

Pemodelan Jumlah Kematian Ibu dan Anak di Sulawesi Selatan Menggunakan Regresi Poisson Bivariat

Adiatma

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, adiatma.rasyids@uin-alauddin.ac.id

Risnawati Iknas

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Alda Wahyuni

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

ABSTRAK, Angka kematian ibu dan bayi menjadi salah satu indikator dalam menilai derajat kesehatan masyarakat. Kematian ibu dan bayi merupakan dua hal yang berkaitan karena selama masa kehamilan gizi yang diperoleh janin disalurkan dari tubuh sang ibu, sehingga kondisi ibu akan berpengaruh terhadap bayi yang akan dilahirkan. Dalam penelitian ini dilakukan analisis terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kematian ibu dan bayi di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2019 menggunakan analisis regresi poisson bivariat. Analisis ini memiliki tiga model dengan nilai kovarians yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan model dengan nilai kovarians berupa persamaan adalah model terbaik dengan nilai AIC sebesar 336,2771. Pada model terbaik, hanya variabel persentase bayi diberi ASI eksklusif yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kematian ibu. Sedangkan, variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kematian bayi adalah persentase ibu hamil yang melaksanakan K1, persentase ibu hamil yang melaksanakan K4, persentase penanganan komplikasi kebidanan, dan persentase bayi diberi ASI eksklusif.

Kata Kunci: Kematian Ibu, Kematian Bayi, Regresi Poisson Bivariat

1. PENDAHULUAN

Angka kematian ibu dan bayi menjadi salah satu target yang telah ditentukan pada tujuan pembangunan Millenium Development Goals (MDGs) yaitu di tahun 2015 menurunkan angka kematian ibu menjadi 102 per 100.000 kelahiran hidup dan menurunkan angka kematian bayi menjadi 23 per 1000 kelahiran hidup [3]. Namun, di tahun 2015, Indonesia tidak berhasil mencapai target MDGs dan hingga saat ini angka kematian ibu dan bayi masih cukup tinggi di Indonesia. Hasil dari Survey Demografi Kesehatan Indonesia untuk tahun 2019 menunjukkan bahwa angka kematian ibu mencapai 359 per 100.000 kelahiran hidup dan angka kematian bayi mencapai 34 per 1000

kelahiran hidup yang berarti angka yang diperoleh jauh dari target MDGs [7].

Sulawesi Selatan menjadi salah satu provinsi dengan penyumbang kasus kematian ibu dan bayi yang cukup tinggi. Jumlah kematian ibu di Provinsi Sulawesi Selatan pada tahun 2015 dilaporkan sebanyak 149 orang, tahun 2016 naik menjadi 153 orang, tahun 2017 mengalami penurunan menjadi 115 orang, tahun 2018 kembali naik menjadi 139 orang, dan di tahun 2019 dilaporkan sebanyak 144 orang atau 94,29 per 100.000 kelahiran hidup. Sedangkan, jumlah kematian bayi pada tahun 2015 dilaporkan sebanyak 332 bayi, tahun 2016 mengalami kenaikan yang sangat tinggi yaitu sebanyak 1179 bayi, tahun 2017 sebanyak 1059 bayi, tahun 2018 sebanyak 1037 bayi, dan di tahun 2019 sebesar 919 bayi atau 6,02 per 1.000 kelahiran hidup [4].

Dengan memperhatikan jumlah kasus kematian ibu dan bayi yang cukup tinggi di Sulawesi Selatan, maka perlu dilakukan analisis untuk memperoleh faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kematian ibu dan bayi. Kematian ibu dan bayi merupakan dua hal yang berkaitan karena selama masa kehamilan gizi yang diperoleh janin disalurkan dari tubuh sang ibu, sehingga kondisi ibu akan mempengaruhi bayi yang akan dilahirkannya. Kasus kematian ibu dan bayi merupakan kejadian yang berdistribusi poisson yang memiliki korelasi. Peristiwa count berpasangan yang menunjukkan korelasi perlu diestimasi secara bersama-sama, dan model regresi poisson bivariat dirancang untuk menyelesaikan hal [6].

Penelitian menggunakan metode regresi poisson bivariat pada dua kasus yang berkorelasi telah banyak dilakukan. Ratnasari melakukan penelitian menggunakan regresi poisson bivariat

dengan memodelkan jumlah HIV dan AIDS di Jawa Timur dengan hasil yang diperoleh yaitu persentase penduduk pengguna kondom, persentase kelompok umur 25-29 tahun, persentase daerah berstatus desa, persentase penduduk tamat SMA dan persentase penduduk miskin di tiap kabupaten dan kota merupakan faktor yang signifikan mempengaruhi kasus AIDS [10].

Faktor yang mempengaruhi jumlah kasus HIV dan AIDS di Jawa Tengah yaitu persentase daerah berstatus desa, persentase jumlah sarana kesehatan, persentase pasangan usia subur pengguna kondom dan persentase penduduk yang maksimal tamat SMA [2]. Persentase penduduk tercatat KB menggunakan kondom berpengaruh nyata terhadap kasus HIV dan TB di Jawa Timur [11]. Ilmi melakukan pemodelan pada jumlah kasus malaria dan filariasis di Jawa Timur dengan hasil bahwa persentase perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS), persentase perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu, persentase penggunaan repellent, persentase penggunaan insektisida, dan persentase penggunaan obat nyamuk berpengaruh signifikan pada kasus malaria dan filariasis [5].

Arkandi meneliti tentang faktor risiko kematian ibu dan bayi di Jawa Timur dengan hasil yang diperoleh bahwa persentase kunjungan ibu hamil dengan K4 dan persentase ibu hamil yang mendapat tablet Fe3 mempengaruhi jumlah kematian ibu. Sedangkan variabel yang signifikan mempengaruhi jumlah kematian bayi adalah persentase kunjungan ibu hamil dengan K4, persentase ibu hamil yang mendapat tablet Fe3, persentase komplikasi kebidanan yang ditangani, persentase persalinan ditolong oleh tenaga kesehatan, persentase peserta KB aktif serta persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat [1].

Dalam penelitian lain, diperoleh bahwa persentase tenaga kesehatan sebagai faktor yang berpengaruh pada jumlah kematian ibu dan bayi di Jawa Timur [9].

2. KAJIAN PUSTAKA

Pemodelan regresi poisson bivariat terbagi menjadi tiga model. Tiap model memuat

λ_1 sebagai fungsi untuk variabel respon pertama, λ_2 sebagai fungsi untuk variabel respon kedua dan λ_0 sebagai kovarian dari kedua variabel respon. Model Regresi Poisson Bivariat dituliskan seperti pada persamaan berikut [8]

$$(Y_{1i}, Y_{2i}) \sim PB(\lambda_{1i}, \lambda_{2i}, \lambda_0)$$

$$\lambda_{ji} + \lambda_0 = e^{x_i' \beta_j}; j = 1, 2 \quad (1)$$

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

$$\beta_i = [\beta_{j0} \quad \beta_{j1} \quad \beta_{j2} \quad \dots \quad \beta_{jk}]^T \quad (3)$$

Perbedaan model yang terbentuk pada analisis regresi poisson bivariat terletak pada nilai kovarian antar variabel respon yang disimbolkan dengan λ_0 , yaitu:

1. Model dengan nilai λ_0 merupakan suatu konstanta.
2. Model dengan nilai λ_0 merupakan suatu persamaan yaitu fungsi dari variabel prediktor.
 $\lambda_0 = \exp(\beta_{00} + \beta_{01}x_1 + \dots + \beta_{0k}x_k)$
3. Model dengan nilai λ_0 adalah nol yaitu tidak ada kovarian dari kedua variabel respon.

Asumsi yang mendasari regresi poisson bivariat adalah kedua variabel responnya saling berkorelasi dan antar variabel prediktornya saling bebas atau tidak terjadi multikolinearitas. Pemeriksaan multikolinearitas dilakukan dengan memperhatikan nilai VIF dari model regresi. Jika nilai $VIF < 10$ maka tidak terjadi multikolinearitas. Pada pengujian korelasi dilakukan melalui uji t dengan rumus

$$t = \frac{\hat{r}_{Y_1Y_2} \sqrt{n-2}}{\sqrt{1 - \hat{r}_{Y_1Y_2}^2}} \quad (4)$$

Untuk mendapatkan estimasi standar error pada regresi poisson bivariat diperoleh dengan metode bootstrap, sehingga dapat dilakukan pengujian signifikansi parameter. Pengujian signifikansi parameter dilakukan melalui pengujian hipotesis yang terbagi atas uji parameter simultan dan uji parameter parsial.

1. Pengujian Simultan

Uji simultan dilakukan untuk melihat apakah terdapat paling sedikit satu variabel yang berpengaruh terhadap model yang dihasilkan. Hipotesis yang digunakan pada pengujian

simultan untuk tiap model adalah sebagai berikut.

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

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_{i1} \neq 0; j = 1, 2; i = 1, 2, \dots, k$$

Dengan statistik uji

$$D(\hat{\beta}) = 2 \left[- \left(\sum_{k=1}^n \exp(\mathbf{X}_k^T \beta_1) - \sum_{k=1}^n \exp(\mathbf{X}_k^T \beta_2) + \sum_{k=1}^n \ln W_k \right) - \left(- \sum_{k=1}^n \exp(\beta_{10}) - \sum_{k=1}^n \exp(\beta_{20}) + \sum_{k=1}^n \ln W_k \right) \right]$$

$D(\hat{\beta})$ adalah devians model regresi poisson bivariat. Pengambilan keputusan untuk uji simultan diperoleh dengan membandingkan nilai $D(\hat{\beta})$ dengan nilai pada $\chi^2_{(n-p, \alpha)}$. Jika nilai $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(n-p, \alpha)}$ maka keputusan yang diambil adalah menolak H_0 .

2. Pengujian Parsial

Tahap lanjut dari pengujian simultan yaitu pengujian parsial untuk mengetahui variabel prediktor mana yang memberi pengaruh terhadap variabel responnya. Berikut hipotesis untuk pengujian parsial.

$$H_0 : \beta_{j1} = 0$$

$$H_1 : \beta_{j1} \neq 0; j = 1, 2$$

Statistik ujinya adalah:

$$z_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_{jl}}{se(\hat{\beta}_{jl})}$$

Daerah penolakannya adalah tolak H_0 jika nilai $|z_{hitung}| > z_{\alpha/2}$.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian terapan dengan menggunakan metode regresi poisson bivariat untuk memodelkan jumlah kematian ibu dan bayi di Provinsi Sulawesi

Selatan tahun 2019. Data dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Profil Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2019. Data yang digunakan terdiri dari dua variabel respon yaitu jumlah kematian ibu (Y1) dan jumlah kematian bayi (Y2), dan enam variabel prediktor yaitu persentase ibu hamil yang melaksanakan K1 (X1), persentase ibu hamil yang melaksanakan K4 (X2), persentase peserta KB aktif (X3), persentase penanganan komplikasi kebidanan (X4), persentase bayi diberi ASI eksklusif (X5), dan persentase bayi baru lahir mendapat IMD (X6).

Prosedur Penelitian

Adapun langkah-langkah analisis menggunakan regresi poisson bivariat dijelaskan sebagai berikut:

1. Melakukan analisis deskriptif pada tiap variabel yang digunakan.
2. Menguji korelasi dan multikolinearitas.
3. Melakukan pemodelan regresi poisson bivariat.
4. Penaksiran parameter poisson bivariat menggunakan maximum likelihood estimation (MLE).
5. Menghitung standar eror poisson bivariat menggunakan metode bootstrap.
6. Pengujian signifikansi parameter poisson bivariat.
7. Memilih model terbaik berdasarkan nilai AIC.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskriptif Data

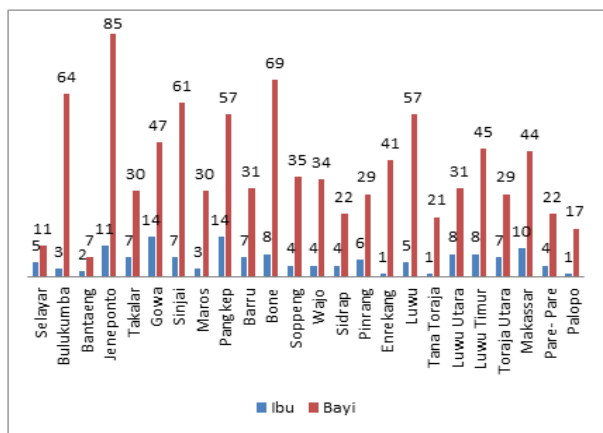
Statistika deskriptif dapat memudahkan memahami dan menerima informasi dari data penelitian. Karakteristik tiap variabel yang digunakan dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 1. Statistika Deskriptif Variabel Respon

Variabel	Minim	Maksimum	Rata-rata	Variansi
Y ₁	1	14	6,00	13,56
Y ₂	7	85	38,29	374,56

Berdasarkan tabel 1, diperoleh informasi bahwa rata-rata jumlah kematian ibu tahun 2019 di Provinsi Sulawesi Selatan adalah 6 kematian dengan kematian tertinggi sebanyak 14 jiwa.

sedangkan, pada kasus kematian bayi, rata-rata jumlah kematian bayi mencapai 38 kematian dengan jumlah kematian tertinggi mencapai 85 jiwa.



Gambar 1. Jumlah Kematian Ibu dan Bayi berdasarkan Kabupaten/Kota di Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2019

Tabel 2. Statistika Deskriptif Variabel Prediktor

Variabel	Minimu m	Maksimum	Rata-rata	Varian si
X ₁	72,05	107,86	97,08	77,32
X ₂	55,84	97,05	85,95	96,70
X ₃	47,65	94,69	74,06	71,34
X ₄	39,61	117,37	81,04	265,59
X ₅	15,00	86,02	71,53	204,10
X ₆	42,64	96,93	84,95	133,89

Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata persentase ibu hamil melaksanakan K1 mencapai 97,08% yang berarti kunjungan ibu hamil di tiap kabupaten sudah terlaksana maksimal. Pada persentase penanganan komplikasi kebidanan, persentase bayi diberi ASI eksklusif, dan persentase bayi baru lahir mendapat IMD memiliki nilai varians yang cukup tinggi. Hal ini berarti perbedaan pencapaian persentase di masing-masing kabupaten/kota cukup tinggi

Uji Korelasi Variabel Respon

Pemeriksaan korelasi dilihat dari nilai korelasi Pearson. Berikut merupakan pengujian hipotesis yang digunakan:

$$H_0 : \text{tidak ada hubungan antara } Y_1 \text{ dan } Y_2$$

$$H_1 : \text{terdapat hubungan antara } Y_1 \text{ dan } Y_2$$

Dari hasil analisis, diperoleh nilai $p - value = 0,0072 < \alpha = 0,01$ dan nilai $t_{hitung} = 2,96003 > t_{(0,005;22)} = 2,81876$. Maka tolak H_0 , yang berarti terdapat hubungan antara jumlah kasus kematian ibu dan kematian bayi.

Tabel 3. Nilai Korelasi Variabel Respon

Korelasi	Y ₁	Y ₂
Y ₁	1	0,5337
Y ₂	0,5337	1

Pada tabel 3 dapat dilihat bahwa kematian ibu dan bayi memiliki hubungan yang cukup erat yaitu sebesar 0,5337 serta berkorelasi secara positif. Maka dari itu, regresi poisson bivariat dapat digunakan untuk memodelkan jumlah kematian ibu dan bayi.

Multikolinearitas Variabel Prediktor

Kasus multikolinearitas pada regresi diharapkan tidak terjadi, karena apabila terjadi multikolinearitas maka proses pembangunan model menjadi lebih sulit. Deteksi multikolinearitas yang terdapat pada model regresi dapat dilihat dengan menggunakan nilai *variance inflation factors* (VIF). Jika nilai VIF suatu model kurang dari 10 ($VIF < 10$) maka model tersebut bebas dari kasus multikolinearitas. Berikut merupakan hasil pemeriksaan multikolinearitas pada data menggunakan nilai VIF.

Tabel 4. Nilai VIF pada Jumlah Kematian Ibu dan Bayi

Variabel	VIF	
	Y ₁	Y ₂
X ₁	4,2732	4,8612
X ₂	4,0126	4,4537
X ₃	1,5324	1,6878
X ₄	1,2580	1,3039
X ₅	1,3524	1,2928
X ₆	1,2164	1,1742

Tabel 4 menunjukkan bahwa semua nilai VIF yang diperoleh kurang dari 10 yang berarti tidak terjadi kasus multikolinearitas antar variabel prediktor yang digunakan pada model regresi poisson jumlah kematian ibu dan bayi.

Model Pertama Regresi Poisson Bivariat

Pada model regresi poisson bivariat dengan nilai kovarians (λ_0) merupakan suatu konstanta

didapatkan nilai devians ($\hat{\beta}$) = 320,0364 dengan $\alpha = 1\%$ diperoleh nilai $\chi^2_{(12,0,01)} = 26,22$. Nilai devians lebih besar dari nilai $\chi^2_{(12,0,01)}$ yang berarti terdapat variabel yang berpengaruh terhadap model yang dihasilkan.

Pada estimasi parameter model pertama diperoleh bahwa seluruh variabel prediktor tidak berpengaruh pada jumlah kematian ibu karena memiliki nilai $|Z_{hitung}|$ yang lebih kecil dari $Z_{\alpha/2} = 2,58$. Sedangkan, pada jumlah kematian bayi, hanya variabel persentase peserta KB aktif dan persentase bayi baru lahir mendapat IMD yang tidak berpengaruh signifikan. Selanjutnya diperoleh kovarians jumlah kematian ibu dan bayi (λ_0) bernilai $exp(0,191) = 1,211$ tidak sama dengan nol, hal ini menunjukkan bahwa jumlah kematian ibu dan jumlah kematian bayi saling berkaitan meskipun nilai Z_{hitung} kurang dari 2,58.

Tabel 5. Estimasi Parameter Model Regresi Poisson Bivariat dengan Kovarians suatu Konstanta

Parameter	Jumlah Kematian Ibu ($\hat{\lambda}_1$)			Jumlah Kematian Bayi ($\hat{\lambda}_2$)		
	stimasi	E	Z_{hitung}	stimasi	E	Z_{hitung}
	β_0	3.68385	7.84370	0.20645	.64066	.63611
β_1	0.10292	.39765	0.25882	0.03581	.00841	*
β_2	.09894	.30443	.32500	.03148	.00676	.65523*
β_3	.02189	.12487	.17528	0.01357	.00554	2.44929
β_4	.01115	.08501	.13112	.01750	.00264	.62327*
β_5	.05056	.15862	.31877	.01696	.00378	.48376*
β_6	.00384	.03875	.09899	.01207	.00432	.79398*

Model yang didapatkan dari hasil penaksiran parameter regresi poisson bivariat adalah sebagai berikut.

$$\hat{\lambda}_1^* = exp(-3,68385 - 0,10292X_1 + 0,09894X_2 + 0,02189X_3 + 0,01115X_4 + 0,05056X_5 + 0,00384X_6)$$

$$\hat{\lambda}_2^* = exp(1,64066 - 0,03581X_1 + 0,03148X_2 - 0,01357X_3 + 0,01750X_4 + 0,01696X_5 + 0,01207X_6)$$

$$\hat{\lambda}_0 = exp(0,19116)$$

Dengan tidak mengikutsertakan variabel yang tidak signifikan, maka model pertama regresi poisson bivariat menjadi:

$$\hat{Y}_1 = \lambda_1 + \lambda_0 \text{ dan } \hat{Y}_2 = \lambda_2 + \lambda_0$$

$$\hat{Y}_1 = exp(-3,68385)$$

$$\hat{Y}_2 = exp(1,64066 - 0,03581X_1 + 0,03148X_2 + 0,01750X_4 + 0,01696X_5 + 0,01207X_6)$$

Dari model di atas dapat dijelaskan bahwa pada jumlah kematian bayi, setiap penambahan 1% persentase ibu hamil yang melaksanakan K1 akan mengakibatkan penurunan rata-rata jumlah kematian bayi sebesar $exp(-0,03581) = 0,96482$ dari rata-rata jumlah kasus semula. Setiap penambahan 1% persentase ibu hamil yang melaksanakan K4 akan mengakibatkan peningkatan rata-rata jumlah kematian bayi sebesar $exp(0,03148) = 1,03198$ atau satu jiwa dari rata-rata jumlah kasus semula.

Demikian halnya untuk variabel persentase penanganan komplikasi kebidanan, persentase bayi diberi ASI eksklusif, dan persentase bayi baru lahir mendapat IMD. Untuk setiap penambahan 1% persentase penanganan komplikasi kebidanan akan mengakibatkan peningkatan rata-rata jumlah kematian bayi sebesar $exp(0,01750) = 1,01765$ atau satu jiwa dari rata-rata jumlah kasus semula. Setiap penambahan 1% persentase bayi diberi ASI eksklusif akan mengakibatkan peningkatan rata-rata jumlah kematian bayi sebesar $exp(0,01696) = 1,01711$ atau satu jiwa dari rata-rata jumlah kasus semula. Setiap penambahan 1% persentase bayi baru lahir mendapat IMD akan mengakibatkan peningkatan rata-rata jumlah kematian bayi sebesar $exp(0,01207) = 1,01214$ atau satu jiwa dari rata-rata jumlah kasus semula.

Model Kedua Regresi Poisson Bivariat

Pada model regresi poisson bivariat dengan nilai kovarians adalah fungsi variabel prediktornya diperoleh nilai devians $D(\hat{\beta}) = 294,277$. Jika dibandingkan, diperoleh bahwa nilai devians lebih besar dari $\chi^2_{(12,0,01)} = 26,22$

yang berarti terdapat variabel yang berpengaruh terhadap model yang dihasilkan.

Pada estimasi parameter parsial model

$$\hat{\lambda}_2^* = \exp(1,68175 - 0,03420X_1 + 0,02904X_2 - 0,01352X_3 + 0,01910X_4 + 0,01505X_5 + 0,01227X_6)$$

Tabel 6. Estimasi Parameter Model Regresi Poisson Bivariat dengan Kovarians adalah Fungsi Variabel Prediktornya

Parameter	Jumlah Kematian Ibu ($\hat{\lambda}_1$)			Jumlah Kematian Bayi ($\hat{\lambda}_2$)		
	Estimasi	SE	Z _{hitung}	Estimasi	SE	Z _{hitung}
β_0	-2.58788	219.77400	-0.01178	1.68175	0.73959	2.27390
β_1	-0.07658	12.59442	-0.00608	-0.03420	0.01090	-3.13804*
β_2	0.06701	11.63575	0.00576	0.02904	0.00860	3.37558*
β_3	0.01810	3.02460	0.00598	-0.01352	0.00620	-2.18027
β_4	0.02513	1.18971	0.02112	0.01910	0.00340	5.62306*
β_5	0.02192	3.52387	0.00622	0.01505	0.00472	3.19056*
β_6	0.00868	1.55264	0.00559	0.01227	0.00480	2.55968

kedua diperoleh bahwa seluruh variabel prediktor juga tidak berpengaruh pada jumlah kematian ibu. Sedangkan, variabel persentase ibu hamil yang melaksanakan K1, persentase ibu hamil yang melaksanakan K4, persentase penanganan komplikasi kebidanan, dan persentase bayi diberi ASI eksklusif berpengaruh signifikan dalam model karena seluruh nilai $|Z_{hitung}|$ lebih besar dari 2,58. Dikarenakan nilai λ_0 pada model kedua adalah suatu persamaan, maka diperoleh penaksiran parameter λ_0 yang ditunjukkan pada Tabel 7

Tabel 7. Penaksiran Parameter λ_0 Model Kedua

Parameter	Estimasi	SE	Z _{hitung}
β_0	28.39487	58.81776	0.48276
β_1	-1.53421	1.18909	-1.29024
β_2	2.52483	1.38013	1.82941
β_3	-1.10863	0.68674	-1.61433
β_4	-0.82992	0.41817	-1.98465
β_5	1.02549	0.33171	3.09156*
β_6	-0,46268	0,34323	-1,34801

Hasil penaksiran parameter λ_0 untuk model kedua menunjukkan bahwa persentase bayi diberi ASI eksklusif secara bersama-sama mempengaruhi jumlah kematian ibu dan bayi. Model yang didapatkan dari hasil penaksiran parameter regresi poisson bivariat adalah sebagai berikut.

$$\hat{\lambda}_1^* = \exp(-2,58788 - 0,07658X_1 + 0,06701X_2 + 0,01810X_3 + 0,02513X_4 + 0,02192X_5 + 0,00868X_6)$$

$$\lambda_0 = \exp(28,39487 - 1,53421X_1 + 2,52483X_2 - 1,10863X_3 - 0,82992X_4 + 1,02549X_5 - 0,46268X_6)$$

Jika dalam model tidak mengikutsertakan variabel yang tidak signifikan, maka model kedua regresi poisson bivariat yang diperoleh yaitu:

$$\hat{Y}_1 = \lambda_1 + \lambda_0 \text{ dan } \hat{Y}_2 = \lambda_2 + \lambda_0$$

$$\hat{Y}_1 = \exp(-2,58788) + \exp(28,39487 + 1,02549X_5)$$

$$\hat{Y}_2 = \exp(1,68175 - 0,03420X_1 + 0,02904X_2 + 0,01910X_4 + 0,01505X_5) + \exp(28,39487 + 1,02549X_5)$$

Dari model yang diperoleh dapat dijelaskan bahwa untuk setiap penambahan 1% ibu hamil melaksanakan K1 (X_1) akan mengakibatkan penurunan rata-rata jumlah kematian bayi sebesar $\exp(-0,03420) = 0,96638$ dari rata-rata jumlah kasus semula

Setiap penambahan 1% ibu hamil melaksanakan K4 (X_2) akan mengakibatkan peningkatan rata-rata jumlah kematian bayi sebesar $\exp(0,02904) = 1,02947$ atau satu jiwa dari rata-rata jumlah kasus semula. Setiap penambahan 1% penanganan komplikasi kebidanan (X_4) akan mengakibatkan peningkatan rata-rata jumlah kematian bayi sebesar $\exp(0,01910) = 1,01928$ atau satu jiwa dari rata-rata jumlah kasus semula. Setiap penambahan 1% bayi diberi ASI eksklusif (X_5) akan mengakibatkan peningkatan rata-rata jumlah kematian bayi sebesar $\exp(0,01505) = 1,01516$ atau satu jiwa dari rata-rata jumlah kasus semula.

Model Ketiga Regresi Poisson Bivariat

Hasil pengujian simultan pada model regresi poisson bivariat dengan nilai kovarians adalah nol diperoleh nilai $D(\hat{\beta}) = 321,624 > \chi^2_{(12,0,01)} = 26,22$ yang berarti terdapat variabel yang berpengaruh terhadap model yang dihasilkan.

Tabel 8. Estimasi Parameter Model Regresi Poisson Bivariat dengan Kovarians adalah Nol

Parameter	Jumlah Kematian Ibu ($\hat{\lambda}_1$)			Jumlah Kematian Bayi ($\hat{\lambda}_2$)		
	Estimasi	SE	Z _{hitung}	Estimasi	SE	Z _{hitung}
β_0	-2.12904	1.65512	-1.28633	1.70962	0.57519	2.97226
β_1	-0.07175	0.02327	-3.08277*	-0.03401	0.00870	-3.90794*
β_2	0.07181	0.02069	3.47060*	0.03013	0.00697	4.32629*
β_3	0.01451	0.01398	1.03767	-0.01324	0.00520	-2.54325
β_4	0.00880	0.00679	1.29526	0.01690	0.00252	6.70768*
β_5	0.03388	0.01291	2.62484*	0.01646	0.00393	4.19028*
β_6	0.00417	0.01086	0.38412	0.01172	0.00399	2.93375*

Pada estimasi parameter parsial model ketiga menunjukkan bahwa variabel yang berpengaruh pada jumlah kematian ibu adalah persentase ibu hamil melaksanakan K1, persentase ibu hamil melaksanakan K4, dan persentase bayi diberi ASI eksklusif. Sedangkan, pada jumlah kematian bayi hanya variabel persentase peserta KB aktif yang tidak berpengaruh signifikan dalam model.

Model yang didapatkan dari hasil penaksiran parameter regresi poisson bivariat adalah sebagai berikut

$$\hat{\lambda}_1^* = \exp(-2,12904 - 0,07175X_1 + 0,07181X_2 + 0,01451X_3 + 0,00880X_4 + 0,03388X_5 + 0,00417X_6)$$

$$\hat{\lambda}_2^* = \exp(1,70962 - 0,03401X_1 + 0,03013X_2 - 0,01324X_3 + 0,01690X_4 + 0,01646X_5 + 0,01172X_6)$$

Dengan hanya memasukkan variabel yang signifikan, maka model ketiga regresi poisson bivariat menjadi:

$$\hat{Y}_1 = \exp(-2,12904 - 0,07175X_1 + 0,07181X_2 + 0,03388X_5)$$

$$\hat{Y}_2 = \exp(1,70962 - 0,03401X_1 + 0,03013X_2 + 0,01690X_4 + 0,01646X_5 + 0,01172X_6)$$

Dari model yang diperoleh dapat dijelaskan bahwa pada jumlah kematian ibu, setiap penambahan 1% ibu hamil melaksanakan

K1 akan mengakibatkan penurunan rata-rata jumlah kematian ibu sebesar $\exp(-0,07175) = 0,93076$ dari rata-rata jumlah kasus semula. Setiap penambahan 1% ibu hamil melaksanakan K4 akan mengakibatkan peningkatan rata-rata jumlah kematian ibu sebesar $\exp(0,07181) = 1,07445$ atau satu jiwa dari

rata-rata jumlah kasus semula. Setiap penambahan 1% bayi diberi ASI eksklusif akan mengakibatkan peningkatan rata-rata jumlah kematian ibu sebesar $\exp(0,03388) = 1,03446$ atau satu jiwa dari rata-rata jumlah kasus semula.

Pada model untuk jumlah kematian bayi dapat dijelaskan bahwa setiap penambahan 1% ibu hamil melaksanakan K1 akan mengakibatkan penurunan rata-rata jumlah kematian bayi sebesar $\exp(-0,03401) = 0,96656$ dari rata-rata jumlah kasus semula

Setiap penambahan 1% ibu hamil melaksanakan K4 akan mengakibatkan peningkatan rata-rata jumlah kematian bayi sebesar $\exp(0,03013) = 1,03059$ atau satu jiwa dari rata-rata jumlah kasus semula. Demikian halnya dengan persentase penanganan komplikasi kebidanan, persentase bayi diberi ASI eksklusif, dan persentase bayi baru lahir mendapat IMD, jika terjadi peningkatan maka akan meningkatkan rata-rata jumlah kematian bayi sebesar satu jiwa dari rata-rata kasus semula

Perbandingan Model Jumlah Kematian Ibu dan Jumlah Kematian Bayi

Salah satu permasalahan dalam pemodelan adalah melihat salah satu dari model yang dianggap paling baik untuk memprediksi variabel yang digunakan. Untuk melihat kebaikan model terdapat beberapa kriteria diantaranya nilai AIC yang dihasilkan oleh

model. Nilai *loglikelihood* dan AIC berbeda-beda dari ketiga model regresi poisson bivariat yang dihasilkan dengan nilai λ_0 . Dari ketiga model yang terbentuk, model terbaik adalah model dengan nilai AIC terkecil.

Tabel 9. Perbandingan Model Regresi Poisson Bivariat

Model	AIC	Loglikelihood
Model Pertama	350,0364	-160,0182
Model Kedua	336,2771	-147,1386
Model Ketiga	349,6237	-160,8118

Berdasarkan tabel 9 dapat dilihat bahwa nilai AIC terkecil pada model poisson bivariat terletak pada model kedua sebesar 336,2771. Begitu pula dengan nilai loglikelihood yang dihasilkan oleh model kedua juga merupakan nilai yang paling kecil, yaitu sebesar -147,1386. Sehingga pemodelan jumlah kematian ibu dan jumlah kematian bayi lebih disarankan menggunakan model kedua yakni model dengan λ_0 adalah fungsi variabel prediktor. Model kedua regresi poisson bivariat yaitu:

$$\hat{Y}_1 = \lambda_1 + \lambda_0 \text{ dan } \hat{Y}_2 = \lambda_2 + \lambda_0$$

$$\hat{Y}_1 = \exp(-2,58788) + \exp(28,39487 + 1,02549X_5)$$

$$\hat{Y}_2 = \exp(1,68175 - 0,03420X_1 + 0,02904X_2 + 0,01910X_4 + 0,01505X_5) + \exp(28,39487 + 1,02549X_5)$$

Pada penelitian ini, diharapkan estimasi parameternya bernilai mines atau negatif. Sehingga, pada interpretasi modelnya jika persentase variabel yang signifikan meningkat maka akan mengurangi jumlah kematian ibu dan bayi. Namun dari model terbaik yang diperoleh, beberapa variabel menghasilkan nilai estimasi positif yang menyebabkan interpretasi model akan menyimpang dari teori kesehatan. Hal tersebut mungkin terjadi karena terdapat keterkaitan antar variabel prediktornya sehingga mempengaruhi nilai estimasi yang diperoleh namun bukan hubungan sebab akibat.

Hasil interpretasi model terbaik regresi poisson bivariat menyatakan bahwa jika persentase ibu hamil yang melaksanakan K1 (X_1) bertambah maka jumlah kematian bayi akan menurun. Namun, jika persentase ibu hamil yang melaksanakan K4 (X_2) persentase penanganan komplikasi kebidanan (X_4) dan persentase bayi diberi ASI eksklusif (X_5) meningkat maka akan meningkatkan jumlah kematian bayi. Hal ini

dimungkinkan terjadi karena beberapa keadaan. Misalnya, sang ibu yang menderita suatu penyakit namun memberi ASI eksklusif pada bayi sehingga berdampak buruk bagi kesehatan bayi. Hal lainnya yaitu jika pada suatu keadaan sang ibu tidak disarankan untuk melahirkan sang bayi namun sang ibu tetap memaksa sehingga mengakibatkan nyawa ibu ataupun bayi tidak dapat tertolong. Selain itu, pelayanan kesehatan bagi ibu hamil yang tidak sesuai standar kesehatan akan beresiko meningkatkan kematian ibu dan bayi terlebih jika terjadi keterlambatan penanganan pada ibu hamil yang mengalami komplikasi.

5. KESIMPULAN

Hasil analisis regresi poisson bivariat memperoleh model kedua dengan nilai kovarians adalah fungsi variabel prediktornya sebagai model terbaik dengan nilai AIC terkecil sebesar 336,277. Pada model terbaik regresi poisson bivariat, diperoleh bahwa persentase ibu hamil yang melaksanakan K1 (X_1), persentase ibu hamil yang melaksanakan K4 (X_2), persentase penanganan komplikasi kebidanan (X_4), dan persentase bayi diberi ASI eksklusif (X_5) berpengaruh signifikan terhadap jumlah kematian bayi. Sedangkan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kematian ibu adalah persentase bayi diberi ASI eksklusif (X_5).

6. DAFTAR PUSTAKA

[1] Arkandi, I., & Winahju, W. S. (2015). Analisis Faktor Risiko Kematian Ibu dan Kematian Bayi dengan Pendekatan Regresi Poisson Bivariat di Provinsi Jawa Timur Tahun 2013. *Jurnal Sains Dan Seni Its*, 4(2), 2337–3520.

[2] Armawati, W. N. (2018). Metode Regresi Poisson Bivariat Dalam Pemodelan Jumlah Kasus HIV Dan AIDS Di Jawa Tengah Tahun 2016. In Universitas Islam Indonesia (Vol. 2, Issue January). <http://ieeauthorcenter.ieee.org/wp-content/uploads/IEEE-Reference-Guide.pdf%0Ahttp://wwwlib.murdoch.edu.au/find/citation/ieee.html%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.cie.2019.07.022%0Ahttps://>

- [/github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper%0Ahttps://tore.tuhh.de/hand](https://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper%0Ahttps://tore.tuhh.de/hand)
- [3] BAPPENAS. (2012). Laporan Pencapaian Tujuan Pembangunan Milenium di Indonesia 2011. https://www.bappenas.go.id/files/1913/5229/9628/laporan-pencapaian-tujuan-pembangunan-milenium-di-indonesia-2011_20130517105523_3790_0.pdf
- [4] Dinkes Sulsel. (2020). Profil Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan 2020. 11–16. https://doi.org/10.1007/978-3-642-94500-7_1
- [5] Ilmi, F. M. (2015). Pemodelan Kasus Malaria Dan Filariasis Di Jawa Timur Menggunakan Regresi Poisson Bivariat. <http://repository.its.ac.id/59978/>
- [6] Karlis, D., & Ntzoufras, I. (2005). Bivariate Poisson and diagonal inflated bivariate Poisson regression models in R. *Journal of Statistical Software*, 14(10). <https://doi.org/10.18637/jss.v014.i10>
- [7] Kemenkes RI. (2020). Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2019. https://doi.org/10.5005/jp/books/11257_5
- [8] Kurniawan, U. (2018). Regresi Poisson Bivariat Dengan Kovarian Merupakan Fungsi Dari Variabel Bebas. *Indonesian Journal of Statistics and Its Applications*, 2(1), 23–34.
- [9] Rachman, N. F., & Purhadi. (2014). Pemodelan Jumlah Kematian Ibu dan Jumlah Kematian Bayi di Provinsi Jawa Timur Menggunakan Bivariate Poisson Regression. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 3(2), D194–D199. http://ejournal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/view/8131/2026
- [10] Ratnasari, N. T., & Purhadi. (2013). Pemodelan Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Hiv dan Aids Provinsi Jawa Timur Menggunakan Regresi Poisson Bivariat. *Jurnal Sains Dan Seni POMITS*, 2(2), 213–218.
- [11] Tantri, R. K. D. (2017). Pemodelan Regresi Poisson Bivariat (Studi Kasus HIV dan TB Provinsi Jawa Timur Tahun 2014) (Vol. 93, Issue 1).