

Pemodelan HIV dan AIDS di Provinsi Jawa Timur Menggunakan Metode Regresi Bivariat Poisson Invers Gaussian (BPIG)

Modeling HIV and AIDS in East Java Province Using the Bivariate Poisson Inverse Gaussian (BPIG) Regression Method

Novina Indah Fitriyah¹, Prizka Rismawati Arum², Rochdi Wasono³

^{1, 2, 3} Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang
Corresponding author : novinaindahf@gmail.com

Abstrak

Regresi Poisson adalah metode regresi yang digunakan untuk memodelkan hubungan antara variabel dependen diskrit dalam bentuk data hitungan (*count*). Namun, data hitungan pada variabel dependen sering kali mengalami masalah *overdispersi* atau *underdispersi*, yang berarti bahwa variansinya lebih besar atau lebih kecil daripada rata-rata. Masalah ini tidak sesuai dengan asumsi regresi Poisson, di mana diasumsikan bahwa rata-rata sama dengan varians (*equidispersi*). Untuk mengatasi masalah ini, salah satu model yang dapat digunakan adalah *Bivariate Poisson Inverse Gaussian*. Model ini dapat menjelaskan hubungan antara dua variabel dependen, seperti HIV dan AIDS, dengan beberapa variabel independen. Kesehatan dianggap sebagai unsur kunci dalam perkembangan ekonomi Negara dan permasalahan kesehatan, terutama HIV dan AIDS menjadi isu utama dalam rangka mencapai *Sustainable Development Goals* (SDGs) di Indonesia. Sehingga diperlukan penelitian untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jumlah kasus HIV dan AIDS di Provinsi Jawa Timur tahun 2022. Penaksir parameter dilakukan dengan metode Maximum Likelihood Estimation (MLE). Hasil penelitian menunjukkan model regresi *Bivariate Poisson Invers Gaussian* adalah $\hat{\lambda}_1 = \exp(4,30692 + 0,00004X_1 + 0,00048X_2 + 0,00006X_3 + 0,01657X_4 + 0,00403X_5 - 0,02719X_6)$ dan $\hat{\lambda}_2 = \exp(2,52020 + 0,00034X_1 + 0,00560X_2 + 0,00006X_3 - 0,00257X_4 + 0,00303X_5 + 0,00497X_6)$, di mana variabel kepadatan penduduk per kilometer, presentase daerah yang berstatus desa, presentase pasangan usia subur pengguna kondom, presentase penduduk yang maksimal tamat SMA, presentase penduduk miskin, dan presentase penderita infeksi menular seksual, berpengaruh secara signifikan terhadap kasus HIV dan AIDS dengan nilai AIC sebesar 5994.888.

Kata Kunci : AIDS, HIV, *Overdispersi*, *Regresi Poisson Bivariat*, *Poisson Invers Gaussian*.

Abstract

Poisson regression is a method used to model the relationship between a discrete dependent variable in the form of count data. However, count data on the dependent variable often experience issues of overdispersion or underdispersion, meaning that the variance is either greater or smaller than the mean. This problem does not align with the Poisson regression assumption, which assumes that the mean is equal to the variance (equidispersion). To address this issue, one model that can be used is the Bivariate Poisson Inverse Gaussian. This model can explain the relationship between two dependent variables, such as HIV and AIDS, with several independent variables. Health is considered a key element in the economic development of a country, and health issues, particularly HIV and AIDS, are major concerns in achieving the Sustainable Development Goals (SDGs) in Indonesia. Therefore, research is needed to identify the factors influencing the number of HIV and AIDS cases in East Java Province in 2022. Parameter estimation was carried out using the Maximum Likelihood Estimation (MLE) method. The research results indicate that the Bivariate Poisson Inverse Gaussian regression model is $\hat{\lambda}_1 = \exp(4,30692 + 0,00004X_1 + 0,00048X_2 + 0,00006X_3 + 0,01657X_4 + 0,00403X_5 - 0,02719X_6)$ and $\hat{\lambda}_2 = \exp(2,52020 + 0,00034X_1 + 0,00560X_2 + 0,00006X_3 - 0,00257X_4 + 0,00303X_5 + 0,00497X_6)$, where the variables population density per kilometer, the percentage of areas classified as villages, the percentage of condom-using couples of childbearing age, the percentage of the population with a maximum education of high school, the percentage of the poor population, and the percentage of sexually transmitted infection sufferers significantly affect HIV and AIDS cases with an AIC value of 5994.888.

Keywords : AIDS, HIV, *Overdispersion*, *Bivariate Poisson Regression*, *Poisson Inverse Gaussian*.

PENDAHULUAN

Kesejahteraan ekonomi suatu negara sangat terkait dengan kesehatan, karena faktor ini memiliki dampak signifikan pada produktivitas sumber daya manusia. Kesehatan menjadi prioritas utama dalam mencapai pembangunan berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya dalam upaya untuk menjamin kehidupan yang sehat dan meningkatkan kesejahteraan individu di berbagai kelompok umur. Terdapat 38 SDGs terkait kesehatan yang perlu dicapai. Namun, masih banyak permasalahan yang belum terselesaikan sepenuhnya, antara lain kenaikan angka HIV dan AIDS yang menjadi salah satu penanda belum berhasilnya upaya untuk menekan atau mencegah penularan kasus HIV dan AIDS di kalangan masyarakat (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, 2022).

HIV dan AIDS telah menyebar ke beberapa wilayah Indonesia dan berubah menjadi pandemi dalam beberapa dekade terakhir. Virus yang dikenal dengan nama *Human Immunodeficiency Virus* (HIV) ini menyerang sistem kekebalan tubuh manusia dan berpotensi menyebabkan AIDS atau *Acquired Immunodeficiency Syndrome* (Junita & Dewi, 2016). (World Health Organisation, 2022) mengatakan bahwa negara-negara di kawasan Asia-Pasifik, seperti Indonesia, mengalami masalah HIV dan AIDS yang terkonsentrasi pada kelompok populasi spesifik. Hal ini disebabkan oleh perilaku khusus dari kelompok-kelompok ini yang memiliki tingkat penularan HIV dan AIDS yang tinggi.

Terdapat 9.208 kasus baru HIV yang terdeteksi di Jawa Timur, dengan laki-laki menyumbang sebanyak 59,8% (5.506 kasus), sedangkan perempuan mencapai 40,2% (3.702 kasus). Dalam konteks kelompok usia, sekitar 70,4% berada dalam rentang usia 25-49 tahun. Situasi ini terkait dengan mobilitas tinggi dan perilaku berisiko yang lebih dominan pada laki-laki usia produktif dibandingkan dengan perempuan. Sedangkan pada kasus AIDS terjadi lonjakan yang cukup besar pada tahun 2022, dengan jumlah kasus mencapai 1080.

Tingginya kasus HIV dan AIDS mencerminkan berbagai faktor, termasuk perubahan dalam kebijakan dan program pencegahan HIV dan AIDS, tingkat kesadaran masyarakat, akses terhadap layanan kesehatan, dan perubahan perilaku seksual yang berisiko. Misalnya, penurunan jumlah kasus pada tahun 2021 mungkin disebabkan oleh upaya pencegahan yang berhasil atau pengurangan tes HIV selama masa pandemi COVID-19. Sedangkan lonjakan kasus pada tahun 2022 bisa disebabkan oleh beberapa faktor, seperti peningkatan tes HIV, perubahan perilaku seksual yang berisiko, atau kurangnya akses terhadap layanan pencegahan dan pengobatan (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, 2022). Penanganan kasus HIV dan AIDS masih berfokus pada upaya kesehatan, sedangkan hasil riset sebelumnya menunjukkan bahwa akar masalah berasal dari lingkungan dan dinamika sosial masyarakat. Oleh karena itu, diperlukan analisis yang mempertimbangkan dampak kasus HIV dan AIDS dari perspektif kesehatan dan masyarakat (Situmeang et al., 2017).

Data yang mengalami overdispersi atau underdispersi tidak cocok untuk dimodelkan menggunakan regresi Poisson (Rahmadini et al., 2023). Pelanggaran asumsi dapat diatasi dengan menerapkan model *Poisson Inverse Gaussian* (PIG). Menurut (Armawati, 2018) Untuk mengatasi situasi di mana data memiliki dua variabel dependen, seperti kasus HIV dan AIDS di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2022, pendekatan yang dapat digunakan adalah model *Bivariat Poisson Inverse Gaussian* (BPIG).

METODE

Regresi Poisson

Regresi Poisson adalah salah satu metode yang digunakan untuk menganalisis data diskrit (hitungan) (Arum et al., 2023). Jika variabel acak diskrit (y) mengikuti distribusi Poisson dengan parameter tertentu, maka fungsi probabilitas distribusi Poisson dapat didefinisikan sebagai berikut:

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

μ adalah jumlah mean kejadian dalam interval tertentu. Nilai ekspektasi dan varians dari distribusi poisson adalah:

$$E[y] = var [y] = \mu$$

Pendekatan ini digunakan pada bidang biologi, teknik, dan kesehatan masyarakat dimana variabel responnya adalah kuantitas item atau kejadian yang muncul dari berbagai atribut tertentu. Selain itu, data diskrit (hitungan) yang mendokumentasikan kuantitas atau keteraturan suatu peristiwa yang terjadi dalam jangka waktu tertentu juga sering dianalisis menggunakan regresi Poisson. Anda dapat mengubah rentang waktu ini menjadi berbeda setiap menit, jam, minggu, atau tahun (Armawati, 2018).

Regresi Poisson Bivariat

Regresi Poisson bivariat merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk memodelkan data multivariat, khususnya pada setting bivariat dengan format data numerik (Armawati, 2018). Pendekatan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE), yang berupaya memaksimalkan fungsi kemungkinan, digunakan untuk memperkirakan parameter regresi bivariat Poisson. Saat memperkirakan parameter dalam model statistik, terutama model nonlinier seperti regresi bivariat Poisson, fungsi kemungkinan sering kali dimaksimalkan. Karena pendekatan ini dapat memperkirakan model nonlinier dengan sebaik-baiknya, seperti yang ditunjukkan oleh Kleinbaum (1994) melalui (Ratnasari, 2013) maka pendekatan ini dipilih. Fungsi kemungkinan untuk regresi Poisson bivariat, dengan n sampel acak dari suatu variabel acak, dapat ditulis sebagai berikut:

$$L(\lambda_3, \beta_{1i}, \beta_{2i}) = \prod_{i=1}^n e^{-\lambda_3 \sum_{j=1}^2 \lambda_j} \prod_{j=1}^2 \frac{\lambda_j^{y_j}}{y_j} \sum_{k=0}^s \binom{y_j}{k} k! \left(\frac{\lambda_3}{\prod_{j=1}^2 y_j} \right)^k \quad (2)$$

Kriteria pengujianya adalah menolak H_0 jika $\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} < \lambda_3$ saat $0 < \lambda_3 < 1$.

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \left[\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right]$$

$$D(\hat{\beta}) = 2 \left[\left(- \sum_{i=1}^n \exp(x_i^T \beta_1) - \sum_{i=1}^n \exp(x_i^T \beta_2) + \sum_{i=1}^n \ln A_i \right) - \Delta \right]$$

dimana $\Delta = (- \sum_{i=1}^n \exp(\beta_{10}) - \sum_{i=1}^n \exp(\beta_{20}) + \sum_{i=1}^n \ln A_i)$.

Istilah $D(\hat{\beta})$ menunjukkan deviasi model yang digunakan sebagai uji statistik, dan jika $D(\hat{\beta}) > X^2_{(k, \alpha)}$, maka H_0 adalah ambang penolakan. Sementara itu, berikut rumusan pengujian hipotesis parameter parsial (Armawati, 2018):

$$H_0 : \beta_{j1} = 0$$

$$H_1 : \beta_{j1} \neq 0 ; j = 1, 2$$

Statistik uji yaitu

$$z = \frac{\hat{\beta}_{j1}}{se(\hat{\beta}_{j1})} \quad (3)$$

Daerah penolakan terjadi ketika $|Z_{wald}|$ melampaui $z_{\alpha/2}$. Dari $var(\hat{\theta})$ diagonal ke $(j + 1)$ menghasilkan nilai $se(\hat{\beta}_{j1})$.

AIC (Akaike Information Criterion)

AIC (*Akaike Information Criterion*) adalah kriteria yang digunakan untuk memilih model dalam ekonometrika. Model yang terbaik adalah model yang menghasilkan nilai AIC terendah (Azizah & Arum, 2021). AIC (*Akaike Information Criterion*) didefinisikan sebagai berikut:

$$AIC = -2 \ln L(\beta) + 2k \tag{4}$$

dimana

k : kuantitas parameter yang digunakan

$L(\beta)$: probabilitas maksimum

Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari website Badan Pusat Statistik (BPS) dan Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, yaitu mengenai jumlah kasus penderita HIV dan AIDS di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2022.

Tahapan Analisis Data

Proses analisis dimulai dengan analisis deskriptif, diikuti oleh pengujian asumsi untuk analisis korelasi, uji distribusi Poisson, serta uji overdispersi atau underdispersi. Selanjutnya, dilakukan uji multikolinearitas. Setelah itu, model dibuat dengan menggunakan metode regresi Bivariat Poisson Inverse Gaussian (BPIG). Langkah terakhir adalah memilih model terbaik berdasarkan nilai AIC yang paling rendah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Deskriptif

Data yang digunakan dalam penelitian di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2022 mencakup 38 Kabupaten/Kota dan berfokus pada jumlah kasus penderita HIV (Y_1), Penderita AIDS (Y_2), Kepadatan Penduduk Per Kilometer (X_1), Daerah Yang Berstatus Desa (X_2), Pasangan Usia Subur Pengguna Kondom (X_3), Presentase Penduduk Yang Maksimal Tamat SMA (X_4), Penduduk Miskin (X_5), Presentase Penderita Infeksi Menular Seksual (X_6). Deskripsi statistik untuk setiap variabel dapat ditemukan pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1.

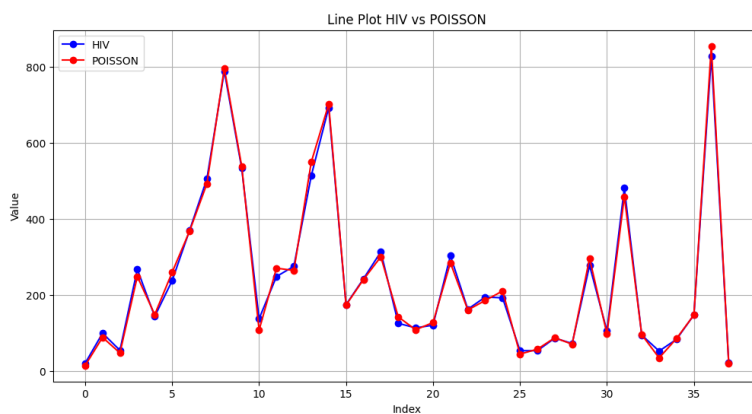
Analisis Statistika Deskriptif Variabel *Dependent* dan *Independent*

Variabel	N	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Standar Deviasi
Y_1	38	21,00	828,00	242,32	209,65
Y_2	38	0,00	120,00	33,32	13,68
X_1	38	281,20	8959,50	1943,83	2294,21
X_2	38	0,00	462,00	202,63	134,94
X_3	38	240,00	18928,00	3290,61	3140,81
X_4	38	10,29	38,60	23,21	7,16
X_5	38	7,88	252,88	110,03	67,84
X_6	38	0,00	42,86	6,29	7,68

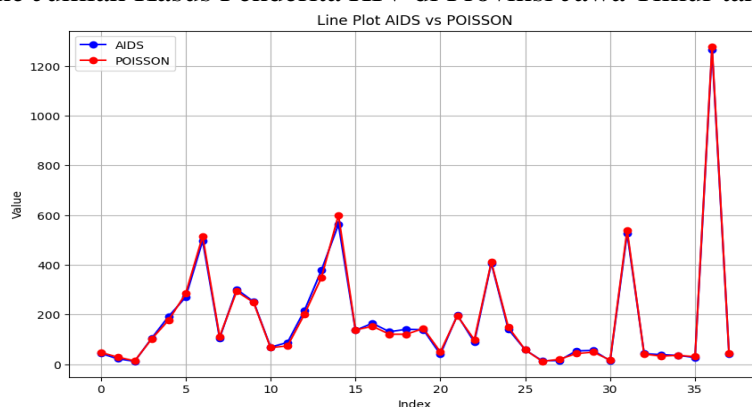
Tabel 1 menyajikan nilai minimum, maksimum, rata-rata, dan deviasi standar untuk setiap variabel yang dianalisis. Pada tahun 2022, rata-rata jumlah kasus HIV di kabupaten/kota di Jawa Timur adalah sekitar 242,32 kasus, dengan jumlah kasus tertinggi

mencapai 828 dan jumlah terendah 21 kasus. Deviasi standar sebesar 209,65 menunjukkan adanya variasi yang cukup besar dalam jumlah kasus HIV antar kabupaten/kota. Sementara itu, rata-rata kasus AIDS di Jawa Timur pada tahun 2022 adalah 33,32 kasus, dengan jumlah tertinggi mencapai 120 dan jumlah terendah 0 kasus. Deviasi standar sebesar 13,68 menunjukkan variasi yang signifikan dalam jumlah kasus AIDS di kabupaten/kota, dengan perbedaan yang cukup besar dari yang sangat tinggi hingga sangat rendah.

Gambar 1.
Plot Line Jumlah Kasus Penderita HIV di Provinsi Jawa Timur tahun 2022



Gambar 2.
Plot Line Jumlah Kasus Penderita HIV di Provinsi Jawa Timur tahun 2022



Eksplorasi data membantu dalam memahami karakteristik data dan memudahkan pemilihan model analisis statistik yang tepat. Gambar 1 memperlihatkan plot jumlah kasus HIV di Provinsi Jawa Timur untuk tahun 2022, sementara Gambar 2 menampilkan plot jumlah kasus AIDS di provinsi yang sama pada tahun yang sama. Plot ini berguna untuk mengenali pola distribusi data. Dari plot tersebut, tampak bahwa jumlah kasus HIV dan AIDS cenderung mengikuti distribusi Poisson atau sejalan dengan grafik Poisson. Oleh karena itu, untuk analisis selanjutnya, akan digunakan analisis regresi Poisson pada jumlah kasus HIV dan AIDS di Provinsi Jawa Timur tahun 2022.

Korelasi

Analisis regresi bivariate mengasumsikan adanya hubungan linier antara dua variabel dependen. Dalam konteks ini, hubungan yang dianalisis adalah antara jumlah kasus HIV dan jumlah kasus AIDS.

Tabel 2.
Korelasi Variabel Respon

Korelasi	HIV	AIDS
Y_1	1	0,7723
Y_2	0,7723	1

Berdasarkan Tabel 2, hasil analisis korelasi menunjukkan adanya hubungan signifikan antara variabel jumlah kasus HIV dan jumlah kasus AIDS. Artinya, peningkatan jumlah kasus HIV cenderung diikuti dengan peningkatan jumlah kasus AIDS. Korelasi sebesar 0,7723 menunjukkan adanya hubungan positif yang kuat. Korelasi ini mengindikasikan bahwa regresi Poisson bivariat merupakan metode yang cocok untuk menganalisis data tersebut.

Uji *Overdispersi*

Pelanggaran asumsi kesamaan rata-rata dan varians (*equidispersi*) dalam model regresi Poisson dapat muncul dalam dua situasi. Pertama, *underdispersi*, di mana variabel dependen memiliki variansi yang lebih rendah dibandingkan dengan rata-ratanya, atau nilai dispersi yang diperkirakan kurang dari 1. Kedua, *overdispersi*, di mana variabel dependen menunjukkan variansi yang lebih tinggi daripada rata-ratanya, atau nilai dispersi yang diperkirakan lebih dari 1 (Haris & Arum, 2022).

Hipotesis:

H_0 : Data kasus menunjukkan *Underdispersion*

H_1 : Data kasus menunjukkan *Overdispersion*

Tabel 3.
Korelasi Variabel Respon

Variabel	Estimasi Dispersi	$p - value$
Y_1	175,6104	0,00272
Y_2	294,6601	0,04096

Berdasarkan Tabel 3 di atas, nilai estimasi untuk variabel kasus Penderita HIV (Y_1) adalah 175,6104 sementara untuk variabel kasus Penderita AIDS (Y_2) adalah 294,6601. Dengan demikian, H_1 diterima. Ini menunjukkan bahwa data mengalami *overdispersion*, karena nilai estimasi dispersi melebihi 1.

Uji *Multikolinearitas*

Salah satu persyaratan dalam regresi adalah menguji *multikolinearitas*, yang merujuk pada adanya hubungan linier antara variabel prediktor. Salah satu metode untuk mendeteksi *multikolinearitas* adalah dengan memeriksa nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) dari variabel independen. Nilai VIF untuk masing-masing variabel dapat ditemukan dalam Tabel 1 berikut ini.

Tabel 4.
Hasil Pemeriksaan *Multikolinearitas*

Variabel <i>Independent</i>	Nilai VIF HIV	Nilai VIF AIDS
X_1	3,0194	3,2797
X_2	1,111	1,0858
X_3	3,3597	2,8174
X_4	4,5564	3,8603
X_5	3,4423	2,5810

Variabel Independent	Nilai VIF HIV	Nilai VIF AIDS
X_6	7,5534	7,2610

Berdasarkan Tabel 4, semua variabel independen memiliki nilai VIF di bawah 10. Ini menunjukkan bahwa pengujian multikolinearitas tidak mengindikasikan adanya masalah multikolinearitas dalam model regresi. Oleh karena itu, semua variabel independen yang berkaitan dengan kasus penderita HIV dan AIDS memenuhi asumsi mengenai multikolinearitas.

Uji Serentak pada Pemodelan HIV dan AIDS dengan Regresi *Bivariate Poisson Invers Gaussian*

Pengujian parameter secara keseluruhan dilakukan untuk menunjukkan apakah semua variabel prediktor memiliki dampak signifikan terhadap variabel respons atau minimal satu variabel prediktor memiliki dampak terhadap variabel respons.

Hipotesis:

$$H_0 : \beta_{j1} = \beta_{j2} = \dots = \beta_{jk} = 0; j = 1, 2$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_{ji} \neq 0; j = 1, 2, \dots, k$$

Taraf Signifikansi:

$$\alpha = 5\% = 0,05$$

Kriteria Penolakan:

$$\text{Tolak } H_0 \text{ jika nilai } D(\hat{\beta}) > X^2_{(12,0.05)}.$$

Tabel 5.

Hasil Uji Serentak pada *Bivariate Poisson Invers Gaussian*

$D(\hat{\beta})$	AIC	$x^2_{(12,0.05)}$
5458,210	5994,888	21,026

Dari analisis didapatkan hasil perhitungan $D(\hat{\beta}) = 5458,210$ dan $X^2_{(12,0.05)} = 21,026$. Jika dibandingkan maka $D(\hat{\beta}) = 5458,210 > X^2_{(12,0.05)} = 21,026$. Berdasarkan hasil tabel uji serentak, dapat disimpulkan bahwa nilai $D(\hat{\beta}) > X^2_{(12,0.05)}$, sehingga H_0 ditolak atau dapat diartikan bahwa minimal terdapat satu variabel independen yang mempengaruhi variabel dependen.

Uji Parsial pada Pemodelan HIV dan AIDS dengan Regresi *Bivariate Poisson Invers Gaussian*

Uji parsial digunakan untuk mengevaluasi pengaruh masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen secara terpisah.

Hipotesis:

$$H_0 : \beta_j = 0, j = 1, 2, \dots, k$$

(Variabel bebas berpengaruh secara signifikan terhadap variabel terikat).

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

(Variabel bebas tidak berpengaruh secara signifikan terhadap variabel terikat).

Taraf Signifikansi:

$$\alpha = 5\% = 0,05$$

Kriteria Penolakan:

$$H_0 \text{ ditolak jika } p - \text{wald} < \alpha \text{ atau } Z_{\text{wald}} > Z_{\alpha/2}.$$

Tabel 6.
Hasil Uji Parsial pada *Bivariate Poisson Invers Gaussian*

Par	Jumlah Kasus HIV Jawa Timur				Jumlah Kasus AIDS Jawa Timur			
	Koef	SE	Z_{wald}	$p-wald$	Koef	SE	Z_{wald}	$p-wald$
β_0	4,30692	7,54423	57,089	0,01	2,52020	9,30004	27,099	0,001
β_1	0,00004	0,00001	4,311	0,01	0,00034	0,00001	27,143	0,001
β_2	0,00048	0,00015	3,038	0,01	0,00560	0,00020	27,347	0,001
β_3	0,00006	0,00003	19,011	0,01	0,00006	0,00004	15,742	0,001
β_4	0,01657	0,00271	6,116	0,01	-0,00257	0,00329	2,783	0,004
β_5	0,00403	0,00029	13,445	0,01	0,00303	0,00038	7,916	0,002
β_6	-0,02719	0,00224	12,112	0,01	0,00497	0,00227	2,190	0,003

Hasil menggunakan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ dan $Z_{\alpha/2} = 1,96$, maka di peroleh nilai dengan kriteria pengambilan keputusan tolak H_0 jika $p - wald < \alpha$ dan $Z_{wald} > Z_{\alpha/2}$. Berdasarkan tabel diatas bahwa semua variabel berpengaruh terhadap kasus HIV dan AIDS yaitu, penduduk per kilometer, presentase daerah yang berstatus desa, presentase pasangan usia subur pengguna kondom, presentase penduduk miskin, dan presentase penderita infeksi seksual.

Model yang didapatkan dari penaksiran parameter model seperti berikut ini:

$$\hat{\lambda}_1 = \exp(4,30692 + 0,00004X_1 + 0,00048X_2 + 0,00006X_3 + 0,01657X_4 + 0,00403X_5 - 0,02719X_6)$$

$$\hat{\lambda}_2 = \exp(2,52020 + 0,00034X_1 + 0,00560X_2 + 0,00006X_3 - 0,00257X_4 + 0,00303X_5 + 0,00497X_6)$$

Berdasarkan model di atas, maka dapat di interpretasikan sebagai berikut ini. Nilai intercept pada kasus HIV sebesar 74,211787 merupakan log dari nilai rata-rata dasar ketika semua variabel independen bernilai 0. Setiap penambahan satu persen pada kepadatan penduduk per kilometer (X_1) maka akan meningkatkan rata-rata HIV sebesar 1,00004, yang sangat dekat dengan 1 karena nilai koefisien yang sangat kecil. Setiap penambahan satu persen pada daerah yang berstatus desa (X_2) maka akan mengakibatkan peningkatan rata-rata HIV sebesar 1,00048. Setiap penambahan satu persen pada presentase pasangan usia subur pengguna kondom (X_3) maka akan mengakibatkan peningkatan rata-rata HIV sebesar 1,00006. Setiap penambahan satu persen pada penduduk yang maksimal tamat SMA (X_4) maka akan mengakibatkan peningkatan rata-rata HIV sebesar 1,01671. Setiap penambahan satu persen pada penduduk miskin (X_5) akan mengakibatkan peningkatan rata-rata HIV sebesar 1,00404. Setiap penambahan satu persen pada presentase penderita infeksi menular seksual (X_6) maka akan mengakibatkan penurunan rata-rata HIV sebesar 0,97317 kali.

Berdasarkan model di atas, maka dapat di interpretasikan sebagai berikut ini. Nilai intercept pada kasus AIDS sebesar 12,43108 merupakan log dari nilai rata-rata dasar ketika semua variabel independen bernilai 0. Setiap penambahan satu persen pada variabel kepadatan penduduk per kilometer (X_1) maka akan mengakibatkan peningkatan rata-rata AIDS sebesar 1,00034. Setiap penambahan satu persen pada variabel daerah yang berstatus desa (X_2) maka akan mengakibatkan peningkatan rata-rata AIDS sebesar 1,005621. Setiap penambahan satu persen pada pasangan usia subur pengguna kondom (X_3) maka akan mengakibatkan peningkatan rata-rata AIDS sebesar 1,000065. Setiap penambahan satu persen pada variabel presentase penduduk yang maksimal tamat SMA (X_4) maka akan mengakibatkan penambahan rata-rata AIDS

sebesar 0,997433, menunjukkan penurunan dalam peningkatan AIDS. Setiap penambahan satu persen pada variabel penduduk miskin (X_5) maka akan mengakibatkan peningkatan rata-rata AIDS sebesar 1,003036. Setiap penambahan satu persen pada variabel presentase penderita infeksi menular seksual (X_6) maka akan mengakibatkan peningkatan rata-rata AIDS sebesar 1,00499 kali.

Model Pada Regresi *Bivariate Poisson Invers Gaussian*

Hasil model dari analisis regresi *Bivariate Poisson Invers Gaussian* ditentukan oleh nilai AIC. Model terbaik adalah yang memiliki nilai AIC terendah. Nilai AIC untuk model regresi dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 7.

Nilai AIC pada *Bivariate Poisson Invers Gaussian*

Metode	Model	AIC	Likelihood	R^2
Regresi Poisson Bivariat	HIV dan AIDS	5994,888	-2983,444	0,684365

Model *Regresi Poisson bivariat* yang mempertimbangkan kedua variabel HIV dan AIDS secara bersamaan memiliki nilai AIC sebesar 5994,888 dan nilai *likelihood* -2983,444. Dalam kasus ini, nilai AIC dan nilai *likelihood* pada *regresi Poisson bivariat* lebih besar karena menggunakan lebih banyak data. Ketika melakukan analisis regresi, penggunaan lebih banyak data dapat menghasilkan perkiraan yang lebih akurat tentang hubungan antara variabel *independen* (HIV dan AIDS) dan variabel *dependen*. Model regresi menjelaskan sekitar 68,44% dari variansi variabel *dependen*. Ini berarti bahwa 68,44% perubahan dalam variabel *dependen* dapat diuraikan oleh variabel *independen* dalam model. Sementara itu, 31,56% dari variansi variabel *dependen* dipengaruhi oleh faktor-faktor lain yang tidak tercakup dalam model.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada bab sebelumnya, penulis dapat menyimpulkan beberapa hal, antara lain:

1. Data menunjukkan variasi yang signifikan dalam kasus HIV dan AIDS di Provinsi Jawa Timur. Kota Surabaya mencatat jumlah kasus HIV tertinggi sebanyak 828, sedangkan Kabupaten Banyuwangi memiliki kasus AIDS tertinggi dengan jumlah 120 orang. Di sisi lain, Kabupaten Bondowoso tidak melaporkan kasus AIDS sedangkan Kabupaten Pacitan memiliki kasus HIV terendah sebanyak 21 orang. Hal ini mengindikasikan perbedaan dalam tingkat prevalensi dan penanganan HIV dan AIDS di setiap wilayah, yang perlu dipertimbangkan dalam upaya pencegahan dan penanggulangan di Provinsi Jawa Timur.
2. Model Regresi *Bivariat Poisson Invers Gaussian* (BPIG) optimal untuk menganalisis kasus HIV dan AIDS di Provinsi Jawa Timur tahun 2022. Hal ini terlihat dari nilai AIC yang rendah, korelasi yang saling berhubungan dan nilai *R-square* yang tinggi pada regresi *Poisson bivariate*. Berikut adalah model regresi *Bivariat Poisson Invers Gaussian* (BPIG):

$$\hat{\lambda}_1 = \exp(4,30692 + 0,00004X_1 + 0,00048X_2 + 0,00006X_3 + 0,01657X_4 + 0,00403X_5 - 0,02719X_6)$$

$$\hat{\lambda}_2 = \exp(2,52020 + 0,00034X_1 + 0,00560X_2 + 0,00006X_3 - 0,00257X_4 + 0,00303X_5 + 0,00497X_6)$$

3. Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus HIV dan AIDS di Provinsi Jawa Timur meliputi kepadatan penduduk per kilometer, status daerah sebagai desa, pasangan usia subur yang menggunakan kondom, persentase penduduk dengan pendidikan hingga SMA, tingkat kemiskinan, dan persentase penderita infeksi menular seksual di setiap kabupaten/kota di Jawa Timur pada tahun 2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Armawati, W. N. (2018). *Metode Regresi Poisson Bivariat Dalam Pemodelan jumlah Kasus HIV dan AIDS Di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2016*.
- Arum, P. R., Manfaati Nur, I., Jihan Syafiqoh, A., & Rizky Utami, H. (2023). Permodelan Jumlah Kasus Tuberkulosis Di Kabupaten Purbalingga Tahun 2022 Menggunakan Regresi Binomial Negatif. *Journal Of Data Insights*, 1(2), 44–50.
- Azizah, I. N., & Arum, P. R. (2021). Pemodelan Generalized Poisson Regression untuk Mengetahui Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Padi di Kabupaten Blora Tahun 2020. *Prosiding Seminar Nasional UNIMUS*, 78–86.
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. (2022). Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur 2022. *Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur*, tabel 53.
- Haris, M. Al, & Arum, P. R. (2022). Negative Binomial Regression and Generalized Poisson Regression Models on the Number of Traffic Accidents in Central Java. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 16(2), 471–482.
- Rahmadini, D., Manfaati, I. N., & Rismawati, P. A. (2023). Pemodelan Bivariate Generalized Poisson Regression pada Kasus Angka Kematian di Provinsi Jawa Tengah. *Prosiding Seminar Nasional UNIMUS*, 6, 401–410.
- Situmeang, B., Syarif, S., & Mahkota, R. (2017). Hubungan Pengetahuan HIV/AIDS dengan Stigma terhadap Orang dengan HIV/AIDS di Kalangan Remaja 15-19 Tahun di Indonesia (Analisis Data SDKI Tahun 2012). *Jurnal Epidemiologi Kesehatan Indonesia*, 1(2), 35–43.
- World Health Organisation. (2022). HIV /AIDS epidemic update. *Unaid/Who*, December.