

## **Analisis Dinamika Kasus Baru HIV/AIDS di Kalimantan Timur Menggunakan Regresi Binomial Negatif**

### ***Analysis of New HIV/AIDS Case Dynamics in Kalimantan Timur Using Negative Binomial Regression***

**Eli Zulkatri<sup>1\*</sup>, Lili Hernawati<sup>2</sup>, Yumna Aqila Kaltsum<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Institut Teknologi Kalimantan, Jl. Soekarno-Hatta Km. 15, Balikpapan Utara

\*Penulis Korespondensi. e-mail: eli.zulkatri@lecturer.itk.ac.id

### **ABSTRACT**

*HIV/AIDS remains a public health issue that needs to be examined not only through the number of cases but also through its temporal and regional dynamics. This study aims to analyze the dynamics of new HIV/AIDS cases in East Kalimantan Province and examine the association between socioeconomic indicators and the number of new cases. The study used panel data from 10 regencies/cities from 2022 to 2025, resulting in 40 observations. The response variable was the number of new HIV/AIDS cases, while the explanatory variables included population density, poverty rate, open unemployment rate, and year indicators. The analysis was conducted using Poisson regression and Negative Binomial regression. The descriptive results show that total new HIV/AIDS cases declined from 453 cases in 2022 to 297 cases in 2025, but remained concentrated in Samarinda City, Balikpapan City, and Kutai Kartanegara. The Poisson model indicated strong overdispersion, with deviance/df of 29.6335 and Pearson/df of 39.0681. The Negative Binomial regression provided a better model fit, with an AIC of 359.5597, substantially lower than the Poisson model AIC of 1,168.6176. The final model shows that the open unemployment rate was positively and significantly associated with new HIV/AIDS cases, with an IRR of 1.5052. Meanwhile, population density, poverty rate, and year indicators were not statistically significant. These findings highlight the importance of considering employment-related socioeconomic vulnerability and regional prioritization in HIV/AIDS control programs in Kalimantan Timur.*

*Keywords: count data, open unemployment rate, overdispersion, public health, regional inequality.*

### **ABSTRAK**

Kasus HIV/AIDS masih menjadi persoalan kesehatan masyarakat yang perlu dianalisis tidak hanya dari sisi jumlah kasus, tetapi juga dari pola perubahannya antarwaktu dan antarwilayah. Penelitian ini bertujuan menganalisis dinamika kasus baru HIV/AIDS di Provinsi Kalimantan Timur serta menguji hubungan antara indikator sosial-ekonomi dan jumlah kasus baru HIV/AIDS. Data yang digunakan merupakan data panel 10 kabupaten/kota selama periode 2022 sampai 2025, sehingga diperoleh 40 observasi. Variabel respons adalah jumlah kasus baru HIV/AIDS, sedangkan variabel penjelas meliputi kepadatan penduduk, persentase penduduk miskin, tingkat pengangguran terbuka, dan indikator tahun. Analisis dilakukan menggunakan regresi Poisson dan regresi Binomial Negatif. Hasil deskriptif menunjukkan bahwa total kasus baru HIV/AIDS menurun dari 453 kasus pada tahun 2022 menjadi 297 kasus pada tahun 2025, tetapi masih terkonsentrasi pada Kota Samarinda, Kota Balikpapan, dan Kutai Kartanegara. Model Poisson menunjukkan overdispersi dengan *deviance/df*

sebesar 29,6335 dan Pearson/df sebesar 39,0681. Regresi Binomial Negatif memberikan kecocokan model yang lebih baik dengan AIC sebesar 359,5597, lebih rendah dibandingkan model Poisson sebesar 1.168,6176. Hasil model menunjukkan bahwa tingkat pengangguran terbuka berasosiasi positif dan signifikan dengan jumlah kasus baru HIV/AIDS dengan IRR sebesar 1,5052. Sementara itu, kepadatan penduduk, persentase penduduk miskin, dan indikator tahun belum signifikan secara statistik. Temuan ini menunjukkan pentingnya mempertimbangkan indikator ketenagakerjaan dan prioritas wilayah dalam pengendalian HIV/AIDS di Kalimantan Timur.

Kata kunci: data cacah, kesehatan masyarakat, ketimpangan wilayah, overdispersi, tingkat pengangguran terbuka.

## PENDAHULUAN

Berbagai laporan internasional menunjukkan bahwa HIV/AIDS masih menjadi salah satu masalah kesehatan masyarakat yang penting untuk terus dipantau. UNAIDS memperkirakan sekitar 40,8 juta orang hidup dengan HIV pada tahun 2024, dengan lebih dari 1,3 juta infeksi baru dan 630.000 kematian terkait AIDS setiap tahunnya (UNAIDS, 2024). Di kawasan Asia-Pasifik, termasuk Indonesia, penularan HIV masih menunjukkan perbedaan antarwilayah dan antarkelompok populasi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pemantauan epidemi tidak cukup dilakukan hanya pada tingkat nasional, tetapi juga perlu dianalisis pada tingkat subnasional agar variasi kasus antarwilayah dapat dipahami secara lebih baik (UNAIDS, 2023).

Di Indonesia, laporan rutin perkembangan HIV/AIDS dan Penyakit Infeksi Menular Seksual (PIMS) menunjukkan bahwa HIV/AIDS masih banyak ditemukan pada kelompok usia produktif. Data Sistem Informasi HIV/AIDS (SIHA) juga memperlihatkan bahwa beban kasus tidak tersebar merata antarprovinsi. Beberapa wilayah dengan aktivitas ekonomi tinggi, mobilitas penduduk yang besar, dan perkembangan kawasan perkotaan cenderung menghadapi tantangan yang lebih kompleks dalam pencegahan dan pengendalian HIV/AIDS (Kementerian Kesehatan RI, 2023). Oleh karena itu, analisis pada tingkat provinsi menjadi penting untuk memahami bagaimana kasus baru HIV/AIDS berkembang antarwilayah dan antarperiode.

Provinsi Kalimantan Timur merupakan salah satu wilayah yang mengalami dinamika pembangunan cukup cepat. Aktivitas industri ekstraktif, arus migrasi tenaga kerja, urbanisasi, dan pembangunan Ibu Kota Nusantara berpotensi meningkatkan mobilitas penduduk dan perubahan sosial-ekonomi wilayah. Laporan pemerintah daerah menunjukkan bahwa hingga tahun 2023 telah ditemukan sekitar 5.000 kasus HIV di Kalimantan Timur, dan jumlah sebenarnya diperkirakan dapat lebih tinggi karena adanya kemungkinan keterlambatan deteksi (Diskominfo Kalimantan Timur, 2023). Selain itu, pemberitaan terbaru juga menunjukkan bahwa kasus HIV/AIDS di Kalimantan Timur masih menjadi perhatian, termasuk pada kelompok populasi berisiko tertentu (Niaga.Asia, 2025). Kondisi tersebut menegaskan perlunya kajian yang lebih terfokus mengenai dinamika kasus baru HIV/AIDS di Kalimantan Timur.

Di sisi lain, kabupaten/kota di Kalimantan Timur memiliki karakteristik sosial-ekonomi yang beragam. Wilayah perkotaan umumnya memiliki kepadatan penduduk dan mobilitas yang lebih tinggi, sedangkan beberapa kabupaten memiliki karakteristik geografis yang lebih luas, kepadatan penduduk lebih rendah, dan akses layanan yang berbeda. Indikator seperti kepadatan penduduk, persentase penduduk miskin, dan tingkat pengangguran terbuka dapat menggambarkan sebagian kondisi struktural yang berkaitan dengan kerentanan sosial-ekonomi masyarakat. Sejumlah kajian menunjukkan bahwa faktor sosial-ekonomi seperti pekerjaan, pendapatan, kemiskinan, dan akses layanan kesehatan dapat berkaitan dengan risiko HIV melalui mekanisme kerentanan sosial, keterbatasan akses pemeriksaan, serta perbedaan kemampuan memperoleh layanan pencegahan dan pengobatan (Soo et al., 2023).

Secara metodologi, jumlah kasus baru HIV/AIDS termasuk data cacah karena dinyatakan dalam bentuk banyaknya kejadian pada suatu wilayah dan periode tertentu. Data cacah sering dianalisis menggunakan regresi Poisson. Namun, model Poisson memiliki asumsi ekuidispersi, yaitu rata-rata dan varians variabel respons bernilai sama. Dalam kasus kesehatan masyarakat, data jumlah kasus sering kali menunjukkan overdispersi karena adanya perbedaan besar antarwilayah, konsentrasi kasus pada wilayah tertentu, atau variasi yang tidak sepenuhnya tertangkap oleh variabel penjelas. Pada kondisi tersebut, regresi Binomial Negatif menjadi alternatif yang lebih fleksibel karena dapat mengakomodasi varians yang lebih besar daripada rata-rata. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa model Binomial Negatif dapat digunakan untuk memodelkan kasus HIV/AIDS ketika data menunjukkan overdispersi (Fatmala et al., 2024).

Meskipun pemodelan kasus HIV/AIDS menggunakan regresi Poisson dan Binomial Negatif telah dilakukan pada beberapa wilayah, kajian yang secara khusus menganalisis dinamika kasus baru HIV/AIDS pada tingkat kabupaten/kota di Kalimantan Timur masih terbatas. Sebagian kajian dan laporan yang tersedia lebih banyak menyajikan deskripsi kasus secara agregat, sedangkan analisis yang menghubungkan kasus baru HIV/AIDS dengan indikator sosial-ekonomi wilayah masih perlu dikembangkan. Selain itu, penggunaan data yang memuat dimensi wilayah dan waktu dapat memberikan gambaran yang lebih lengkap karena tidak hanya menunjukkan perbedaan antar kabupaten/kota, tetapi juga perubahan kasus dari tahun ke tahun.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis dinamika kasus baru HIV/AIDS di kabupaten/kota Provinsi Kalimantan Timur selama periode 2022 sampai 2025 serta menguji hubungan antara indikator sosial-ekonomi dan jumlah kasus baru HIV/AIDS. Indikator sosial-ekonomi yang dianalisis meliputi kepadatan penduduk, persentase penduduk miskin, dan tingkat pengangguran terbuka. Analisis dilakukan menggunakan regresi Poisson dan regresi Binomial Negatif pada data panel kabupaten/kota, kemudian model dibandingkan berdasarkan ukuran overdispersi dan *Akaike Information Criterion* (AIC). Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar statistik untuk memahami wilayah prioritas dan faktor sosial-ekonomi yang berkaitan dengan dinamika kasus baru HIV/AIDS di Kalimantan Timur.

## METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan data sekunder berbentuk panel. Unit analisis mencakup 10 kabupaten/kota di Provinsi Kalimantan Timur selama periode 2022-2025, sehingga diperoleh 40 observasi. Data jumlah kasus baru HIV/AIDS, persentase penduduk miskin, tingkat pengangguran terbuka, jumlah penduduk, kepadatan penduduk, dan luas wilayah diperoleh dari tabel statistik BPS Provinsi Kalimantan Timur periode 2022-2025 (Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur). Struktur data panel digunakan karena data memiliki dua dimensi, yaitu dimensi wilayah dan dimensi waktu, sehingga analisis dapat menggambarkan variasi jumlah kasus baru HIV/AIDS antar kabupaten/kota sekaligus perkembangannya selama periode pengamatan (Baltagi, 2021).

Variabel respons dalam penelitian ini adalah jumlah kasus baru HIV/AIDS pada kabupaten/kota ke- $i$  dan tahun ke- $t$ . Variabel penjelas terdiri atas kepadatan penduduk, persentase penduduk miskin, dan tingkat pengangguran terbuka. Secara matematis,  $Y_{it}$  menyatakan jumlah kasus baru HIV/AIDS,  $X_{1it}$  menyatakan kepadatan penduduk,  $X_{2it}$  menyatakan persentase penduduk miskin, dan  $X_{3it}$  menyatakan tingkat pengangguran terbuka, dengan  $i = 1, 2, \dots, 10$  dan  $t = 2022, 2023, 2024, 2025$ . Pemilihan variabel sosial-ekonomi tersebut didasarkan pada kajian yang menunjukkan bahwa kondisi sosial-ekonomi dapat berkaitan dengan kerentanan HIV melalui akses layanan kesehatan, stabilitas pekerjaan, kondisi tempat tinggal, dan kerentanan sosial masyarakat (Soo et al., 2023).

Tahapan analisis dilakukan secara berurutan. Pertama, dilakukan analisis deskriptif untuk melihat perkembangan jumlah kasus baru HIV/AIDS selama periode 2022-2025 dan variasinya antar kabupaten/kota. Analisis ini mencakup nilai minimum, maksimum, rata-rata, varians, serta visualisasi tren untuk menggambarkan perubahan kasus antarwaktu dan perbedaan antarwilayah. Kedua, dilakukan pemodelan awal menggunakan regresi Poisson. Model ini digunakan karena variabel respons berupa data cacah, yaitu jumlah kasus baru HIV/AIDS. Dalam regresi Poisson, nilai harapan variabel respons dimodelkan melalui fungsi penghubung log, sehingga rata-rata jumlah kasus dapat dinyatakan sebagai fungsi dari variabel penjelas (Cameron & Trivedi, 2013). Model Poisson dalam penelitian ini dituliskan sebagai berikut:

$$Y_{it} \sim \text{Poisson}(\mu_{it}), \quad \log(\mu_{it}) = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \delta_t \quad (1)$$

di mana  $\mu_{it}$  menunjukkan nilai harapan jumlah kasus baru HIV/AIDS pada kabupaten/kota ke- $i$  dan tahun ke- $t$ . Komponen  $\delta_t$  merupakan efek tahun yang digunakan untuk mengontrol perbedaan antarperiode pengamatan, dengan tahun 2022 sebagai kategori acuan. Dalam penelitian ini, efek tahun digunakan untuk menangkap perubahan antarwaktu, sedangkan istilah efek spasial tidak digunakan karena model tidak memasukkan struktur ketergantungan spasial antarwilayah.

Ketiga, dilakukan pemeriksaan overdispersi pada model Poisson. Overdispersi terjadi ketika varians data lebih besar daripada rata-ratanya. Kondisi ini penting diperiksa karena dapat menyebabkan simpangan baku parameter menjadi terlalu kecil dan hasil pengujian signifikansi menjadi kurang dapat diandalkan. Dalam penelitian ini, overdispersi diperiksa menggunakan rasio *deviance* terhadap derajat bebas dan rasio *Pearson chi-square* terhadap derajat bebas. Nilai rasio yang jauh lebih besar dari satu menunjukkan bahwa model Poisson kurang memadai (Payne et al., 2018).

Keempat, apabila overdispersi terdeteksi, analisis dilanjutkan menggunakan regresi Binomial Negatif. Model ini lebih fleksibel dibandingkan regresi Poisson karena menambahkan parameter dispersi, sehingga dapat mengakomodasi data cacah yang memiliki varians lebih besar daripada rata-rata. Penggunaan Binomial Negatif pada pemodelan kasus HIV/AIDS juga telah digunakan pada penelitian di Provinsi Lampung, dengan hasil bahwa model Binomial Negatif lebih sesuai dibandingkan Poisson berdasarkan nilai AIC yang lebih kecil (Fatmala et al., 2024). Model Binomial Negatif dalam penelitian ini dituliskan sebagai berikut:

$$Y_{it} \sim \text{NB}(\mu_{it}, \alpha), \quad \text{Var}(Y_{it} | X_{it}) = \mu_{it} + \alpha \mu_{it}^2 \quad (2)$$

Pada model Binomial Negatif, ragam bersyarat tidak dipaksa sama dengan rata-rata, melainkan diperluas melalui parameter dispersi  $\alpha$ . Jika  $\alpha > 0$ , maka terdapat indikasi bahwa ragam data melebihi rata-ratanya. Untuk data berbentuk panel, pendekatan Binomial Negatif dapat digunakan pada data cacah yang diamati menurut wilayah dan waktu, sebagaimana diterapkan dalam pemodelan jumlah kejahatan kabupaten/kota di Provinsi Lampung (Suratmin et al., 2024).

Kelima, dilakukan pemilihan model terbaik dengan membandingkan model Poisson dan model Binomial Negatif. Kriteria yang digunakan meliputi nilai *Akaike Information Criterion* (AIC), rasio *deviance* terhadap derajat bebas, dan rasio *Pearson chi-square* terhadap derajat bebas. AIC digunakan untuk menilai keseimbangan antara kecocokan model dan kompleksitas model (Akaike, 1974). Secara umum, AIC dirumuskan sebagai berikut:

$$AIC = -2\ln(L) + 2k \quad (3)$$

dengan  $L$  menyatakan nilai *likelihood* maksimum dan  $k$  menyatakan jumlah parameter yang diestimasi. Model dengan nilai AIC lebih kecil dipilih sebagai model yang lebih sesuai, terutama apabila ukuran dispersi juga lebih terkendali.

Keenam, interpretasi hasil model dilakukan menggunakan koefisien regresi dan *Incidence Rate Ratio* (IRR). Nilai IRR diperoleh dari:

$$IRR = \exp(\beta_k) \quad (4)$$

Nilai IRR lebih besar dari satu menunjukkan bahwa peningkatan variabel penjelas berkaitan dengan peningkatan rata-rata jumlah kasus baru HIV/AIDS, sedangkan nilai IRR kurang dari satu menunjukkan hubungan yang berlawanan. Interpretasi hasil dilakukan sebagai hubungan statistik, bukan sebagai hubungan sebab-akibat langsung, karena penelitian ini menggunakan data sekunder observasional. Pada data panel dengan jumlah observasi terbatas, pembacaan koefisien perlu dilakukan secara hati-hati agar hasil model tidak ditafsirkan secara berlebihan sebagai klaim kausal (Zulkatri et al., 2026). Seluruh proses pengolahan data dan pemodelan dilakukan dengan bantuan perangkat lunak R.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

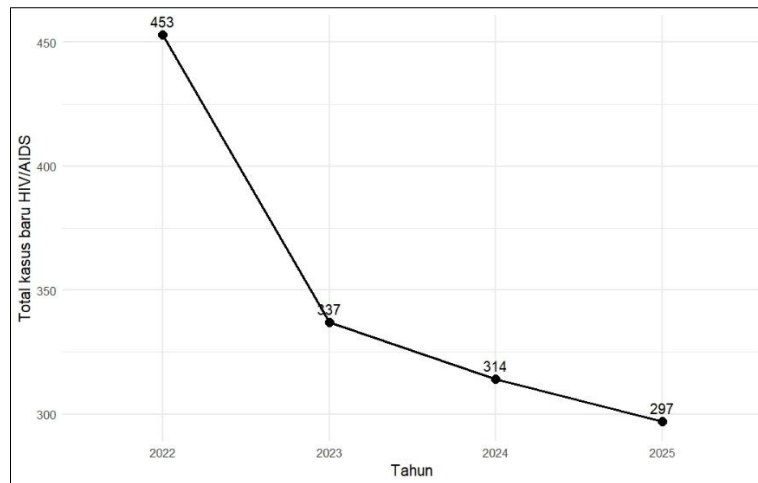
### Analisis Deskriptif

Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup 10 kabupaten/kota di Provinsi Kalimantan Timur selama periode 2022-2025, sehingga diperoleh 40 observasi. Variabel utama yang dianalisis adalah jumlah kasus baru HIV/AIDS, sedangkan variabel penjelas meliputi kepadatan penduduk, persentase penduduk miskin, dan tingkat pengangguran terbuka. Perkembangan jumlah kasus baru HIV/AIDS menurut tahun disajikan pada tabel 1 dan gambar 1.

Tabel 1. Jumlah Kasus Baru HIV/AIDS Menurut Tahun 2022-2025

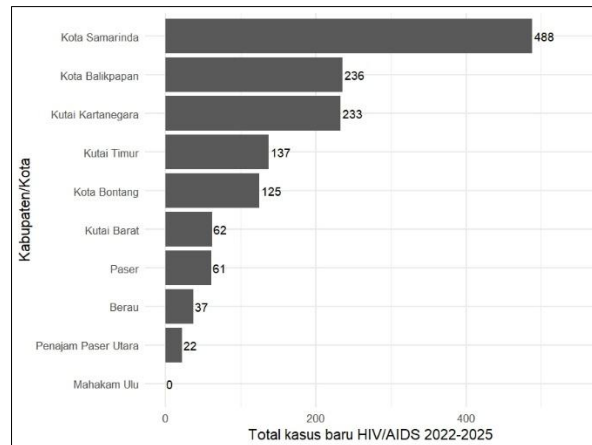
| Tahun | Total Kasus | Rata-rata | Minimum | Maksimum | Varians    |
|-------|-------------|-----------|---------|----------|------------|
| (1)   | (2)         | (3)       | (4)     | (5)      | (6)        |
| 2022  | 453         | 45,3000   | 0       | 161      | 2.930,9000 |
| 2023  | 337         | 33,7000   | 0       | 134      | 1.576,4556 |
| 2024  | 314         | 31,4000   | 0       | 130      | 1.465,1556 |
| 2025  | 297         | 29,7000   | 0       | 111      | 1.070,2333 |

Sumber: BPS Provinsi Kalimantan Timur, diolah (2022-2025)



Gambar 1. Tren Total Kasus Baru HIV/AIDS di Kalimantan Timur, 2022-2025  
Sumber: BPS Provinsi Kalimantan Timur, diolah (2022-2025)

Tabel 1 dan gambar 1 menunjukkan bahwa total kasus baru HIV/AIDS di Kalimantan Timur cenderung menurun selama periode pengamatan. Jumlah kasus turun dari 453 kasus pada tahun 2022 menjadi 297 kasus pada tahun 2025. Penurunan tersebut setara dengan sekitar 34,44%. Pola penurunan ini mengindikasikan adanya perbaikan secara agregat dalam perkembangan kasus baru HIV/AIDS selama periode penelitian. Namun, penurunan tersebut belum dapat dimaknai sebagai pemerataan penurunan kasus di seluruh kabupaten/kota karena variasi antarwilayah masih terlihat cukup besar. Hal ini diperkuat oleh nilai maksimum kasus pada setiap tahun yang masih cukup tinggi, terutama 161 kasus pada tahun 2022 dan 134 kasus pada tahun 2023. Dengan demikian, penurunan total kasus secara agregat belum sepenuhnya menghilangkan konsentrasi kasus pada wilayah tertentu.



Gambar 2. Total Kasus Baru HIV/AIDS Menurut Kabupaten/Kota di Kalimantan Timur, 2022-2025  
Sumber: BPS Provinsi Kalimantan Timur, diolah (2022-2025)

Gambar 2 menunjukkan bahwa kasus baru HIV/AIDS tidak tersebar merata antar kabupaten/kota. Kota Samarinda mencatat total kasus tertinggi, yaitu 488 kasus atau sekitar 34,83% dari seluruh kasus selama periode penelitian. Wilayah berikutnya adalah Kota Balikpapan dengan 236 kasus, Kutai Kartanegara dengan 233 kasus, Kutai Timur dengan 137 kasus, dan Kota Bontang dengan 125 kasus. Lima wilayah tersebut menyumbang sekitar 87,01% dari total kasus baru HIV/AIDS selama periode 2022-2025. Sebaliknya, Mahakam Ulu tidak mencatat kasus baru dalam data yang digunakan.

Pola ini menunjukkan bahwa beban kasus baru HIV/AIDS terkonsentrasi pada wilayah tertentu, terutama wilayah perkotaan atau wilayah dengan aktivitas sosial-ekonomi yang lebih besar.

### Pemodelan Regresi Poisson dan Pemeriksaan Overdispersi

Pemodelan awal dilakukan menggunakan regresi Poisson sebagaimana dirumuskan pada Persamaan (1). Model ini digunakan karena variabel respons berupa data cacah, yaitu jumlah kasus baru HIV/AIDS. Namun, berdasarkan tabel 1, varians jumlah kasus pada setiap tahun jauh lebih besar daripada rata-ratanya. Hal ini memberikan indikasi awal bahwa data mengalami overdispersi, sehingga model Poisson perlu diperiksa sebelum digunakan sebagai dasar interpretasi. Hasil pemeriksaan overdispersi dan perbandingan model disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Pemeriksaan Overdispersi dan Perbandingan Model

| Ukuran                    | Poisson    | Binomial Negatif |
|---------------------------|------------|------------------|
| (1)                       | (2)        | (3)              |
| <i>Deviance</i>           | 977,9053   | 47,7313          |
| <i>Deviance/df</i>        | 29,6335    | 1,4464           |
| <i>Pearson Chi-square</i> | 1.289,2468 | 48,2260          |
| <i>Pearson/df</i>         | 39,0681    | 1,4614           |
| <i>AIC</i>                | 1.168,6176 | 359,5597         |

Sumber: BPS Provinsi Kalimantan Timur, diolah (2022-2025)

Tabel 2 menunjukkan bahwa model Poisson mengalami overdispersi yang sangat kuat. Nilai *deviance/df* sebesar 29,6335 dan *Pearson/df* sebesar 39,0681 jauh lebih besar dari satu. Dengan demikian, asumsi ekuidispersi pada model Poisson tidak terpenuhi. Jika model Poisson tetap digunakan sebagai model utama, simpangan baku parameter berpotensi menjadi terlalu kecil sehingga hasil pengujian signifikansi dapat memberikan kesimpulan yang kurang dapat diandalkan. Setelah overdispersi diakomodasi menggunakan regresi Binomial Negatif, nilai *deviance/df* turun menjadi 1,4464 dan *Pearson/df* turun menjadi 1,4614. Nilai tersebut jauh lebih mendekati satu dibandingkan model Poisson. Selain itu, berdasarkan kriteria AIC pada Persamaan (3), model Binomial Negatif memiliki nilai AIC sebesar 359,5597, jauh lebih kecil dibandingkan model Poisson sebesar 1.168,6176. Berdasarkan hasil tersebut, regresi Binomial Negatif dipilih sebagai model utama untuk menganalisis hubungan antara indikator sosial-ekonomi dan jumlah kasus baru HIV/AIDS di Kalimantan Timur. Hasil ini sejalan dengan karakter data kasus penyakit yang sering kali memiliki sebaran tidak merata dan varians yang lebih besar daripada rata-ratanya.

### Hasil Estimasi Regresi Binomial Negatif

Model Poisson tidak memenuhi asumsi ekuidispersi, maka analisis dilanjutkan menggunakan regresi Binomial Negatif sebagaimana dirumuskan pada Persamaan (2). Model ini memasukkan kepadatan penduduk, persentase penduduk miskin, tingkat pengangguran terbuka, serta efek tahun dengan tahun 2022 sebagai kategori acuan. Hasil estimasi model Binomial Negatif disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Estimasi Regresi Binomial Negatif

| Variabel | Koefisien | Std. Error | <i>z-value</i> | <i>p-value</i> | IRR     |
|----------|-----------|------------|----------------|----------------|---------|
| (1)      | (2)       | (3)        | (4)            | (5)            | (6)     |
| Intersep | 2,9172    | 1,4172     | 2,0584         | 0,0395         | 18,4892 |

| Variabel                     | Koefisien | Std. Error | z-value | p-value | IRR    |
|------------------------------|-----------|------------|---------|---------|--------|
| (1)                          | (2)       | (3)        | (4)     | (5)     | (6)    |
| Kepadatan penduduk           | 0,0616    | 0,7502     | 0,0821  | 0,9345  | 1,0635 |
| Persentase penduduk miskin   | -0,1693   | 0,1712     | -0,9891 | 0,3226  | 0,8443 |
| Tingkat pengangguran terbuka | 0,4089    | 0,1798     | 2,2741  | 0,0230  | 1,5052 |
| Tahun 2023                   | -0,6608   | 0,4669     | -1,4153 | 0,1570  | 0,5164 |
| Tahun 2024                   | -0,7263   | 0,4660     | -1,5587 | 0,1191  | 0,4837 |
| Tahun 2025                   | -0,8396   | 0,4920     | -1,7065 | 0,0879  | 0,4319 |
| Alpha                        | 0,9863    | 0,2355     | 4,1873  | 0,0000  | -      |

Sumber: BPS Provinsi Kalimantan Timur, diolah (2022-2025)

Nilai alpha sebesar 0,9863 dan signifikan pada taraf 5% menunjukkan adanya parameter dispersi yang nyata dalam data. Hasil ini memperkuat temuan sebelumnya bahwa model Binomial Negatif lebih sesuai dibandingkan model Poisson. Kepadatan penduduk memiliki koefisien positif sebesar 0,0616 dengan IRR sebesar 1,0635. Artinya, secara arah hubungan, peningkatan kepadatan penduduk berkaitan dengan peningkatan rata-rata jumlah kasus baru HIV/AIDS. Namun, hubungan tersebut tidak signifikan secara statistik karena *p-value* sebesar 0,9345. Dengan demikian, setelah overdispersi dan efek tahun diperhitungkan, kepadatan penduduk belum menunjukkan bukti statistik yang kuat dalam menjelaskan variasi kasus baru HIV/AIDS.

Persentase penduduk miskin memiliki koefisien negatif sebesar -0,1693 dengan IRR sebesar 0,8443. Nilai IRR tersebut menunjukkan bahwa peningkatan persentase penduduk miskin berkaitan dengan rata-rata jumlah kasus yang lebih rendah dalam model. Namun, hubungan ini tidak signifikan secara statistik karena *p-value* sebesar 0,3226. Oleh karena itu, arah negatif pada variabel ini tidak dapat ditafsirkan sebagai hubungan yang kuat secara statistik. Hasil ini lebih tepat dibaca sebagai indikasi bahwa variabel kemiskinan agregat di tingkat kabupaten/kota belum memberikan bukti yang cukup kuat dalam model yang digunakan.

Tingkat pengangguran terbuka memiliki koefisien positif sebesar 0,4089 dan signifikan pada taraf 5%, dengan *p-value* sebesar 0,0230. Berdasarkan perhitungan IRR pada Persamaan (4), nilai IRR untuk tingkat pengangguran terbuka adalah 1,5052. Artinya, setiap kenaikan satu poin persentase tingkat pengangguran terbuka berkaitan dengan peningkatan rata-rata jumlah kasus baru HIV/AIDS sekitar 50,52%, dengan asumsi variabel lain dalam model tetap. Temuan ini menunjukkan bahwa tingkat pengangguran terbuka merupakan indikator sosial-ekonomi yang paling konsisten berasosiasi dengan jumlah kasus baru HIV/AIDS dalam model akhir.

Efek tahun menunjukkan koefisien negatif untuk tahun 2023, 2024, dan 2025 dibandingkan tahun acuan 2022. Nilai IRR masing-masing adalah 0,5164 untuk tahun 2023, 0,4837 untuk tahun 2024, dan 0,4319 untuk tahun 2025. Arah koefisien ini sejalan dengan hasil deskriptif yang menunjukkan penurunan total kasus baru HIV/AIDS dari tahun 2022 ke 2025. Namun, secara statistik, efek tahun belum signifikan pada taraf 5%. Dengan demikian, penurunan kasus antarwaktu terlihat secara deskriptif, tetapi belum cukup kuat secara statistik setelah dikontrol oleh kepadatan penduduk, persentase penduduk miskin, dan tingkat pengangguran terbuka.

### Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kasus baru HIV/AIDS di Kalimantan Timur selama periode 2022-2025 memiliki dua pola utama. Pertama, secara temporal total kasus cenderung menurun dari tahun 2022 ke 2025. Kedua, secara antarwilayah kasus tidak tersebar merata, melainkan terkonsentrasi pada beberapa wilayah seperti Kota Samarinda, Kota Balikpapan, dan Kutai Kartanegara. Konsentrasi

kasus pada wilayah tersebut dapat berkaitan dengan karakteristik wilayah yang lebih urban, mobilitas penduduk yang lebih tinggi, serta akses deteksi dan pelaporan yang lebih baik. Oleh karena itu, tingginya kasus pada suatu wilayah tidak selalu hanya menunjukkan risiko penularan yang lebih tinggi, tetapi juga dapat mencerminkan intensitas pencatatan dan akses layanan kesehatan.

Hasil pemodelan menegaskan pentingnya penggunaan regresi Binomial Negatif. Model Poisson menghasilkan nilai *deviance/df* dan *Pearson/df* yang jauh lebih besar dari satu, sehingga tidak memenuhi asumsi ekuidispersi. Setelah model Binomial Negatif digunakan, ukuran dispersi menjadi jauh lebih terkendali dan nilai AIC menurun secara tajam. Dengan demikian, regresi Binomial Negatif memberikan kecocokan model yang lebih baik untuk data kasus baru HIV/AIDS yang bersifat cacah dan mengalami overdispersi.

Dalam model akhir, tingkat pengangguran terbuka menjadi satu-satunya variabel penjelas yang signifikan. Hubungan positif antara tingkat pengangguran terbuka dan jumlah kasus baru HIV/AIDS dapat dipahami melalui kerentanan sosial-ekonomi. Wilayah dengan tingkat pengangguran lebih tinggi dapat menghadapi ketidakstabilan pendapatan, keterbatasan akses terhadap layanan kesehatan, serta kerentanan sosial yang lebih besar. Namun, karena penelitian ini menggunakan data sekunder observasional, hasil tersebut harus ditafsirkan sebagai hubungan statistik, bukan sebagai bukti bahwa pengangguran secara langsung menyebabkan peningkatan kasus HIV/AIDS.

Kepadatan penduduk dan persentase penduduk miskin belum menunjukkan hubungan yang signifikan dalam model akhir. Hal ini tidak berarti kedua variabel tersebut tidak penting secara substantif, tetapi menunjukkan bahwa dalam data Kalimantan Timur periode 2022-2025, keduanya belum memberikan bukti statistik yang cukup kuat setelah overdispersi dan efek tahun diperhitungkan. Pengaruh kepadatan penduduk kemungkinan tidak hanya bekerja melalui jumlah penduduk per luas wilayah, tetapi juga melalui mobilitas penduduk, pola interaksi sosial, struktur perkotaan, dan akses layanan. Sementara itu, persentase penduduk miskin pada tingkat kabupaten/kota mungkin belum cukup sensitif untuk menangkap kerentanan individu atau kelompok berisiko.

Secara umum, hasil penelitian ini memberikan dua implikasi utama. Pertama, program pencegahan dan pengendalian HIV/AIDS perlu tetap diarahkan pada wilayah dengan beban kasus tinggi, terutama Kota Samarinda, Kota Balikpapan, dan Kutai Kartanegara. Kedua, indikator ketenagakerjaan perlu dipertimbangkan dalam penentuan prioritas intervensi karena tingkat pengangguran terbuka menunjukkan asosiasi positif dan signifikan dengan jumlah kasus baru HIV/AIDS. Dengan demikian, strategi pengendalian HIV/AIDS tidak hanya perlu bertumpu pada pendekatan kesehatan, tetapi juga perlu didukung oleh kebijakan sosial-ekonomi, terutama pada kelompok usia produktif dan wilayah dengan kerentanan ekonomi lebih tinggi.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menganalisis dinamika kasus baru HIV/AIDS di Provinsi Kalimantan Timur menggunakan data panel 10 kabupaten/kota selama periode 2022-2025. Secara deskriptif, total kasus baru HIV/AIDS menunjukkan kecenderungan menurun dari 453 kasus pada tahun 2022 menjadi 297 kasus pada tahun 2025. Meskipun demikian, penurunan tersebut belum menunjukkan pemerataan antarwilayah karena kasus masih terkonsentrasi pada beberapa daerah, terutama Kota Samarinda, Kota Balikpapan, dan Kutai Kartanegara. Pola ini menunjukkan bahwa dinamika kasus baru HIV/AIDS di Kalimantan Timur tidak hanya berkaitan dengan perubahan antarwaktu, tetapi juga dengan perbedaan beban kasus antar kabupaten/kota.

Hasil pemodelan menunjukkan bahwa regresi Poisson tidak memenuhi asumsi ekuidispersi karena nilai *deviance/df* dan *Pearson/df* jauh lebih besar dari satu. Setelah digunakan regresi Binomial Negatif, ukuran dispersi menjadi lebih terkendali dan nilai AIC menurun dari 1.168,6176 pada model

Poisson menjadi 359,5597 pada model Binomial Negatif. Dengan demikian, regresi Binomial Negatif lebih sesuai digunakan untuk menganalisis jumlah kasus baru HIV/AIDS di Kalimantan Timur karena mampu mengakomodasi overdispersi pada data cacah. Berdasarkan model akhir, tingkat pengangguran terbuka merupakan satu-satunya variabel penjelas yang berasosiasi signifikan dengan jumlah kasus baru HIV/AIDS. Nilai IRR sebesar 1,5052 menunjukkan bahwa setiap kenaikan satu poin persentase tingkat pengangguran terbuka berkaitan dengan peningkatan rata-rata jumlah kasus baru HIV/AIDS sekitar 50,52%, dengan asumsi variabel lain tetap. Sementara itu, kepadatan penduduk, persentase penduduk miskin, dan efek tahun belum menunjukkan hubungan yang signifikan secara statistik.

Berdasarkan hasil tersebut, program pencegahan dan pengendalian HIV/AIDS di Kalimantan Timur perlu diprioritaskan pada wilayah dengan beban kasus tinggi, terutama Kota Samarinda, Kota Balikpapan, dan Kutai Kartanegara. Penguatan deteksi dini, edukasi pencegahan, perluasan akses layanan tes HIV, serta pendampingan kelompok rentan perlu diarahkan secara lebih intensif pada wilayah-wilayah tersebut. Selain itu, indikator ketenagakerjaan perlu dipertimbangkan dalam penentuan prioritas intervensi karena tingkat pengangguran terbuka menunjukkan asosiasi positif dan signifikan dengan jumlah kasus baru HIV/AIDS. Oleh sebab itu, pengendalian HIV/AIDS tidak hanya perlu bertumpu pada pendekatan kesehatan, tetapi juga perlu didukung oleh kebijakan sosial-ekonomi, terutama pada kelompok usia produktif dan wilayah dengan kerentanan ekonomi lebih tinggi.

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan periode pengamatan yang lebih panjang serta menambahkan variabel yang lebih dekat dengan mekanisme penularan dan deteksi HIV/AIDS, seperti cakupan tes HIV, akses layanan kesehatan, mobilitas penduduk, tingkat pendidikan, cakupan pengobatan, dan indikator perilaku berisiko. Apabila penelitian berikutnya ingin membahas aspek spasial secara lebih kuat, maka perlu digunakan metode yang secara eksplisit memasukkan ketergantungan spasial antarwilayah, bukan hanya membandingkan kasus antar kabupaten/kota secara deskriptif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akaike, H. 1974. A New Look at the Statistical Model Identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19(6):716-723.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur. 2026a. *Kasus Penyakit Menurut Kabupaten/Kota dan Jenis Penyakit di Provinsi Kalimantan Timur, 2022-2025*. Samarinda: Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur. Diakses di: <https://kaltim.bps.go.id/id/statistics-table/3/YTA1Q1ptRmhUMEpXWTBsQmQyZzBjVzgwUzB4aVp6MDkjMyM2NDAw/kasus-penyakit-menurut-kabupaten-kota-dan-jenis-penyakit-di-provinsi-kalimantan-timur.html>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur. 2026b. *Luas Wilayah Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Kalimantan Timur, 2022-2025*. Samarinda: Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur. Diakses di: <https://kaltim.bps.go.id/id/statistics-table/2/NzQjMg%3D%3D/luas-wilayah-menurut-kabupaten-kota.html>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur. 2026c. *Penduduk, Laju Pertumbuhan Penduduk, Distribusi Persentase Penduduk, Kepadatan Penduduk, Rasio Jenis Kelamin Penduduk Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Kalimantan Timur, 2022-2025*. Samarinda: Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur. Diakses di: <https://kaltim.bps.go.id/id/statistics-table/3/V1ZSbFRUY3lTbFpEYTNsVWNGcDZjek53YkhsNFFUMDkjMyM2NDAw/jumlah-penduduk--laju-pertumbuhan-penduduk--distribusi-persentase-penduduk--kepadatan-penduduk--rasio-jenis-kelamin-penduduk-menurut-kabupaten-kota-di-provinsi-kalimantan-timur.html?year=2025>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur. 2026d. *Persentase Penduduk Miskin (P0) menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Kalimantan Timur, 2022-2025*. Samarinda: Badan Pusat Statistik

- Provinsi Kalimantan Timur. Diakses di: <https://kaltim.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTExIzI%3D/persentase-penduduk-miskin-p0-menurut-kabupaten-kota.html>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur. 2026e. *Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Kalimantan Timur, 2022-2025*. Samarinda: Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur. Diakses di: <https://kaltim.bps.go.id/id/statistics-table/2/NTkjMg%3D%3D/tingkat-pengangguran-terbuka-tpt-menurut-kabupaten-kota.html>
- Baltagi, B. H. 2021. *Econometric Analysis of Panel Data*. 6th ed. Cham: Springer.
- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. 2013. *Regression Analysis of Count Data*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press.
- Diskominfo Kalimantan Timur. 2023. *5,000 Kasus HIV Ditemukan di Kaltim Hingga 2023*. Samarinda: Dinas Komunikasi dan Informatika Provinsi Kalimantan Timur.
- Fatmala, C. T., Hayati, M., Permatasari, R., Hudori, M., & Dalimunthe, D. Y. 2024. Pemodelan Jumlah Kasus HIV/AIDS di Provinsi Lampung Menggunakan Regresi Binomial Negatif. *Journal of Mathematics: Theory and Applications*, 6(2):168-177.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2023. *Laporan Eksekutif Perkembangan HIV AIDS dan Penyakit Infeksi Menular Seksual (PIMS) Tahun 2023*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Niaga.Asia. 2025. *Komunitas Laki-laki Suka Laki-laki Terbanyak Teridentifikasi HIV/AIDS di Kaltim*. Niaga.Asia, 1 Februari 2025.
- Payne, E. H., Gebregziabher, M., Hardin, J. W., Ramakrishnan, V., & Egede, L. E. 2018. An empirical approach to determine a threshold for assessing overdispersion in Poisson and negative binomial models for count data. *Communications in Statistics: Simulation and Computation*, 47(6):1722-1738.
- Soo, C. L., Yong, K. T., Lee, R., dkk. 2023. *Socioeconomic Factors Impact the Risk of HIV Acquisition in Adults: A Systematic Review and Meta-analysis*. BMC Public Health, 23:673.
- Suratmin, I. A. H., Agustina, D., & Agwil, W. 2024. Negative Binomial Panel Regression Modeling on Amount of Crimes in Lampung Province. *Eksakta: Journal of Sciences and Data Analysis*, 5(1):26-41.
- UNAIDS. 2023. *UNAIDS Data 2023: Indonesia Country Data Sheet*. Geneva: Joint United Nations Programme on HIV/AIDS.
- UNAIDS. 2024. *Global HIV & AIDS Statistics: Fact Sheet*. Geneva: Joint United Nations Programme on HIV/AIDS.
- Zulkatri, E., Amalia, P., & Azka, M. 2026. Keterkaitan Komponen IPM Kabupaten/Kota DIY Tahun 2019-2024: Analisis Regresi Data Panel. *Jurnal Statistika Industri dan Komputasi*, 11(1):41-50. DOI: 10.34151/statistika.v11i01.5404.