

Metode Regresi Binomial Negatif pada Pemodelan Jumlah Penduduk Miskin di Provinsi Papua

Bisma Muhammad Syah Putra*

Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*bismamp@gmail.com

Abstract. Poisson regression is a distribution used for events that have a small probability of occurrence, but sometimes overdispersion occurs when observations occur. Overdispersion occurs when the variance value is greater than the mean value, therefore an alternative distribution is needed, namely Negative Binomial Regression. Negative Binomial Regression is a form of Generalized Linear Model (GLM) which is often used in regression modeling related to the number of events. In this thesis we will discuss Poisson Regression and Negative Binomial Regression modeling on the number of poor people in Papua Province in 2021. Modeling using Poisson Regression on data on the Number of Poor People in Papua Province experiences overdispersion. This makes Poisson Regression unable to model the data. Overdispersion cases can be handled using the Negative Binomial Regression method. The factors that significantly influence the data on the number of poor people in Papua Province in 2021 are X3 (Gini ratio).

Keywords: *Poisson Regression, Overdispersion, Negative Binomial Regression.*

Abstrak. Regresi Poisson adalah distribusi yang digunakan untuk peristiwa yang memiliki probabilitas kejadian kecil, namun terkadang saat pengamatan terjadi overdispersi. Overdispersi terjadi pada saat nilai variansi lebih besar dari nilai mean, maka dari itu diperlukan distribusi alternatif yaitu Regresi Binomial Negatif. Regresi Binomial Negatif merupakan salah satu bentuk dari *Generalized Linear Model* (GLM) yang sering digunakan dalam pemodelan regresi terkait dengan banyaknya kejadian. Dalam skripsi ini akan dibahas pemodelan Regresi Poisson dan Regresi Binomial Negatif terhadap jumlah penduduk miskin di Provinsi Papua pada tahun 2021. Pemodelan menggunakan Regresi Poisson pada data Jumlah Penduduk Miskin di Provinsi Papua mengalami overdispersi. Hal ini membuat Regresi Poisson tidak dapat memodelkan data tersebut. Penanganan kasus overdispersi dapat dilakukan dengan metode Regresi Binomial Negatif. Faktor-faktor yang mempengaruhi secara signifikan terhadap data Jumlah Penduduk Miskin di Provinsi Papua pada tahun 2021 adalah X3 (Rasio Gini).

Kata Kunci: *Regresi Poisson, Overdispersi, Regresi Binomial Negatif.*

A. Pendahuluan

Metode regresi adalah suatu metode statistik yang digunakan untuk menentukan hubungan atau pengaruh antara satu variabel terhadap variabel yang lain, yaitu antara terikat dan variabel bebas [1]. Analisis regresi setidaknya-tidaknya memiliki 3 kegunaan, yaitu untuk tujuan deskripsi dari fenomena data atau kasus yang sedang diteliti, untuk tujuan kontrol, serta untuk tujuan prediksi. Selain itu, model regresi sederhana juga dapat dimanfaatkan untuk melakukan prediksi pada variabel terikat. Pada dasarnya, ada dua tipe model regresi yaitu regresi sederhana dan regresi berganda. Regresi sederhana adalah ketika hanya satu variabel independen yang digunakan untuk memprediksi dependen variabel, sedangkan regresi berganda adalah ketika ada lebih dari satu variabel independen yang digunakan untuk memprediksi variabel dependen. Analisis regresi dibagi menjadi analisis regresi linear dan analisis regresi nonlinear.

Untuk kasus data yang bersifat diskrit, kontinu, kategorik atau campuran model regresi sederhana tidak dapat memodelkan data tersebut. Salah satu model regresi non linear yang dimodelkan dengan *Generalized Linear Model* (GLM) dan dapat digunakan untuk menganalisis hubungan antara variabel respon Y yang berupa data diskrit dengan variabel prediktor X berupa data diskrit, kontinu, kategorik atau campuran adalah model regresi Poisson. Distribusi Poisson adalah distribusi yang digunakan untuk peristiwa yang memiliki probabilitas kejadian kecil, di mana kejadian tersebut bergantung pada interval waktu tertentu atau daerah tertentu dengan hasil pengamatan yang berupa variabel diskrit [2]. Tetapi terkadang dalam analisis data diskrit menggunakan model regresi Poisson terjadi pelanggaran asumsi, yaitu overdispersi.

Overdispersi akan menyebabkan deviasi standar dari parameter estimasi menjadi condong ke bawah (*underestimate*) dan tingkat signifikansi dari pengaruh variabel penjelas menjadi condong ke atas (*overestimate*) [3]. Pada saat terjadi pelanggaran asumsi tersebut, diperlukan mengganti asumsi distribusi Poisson dengan distribusi lain yang lebih fleksibel. Dalam hal ini distribusi alternatif yang diterapkan yaitu Regresi Binomial Negatif (*Negative Binomial Regression*). Regresi Binomial Negatif merupakan salah satu metode dengan tujuan agar mengatasi masalah overdispersi pada data cacah yang didasarkan pada model campuran Poisson-Gamma [4]. Regresi Binomial Negatif merupakan salah satu bentuk dari *Generalized Linear Model* (GLM) yang sering digunakan dalam pemodelan regresi terkait dengan banyaknya kejadian (selain Regresi Poisson).

Kemiskinan merupakan masalah yang bersifat multidimensi. Penduduk dikategorikan sebagai penduduk miskin jika memiliki rata-rata pengeluaran per kapita per bulan di bawah garis kemiskinan. Kesejahteraan penduduk di Indonesia tidak merata antar provinsi, dikarenakan di Indonesia memiliki berbagai faktor kemiskinannya berbeda antar wilayah [5]. Kemiskinan menyebabkan berbagai macam musibah bagi orang-orang di wilayah yang dikategorikan miskin, oleh karena itu sebagai muslim diwajibkan untuk membantu sesama khususnya terhadap orang-orang yang dikategorikan miskin sebagaimana tercantum dalam Q.S An-Nisa: 8 yang berbunyi: *Dan apabila sewaktu pembagian itu hadir kerabat, anak yatim dan orang miskin, maka berilah mereka dari harta itu (sekedarnya) dan ucapkanlah kepada mereka perkataan yang baik.*

Berdasarkan pemaparan di atas peneliti tertarik untuk membahas jumlah penduduk miskin di provinsi Papua dan beberapa faktor yang diduga berpengaruh terhadap jumlah penduduk miskin seperti Indeks Pembangunan Manusia, Tingkat Pengangguran Terbuka, dan Rasio Gini di provinsi Papua. Dalam penelitian ini dibahas faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penduduk miskin di provinsi Papua pada tahun 2021 dengan menggunakan metode *regression negative binomial*. Dalam pelaksanaan dilakukan estimasi model regresi Poisson untuk mengetahui adanya overdispersi, untuk mengatasi overdispersi menggunakan regresi binomial negatif untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penduduk miskin di provinsi Papua.

B. Metodologi Penelitian

Model Regresi Linear Sederhana

Regresi linier sederhana adalah ketika kita melihat bagaimana satu variabel yang tidak terikat berhubungan dengan satu variabel yang terikat. Bentuk model dari Regresi Linear Sederhana

adalah sebagai berikut:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon \quad \dots(1)$$

Dimana:

Y = variabel tak bebas

β_0 = konstanta

β_1 = koefisien regresi

X = variabel bebas

ε = galat

Model Regresi Linear Berganda

Analisis regresi linear berganda merupakan perkembangan lanjut dari analisis regresi linear sederhana, persamaan umum untuk regresi linier berganda adalah sebagai berikut:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad \dots(2)$$

Dimana:

Y = variabel tak bebas

β_0 = konstanta

β_1, \dots, β_n = koefisien regresi

X_1, \dots, X_n = variabel bebas

ε = galat

Model dugaan dinyatakan oleh : $\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + \dots + b_n X_n$

Langkah perhitungan penaksir koefisien regresi adalah sebagai berikut:

1. Membentuk $\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2$ sebagai fungsi b_0 dan b_1 , $S = f(b_0, b_1) = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - b_0 - b_1 X_i)^2$
2. Mendiferensialkan parsial S terhadap b_0, b_1, \dots, b_k , kemudian hasil diferensialnya disamakan dengan nol,

$$\frac{\partial S}{\partial b_0} = 0, \frac{\partial S}{\partial b_1} = 0, \dots, \frac{\partial S}{\partial b_k} = 0$$

Hasil dari perhitungan di atas disebut dengan persamaan normal, yang akan disajikan di bawah ini:

$$\begin{aligned} nb_0 + b_1 \sum_{i=1}^n x_{1i} + \dots + b_k \sum_{i=1}^n x_{ki} &= \sum_{i=1}^n Y_i \\ b_0 \sum_{i=1}^n x_{1i} + b_1 \sum_{i=1}^n x_{1i}^2 + \dots + b_k \sum_{i=1}^n x_{1i} x_{ki} &= \sum_{i=1}^n x_{1i} Y_i \\ &\vdots \end{aligned}$$

$$b_0 \sum_{i=1}^n x_{ki} + b_1 \sum_{i=1}^n x_{1i}x_{ki} + \dots + b_k \sum_{i=1}^n x_{ki}^2 = \sum_{i=1}^n x_{ki}Y_i$$

Untuk mempermudah perhitungan koefisien regresi yang diestimasi, ekspresi normal dirubah ke dalam bentuk matriks sesuai dengan contoh di bawah ini:

$$\begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^n x_{1i} & \dots & \sum_{i=1}^n x_{ki} \\ \sum_{i=1}^n x_{1i} & \sum_{i=1}^n x_{1i}^2 & \dots & \sum_{i=1}^n x_{1i}x_{ki} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sum_{i=1}^n x_{ki} & \sum_{i=1}^n x_{1i}x_{ki} & \dots & \sum_{i=1}^n x_{ki}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ \vdots \\ b_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n Y_i \\ \sum_{i=1}^n x_{1i}Y_i \\ \vdots \\ \sum_{i=1}^n x_{ki}Y_i \end{bmatrix}$$

Sehingga mencari nilai β adalah:

$$\beta = (X^T X)^{-1} (X^T Y) \tag{3}$$

Multikolinearitas

Multikolinearitas terjadi ketika terdapat korelasi linier yang kuat antara variabel independen, entah itu beberapa variabel atau semua variabel dalam model regresi [6]. Untuk mengetahui ada atau tidaknya multikolinearitas, bisa melihat nilai *Variance Inflation Factor* (VIF). Jika nilai VIF lebih besar dari 10, maka dapat dipastikan bahwa terjadi multikolinearitas. Berikut adalah persamaan dalam pengujian multikolinearitas dengan melihat VIF:

$$VIF = \frac{1}{1-R_j^2}; j = 1,2, \dots, k \tag{4}$$

Dimana:

k : Jumlah variabel bebas,

R_j^2 : koefisien determinasi antara variabel bebas ke-j dengan variabel bebas lainnya

Regresi Poisson

Regresi Poisson merupakan metode analisis yang dipergunakan untuk memahami hubungan antara variabel respons (Y) dan variabel prediktor (X) di mana variabel respons dianggap berdistribusi Poisson. Distribusi Poisson sering digunakan untuk peristiwa-peristiwa yang jarang terjadi (Trivedi, 1998). Persamaan fungsi regresi Poisson dapat ditulis dalam bentuk

$$\begin{aligned} f(y; \mu) &= \exp [y_i \ln(\mu_i) - \mu_i - \ln(y_i!)] \\ &= \exp [y_i \theta_i - b(\theta_i) - \ln(y_i!)] \end{aligned} \tag{5}$$

Dimana $\theta_i = \ln(\mu_i)$. Persamaan ini merupakan suatu bentuk persamaan fungsi distribusi eksponensial.

Dengan menggunakan fungsi link didapat model regresi Poisson dalam bentuk:

$$\ln \mu = X\beta$$

$$\mu_i = \exp (\beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_p x_{ip}) \tag{6}$$

Overdispersi

Long (1997) menyatakan overdispersi bisa terjadi dikarenakan sumber keberagaman ang tidak teramati pada data atau adanya pengaruh peubah lain, yang menyebabkan terjadinya suatu kejadian bergantung kepada kejadian sebelumnya. Untuk mendeteksi terjadinya masalah overdispersi dalam model regresi Poisson, kita dapat menguji hubungan antara varians dan mean dalam bentuk persamaan berikut [9]:

$$v(\mu_i) = \phi \mu_i$$

Nilai \emptyset adalah konstan (parameter gangguan) dan dapat diestimasi menggunakan pendekatan nilai bagi pearson chi-square dengan derajat bebasnya. Jika nilainya lebih besar dari satu, dapat disimpulkan bahwa terdapat overdispersi di model regresi Poisson tersebut. Deviansi model regresi Poisson memiliki persamaan berikut:

$$D = 2 \sum_{i=1}^n \left\{ y_i \ln \left(\frac{y_i}{\hat{\mu}_i} \right) - (y_i - \hat{\mu}_i) \right\} \quad \dots(7)$$

dengan y_i merupakan nilai aktual amatan ke- i dari peubah respon dan $\hat{\mu}_i$ merupakan nilai dugaan peubah respon untuk amatan ke- i [4]. Rasio dispersi (R) dengan persamaan $R = \frac{D}{db}$ dapat diuji secara formal dengan hipotesis berikut:

Hipotesis:

$H_0 : R = 1$ (model regresi tidak mengalami overdispersi)

$H_1 : R > 1$ (model regresi mengalami overdispersi)

Statistik uji:

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

Kriteria Uji

Tolak H_0 jika statistik uji $R > 1$

Regresi Binomial Negatif

Regresi Binomial Negatif adalah salah satu model regresi terapan dari *Generalized Linear Model* (GLM). pemodel Regresi Binomial Negatif sebagai berikut

$$y = \mu_i + \varepsilon_i = \exp(x_i' \beta) + \varepsilon_i \quad \dots(8)$$

Untuk menguji kesesuaian model regresi binomial negatif digunakan uji deviansi dengan:

Hipotesis:

$H_0 : \mu_i = \exp(\beta_{j0} + \beta_{j1}X_{i1} + \beta_{j2}X_{i2} + \dots + \beta_{jp}X_{ip})$

(model regresi binomial negatif bisa digunakan sebagai model)

$H_1 : \mu_i \neq \exp(\beta_{j0} + \beta_{j1}X_{i1} + \beta_{j2}X_{i2} + \dots + \beta_{jp}X_{ip})$

(model regresi binomial negatif tidak bisa digunakan sebagai model)

Statistik uji:

$$D = 2 \left[\sum y_i \ln \left(\frac{y_i}{\bar{y}} \right) - \sum (k^{-1} + y_i) \ln \left(\frac{1 + ky_i}{1 + k\bar{y}} \right) \right]$$

Kriteria Uji

Tolak H_0 jika statistik uji $D > \chi^2_{\delta; n-p-1}$

Uji Keباikan Model

AIC merupakan indikator kebaikan model yang digunakan dalam perhitungan kebaikan model kemungkinan maksimum. Nilai AIC yang kecil menunjukkan model pendugaan yang baik. AIC dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut [7]:

$$AIC = n \log \left(\frac{\sum \varepsilon_i^2}{n} \right) + 2k \quad \dots(9)$$

Dimana:

$\sum \varepsilon_i^2$: jumlah kuadrat galat

n : jumlah data

k : jumlah parameter

Kemiskinan

Definisi kemiskinan adalah kondisi di mana seseorang atau sekelompok orang, laki-laki dan perempuan, tidak terpenuhi hak-hak dasarnya untuk mempertahankan dan mengembangkan kehidupan yang layak. Hak-hak dasar terdiri dari hak-hak yang dipahami masyarakat miskin sebagai hak mereka untuk dapat menikmati kehidupan yang layak dan hak yang diakui dalam peraturan perundang-undangan. Hak-hak dasar yang diakui secara umum tersebut antara lain meliputi terpenuhinya kebutuhan pekerjaan, air bersih, pangan, pendidikan, perumahan, kesehatan, pertanahan, sumber daya alam dan lingkungan hidup, rasa aman dari perlakuan atau ancaman tindak kekerasan dan hak untuk berpartisipasi dalam kehidupan sosial-politik, baik bagi perempuan maupun laki-laki [8].

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pemeriksaan multikolinearitas dilakukan sebelum melakukan pemodelan regresi Poisson, hal ini dilakukan untuk mengetahui semua variabel bebas yang digunakan tidak saling berkorelasi. Ada atau tidaknya multikolinearitas dapat dilihat melalui nilai VIF, jika nilainya melebihi 10 dapat dipastikan terjadi multikolinearitas. Berikut adalah nilai VIF untuk masing-masing variabel bebas:

Tabel 1. Nilai VIF pada setiap variabel

Variabel	Nilai VIF
Indeks Pembangunan Manusia	2,183272
Tingkat Pengangguran Terbuka	1,936764
Rasio Gini	1,235025

Tabel menunjukkan nilai VIF pada setiap variabel bebas, dapat dipastikan bahwa tidak terdapat multikolinearitas sehingga setiap variabel bebas dapat digunakan untuk pemodelan regresi Poisson.

Model yang didapatkan dengan menggunakan metode regresi Poisson sebagai berikut:

$$y = \exp (11,71 + 0,00X_1 - 0,04X_2 - 0,03X_3)$$

Untuk pengujian hipotesis dapat menggunakan uji deviansi dengan melihat nilai dari nilai deviansi pada model regresi Poisson

Tabel 2. Nilai deviansi model Regresi Poisson

Kriteria	Nilai
Devians	281.617
<i>Pearson's Chi-Squared</i>	291.657,875

Pengujian statistik dengan hipotesis $H_0 : D = \chi^2_{\delta;n-p-1}$ dan $H_1 : D > \chi^2_{\delta;n-p-1}$ dengan nilai devians sebesar 281.617 dan $\chi^2_{0,05;25} = 37,652$. Nilai devians lebih besar dari $\chi^2_{0,05;25}$ sehingga dapat diputuskan tolak H_0 yang artinya model regresi Poisson kurang layak untuk memodelkan data Jumlah Penduduk Miskin di Provinsi Papua. Untuk pendeteksian overdispersi dapat melihat dengan merasiokan nilai devians dengan derajat bebasnya dan *Pearson's Chi-Squared* dengan derajat bebasnya seperti berikut:

Tabel 3. Pendeteksian overdispersi pada Regresi Poisson

Kriteria	Nilai	Db	Rasio
Devians	281.617	25	11.264,68
<i>Pearson's Chi-Squared</i>	291.657,875	25	11.666,315

Hasil dari rasio dispersi (R) tabel, dilihat dari nilai rasio *Pearson's Chi-Squared* bernilai 11.666,315 yang dimana lebih dari satu maka mengindikasikan terjadinya overdispersi model regresi Poisson pada kasus Jumlah Penduduk Miskin di Provinsi Papua pada tahun 2021. Selanjutnya dilakukan pemodelan Regresi Binomial Negatif. Model yang didapatkan sebagai berikut:

$$y = \exp(12,08 - 0,00X_1 - 0,03X_2 - 0,05X_3)$$

Untuk pengujian hipotesis dapat menggunakan uji deviansi dengan melihat nilai dari nilai deviansi pada model Regresi Binomial Negatif:

Tabel 4. Nilai deviansi model Regresi Binomial Negatif

Kriteria	Nilai
Devians	30,58
<i>Pearson's Chi-Squared</i>	24,725

Pengujian statistik dengan hipotesis $H_0 : D = \chi^2_{\delta;n-p-1}$ dan $H_1 : D > \chi^2_{\delta;n-p-1}$ dengan nilai devians sebesar 30,58 dan $\chi^2_{0,05;25} = 37,652$. Nilai devians lebih kecil dari $\chi^2_{0,05;25}$ sehingga dapat diputuskan terima H_0 yang artinya model Regresi Binomial Negatif layak untuk memodelkan data Jumlah Penduduk Miskin di Provinsi Papua.

Tabel 5. Pendugaan Parameter dengan Regresi Binomial Negatif

Parameter	Dugaan	Galat baku	Nilai P
Intercept	12,08	0,82	0,00***
X1	-0,00	0,02	0,95
X2	-0,03	0,04	0,50
X3	-0,05	0,02	0,03*

Setelah model Regresi Binomial Negatif dipilih sebagai model terbaik dalam memodelkan kasus Jumlah Penduduk Miskin di Provinsi Papua tahun 2021, variabel bebas yang berpengaruh signifikan adalah variabel yang memiliki nilai P-value < 0,05. Berdasarkan tabel 4.6, variabel yang memiliki nilai P-value < 0,05 adalah Rasio Gini (X3).

Model baru untuk Regresi Binomial Negatif yang didapatkan adalah sebagai berikut:

$$y = \exp(12,13 - 0,05X_3)$$

Nilai koefisien untuk X3 sebesar -0,05, artinya untuk setiap kenaikan satusatuan Rasio Gini maka akan menyebabkan penurunan Jumlah Penduduk Miskin sebesar $\exp(-0,05) = 0,9512$ kali, dengan asumsi variabel yang lain dianggap tetap.

Selanjutnya akan dilakukan pemeriksaan ulang untuk masalah overdispersi pada Regresi Binomial Negatif.

Tabel 6. Pendeteksian overdispersi pada Binomial Negatif

Kriteria	Nilai	Db	Rasio
Devians	30,627	27	1,1343
<i>Pearson's Chi-Squared</i>	26,541	27	0,983

Kriteria pendeteksian overdispersi pada Binomial Negatif sama dengan Regresi Poisson. Untuk pendeteksian overdispersi dapat melihat dengan merasiokan nilai devians dengan derajat bebasnya dan *Pearson's Chi-Squared* dengan derajat bebasnya. Pemeriksaan *Pearson's Chi-Squared* dengan nilai rasio (R) sebesar 0,983 menunjukkan bahwa nilai tersebut mendekati angka satu maka dapat disimpulkan bahwa sudah tidak ditemukan masalah overdispersi pada pemodelan Regresi Binomial Negatif. Selanjutnya dilakukan pemilihan model terbaik untuk membandingkan kedua model:

Tabel 7. Perbandingan nilai AIC

Model	Nilai AIC
Regresi Poisson	281972,3
Regresi Binomial Negatif	648,9429

Dari tabel dapat diketahui bahwa nilai AIC dari model Regresi Binomial Negatif lebih kecil dari nilai AIC model Regresi Poisson dengan nilai $648,9429 < 281972,3$. Dapat disimpulkan bahwa Regresi Binomial Negatif sudah tentu lebih kecil dari nilai Regresi Poisson, maka Regresi Binomial Negatif dapat memodelkan data lebih baik daripada Regresi Poisson.

D. Kesimpulan

Dengan menggunakan metode Regresi Binomial Negatif, faktor-faktor yang mempengaruhi secara signifikan Jumlah Penduduk Miskin di Provinsi Papua pada tahun 2021 adalah variabel Rasio Gini (X3). Dengan pemodelan Regresi Binomial Negatif, hasil yang didapatkan adalah pengaruh dari variabel Rasio Gini bernilai negatif terhadap data Jumlah Penduduk Miskin di Provinsi Papua pada tahun 2021.

Acknowledge

Penelitian ini dapat terlaksana berkat adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada Allah SWT, kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan, bapak/ibu dosen Statistika Unisba yang telah membagikan ilmu pengetahuannya, dan teman-teman yang selalu memberikan bantuan kepada penulis hingga dapat menyelesaikan perkuliahan ini.

Daftar Pustaka

- [1] B. Lu, M. Charlton, P. Harris, and A. S. Fotheringham, "Geographically weighted regression with a non-Euclidean distance metric: A case study using hedonic house price data," *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 28, no. 4, pp. 660–681, 2014.
- [2] N. F. Rachmah and Purhadi, "Pemodelan Jumlah Kematian Ibu dan Jumlah Kematian Bayi di Provinsi Jawa Timur Menggunakan Bivariate Poisson Regression," *Jurnal Sains dan Seni POMITS*, vol. 3, no. 2, pp. D194–D199, 2014.
- [3] N. Ismail and A. A. Jemain, "Handling Overdispersion with Negative Binomial and Generalized Poisson Regression Models," *Casualty Actuarial Society Forum*, Winter 2007, pp. 103–158.
- [4] J. W. Hardin and J. M. Hilbe, *Generalized linear models and extensions*. Stata press, 2007.
- [5] Badan Pusat Statistik, "Indeks Pembangunan Manusia 2021," BPS, 2021.
- [6] D. N. Gujarati and D. C. Porter, *Basic Econometrics*, 5th ed., New York: McGraw-Hill Companies, 2009.
- [7] K. P. Burnham and D. R. Anderson, "Multimodel inference: Understanding AIC and BIC in model selection," *Sociological Methods and Research*, vol. 33, no. 2, pp. 261–304, 2004.
- [8] Bappenas, "Rencana Strategik Penanggulangan Kemiskinan di Indonesia," Jakarta: Bappenas, 2004.
- [9] J. S. Long, *Regression Models for Categorical and Limited Dependent Variables*, California: Sage Publications, 1997.
- [10] Dyar Al Falah Hilman and Aceng Komarudin Mutaqin, "Penerapan Regresi Double Poisson untuk Memprediksi Pertandingan dan Klasemen Liga 1 Indonesia," *Jurnal Riset Statistika*, pp. 97–106, Dec. 2023, doi: 10.29313/jrs.v3i2.2784.
- [11] Mario Bernardino, "Penerapan CUSUM-Tukey's Control Chart untuk Mendeteksi Perubahan Rata-Rata Proses pada Data Non-Normal," *Jurnal Riset Statistika*, pp. 119–124, Dec. 2023, doi: 10.29313/jrs.v3i2.2955.