu $p - value = 1,6456 \times 10^{-5} < 0,05$. Sehingga, keputusan yang dihasilkan yaitu tolak H_0 , yang mempunyai kesimpulan yaitu didapatkan paling sedikit ada satu $\beta_{jk} = \beta_{j2} \neq 0 ; j = 1,2,3$ variabel *independent* yang secara simultan berpengaruh terhadap jumlah kasus angka kematian ibu.

Dari perhitungan analisis kasus Angka Kematian Bayi (Y_2) diperoleh hasil perhitungan $D(\hat{\beta}) = 425,65$ dan $X^2_{(6,0,05)} = 12,592$. Maka, diperoleh nilai $(\hat{\beta}) = 425,65 > X^2_{(6,0,05)} = 12,592$. Sedangkan hasil pengujian $p - value$ parameter serentak diperoleh sebesar $6,788 \times 10^{-44}$ yaitu $p - value = 6,788 \times 10^{-44} < 0,05$. Sehingga, keputusan yang dihasilkan yaitu tolak H_0 yang mempunyai kesimpulan yaitu didapatkan paling sedikit ada satu $\beta_{jk} = \beta_{j2} \neq 0 ; j = 1,2,3$ variabel *independent* yang secara simultan berpengaruh terhadap jumlah kasus angka kematian bayi.

Uji Parsial (t)

Uji parsial (individu) digunakan untuk mengidentifikasi variabel *independent* yang memiliki dampak secara signifikan terhadap variabel *dependent* terhadap kasus angka kematian ibu dan bayi di Provinsi Jawa Tengah pada tahun 2021.

Hipotesis:

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

$$H_1: \beta_{ji} \neq 0 \text{ dengan } j = 1,2,3 \dots ; i = 1,2, \dots, 5$$

Tingkat Signifikansi: $\alpha = 5\% = 0,05$.

Hasil Perhitungan: Tolak H_0 jika nilai $|W_{hitung}| > Z_{\alpha/2}$ atau $p - value < \alpha$ maka terdapat variabel *independent* yang berpengaruh terhadap variabel *dependent*.

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa hasil perhitungan variabel tolak H_0 karena $p - value < \alpha$ (0,05) atau yang berpengaruh terhadap kasus jumlah Angka Kematian Ibu (Y_1)

yaitu variabel Persentase Komplikasi Persalinan oleh Tenaga Kesehatan (X_5). Sedangkan untuk hasil perhitungan variabel Angka Kematian Bayi (Y_2) adalah tolak H_0 karena $p - value < \alpha(0,05)$, yaitu variabel Persentase Perempuan Nikah Dibawah 17 Tahun (X_4).

Akaike Information Criterion (AIC)

Pemodelan *Bivariate Generalized Poisson Regression* digunakan untuk menangani data yang menunjukkan tanda-tanda adanya overdispersi. Dalam pemilihan model *Akaike Information Criterion* (AIC), yang berupaya menemukan karakteristik yang mempengaruhi model. Model dengan nilai AIC terkecil dipilih sebagai model *Bivariate Genrelaised Poisson Regression* terbaik. Berikut ini adalah kriteria pemilihan model terbaik dengan menggunakan AIC.

Tabel 7.

Kriteria Pemilihan Model Terbaik BGPR		
Variabel	Paramater Signifikan	AIC
Y_1	$\beta_{4.0}$	300,8253
Y_2	$\beta_{5.0}$	391,3643

Tabel 7. menunjukkan bahwa variabel Angka Kematian Ibu (Y_1) yang akan masuk model adalah Persentase Komplikasi Persalinan oleh Tenaga Kesehatan (X_5). Nilai AIC yang diperoleh adalah sebesar 300,8253. Sedangkan untuk variabel Angka Kematian Bayi (Y_2) yang akan masuk kedalam model adalah Persentase Perempuan Nikah Dibawah 17 Tahun (X_4). Nilai AIC yang diperoleh adalah sebesar 391,3643.

Pemodelan Angka Kematian Ibu ($\hat{\mu}_1$)

Hasil pengolahan estimasi diperoleh bentuk model *Bivariate Genrealized Poisson Regression* (BGPR) untuk variabel Angka Kematian Ibu (Y_1) dengan variabel signifikansinya yaitu Persalinan oleh Tenaga Kesehatan (X_5).

$$\hat{\mu}_{1.0} = \exp(\beta_{1.0} + \beta_{1.5}X_5) + \varepsilon_i$$

$$\hat{\mu}_{1.0} = \exp(0,716675 - 0,107144X_5) + \varepsilon_i$$

Hasil uji statistik menunjukkan $p - value < \alpha = 0,05$ yang artinya bahwa ada hubungan yang signifikan antara hubungan Persalinan oleh Tenaga Kesehatan (X_5) dengan Kasus Angka Kematian Ibu (Y_1) di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2022.

Interpretasi model BGPR untuk $\hat{\mu}_{1.0}$ dijelaskan bahwa nilai estimasi persamaan $\beta_{1.0} = \exp(0,716675)$ sebesar 2,04761 dengan tanda positif yang menyatakan bahwa apabila semua variabel *independent* (X) dianggap konstan, maka diduga rata-rata kasus jumlah angka kematian ibu pertahun sebesar 2,04761. Variabel Persalinan oleh Tenaga Kesehatan (X_5) pada model bertanda negatif yang menjelaskan bahwa setiap kenaikan 1% persentase persalinan oleh tenaga kesehatan, maka akan menurunkan peluang rata-rata kasus angka kematian ibu pertahun sebesar $\exp(0,107144) = 1,1130$ kali lipat dengan asumsi bahwa variabel lain tidak berubah.

Pemodelan Angka Kematian Bayi ($\hat{\mu}_2$)

Dari hasil pengolahan estimasi diperoleh bentuk model *Bivariate Generalized Poisson Regression* (BGPR) untuk variabel variabel Angka Kematian Bayi (Y_2) dengan variabel signifikansinya yaitu Persentase Perempuan Nikah Dibawah 17 Tahun (X_4).

$$\hat{\mu}_{2.0} = \exp(\beta_{2.0} + \beta_{2.4}X_4) + \varepsilon_i$$
$$\hat{\mu}_{2.0} = \exp(1,424487 + 0,033807X_4) + \varepsilon_i$$

Hasil uji statistik menunjukkan $p - value < \alpha = 0,05$ yang artinya bahwa ada hubungan yang signifikan antara hubungan antara variabel Persentase Perempuan Nikah Dibawah 17 Tahun (X_4) dengan variabel Angka Kematian Bayi (Y_2).

Interpretasi model BGPR untuk $\hat{\mu}_2$ didapatkan nilai estimasi persamaan $\beta_{2.0} = \exp(1,424487) = 4,15572$ dengan tanda positif yang menyatakan bahwa apabila semua variabel *independent* (X) diasumsikan konstan atau tetap, maka diduga rata-rata kasus jumlah angka kematian bayi sebesar 4,15572. Variabel Persentase Perempuan Nikah Dibawah 17 Tahun (X_4) pada model menjelaskan bahwa setiap kenaikan 1% persentase perempuan nikah dibawa usia 17 tahun, maka akan meningkatkan peluang rata-rata kasus angka kematian bayi pertahun sebesar $\exp(0,033807) = 1,03438$ kali.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dijelaskan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis menunjukkan gambaran umum dari data tersebut yaitu:
Rata-rata jumlah Angka Kematian Ibu di Provinsi Jawa Tengah pada tahun 2021 sekitar 29,1714, dengan jumlah tertinggi terjadi di Kabupaten Brebes sebanyak 105 kasus dan jumlah terendah terjadi di Kota Magelang dan Kota Tegal sebanyak 3 kasus. Sedangkan rata-rata jumlah Angka Kematian Bayi di Provinsi Jawa Tengah pada tahun 2021 sekitar 129,8571 dengan jumlah tertinggi terdapat di Kabupaten Brebes sebanyak 330 kasus dan jumlah terendah terjadi di Kota Surakarta sebanyak 19 kasus.
2. Berdasarkan model *Bivariate Generalized Poisson Regression* (BGPR), persentase persalinan oleh tenaga kesehatan mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap jumlah kasus angka kematian ibu di Provinsi Jawa Tengah pada tahun 2021. Sedangkan perempuan menikah dibawah usia 17 tahun memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah angka kematian bayi di Provinsi Jawa Tengah pada tahun 2021.

Adapun saran yang diharapkan dapat diberikan sebagai dari hasil penelitian ini diantara lain adalah:

1. Bagi pembaca, hasil penelitian ini diharapkan dapat memperluas pemahaman pembaca mengenai pendekatan *Bivariate Generalized Poisson Regression* yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengkaji angka kematian ibu dan kematian bayi di Provinsi Jawa Tengah serta faktor-faktor yang mempengaruhinya.
2. Bagi pemerintah daerah Provinsi Jawa Tengah, sebagai pedoman dalam menurunkan angka kematian ibu dan angka kematian bayi di Provinsi Jawa Tengah.



DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistika. (2016). Indikator Pembangunan Berkelanjutan. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Bappenas. (2020). *Pilar Pembangunan Sosial*.
- Colin, C. A., & Pravin, T. (2013). *Regression Analysis of Count Data* (2nd ed., *Econometric Society Monographs*). Cambridge: Cambridge University Press.
- Fitrial, N. H., & Fatikhurizqi, A. (2021). Pemodelan Jumlah Kasus Covid-19 Di Indonesia Dengan Pendekatan Regresi Poisson Dan Regresi Binomial Negatif. *Seminar Nasional Official Statistics*, Vol. 2020, No. 1 (Hal. 65–72).
- Noviani, D., Wasono, R., & Nur, I.M. (2014). Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR) untuk Pemodelan Jumlah Penderita Kusta di Jawa Tengah. *Jurnal Statistika* Vol. 2, No. 2.
- Nur, I. M. (2018). Pemodelan Infant Mortality Rate (IMR) dengan Pendekatan Zero Inflated Poisson Regression Berbasis Algoritma EM. *Jurnal Statistika Industri dan Komputasi* Vol. 3, No. 1 (Hal. 71-88).
- PBB. (2016). Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable. *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable* (Hal. 12–14).