

PERBANDINGAN MODEL *GENERALIZED POISSON REGRESSION* DAN *NEGATIVE BINOMIAL REGRESSION* DALAM MENGATASI OVERDISPERSI PADA KASUS PNEUMONIA DI PROVINSI NTT TAHUN 2023

Cindy Claudia Indiriani Ananda Njudang*

Program Studi Matematika, FST, Universitas Nusa Cendana

e-mail : cindidjudang12@gmail.com

Robertus Dole Guntur

Program Studi Matematika, FST, Universitas Nusa Cendana

e-mail : robertus_guntur@staf.undana.ac.id,

Elisabeth Brielin Sinu

Program Studi Matematika, FST, Universitas Nusa Cendana

e-mail : elisabeth.brielin.sinu@staf.undana.ac.id,

Jusrry Rosalina Pahnael

Program Studi Matematika, FST, Universitas Nusa Cendana

e-mail : jusrry_pahnael@staf.undana.ac.id

Abstrak

Pneumonia saat ini masih menjadi salah satu penyebab tertinggi kematian balita di Indonesia. Di Nusa Tenggara Timur, penemuan kasus pneumonia balita sebesar 27,67% pada tahun 2023. Tujuan penelitian ini adalah menentukan serta membandingkan model terbaik jumlah kasus pneumonia menggunakan model GPR dan NBR dan menyelidiki faktor-faktor yang mempengaruhinya. Data yang digunakan adalah data jumlah kasus pneumonia (Y), jumlah balita gizi buruk (X_1), persentase penduduk usia 0-59 bulan menurut pemberian imunisasi lengkap (X_2), persentase balita wasting (X_3), persentase Penduduk umur 0-23 bulan (baduta) yang pernah diberi ASI (X_4), persentase Perempuan dengan usia perkawinan pertama kurang dari 19 tahun (X_5), jumlah balita yang pernah imunisasi lengkap (X_6), dan kepadatan penduduk (X_7). Hasil analisis menunjukkan bahwa data jumlah kasus pneumonia di Provinsi NTT mengalami overdispersi. Dari hasil perbandingan model yang terpilih adalah model GPR yang melibatkan variabel persentase Perempuan dengan usia perkawinan pertama kurang dari 19 tahun (X_5) sebagai model terbaik dengan nilai AIC dan BIC terkecil sebesar 266,8565 dan 269,9901.

Kata kunci: GPR, NBR, Pneumonia, Overdispersi, dan NTT

Abstract

Pneumonia is still one of the leading causes of infant mortality in Indonesia. In East Nusa Tenggara, the discovery of pneumonia cases in toddlers was 27.67% in 2023. The purpose of this study was to determine and compare the best model for the number of pneumonia cases using the GPR and NBR models and to investigate the factors that influence them. The data used are data on the number of pneumonia cases (Y), the number of malnourished toddlers (X_1), the percentage of the population aged 0-59 months according to complete immunization (X_2), the percentage of wasting toddlers (X_3), the percentage of the population aged 0-23 months (toddlers) who have ever been breastfed (X_4), the percentage of women with an age of first marriage of less than 19 years (X_5), the number of toddlers who have ever been fully immunized (X_6), and population density (X_7). The results of the analysis show that the data on the number of pneumonia cases in NTT Province is overdispersed. From the results of the comparison, the selected model is the GPR model involving the variable percentage of women with an age of first marriage of less than 19 years (X_5) as the best model with the smallest AIC and BIC values of 266,8565 and 269,9901.

Keywords: GPR, NBR, Pneumonia, Overdispersion, and NTT

PENDAHULUAN

Dengan tingginya angka kesakitan dan kematian, pneumonia merupakan salah satu masalah kesehatan paling serius yang menyerang anak-anak di seluruh dunia. Kualitas hidup yang berhubungan dengan kesehatan juga terkena dampak negatif oleh pneumonia. Setiap tahun, dua juta anak di seluruh dunia menderita pneumonia, jumlah ini lebih tinggi dari angka AIDS, malaria, dan komplikasi campak (Hadning et al., 2021).

Pneumonia merupakan jenis infeksi yang menyebabkan paru-paru menjadi sakit dan kantung paru-paru tidak selalu mampu menampung oksigen (Puspitasari & Syahrul, 2015). Hal ini menyebabkan sel-sel tubuh tidak dapat bekerja dan penderita tidak memiliki kemampuan untuk mendisinfeksi seluruh tubuh bahkan dapat meninggal dunia (Farisa et al., 2023). Gejala penyakit pneumonia berupa napas cepat dan sesak pada balita yang muncul secara tiba-tiba akibat peradangan paru-paru (Budihardjo & Suryawan, 2020). Berdasarkan penyebabnya, pneumonia dapat disebabkan oleh bakteri, virus, jamur, aspirasi, atau penggunaan ventilator. Pneumonia tetap menjadi salah satu permasalahan utama dalam bidang kesehatan masyarakat, terutama bagi anak-anak (Beletew et al., 2020).

Berdasarkan data WHO, pneumonia adalah penyebab infeksi tunggal terbesar yang menyebabkan kematian di seluruh dunia. Pneumonia membunuh 740.180 orang pada tahun 2019. Data pada tahun 2020 terjadi peningkatan kematian yang disebabkan oleh pneumonia mencapai 450 juta per tahun, hal ini disebabkan karena munculnya wabah COVID-19. Serta data pada tahun 2021 kembali terjadi kenaikan kasus kematian menjadi 510 juta pertahun (WHO, 2021). Secara global, kasus pneumonia ditemukan di 15 negara berkembang, dengan Indonesia berada di peringkat keenam tertinggi. Pneumonia menyerang anak-anak dan segala kelompok usia di mana saja, namun angka kematian tertinggi terjadi di Asia Selatan dan Sub-Sahara Afrika (WHO, 2022).

Angka kejadian pneumonia di Indonesia masih tinggi dan menjadi masalah pada kesehatan di

Indonesia. Data kasus pneumonia di Indonesia pada tahun 2023 cakupan penemuan pneumonia pada balita menurun dari tahun sebelumnya dari 38,8% hingga menjadi 36,95%. Provinsi dengan cakupan pneumonia tertinggi ialah Papua Barat (75%) dan provinsi Nusa Tenggara Timur menduduki peringkat ke-22 secara nasional dengan persentase 27,67% (Kemenkes RI, 2023).

Jumlah kasus pneumonia di Provinsi NTT merupakan salah satu data cacah atau data *count*. Oleh karena itu, model regresi poisson cocok digunakan karena merupakan model standar yang mampu untuk menganalisis data *count*. Regresi dianalisis dengan asumsi bahwa data mengikuti distribusi poisson, di mana rata-rata sama dengan varians, kondisi ini dikenal sebagai equidispersi (Syafiqoh et al., 2024).

Namun sering kali dalam penerapannya terjadi pelanggaran asumsi equidispersi yang mana disebut dengan overdispersi/underdispersi. Overdispersi merupakan kondisi saat varians lebih besar dari rata-ratanya atau underdispersi saat varians lebih kecil dari rata-ratanya. Pelanggaran equidispersi yakni overdispersi atau underdispersi terjadi karena pengelompokan dalam populasi (Marta Sundari & Pardomuan Robinson Sihombing, 2021). Dalam mengatasi overdispersi dan underdispersi dalam regresi poisson dapat ditangani dengan model *Generalized Poisson Regression* (GPR) dan *Negative Binomial Regression* (NBR) sebagai pendekatan yang dapat digunakan. GPR dan NBR merupakan perluasan dari regresi poisson yang digunakan dalam memodelkan data serta mengatasi masalah overdispersi/underdispersi.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Saudah dan peneliti lainnya (2022) yang menggunakan model *generalized poisson regression* ditemukan bahwa faktor yang mempengaruhi secara signifikan pada jumlah kasus pneumonia di Kota 2 Kendari dan Kabupaten Konawe adalah persentase cakupan imunisasi BCG pada bayi dan persentase cakupan imunisasi DPT-HB3. Adapun studi yang pernah dilakukan oleh Azizah dan peneliti lainnya (2020) menggunakan model regresi binomial negatif dapat diketahui

bahwa persentase gizi buruk dan kepadatan penduduk berpengaruh secara signifikan terhadap kasus pneumonia pada balita di Kota Bandung. Selain itu, penelitian Ashari (2016) menyatakan bahwa saat terjadi overdispersi pada data *negative binomial regression* lebih baik digunakan dibandingkan *generalized poisson regression*. Pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Nursantika dan peneliti lainnya (2024) saat terjadinya overdispersi menyatakan bahwa *negative binomial regression* lebih baik digunakan dibandingkan *generalized poisson regression*. Sementara itu, pada studi lainnya oleh Chaniago & Wulandari (2023), saat terjadi underdispersi/overdispersi pada data, *generalized poisson regression* lebih baik digunakan dibandingkan *negative binomial regression*.

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk membandingkan *generalized poisson regression* dan *negative binomial regression* pada data yang mengandung overdispersi. Dengan demikian, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai perbandingan pemodelan *generalized poisson regression* dan *negative binomial regression* untuk menganalisa faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus pneumonia di NTT tahun 2023 dan mencari model kasus pneumonia yang terbaik di NTT.

KAJIAN TEORI

REGRESI POISSON

Regresi poisson termasuk dalam *Generalized Linier Model* (GLM) karena variabel respon memiliki sebaran poisson. Dalam jenis penghitungan data di mana variabel respon mengikuti distribusi poisson, model regresi non-linear yang dikenal sebagai regresi poisson. Distribusi poisson adalah distribusi probabilitas acak yang menunjukkan banyaknya keberhasilan suatu percobaan (Ashari, 2016). Fungsi probabilitas dari distribusi poisson dapat dinyatakan sebagai berikut

$$f(y, \mu) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}; y = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

Selanjutnya dilakukan pengujian pada variabel respon untuk melihat berdistribusi poisson atau tidak. Statistik yang digunakan untuk menguji data berdistribusi poisson adalah uji *Chi-Square*.

Hipotesis yang digunakan sebagai berikut

H_0 : Data berdistribusi poisson

H_1 : Data tidak berdistribusi poisson

Statistik uji :

$$\chi^2_{hitung} = \sum \left(\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \right) \quad (2)$$

MULTIKOLINEARITAS

Pengujian selanjutnya ialah pendeteksi multikolinearitas dengan cara melihat nilai VIF dengan persamaan :

$$VIF = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad (3)$$

Dengan R_j^2 adalah koefisien determinasi dari model regresi variabel prediktor ke-j

UJI KESESUAIAN MODEL

Dalam melakukan pengujian model regresi poisson diuji menggunakan uji serentak dan parsial, di mana uji serentak digunakan untuk menilai pengaruh gabungan variabel independen terhadap variabel dependen (Alwi et al., 2022; Berek, J.F & Guntur, RD., 2025)

Hipotesis :

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_i = 0,$$

H_1 : paling sedikit ada satu $\beta_k \neq 0$, dengan $k = 1, 2, \dots, i$

Dengan statistik uji rasio *likelihood* adalah sebagai berikut :

$$G = -2 \ln \ln \left[\frac{L_0}{L_1} \right] \quad (4)$$

Kriteria pengujian tolak H_0 pada taraf signifikan α jika $G > X_{\alpha(i)}^2$

Uji parsial digunakan untuk menguji pengaruh masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen secara terpisah (Alwi et al., 2022)

Hipotesis :

$$H_0: \beta_j = 0$$

$H_1: \beta_k \neq 0$

Statistik uji menggunakajn uji Wald

$$W = \frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)} \quad (5)$$

Nilai W mengikuti distribusi *chi-square* sehingga dibandingkan dengan *chi-square* tabel $X_{(\alpha; db=1)}^2$.

Kriteria pengujian tolak H_0 pada taraf signifikan α dan derajat bebas satu jika $W > X_{(\alpha; db=1)}^2$

OVERDISPERSI

Apabila nilai varians lebih besar daripada nilai rata-ratanya, regresi poisson dianggap overdispersi. Jika pada data diskrit terjadi overdispersi dan tetap menggunakan regresi poisson sebagai metode

penyelesaiannya tidak efektif karena nilai *standard error* menjadi *underestimate*. Hal ini disebabkan oleh parameter koefisien regresi dari model poisson efisiensinya tetap rendah sehingga kurang optimal meskipun nilai koefisiennya tetap konstan. Uji overdispersi bisa menggunakan *software* R-Studio Bentuk statistika *deviance* adalah

$$D = 2 \sum_{i=0}^n y_i \log \log \left(\frac{y_i}{\mu_i} \right) \quad (6)$$

Jika hasil bagi antara nilai statistik D terhadap derajat bebasnya atau statistik χ^2 terhadap derajat bebasnya lebih besar dari 1, maka dapat dikatakan telah terjadi overdispersi pada model regresi poisson (Guntur & da Rato, 2024)

MODEL GENERELAZED POISSON REGRESSION

Untuk mengatasi kondisi overdispersi, model *Generalized Poisson Regression* (GPR) dibangun dari regresi poisson dan hampir sama dengan regresi poisson. Namun, model GPR menganggap bahwa komponen randomnya berdistribusi general poisson. Fungsi distribusi *generalized poisson regression* adalah

$$f(y, \mu, \theta) = \left(\frac{\mu}{1+\mu\theta} \right)^y \frac{(1-\theta y)^{y-1}}{y!} \exp \exp \left(\frac{-\mu(1+\theta y)}{1+\mu\theta} \right) \quad (7)$$

Mean dan varians distribusi *generalized regression poisson* adalah $E(Y) = \mu$ dan $\text{var}(Y) = \mu(1 + \theta\mu)^2$. Jika nilai θ bernilai nol maka model yang dibentuk adalah regresi poisson. Nilai $\theta > 0$ dikatakan overdispersi, sedangkan nilai $\theta < 0$ dikatakan underdispersi. Metode yang digunakan untuk mengestimasi parameter model GPR adalah metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) yang dikombinasikan dengan iterasi Newton-Raphson. Kemungkinan model GPR dapat ditulis sebagai

$$L(\theta, \beta) = \prod_{i=1}^n \left(\frac{\mu_i}{1+\mu_i\theta} \right)^{y_i} \frac{(1-\theta y_i)^{y_i-1}}{y_i!} \exp \exp \left(\frac{-\mu_i(1+\theta y_i)}{1+\mu_i\theta} \right) \quad (8)$$

Selanjutnya fungsi kemungkinan pada persamaan diubah dalam bentuk logaritma natural (*ln-likelihood*) menjadi persamaan

$$\ln \ln L(\theta, \beta) = \sum_{i=1}^n \ln \ln \left[\left(\frac{\mu_i}{1+\mu_i\theta} \right)^{y_i} \frac{(1-\theta y_i)^{y_i-1}}{y_i!} \exp \exp \left(\frac{-\mu_i(1+\theta y_i)}{1+\mu_i\theta} \right) \right] \quad (9)$$

Jika $\mu_i = \exp \exp(x_i^T \beta)$ maka

$$\ln \ln L(\theta, \beta) = \sum_{i=1}^n \ln \ln \left[y_i \left(\ln \ln e^{x_i^T \beta} - \ln \ln (1 + \theta e^{x_i^T \beta}) \right) + (y_i - 1) \ln \ln (1 + \theta y_i) - \ln y_i! - \frac{e^{x_i^T \beta} (1 + \theta y_i)}{1 + \theta e^{x_i^T \beta}} \right] \quad (10)$$

MODEL NEGATIVE BINOMIAL REGRESSION

Negative Binomial Regression merupakan salah satu pendekatan untuk mengatasi permasalahan varians yang lebih besar dari nilai harapannya (Safitri et al., 2014). *Negative Binomial Regression* ialah perluasan dari distribusi poisson-gamma dengan parameter dispersi k . *Negative Binomial Regression* juga penerapan dari *Generalized Linear Models* (GLM) (Desmita, 2016).

PEMILIHAN MODEL MENGGUNAKAN AIC, BIC, DAN MSE

Dengan melihat perbandingan nilai AIC, BIC, dan MSE dari model dalam pemilihan model terbaik yang tepat digunakan dengan rumus perhitungan

$$AIC = -2 \log \log(L) + 2p \quad (11)$$

$$BIC = -2 \log \log(L) + p \log \log(n) \quad (12)$$

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n} \quad (13)$$

Dengan $\log \log(L)$ merupakan nilai *likelihood*, p adalah jumlah parameter yang digunakan serta n yang menyatakan banyaknya unit observasi. Nilai AIC, BIC dan MSE terkecil sebagai kriteria model terbaik.

METODE

DATA PENELITIAN

Dalam penelitian ini memanfaatkan data sekunder yang terdiri atas jumlah kasus pneumonia dan variabel-variabel yang berperan sebagai faktor penyebabnya pneumonia di Provinsi Nusa Tenggara Timur pada tahun 2023 yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Nusa Tenggara Timur. Penelitian ini dilakukan dengan membanding nilai AIC, BIC, dan MSE terendah sebagai pemilihan model terbaik menggunakan metode *Generalized Poisson Regression* (GPR) dan *Negative Binomial Regression* (NBR) dengan pengolahan data menggunakan *software* R-Studio.

TAHAPAN PENELITIAN

Tahapan yang ditetapkan sebagai acuan penelitian :

1. Studi literatur terkait materi yang berkaitan dengan penelitian.
2. Pengumpulan data tentang pneumonia di Nusa Tenggara Timur (NTT) beserta faktor-faktor yang diduga mempengaruhi
3. Pengolahan data serta penentuan variabel respon dan variabel prediktor
4. Melakukan uji multikolinearitas pada variabel-variabel prediktor
5. Melakukan pengujian distribusi poisson menggunakan uji *Chi-Square*
6. Melakukan uji overdispersi dalam regresi poisson
7. Melakukan analisis GPR dan NBR pada jumlah kasus pneumonia jika terjadi overdispersi
8. Pemilihan model yang tepat menggunakan nilai AIC, BIC, dan MSE
9. Menginterpretasikan model
10. Membuat kesimpulan

X_2	22	70,00	7948,00	5134,5455	2633,67984	6936269,498
X_3	22	4,00	128,00	77,0909	36,02368	1297,706
X_4	22	100,00	9943,00	8660,7273	2796,91126	7822712,589
X_5	22	12,00	2505,00	1231,5455	741,59228	549959,117
X_6	22	1378,00	9437,00	3412,8182	2169,19073	4705388,442
X_7	22	37,00	2929,00	263,7727	598,16497	357801,327

Tabel 1 menunjukkan nilai minimum, maksimum, rata-rata, standar deviasi dan juga varians dari setiap variabel yang digunakan dalam penelitian ini. Rata-rata jumlah kasus Pneumonia di Provinsi Nusa Tenggara Timur pada tahun 2023 sebesar 201,6818 dan variansnya sebesar 28924,513.

DISTRIBUSI POISSON

Uji distribusi poisson digunakan untuk mengetahui variabel responden berdistribusi poisson atau tidak. Statistik yang digunakan untuk menguji data berdistribusi poisson adalah uji *Chi-Square*.

Hipotesis yang digunakan sebagai berikut

H_0 : Data berdistribusi poisson

H_1 : Data tidak berdistribusi poisson

HASIL DAN PEMBAHASAN**STATISTIK DESKRIPTIF**

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari publikasi Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Nusa Tenggara Timur, yakni data jumlah kasus pneumonia (Y), jumlah balita gizi buruk (X_1), persentase penduduk usia 0-59 bulan menurut pemberian imunisasi lengkap (X_2), persentase balita wasting (X_3), persentase Penduduk umur 0-23 bulan (baduta) yang pernah diberi ASI (X_4), persentase Perempuan dengan usia perkawinan pertama kurang dari 19 tahun (X_5), jumlah balita yang pernah imunisasi lengkap (X_6), dan kepadatan penduduk (X_7). Sebelum melakukan pemodelan dengan *generalized poisson regression* dan *negative binomial regression*, terlebih dahulu dilakukan analisis secara deskriptif untuk mengetahui karakteristik data.

Tabel 1. Karakteristik data jumlah kasus pneumonia serta faktor-faktor yang diduga mempengaruhi

Variabel	N	Min	Max	Mean	Std. Deviation	Variance
Y	22	,00	575,00	201,6818	170,07208	28924,513
X_1	22	10,00	564,00	175,5455	153,51585	23567,117

Tabel 2. Uji Chi-Square

	Y	$\chi^2_{(20;0.05)}$
Chi-Square	0,909	31,411
df	20	
Asymp. Sig.	1,000	

Berdasarkan Tabel 4.2 dilihat dari nilai $p - value > \alpha = 1 > 0,05$ maka H_0 diterima. Dapat disimpulkan bahwa jumlah kasus pneumonia di Provinsi NTT tahun 2023 berdistribusi poisson.

MULTIKOLINEARITAS

Multikolinearitas merupakan kondisi yang menunjukkan adanya hubungan yang linear antar variabel prediktor dalam model. Variabel prediktor yang digunakan untuk membangun model harus memenuhi asumsi tidak adanya multikolinearitas. Multikolinearitas dapat dideteksi dengan cara memperhatikan nilai *Variance Inflation Factor* (VIF). Jika seluruh variabel prediktor memiliki nilai VIF kurang dari 10.

Tabel 3. Nilai VIF pada variabel prediktor

Variabel	VIF
X_1	2,3108

X_2	1,3374
X_3	1,9427
X_4	1,1469
X_5	1,3611
X_6	1,4664
X_7	1,6500

Dapat dilihat pada Tabel 3 bahwa semua variabel prediktor mempunyai nilai VIF kurang dari 10 sehingga dapat disimpulkan model regresi tidak mengalami multikolinearitas.

OVERDISPERSI

Dalam mengetahui terjadi Overdispersi atau Underdispersi dengan melihat hasil devians yang diperoleh dari membagi nilai devians dengan derajat kebebasan. Jika nilai kurang dari 1 maka terjadi Underdispersi dan terjadi overdispersi apabila nilai lebih dari 1.

Tabel 4. Hasil uji overdispersi data

Pneumonia	Value	df	Value/df
Deviance	1772,024	13	136,3096

Pada Tabel 4 diperoleh nilai deviansnya 136,3096 sehingga dapat disimpulkan bahwa data banyaknya kasus penyakit pneumonia mengalami overdispersi.

UJI SECARA SIMULTAN

Hipotesis :

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_i = 0,$$

H_1 : setidaknya ada satu $\beta_k \neq 0$, dengan $k = 1, 2, \dots, i$.

Taraf signifikan $\alpha = 0,05$

Berdasarkan analisis karena

$$G_{hitung} = -2(-132,1741) = 264,3482 > X_{(6,0,05)}^2 = 12,592 \text{ maka tolak } H_0 \text{ artinya setidaknya terdapat } \beta_k \neq 0 \text{ minimal satu faktor yang signifikan}$$

UJI SECARA PARSIAL

Statistik uji yang digunakan untuk uji parsial yaitu uji Wald

Tabel 5. Pengujian parameter secara parsial

Variabel	Estimasi	Standar error	Sig.
Intercep	2,098e+00	5,261e-01	6,65e-05***
t			
X_1	2,565e-03	1,359e-04	< 2e-16***
X_2	1,331e-02	2,065e-03	1,14e-10***
X_3	-1,430e-01	8,342e-03	< 2e-16***
X_4	2,947e-02	4,929e-03	2,25e-09***
X_5	2,101e-02	3,396e-03	6,10e-10***

X_6	-1,800e-05	8,626e-06	0,037*
X_7	-9,021e-05	2,913e-04	0,757

Dari Tabel 5 diperoleh bahwa semua variabel kecuali X_7 berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah kasus pneumonia di Nusa Tenggara Timur.

PEMBENTUKAN MODEL GENERALIZED POISSON REGRESSION

Metode *Generalized Poisson Regression* (GPR) yang digunakan dalam mengatasi masalah overdispersi, Tahapan yang digunakan sama dengan model regresi poisson dengan melakukan taksiran dan uji pada parameter untuk melihat variabel yang mempengaruhi model GPR yang terbentuk berdasarkan nilai AIC, BIC, dan MSE sebagai alat ukur kesesuaian model

Tabel 6. Nilai AIC, BIC, dan MSE dari model GPR

Variabel	Model	AIC	BIC	MSE
X_5	$\mu = e^{(2,48637+0,06931X_5)}$	266,8565	269,9901	24058,98
X_4, X_5	$\mu = e^{(2,40877+0,08094X_5)}$	266,659	270,8371	25438,96
X_1, X_2, X_5	$\mu = e^{(2,3250790+0,0661383X_5)}$	266,0229	271,2455	28935,10
X_1, X_2, X_3, X_5	$\mu = e^{(2,2255499+0,0026165X_1+0,0575026X_5)}$	265,7484	272,0156	26168,38
X_1, X_2, X_3, X_5, X_6	$\mu = e^{(2,210+0,002935X_1+0,05925X_5)}$	267,3665	274,6781	24213,37
$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$	$\mu = e^{(2,206+0,0026795X_1+0,06115X_5)}$	269,2229	277,5791	23777,55

pada Tabel 6 diatas bahwa nilai AIC terkecil berada pada model yang melibatkan empat variabel yaitu X_1, X_2, X_3, X_5 sedangkan untuk nilai BIC terkecil berada pada model yang melibatkan satu variabel yaitu X_5 , Selanjutnya akan dibanding dengan nilai MSE dari kedua model tersebut sehingga yang terpilih sebagai model terbaik untuk model GPR adalah model dengan melibatkan satu variabel prediktor yaitu X_5 , Maka model GPR dari jumlah kasus pneumonia di NTT tahun 2023 yang terbentuk yaitu :

$$\mu = e^{(2,48637+0,06931X_5)} \quad (14)$$

PEMBENTUKAN MODEL NEGATIVE BINOMIAL REGRESSION

Metode *Negative Binomial Regression* yang digunakan dalam mengatasi masalah overdispersi pada regresi poisson, Untuk mengetahui model NBR yang memiliki hubungan yang signifikan antara variabel, maka perlu dilakukan penafsiran dan pengujian parameter setiap hasil pemodelan regresi poisson.

Tabel 7. Nilai AIC, BIC, dan MSE dari model NBR

Variabel	Model	AIC	BIC	MSE
X_5	$\mu = e^{(4,59998)}$	269,474	272,6076	24372,20
X_1, X_3	$\mu = e^{(6,256975+0,002656X_1-0,166211X_3)}$	267,8251	272,0032	19851,64
X_1, X_2, X_3	$\mu = e^{(4,594357+0,003004X_1-0,164626X_3)}$	268,7887	274,0113	19851,64
X_1, X_2, X_3, X_4	$\mu = e^{(1,243741+0,003063X_1)}$	270,1767	276,4438	19872,25
X_1, X_2, X_3, X_4, X_5	$\mu = e^{(0,002959X_1)}$	272,1259	279,4375	19217,47
$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$	-	274,1253	282,4815	18581,50

pada Tabel 7 diatas bahwa nilai AIC dan BIC terkecil berada pada model yang melibatkan dua variabel yaitu X_1, X_3 , Sehingga model NBR yang terpilih ialah model yang melibatkan variabel X_1, X_3 . Maka model NBR dari jumlah kasus pneumonia di Provinsi NTT tahun 2023 yang terbentuk yaitu :

$$\mu = e^{(6,256975+0,002656X_1-0,166211X_3)} \quad (15)$$

PERBANDINGAN MODEL GPR DAN NBR SEBAGAI MODEL TERBAIK

Perbandingan model GPR dan NBR akan ditentukan dengan menggunakan kriteria nilai AIC, BIC dan MSE dengan ketentuan model yang memiliki nilai lebih kecil setidaknya dua dari ketiga kriteria tersebut akan dikatakan sebagai kebaikan model yang lebih bagus.

Tabel 8. Perbandingan model GPR dan NBR

Model	Variabel	Model	AIC	BIC	MSE
GPR	X_5	$\mu = e^{(2,48637+0,06931X_5)}$	266,8565	269,9901	24058,98
NBR	X_1, X_3	$\mu = e^{(4,594357+0,003004X_1-0,164626X_3)}$	267,8251	272,0032	19851,64

Berdasarkan Tabel 8 dari hasil perbandingan dari kedua model tersebut dapat dilihat bahwa model GPR yang memiliki nilai AIC dan BIC terkecil yakni 266,8565 dan 269,9901. Oleh karena itu, model terbaik yang terpilih ialah model GPR yang melibatkan satu variabel prediktor yakni variabel X_5 . Berdasarkan model yang terpilih maka dapat dikatakan bahwa variabel yang berpengaruh secara signifikan terhadap model adalah persentase perempuan dengan usia perkawinan pertama kurang dari 19 tahun.

INTERPRETASI HASIL

Nilai koefisien X_5 adalah 0,06931 ini menjelaskan peningkatan usia perkawinan < 19 tahun sebesar 1% dapat menyebabkan rata-rata kasus pneumonia meningkat sebesar $\exp(0,06931) = 1,07177 \approx 1$ kali dari rata-rata kasus pneumonia sebelumnya. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *Generalized Poisson Regression* (GPR) sebagai model terbaik yang terpilih menjelaskan bahwa semakin

banyak perempuan dengan usia perkawinan kurang dari 19 tahun maka akan meningkatkan jumlah kasus pneumonia pada setiap wilayah Kabupaten/Kota sebanyak 1 kasus di Provinsi NTT.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada dosen pembimbing yang sudah memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis serta berbagai pihak yang juga mendukung dalam melakukan penelitian ini.

PENUTUP

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dijelaskan, maka kesimpulan yang diperoleh sebagai berikut:

1. Model terbaik yang didapatkan pada jumlah kasus pneumonia menggunakan metode GPR dan NBR adalah sebagai berikut

- a. Model GPR

$$\mu = e^{(2,48637+0,06931X_5)}$$

- b. Model NBR

$$\mu = e^{(4,594357+0,003004X_1-0,164626X_3)}$$

Faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap kasus pneumonia di Provinsi NTT pada tahun 2023 berdasarkan model *Generalized Poisson Regression* (GPR) yaitu persentase perempuan dengan usia perkawinan pertama kurang dari 19 tahun (X_5). Sedangkan faktor yang berpengaruh secara signifikan berdasarkan model *Negative Binomial Regression* (NBR) adalah jumlah balita gizi buruk (X_1) dan persentase balita wasting (X_3)

2. Perbandingan antara kedua model yakni GPR dan NBR maka model terbaik yang terpilih berdasarkan kriteria pemilihan model terbaik yaitu model GPR. Sehingga model pada jumlah kasus pneumonia di Provinsi NTT pada tahun 2023 sebagai berikut

$$\mu = e^{(2,48637+0,06931X_5)}$$

SARAN

Berdasarkan hasil analisis pada penelitian ini disarankan agar pemerintah dan masyarakat meningkatkan upaya pencegahan pernikahan dini

melalui edukasi kesehatan, memperluas akses layanan kesehatan ibu dan anak, meningkatkan literasi kesehatan remaja, mendorong kebijakan penundaan usia nikah, serta melakukan penelitian lanjutan dengan variabel dan pendekatan yang lebih luas untuk menurunkan risiko pneumonia di Provinsi NTT.

DAFTAR PUSTAKA

- Alwi, W., Sauddin, A., & Ilma Islamiyah, N. (2022). PEMODELAN GENERALIZED POISSON REGRESSION PADA FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KASUS PNEUMONIA PADA BALITA DI PROVINSI SULAWESI SELATAN 2018. *Jurnal MSA (Matematika Dan Statistika Serta Aplikasinya)*, 10(1), 9–14. <https://doi.org/10.24252/msa.v10i1.23282>
- Ashari, D. E. (2016). FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI BANYAKNYA PNEUMONIA BALITA DI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN GENERALIZED POISSON REGRESSION (GPR) DAN NEGATIVE BINOMIAL REGRESSION (NBR).
- Azizah, I. J. N., Pravitasari, A. A., & Pontoh, R. S. (2020). Identifikasi Faktor-Faktor yang Berpengaruh Terhadap Kasus Pneumonia Pada Balita di Kota Bandung Menggunakan Regresi Binomial Negatif.
- Beletew, B., Bimerew, M., Mengesha, A., Wudu, M., & Azmeraw, M. (2020). Prevalence of pneumonia and its associated factors among under-five children in East Africa: A systematic review and meta-analysis. *BMC Pediatrics*, 20(1), 254. <https://doi.org/10.1186/s12887-020-02083-z>
- Berek, J.F.S. and Guntur, R.D., 2025. Pemodelan Generalized Poisson Regression (GPR) terhadap Jumlah Kasus Penyakit Tuberculosis di Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, 11(1), pp.127-139.
- Budihardjo, S. N., & Suryawan, I. W. B. (2020). Faktor-faktor resiko kejadian pneumonia pada pasien pneumonia usia 12-59 bulan di RSUD Wangaya. *Intisari Sains Medis*, 11(1), 398–404. <https://doi.org/10.15562/ism.v11i1.645>
- Chaniago, A. D., & Wulandari, S. P. (2023). 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*, 11(6), D448–D455. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v11i6.93240>
- Desmita, Z. (2016). *Perbandingan Model Regresi Generalized Poisson Dan Binomial Negatif Untuk Mengatasi Overdispersi Pada Regresi Poisson*. 2(2).
- Farisa, F. A., Salby, S. N. H., Rahman, A. A., & Purhadi, P. (2023). Modeling the Number of Pneumonia in Toddlers in East Java Province in 2021 with Generalized Poisson Regression. *Inferensi*, 6(2), 91. <https://doi.org/10.12962/j27213862.v6i2.15339>
- Guntur, R. and da Rato, M.R., 2024. Generalized Poisson Regression Modeling on the Number of Infant Deaths in East Nusa Tenggara Province in 2022. *J Statistika: Jurnal Ilmiah Teori dan Aplikasi Statistika*, 17(2), pp.779-788.
- Hadning, I., Andayani, T. M., Endarti, D., & Triasih, R. (2021). Health-Related Quality of Life Among Children With Pneumonia in Indonesia Using the EuroQoL Descriptive System Value Set for Indonesia. *Value in Health Regional Issues*, 24, 12–16. <https://doi.org/10.1016/j.vhri.2020.05.010>
- Kemendes RI. (2023). *Profil Kesehatan Indonesia 2023*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI. 2024.
- Marta Sundari & Pardomuan Robinson Sihombing. (2021). PENANGANAN OVERDISPERSI PADA REGRESI POISSON: (Studi Kasus: Pengaruh Faktor Iklim Terhadap Jumlah Penderita Penyakit Demam Berdarah di Kota Bogor). *Jurnal Lebesgue : Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika Dan Statistika*, 2(1), 1–9. <https://doi.org/10.46306/lb.v2i1.48>
- Nursantika, M., Faridhan, Y. E., & Kamila, I. (2024). ANALISIS PENGARUH FAKTOR RISIKO PENYAKIT PNEUMONIA TERHADAP ANGKA MORTALITAS BAYI DAN BALITA MENGGUNAKAN REGRESI POISSON DAN REGRESI BINOMIAL NEGATIF (Studi Kasus: Provinsi Jawa Barat). *Interval : Jurnal Ilmiah Matematika*, 3(2), 102–111. <https://doi.org/10.33751/interval.v3i2.9093>
- Puspitasari, D. E., & Syahrul, F. (2015). The Risk Factors of Pneumonia Disesase at Babies Under Five Years Old Based on Measles Imune Status and Breast Freeding Exclusive Status. *Jurnal Berkala Epidemiologi*, 3(1), 69. <https://doi.org/10.20473/jbe.v3i1.2015.69-81>
- Safitri, A., Hg, I. R., & Devianto, D. (2014). PENERAPAN REGRESI POISSON DAN BINOMIAL NEGATIF DALAM MEMODELKAN JUMLAH KASUS PENDERITA AIDS DI INDONESIA BERDASARKAN FAKTOR SOSIODEMOGRAFI. *Jurnal Matematika UNAND*, 3(4), 58–65. <https://doi.org/10.25077/jmu.3.4.58-65.2014>
- Saudah, A., Baharuddin, B., Abapihi, B., Ruslan, R., & Agusrawati, A. (2022). MODEL JUMLAH BALITA PNEUMONIA KOTA KENDARI DAN KABUPATEN KONawe DENGAN

GENERALIZED POISSON REGRESSI:
MODEL JUMLAH BALITA PNEUMONIA
KOTA KENDARI DAN KABUPATEN
KONAWE. *Jurnal Matematika Komputasi Dan
Statistika*, 2(3), 202–207.
<https://doi.org/10.33772/jmks.v2i3.27>

Syafiqoh, A. J., Mahardika, R., Amaria, S., & Winaryati,
E. (2024). *Pemodelan Regresi Binomial Negatif
untuk Mengevaluasi Faktor-faktor yang
Mempengaruhi Kasus Tuberkulosis di Provinsi
Jawa Barat. 1.*

WHO. (2021). *Pencegahan Dan Pengendalian
Pneumonia Yang Cenderung Menjadi Epidemi
Dan Pandemi Di Fasilitas Pelayanan Kesehatan.
Jakarta: EGC.*

WHO. (2022). *Data Prevalensi Pneumonia di Dunia.*