

RESEARCH ARTICLE

# Negative Binomial Regression Modeling to Analyze the Determinants of Infant Mortality in West Java Province

(Pemodelan Regresi Binomial Negatif untuk Menganalisis Faktor-faktor Penentu Kematian Bayi di Provinsi Jawa Barat)

Firda Fadri<sup>\*</sup>), Ari Firmansyah, Victor Alesyus Erlanda

Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37, Jember 68121, Indonesia

## ABSTRACT

The Infant Mortality Rate (IMR) is an important indicator in assessing the quality of public health and the success of health programs in a region. Proper handling of factors that determine IMR is essential to reduce this number. The data used were 27 districts/cities in West Java in 2022 with predictor variables including the number of health workers, percentage of poor population, percentage of iron tablet consumption, percentage of clean and healthy living behavior, percentage of exclusive breastfeeding, and percentage of low birth weight babies. The results of the analysis with Poisson Regression showed overdispersion so that IMR modeling was carried out using Negative Binomial Regression. The AIC value for the Negative Binomial Regression model was 305.630 and the BIC value was 315.997. The deviance ratio and Pearson's Chi-square approached one, indicating effective handling of overdispersion. The only significant variable affecting IMR was the percentage of clean and healthy living behavior. This shows the importance of increasing clean and healthy living behavior as the main strategy for reducing IMR in West Java Province.

Angka Kematian Bayi (AKB) merupakan indikator penting dalam menilai kualitas kesehatan masyarakat dan keberhasilan program kesehatan di suatu wilayah. Penanganan yang tepat terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi AKB sangat diperlukan untuk menurunkan angka tersebut. Data yang digunakan 27 kabupaten/kota di Jawa Barat pada tahun 2022 dengan variabel prediktor meliputi jumlah tenaga kesehatan, persentase penduduk miskin, persentase konsumsi tablet tambah darah, persentase perilaku hidup bersih dan sehat, persentase pemberian ASI eksklusif, dan persentase berat badan bayi lahir rendah. Hasil analisa dengan Regresi Poisson menunjukkan adanya overdispersi sehingga pemodelan AKB dilakukan dengan menggunakan Regresi Binomial Negatif. Nilai AIC untuk model Regresi Binomial Negatif sebesar 305,630 dan nilai BIC sebesar 315,997. Rasio *deviance* dan *Pearson's Chi-square* mendekati satu, mengindikasikan penanganan overdispersi yang efektif. Variabel yang signifikan mempengaruhi AKB hanya persentase perilaku hidup bersih dan sehat. Hal ini menunjukkan pentingnya peningkatan perilaku hidup bersih dan sehat sebagai strategi utama dalam menurunkan AKB di Provinsi Jawa Barat.

**Keywords:** Infant Mortality Rate, Poisson regression, Negative binomial regression, Overdispersion.

<sup>\*</sup>Corresponding author:  
Firda Fadri  
E-mail: firdafadri@unej.ac.id

## PENDAHULUAN

Indonesia menempati peringkat kedelapan tertinggi di dunia untuk masalah angka kematian ibu, bayi lahir mati, dan kematian neonatal berdasarkan data UNICEF tahun 2023 [1]. Angka Kematian Bayi (AKB) sendiri merujuk pada jumlah bayi yang meninggal sebelum mencapai usia 1 tahun atau dalam rentang usia 1-11 bulan [2]. Secara umum, AKB merupakan salah satu indikator penting untuk menilai kemajuan pembangunan di sektor kesehatan suatu wilayah [3],[4].

Jawa Barat merupakan provinsi dengan jumlah kasus kematian bayi terbanyak kedua setelah Banten di Pulau Jawa. Pada tahun 2020, tercatat 107.060 kasus kematian bayi di Provinsi Jawa Barat. Angka ini mengalami peningkatan dibandingkan tahun sebelumnya yang hanya mencakup 3.050 kasus. Dalam kurun waktu lima tahun terakhir (2019 hingga 2023), AKB di Provinsi Jawa Barat terus mengalami peningkatan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemodelan kasus kematian bayi yang terjadi di Jawa Barat agar memberikan informasi yang bermanfaat dalam upaya pencegahan dan pengendalian kematian bayi.

Untuk memodelkannya AKB digunakan *Generalized Linear Model* (GLM) dengan tujuan pemodelan data dalam analisis regresi nonlinier. GLM adalah pengembangan dari model linier dimana variabel responsnya tidak harus mengikuti distribusi normal [5]. AKB merupakan *count data* yang dapat didekati dengan distribusi Poisson. Namun, dalam model Regresi Poisson, ada kemungkinan terjadinya nilai varians lebih besar dari nilai rata-rata (*overdispersi*) sehingga ada pelanggaran asumsi [6]. Metode alternatif yang dapat digunakan untuk memodelkan data yang mengalami *overdispersi* adalah Regresi Binomial Negatif [5],[7],[8],[9],[10].

Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan pemodelan jumlah kematian ibu dengan menggunakan metode Regresi Poisson dan Binomial Negatif [11]. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa model Regresi Poisson tidak sepenuhnya mengindikasikan adanya *overdispersi*. Selain itu, terdapat juga penelitian yang menggunakan *Generalized Poisson Regression* (GPR) dan Regresi Binomial Negatif untuk mengatasi masalah *overdispersi* pada jumlah kematian bayi [12]. Penelitian lain juga telah melakukan pemodelan Regresi Binomial Negatif pada jumlah kematian bayi dengan mempertimbangkan variabel prediktor, seperti persentase persalinan yang ditangani oleh tenaga kesehatan, persentase ibu hamil yang mendapatkan tablet Fe<sup>3</sup>, persentase komplikasi kebidanan yang ditangani, persentase ibu hamil yang mengikuti program K4, serta persentase Bayi Berat Lahir Rendah (BBLR) [13],[14].

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, penelitian ini bertujuan menggunakan Regresi Poisson untuk pemodelan determinasi AKB di Provinsi Jawa Barat tahun 2022. Jika terdapat *overdispersi*, maka Regresi Binomial Negatif menjadi model alternatif untuk memodelkan AKB. Hasil penelitian diharapkan dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang signifikan memengaruhi AKB.

## METODE PENELITIAN

### Regresi Binomial Negatif

Regresi Binomial Negatif digunakan untuk memodelkan data dengan variabel respon berupa *count data*. Model ini sebagai alternatif untuk Regresi Poisson jika ada *overdispersi*, yaitu ketika varians data lebih besar daripada rata-rata, yang tidak dapat dijelaskan dengan Regresi Poisson [15]. Regresi

Binomial Negatif yang mengasumsikan bahwa variabel respon mengikuti distribusi binomial negative sehingga tidak mengharuskan nilai variansnya sama dengan rata-ratanya [16]. Model Regresi Binomial Negatif dirumuskan seperti pada Persamaan (1).

$$g(\mu_i) = \eta_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_k x_{ik} = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ij}, i = 1, 2, \dots, n \dots \dots \dots (1)$$

dimana  $g(\mu_i) = \ln(\mu_i)$  yaitu fungsi hubung log. Metode *maximum likelihood* digunakan untuk menduga parameter pada model dan melakukan iterasi menggunakan Metode Newton-Raphson agar memperoleh dugaan parameter regresinya.

### Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang merupakan publikasi dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan portal resmi data terbuka Provinsi Jawa Barat. Data yang digunakan berjumlah 27, yang mewakili kabupaten/kota di Jawa Barat pada tahun 2022. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini seperti pada Tabel 1. Analisa data menggunakan *software* RStudio.

Tabel 1. Variabel penelitian

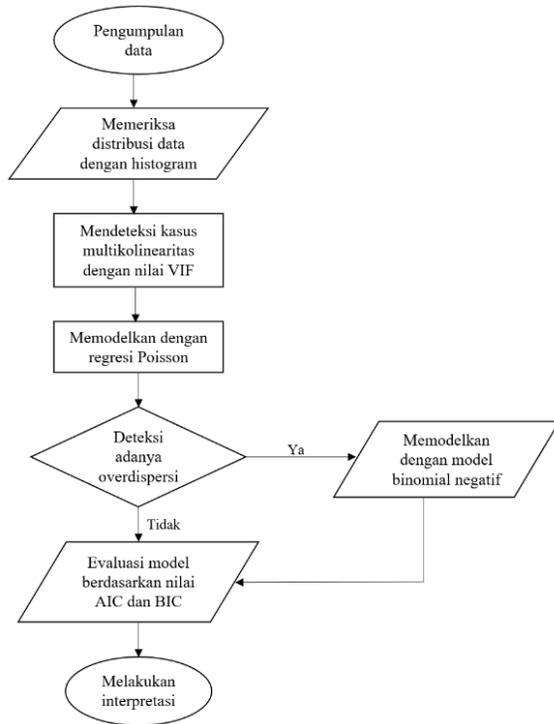
Jenis Variabel	Nama Variabel	Keterangan
Respon (Y)	AKB	Angka Kematian Bayi
	TNK	Jumlah Tenaga Kesehatan
	KSMK	Persentase Penduduk Miskin
	TTD	Persentase Konsumsi Tablet Tambah Darah
	PHBS	Persentase Perilaku Hidup Bersih dan Sehat
Prediktor (X)	ASI	Persentase Pemberian ASI eksklusif
	BBLR	Persentase Berat Badan Bayi Lahir

### Prosedur Penelitian

Prosedur pemodelan AKB di Provinsi Jawa Barat menggunakan model Regresi Poisson dan Regresi Binomial Negatif berdasarkan Gambar 1. Tahapan-tahapan adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data yang relevan untuk analisis Regresi Poisson. Data tersebut meliputi variabel respon berbentuk diskrit (*count*) yang diasumsikan mengikuti distribusi Poisson.
2. Memastikan distribusi data dengan menggunakan plot histogram.

3. Mengidentifikasi multikolinieritas berdasarkan nilai VIF (*Variance Inflation Factor*).
4. Memodelkan dengan Regresi Poisson.
5. Memeriksa apakah terdapat overdispersi pada model Regresi Poisson.
6. Memodelkan dengan Regresi Binomial Negatif.
7. Mengevaluasi model dengan membandingkan nilai *Akaike Information Criterion* (AIC) dan *Bayesian Information Criterion* (BIC).
8. Menginterpretasikan model yang diperoleh.



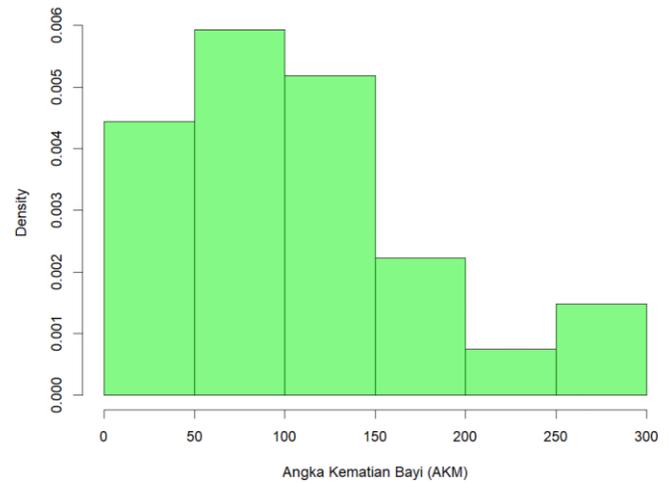
Gambar 1. Prosedur penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Data

Karakteristik data digunakan untuk memberikan pemahaman umum mengenai AKB di Provinsi Jawa Barat. Statistik deskriptif AKB dijabarkan dalam Tabel 2. Nilai minimum AKB adalah 23, sedangkan nilai maksimum mencapai 300. Nilai median sebesar 93 menunjukkan bahwa setengah kabupaten/kota memiliki AKB kurang dari 93, sedangkan rata-rata AKB adalah 109,6. Nilai kuartil menunjukkan distribusi AKB yang mana 25% kabupaten/kota memiliki AKB kurang dari 59,5 (kuartil 1), sementara 25% lainnya memiliki AKB lebih dari 136 (kuartil 3). Tingginya rentang nilai antara minimum dan

maksimum menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam AKB antar kabupaten/kota.

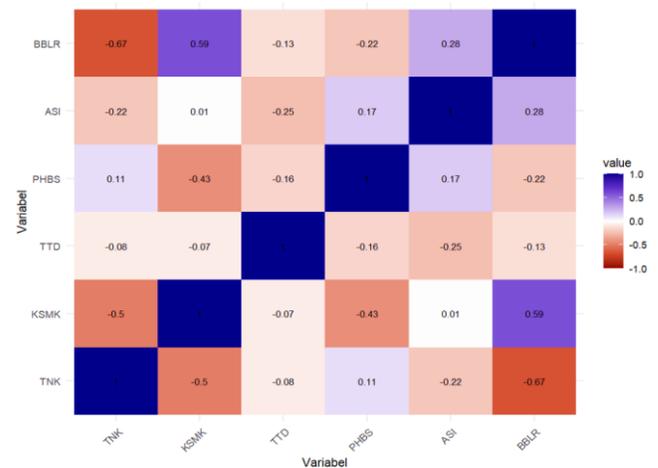


Gambar 2. Distribusi data

Gambar 2 merupakan plot histogram AKB di Provinsi Jawa Barat, menunjukkan bentuk yang asimetris. Ketidaksimetrisan ini mengindikasikan bahwa data AKB tidak berdistribusi normal. Pendekatan distribusi Poisson dipilih karena data berbentuk hitungan (*count data*) dan memiliki variansi yang sebanding dengan rata-ratanya.

### Uji Multikolinieritas

Pemeriksaan multikolinieritas dengan menggunakan peta korelasi dan nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) dilakukan sebelum pemodelan. Peta korelasi variabel prediktor ditunjukkan pada Gambar 3. Tidak ada nilai korelasi yang mendekati atau lebih besar dari 0,8 (baik positif maupun negatif), sehingga potensi multikolinieritas antara variabel prediktor relatif rendah.



Gambar 3. Korelasi variabel prediktor

Selain peta korelasi variabel prediktor, multikolinieritas bisa dideteksi berdasarkan nilai VIF. Hasil pemeriksaan nilai VIF pada Tabel 3 menunjukkan bahwa tidak terdapat variabel yang memiliki nilai VIF lebih dari 10. Hal tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat korelasi antara variabel prediktor sehingga asumsi multikolinieritas tidak terjadi dan semua variabel prediktor dapat digunakan dalam pembentukan model.

Tabel 3. Nilai VIF

Variabel Independen	VIF
TNK	2,0675
KSMK	1,9677
TTD	1,1996
PHBS	1,3652
ASI	1,2367
BBLR	2,3575

$$\hat{\mu} = \exp(-6,936 + 1,929 \cdot 10^{-2}KSMK - 6,151 \cdot 10^{-5}TTD - 1,95 \cdot 10^{-2}PHBS - 1,089 \cdot 10^{-2}ASI)$$

Tabel 4. Estimasi parameter model Regresi Poisson

Parameter	Estimate	Std. Error	Z-value	p-value	Interpretasi
Intercept	6,936	$3,496 \times 10^{-1}$	19,842	$< 2 \times 10^{-16}$	Signifikan
TNK	$2,043 \times 10^{-5}$	$1,160 \times 10^{-5}$	1,761	0,078	Tidak Signifikan
KSMK	$1,929 \times 10^{-2}$	$9,547 \times 10^{-3}$	2,020	0,043	Signifikan
TTD	$-6,151 \times 10^{-3}$	$1,798 \times 10^{-3}$	-3,421	0,0006	Signifikan
PHBS	$-1,950 \times 10^{-2}$	$2,077 \times 10^{-3}$	-9,386	$< 2 \times 10^{-16}$	Signifikan
ASI	$-1,089 \times 10^{-2}$	$2,129 \times 10^{-3}$	-5,114	$3,15 \times 10^{-7}$	Signifikan
BBLR	$1,265 \times 10^{-2}$	$1,994 \times 10^{-2}$	0,634	0,526	Tidak Signifikan

**Deteksi Overdispersi**

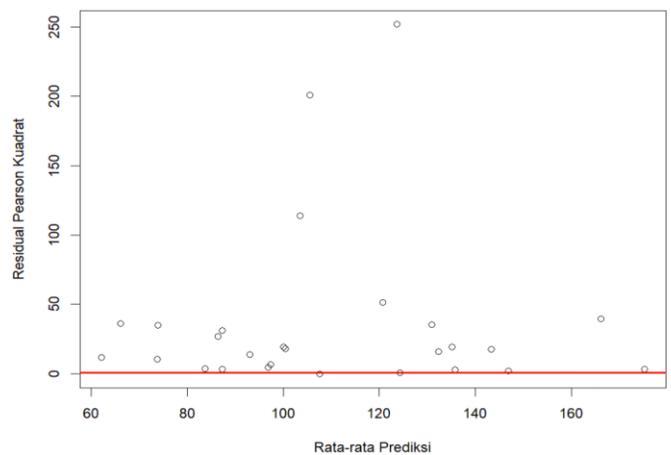
Asumsi pelanggaran equidispersi dalam model Regresi Poisson dapat terjadi dalam bentuk overdispersi, dimana varians datanya ini lebih besar dibandingkan nilai rata-rata. Asumsi pelanggaran tersebut dapat diketahui dari visualisasi plot antara nilai rata-rata dan varians model Regresi Poisson yang ditunjukkan pada Gambar 4. Distribusi titik-titik pada plot tersebut tidak terpusat dengan baik di sekitar garis linier. Titik-titik residual tampak menyebar secara signifikan. Ini menunjukkan adanya masalah overdispersi yang menyebabkan ketidakcocokan model Regresi Poisson.

Perbandingan rasio deviance dan Pearson's Chi-square terhadap derajat bebas ditunjukkan pada Tabel 5 dan hasilnya lebih tinggi dari satu. Hal ini menunjukkan adanya overdispersi dalam model Regresi Poisson. Hal ini dapat menyebabkan masalah dalam akurasi pengujian, dimana nilai standard error lebih kecil dari

**Model Regresi Poisson**

Pemodelan dengan Regresi Poisson dilakukan setelah tidak ada multikolinieritas pada variabel-variabel prediktor. Estimasi parameter model Regresi Poisson ditunjukkan pada Tabel 4. Hasil estimasi parameter menunjukkan bahwa variabel KSMK, TTD, PHBS, dan ASI signifikan memengaruhi AKB pada  $\alpha = 0,05$ . Hal ini berarti peningkatan jumlah penduduk miskin sebesar 1% berkorelasi dengan kenaikan AKB sebesar 1,93%. Sedangkan peningkatan dari konsumsi tablet tambah darah, perilaku hidup bersih dan sehat, dan pemberian ASI eksklusif akan menurunkan AKB. Variabel TNK dan BBLR tidak signifikan memengaruhi AKB. Model Regresi Poisson untuk jumlah kematian bayi di Provinsi Jawa Barat adalah sebagai berikut:

nilai sebenarnya mengarah pada estimasi parameter regresi yang tidak tepat dan tidak valid.



Gambar 4. Plot antara nilai rata-rata dan varians model Regresi Poisson

Tabel 5. Perbandingan *deviance* dan *Pearson's Chi-square* model Regresi Poisson

Kriteria	Derajat Bebas	Nilai	Nilai/Derajat Bebas
<i>Deviance</i>	20	886,669	44,334
<i>Pearson's Chi-square</i>	20	976,181	48,809

**Model Regresi Binomial Negatif**

Masalah overdispersi pada model Regresi Poisson menyebabkan estimasi *standard error* menjadi tidak akurat. Untuk menyelesaikan kasus ini, model Regresi Binomial Negatif dipilih karena mampu menangani overdispersi dengan lebih baik. Estimasi parameter

model Regresi Binomial Negatif ditunjukkan pada Tabel 6.

Hasil estimasi parameter menunjukkan variabel TNK, KSMK, TTD, ASI, dan BBLR tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap AKB. Sedangkan variabel PHBS berpengaruh signifikan terhadap AKB. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan perilaku hidup bersih dan sehat dapat mengurangi jumlah kasus kematian bayi di Provinsi Jawa Barat. Model Regresi Binomial Negatif yang terbentuk yaitu sebagai berikut:

$$\mu_i = \exp(7,617 - 2,716 \cdot 10^{-2} \text{PHBS})$$

Tabel 6. Estimasi parameter model Regresi Binomial Negatif

Parameter	<i>Estimate</i>	<i>Std. Error</i>	<i>Z-value</i>	<i>p-value</i>	Interpretasi
<i>Intercept</i>	7,617	1,972	3,863	0,0001	Signifikan
TNK	$1,430 \times 10^{-5}$	$6,513 \times 10^{-5}$	0,220	0,826	Tidak Signifikan
KSMK	$1,851 \times 10^{-2}$	$5,324 \times 10^{-2}$	0,348	0,728	Tidak Signifikan
TTD	$-6,748 \times 10^{-3}$	$9,790 \times 10^{-3}$	-0,689	0,491	Tidak Signifikan
PHBS	$-2,716 \times 10^{-2}$	$1,163 \times 10^{-2}$	-2,335	0,019	Signifikan
ASI	$-1,016 \times 10^{-2}$	$1,260 \times 10^{-2}$	-0,806	0,420	Tidak Signifikan
BBLR	$-3,906 \times 10^{-2}$	$1,113 \times 10^{-1}$	-0,351	0,726	Tidak Signifikan

Tabel 7. Perbandingan *deviance* dan *Pearson's Chi-square* model Regresi Binomial Negatif

Kriteria	Derajat Bebas	Nilai	Nilai/Derajat Bebas
<i>Deviance</i>	20	28,133	1,407
<i>Pearson's Chi-square</i>	20	29,221	1,461

Untuk mendeteksi adanya masalah overdispersi, maka dapat dilihat pada Tabel 7. Hasil pemodelan dengan Regresi Binomial Negatif menunjukkan nilai rasio *deviance* dan *Pearson's Chi-Square* terhadap derajat bebas mendekati satu. Hal ini menandakan model Regresi Binomial Negatif mampu mengatasi overdispersi.

**Evaluasi Model**

Pemodelan AKB tidak bisa menggunakan Regresi Poisson karena terjadi overdispersi sehingga Model Regresi Binomial Negatif terpilih menjadi model alternatif. Hal ini sesuai dengan evaluasi model berdasarkan nilai AIC dan BIC pada Tabel 8. Nilai AIC dan BIC model Regresi Binomial Negatif lebih rendah dibanding nilai AIC dan BIC model Regresi Poisson. Oleh karena itu, model Regresi Binomial Negatif lebih efektif dan tepat dalam memodelkan kasus kematian bayi di Provinsi Jawa Barat.

Tabel 8. Nilai AIC dan BIC

Regresi	AIC	BIC
Poisson	1071,797	1080,868
Binomial Negatif	305,630	315,997

**KESIMPULAN**

Hasil analisa dengan model Regresi Poisson menunjukkan adanya overdispersi. Oleh karena itu, dipilih model Regresi Binomial Negatif untuk menangani masalah tersebut. Nilai rasio antara *deviance* dan *Pearson's Chi-Square* terhadap derajat kebebasan dalam model Regresi Binomial Negatif mendekati satu, yang menunjukkan model telah mengakomodasi overdispersi dengan baik. Model Binomial Negatif memiliki nilai AIC dan BIC yang lebih rendah dibandingkan nilai AIC dan BIC model Regresi Poisson. Hal ini memperkuat Regresi Binomial Negatif sebagai metode terbaik dalam pemodelan

AKB. Faktor yang berpengaruh signifikan terhadap kasus kematian bayi di Provinsi Jawa Barat adalah Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS). Dengan kata lain, peningkatan perilaku hidup bersih dan sehat di Provinsi Jawa Barat dapat membantu mengurangi angka kematian bayi secara efektif.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Guh, "Laporan Tahunan 2023 Indonesia," Portal Jabarprov.go.id, 1 Februari 2023. [Online]. Available: <https://jabarprov.go.id/berita/dalam-50-tahun-terakhir-angka-kematian-bayi-turun-signifikan-di-jawa-barat-8337>. [Accessed: 30 November 2024].
- [2] S. F. A. Djamalullail, M. S. N. V. Delsen, and G. Haumahu, "The modeling of factors that influence the number of death cases of infant and toddler in Maluku province using the bivariate poisson regression method," *TENSOR: Pure and Applied Mathematics Journal*, vol. 5, no. 1, pp. 17-26, Juni 2024. DOI: <https://doi.org/10.30598/tensorvol1iss1pp17-26>.
- [3] M. Fathurahman, "Negative binomial regression for modeling of infant mortality in East Kalimantan," *Jurnal Eksponensial*, vol. 13, no. 1, pp. 79-86, Juni 2022. DOI: <https://doi.org/10.30872/eksponensial.v13i1.888>.
- [4] D. A. Wulandari and I. H. Utomo, "Responsivitas dinas kesehatan Kabupaten Karanganyar dalam upaya menurunkan angka kematian ibu (AKI) dan angka kematian bayi (AKB) di Kabupaten Karanganyar," *Jurnal Mahasiswa Wacana Publik*, vol. 1, no. 1, pp. 117-127, Juni 2021. DOI: <https://doi.org/10.20961/wp.v1i1.50895>
- [5] C. Tri Fatmala, M. Hayati, R. Permatasari, M. Hudori, and D. Yuliana Dalimunthe, "Pemodelan jumlah kasus HIV/AIDS di Provinsi Lampung menggunakan regresi binomial negatif," *Journal of Mathematics: Theory and Applications*, vol. 6, no. 2, pp. 168-177, Oktober 2024. DOI: <https://doi.org/10.31605/jomta.v6i2.4069>.
- [6] N. M. Dhahari and A. Sofro, "Analisis regresi binomial negatif untuk pemodelan angka positif penyakit kusta di Jawa Timur," *MATHunesa Jurnal Ilmiah Matematika*, vol. 11, no. 3, pp. 543-550, September 2023. DOI: <https://doi.org/10.26740/mathunesa.v11n3.p543-550>.
- [7] M. Al Haris and P. R. Arum, "Negative binomial regression and generalized poisson regression models on the number of traffic accidents in Central Java," *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, vol. 16, no. 2, pp. 471-482, Juni 2022. DOI: <https://doi.org/10.30598/barekengvol16iss2pp471-482>.
- [8] N. H. Fitriani and A. Fatikhurriqzi, "Pemodelan jumlah kasus covid-19 di Indonesia dengan pendekatan regresi poisson dan regresi binomial negatif," In *Seminar Nasional Official Statistics*, vol 2020, no. 1, pp. 65-72, Januari 2021. DOI: <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2020i1.465>
- [9] A. Qur'ani, C. S. Widyaningrum, and S. Rohimiyah, "The robust negative binomial regression model on under-five mortality due to pneumonia in the Province of East Java," *Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi*, vol. 21, no. 1, pp. 176-189, September 2024. DOI: <https://doi.org/10.20956/j.v21i1.34512>.
- [10] A. J. Syafiqoh, R. Mahardika, S. Amaria, E. Winaryati, and M. Al Haris, "Pemodelan regresi binomial negatif untuk mengevaluasi faktor-faktor yang mempengaruhi kasus tuberkulosis di Provinsi Jawa Barat," *Jurnal MSA (Matematika dan Statistika serta Aplikasinya)*, vol. 12, no. 1, pp. 15-23, Juni 2024. DOI: <https://doi.org/10.24252/msa.v12i1.39450>.
- [11] M. M. Majore, D. Tineke Salaki, and J. D. Prang, "Penerapan regresi binomial negatif dalam mengatasi overdispersi regresi poisson pada kasus jumlah kematian ibu." *dCartesian: Jurnal Matematika dan Aplikasi*, vol. 9, no. 2, September 2020. DOI: <https://doi.org/10.35799/dc.9.2.2020.29150>
- [12] A. D. Chaniago and S. P. Wulandari, "Pemodelan Generalized Poisson Regression (GPR) dan Negative Binomial Regression (NBR) untuk mengatasi overdispersi pada jumlah kematian bayi di Kabupaten Probolinggo," *Jurnal Sains dan Seni ITS*, vol. 11, no. 6, pp. 448-455, Mei 2023. DOI: <https://doi.org/10.12962/j23373520.v11i6.93240>
- [13] D. K. Wardani and A. Wulandari, "Pemodelan negative binomial regression pada data jumlah kematian bayi di Kabupaten Jombang," *Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, vol. 4, no. 2, pp. 311-320, Desember 2020. DOI: <https://doi.org/10.36526/tr.v4i2.968>
- [14] D. S. Rini and N. Puspitasari., "Hubungan status kesehatan neonatal dengan kematian bayi," *Jurnal Biometrika dan Kependudukan*, vol. 3, no. 1, pp. 73-80, Juli 2014.
- [15] A. Sauddin, N. I. Auliah, and W. Alwi, "Pemodelan jumlah kematian ibu di Provinsi Sulawesi Selatan menggunakan regresi binomial negatif," *Jurnal MSA (Matematika dan Statistika serta Aplikasinya)*, vol. 8, no. 2, pp. 42-47, Desember 2020. DOI: <https://doi.org/10.24252/msa.v8i2.17409>
- [16] H. M. Winata, "Mengatasi overdispersi dengan regresi binomial negatif pada angka kematian ibu di Kota

Bandung,” *Jurnal Gaussian*, vol. 11, no. 4, pp. 616-622,  
Februari 2022. DOI:  
<https://doi.org/10.14710/j.gauss.11.4.616-622>.