

**SKRIPSI**

**PENERAPAN REGRESI BINOMIAL NEGATIF PADA  
FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI JUMLAH  
PENDUDUK MISKIN DI PULAU SULAWESI**



**NUR AISYAH**

**E0221502**

**PROGRAM STUDI STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT**

**2025**

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Nur Aisyah

Tempat/Tgl. Lahir : Majene /21 Desember 2002

NIM : E0221502

Program Studi : Statistika

Menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul "*Penerapan Regresi Binomial Negatif pada Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Penduduk Miskin di Pulau Sulawesi*" disusun berdasarkan prosedur ilmiah yang telah melalui pembimbingan dan bukan merupakan plagiat dari karya ilmiah/naskah yang lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, maka bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Majene, 22 Januari 2025



## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Nur Aisyah  
Nim : E0221502  
Judul : Penerapan Regresi Binomial Negatif pada Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Penduduk Miskin di Pulau Sulawesi

Telah berhasil dipertanggungjawabkan dihadapan Tim Penguji (SK Nomor 81/UN55.7/HK.04/2024, tanggal 6 November 2024) dan diterima sebagai bagian persyaratan memperoleh gelar sarjana S1 pada Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sulawesi Barat.

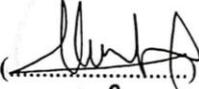
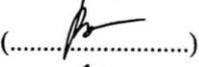
Disahkan Oleh:

Dekan FMIPA  
Universitas Sulawesi Barat



Musafira, S.Si., M.Sc.  
NIP. 19770911200660422002

Tim penguji:

Ketua penguji	: Musafira, S.Si., M.Sc.	(  )
Sekretaris	: Muh. Hijrah, S.Pd., M.Si.	(  )
Pembimbing 1	: Retno Mayapada, S.Si., M.Si.	(  )
Pembimbing 2	: Reski Wahyu Yanti, S.Si., M.Si.	(  )
Penguji 1	: Putri Indi Rahayu, S.Si., M.Stat.	(  )
Penguji 2	: Muhammad Hidayatullah, S.Pd., M.Kom.	(  )
Penguji 3	: Muh. Hijrah, S.Pd., M.Si.	(  )

## ABSTRAK

Kemiskinan di berbagai daerah di Indonesia, termasuk di Pulau Sulawesi, masih menjadi permasalahan yang memerlukan penanganan efektif. Jumlah penduduk miskin merupakan data cacah yang umumnya mengikuti distribusi Poisson. Untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penduduk miskin, digunakan model regresi Poisson, yang termasuk dalam regresi non-linear dan sering digunakan untuk menangani data cacah dengan asumsi bahwa nilai rata-rata sama dengan varians (*equidispersion*). Namun, dalam banyak kasus, asumsi ini jarang terpenuhi karena sering terjadi *overdispersion* atau *underdispersion*. Sehingga dalam penelitian ini digunakan regresi Binomial Negatif untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penduduk miskin di Pulau Sulawesi pada tahun 2022. Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah penduduk miskin adalah rata-rata pengeluaran per kapita ( $X_1$ ) dan jumlah penduduk ( $X_3$ ), sementara harapan lama sekolah ( $X_2$ ) tidak berpengaruh secara signifikan. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa peningkatan rata-rata pengeluaran per kapita ( $X_1$ ) diprediksi cenderung menurunkan jumlah penduduk miskin. Sebaliknya, kenaikan jumlah penduduk ( $X_3$ ) berpotensi menambah kemiskinan di Pulau Sulawesi.

**Kata kunci:** *Regresi Binomial Negatif, Jumlah Penduduk Miskin, Overdispersion.*

## **ABSTRACT**

*Poverty in various regions in Indonesia, including Sulawesi Island, is still a problem that requires effective handling. The number of poor people is a count data that generally follows a Poisson distribution. To analyse the factors that influence the number of poor people, a Poisson regression model is used, which is included in non-linear regression and is often used to handle count data with the assumption that the mean value is equal to the variance (equidispersion). However, in many cases, this assumption is rarely fulfilled as overdispersion or underdispersion often occurs. Therefore, in this study, Negative Binomial regression was used to determine the factors that influence the number of poor people on Sulawesi Island in 2022. The results of the analysis show that the factors that have a significant effect on the number of poor people are average expenditure per capita ( $X_1$ ) and population ( $X_3$ ) while expected years of schooling ( $X_2$ ) have no significant effect. The analysis also shows that an increase in average per capita expenditure ( $X_1$ ) is predicted to reduce the number of poor people. Conversely, an increase in population ( $X_3$ ) has the potential to increase poverty in Sulawesi Island.*

*Keywords: Negative Binomial Regression, Number of Poor People, Overdispersion*

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kemiskinan adalah masalah sosial-ekonomi yang tidak hanya terjadi di negara berkembang, tetapi juga di negara maju seperti Amerika Serikat dan Inggris. Di Indonesia, kemiskinan tetap menjadi salah satu tantangan yang dihadapi. Kondisi ini muncul karena sebagian orang masih kesulitan menjalani kehidupan sesuai dengan standar yang layak secara manusiawi. Beberapa pemicu yang menjadi penyebab kemiskinan di Indonesia, rendahnya tingkat pendidikan, keterbatasan lapangan kerja, kondisi investasi, dan lambatnya laju pertumbuhan ekonomi. Meningkatkan kesejahteraan dan menurunkan angka kemiskinan dapat dilakukan dengan cara memperbaiki pertumbuhan ekonomi serta memperluas akses ke sumber daya dan layanan dasar (Ruchba & Asynur, 2023).

Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) (2023), jumlah penduduk miskin di Indonesia pada Maret 2023 adalah 25,90 juta orang. Tingginya jumlah penduduk miskin di suatu daerah merupakan beban besar bagi pembangunan, sehingga pemerintah harus mengambil peran yang lebih besar dalam penanggulangannya. Efektivitas alokasi dana dari APBN/APBD untuk program-program penanggulangan kemiskinan bisa diukur dari penurunan jumlah dan persentase penduduk miskin. Namun, kebijakan penanggulangan kemiskinan perlu terus diperhatikan dan dievaluasi secara menyeluruh, terutama dalam merancang dan melaksanakan strategi serta program pengentasan kemiskinan yang diterapkan oleh pemerintah (Mahmud et al., 2020).

Analisis regresi adalah metode yang umum digunakan untuk menggambarkan hubungan fungsional antara variabel dependen dan variabel independen. Analisis regresi yang umumnya digunakan adalah analisis regresi linier klasik, di mana variabel dependen merupakan data kontinu, sehingga jika variabel dependen berupa data diskrit atau data cacah, maka analisis ini

tidak tepat digunakan. Oleh karena itu, jika analisis regresi linear diterapkan pada variabel dependen berupa data cacah, maka hasilnya dapat menyebabkan pendugaan parameter menjadi bias (Rahayu, 2021; Tendriyawati, 2023).

Analisis regresi Poisson digunakan untuk mengkaji hubungan antara variabel dependen dan independen dalam data cacah, namun metode ini memiliki asumsi *equidispersion*, yaitu rata-rata dan variansi harus sama. Seringkali, kondisi ini tidak terpenuhi, sehingga regresi Binomial Negatif menjadi alternatif yang lebih fleksibel, karena tidak memerlukan asumsi tersebut. Penggunaan regresi Poisson pada data yang mengalami *overdispersion* dapat menghasilkan estimasi dan inferensi yang tidak valid (Rahayu, 2021).

Data jumlah penduduk miskin merupakan data yang biasanya memiliki karakteristik *overdispersion* karena adanya variasi yang cukup besar antar wilayah. Beberapa peneliti telah menerapkan analisis regresi Binomial Negatif dalam penelitiannya, seperti Ibnas, et al., pada tahun 2023 dan Nursantika et al., pada tahun yang sama. Ibnas, et al., (2023) membandingkan regresi Poisson dan regresi Binomial Negatif pada data jumlah kematian akibat demam berdarah di Sulawesi Selatan yang terdapat masalah *overdispersion*. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa regresi Binomial Negatif lebih akurat daripada regresi Poisson dalam menghasilkan model. Sementara itu, Nursantika, et al., (2023) juga membandingkan regresi Poisson dan regresi Binomial Negatif pada data yang mengandung *overdispersion*. Data yang digunakan adalah jumlah kematian balita akibat pneumonia di Jawa Barat. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa model regresi Binomial Negatif memiliki nilai *Akaike's Information Criterion* (AIC) yang lebih kecil daripada model regresi Poisson.

Kemiskinan di beberapa wilayah Indonesia, termasuk di Pulau Sulawesi, tetap menjadi masalah serius yang perlu penanganan yang tepat. Oleh karena itu, pada penelitian ini peneliti tertarik untuk menerapkan regresi Binomial Negatif dalam memodelkan jumlah penduduk miskin di Pulau

Sulawesi dan diharapkan dapat diperoleh informasi mengenai faktor-faktor yang signifikan mempengaruhi jumlah penduduk miskin, sehingga dapat menjadi masukan bagi pemerintah daerah maupun pemerintah pusat dalam menyusun kebijakan dan program pengentasan kemiskinan yang lebih tepat sasaran.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana bentuk persamaan model regresi Binomial Negatif pada data jumlah penduduk miskin Pulau Sulawesi tahun 2022?
2. Apa faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penduduk miskin di Pulau Sulawesi tahun 2022 dengan menggunakan model regresi Binomial Negatif?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui persamaan model regresi Binomial Negatif yang sesuai dengan karakteristik data jumlah penduduk miskin di Pulau Sulawesi pada tahun 2022.
2. Untuk mengetahui hasil faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah penduduk miskin di Pulau Sulawesi pada tahun 2022.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Dapat dijadikan acuan untuk memperluas pengetahuan tentang penerapan regresi binomial negatif dalam menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi jumlah penduduk miskin di Pulau Sulawesi pada penelitian berikutnya.

2. Peneliti memperoleh wawasan dan pengetahuan tambahan mengenai metode regresi Binomial Negatif dalam mengatasi terjadinya *overdispersion* pada data.
3. Menambah sumber pustaka ke perpustakaan Universitas Sulawesi Barat, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, khususnya dalam menganalisis data menggunakan regresi.

### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data jumlah penduduk miskin di Pulau Sulawesi pada tahun 2022
2. Penelitian ini menggunakan metode regresi Binomial Negatif dalam menganalisis jumlah penduduk miskin di Pulau Sulawesi pada tahun 2022.

## BAB II KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Regresi Poisson

Model regresi Poisson adalah jenis regresi *non-linear* yang didasarkan pada distribusi Poisson, yang umum digunakan untuk memodelkan data cacah (*count data*). Karakteristik penting dari distribusi ini adalah bahwa rata-rata dan variansi memiliki nilai yang sama (*equidispersion*) (Sari & Rahmadeni, 2018). Distribusi Poisson sering digunakan dalam pemodelan kejadian yang jarang terjadi. Regresi Poisson digunakan untuk memodelkan frekuensi kejadian dalam interval waktu tertentu, dengan asumsi bahwa variabel dependen  $Y$  merupakan variabel acak yang mengikuti distribusi Poisson,

$$f(y; \mu) = \frac{(e^{-\mu}) \mu^y}{y!} \quad y = 0, 1, 2, \dots \quad (2.1)$$

dengan fungsi probabilitas sesuai persamaan berikut.

dengan parameter  $\mu > 0$

dimana

$\mu$  : rata-rata atau ekspektasi (jumlah kejadian sukses) yang terjadi dalam interval waktu atau daerah tertentu.

$y$  : jumlah kejadian atau frekuensi kejadian tertentu dalam variabel acak diskrit.

$e$  : 2,71828

Model regresi Poisson dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \ln(\mu_i) &= \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2}, \dots, \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i \\ \mu_i &= \exp(\beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2}, \dots, \beta_k x_{ik}) + \varepsilon_i \end{aligned} \quad (2.2)$$

atau dapat ditulis dalam bentuk matriks sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \ln(\mu_i) &= x_i^T \beta \\ \mu_i &= \exp x_i^T \beta \\ y_i &= \mu_i + \varepsilon_i = \exp(x_i^T \beta) + \varepsilon_i \\ & \quad i = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (2.3)$$

dimana  $\mu_i$  adalah nilai ekspektasi dari  $y_i$  yang berdistribusi Poisson. Dalam model regresi Poisson, koefisien regresi  $\beta_j$  menggambarkan perubahan yang diharapkan pada logaritma natural dari nilai rata-rata ketika variabel independen  $x_j$  mengalami peningkatan satu unit (Ibnas et al., 2023).

## 2.2 Regresi Binomial Negatif

Regresi Binomial Negatif adalah model regresi yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara variabel dependen berbentuk data cacah dengan satu atau lebih variabel independen. Regresi ini dapat diterapkan baik dalam kondisi *equidispersion* maupun *overdispersion*. Regresi Binomial Negatif adalah salah satu model yang diterapkan dari *Generalized Linear Models* (GLM). Sebagai bagian dari GLM, distribusi Binomial Negatif memiliki tiga komponen, yaitu komponen *random*, komponen sistematis, dan fungsi *link* sebagai berikut (Fadil et al., 2024).

### 2.2.1 Komponen *Random*

Pada model Binomial Negatif, variabel dependen diasumsikan memiliki distribusi Binomial Negatif yang dihasilkan dari kombinasi distribusi Poisson dan Gamma.

Misalkan :

$$Y \square Poisson(\mu_i)$$

$$\mu_i \square Gamma(\alpha, \beta)$$

Fungsi peluang kombinasi Poisson-Gamma dapat diperoleh dengan cara:

$$\begin{aligned} \Pr(Y = y_i) &= \int_0^{\infty} Poisson(Y|\mu_i) Gamma(\mu_i|\alpha, \beta) d\mu_i \\ &= \int_0^{\infty} \frac{e^{-\mu_i} \mu_i^{y_i}}{y_i!} \cdot \frac{1}{\Gamma(\alpha) \beta^\alpha} \mu_i^{\alpha-1} e^{-\frac{\mu_i}{\beta}} d\mu_i \\ &= \frac{\beta^{-\alpha}}{\Gamma(\alpha) y_i!} \int_0^{\infty} e^{-\mu_i \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)} \mu_i^{y_i + \alpha - 1} d\mu_i \end{aligned} \quad (2.4)$$

### 2.2.2 Komponen Sistematis

Kontribusi variabel independen dalam model regresi Binomial Negatif dinyatakan sebagai kombinasi linier antara parameter eksponensial dari variabel independen dengan parameter regresi yang diestimasi.

$$\mu_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_p x_{ip} \quad (2.5)$$

atau dituliskan dalam bentuk matriks:

$$\mu_i = X \beta \quad (2.6)$$

dengan  $\mu_i$  merupakan vector  $n \times 1$  dari observasi,  $X$  merupakan matriks  $n \times (p+1)$  dari variabel independen, dan  $\beta$  adalah matriks  $(p+1) \times 1$  dari koefisien regresi.

### 2.2.3 Fungsi *Link*

Nilai rata-rata (ekspektasi) dari variabel *random* yang bersifat diskrit dan selalu positif perlu ditransformasikan agar sesuai dengan rentang variabel dependen. Untuk melakukan transformasi ini, maka menggunakan fungsi *link* se

$$\begin{aligned} \text{ba} \quad & g(\mu_i) = \ln(\mu_i) = X \beta \\ \text{ga} \quad & \mu_i = e^{(X \beta)} \end{aligned} \quad (2.7)$$

i berikut.

Misalkan  $Y$  adalah peubah acak yang bergantung pada suatu parameter  $\lambda$ , di mana parameter tersebut merupakan nilai dari peubah acak lain dengan fungsi peluang tertentu  $h(\lambda)$ . Jika diasumsikan bahwa  $(y|\lambda)$  mengikuti distribusi Poisson, maka fungsi peluang  $f(y|\lambda)$  dapat dituliskan sebagai berikut:

Misalkan  $h(\lambda)$  merupakan fungsi peluang dari yang berdistribusi

$$\begin{aligned} \text{ga} \quad & \\ \text{m} \quad & f(y|\lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^y}{y!} \quad (2.8) \\ \text{m} \quad & \end{aligned}$$

dengan parameter  $\alpha$  dan  $\beta$  sehingga fungsi peluang sebagai berikut:

$$h(\lambda) = \frac{1}{\Gamma(\alpha) \beta} \lambda^{\alpha-1} e^{-\frac{\lambda}{\beta}} \quad (2.9)$$

Jika  $h(\lambda)$  berdistribusi gamma dengan parameter  $\alpha$  dan  $\beta$ , maka rata-rata dan variansi dari  $h(\lambda)$  adalah:

$$E[h(\lambda)] = \alpha\beta$$

$$\text{Var}[h(\lambda)] = \alpha\beta^2$$

Pa

da

u

$$E[h(\lambda)] = \alpha\beta = \mu$$

m

$$\beta = \frac{\mu}{\alpha}$$

u

mnya rata-rata dinotasikan sebagai  $\mu$  atau dapat dituliskan :

Misalkan:

$$\alpha = \frac{1}{\psi}$$

Maka:

$$\beta = \mu\psi$$

Dengan kata lain,  $h(\lambda)$  berdistribusi gamma dengan parameter  $\frac{1}{\psi}$  dan

$\mu\psi$

de

ng

an

fu

ngsi peluang:

$$h(\lambda) = \frac{1}{\Gamma\left(\frac{1}{\psi}\right)(\mu\psi)^{\frac{1}{\psi}}} \lambda^{\frac{1}{\psi}-1} e^{-\frac{\lambda}{\mu\psi}} \quad (2.10)$$

Fungsi peluang Bersama antara  $Y|\lambda$  dan  $h(\lambda)$  adalah:

$$f(y|\lambda, h(\lambda)) = f(y|\lambda)h(\lambda) \quad (2.11)$$

$$= \frac{e^{-\lambda} \lambda^y}{y!} \frac{1}{\Gamma\left(\frac{1}{\psi}\right)(\mu\psi)^{\frac{1}{\psi}}} \lambda^{\frac{1}{\psi}-1} e^{-\frac{\lambda}{\mu\psi}}$$

$$= \frac{\lambda^{y+\frac{1}{\psi}-1}}{\Gamma\left(\frac{1}{\psi}\right)(\mu\psi)^{\frac{1}{\psi}}(y!)} e^{-y-\frac{\lambda}{\mu\psi}} \quad (2.12)$$

Maka fungsi marginal dari Y adalah:

$$f(y) = \int_{\lambda} f(y|\lambda)h(\lambda)d\lambda$$

$$Pr(Y = y) = \frac{\Gamma\left(y_i + \frac{1}{\psi}\right)}{\Gamma\left(\frac{1}{\psi}\right)y!} \left(\frac{\mu\psi}{1+\mu\psi}\right)^{y!} \left(\frac{\mu\psi}{1+\mu\psi}\right)^{\frac{1}{\psi}} \quad (2.13)$$

Dengan demikian, distribusi binomial negatif merupakan distribusi hasil kombinasi dari Poisson dan Gamma distribusi Binomial Negatif, dengan fungsi peluang yang ditunjukkan pada persamaan (2.13).

Pada bagian pertama dari persamaan (2.4), yaitu komponen *random* dalam *Generalized Linear Model* (GLM), diperoleh bentuk model regresi binomial negatif sebagai berikut.

$$Pr(Y = y_i) = \int_0^{\infty} Poisson(Y|\mu_i)Gamma(\mu_i|\alpha, \beta)d\mu_i$$

$$= \frac{\Gamma\left(y_i + \frac{1}{\psi}\right)}{\Gamma\left(\frac{1}{\psi}\right)y!} \left(\frac{\mu\psi}{1+\mu\psi}\right)^{y!} \left(\frac{\mu\psi}{1+\mu\psi}\right)^{\frac{1}{\psi}} \quad (2.14)$$

Dengan nilai rata-rata =  $\mu$  dan variansi =  $\mu + \psi\mu^2$

Komponen GLM pada persamaan (2.7), memungkinkan rata-rata dan variansi dalam regresi Binomial Negatif untuk direpresentasikan sebagai berikut.

$$E[Y] = \mu$$

$$\mu_i = e^{(x\beta)} \quad (2.15)$$

$$Var[Y] = \mu + \psi\mu^2$$

$$= e^{(x\beta)} + \psi(e^{x\beta})^2 \quad (2.16)$$

dengan memanfaatkan rata-rata dan variansi yang diperoleh dari persamaan (2.15), persamaan (2.16), maka persamaan (2.14) dapat direpresentasikan dalam bentuk sebagai berikut.

$$f(y) = \frac{\Gamma\left(y_i + \frac{1}{\psi}\right)}{\Gamma\left(\frac{1}{\psi}\right)y!} \left(\frac{e^{(x\beta)\psi}}{1 + e^{(x\beta)\psi}}\right)^{y!} \left(\frac{1}{1 + e^{(x\beta)\psi}}\right)^{\frac{1}{\psi}} \quad (2.17)$$

Metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dapat digunakan untuk mengestimasi parameter  $\hat{\beta}$  dan  $\hat{\psi}$  dalam model regresi Binomial Negatif.

Dengan demikian, regresi Binomial Negatif ini menghasilkan hubungan yang bersifat log-linear. Model regresi Binomial Negatif diformulasikan sebagai berikut (Syafiqoh et al.,2024).

$$\begin{aligned} \ln(\mu_i) &= \beta_0, \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2}, \dots, \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i \\ \mu_i &= \exp(\beta_0, \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2}, \dots, \beta_k x_{ik}) + \varepsilon_i \end{aligned} \quad (2.18)$$

### 2.3 Estimasi Parameter Model Regresi Binomial Negatif

Metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) merupakan metode yang umum digunakan dalam pendekatan regresi Binomial Negatif untuk memudahkan estimasi parameter. Fungsi probabilitas distribusi Binomial Negatif adalah sebagai berikut (Ibnas et al., 2023).

$$L(\beta, \phi | y, x) = \prod_{i=1}^n \left\{ \frac{\Gamma(y_i + \phi^{-1})}{\Gamma(\phi^{-1})y!} \left(\frac{\phi\mu_i}{1 + \phi\mu_i}\right)^{y!} \left(\frac{1}{1 + \phi\mu_i}\right)^{\phi^{-1}} \right\} \quad (2.19)$$

Fungsi log likelihood Binomial Negatif adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \ln L(\beta, \phi | y, x) &= \sum_{i=1}^n \left\{ \sum_{r=1}^{y_i-1} \ln(1 + \phi r) \right\} - y_i \ln(\phi) - \ln(y_i!) + y_i \ln(\phi\mu_i) \\ &\quad - (y_i + \phi^{-1}) \ln(1 + \phi\mu_i) \end{aligned} \quad (2.20)$$

### 2.4 Uji *Overdispersion*

*Overdispersion* adalah keadaan di mana data variabel dependen memiliki variansi yang lebih besar daripada nilai rata-ratanya. Sebaliknya, *underdispersion* terjadi ketika data variabel dependen memiliki variansi yang

lebih kecil dibandingkan dengan nilai rata-ratanya (Purqon et al., 2024). *Overdispersion* atau *underdispersion* dapat menyebabkan nilai deviansi model menjadi sangat tinggi, sehingga model yang dihasilkan menjadi kurang akurat. Keberadaan *overdispersion* dapat dinilai dengan melihat nilai *deviance* atau *Pearson chi-square*. Salah satu pendekatan untuk mengatasi masalah *overdispersion* dan *underdispersion* adalah dengan menggunakan model regresi Binomial Negatif (Ibnas et al., 2023). *Overdispersion* dan *underdispersion* dapat dideteksi dengan menganalisis nilai *deviance* atau *Pearson Chi-square*, yang digunakan sebagai indikator dalam evaluasi model statistik (Fadil et al., 2024).

a. Deviansi

$$\phi_1 = \frac{D^2}{db} \quad (2.21)$$

dengan:

$$D^2 = 2 \sum_{i=1}^n \left( y_i \ln \left( \frac{y_i}{y_1} \right) - (y_i - y_1) \right)$$

b. *Pearson Chi-square*

$$\phi_2 = \frac{\chi^2}{db} \quad (2.22)$$

dengan:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - y_1)^2}{y_1}$$

dimana

- $\phi$  : Parameter *disperse*
- di  $D^2$  : Nilai deviansi
- m  $\chi^2$  : Nilai *pearson chi-square*
- an  $y_i$  : Nilai aktual variabel dependen dari observasi ke-i
- a  $db = n y_1 k - 1$  : Nilai estimasi variabel dependen

dengan  $k$  merupakan banyak parameter, dan  $n$  merupakan banyaknya pengamatan. Jika nilai  $\phi > 1$ , maka terjadi *overdispersion* sedangkan jika nilai  $\phi < 1$ , maka terjadi *underdispersion*.

## 2.5 Uji Multikolinearitas

Multikolinearitas merupakan salah satu aspek dari uji asumsi klasik, uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada korelasi kuat antara variabel bebas atau variabel independen dalam model regresi. Model regresi yang baik seharusnya tidak menunjukkan adanya korelasi antara variabel independen, sehingga gejala multikolinearitas dapat dihindari (Effiyaldi et al., 2022). Untuk mendeteksi ada atau tidaknya multikolinearitas dalam model regresi, dapat dilihat dari *Variance Inflation Factor* (VIF) (Jusmansyah et al., 2020).

$$VIF = \frac{1}{(1 - R^2)} \quad (2.23)$$

$$R^2 = 1 - \frac{SS_{res}}{SS_{tot}}$$

d  
 e  $VIF$  : *Variance Inflation Factor*  
 n  $R^2$  : Koefisien determinasi  
 g  $SS_{res}$  : Jumlah kuadrat dari selisih antara nilai yang diamati dan nilai  
 a yang diprediksi oleh model.  
 n  $SS_{tot}$  : Jumlah kuadrat dari selisih antara nilai yang diamati dan nilai  
 di rata-rata dari data.

mana nilai yang menunjukkan adanya gejala multikolinearitas adalah nilai  $VIF \geq 10$  (Adella et al., 2021).

## 2.6 Uji Signifikansi Parameter

Uji signifikansi parameter merupakan prosedur statistik penting dalam analisis regresi yang digunakan untuk mengevaluasi pengaruh antara variabel independen dan dependen, dengan tujuan menentukan apakah variabel-variabel independen secara statistik memiliki pengaruh yang signifikan

terhadap variabel dependen, baik secara simultan maupun parsial (Aipassa et al., 2023).

### 2.6.1 Uji Simultan

Uji simultan bertujuan untuk menilai pengaruh bersama variabel-variabel independen terhadap variabel dependen serta sebagai pengujian kelayakan model. Langkah-langkah dalam melakukan uji simultan adalah sebagai berikut.

a. Menentukan hipotesis

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$  (tidak ada variabel independen yang berpengaruh terhadap variabel dependen).

$H_1$ : Minimal ada satu  $\beta_j \neq 0$ ; untuk  $j = 1, 2, \dots, k$  (setidaknya satu variabel independen berpengaruh secara signifikan terhadap variabel dependen ;  $j = 1, 2, \dots, k$ )

b. Tingkat signifikan

$$\alpha = 0,05$$

c. S

$$\begin{aligned} G &= -2 \log \frac{L_0}{L_1} \\ &= -2(\log L_0 - \log L_1) \end{aligned} \quad (2.24)$$

i

stik uji

d. K

r dengan

i  $G$  : Likelihood ratio test

t  $L_0$  : Likelihood ketika tidak ada variabel independen

e  $L_1$  : Likelihood ketika variabel independen dimasukkan

r

ia pengambilan Keputusan

Pada statistik uji G pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai statistik G terhadap tabel *chi-square* berdasarkan derajat bebas (db) atau jumlah variabel dengan kriteria penolakan  $H_0$  jika  $G >$  mengikuti distribusi *chi-square* dibandingkan dengan *chi-square* tabel  $\chi^2_{(db, \alpha)}$  atau nilai  $p\text{-value} < \alpha = 0,05$  (Sihombing et al., 2024).

### 2.6.2 Uji Parsial

Uji parsial digunakan untuk menilai kontribusi atau signifikansi masing-masing variabel independen dalam sebuah model tertentu. Dengan menggunakan uji Wald, adapun langkah- langkah yang digunakan sebagai berikut.

- a. Menentukan hipotesis

$H_0: \beta_j = 0$  (tidak terdapat pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen).

$H_1: \beta_j \neq 0$  (terdapat pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen)

- b. Tingkat signifikan

$$\alpha = 0,05$$

- c. Statistik uji

$$W = \left( \frac{\beta_j}{SE(\beta_j)} \right)^2 \quad (2.25)$$

- d. dengan

$W$  : Statistik Wald

$\beta_j$  : Nilai dugaan parameter  $\beta_j$

$SE(\beta_j)$  : Dugaan galat baku  $\beta_j$

e

ria pengambilan Keputusan

Pada statistik uji W mengikuti distribusi *chi-square* dibandingkan dengan *chi-square* tabel  $\chi^2_{(db=1, \alpha)}$  dengan daerah penolakan  $H_0$  jika  $W > \chi^2_{(db=1, \alpha)}$  atau  $p\text{-value} < \alpha = 0,05$  (Sari et al., 2018).

## 2.7 Pengukuran Kebaikan Model

*Akaike's Information Criterion* (AIC) merupakan kriteria yang digunakan untuk memilih model terbaik dari beberapa model yang dipertimbangkan berdasarkan nilai likelihood dengan jumlah parameter dalam model. Model yang memiliki nilai AIC terkecil dianggap sebagai model terbaik. Selain AIC, kriteria lain yang sering digunakan untuk membandingkan model dan mendapatkan model terbaik seperti *Bayesian Information Criterion* (BIC). BIC adalah suatu metode statistik yang digunakan untuk memilih model terbaik dengan mempertimbangkan kompleksitas model dan kualitas penyesuaian terhadap data. Rumus AIC dan BIC dapat ditulis sebagai berikut (Utama & Hajarisman, 2021).

$$AIC = -2\log L_{fit} + 2k \quad (2.26)$$

dengan  $L_{fit}$  adalah nilai log likelihood dari model yang sesuai dengan data,

d

a

$$BIC = -2\log L_{fit} + k \log(n) \quad (2.27)$$

n

$k$  adalah jumlah parameter pada model.

dengan  $L_{fit}$  adalah nilai log likelihood dari model yang sesuai dengan data,  $k$  adalah jumlah parameter pada model, dan  $n$  adalah jumlah sampel dalam data.

## 2.8 Kemiskinan

Kemiskinan merupakan masalah utama di negara berkembang seperti Indonesia. Penyebab kemiskinan di Indonesia meliputi berbagai faktor, termasuk kondisi investasi, tingkat pengangguran, dan lambatnya pertumbuhan ekonomi. Untuk meningkatkan kesejahteraan dan mengurangi

kemiskinan, salah satu upaya yang efektif adalah memperbaiki pertumbuhan ekonomi (Putri et al., 2023).

Penduduk miskin adalah anggota dari rumah tangga miskin, yang didefinisikan sebagai rumah tangga dengan rata-rata pengeluaran per kapita per bulan di bawah garis kemiskinan (BPS, 2023). Kemiskinan juga diartikan sebagai ketidakmampuan seseorang untuk memperoleh pendapatan yang cukup untuk memenuhi kebutuhan dasar mereka (Lidyawati, 2019).

## **2.9 Rata- rata Pengeluaran Per kapita**

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), pengeluaran per kapita adalah jumlah biaya yang dikeluarkan oleh rumah tangga untuk memenuhi kebutuhan setiap bulannya. Biaya ini berasal dari pendapatan rumah tangga dan dibagi rata berdasarkan jumlah anggota rumah tangga. Pendapatan rumah tangga sangat mempengaruhi pengeluaran per kapita. Pengeluaran rumah tangga dibagi menjadi konsumsi pangan dan non-pangan, sedangkan pengeluaran untuk usaha atau yang diberikan kepada pihak lain tidak termasuk dalam kategori tersebut hal menjadi indikator penting dalam mengukur standar hidup dan kemiskinan di suatu negara (Khoirudin et al., 2024).

## **2.10 Jumlah penduduk**

Menurut BPS (2020), penduduk adalah sekelompok orang yang tinggal atau menetap di suatu wilayah selama satu tahun atau lebih, atau individu yang menetap kurang dari satu tahun tetapi memiliki niat untuk tinggal di wilayah tersebut. Penduduk mencakup jumlah individu yang berada di suatu wilayah pada waktu tertentu, yang merupakan hasil dari proses demografis seperti kelahiran, kematian, dan migrasi (Rapika et al., 2020).

## **2.11 Harapan Lama Sekolah**

Angka Harapan Lama Sekolah (HLS) mengacu pada jumlah tahun sekolah yang diharapkan akan dialami oleh seorang anak pada usia tertentu di

masa depan. Ini diasumsikan berdasarkan peluang anak tersebut untuk terus bersekolah pada usia-usia berikutnya, yang sama dengan peluang penduduk saat ini yang bersekolah pada usia yang sama. HLS dihitung untuk penduduk yang berusia 7 tahun ke atas. Indikator ini dapat digunakan untuk menilai kondisi pembangunan sistem pendidikan di berbagai jenjang, yang diukur dalam bentuk jumlah tahun pendidikan yang diharapkan dapat dicapai oleh setiap anak (Arofah & Rohimah, 2019).

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Adapun Kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Persamaan model regresi Binomial Negatif pada faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penduduk miskin di Pulau Sulawesi tahun 2022 sebagai berikut.

$$\mu = \exp(1,004 - (7,179 \times 10^{-7})X_1 + (2,878 \times 10^{-6})X_3)$$

- Ketika rata-rata pengeluaran per kapita ( $X_1$ ) meningkat, jumlah penduduk miskin ( $Y$ ) diprediksi akan menurun. Setiap peningkatan Rp. 1,00 pada rata-rata pengeluaran per kapita ( $X_1$ ) sedikit mengurangi jumlah penduduk miskin.
  - Ketika jumlah penduduk ( $X_3$ ) meningkat, jumlah penduduk miskin ( $Y$ ) juga diprediksi akan meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar jumlah penduduk ( $X_3$ ). Semakin besar pula kemungkinan bertambahnya jumlah penduduk miskin di Pulau Sulawesi
2. Berdasarkan hasil analisis regresi Binomial Negatif, faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan jumlah penduduk miskin di Pulau Sulawesi adalah rata-rata pengeluaran perkapita ( $X_1$ ) dan jumlah penduduk ( $X_3$ ). Sementara faktor-faktor yang secara signifikan tidak berpengaruh adalah harapan lama sekolah ( $X_2$ ).

### 5.2 Saran

Saran yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan penggunaan metode lain, seperti model regresi *Zero Inflated Generalized Poisson*, untuk mengatasi masalah *overdispersion*.
2. Disarankan juga untuk menambahkan variabel independen lain yang mungkin dapat mencegah peningkatan jumlah penduduk miskin, terutama di Pulau Sulawesi, dalam konteks penerapan regresi Binomial.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adella, Y., Program, S., Pembangunan, S. E., Ekonomi, F., & Bisnis, D. Adella, Y., 2021, Pengaruh Upah Minimum Tingkat Pengangguran Terbuka dan Jumlah Penduduk Miskin Terhadap Kemiskinan di Provinsi Jawa Tengah, No.2, Vol.10, 121-130,: <https://journal.stiem.ac.id/index.php/jureq/article/view/785>.
- Aipassa, A. D., Wattimena, A. Z., & Haumahu, G., 2023, Analisis Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Jumlah Penyakit Kusta di Provinsi Maluku dengan Menggunakan Regresi Binomial Negatif, *Jurnal Matematika, Statistika Dan Terapannya*, No.2, Vol.2, 87-100 :<https://doi.org/10.30598/parameter2i02pp>.
- Barlian Sari, S., Mukhtar, N., & Cendrah Kasih, I., 2018, Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi keseringan mahasiswa unhas mengikuti program gumb (gerakan unhas mengaji dan sholat berjamaah) dengan model regresi logistik , No. 1, Vol 15, 104-113 ; <https://journal.unhas.ac.id/index.php/jmsk/article/view/4454/2552>.
- BPS, 2020, *Istilah Statistik* ; [https://Sensus.Bps.Go.Id/Metadata\\_statistik/Index/Sp2020?Page=5&per-Page=10](https://Sensus.Bps.Go.Id/Metadata_statistik/Index/Sp2020?Page=5&per-Page=10).
- BPS, 2023, Profil Kemiskinan di Indonesia Maret 2023, *Berita Resmi Statistik*, : <https://www.bps.go.id/id/pressrelease/2023/07/17/2016/profil-kemiskinan-di-indonesia-maret-2023.html>, diakses tgl 17 Juli 2023.
- Effiyaldi, Paul Karolus Pasaribu, J., Suratno, E., Kadar, M., Naibaho, R., Kumara Hati, S., & Aryati, V., 2022, Penerepan Uji Multikolinearitas dalam Penelitian Manajemen Sumber Daya Manusia, No. 2, Vol. 1 ; <https://ejournal.unama.ac.id/index.php/jumanage>.
- Fadil, M., Raupong, R., & I Iyas, N., 2024, Mengatasi Overdispersi Menggunakan Regresi Binomial Negatif dengan Penaksir Maksimum Likelihood pada Kasus Demam Berdarah di Kota Makassar, *Journal of Statistics and Its Application*, No. 1, Vol. 5, 37–51: <https://doi.org/10.20956/ejsa.v5i1.14552>.
- Halim Najib Putri, R., & Yuliana, I., 2023, Pengaruh pertumbuhan ekonomi terhadap tingkat kemiskinan dengan pengangguran sebagai mediasi di Probolinggo, *Jurnal Ilmiah Akuntansi Dan Keuangan*, No. 6, Vol.5, <https://journal.ikopin.ac.id/index.php/fairvalue>.
- Ibnas, R., Satriani, S., & Nurfadilah, K., 2023, Negative Binomial and Generalized Poisson Regression Model for Death Due to Dengue Hemorrhagic Fever Data, *Eigen Mathematics Journal*, No. 1, Vol. 6, 39–48, :<https://doi.org/10.29303/emj.v6i1.153>.
- Irvana Arofah & Siti Rohimah, 2019, Analisis Jalur Pengaruh Angka Harapan Hidup, Harapan Lama Sekolah, dan Rata-Rata Lama Sekolah Terhadap Indeks Pembangunan Manusia Melalui Pengeluaran Riil Per Kapita di Provinsi Nusa Tenggara Timur, No. 1, Vol. 2, 76–87, : <https://openjournal.unpam.ac.id/index.php/jsmu/article/view/2920>
- Jusmansyah, M., 2020, Analisis Pengaruh Current Ratio, Debt to Equity Ratio, Total Asset Turnover, dan Return on Equity Terhadap Harga Saham, *Jurnal Ekonomika*

- Dan Manajemen*, No.2, Vol.9, 179–198, :  
<https://journal.budiluhur.ac.id/index.php/ema/article/view/1253/879>.
- Khoirudin, R., Syafira, R., & A'yun, R., 2024, Pengaruh Dana Otonomi Khusus, Pengeluaran Perkapita, Umur Harapan Hidup Saat Lahir, Harapan Lama Sekolah, dan Rata-Rata Lama Sekolah Terhadap Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Papua Tahun, *Jurnal Simki Economic*, No.1, Vol.7, 96–105 :  
<https://jiped.org/index.php/JSE>.
- Lidyawati, P., & Murtala, 2019, Pengaruh Jumlah Penduduk Miskin dan Tingkat Pengangguran Terbuka Terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia, *Jurnal Ekonomika Indonesia*, No.1, Vol.9, : <http://ojs.unimal.ac.id/index.php/ekonomika>.
- Mahmud, F., Olilingo, Z., & Akib, Y., 2020, Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kemiskinan di Pulau Sulawesi, *Jurnal Kajian Ekonomi dan Bisnis*, No.2, Vol.13, :  
<https://ejurnal.ung.ac.id/index.php/ONM/article/view/11872>.
- Muhammad Bangkit Riksa Utama, & Hajarisman, N, 2021, Metode Pemilihan Variabel pada Model Regresi Poisson Menggunakan Metode Nordberg, *Jurnal Riset Statistika*, No.1, Vol.1, 35–42: <https://doi.org/10.29313/jrs.v1i1.24>.
- Purqon, K., Widyasari, R., & Husein, I., 2024, *Penerapan poisson inverse gaussian regression untuk memodelkan lama rawat inap pasien demam berdarah dengue (DBD) UPTDK RSUD Haji Medan pemerintahan Provinsi Sumatera Utara*, No.1, Vol.5 ; <https://doi.org/10.46306/lb.v5i1>.
- Rahayu, A., 2021. Model-Model Regresi untuk Mengatasi Masalah Overdispersi pada Regresi Poisson, *Journal Pegguruang: Conference Series*, No.1, Vol. 2 :  
<https://doi.org/10.35329/jp.v2i1.1866>.
- Rapika, K., & Selna, A., 2020, Pengaruh Jumlah Penduduk dan PDRB Terhadap Kemiskinan di Provinsi Sumatera Utara, *Jurnal Darma Agung*, No.3, Vol. 28, :  
<https://jurnal.darmaagung.ac.id/index.php/jurnaluda/article/view/800>.
- Ruchba, S. M., & Asynur, A. T., 2023, Analisis tingkat kemiskinan di Provinsi Riau Tahun 2010-2022, *Jurnal Kebijakan Ekonomi Dan Keuangan*, 92–97.  
<https://doi.org/10.20885/jkek.vol2.iss1.art11>.
- Sari, N., & Rahmadeni, ., 2018, Solusi Overdispersi Menggunakan Generalized Poisson Regression (Studi Kasus: Penderita HIV di Provinsi Riau), *Jurnal Sains Matematika Dan Statistika*, No. 2, Vol. 4 ; <https://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/JSMS/article/download/5472/3734>.
- Sihombing, B. L., Paendong, M. S., & Langi, Y., 2024, Analisis Regresi Logistik Untuk Menentukan Tingkat Kepuasan Masyarakat Terhadap Pelayanan Pembuatan Kartu Tanda Penduduk Elektronik (E-KTP) di Kota Manado, *Jurnal LPPM Bidang Sains Dan Teknologi*, No.2, Vol. 9, 102–111, ;  
<https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/lppmsains/article/view/57794>.
- Syafiqoh, A. J., Mahardika, R., Amaria, S., Winaryati, E., & Al Haris, M., 2024, Pemodelan Regresi Binomial Negatif untuk Mengevaluasi Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kasus Tuberkulosis di Provinsi Jawa Barat, *Jurnal Matematika dan*

*Statistika serta Aplikasinya*, No. 1, Vol. 4 ; <https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/msa/article/view/39450/19848>

Tendriyawati, Gusti Ngurah A. Wibawa , & Bahriidin Abapihi , 2023, Pemodelan regresi poisson terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya hipertensi di Kota Kendari, *Jurnal Matematika, Komputasi dan Statistika*, No. 1, Vol. 3 ; <http://jmks.uho.ac.id/index.php/journal>.