

# Comparison of Infant Mortality Rate Modeling in West Sumatra and West Java Province in 2021 Using Negative Binomial Regression

Afdhal Rezeki, Fadhilah Fitri\*, Dodi Vionanda, Dony Permana  
Departemen Statistika, Universitas Negeri Padang, Indonesia  
\*Corresponding author: [fadhilahfitri@fmipa.unp.ac.id](mailto:fadhilahfitri@fmipa.unp.ac.id)

Submitted : 28 Februari 2024  
Revised : 30 Mei 2024  
Accepted : 31 Mei 2024

## ABSTRACT

*Poisson regression analysis, there is an assumption that must be met, namely equidispersion (the variance value of the response variable is the same as the mean). In reality, conditions like this are very rare because there is usually overdispersion (the response variable's variance value is higher than its mean.). One way to overcome this problem is to use the Negative Binomial regression method. The aim of this article is to obtain the best modeling results in Negative Binomial regression analysis to overcome overdispersion of infant mortality cases in West Sumatra Province and West Java Province. The best model obtained using Negative Binomial regression in the third model produces an AIC value in West Sumatra Province of 188.89, smaller than the AIC value in West Java Province, which is 280.56. Based on the Negative Binomial regression model equation obtained in West Sumatra Province, it can be explained that the number of Community Health Centers (X3) has a significant influence on the infant mortality rate and in West Java Province it can be explained that the number of Community Health Centers (X3) has a significant influence on the infant mortality rate.*

**Keywords:** Generalized Linier Model (GLM), Negativ Binomial regression, Overdispersion, Poisson Regression,



This is an open access article under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2022 by author and Universitas Negeri Padang.

## I. PENDAHULUAN

Angka kematian bayi merupakan masalah kesehatan yang signifikan. Menurut Survei Demografi dan Kesehatan Indonesia (SDKI) pada tahun 2017, penyebab kematian bayi terbagi menjadi dua kategori: endogen dan eksogen (kematian neonatal). Kematian endogen, atau kematian neonatal, adalah kematian yang disebabkan oleh faktor bawaan bayi sejak lahir. Menurut Lengkong et al. (2020), faktor bawaan ini diperoleh dari orang tua bayi saat konsepsi. Sedangkan kematian eksogen disebabkan oleh faktor eksternal yang terjadi setelah kelahiran, seperti penyakit menular, paparan lingkungan berbahaya, dan kondisi sosial ekonomi yang buruk.

Angka kematian bayi menunjukkan kondisi sosial ekonomi masyarakat tempat angka kematian tersebut dihitung. Angka Kematian Perinatal (AKP) adalah metrik yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas pemanfaatan layanan kesehatan. Menurut Wiknjosastron(2006), kesehatan ibu dan bayi pada tahun yang sama dikalikan 1000 KH. Kematian perinatal adalah jumlah bayi lahir-mati dan kematian bayi dalam tujuh hari pertama sesudah lahir (early neonatal) yang terjadi setelah masa kehamilan ibu 28 minggu atau lebih.

Berdasarkan hasil penelitian Dinkes (2016), sebanyak 700 kematian bayi di Provinsi Sumatera Barat dari total kelahiran sebanyak 97.067 bayi dengan AKB. Sebanyak 7 bayi yang tersebar di 19 Kabupaten/Kota dengan penyumbang kematian tertinggi dari Kota Padang sebanyak 111 orang. Beberapa faktor berkontribusi pada peningkatan jumlah kematian bayi di Provinsi Sumatera Barat, termasuk kurangnya pengetahuan, pemahaman, dan kesadaran masyarakat tentang perawatan kehamilan sesuai standar, rendahnya tingkat pendidikan dan status ekonomi masyarakat tentang perawatan kehamilan sesuai yang dianjurkan, kurangnya partisipasi keluarga, masyarakat, dan lintas program dalam program kesehatan ibu dan anak, dan kurangnya pelayanan kesehatan yang optimal untuk ibu.

Sedangkan kondisi di Jawa Barat berdasarkan laporan kinerja instansi pemerintah kabupaten/kota Provinsi Jawa Barat tahun 2020 jumlah kematian bayi pada tahun 2020 sebanyak 2766 dari total kelahiran 854.478 dengan AKB sebanyak 3 bayi yang mengalami penurunan dibandingkan pada tahun 2019 sebanyak 2861 bayi. Oleh sebab itu, penting untuk memahami faktor-faktor yang dapat menyebabkan kematian pada bayi serta seberapa besar kontribusi faktor tersebut. Montgomery,dkk (2021) menyatakan bahwa suatu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui faktor yang menyebabkan kematian pada bayi adalah analisis regresi. Regresi akan menganalisis hubungan antar variabel respon, baik kontinu maupun diskrit .

Analisis regresi adalah sebuah metode analisis yang paling banyak digunakan untuk mengevaluasi pengaruh suatu variabel bebas (X) terhadap variabel respon (Y). Keswira, dkk,(2014) menyatakan bahwa terdapat dua macam analisis regresi yaitu analisis regresi linear dan analisis regresi nonlinear. Analisis regresi linear adalah analisis regresi yang memiliki parameter yang linear serta menyebar secara normal. Analisis regresi nonlinear dapat digunakan jika parameter yang akan dianalisis menyebar normal dan tidak linear. Pemodelan data pada analisis regresi nonlinear dapat menggunakan Generalized Linear Model (GLM)

Ada tiga macam komponen penting dari GLM yaitu pertama komponen acak, kedua komponen sistematis, dan ketiga fungsi penghubung (Hancock dan Khoshgoftaar, 2020). Analisis regresi nonlinear yang dimodelkan dengan GLM salah satunya adalah regresi Poisson. Untuk melihat bagaimana variabel penjelas dan variabel respons berhubungan satu sama lain, analisis regresi poisson adalah teknik yang paling umum digunakan.

Karakteristik penting dari distribusi yang sering digunakan dalam pemodelan *rare event* (kasus jarang terjadi) yaitu mean harus sama dengan varians. Pada praktiknya, sering ditemui count data dengan varians lebih besar dibanding rata-rata atau biasa disebut dengan overdispersi (Sary dan Latra, 2013). Metode yang digunakan untuk menangani masalah overdispersi adalah Regresi Binomial Negatif. Regresi Binomial Negatif adalah suatu metode yang digunakan pada data count dimana terdapat penyimpangan asumsi equidispersi pada distribusi Poisson

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini berjenis terapan (*Applied Research*). Penelitian terapan adalah metodologi yang digunakan untuk memecahkan masalah kontemporer, baik itu masalah yang berkaitan dengan kehidupan nyata bagi individu atau kelompok. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Regresi Binomial Negatif. Regresi Binomial Negatif diturunkan dari distribusi Binomial Negatif. Distribusi Binomial Negatif merupakan distribusi yang memiliki banyak pendekatan termasuk distribusi campuran Poisson-Gamma dan barisan percobaan Bernoulli (Hilbe, 2011).

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Dimana data Provinsi Sumatera Barat diperoleh dari <https://dinkes.sumbarprov.go.id/> dan data Provinsi Jawa Barat diperoleh dari <https://opendata.jabarprov.go.id/> pada tahun 2021, yang memuat informasi mengenai gambaran umum kedua provinsi tersebut, situasi upaya kesehatan dan sumber daya kesehatan. Dimana variabel respon yang digunakan pada penelitian ini adalah Angka Kematian Bayi (Y). Penelitian ini juga melibatkan beberapa variabel prediktor yang terdiri dari ; Jumlah Tenaga Medis ( $X_1$ ), Persentase Penduduk Miskin ( $X_2$ ), Jumlah Puskesmas ( $X_3$ ), PDRB Perkapita ( $X_4$ ), dan Persentase persalinan oleh tenaga kesehatan ( $X_5$ ). Pada penelitian ini menggunakan *software* statistika R.

Langkah-langkah dalam memodelkan kasus angka kematian bayi di Provinsi Sumatera Barat dan Provinsi Jawa Barat tahun 2021 sebagai berikut:

1. Melakukan analisis deskriptif terhadap variabel respon dan variabel eksplanatori
2. Membandingkan angka kematian bayi di Provinsi Sumatera Barat dan Jawa Barat
3. Uji multikolinieritas menggunakan *software* statistika R
4. Melakukan pemodelan dengan metode Regresi Binomial Negatif.

Berikut bentuk fungsi binomial negatif sebagai berikut :

$$\Pr(X = x; r, p) = \begin{cases} \binom{x-1}{r-1} p^r (1-p)^{x-r}, & x = r, r+1, r+2, \dots \\ 0 & , x \text{ lainnya} \end{cases} \quad (1)$$

Bentuk umum model regresi sebagai berikut :  $\mu_i = \mathbf{X}_i^T \boldsymbol{\beta}$  (2)

Dimana Pada model binomial negatif,  $Y_i$  merupakan variabel data cacah sehingga  $Y_i$  merupakan bilangan bulat non-negatif, maka nilai ekspektasi dari  $Y_i$  juga tidak mungkin negatif. Berdasarkan persamaan (2), hal tersebut menjadi sesuatu yang bertentangan karena ruang nilai untuk  $\mathbf{X}_i^T \boldsymbol{\beta}$  bilangan riil pada interval  $(-\infty, \infty)$ . Hal ini menyebabkan model regresi tidak bisa digunakan dalam menganalisis data cacah. Untuk mengatasi keadaan ini, maka digunakan suatu fungsi penghubung yang menghubungkan antara *fitted value* ( $\mu_i$ ) dengan prediktor linier  $\mathbf{X}_i^T \boldsymbol{\beta}$ . Sebagai anggota

dari keluarga eksponensial, binomial negatif memiliki fungsi penghubung kanonik yaitu  $\left(\frac{\theta\mu}{1+\theta\mu}\right) = \mathbf{X}_i^T \boldsymbol{\beta}$ , dengan invers  $\mu = \frac{1}{\theta[\exp(-\mathbf{X}_i^T \boldsymbol{\beta})-1]}$  bentuk inversnya terlihat bahwa fungsi penghubung menghasilkan bentuk yang rumit sehingga interpretasi dari parameter model regresi akan menjadi lebih sulit dan rumit. Menurut Hilbe (2011), model binomial negatif pada umumnya menggunakan fungsi penghubung logaritma atau *log link* yaitu:

$$\ln \mu_i = \mathbf{X}_i^T \boldsymbol{\beta} \quad (3)$$

*Log link* dapat digunakan pada model Binomial Negatif karena  $\ln \mu_i$  dan  $\mathbf{X}_i^T \boldsymbol{\beta}$  dapat terdefinisi di dalam interval  $(0, \infty)$  dan interpretasi parameter regresi akan menjadi lebih mudah. Setelah fungsi penghubung diperoleh tepat, makamodel regresi binomial negatif dapat dinyatakan untuk memodelkan data *count* yaitu:

$$\ln[E(Y_i|X_1)] = \ln(\mu_i) = \mathbf{X}_i^T \boldsymbol{\beta}, \quad i=1,2,\dots,n, \quad (4)$$

sehingga dapat diperoleh :

$$\mu_i = \exp(\mathbf{X}_i^T \boldsymbol{\beta}) \quad (5)$$

5. Mengidentifikasi model terbaik pada angka kematian bayi di Provinsi Sumatera Barat dan Jawa Barat pada tahun 2021 sebagai berikut:

a. Mengestimasi parameter regresi binomial negatif.

Uji serentak dan parsial digunakan untuk menguji signifikansi parameter model regresi binomial negatif. Uji serentak dilakukan menggunakan *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT) berdasarkan hipotesis berikut.

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

$$H_1 : \text{sekurang-kurangnya ada satu } \beta_k \neq 0; k = 1, 2, \dots, p$$

Berikut merupakan S\statistik uji yang digunakan.

$$(\hat{\beta}) = -2 \ln \frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \quad (6)$$

$\hat{\Omega}$  adalah nilai maksimum *likelihood* pada model tanpa pengaruh variabel prediktor,  $L(\hat{\omega})$  adalah nilai maksimum *likelihood* untuk model yang lebih komprehensif dimana terdapat pengaruh variabel prediktor di dalamnya. Sementara itu,  $D(\hat{\beta})$  adalah devians model regresi poisson. Apabila  $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(p,\alpha)}$ , maka  $H_0$  ditolak. Hal ini berarti bahwa salah satu parameter yang mempengaruhi model regresi binomial negatif secara signifikan. Pengujian secara parsial dilakukan untuk mengetahui parameter yang berpengaruh signifikan terhadap model. berikut hipotesis uji parsial.

$$H_0 : \beta_0 = 0$$

$$H_1 : \beta_k \neq 0; k = 1, 2, \dots, p$$

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$Z_{hit} = \frac{\hat{\beta}_k}{se(\hat{\beta}_k)} \quad (7)$$

$se(\hat{\beta}_k)$  merupakan *standart error* parameter  $\hat{\beta}_k$ . Nilai  $(se(\hat{\beta}_k))^2$  diperoleh dari elemen diagonal ke  $(k+1)$  dari  $\text{var}(\hat{\beta})$  dengan  $\text{var}(\hat{\beta}) = -E[H^{-1}(\hat{\beta})]$ . Apabila  $|Z_{hitung}| > Z_{\alpha/2}$ , maka nilai  $H_0$  ditolak. hal ini berarti parameter ke- $k$  signifikan terhadap model regresi binomial negatif.

b. Menghitung nilai AIC Regresi Binomial Negatif.

Pada umumnya, pemilihan model terbaik pada model regresi menggunakan nilai Akaike Informaton Criterion (AIC). AIC didasarkan pada metode *Maximum Likelihood Estimate* (MLE). Berikut perhitungan AIC.

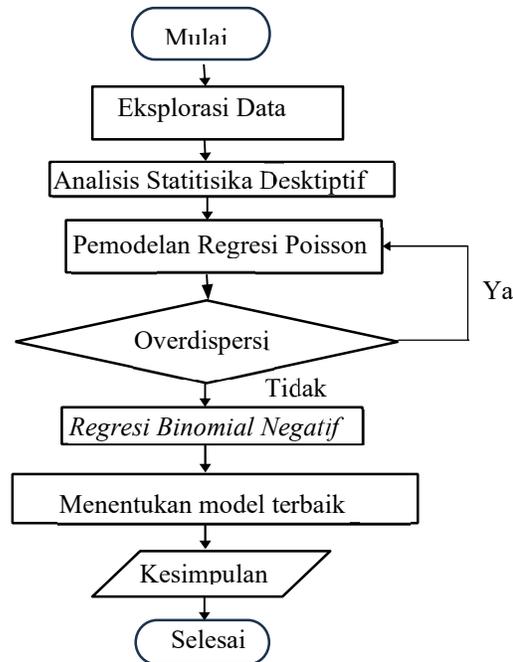
$$AIC = -2 \ln(\hat{\theta}) + 2k \quad (8)$$

$(\hat{\theta})$  merupakan nilai *likelihood*. Menurut Bozdogan, (1998), model regresi terbaik adalah model regresi dengan nilai AIC terkecil.

6. Membandingkan nilai AIC kedua model regresi binomial negatif di Provinsi Sumatera Barat dan Jawa Barat pada tahun 2021

7. Menarik kesimpulan

Berikut ini ditampilkan diagram alir analisis data,



Gambar 1. Diagram Alir Analisis Data

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah melakukan analisis deskriptif terhadap data. Analisis deskriptif ini dilakukan untuk melihat karakteristik dari data yang akan diolah. Tabel 1 dan Tabel 2 menampilkan deskripsi peubah-peubah yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 1. Deskripsi Statistik dari Peubah-Peubah yang Digunakan dalam Penelitian

Peubah	Minimum	Kuartil 1	Kuartil 2	Kuartil 3	Maksimum	Rata-rata
Y	10	15	49	66	147	50.26
X1	299	624	740	921	4314	952.8
X2	2.38	5.04	6.8	7.495	14.840	6.563
X3	4	7.50	15	21	25	14.68
X4	29292	36442	42620	56140	74239	47316
X5	74.52	96.84	99.22	100	100	97

Tabel 1 menunjukkan bagaimana sebaran setiap peubah ditentukan dengan membandingkan nilai rata-rata dan nilai kuartil kedua. Nilai rata-rata yang lebih besar dari nilai kuartil kedua akan menjulur ke kanan, sedangkan nilai rata-rata yang lebih kecil akan menjulur ke kiri. Jika nilai rata-rata sama dengan nilai kuartil kedua, maka sebaran data akan normal. Berdasarkan Tabel 1 juga dapat diketahui bahwa beberapa peubah memiliki sebaran agak menjulur ke kanan, karena nilai rata-rata lebih besar dari nilai kuartil kedua, yaitu peubah Y, X<sub>1</sub>, dan X<sub>4</sub>. Peubah X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>, dan X<sub>5</sub> memiliki sebaran yang menjulur ke kiri. Hal ini juga menunjukkan bahwa ada Persentase Penduduk Miskin (X<sub>2</sub>), Jumlah Puskesmas (X<sub>3</sub>), dan Persentase persalinan oleh tenaga kesehatan (X<sub>5</sub>). Sehingga butuh perhatian dari Dinas Kesehatan dan pemerintah provinsi Sumatera Barat untuk dilakukan pemerataan.

Tabel 2. Deskripsi Statistik dari Peubah-Peubah yang Digunakan dalam Penelitian

Peubah	Minimum	Kuartil 1	Kuartil 2	Kuartil 3	Maksimum	Rata-rata
Y	8	59	72	118	277	85.15
X1	812	1830	2456	4232	9858	3266
X2	2.580	7.195	8.95	11.165	13.13	8.97
X3	10	23.5	38	49.5	101	40.22
X4	20002	25773	32130	45630	121126	43345
X5	79.37	94.45	98.27	99.16	100	95.28

Perbandingan nilai rata-rata dan nilai kuartil kedua di Tabel 2 menunjukkan bentuk sebaran masing-masing peubah. Jika nilai rata-rata lebih besar dari nilai kuartil kedua, sebaran akan menjulur ke kanan, tetapi jika nilai rata-rata lebih kecil dari nilai kuartil kedua, sebaran akan menjulur ke kiri. Jika nilai rata-rata sama dengan nilai kuartil kedua, maka sebaran data akan normal. Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa beberapa peubah memiliki sebaran agak menjulur ke kanan, karena nilai rata-rata lebih besar dari nilai kuartil kedua, yaitu peubah Y, X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, dan X<sub>3</sub>. Peubah, X<sub>4</sub> dan X<sub>5</sub> memiliki sebaran yang menjulur ke kiri. Hal ini juga menunjukkan bahwa ada PDRB perkapitan (X<sub>4</sub>), dan Persentase persalinan oleh tenaga kesehatan (X<sub>5</sub>). Sehingga butuh perhatian dari Dinas Kesehatan dan pemerintah provinsi Jawa Barat untuk dilakukan pemerataan.

Langkah selanjutnya kita akan melakukan uji multikolinieritas dengan melihat nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) yang diperoleh dari *software* R hasilnya di sajikan sebagai berikut :

**Tabel 3.** Nilai VIF dari Variabel Prediktor Sumatera Barat dan Jawa Barat

Var	VIF	VIF
	Sumatera Barat	Jawa Barat
X <sub>1</sub>	2.006375	4.418357
X <sub>2</sub>	4.551078	1.692677
X <sub>3</sub>	2.899686	3.077461
X <sub>4</sub>	2.073059	1.740917
X <sub>5</sub>	3.841781	1.192789

Nilai VIF masing masing prediktor tidak ada yang besar dari 10 sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada kasus multikolinieritas. Dengan demikian, pemodelan regresi Binomial Negatif dapat dilanjutkan.

Berikut ini Parameter estimasi model regresi Poisson di Provinsi Sumatera Barat

**Table 4.** Estimasi Parameter Model Regresi Poisson AKB Provinsi Sumatera Barat

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	3.011	1.287	2.340	0.01931*
X1	0.000177	0.00004775	3.706	0.00021***
X2	-3.03089	0.02789	-1.107	0.26811
X3	0.03107	0.007457	4.166	0.000031***
X4	-0.0000096	0.0000037	-2.506	0.00981**
X5	0.009022	0.01165	0.775	0.43855
Deviance = 485.69			DF = 18	
AIC = 481.82				

Langkah selanjutnya adalah pemeriksaan overdispersi. Menurut McCullagh dan Nelder (1989), overdispersi terjadi apabila nilai ragam lebih besar dari nilai tengahnya. Overdispersi juga dapat diamati dari rasio antara devian sisaan dan derajat bebasnya. Nilai rasio antara devian sisaan dan derajat bebasnya adalah sebesar 28,16, nilai ini lebih besar dari 1 mengindikasikan model mengalami overdispersi.

Berikut ini Parameter estimasi model regresi Poisson di Provinsi Jawa Barat

**Table 5.** Estimasi Parameter Model Regresi Poisson AKB Provinsi Sumatera Barat

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	3.573	0.3891	9.182	< 2e-16 ***
X1	0.0001334	0.00001951	6.836	8.14e-12 ***
X2	0.03823	0.009637	3.967	7.27e-05 ***
X3	0.008745	0.007457	5.341	9.23e-08 ***
X4	-0.0000066	0.00000103	-6.452	1.11e-10 ***
X5	-0.0004818	0.003692	-0.130	0.896
Deviance = 861.74			DF = 26	
AIC = 666.48				

Kemudian dilakukan pemeriksaan overdispersi. Nilai rasio antara devian sisaan dan derajat bebasnya adalah sebesar 33,14, nilai ini lebih besar dari 1. Kondisi ini menunjukkan bahwa model regresi Poisson mengalami

overdispersi, sehingga model Regresi Poisson kurang tepat digunakan dalam memodelkan angka kematian bayi di Provinsi Jawa Barat. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengatasi kasus overdispersi pada Regresi Poisson ialah Model regresi binomial negatif.

Langkah pertama pemodelan regresi Binomial Negatif adalah penentuan nilai *initial theta*. Berdasarkan hasil *trial-error initial theta* diperoleh *initial theta* sebesar 2,406 sehingga dilakukanlah pemodelan regresi Binomial Negatif dengan *initial theta* sebesar 2,406. Table 6 memperlihatkan estimasi parameter model regresi Binomial Negatif.

**Table 6.** Estimasi Parameter Model Binomial Negatif AKB Provinsi Sumatera Barat

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	4.215	5.694	0.740	0.459
X1	0.00013	0.00025	0.543	0.587
X2	-0.05481	0.1292	-0.424	0.671
X3	0.03959	0.03668	1.079	0.280
X4	-0.000009	0.000016	-0.594	0.553
X5	-0.002587	0.05137	-0.050	0.960
Deviance = 25,913			DF = 18	
AIC = 192,65				

Dalam pemodelan regresi Binomial Negatif pada provinsi Jawa Barat ialah dengan penentuan nilai *initial theta*. Berdasarkan hasil *trial-error initial theta* diperoleh *initial theta* sebesar 4,32 sehingga dapat dilakukan pemodelan regresi Binomial Negatif dengan *initial theta* sebesar 4,32. Table 7 memperlihatkan estimasi parameter model regresi Binomial Negatif.

**Table 7.** Estimasi Parameter Model Binomial Negatif AKB Provinsi Jawa Barat

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	3.988	1.75	2.279	0.0227*
X1	0.00015	0.000094	1.599	0.1098
X2	0.04417	0.04367	1.012	0.3118
X3	0.01123	0.008119	1.384	0.1664
X4	-0.000004	0.0000046	-1.013	0.3111
X5	-0.008129	0.01659	-0.490	0.6241
Deviance = 49,349			DF = 26	
AIC = 283,47				

Pemodelan dilakukan dengan mengkombinasi dari kelima variable yang digunakan untuk kombinasi 1 variabel, 2 variabel, 3 variabel, sampai 4 variabel. Regresi binomial negatif dapat mengatasi overdispersi karena memuat parameter dispersi dalam distribusi binomial negatif. Nilai parameter ini ditentukan oleh peneliti sedemikian sehingga nilai deviance yang dihasilkan dibagi dengan derajat kebebasannya sama dengan 1. Berikut Ringkasan dari empat pemodelan yang dilakukan di Jawa Barat diberikan di sini. Mereka dipilih berdasarkan AIC terkecil dan signifikansi parameter terbesar. (Tarf signifikansi 10%)

**Table 8.** Regresi Binomial Negatif AKB Provinsi Sumatera Barat

Variabel	Parameter Signifikan	AIC	Parameter Dispersi
X <sub>1</sub> , X <sub>2</sub> , X <sub>3</sub> , X <sub>4</sub> , X <sub>5</sub>	$\beta_0$	192.65	2.406
X <sub>1</sub> , X <sub>2</sub> , X <sub>3</sub> , X <sub>4</sub>	$\beta_0$	190.65	2.406
X <sub>1</sub> , X <sub>2</sub> , X <sub>3</sub>	$\beta_0$	<b>188.89</b>	2.377
X <sub>1</sub> , X <sub>2</sub>	$\beta_0$	190.15	2.026

Tabel 8 menunjukkan model terbaik dari setiap kombinasi variabel. Nilai parameter dispersi yang lebih besar dari 0 menunjukkan bahwa parameter tersebut mengatasi overdispersi. Tabel 8 menunjukkan bahwa nilai AIC yang paling kecil adalah 188.89 pada model ke-3, disusul dengan model ke-4 dengan nilai AIC 190.15. Model yang dipilih untuk digunakan adalah model ke-3 dengan nilai AIC sebesar 188.89. Table 9 memperlihatkan model terbaik regresi Binomial Negatif Provinsi Sumatera Barat

**Table 9.** Estimasi Parameter Model  $X_1, X_2, X_3$

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	3.36	0.4906	6.849	7.44e-12
$X_1$	0.000047	0.0002	0.232	0.8167
$X_2$	-0.05067	0.06704	-0.756	0.4498
$X_3$	0.05321	0.02614	2.036	0.0418
Deviance = 25,617			DF = 18	
AIC = 188,89				

Model regresi Binomial Negatif AKB provinsi Sumatera Barat yang terbaik pada model ke-3 yakni  $X_1, X_2, X_3$  :

$$\mu_i = \exp(3,36 + 0,000047X_1 - 0,05067X_2 + 0,05321X_3)$$

Model regresi Binomial Negatif AKB provinsi Sumatera Barat yang telah diperoleh menjelaskan bahwa, setiap kenaikan 1% jumlah tenaga medis di provinsi Sumatera Barat akan menyebabkan angka kematian bayi di provinsi Sumatera Barat tersebut menjadi  $\exp(0,000047) = 1,004$  kali dari nilai awal dengan asumsi peubah lain di anggap tetap. Setiap kenaikan 1% presentase penduduk miskin di provinsi Sumatera Barat akan menyebabkan angka kematian bayi di provinsi Sumatera Barat tersebut menjadi  $\exp(-0,05067) = 0,95$  kali dari nilai awal dengan asumsi peubah lain di anggap tetap. Selanjutnya, setiap kenaikan 1% jumlah puskesmas di provinsi Sumatera Barat akan menyebabkan angka kematian bayi di provinsi Sumatera Barat tersebut menjadi  $\exp(0,05321) = 1,05$  kali dari nilai awal dengan asumsi peubah lain di anggap tetap.

Berikut Ringkasan dari empat pemodelan yang dilakukan di Jawa Barat diberikan di sini. Mereka dipilih berdasarkan AIC terkecil dan signifikansi parameter terbesar. (Tarf signifikansi 10%)

**Table 10.** Regresi Binomial Negatif AKB Provinsi Jawa Barat

Variabel	Parameter Signifikan	AIC	Parameter Dispersi
$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$	$\beta_0$	283.47	4.32
$X_1, X_2, X_3, X_4$	$\beta_0$	281.70	4.29
$X_1, X_2, X_3$	$\beta_0$	<b>280.56</b>	4.14
$X_1, X_2$	$\beta_0$	282.47	3.57

Tabel 10 menunjukkan model yang paling cocok untuk setiap kombinasi variabel. Nilai parameter dispersi yang lebih besar dari 0 menunjukkan bahwa parameter tersebut mengatasi overdispersi.. Tabel 10 menunjukkan bahwa nilai AIC yang paling kecil adalah 280.56 pada model ke-3, disusul dengan model ke-2 dengan nilai AIC 281.70. Model terbaik yang akan digunakan yakni model ke-3 dengan nilai AIC sebesar 280.56. Table 11 memperlihatkan model terbaik Regresi Binomial Negatif Provinsi Jawa Barat.

**Table 11.** Estimasi Parameter Model  $X_1, X_2, X_3$

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	2.956	0.4849	6.096	1.09e-09
$X_1$	0.000102	0.00008	1.246	0.2129
$X_2$	0.05011	0.04438	1.129	0.2589
$X_3$	0.0153	0.00739	2.068	0.0387
Deviance = 47,373			DF = 26	
AIC = 280,56				

Model regresi Binomial Negatif provinsi Jawa Barat yang terbaik pada model ke-3 yakni  $X_1, X_2, X_3$  :

$$\mu_i = \exp(2,956 + 0,000102X_1 + 0,05011X_2 + 0,0153X_3)$$

Model regresi Binomial Negatif AKB provinsi Jawa Barat yang telah diperoleh menjelaskan bahwa setiap kenaikan 1% jumlah tenaga medis di provinsi Jawa Barat akan menyebabkan angka kematian bayi di provinsi Jawa Barat tersebut menjadi  $\exp(0,000102) = 1,001$  kali dari nilai awal dengan asumsi peubah lain di anggap tetap. Setiap kenaikan 1% persentase penduduk miskin di provinsi Jawa Barat akan menyebabkan angka kematian bayi di provinsi Jawa Barat tersebut menjadi  $\exp(0,05011) = 1,05$  kali dari nilai awal dengan asumsi peubah lain dianggap tetap.

Selanjutnya, setiap kenaikan 1% jumlah puskesmas di provinsi Jawa Barat akan menyebabkan angka kematian bayi di provinsi Jawa Barat tersebut menjadi  $\exp(0,0153) = 1,02$  kali dari nilai awal dengan asumsi peubah lain di anggap tetap

Setelah dilakukan pemodelan regresi binomial negative didapatkan nilai AIC antara Provinsi Sumatera Barat dan Jawa Barat.

**Table 12.** Tabel Nilai AIC Provinsi Jawa Barat dan Jawa Barat

Provinsi	Estimate
Sumatera Barat	188,89
Jawa Barat	280,56

Berdasarkan Tabel 12 maka dapat diketahui bahwa model regresi binomial negatif pada AKB Provinsi Sumatera Barat lebih baik dari pada AKB Provinsi Jawa Barat karena nilai AIC regresi lebih kecil.

#### IV. KESIMPULAN

Model terbaik yang diperoleh dengan menggunakan Regresi Binomial Negatif terdapat pada model ke-3 yakni yakni  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ . Menghasilkan nilai AIC pada Provinsi Sumatera Barat sebesar 188,89 dan pada Provinsi Jawa Barat Sebesar 280,56. Setelah dilakukan pemodelan dengan Regresi Binomial Negatif pada Provinsi Sumatera Barat dan Jawa Barat dengan  $\alpha$  10% diperoleh model terbaik pada model ke- 3 yakni yakni  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ . Variabel yang berpengaruh secara signifikan adalah  $X_3$  (Jumlah Puskesmas) untuk kedua daerah. Ternyata jumlah puskesmas ( $X_3$ ) berpengaruh lebih signifikan terhadap angka kematian bayi (Y) namun bukan berarti variabel  $X_1$  (Jumlah Tenaga Medis) dan  $X_2$  (Presentase Penduduk Miskin) tidak berpengaruh karena ketika mengeluarkan variabel lain signifikan dari variabel tersebut juga berpengaruh

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bozdogan H, 2000. Akaike's Information Criterion and Recent Development in Information Complexity. *Mathematical Psychology*, 44: 62-91
- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (1998). *Regression Analysis of Count Data*. Cambridge: Camb Cambridge University.
- Dinas Kesehatan Provinsi Sumatera Barat. 2016. *Profil Kesehatan Provinsi Sumatera Barat*. Padang: Dinkes Sumbar
- Hancock, J. T dan Khoshgoftaar, T. M. 2020. Survey on categorical data for neural networks. *Journal of Big Data*, 7(1), 1-41.
- Hilbe, J.M, 2011, *Negative binomial regression*, Second Edition, New York : Cambridge University Press
- Keswira, Ni Made Rara., sumarjaya, I Wayan., dan Suciptawati, Ni Luh Putu. 2014. Perbandingan Regresi Binomial Negatif Dan Regresi Generalisasi Poisson Dalam Mengatasi Overdispersi. *E - Jurnal Matematika Vol.3 (3)*.
- Lengkong, Gledys Tirsa., Langi, Fima L.F.G., dan Posangi, Jimmy. 2020. Faktor- faktor yang Berhubungan dengan Kematian Bayi di Indonesia. *Jurnal KESMAS Vol 9.No. 4*.
- Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2021). *Introduction to linear regression analysis*. John Wiley & Sons.
- Sary, Selfy Atika dan Latra, I Nyoman. 2013. Pemodelan Jumlah Kematian Bayi di Provinsi Jawa Timur Tahun 2011 Dengan Pendekatan Regresi Binomial Negatif. *Jurnal Sains dan Seni Pomits Vol. 2 No 2*.
- Wiknjosastro, H. 2006. *Ilmu Kebidanan*. Jakarta : EGC