

PEMODELAN *GENERALIZED POISSON REGRESSION* (GPR) UNTUK MENGATASI PELANGGARAN EQUIDISPERSI PADA REGRESI POISSON KASUS PNEUMONIA DI PROVINSI NTT

Cindy Claudia Indiriani Ananda Njudang

Mahasiswa Program Studi Matematika, FST, Universitas Nusa Cendana

e-mail : cindidjudang12@gmail.com

Robertus Dole Guntur*

Dosen Program Studi Matematika, FST, Universitas Nusa Cendana

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

Abstrak

Pneumonia merupakan salah satu masalah kesehatan global yang mana penyakit ini menyerang saluran pernapasan, dan merupakan salah satu penyebab kematian anak di dunia. Jumlah kasus pneumonia merupakan data diskrit yang dapat dimodelkan dengan menggunakan analisis regresi poisson. Akan tetapi asumsi equidispersi dilanggar ketika menggunakan data jumlah kasus pneumonia. Untuk itu digunakan pendekatan *Generalized Poisson Regression* (GPR) untuk mengatasi overdispersi dalam data diskrit ini. Tujuan penelitian ini adalah untuk memodelkan jumlah kasus pneumonia di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) dengan menggunakan model GPR dan menyelidiki faktor-faktor yang mempengaruhinya. Data yang digunakan adalah data jumlah kasus penyakit pneumonia sebagai variable terikat (Y), jumlah balita gizi buruk (X1), persentase penduduk usia 0-59 bulan menurut pemberian imunisasi lengkap (X2), persentase balita wasting (X3), persentase penduduk umur 0-23 bulan (baduta) yang pernah diberi ASI (X4), persentase perempuan dengan usia perkawinan pertama < 19 tahun (X5). Hasil analisis menunjukkan data jumlah kasus pneumonia di Provinsi NTT mengalami overdispersi dengan nilai rasio antara deviance dan derajat kebebasan sebesar 118,45. Dari 31 model GPR yang dapat dibangun, model GPR yang melibatkan 5 variabel prediktor merupakan model yang terbaik dengan nilai AIC sebesar 1931,742 sehingga model yang terbentuk adalah $\hat{\mu} = e^{(2,018+0,000025X_1+0,00013X_2-0,001X_3+0,0003X_4+0,0002X_5)}$ yang mana semua variabel prediktornya signifikan terhadap kejadian jumlah kasus pneumonia di Provinsi NTT.

Kata kunci: Pneumonia, Overdispersi, Provinsi NTT

Abstract

Pneumonia is a global health problem where the disease attacks the respiratory tract, and is one of the causes of child death in the world. The number of pneumonia cases is discrete data that can be modeled using Poisson regression analysis. However, the equidispersion assumption is violated when using data on the number of pneumonia cases. For this reason, the Generalized Poisson Regression (GPR) approach is used to overcome overdispersion in this discrete data. The aim of this study is to model the number of pneumonia cases in East Nusa Tenggara (ENT) Province using the GPR model and investigate the factors influencing it. The data used are the number of cases of pneumonia as the dependent variable (Y), the number of malnourished children under five (X1), the percentage of the population aged 0-59 months according to complete immunization (X2), the percentage of wasting children under five (X3), the percentage of the population aged 0 -23 months who have been breastfed (X4), percentage of women with age at first marriage < 19 years (X5). The results of the analysis show that data on the number of pneumonia cases in ENT Province experienced overdispersion with a ratio between deviance and degrees of freedom is 118.45. From 31 GPR models that could be built, the GPR model involving 5 predictors is the best model with an AIC value is 1931.742. Therefore, the final model is $\hat{\mu} = e^{(2,018+0,000025X_1+0,00013X_2-0,001X_3+0,0003X_4+0,0002X_5)}$ where all predictor variables are significant for the incidence of pneumonia cases in ENT Province.

Keywords: Pneumonia, Overdispersion, ENT Province

PENDAHULUAN

Penyakit pada sistem pernapasan seringkali menjadi penyebab utama morbiditas dan mortalitas. Secara umum, infeksi saluran pernapasan lebih sering terjadi dibandingkan infeksi sistem organ lain dalam tubuh. Infeksi saluran pernapasan terbagi menjadi dua jenis, yaitu infeksi saluran pernapasan atas (ISPA) dan infeksi saluran pernapasan bawah. ISPA mencakup sinusitis, faringitis, otitis media, dan epiglottitis akut. Infeksi saluran pernapasan bagian bawah meliputi bronkitis juga termasuk pneumonia (Puspitasari & Syahrul, 2015).

Pneumonia merupakan penyakit infeksi saluran pernapasan akut yang menyerang sistem pernapasan manusia. Pada penderita pneumonia, alveoli mengalami peradangan dan berisi cairan serta nanah sehingga sulit bernapas. Pneumonia menyebar melalui dua cara, langsung dan tidak langsung. Penyakit ini menyebar langsung melalui bakteri di hidung dan tenggorokan lalu terhirup, melalui air liur atau *droplet* pasien. Penularan tidak langsung terjadi ketika orang sehat bersentuhan dengan benda yang mengandung air liur orang sakit. Penyebaran pneumonia dapat dicegah melalui vaksinasi. Selain vaksinasi, karantina dapat mencegah penyebaran penyakit (Kamila & Prawoto, 2023).

Pneumonia adalah peradangan akut pada struktur parenkim paru yang disebabkan oleh bakteri, virus, jamur, aspirasi, atau pneumonia terkait ventilator. Pneumonia menjadi salah satu penyakit serius yang berkaitan dengan angka kesakitan dan angka kematian. Pneumonia lebih rentan terhadap anak balita (Beletew et al., 2020).

Gejala pneumonia pada umumnya adalah batuk, sesak napas, demam, nyeri dada, kelelahan, mual, muntah atau diare. Sebagian besar kematian akibat pneumonia terjadi di negara-negara berkembang. Sekitar 156 juta kejadian di seluruh dunia setiap tahunnya, 151 juta diantaranya terjadi di negara-negara berkembang (Fadl et al., 2020).

World Health Organization (WHO) mengklasifikasikan tingkatan pneumonia menjadi 3 kategori (tidak ada pneumonia, pneumonia, dan pneumonia berat). Kategori-kategori ini dimaksudkan untuk memberikan sensitivitas dalam membedakan anak-anak dengan pneumonia komunitas yang dapat dirawat dengan aman di rumah sakit. Definisi kasus WHO mengenai

pneumonia berat tidak mengidentifikasi lebih lanjut orang-orang yang berisiko tinggi meninggal atau mendapat perawatan intensif (Le Roux et al., 2021).

Pneumonia merupakan penyebab utama kematian pada anak di seluruh dunia dan di Indonesia. Menurut data UNICEF penyebab utama kematian anak balita adalah pneumonia. Diperkirakan 19.000 anak meninggal pada tahun 2018. Menurut perkiraan global, 71 anak di Indonesia diperkirakan terjangkit pneumonia setiap jamnya. Menurut WHO, pneumonia menyumbang 14% kematian pada anak balita pada tahun 2019, sehingga menyebabkan total 740.180 kematian. Hasil Riskesdes 2018 menunjukkan prevalensi pneumonia balita di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) sebesar 8,77% berdasarkan diagnosis *Nakes* & gejala yang pernah dialami. NTT menempati urutan pertama tertinggi prevalensi dari seluruh Provinsi di Indonesia.

Salah satu faktor yang mempengaruhi terjadinya pneumonia pada balita adalah pemberian ASI eksklusif. Masih rendahnya prevalensi pemberian ASI eksklusif baik secara global maupun di Indonesia dapat meningkatkan risiko anak tertular penyakit menular. Namun kenyataannya, banyak ibu-ibu muda yang baru saja melahirkan kini memberikan susu formula kepada anaknya, bukan ASI. Kurangnya pengetahuan gizi akibat hanya menyusui dan sibuknya ibu bekerja juga menjadi penyebabnya. Balita yang tidak mendapatkan ASI eksklusif mempunyai risiko lebih tinggi terkena pneumonia (Anjaswanti et al., 2022). Selain itu, penting mempertimbangkan kebutuhan nutrisi balita, yang juga dapat mempengaruhi terjadinya pneumonia (Hendikawati & Agoestanto, 2016).

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Fittrofin mengenai jumlah pneumonia balita di Jawa Timur menggunakan *Generalized Poisson Regression* (GPR) menemukan beberapa faktor yang mempengaruhi pneumonia yaitu persentase bayi berat lahir rendah, persentase balita batuk/susah bernapas yang menaat penatalaksana standar, dan persentase balita mendapatkan vitamin A (Farisa et al., 2023).

Jumlah kasus pneumonia merupakan salah satu contoh data diskrit. Dalam menganalisis data diskrit dapat menggunakan pendekatan model regresi Poisson yang mana data harus memenuhi asumsi equidispersi (Maxwell, et al., 2018). Akan tetapi asumsi ini sering kali dilanggar pada saat

menggunakan data real yaitu data mengalami overdispersi yaitu nilai variansi dari variable respon lebih besar dari nilai meannya. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan kasus overdispersi adalah dengan menggunakan model *Generalized Poisson Regression* (GPR) yang mana model GPR ini merupakan pengembangan dari model regresi Poisson (Durmuş & Güneri, 2020).

Penelitian ini mengaplikasikan penggunaan *Generalized Poisson Regression* (GPR) untuk memodelkan jumlah kasus pneumonia di NTT pada tahun 2023. Berdasarkan uraian di atas maka peneliti ingin mengkaji penggunaan model GPR dalam memodelkan jumlah kasus pneumonia di Provinsi NTT dan menyelidiki faktor-faktor yang mempengaruhinya. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi masukan bagi pengambil kebijakan kesehatan di Provinsi NTT.

KAJIAN TEORI

REGRESI POISSON

Regresi *Poisson* termasuk dalam *Generalized Linier Model* (GLM) karena variabel respon memiliki sebaran *Poisson*. Regresi *Poisson* menggambarkan adanya hubungan antara variabel respon (Y) berupa data diskrit (hitungan) dengan distribusi *Poisson* dan satu atau dua variabel bebas (Dwi Putri et al., 2022). Model regresi *Poisson* ialah (Justitiaski et al., 2022)

$$\mu_i = \exp(\beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij}) \quad (1)$$

Selanjutnya dilakukan pengujian pada variabel respon untuk melihat berdistribusi *Poisson* atau tidak. Uji ini dilakukan dengan uji Kolmogorov-Smirnov dengan H_0 : berdistribusi *Poisson*. Statistik uji yang digunakan adalah (Justitiaski et al., 2022)

$$D_{hit} = \max |F_n(Y_i) - F_0(Y_i)| \quad (2)$$

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

OVERDISPERSI

Overdispersi merupakan suatu kondisi yang dapat terjadi ketika pemodelan menggunakan distribusi *Poisson*. Hal ini karena meskipun distribusi

Poisson mempunyai mean dan varians yang sama, namun variansnya sebenarnya bisa lebih besar dari mean dan sebaliknya. Situasi ini disebut overdispersi. Uji overdispersi bisa menggunakan *software* SPSS (Justitiaski et al., 2022)

Hipotesis :

H_0 : tidak terjadi overdispersi

H_1 : terjadi overdispersi

Kriteria pengujian tolak H_0 jika $p - value < \alpha$ atau data terjadi overdispersi dengan α yang diterapkan 0,1 atau 10%

MODEL GENERALIZED POISSON REGRESSION

Model *Generalized Poisson Regression* (GPR) merupakan model yang cocok untuk penghitungan data. Saat melakukan analisis regresi *Poisson* akan menemukan ketidaksesuaian antara mean dan varians variabel respon atau under/over dispersi. Pada GPR selain parameter μ juga terdapat parameter θ sebagai parameter dispersi. Model GPR mirip dengan model regresi *Poisson*, namun model GPR mengasumsikan bahwa komponen acaknya adalah distribusi *General Poisson* (GP). Misal $y = 0, 1, 2, \dots$ merupakan variabel respon, maka distribusi GP dinyatakan sebagai berikut (Farisa et al., 2023)

$$P(y, \mu, \theta) = \left(\frac{\mu}{1+\mu\theta}\right)^y \frac{(1-\theta y)^{y-1}}{y!} \exp\left(\frac{-\mu(1+\theta y)}{1+\mu\theta}\right) \quad (4)$$

Mean dan varians distribusi *Generalized 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 overdispersion, 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 (Prahutama et al., 2020)

$$L(\theta, \beta) = \prod_{i=1}^n \left(\frac{\mu_i}{1+\mu_i\theta}\right)^{y_i} \frac{(1-\theta y_i)^{y_i-1}}{y_i!} \exp\left(\frac{-\mu_i(1+\theta y_i)}{1+\mu_i\theta}\right) \quad (5)$$

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

$$\ln L(\theta, \beta) = \sum_{i=1}^n \ln \left[\left(\frac{\mu_i}{1+\mu_i\theta}\right)^{y_i} \frac{(1-\theta y_i)^{y_i-1}}{y_i!} \exp\left(\frac{-\mu_i(1+\theta y_i)}{1+\mu_i\theta}\right) \right] \quad (6)$$

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

$$\ln L(\theta, \beta) = \sum_{i=1}^n \ln \left[y_i \left(\ln e^{x_i^T \beta} - \ln(1 + \theta e^{x_i^T \beta}) \right) + (y_i - 1) \ln(1 + \theta y_i) - \ln y_i! - \frac{e^{x_i^T \beta} (1 + \theta y_i)}{1 + \theta e^{x_i^T \beta}} \right] \quad (7)$$

Untuk mendapatkan parameter estimasi β dan θ maka diturunkan ke fungsi kemungkinan $\ln$ dari β dan θ . Turunan pertama dari fungsi kemungkinan $\ln$ sebagai berikut:

$$\frac{\partial \ln L(\theta, \beta)}{\partial \theta} = \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{-e^{x_i^T \beta} y_i}{1 + \theta e^{x_i^T \beta}} + \frac{y_i(y_i - 1)}{1 + \theta y_i} - \frac{e^{x_i^T \beta} (y_i - e^{x_i^T \beta})}{(1 + \theta e^{x_i^T \beta})^2} \right\} \quad (8)$$

Tujuan dari metode iterasi numerik adalah untuk memaksimalkan fungsi *ln-likelihood*. Dalam metode Newton-Raphson diperlukan turunan pertama dan kedua dari fungsi probabilitas $\ln$. Untuk memperkirakan θ dan β dengan metode ini, diperlukan estimasi terlebih dahulu dari θ dan β .

UJI KESESUAIAN MODEL

Dalam melakukan pengujian model regresi *Poisson* dapat dilakukan menggunakan uji serentak dan uji parsial. Uji serentak dalam regresi *Poisson* bertujuan untuk melihat secara serentak pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen (Alwi et al., 2022)

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 :

$$G = -2 \ln \left[\frac{L_0}{L_1} \right] \quad (9)$$

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

Uji parsial digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel independen dan konstanta terhadap variabel dependen secara individu (Alwi et al., 2022)

Hipotesis :

$$H_0: \beta_j = 0$$

$$H_1: \beta_k \neq 0$$

Statistik uji menggunakan uji Wald

$$W = \frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)} \quad (10)$$

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 $W > X_{(\alpha; db=1)}^2$

PEMILIHAN MODEL MENGGUNAKAN AIC

Dengan melihat perbandingan nilai AIC dari model dalam pemilihan model terbaik yang tepat digunakan dengan rumus perhitungan (Marta Sundari & Pardomuan Robinson Sihombing, 2021)

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

$L(\beta)$ sebagai nilai *likelihood* dan jumlah parameter sebanyak p

METODE

DATA PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan data sekunder dari data jumlah kasus Pneumonia serta faktor-faktor yang mempengaruhi pneumonia di NTT pada tahun 2023 yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Nusa Tenggara Timur. Penelitian ini dilakukan dengan membanding nilai AIC terendah sebagai pemilihan model terbaik menggunakan metode *Generalized Poisson Regression* (GPR) dengan pengolahan data menggunakan *software* SPSS.

TAHAPAN PENELITIAN

Tahapan yang ditetapkan sebagai acuan penelitian :

1. Studi literatur terkait materi yang berkaitan dengan penelitian
2. Pengumpulan data tentang pneumonia di 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 uji overdispersi dalam regresi *Poisson*
6. Melakukan analisis GPR pada jumlah kasus pneumonia jika terjadi overdispersi
7. Melakukan uji serentak dan uji parsial untuk melihat faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jumlah kasus pneumonia
8. Pemilihan model yang tepat menggunakan nilai AIC
9. Menginterpretasikan model
10. Membuat kesimpulan

HASIL DAN PEMBAHASAN

STATISTIK DESKRIPTIF

Data yang digunakan pada penelitian ialah data sekunder yang diambil dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Nusa Tenggara Timur tahun 2023. Unit penelitian yang digunakan adalah

Kabupaten/Kota di NTT yang berjumlah 22 Kabupaten/Kota. Variabel respon yang digunakan adalah Jumlah kasus penyakit pneumonia (Y), sedangkan variabel bebas yang digunakan adalah Jumlah balita gizi buruk (X1), Persentase penduduk usia 0-59 bulan menurut pemberian imunisasi lengkap (X2), Persentase balita wasting (X3), Persentase penduduk umur 0-23 bulan (baduta) yang pernah diberi ASI (X4), Persentase perempuan dengan usia perkawinan pertama < 19 tahun (X5). Karakteristik data jumlah kasus penyakit pneumonia beserta faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya ialah sebagai berikut.

Tabel 1. Karakteristik data jumlah kasus penyakit pneumonia serta faktor diduga mempengaruhinya

Variabel	N	Min	Max	Mean	Standar Deviasi	Varians
(Y)	21	20	575	211,28	168,04	28240,11
(X1)	22	1000	56400	17554,54	15351,58	235671168,8
(X2)	22	4872	7948	6660,45	866,89	751507,21
(X3)	22	390	1280	865	247,76	61388,09
(X4)	22	8427	10000	9560,72	406,62	165341,16
(X5)	22	792	2505	1566,18	483,74	234014,58

Tabel 1 menunjukkan nilai minimum, maximum, rata-rata, standar deviasi dan varians dari masing-masing variabel. Selain itu, dapat dilihat bahwa rata-rata jumlah kasus pneumonia di NTT lebih kecil dibandingkan nilai variansnya.

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 dan nilai *tolerance* lebih dari 0,1.

Tabel 2. Nilai VIF pada variabel prediktor

Variabel	Tolerance	VIF
(X1)	0,615	1,627
(X2)	0,914	1,094
(X3)	0,623	1,605
(X4)	0,926	1,080
(X5)	0,814	1,229

Dapat dilihat pada Tabel 2 bahwa semua variabel prediktor mempunyai nilai *tolerance* lebih dari 0,1 dan

nilai VIF kurang dari 10 sehingga dapat disimpulkan model regresi tidak mengalami multikolinearitas.

UJI ASUMSI EQUIDISPERSI

Salah satu asumsi yang harus dipenuhi dalam model adalah equidispersi, syarat *mean* dan *varians* variabel respon adalah sama. Dalam praktiknya, penggunaan model regresi *Poisson* tidak tepat karena analisis data diskrit dapat menimbulkan pelanggaran asumsi dalam bentuk overdispersi atau underdispersi.

Hasil analisis data pada Tabel 1 banyaknya kasus pneumonia menunjukkan bahwa nilai rata-ratanya adalah 211,28 dan variansnya adalah 28240,11. Karena nilai rata-rata dan variansnya tidak sama maka dapat disimpulkan bahwa data tidak memenuhi asumsi equidispersi.

OVERDISPERSI

Dalam mengetahui terjadi overdispersi atau underdispersi dengan melihat hasil devians yang diperoleh dari nilai *deviance* dibagi dengan derajat kebebasan. Jika nilai kurang dari 1 maka terjadi underdispersi dan jika nilai lebih dari 1 maka terjadi overdispersi.

Tabel 3. Hasil uji overdispersi data

Pneumonia	Value	df	Value/df
<i>Deviance</i>	1776,728	15	118,449
<i>Pearson Chi-Square</i>	1890,196	15	126,013

Pada Tabel 3 diperoleh nilai deviansnya 118,449 sehingga dapat disimpulkan bahwa data banyaknya kasus penyakit pneumonia mengalami overdispersi.

UJI SECARA SERENTAK

Hipotesis :

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = 0$$

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

Taraf signifikan $\alpha = 0,05$

Berdasarkan analisis karena

$$G_{hitung} = -2(-959,871) = 1919,742 > X_{(5,0,05)}^2 = 11,070 \text{ maka tolak } H_0 \text{ artinya paling sedikit ada satu } \beta_k \neq 0 \text{ yang berpengaruh terhadap model}$$

UJI SECARA PARSIAL

Statistik uji yang digunakan untuk uji parsial yaitu uji Wald

Tabel 4. Pengujian parameter secara parsial

Variabel	Estimasi	Wald X^2	Tabel X^2
(X1)	0,000025	389,199	3,841
(X2)	0,00013	43,731	3,841

(X3)	-0,001	298,702	3,841
(X4)	0,0003	38,866	3,841
(X5)	0,0002	35,191	3,841

Dari Tabel 4 diperoleh bahwa semua variabel berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah kasus pneumonia di NTT.

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 sebagai alat ukur kesesuaian model (Lais et al., 2023).

Berdasarkan hasil uji parsial bahwa semua variabel bebas yang digunakan berpengaruh secara signifikan hingga dapat dibentuk model dari satu dan beberapa variabel bebas tersebut. Oleh karena itu terdapat lima variabel bebas maka ada 31 kemungkinan model *Generalized Poisson Regression* yang dibangun. Dari semua kemungkinan model yang terbentuk diambil model terbaik yang melibatkan satu hingga lima variabel bebas yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Model	AIC	Parameter Signifikan
$e^{\beta_0 + \beta_5 X_5}$	2518,573	2
$e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_3 X_3}$	2051,887	3
$e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3}$	2000,028	4
$e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4}$	1964,974	5
$e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5}$	1931,742	6

Pada Tabel 5 maka model GPR yang tepat pada kasus pneumonia yaitu model ke-5 sebagai model terbaik karena dilihat dari nilai AIC memiliki nilai terkecil yaitu 1931,742 serta mengandung parameter signifikan terbanyak yaitu 6 parameter.

Parameter	Estimasi	SE	Sig
β_0	2,018	0,5033	<0,001
β_1	0,000025	0,000001	0,000

β_2	0,00013	0,00002	<0,001
β_3	-0,001	0,000083	0,000
β_4	0,0003	0,000049	<0,001
β_5	0,0002	0,000033	<0,001

Sehingga diperoleh model GPR yang tepat pada kasus penyakit pneumonia yaitu :

$$\hat{\mu} = e^{(2,018 + 0,000025X_1 + 0,00013X_2 - 0,001X_3 + 0,0003X_4 + 0,0002X_5)}$$

Berdasarkan model yang diperoleh dapat dilihat bahwa faktor yang mempengaruhi jumlah kasus penyakit pneumonia adalah Jumlah balita gizi buruk (X1), Persentase penduduk usia 0-59 bulan menurut pemberian imunisasi lengkap (X2), Persentase balita wasting (X3), Persentase penduduk umur 0-23 bulan (baduta) yang pernah diberi ASI (X4), Persentase perempuan dengan usia perkawinan pertama < 19 tahun (X5)

INTERPRETASI HASIL

1. Nilai koefisien X1 adalah 0,000025 artinya jika terjadi peningkatan 1% gizi buruk akan menyebabkan jumlah kasus pneumonia meningkat sebesar $\exp(0,000025) = 1,000025 \approx 1$ kali.
2. Nilai koefisien X2 adalah 0,00013 ini menjelaskan bahwa jika terjadi peningkatan penduduk balita 1% akan mengakibatkan jumlah kasus pneumonia meningkat sebesar $\exp(0,00013) = 1,00013 \approx 1$ kali
3. Nilai koefisien X3 adalah -0,001, dapat diinterpretasikan bahwa peningkatan jumlah kasus pneumonia sebesar $\exp(-0,001) = 0,999 \approx 1$ kali yang disebabkan karena adanya peningkatan persentase balita wasting sebesar 1%
4. Nilai koefisien X4 adalah 0,0003. Dapat dijelaskan bila terjadi peningkatan penduduk usia baduta sebesar 1% akan menjadikan kasus pneumonia meningkat sebesar $\exp(0,0003) = 1,0003 \approx 1$ kali
5. Nilai koefisien X5 adalah 0,0002 ini menjelaskan peningkatan usia perkawinan < 19 tahun sebesar 1% dapat menyebabkan jumlah kasus pneumonia meningkat sebesar $\exp(0,0002) = 1,0002 \approx 1$ kali

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada seluruh dosen program studi matematika dan dosen pembimbing yang sudah

memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis serta berbagai pihak yang juga mendukung dalam melakukan penelitian ini.

PENUTUP

SIMPULAN

1. Model *Generalized Poisson Regression* (GPR) yang tepat pada kasus pneumonia di NTT tahun 2023 yaitu

$$\hat{\mu} = e^{(2,018+0,000025X_1+0,00013X_2-0,001X_3+0,0003X_4+0,0002X_5)}$$

2. Berdasarkan model GPR, faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus pneumonia di NTT tahun 2023 adalah Jumlah balita gizi buruk (X1), Persentase penduduk usia 0-59 bulan menurut pemberian imunisasi lengkap (X2), Persentase balita wasting (X3), Persentase Penduduk umur 0-23 bulan (baduta) yang pernah diberi ASI (X4), Persentase perempuan dengan usia perkawinan pertama < 19 tahun (X5).

SARAN

Berdasarkan hasil analisis pada penelitian ini dalam menangani masalah overdispersi tidak hanya menggunakan metode *Generalized Poisson Regression*, terdapat metode lain yang dapat digunakan dan lebih baik dari metode ini sehingga daripada itu dapat memperoleh hasil yang lebih baik, juga menambahkan variabel prediktor yang memiliki pengaruh pada data pneumonia bisa memperoleh model yang lebih baik.

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>
- Anjaswanti, R. N., Azizah, R., & Leonita, A. (2022). STUDI META-ANALISIS: FAKTOR RISIKO KEJADIAN PNEUMONIA PADA BALITA DI INDONESIA TAHUN 2016-2021: Meta-Analysis Study: Risk Factors for Pneumonia Incidence at Toddlers in Indonesia 2016-2021. *Journal of Community Mental Health and Public Policy*, 4(2), 56-70. <https://doi.org/10.51602/cmhp.v4i2.65>
- 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>
- Dwi Putri, A., Devianto, D., & Yanuar, F. (2022). Pemodelan Jumlah Kematian Bayi di Kota Bandung dengan Menggunakan Regresi Zero-Inflated Poisson. *Jurnal Matematika UNAND*, 11(1), 12. <https://doi.org/10.25077/jmu.11.1.12-24.2022>
- Durmuş, B., & Güneri, Ö. (2020). An Application of the Generalized Poisson Model for Over Dispersion Data on The Number of Strikes Between 1984 and 2017. *Alphanumeric Journal*, 8(2), 249-260.
- Fadl, N., Ashour, A., & Yousry Muhammad, Y. (2020). Pneumonia among under-five children in Alexandria, Egypt: A case-control study. *Journal of the Egyptian Public Health Association*, 95(1), 14. <https://doi.org/10.1186/s42506-020-00043-0>
- 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>
- Hendikawati, P., & Agoestanto, A. (2016). PEMODELAN GENERALIZED POISSON REGRESSION (GPR) UNTUK MENGATASI PELANGGARAN EQUIDISPERSI PADA REGRESI POISSON KASUS CAMPAK DI KOTA SEMARANG TAHUN 2013.
- Justitiaski, B. U., Fitriyani, N., & Bahri, S. (2022). Modeling the Number of Infant Mortality in East Lombok using Geographically Weighted Poisson Regression. *EIGEN MATHEMATICS JOURNAL*, 100-108. <https://doi.org/10.29303/emj.v5i2.138>
- Kamiila, S. I., & Prawoto, B. P. (2023). Bilangan BILANGAN REPRODUKSI DASAR MODEL PENYEBARAN PNEUMONIA DENGAN ADANYA VAKSINASI DAN KARANTINA. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 11(2), 229-234. <https://doi.org/10.26740/mathunesa.v11n2.p229-234>
- Lais, M. F., Atti, A., Pangaribuan, R. M., & Guntur, R.

- D. (2023). Model Generalized Poisson Regression (GPR) Pada Kasus Stunting Di Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Diferensial*, 5(2), 68–75. <https://doi.org/10.35508/jd.v5i2.11562>
- Le Roux, D. M., Nicol, M. P., Vanker, A., Nduru, P. M., & Zar, H. J. (2021). Factors associated with serious outcomes of pneumonia among children in a birth cohort in South Africa. *PLOS ONE*, 16(8), e0255790. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255790>
- 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>
- Maxwell, O., Mayowa, B.A., Chinedu, I.U. and Peace, A.E., 2018. Modelling count data; a generalized linear model framework. *American Journal of Mathematics and Statistics*, 8(6), pp.179-183.
- Prahutama, A., Ispriyanti, D., & Warsito, B. (2020). Modelling Generalized Poisson Regression in the Number of Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) in East Nusa Tenggara. *E3S Web of Conferences*, 202, 12017. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020212017>
- Puspitasari, D. E., & Syahrul, F. (2015). The Risk Factors of Pneumonia Disese at Babies Under Five Years Old Based on Measles Immune Status and Breast Freeding Exclusive Status. *Jurnal Berkala Epidemiologi*, 3(1), 69. <https://doi.org/10.20473/jbe.v3i1.2015.69-81>