http://jmks.uho.ac.id/index.php/journal

# PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI JUMLAH PENDERITA DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD) DI KOTA KENDARI MENGGUNAKAN REGRESI POISSON INVERSE GAUSSIAN

**Nur Abdi Hayatun Salamah[1)], Ruslan[2)], Baharuddin[3)], Makkulau[4)], Agusrawati[5)], Mukhsar[6)] dan Irma Yahya[7)]**
[1]Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, UniversitasHalu Oleo, Kendari, Indonesai
Email :nurabdihayatun1211@gmail.com

**ABSTRAK**

Jumlah penderita DBD di suatu wilayah merupakan data diskrit sehingga dalam pemodelannya bisa menggunakan regresi Poisson.Seringkali data diskrit ditemukan kasus overdispersi. Sebagaimana halnya datajumlah penderita DBD tahun 2020 di Kota Kendari. Kota Kendari merupakan ibukota Provinsi Sulawesi Tenggara dengan jumlah penderita DBD yang terbanyak padatahun 2020. Kasus overdispersi dapat menyebabkan terjadinya *underestimate* pada estimasi galat baku, sehingga dapat mengakibatkan kesalahan pada pengambilan keputusan beberapa uji hipotesis. Tujuan penelitian ini adalah untuk memodelkan faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penderita DBD di Kota Kendari dengan regresi Poisson Inverse Gaussian.

Hasil analisis menunjukkan model regresi Poisson Inverse Gaussian yang terpilih adalah model dengan nilai AIC terkecil yaitu sebesar 91,52 dengan variabel prediktor yang berpengaruh secara signifikan yaitu rasio fasilitas kesehatan ($X_2$).Setiap penambahan 1 satuan dari rasio fasilitas kesehatan akan sebanding dengan penurunan laju peningkatan jumlah penderita DBD sebesar 1 kali dari rata-ratanya semula jika variabel lain tetap. Fasilitas kesehatan mempunyai peranan penting dalam pembangunan kesehatan masyarakat. Jika fasilitas kesehatan bertambah maka jumlah penderita DBD akan berkurang.

**Kata Kunci:** DBD, Overdispersi, Regresi Poisson Inverse Gaussian.

**ABSTRACT**

*The number of DHF sufferers in an area is discrete data so that in the modeling it can use Poisson regression. Often discrete data found cases of overdispersion. As well as the data on the number of dengue patients in 2020 in Kendari City. Kendari City is the capital city of Southeast Sulawesi Province with the highest number of DHF sufferers in 2020. Overdispersion cases can lead to underestimates in the estimation of standard errors, which can result in errors in decision-making for several hypothesis tests. The purpose of this study was to model the factors that influence the number of DHF sufferers in Kendari City with Poisson Inverse Gaussian regression.*

*The results of the analysis show that the selected Poisson Inverse Gaussian regression model is the model with the smallest AIC value of 91,52 with a predictor variable that has a significant effect, namely the ratio of health facilities ($X_2$). Each addition of 1 unit of the ratio of health facilities will be proportional to the decrease in the rate of increase in the number of DHF sufferers by 1 time from the original average if other variables remain constant. Health facilities have an important role in the development of public health. If health facilities increase, the number of dengue patients will decrease.*

***Keywords:*** *DHF, Overdispersion, Poisson Inverse Gaussian Regression.*

## 1. Pendahuluan

Analisisregresiadalahsuatumetode yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara variabel respon dengan variabel perdiktor. Analisis regresi biasanya digunakan untuk menganalisis variabel respon yang bertipe data kontinu (Simarmata dan Ispriyanti, 2011). Dalam penerapannya, variabel respon yang dianalisis dapat berupa data diskrit, sehingga untuk pemodelan data diskrit dapat digunakan metode *Generalized Linear Model* (GLM).Regresi Poisson adalah salah satuanggota keluarga dari GLMyang berasal dari distribusi Poisson.

Seringkali data diskrit ditemukan kasus overdispersi. Sebagaimana halnya data jumlah penderita DBD tahun 2020 di Kota Kendari. Kasus overdispersi dapat menyebabkan terjadinya *underestimate* pada estimasi galat baku, sehingga dapat mengakibatkan kesalahan pada pengambilan keputusan beberapa uji hipotesis, misal suatu variabel prediktor berpengaruh signifikan padahal sebenarnya tidak berpengaruh signifikan (Hilbe, 2007). Kasus overdispersi dapat ditangani dengan *Generalized Poisson Regression* (GPR), regresi Binomial Negative, dan juga regresi Poisson Inverse Gaussian.

Pada tahun 2016 Ouma, Mwalili, dan Kiberia menggunakan model regresi Poisson Inverse Gaussian untuk data penyakit menular dan menghasilkan kesimpulan bahwa model Poisson Inverse Gaussian dapat menjadi model alternatif untuk menganalisis data penyakit menular yang menunjukkan overdispersi. Tahun 2019 Maytarizal menggunakan model regresi Poisson Inverse Gaussian pada data jumlah kematian ibu di Jawa Timur dan menghasilkan kesimpulan bahwa regresi Poisson Invers Gaussian merupakan model yang terbaik dibandingkan model regresi Binomial Negative.

Jumlah penderita DBD di suatu wilayah merupakan data diskrit sehingga dalam pemodelannya bisa menggunakan regresi Poisson.Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit menular yang disebabkan oleh virus dengue. Penyakit DBD merupakan salah satu masalah kesehatan di Indonesia (Kemenkes RI, 2018). Sebanyak 477 kabupaten/kota atau 92,8% dari seluruh kabupaten/kota di Indonesia terjangkit DBD pada tahun 2020 (Kemenkes RI, 2021).

Menurut BPS Provinsi Sulawesi Tenggara jumlah penderita DBD pada tahun 2020 sebanyak 824 penderita, dimana 305 penderita diantaranya terjadi di Kota Kendari. Kota Kendari merupakan ibukota Provinsi Sulawesi Tenggara dengan jumlah penderita DBD yang terbanyak. Jumlah penderita DBD di Kota Kendari pada tahun 2020 mengalami penurunan jika dibandingkan dengan tahun 2019 yaitu sebanyak 450 penderita. Meskipun mengalami penurunan, tetapi jumlahnya masih cukup tinggi.

Berdasarkan uraian tersebut, maka dilakukan penelitian mengenai Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Penderita Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kota Kendari Menggunakan Regresi Poisson Inverse Gaussian. Tujuan penelitian ini adalah untuk memodelkan faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penderita DBD di Kota Kendari dengan regresi Poisson Inverse Gaussian.

## 2.1. Kajian Pustaka

### 2.1.1. Distribusi Poisson

Suatudistribusi yang dipergunakan untuk peristiwa yang memiliki probabilitas kejadiannya kecil, dimana kejadian tersebut tergantung pada interval waktu tertentu atau disuatu daerah tertentu dengan hasil pengamatan yang berupa variabeldiskrit disebut distribusi Poisson (PurhadidanPuspitasari, 2015).Fungsi probabilitasnya adalah sebagai berikut.

$$f(Y) = \frac{e^{-\mu}\mu^{y}}{y!} \;; y = 0, 1, 2, 3, \ldots \tag{1}$$

dengan:

$\mu$: rata-rata kejadian pada suatu wilayah

$e$: bilangan euler 2,71828

$y$ : jumlah kejadian yang diobservasi pada suatu wilayah.

Distribusi Poisson memiliki karakteristik yang tidak biasa yaitu memiliki rata-rata dan variansi yang sama yaitu $\mu$ (Ratnasari dan Purhadi, 2013).

### 2.1.2. Distribusi Inverse Gaussian

Menurut De Jong dan Heller (2008) distribusi Inverse Gaussian mempunyai dua parameter dan fungsi kepadatan peluang yang dinotasikan $Y \sim \mathrm{IG}(\mu, \sigma^2)$ dapat ditulis sebagai berikut.

$$f(Y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi y^3}\sigma} \exp\left\{-\frac{1}{2y}\left(\frac{y-\mu}{\mu\sigma}\right)^2\right\}, y > 0 \tag{2}$$

dengan rata-rata dan variansi adalah $E(Y) = \mu$dan$Var(Y) = \sigma^2\mu^3$, dimana$\sigma^2$ adalah parameter dispersi.

### 2.1.3. Distribusi Poisson Inverse Gaussian

Distribusi Poisson Inverse Gaussian adalah salah satu distribusi *mixed* Poisson. Distribusi ini ditentukan oleh dua parameter yaitu rata-rata ($\mu$) sebagai parameter lokasi dan parameter dispersi ($\tau$) sebagai parameter bentuk (Herindrawati *et al.*, 2017). Probabilitas distribusi Poisson Inverse Gaussian dapat dihitung sebagai berikut.

$$P(Y=y \mid \mu) = \frac{\mu^y e^{\frac{1}{\tau}}}{y!}\left(\frac{2}{\pi\tau}\right)^{\frac{1}{2}}(2\mu\tau+1)^{\left(-\frac{y-\frac{1}{2}}{2}\right)} K_{y-\frac{1}{2}}\left(\frac{1}{\tau}\sqrt{2\mu\tau+1}\right) \tag{3}$$

Adapun rata-rata untuk distribusi Poisson Inverse Gaussian adalah:

$$E(Y)=\mu \tag{4}$$

Variansi untuk distribusi Poisson Inverse Gaussian adalah:

$$\mathrm{Var}(Y)=\mu+\tau\mu^2 \tag{5}$$

### 2.2. Overdispersi

Overdispersi dalam model Poisson terjadi ketika variansi variabel respon lebih besar dari rata-ratanya (Hilbe, 2014).Pengujian overdispersi untuk mendeteksi overdispersi dapat ditemukan dalam *package* AER pada aplikasi R.Hipotesis yang digunakan pada uji ini adalah sebagai berikut.

$H_0$ : $\mathrm{Var}(Y)=\mu_i$

$H_1$ : $\mathrm{Var}(Y)=\mu_i+\alpha g(\mu_i)$

Dimana $g(.)$ adalah suatu fungsi tertentu. Jika nilai $\alpha = 0$ maka dapat dinyatakan equidispersi, sedangkan jika $\alpha > 0$ maka dapat dinyatakan overdispersi (Widiari, 2016). Statistik uji diperoleh dengan menggunakan nilai Devians sebagai berikut:

$$\phi=\frac{D}{\mathrm{db}} \tag{6}$$

$$D=2\sum_{i=1}^{n}\left[y_i \ln\left(\frac{y_i}{\hat{y}_i}\right)\right], \tag{7}$$

dengan:

$D$ : Nilai devians

$\phi$ : Parameter dispersi

$y_i$ : Nilai varibel respon dari pengamatan ke-$i$

db : Derajat bebas

Jika nilai dispersi > 1 maka terjadi overdispersi (CR dan yanti, 2021).

### 2.3. Regresi Poisson Inverse Gaussian

Model regresi Poisson Inverse Gaussian adalah sebagai berikut (Adiatma *et al.*, 2021):

$$\mu_i=e^{\mathbf{x}_i^T\boldsymbol{\beta}} \tag{8}$$

dengan

$\mathbf{x}_i^T=[1 \quad x_{1i} \quad x_{2i} \quad \ldots \quad x_{ki}]$

$\boldsymbol{\beta}=[\beta_0 \beta_1 \beta_2 \ldots \ \beta_k]^T$, $i = 1, 2, \ldots, n$.

Pengujian parameter pada model Regresi Poisson Inverse Gaussian meliputi pengujian hipotesis secara serentak pada parameter $\beta$ serta pengujian parsial parameter $\beta$ dan $\tau$.Parameter yang diuji pada pengujianhipotesissecaraserentak ini mencakup seluruh parameter $\beta$ secara bersama-sama dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0$ : $\beta_1=\beta_2=\ldots=\beta_k=0$

$H_1$ : Minimal ada satu $\beta_j \neq 0$ dengan $j = 1, 2, \ldots, k$

Statistik uji yang digunakan adalah ukuran statistik *likelihood ratio* yang dibentuk dengan menentukan himpunan parameter di bawah populasi ($\Omega$) yaitu ($\Omega$) = ($\boldsymbol{\beta}$, $\tau$) dan himpunan parameter di bawah $H_0$ benar ($\omega$) yaitu $\omega = (\beta_0, \tau_\omega)$. Kedua fungsi *likelihood* tersebut dibandingkan dalam bentuk devians berikut.

$$G=-2\ln\left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})}\right) \tag{9}$$

Statistik $G$ adalah pendekatan dari distribusi *chi square* dengan derajat bebas $v$ sehingga ktiteria pengujiannya adalah tolak $H_0$ apabila $G_{hitung} > \chi^2_{(\alpha,\ v)}$ dimana $v$adalah derajat bebas yang diperoleh dari jumlah parameter di bawah populasi dikurangi jumlah parameter di bawah $H_0$. Dapat pula dilihat berdasarkan nilai-p yang dibandingkan dengan $\alpha$. Apabila nilai-p $<\alpha$ maka $H_0$ ditolak yang berarti bahwa minimal ada satu parameter yang berpengaruh signifikan.

Apabila $H_0$ditolak pada pengujian serentak maka selanjutnya dilakukan pengujian hipotesis secara parsial. Hipotesis untuk menguji signifikansi parameter $\beta$ adalah sebagai berikut.

$H_0$ : $\beta_j = 0$

$H_1$ : $\beta_j \neq 0$ dengan $j = 1, 2, \ldots, k$

Statistik uji yang digunakan dalam pengujian signifikansi parameter $\beta$ adalah sebagai berikut.

$$t=\frac{\hat{\beta}_j}{\mathrm{SE}\,(\hat{\beta}_j)}, \tag{10}$$

dengan:

$\hat{\beta}_j$ : Nilai dugaan untuk $\beta_j$

SE $(\hat{\beta}_j)$ : Nilai galat baku untuk $\hat{\beta}_j$

Kriteria penolakan $H_0$ apabila $|t_{hit}|>t_\alpha$ atau nilai-p $<\alpha$ dimana $\alpha$ tingkat signifikansi yang digunakan. SE $(\hat{\beta}_j)$ merupakan elemen diagonal diperoleh dari elemen diagonal utama ke-($m$+2) dari matriks variansi dan kovariansi.

Hipotesis untuk menguji signifikansi parameter $\tau$ adalah sebagai berikut.

$H_0$ : $\tau = 0$

$H_1$ : $\tau \neq 0$

Statistik uji yang digunakan:

$$t=\frac{\hat{\tau}}{\mathrm{SE}\,(\hat{\tau})}, \tag{11}$$

dengan:

$\hat{\tau}$ : Nilai dugaan untuk $\tau$
SE $(\hat{\tau}_j)$ : Nilai galat baku untuk $\hat{\tau}$

Kriteria penolakan $H_0$ apabila $|t_{hit}|>t_{\alpha}$ atau nilai-p$<\alpha$ dimana $\alpha$ tingkat signifikansi yang digunakan.

*Akaike Information Criterion* (AIC)

*Akaike Information Criterion* (AIC) adalah salah satu sarana dalam pemilihan model. Metode AIC didasarkan pada metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk menghitung nilai AIC (Fathurahman, 2010).

$$\text{AIC}=e^{\frac{2k}{n}}\frac{\sum_{i=1}^{n}\hat{\varepsilon}_i^2}{n}, \quad (12)$$

dengan:

$k$:jumlah parameter yang di estimasi dalam model regresi

$n$:jumlah observasi

$\varepsilon$:sisa (residual)

$e$= 2,718.

## 2.4. Demam Berdarah Dengue

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit menular yang disebabkan oleh virus Dengue dan proses penularannya melalui vektor nyamuk dari spesies *Aedes Aegypti* atau *Aedes Albopictus*. Peran vektor dalam penyebaran penyakit menyebabkan kasus banyak ditemukan pada musim hujan ketika banyak genangan bermunculan yang menjadi tempat perindukan nyamuk (Kemenkes RI, 2021).

## 2.5. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari *website*www.kendarikota.bps.go.id dan Dinas Kesehatan Kota kendari. Data tersebut merupakan data pada tahun 2020 dengan unit penelitian yang diambil pada tingkat kecamatan di Kota Kendari yang terdiri dari 11 kecamatan, yaitu Kecamatan Mandonga, Baruga, Puuwatu, Kadia, Wua-wua, Poasia, Abeli, Kambu, Nambo, Kendari, dan Kendari Barat.

Terdapat dua jenis variabel dalam penelitian ini yaitu variabel respon ($Y$) dan variabel prediktor ($X$). Variabel penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

$Y$ : Jumlah Penderita DBD

$X_1$ : Persentase Saluran Pembuangan Air Limbah

$X_2$ : Rasio Fasilitas Kesehatan

$X_3$ : Rasio Petugas Kesehatan

$X_4$ : Ketinggian Wilayah

Prosedur penelitian yang dilakukan guna mencapai tujuan penelitian adalah sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan variabel respon dan variabel prediktor.
2. Menguji distribusi data.
3. Mendeteksi kasus multikolinearitas dari variabel prediktor dengan menggunakan kriteria uji VIF.
4. Melakukan analisis regresi Poisson.
5. Melakukan uji equidispersi.
6. Mendapatkan nilai penaksir parameter model regresi Poisson Inverse Gaussian menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE).
7. Melakukan pengujian hipotesis untuk regresi Poisson Inverse Gaussian menggunakan *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT).
8. Menentukan model regresi terbaik berdasarkan nilai AIC yang terkecil.
9. Melakukan interpretasi model regresi Poisson Inverse Gaussian yang didapatkan.
10. Membuat kesimpulan dari hasil analisis tersebut.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Deskripsi Variabel Penelitian

Berikut merupakan karakteristik dari variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian, yaitu nilai minimum, maksimum, rata-rata, simpangan baku dan variansi tiap variabel, selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

**Tabel1.** Statistik deskriptif variabel penelitian

| Variabel | Min | Maks | Rata-rata | Simpangan Baku | Variansi |
|---|---|---|---|---|---|
| $Y$ | 3 | 50 | 28 | 15,43 | 238,09 |
| $X_1$ | 44,9 | 98,6 | 80,20 | 19,10 | 364,84 |
| $X_2$ | 14,948 | 44,763 | 26,75 | 8,68 | 75,42 |
| $X_3$ | 32,241 | 96,125 | 65,41 | 19,82 | 393,04 |
| $X_4$ | 24 | 88 | 55,45 | 19,29 | 372,07 |

Tabel1 menunjukan bahwa nilai rata-rata dari jumlah penderita DBD adalah 28 yang artinya adalah jumlah penderita DBD di setiap kecamatan di Kota Kendari umumnya sekitar 28 orang. Jumlah tertinggi penderita DBD adalah 50 orang yang berada di Kecamatan Poasia dan jumlah terendahnya adalah 3 yang berada di Kecamatan Nambo. Jika dilihat nilai simpangan baku jumlah penderita DBD yaitu sebesar

15,43, jumlah penderita DBD memiliki keragaman yang cukup bervariasi di setiap kecamatan di Kota Kendari. Jumlah penderita DBD memiliki nilai variansi yang lebih besar dari nilai rata-ratanya maka hal tersebut mengindikasikan jumlah penderita DBD mengalami overdispersi.

Untuk mengetahui hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor maka dapat dilakukan dengan korelasi. Hipotesis pengujian korelasi adalah sebagai berikut.

$H_0$ : Tidak ada hubungan antar variabel

$H_1$ : Terdapat hubungan antar variabel

Diperoleh koefisien korelasi dan nilai-p antara jumlah penderita DBD dengan faktor-faktor yang diduga mempengaruhi dan disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Korelasi variabel penelitian

| Korelasi | | $Y$ | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $Y$ | Koefisien Korelasi | 1 | 0,66 | -0,63 | 0,46 | -0,28 |
| | Nilai-p | | 0,026 | 0,037 | 0,151 | 0,410 |
| $X_1$ | Koefisien Korelasi | 0,66 | 1 | -0,67 | 0,65 | -0,23 |
| | Nilai-p | 0,026 | | 0,023 | 0,031 | 0,489 |
| $X_2$ | Koefisien Korelasi | -0,63 | -0,67 | 1 | -0,28 | 0,59 |
| | Nilai-p | 0,037 | 0,023 | | 0,402 | 0,057 |
| $X_3$ | Koefisien Korelasi | 0,46 | 0,65 | -0,28 | 1 | -0,29 |
| | Nilai-p | 0,151 | 0,031 | 0,402 | | 0,378 |
| $X_4$ | Koefisien Korelasi | -0,28 | -0,23 | 0,59 | -0,29 | 1 |
| | Nilai-p | 0,410 | 0,489 | 0,057 | 0,378 | |

Tabel 2 menunjukkan bahwa dengan $\alpha = 0{,}05$ terdapat varibel prediktor yang memiliki hubungan dengan variabel respon yaitu persentase saluran pembuangan air limbah dan rasio fasilitas kesehatan. Hal tersebut dapat dilihat dari niai-p yang lebih kecil dari $\alpha$. Variabel rasio tenaga kesehatan dan ketinggian wilayah tidak memiliki hubungan dengan variabel respon, sehingga variabel tersebut tidak diikutkan dalam analisis.

### 3.2 Pemeriksaan Distribusi Data

Jumlah penderita DBD merupakan peristiwa yang jarang terjadi, sehingga diduga tidak normal dan dipastikan dengan pemeriksaan distribusi Poisson pada variabel respon dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov. Hipotesis uji Kolmogorov-Smirnov adalah sebagai berikut.

$H_0$: Jumlah penderita DBD berdistribusi Poisson

$H_1$: Jumlah penderita DBD tidak berdistribusi Poisson

Berdasarkan hasil analisis, diperolehnilai $D_{hitung}$ yaitu 0,307 dan nilai-p yaitu 0,252. Nilai $D_{tabel}$ yang diperoleh adalah 0,391 dan lebih besar dibandingkan dengan nilai $D_{hitung}$. Selain itu, nilai-p yang diperoleh lebih besar pula dari $\alpha$ (0,05) maka $H_0$ diterima yang berarti bahwa jumlah penderita DBD di Kota Kendari tahun 2020 mengikuti distribusi Poisson.

### 3.3 Pemeriksaan Mutikolinearitas

Pemeriksaan multikolinearitas dapat dilihat dari nilai VIF dari setiap variabel prediktor. Berikut ini adalah nilai VIF dari setiap variabel prediktor yang disajikan dalam Tabel 3.

**Tabel 3.** Nilai VIF variabel prediktor

| Variabel | VIF |
|---|---|
| $X_1$ | 1,83 |
| $X_2$ | 1,83 |

Tabel3 menunjukkan bahwa tidak terjadi multikolinearitas kerana setiap variabel prediktor memiliki nilai VIF yang kurang dari 10.

### 3.4 Pemodelan Regresi Poisson

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan menghasilkan model regresi Poisson sebagai berikut.

$\mu = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2)$

Berikut ini estimasi parameter dari model regresi Poisson yang disajikan pada Tabel4.

**Tabel 4.** Estimasi parameter model regresi Poisson

| Parameter | Estimasi | Galat Baku | Z Hitung | Nilai-p |
|---|---|---|---|---|
| $\beta_0$ | 2,647 | 0,634 | 4,175 | $2{,}97 \times 10^{-5}$ |
| $\beta_1$ | 0,015 | 0,005 | 3,018 | 0,00255 |
| $\beta_2$ | -0,023 | 0,010 | -2,198 | 0,02793 |

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa dengan $\alpha = 0{,}05$ variabel prediktor yang berpengaruh terhadap variabel respon adalah persentase saluran pembuangan air limbah ($X_1$) dan rasio fasilitas kesehatan ($X_2$) seperti terlihat dari nilai-p < $\alpha$.

### 3.5 Uji Equidispersi

Terdapat asumsi yang harus dipenuhi dalam regresi Poisson yaitu nilai variansi variabel respon sama dengan nilai rata-ratanya atau disebut equidispersi. Namun, berdasarkan Tabel 1 jumlah penderita DBD memiliki nilai variansi yang lebih besar dari nilai rata-ratanya yang menunjukkan bahwa adanya overdispersi. Untuk memastikannya maka dilakukan pengujian overdispersi. Hipotesis pengujian overdispersi adalah sebagai berikut.

$H_0$ : Var($Y$) $=\mu_i$

$H_1$ : Var($Y$) $=\mu_i + \alpha g(\mu_i)$

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh nilai dispersi 4,56 dan nilai-p adalah 0,00075 dengan $\alpha$ sebesar 0,05. Nilai dispersi > 0 dan nilai-p <$\alpha$, sehingga $H_0$ ditolak yang berarti terjadi overdispersi. Karena terjadi overdispersi maka dilanjutkan dengan regresi Poisson Inverse Gaussian.

### 3.6 Regresi Poisson Inverse Gaussian (PIG)

Regresi Poisson Inverse Gaussian merupakan regresi yang diaplikasikan pada data yang mengalami overdispersi. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dari dua variabel yaitu persentase saluran pembuangan air limbah ($X_1$) dan rasio fasilitas kesehatan ($X_2$), menghasilkan model yang sudah konvergen sebagai berikut.

$\mu = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2)$

$\mu = \exp(\beta_0 + \beta_2 X_2)$

Selanjutnya dilakukan estimasi parameter dan pengujian hipotesis kedua model tersebut untuk mengetahui pengaruh variabel prediktor dengan variabel respon.

### 3.7 Pengujian Hipotesis Model Pertama

Hipotesis yang digunakan dalam uji serentak untuk model pertama yang mengandung variabel $X_1$ dan $X_2$ adalah sebagai berikut.

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

$H_1$ : Minimal ada satu $\beta_j \neq 0$ dengan $j$ = 1, 2

$\alpha$ = 0,05

Pengujian parameter secara serentak disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Pengujian parameter regresi PIG secara serentak model pertama

| $G$ | $v$ | $\chi^2_{(\alpha,\, v)}$ | Keputusan |
|---|---|---|---|
| 84,538 | 8 | 15,507 | Tolak $H_0$ |

Pada Tabel 5 terlihat bahwa statistik $G$ yang diperoleh lebih besar dari $\chi^2_{(\alpha,v)}$maka keputusannya adalah tolak $H_0$. Hal ini berarti bahwa minimal terdapat satu parameter yang berpengaruh signifikan dalam model.

Untuk mengetahui variabel prediktor yang berpengaruh terhadap model, maka dilanjutkan pada pengujian parameter secara parsial. Berikut merupakan hipotesis yang digunakan dalam uji parsial.

a. Parameter $\beta$

$H_0$ : $\beta_j = 0$

$H_1$ : $\beta_j \neq 0$; untuk suatu $j$ = 1, 2

b. Parameter $\tau$

$H_0$ : $\tau = 0$

$H_1$ : $\tau \neq 0$

Perhitungan statistik uji dapat dilihat sebagai berikut dengan kriteria keputusan tolak $H_0$jika $|t_{hit}|>t_\alpha$dan nilai-p <$\alpha$ dengan $\alpha$ = 0,05.

$t_{(\alpha;\, df)} = t_{(0{,}05;\, 8)}$ = 1,859

$$t_1 = \frac{\hat{\beta}_1}{\text{SE}\ (\hat{\beta}_1)} = \frac{0{,}01112}{0{,}01067} = 1{,}042$$

$$t_2 = \frac{\hat{\beta}_2}{\text{SE}\ (\hat{\beta}_2)} = \frac{-0{,}04457}{0{,}02513} = -1{,}773$$

$$t_\tau = \frac{\hat{\tau}}{SE\ (\hat{\tau})} = \frac{-1{,}6057}{0{,}6176} = -2{,}6297$$

Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel6.

**Tabel 6.** Estimasi parameter model regresi PIG model pertama

| Parameter | Estimasi | Galat Baku | $t$ Hitung | Nilai-p |
|---|---|---|---|---|
| $\beta_0$ | 3,531 | 1,395 | 2,532 | 0,0391 |
| $\beta_1$ | 0,011 | 0,011 | 1,042 | 0,3321 |
| $\beta_2$ | -0,044 | 0,025 | -1,773 | 0,1195 |
| $\tau$ | -1,606 | 0,611 | -2,630 | 0,0339 |

Pada Tabel 6 terlihat bahwa parameter $\tau$ memiliki nilai $|t_{hit}|>t_\alpha$ dan nilai-p <$\alpha$ sehingga tolak $H_0$, artinya bahwa terjadi overdispersi pada jumlah penderita DBD di Kota Kendari pada tahun 2020. Parameter $\beta_1$dan $\beta_2$ memiliki nilai $|t_{hit}|<t_\alpha$ dan nilai-p >$\alpha$ sehingga gagal menolak $H_0$. Variabel $X_1$ dan $X_2$ tidak berpengaruh terhadap jumlah penderita DBD di Kota Kendari pada tahun 2020.

### 3.8 Pengujian Hipotesis Model Kedua

Hipotesis yang digunakan dalam uji serentak untuk model kedua yang mengandung variabel $X_2$ adalah sebagai berikut.

$H_0$ : $\beta_2 = 0$

$H_1$ : $\beta_2 \neq 0$

$\alpha$ = 0,05

Pengujian parameter secara serentak disajikan pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Pengujian parameter secara serentak untuk model kedua

| $G$ | $v$ | $\chi^2_{(\alpha, v)}$ | Keputusan |
|---|---|---|---|
| 85,524 | 9 | 16,919 | Tolak $H_0$ |

Pada Tabel 7 terlihat bahwa statistik $G$ yang diperoleh lebih besar dari $\chi^2_{(\alpha,v)}$maka keputusannya adalah tolak $H_0$. Hal ini berarti bahwa terdapat parameter $\beta_2$ yang berpengaruh signifikan dalam model.Berikut merupakan hipotesis yang digunakan dalam uji parsial model kedua.

a. Parameter $\beta$
 $H_0 : \beta_2 = 0$
 $H_1 : \beta_2 \neq 0$
b. Parameter $\tau$
 $H_0 : \tau = 0$
 $H_1 : \tau \neq 0$

Perhitungan statistik uji dapat dilihat sebagai berikut dengan kriteria keputusan tolak $H_0$jika $|t_{hit}|>t_\alpha$dan nilai-p $<\alpha$ dengan $\alpha$ = 0,05.

$t_{(\alpha;\, df)} = t_{(0{,}05;\, 9)} = 1{,}833$

$$t_2 = \frac{\hat{\beta}_2}{SE\ (\hat{\beta}_2)} = \frac{-0{,}06215}{0{,}02054} = -3{,}026$$

$$t_\tau = \frac{\hat{\tau}}{SE\ (\hat{\tau})} = \frac{-1{,}4361}{0{,}5831} = -2{,}463$$

Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Estimasi parameter model regresi PIG model kedua

| Parameter | Estimasi | Galat Baku | $t$ Hitung | Nilai-p |
|---|---|---|---|---|
| $\beta_0$ | 4,911 | 0,567 | 8,664 | $2{,}45 \times 10^{-5}$ |
| $\beta_2$ | -0,062 | 0,021 | -3,026 | 0,0164 |
| $\tau$ | -1,436 | 0,583 | -2,463 | 0,0391 |

Pada Tabel 8 terlihat bahwa parameter $\beta_2$ memiliki nilai $|t_{hit}|>t_\alpha$ dan nilai-p $<\alpha$ sehingga tolak $H_0$ yang berarti bahwa variabel $X_2$ berpengaruh signifikan terhadap jumlah penderita DBD di Kota Kendari pada tahun 2020, sedangkan parameter $\tau$ memiliki nilai $|t_{hit}|>t_\alpha$ dan nilai-p $<\alpha$ sehingga tolak $H_0$ yang artinya bahwa terjadi overdispersi pada jumlah penderita DBD di Kota Kendari pada tahun 2020.

### 3.9 Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik menggunakan metode *backward* yang bertujuan untuk mendapatkan model regresi Poisson Inverse Gaussian dengan variabel yang signifikan dengan melihat nilai AIC terkecil. Nilai AIC dari model regresi Poisson Inverse Gaussian disajikan pada Tabel9.

**Tabel 9.** Nilai AIC model regresi Poisson InverseGaussian

| Variabel dari Model | AIC |
|---|---|
| $X_1$, $X_2$ | 92.54 |
| $X_2$ | 91.52 |

Pada Tabel 9 terlihat bahwa nilai AIC yang paling kecil adalah model yang hanya mengandung variabel $X_2$, sehingga model kedua merupakan model yang terbaik. Hasil dari estimasi parameter modelkedua pada Tabel 8 diperoleh model regresi Poisson Inverse Gaussian sebagai berikut.

$\hat{\mu} = \exp(\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_2 X_2)$

$\hat{\mu} = \exp(4{,}911 - 0{,}062X_2)$

Setiap penambahan 1 satuan dari variabel $X_2$ maka akan mengurangi laju peningkatan variabel respon $Y$ sebesar exp(−0,062) atau sama dengan 0,94 yang sebanding dengan 1 kali dari laju peningkatan variabel respon semula jika variabal lain tetap. Dengan kata lain, penambahan 1 satuan dari rasio fasilitas kesehatan akan sebanding dengan penurunan laju peningkatan jumlah penderita DBD sebesar 1 kali dari rata-ratanya semula jika variabel lain tetap.

Fasilitas Kesehatan berbanding terbalik dengan jumlah penderita DBD. Jika fasilitas kesehatan bertambah maka jumlah penderita DBD akan berkurang. Fasilitas kesehatan mempunyai peranan penting dalam pembangunan kesehatan masyarakat. Semakin banyak fasilitas kesehatan disuatu kecamatan, kondisi kesehatan masyarakat sekitar akan terpantau dengan baik.

## 2. Kesimpulan dan Saran

Pemodelan regresi Poisson Inverse Gaussian yang terpilih adalah model dengan nilai AIC terkecil yaitu sebesar 91,52 dengan variabel prediktor yang berpengaruh secara signifikan yaitu rasio fasilitas kesehatan ($X_2$). Setiap penambahan 1 satuan dari rasio fasilitas kesehatan akan sebanding dengan penurunan laju peningkatan jumlah penderita DBD sebesar 1 kali dari rata-ratanya semula jika variabel lain tetap. Fasilitas kesehatan mempunyai peranan penting dalam pembangunan kesehatan masyarakat.

Jika fasilitas kesehatan bertambah maka jumlah penderita DBD akan berkurang.

Saran untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambahkan variabel tentang lingkungan yang berpengaruh dan dalam mengatasi masalah overdispersi dapat menggunakan metode lainnya, antara lain *Generalized Poisson Regression* dan regresi Binomial Negatif. Selain itu, penggunaan metode yang melihat faktor spasial dalam kasus overdispersi dapat memberikan penjelasan yang lebih baik tentang faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penderita DBD di Kota Kendari.

**Ucapan Terimakasih.** Penulis menyampaikan terimaksi yang setulus-tulusnya kepada dosen pembimbing atas segala curahan perhatiannya sehingga tulisan ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga menyampaikan terimaksis kepada seluruh pihak yang turut andil dalam penelitian ini baik langsung maupun tidak langsung.

**Daftar Pustaka**

[1] Adiatma, A., Tohari, A., Faisal, A. dan Alam, S. 2021. Altitude Factors Affect Dengue Fever Cases in South Sulawesi: A Study Using Poisson Inverse Gaussian Regression Model. *Diversity: Disease Preventive of Research Integrity*, 58-63.

[2] Badan Pusat Statistik. 2021. *Kota Kendari dalam Angka 2021*. Kendari: BPS Kota Kendari.

[3] CR, M. D. dan Yanti, T. S. 2021. Regresi Poisson Invers Gaussian (PIG) untuk Pemodelan Jumlah Kasus Pneumonia pada Balita di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2019. *Jurnal Riset Statistika*, 1(2), 143-151.

[4] Fathurahman, M. 2010. Pemilihan Model Regresi Terbaik Menggunakan Akaike's Information Criterion. *J. Eksponensial*, 1(2), 26-33.

[5] Herindrawati, A. Y., Latra, I. N. dan Purhadi, P. 2017. Pemodelan Regresi Poisson Inverse Gaussian Studi Kasus: Jumlah Kasus Baru HIV Di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2015. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 6(1), 137-143.

[6] Hilbe, J. M. 2007. *Negative Binomial Reggression*. Cambridge: Cambridge University Press.

[7] Hilbe, J. M. 2014. *Modeling Count Data*. Cambridge: Cambridge University Press.

[8] Jong, P. D. dan Heller, G. Z. 2008. *Generalized Linear Models for Insurance Data*. Cambridge: Cambridge University Press.

[9] Kementerian Kesehatan RI. 2018. *Situasi Penyakit Demam Berdarah di Indonesia Tahun 2017*. Jakarta: Kemenkes RI.

[10] Kementerian Kesehatan RI. 2021. *Profil Kesehatan Indonesia 2020*. Jakarta: Kemenkes RI.

[11] Maytarizal, W. 2019. *Aplikasi Regresi Binomial Negatif dan Regresi Poisson Inverse Gaussian untuk Menangani Overdispersi Pada Data Cacah Studi Kasus: Jumlah Kematian Ibu di Jawa Tengah Tahun 2017*. [SKRIPSI], FMIPA: Universitas Gadjah Mada.

[12] Ouma, V.M., Mwalili, S.M. dan Kiberia, A.W. 2016. Poisson Inverse Gaussian (PIG) Model for Infectious Disease Count Data. *American Journal of Theoretical and Applied statistics*. 5(5), 326-333.

[13] Purhadi, P. dan Puspitasari, L. D. 2015. Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kasus HIV & AIDS di Provinsi Jawa Timur Tahun 2013 Menggunakan Bivariate Poisson Regression. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(2), 15670.

[14] Ratnasari, N. T. dan Purhadi, P. 2013. Pemodelan Faktor yang Mempengaruhi Jumlah HIV dan AIDS Provinsi Jawa Timur Menggunakan Regresi Poisson Bivariat. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2(2), D213-D218.

[15] Simarmata, R.T. dan Ispriyanti, D. 2011. Penanganan Over disperse pada Model Regresi Poisson Menggunakan Model Regresi Binomial Negatif. *Media Statistika*, 4(2), 95-104.

[16] Widiari, S. 2016. *Penaksiran Parameter dan Statistik Uji dalam Model Regresi Poisson Inverse Gaussian (PIG)(Studi Kasus: Jumlah Kasus Baru HIV di Propinsi Jawa Timur Tahun 2013)*. [TESIS], FMIPA: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Diterima pada tanggal 27 Mei 2022.
Terbit online pada tanggal 28 Juli 2022