

Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kasus HIV & AIDS di Provinsi Jawa Timur Tahun 2013 Menggunakan *Bivariate Poisson Regression*

Lucy Dian Puspitasari dan Puhadi

Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: purhadi@statistics.its.ac.id

Abstrak—HIV adalah singkatan dari *Human Immunodeficiency Virus*. Virus ini menyerang limfosit CD4 dari sistem kekebalan tubuh. HIV merupakan penyebab di balik infeksi AIDS, apabila HIV tidak ditanggulangi maka penyakit ini akan berkembang menjadi AIDS. AIDS adalah singkatan dari *Acquired Immunodeficiency Syndrome*. Sejak tahun 2006 Indonesia sudah dikategorikan sebagai negara dengan tingkat penularan HIV yang cukup tinggi, dan Provinsi Jawa Timur merupakan salah satu diantara 6 provinsi lainnya yang masuk daerah endemi selain DKI Jakarta, Papua, Jawa Barat, Riau dan Bali. Jumlah kasus HIV dan jumlah kasus AIDS merupakan dua hal yang saling berkorelasi dan termasuk peristiwa yang dikategorikan kedalam variabel diskrit dan berdistribusi poisson oleh karena itu penelitian tentang jumlah kasus HIV dan AIDS telah banyak dilakukan dengan regresi poisson. Hasil signifikansi parameter model *Bivariate Poisson Regression* dengan tiga buah nilai yang berbeda (λ_0 adalah suatu konstanta, λ_1 adalah suatu persamaan, dan λ_2 adalah nol) menunjukkan bahwa semua variabel signifikan terhadap tiga buah model tersebut. Variabel yang signifikan adalah persentase ketersediaan sarana kesehatan yang dibina, persentase jaminan kesehatan masyarakat miskin, persentase penduduk yang mendonorkan darah, persentase penyuluhan kesehatan dan persentase tenaga kesehatan masyarakat dibandingkan jumlah penduduk yang ada di tiap kabupaten dan kota. Model *Bivariate Poisson Regression* terbaik yang dipilih adalah model kedua yaitu model dengan λ_0 adalah suatu persamaan karena memiliki nilai AIC yang paling kecil.

Kata Kunci—Kasus HIV, Kasus AIDS, *Bivariate Poisson Regression*

lainnya yang masuk daerah endemi selain DKI Jakarta, Papua, Jawa Barat, Riau dan Bali[2]. Sampai dengan bulan Desember tahun 2013, kasus AIDS di Jawa Timur sebanyak 8.725 kasus, sedangkan kasus HIV mencapai 20.030 kasus. Berdasarkan jumlah tersebut, 2.292 orang (26,3 %) di antaranya meninggal dunia[3].

Jumlah kasus HIV dan jumlah kasus AIDS di Provinsi Jawa Timur berupa data *count* dan mempunyai keterkaitan satu sama lain, sehingga data diduga mempunyai korelasi yang tinggi. *Bivariate Poisson Regression* (BPR) merupakan metode regresi yang memodelkan sepasang variabel respon dengan bentuk data *count* (jumlah) yang menunjukkan nilai korelasi tinggi[4]. Penelitian sebelumnya yang menggunakan metode *Bivariate Poisson Regression* [5]-[6] menghasilkan kesimpulan bahwa metode *Bivariate Poisson Regression* dapat menghasilkan model terbaik terhadap sepasang *count* data yang berdistribusi *poisson* dan saling berkorelasi.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, maka pada penelitian kali ini akan diterapkan pendekatan *Bivariate Poisson Regression* untuk memodelkan jumlah kasus HIV dan jumlah kasus AIDS di Provinsi Jawa Timur tahun 2013. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan karakteristik jumlah kasus HIV dan jumlah kasus AIDS di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2013 secara deskriptif, mendapatkan model dari *Bivariate Poisson Regression* terhadap jumlah kasus HIV dan jumlah kasus AIDS di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2013.

I. PENDAHULUAN

MILLENNIUM *Development Goals* (MDGs) adalah sebuah paradigma pembangunan global yang dideklarasikan Konferensi Tingkat Tinggi Millenium oleh 189 negara anggota Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB) di New York pada bulan September tahun 2000. MDGs ini menghasilkan 8 tujuan pokok yang harus tercapai di tahun 2015, salah satunya adalah memerangi HIV dan AIDS[1]. AIDS (*Acquired Immune Deficiency Syndrome*) adalah salah satu penyakit yang termasuk kategori kronis, yang muncul karena adanya infeksi yang disebabkan oleh masuknya virus yang disebut HIV (*Human Immunodeficiency Virus*).

Sejak tahun 2006 Indonesia sudah dikategorikan sebagai negara dengan tingkat penularan HIV yang cukup tinggi, dan Provinsi Jawa Timur merupakan salah satu diantara 6 provinsi

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Statistika Deskriptif

Pembuatan statistika deskriptif dilakukan terhadap seluruh variabel penelitian yang terdiri atas variabel respon dan variabel prediktor. Berikut ini yang termasuk dalam ukuran pemusatan data adalah mean dan median, sedangkan yang termasuk dalam ukuran penyebaran data adalah varians dan standar deviasi.

B. Distribusi Poisson

Distribusi Poisson merupakan suatu distribusi yang dipergunakan untuk peristiwa yang memiliki probabilitas kejadiannya kecil, dimana kejadian tersebut tergantung pada interval waktu tertentu atau disuatu daerah tertentu dengan hasil pengamatan yang berupa variabel diskrit.

C. Distribusi Poisson Univariat

Fungsi probabilitas variabel random diskrit yang berdistribusi poisson dengan parameter λ adalah [7].

$$f(y) = \begin{cases} \frac{e^{-\lambda} \lambda^y}{y!} & ; y = 0, 1, 2, 3, \dots \\ 0 & ; y \text{ yang lain} \end{cases} \quad (1)$$

karakteristik dari distribusi poisson yaitu mean dan varians yang dihasilkan mempunyai karakter yang unik yaitu λ .

D. Distribusi Poisson Bivariat

Misalkan X_0, X_1 dan X_2 merupakan variabel random yang berdistribusi poisson dengan parameter λ_0, λ_1 dan λ_2 . Kemudian diberikan variabel random Y_1, Y_2 sebagai berikut :

$$Y_1 = X_1 + X_0$$

$$Y_2 = X_2 + X_0$$

Maka variabel random Y_1, Y_2 secara bersama-sama berdistribusi poisson bivariat dengan fungsi probabilitas sebagai berikut:

$$f(y_1, y_2) = \begin{cases} e^{-(\lambda_0 + \lambda_1 + \lambda_2)} \sum_{k=0}^{\min(y_1, y_2)} \frac{\lambda_1^{y_1-k} \lambda_2^{y_2-k} \lambda_0^k}{(y_1-k)!(y_2-k)!k!}; y_1, y_2 = 0, 1, 2, \dots \\ 0, (y_1, y_2) \text{ yang lain} \end{cases} \quad (2)$$

E. Univariate Poisson Regression

Model regresi poisson merupakan model standar untuk data diskrit dan termasuk dalam model regresi linier. Model regresi poisson dengan satu buah variabel respon dituliskan sebagai berikut [8].

$$\begin{aligned} y_i &\sim \text{poisson}(\lambda_i) \\ \lambda_i &= e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}} \end{aligned} \quad (3)$$

Dengan

λ_i adalah rata-rata jumlah kejadian yang terjadi dalam interval waktu tertentu.

\mathbf{x} adalah variabel prediktor yang dinotasikan sebagai berikut :

$$\mathbf{x}_i^T = [1 \quad x_{i1} \quad x_{i2} \quad \dots \quad x_{ik}]$$

$\boldsymbol{\beta}$ adalah parameter regresi poisson yang dinotasikan sebagai berikut :

$$\boldsymbol{\beta} = [\beta_0 \quad \beta_1 \quad \beta_2 \quad \dots \quad \beta_k]^T$$

Penaksiran parameter untuk regresi poisson univariat dilakukan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* yaitu memaksimumkan fungsi *likelihood*.

$$L(\boldsymbol{\beta}) = \frac{e^{-\sum_{i=1}^n e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}}}}{\prod_{i=1}^n y_i!} \left(\sum_{i=1}^n y_i e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}} \right) \quad (4)$$

Bentuk logaritma dari fungsi *likelihood* adalah sebagai berikut

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}) = -\sum_{i=1}^n e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}} + \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} - \sum_{i=1}^n \ln(y_i!) \quad (5)$$

untuk memaksimumkan fungsi *ln likelihood* digunakan iterasi numerik *Newton Rhapsion*. Pengujian secara serentak parameter model regresi poisson adalah sebagai berikut:

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

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

$$\Omega = \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k \mid -\infty < \beta_l < \infty, l = 0, 1, 2, \dots, k\}$$

$$\omega = \{\beta_0 \mid -\infty < \beta_0 < \infty\}$$

Statistik uji yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} D(\hat{\boldsymbol{\beta}}) &= -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) \\ &= 2 \left[-\sum_{i=1}^n e^{\mathbf{x}_i^T \hat{\boldsymbol{\beta}}} + \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i^T \hat{\boldsymbol{\beta}} + n e^{\hat{\beta}_0} - \hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^n y_i \right] \end{aligned} \quad (6)$$

Apabila didapatkan hasil $D(\hat{\boldsymbol{\beta}}) > \chi_{(\alpha, k)}^2$ maka tolak H_0 sehingga langkah selanjutnya yang dilakukan adalah pengujian parameter secara parsial. Hipotesisnya adalah:

$$H_0 : \beta_l = 0$$

$$H_1 : \beta_l \neq 0 \text{ dengan } l = 1, 2, \dots, k$$

Dengan statistik uji sebagai berikut

$$Z = \frac{\hat{\beta}_l}{\text{se}(\hat{\beta}_l)} \quad (7)$$

H_0 akan ditolak apabila nilai dari $|Z| > Z_{\alpha/2}$ dimana α adalah tingkat signifikansi yang digunakan.

F. Bivariate Poisson Regression

Bivariate Poisson Regression adalah sebuah metode untuk memodelkan sepasang *count* data yang berdistribusi poisson dan memiliki korelasi dengan beberapa variabel prediktor. Model *Bivariate Poisson Regression* menurut [9] adalah seperti pada persamaan:

$$(Y_1, Y_2) \sim PB(\lambda_{1i}, \lambda_{2i}, \lambda_0) \quad (8)$$

$$\lambda_j^* = \lambda_{ji} + \lambda_0 = e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}_j}; j = 1, 2$$

Terdapat tiga buah model dengan nilai λ_0 yang berbeda-beda, yaitu sebagai berikut.

- Model pertama adalah model dengan nilai λ_0 yang merupakan suatu konstanta.
- Model kedua adalah model dengan nilai λ_0 dimana terdapat *covariate* di dalam nilai tersebut. Sehingga nilainya berupa suatu persamaan berikut
- Model ketiga adalah model dengan nilai λ_0 adalah nol.

Estimasi parameter untuk *Bivariate Poisson Regression* menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Fungsi *likelihood* dapat dituliskan seperti persamaan [10].

$$L(\lambda_0, \lambda_1, \lambda_2) = \prod_{i=1}^n \left(e^{-(\lambda_0 + \lambda_{1i} + \lambda_{2i})} \sum_{k=0}^{\min(y_{1i}, y_{2i})} \frac{\lambda_{1i}^{y_{1i}-k} \lambda_{2i}^{y_{2i}-k} \lambda_0^k}{(y_{1i}-k)!(y_{2i}-k)!(k)!} \right) \quad (10)$$

Untuk memaksimumkan fungsi *ln likelihood*, maka digunakan metode iterasi numerik *Newton Rhapsion*. Pengujian parameter model secara serentak diberikan dengan hipotesis sebagai berikut.

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

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

Statistik uji menggunakan devians dengan rumus sebagai berikut.

$$D(\hat{\beta}) = 2 \begin{bmatrix} -\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \hat{\beta}_1) - \sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \hat{\beta}_2) + \sum_{i=1}^n \ln W_i \\ -\left(-\sum_{i=1}^n \exp(\beta_{10}) - \sum_{i=1}^n \exp(\beta_{20}) + \sum_{i=1}^n \ln W_i \right) \end{bmatrix} \quad (11)$$

Apabila didapatkan hasil $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(\alpha, 2k)}$ maka tolak H_0 . Selanjutnya dilakukan pengujian parameter secara parsial dengan perumusan pengujian hipotesisnya adalah:

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

$$H_1 : \beta_{jl} \neq 0; l = 1, 2, \dots, k$$

Dengan statistik uji sebagai berikut

$$Z = \frac{\hat{\beta}_{jl}}{se(\hat{\beta}_{jl})} \quad (12)$$

H_0 akan ditolak apabila nilai $|Z| > Z_{\alpha/2}$ dimana α adalah tingkat signifikansi yang digunakan.

G. Estimasi Standard Error Bootstrap

Metode *bootstrap* digunakan jika pada proses estimasi tersebut nilai parameternya yang dicari sangat sulit untuk mencapai nilai yang konvergen[11]. Estimasi standar error adalah sebagai berikut.

$$s\hat{e}_B = \left\{ \sum_{j=1}^B \frac{[\hat{\beta}_j - \hat{\beta}(\cdot)]^2}{B-1} \right\}^{1/2} \quad (13)$$

H. Kriteria Kebaikan Model

Akaike Information Criterion (AIC) adalah kriteria kesesuaian model dalam mengestimasi model secara statistik. Perumusan AIC didefinisikan sebagai berikut[12].

$$AIC = -2 \ln L(\hat{\theta}) + 2k \quad (14)$$

Semakin kecil nilai AIC maka model yang dihasilkan semakin baik.

I. Uji Korelasi dan Multikolinearitas

Koefisien korelasi merupakan indikator dalam hubungan linear antara 2 variabel[13]. Berikut ini adalah koefisien korelasi untuk Y_1 dan Y_2 seperti yang dituliskan pada persamaan:

$$\hat{\rho}_{Y_1, Y_2} = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_{1i} - \bar{Y}_1)(Y_{2i} - \bar{Y}_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_{1i} - \bar{Y}_1)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_{2i} - \bar{Y}_2)^2}} \quad (15)$$

Pengujian korelasi untuk variabel respon dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \text{Tidak ada hubungan antara } Y_1 \text{ dan } Y_2$$

$$H_1 : \text{Terdapat hubungan antara } Y_1 \text{ dan } Y_2$$

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$t_{hit} = \frac{\hat{\rho}_{Y_1, Y_2} \sqrt{n-2}}{\sqrt{1 - (\hat{\rho}_{Y_1, Y_2})^2}} \quad (16)$$

Tolak H_0 jika $|t_{hit}| > t_{(\alpha/2, n-2)}$.

Multikolinieritas adalah kasus saat antar variabel prediktor mempunyai korelasi yang tinggi. Salah satu cara untuk mendeteksi adanya multikolinieritas adalah dengan melihat nilai *Variance Inflation Factors* (VIF). Bila VIF lebih dari 10 mengindikasikan adanya multikolinieritas.

J. HIV dan AIDS

HIV adalah singkatan dari *Human Immunodeficiency Virus*. Virus ini menyerang limfosit CD4 yaitu dari sistem kekebalan tubuh. Gejala HIV akut termasuk pembengkakan kelenjar getah bening, penurunan berat badan yang cepat, kehilangan nafsu makan dan lain-lain.

AIDS adalah singkatan dari *Acquired Immunodeficiency Syndrome*. Kondisi ini berkembang dari infeksi HIV, jika penderita HIV tidak mematuhi pengobatan seperti yang disarankan dokter, HIV akan berkembang menjadi lebih cepat menjadi AIDS[14].

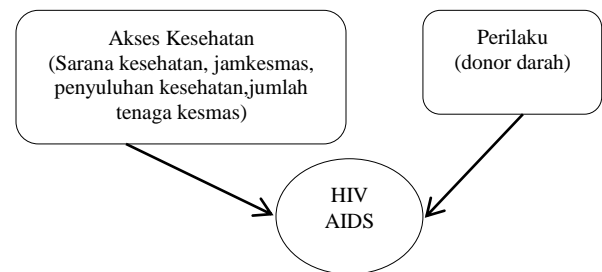
III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder. Data berasal dari Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur tahun 2013 dengan unit penelitian adalah kabupaten dan kota di Jawa Timur. Jumlah pengamatan sebanyak 38 kabupaten/kota yang terdiri dari 29 kabupaten dan 9 kota.

B. Kerangka Konsep

Berikut ini adalah kerangka konsep yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 1. Kerangka Konsep Penelitian oleh L.Blum

C. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua variabel respon (Y) yaitu jumlah kasus HIV dan jumlah kasus AIDS. Sedangkan variabel prediktor (X) dipilih sebanyak 5 variabel. Variabel penelitian tersebut ditabelkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan
Y ₁	Jumlah kasus HIV
Y ₂	Jumlah kasus AIDS
X ₁	Persentase ketersediaan sarana kesehatan yang dibina di tiap kabupaten dan kota di Jawa Timur
X ₂	Persentase jaminan kesehatan masyarakat miskin di tiap kabupaten dan kota di Jawa Timur
X ₃	Persentase penduduk yang mendonorkan darah di tiap kabupaten dan kota di Jawa Timur
X ₄	Persentase penyuluhan kesehatan di tiap kabupaten dan kota di Jawa Timur
X ₅	Persentase jumlah tenaga kesehatan masyarakat terhadap jumlah penduduk di tiap kabupaten dan kota di Jawa Timur

Sementara struktur data untuk variabel penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Struktur Data Penelitian

Wilayah	Y ₁	Y ₂	X ₁	X ₂	...	X ₅
1	Y _{1,1}	Y _{2,1}	X _{1,1}	X _{2,1}	...	X _{5,1}
2	Y _{1,2}	Y _{2,2}	X _{1,2}	X _{2,2}	...	X _{5,2}
3	Y _{1,3}	Y _{2,3}	X _{1,3}	X _{2,3}	...	X _{5,3}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
38	Y _{1,38}	Y _{2,38}	X _{1,38}	X _{2,38}	...	X _{5,38}

D. Langkah Analisis

Langkah analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat statistika deskriptif untuk variabel respon dan variabel prediktor.
2. Menguji dependensi untuk variabel respon.
3. Mendeteksi kasus multikolinearitas dari variabel prediktor dengan kriteria uji VIF.
4. Mengestimasi parameter model *Bivariate Poisson Regression* dengan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dan selanjutnya mencari nilai *standard error* dengan metode *bootstrap*.
5. Melakukan pengujian signifikansi parameter untuk *Bivariate Poisson Regression*.
6. Melakukan interpretasi model.
7. Membandingkan model terbaik menggunakan AIC.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Kasus HIV dan AIDS Tahun 2013

Variabel respon yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah kasus HIV dan jumlah kasus AIDS. Berikut ini disajikan Tabel 3 yang berisi gambaran secara deskriptif dari dua variabel respon tersebut.

Tabel 3. Statistika Deskriptif Variabel Respon

Variabel	Mean (Kasus)	Varians	Min (Kasus)	Maks (Kasus)
HIV	122,7	53658	0	1278
AIDS	48,5	6253	0	340

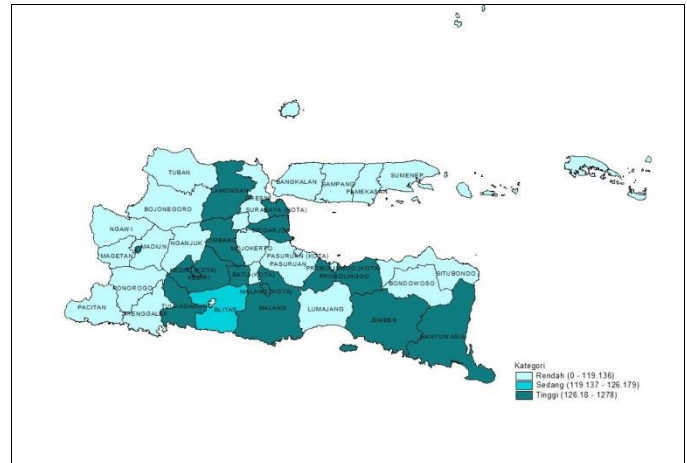
Rata-rata jumlah kasus HIV di Provinsi Jawa Timur adalah mencapai 123 kasus dengan kasus terbanyak berjumlah 1278 di Kota Surabaya. Variabel HIV yang bernilai nol ada sebanyak 17 Kabupaten/Kota sementara untuk AIDS ada sebanyak 6 Kabupaten/Kota. Jawa Timur memiliki rata-rata jumlah kasus AIDS sebanyak 49 kasus. Kasus AIDS terbanyak yaitu mencapai 340 kasus di Kota Surabaya. Sementara nilai minimum di antara kedua variabel tersebut bernilai sama yaitu 0, hal itu menunjukkan bahwa pada tahun 2013 terdapat beberapa daerah yang tidak menyumbang jumlah kasus HIV dan AIDS.

Tabel 4. Statistika Deskriptif Variabel Prediktor

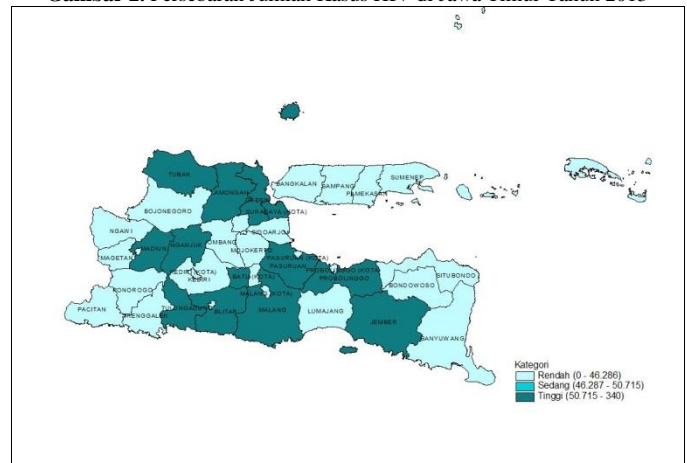
Variabel	Mean (%)	Varians	Min (%)	Maks (%)
X ₁	81,08	715,92	0	100
X ₂	36,52	157,77	12,71	61,78
X ₃	1,652	5,996	0	11,5
X ₄	1,141	1,004	0,003	4,950

X₅ 0,00589 0,00004 0,0002 0,03294

Berdasarkan Tabel 4 tersebut dapat dilihat bahwa pada tahun 2013 di Provinsi Jawa Timur, persentase ketersediaan sarana kesehatan yang dibina pada masing-masing kabupaten/kota (X₁) memiliki rata-rata sebesar 81,08% dan variansi sebesar 715,92 artinya perbedaan pencapaian persentase ketersediaan sarana kesehatan yang dibina di masing-masing kabupaten/kota cukup tinggi.



Gambar 2. Persebaran Jumlah Kasus HIV di Jawa Timur Tahun 2013



Gambar 3. Persebaran Jumlah Kasus AIDS di Jawa Timur Tahun 2013

B. Pengujian Korelasi Variabel Respon

Untuk melihat korelasi antar variabel respon dapat dilihat dari derajat keeratan hubungan antar variabel respon. Berdasarkan nilai *p-value* sebesar 0,000 dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% dapat dinyatakan bahwa H₀ ditolak yang artinya terdapat hubungan yang signifikan antara jumlah kasus HIV dan jumlah kasus AIDS.

Tabel 5. Koefisien Korelasi Variabel Respon

	Jumlah Kasus HIV	Jumlah Kasus AIDS
Jumlah Kasus HIV	1	0,667
Jumlah Kasus AIDS	0,667	1

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa nilai derajat keeratan hubungan antara variabel jumlah kasus HIV dan jumlah kasus AIDS adalah bernilai 0,667, hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang erat antara jumlah kasus HIV dan jumlah kasus AIDS.

C. Pemeriksaan Multikolinearitas Variabel Prediktor

Terdapat 2 cara untuk mengetahui adanya multikolinearitas pada variabel prediktor yang digunakan, yaitu dengan melihat nilai koefisien korelasi antar variabel prediktor dan nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) pada masing-masing variabel prediktor.

Tabel 6. Nilai Koefisien Korelasi Antar Variabel Prediktor

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
X ₂	0,142			
(p-value)	(0,395)			
X ₃	-0,068	-0,552		
(p-value)	(0,686)	(0,000)		
X ₄	-0,202	-0,034	0,196	
(p-value)	(0,224)	(0,841)	(0,239)	
X ₅	-0,094	-0,506	0,704	0,292
(p-value)	(0,576)	(0,001)	(0,000)	(0,076)

Berdasarkan Tabel 6 dapat diketahui bahwa terdapat beberapa koefisien korelasi yang memiliki tanda negatif, hal ini menunjukkan adanya suatu hubungan berkebalikan antara dua variabel. Variabel X₃ memiliki korelasi positif yang cukup tinggi dengan variabel X₅.

Tabel 7. Nilai VIF Variabel Prediktor

Variabel	Nilai VIF
X ₁	1,066
X ₂	1,560
X ₃	2,216
X ₄	1,163
X ₅	2,195

Tabel 7 menjelaskan bahwa nilai VIF yang dimiliki tiap-tiap variabel prediktor tidak ada yang memiliki nilai melebihi angka 10, artinya tidak terdapat kasus multikolinearitas sehingga dapat dilakukan analisis lebih lanjut.

D. Pemodelan Bivariate Poisson Regression

Model pertama adalah model dengan nilai λ_0 adalah konstanta, model kedua dengan nilai λ_0 adalah persamaan dan model ketiga adalah model dengan nilai λ_0 adalah nol. Nilai dari $D(\hat{\beta})$ model pertama adalah sebesar 7820,868. Nilai tersebut dibandingkan dengan nilai $\chi^2_{10,0.05} = 18,307$. Ternyata nilai $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{tabel}$, maka keputusan yang didapatkan adalah tolak H₀. Hal itu berarti paling tidak ada satu variabel yang berpengaruh terhadap model yang dihasilkan.

Tabel 8. Penaksiran Parameter Model Pertama

Par	Kasus HIV			Kasus AIDS		
	Estimasi	SE(β)	Z hitung	Estimasi	SE(β)	Z hitung
β ₀	8,03	9,13.10 ⁻²	87,99*	6,958	2,04.10 ⁻¹	34,13*
β ₁	-0,00842	7,19.10 ⁻⁴	-11,72*	-0,00530	1,48.10 ⁻³	-3,58*
β ₂	-0,0679	2,23.10 ⁻³	-30,51*	-0,04635	3,50.10 ⁻³	-13,22*
β ₃	0,1619	8,95.10 ⁻³	18,09*	0,06757	2,005.10 ⁻²	3,37*
β ₄	-0,3462	3,28.10 ⁻²	-10,55*	-0,9504	1,058.10 ⁻¹	-8,98*
β ₅	-94,87	4,496	-21,09*	-140,39	14,139	-9,93*

*) Signifikan dengan taraf signifikansi 5%

Berdasarkan Tabel 8 ditunjukkan bahwa model kasus HIV (λ_1) maupun model kasus AIDS (λ_2) memiliki $|Z|$ lebih dari $Z_{0,025} = 1,96$ untuk semua variabel prediktornya sehingga dapat dijelaskan bahwa semua variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Sementara penaksiran parameter λ_0 dari model pertama menghasilkan nilai sebesar 2,208 dengan $|Z| = 13,0103$ yang lebih dari $Z_{0,025} = 1,96$ sehingga didapatkan keputusan tolak H₀ yang berarti parameter tersebut berpengaruh signifikan. Model *Bivariate Poisson Regression* yang tersaji dapat diperlihatkan pada persamaan berikut.

$$\hat{\lambda}_1^* = \exp(8,03 - 0,00842X_1 - 0,0679X_2 + 0,1619X_3 - 0,3462X_4 - 94,87X_5)$$

$$\hat{\lambda}_2^* = \exp(6,958 - 0,00530X_1 - 0,04635X_2 + 0,06757X_3 - 0,9504X_4 - 140,39X_5)$$

$$\hat{\lambda}_0 = \exp(2,208)$$

Penaksiran parameter model kedua ditunjukkan oleh Tabel 9 sedangkan nilai λ_0 yang dihasilkan ditunjukkan oleh Tabel 10. Nilai $D(\hat{\beta})$ yang dihasilkan adalah 7348,52. Nilai tersebut dibandingkan dengan nilai $\chi^2_{15,0.05} = 24,996$. Nilai $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{tabel}$ hal tersebut menunjukkan bahwa minimal terdapat satu variabel yang signifikan berpengaruh terhadap respon.

Tabel 9. Penaksiran Parameter Model Kedua

Par	Kasus HIV			Kasus AIDS		
	Estimasi	SE(β)	Z hitung	Estimasi	SE(β)	Z hitung
β ₀	7,43	0,077	96,43*	4,667	0,2538	18,39*
β ₁	-0,00687	0,00065	-10,41*	0,00833	0,0022	3,77*
β ₂	-0,0563	0,00183	-30,81*	-0,0132	0,0033	-3,97*
β ₃	0,1675	0,00935	17,91*	-0,3667	0,078	-4,70*
β ₄	-0,246	0,02627	-9,36*	-0,2874	0,0615	-4,66*
β ₅	-96,33	4,3934	-21,93*	-257,63	20,5729	-12,52*

*) Signifikan dengan taraf signifikansi 5%

Berdasarkan Tabel 9 dapat ditunjukkan bahwa model kasus HIV (λ_1) maupun model kasus AIDS (λ_2) memiliki $|Z|$ lebih dari $Z_{0,025} = 1,96$ untuk semua variabel prediktornya sehingga dapat dijelaskan bahwa semua variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap variabel respon.

Tabel 10. Penaksiran Parameter dari λ₀ Model Kedua

Parameter	λ ₀ Persamaan		
	Estimasi	SE(β)	Z hitung
β ₀	10,552	0,8518	12,39*
β ₁	-0,00249	0,0040	-0,612
β ₂	-0,1511	0,0205	-7,36*
β ₃	0,0642	0,0501	1,28
β ₄	-5,449	0,7655	-7,12*
β ₅	-17,114	28,5755	-0,598

*) Signifikan dengan taraf signifikansi 5%

Berdasarkan Tabel 10 dapat dilihat bahwa pada model λ_0 persamaan, tidak semua variabel berpengaruh signifikan. Hanya variabel persentase jaminan kesehatan masyarakat miskin (X₂) dan persentase penyuluhan kesehatan (X₄) yang

berpengaruh signifikan pada kovarian antara jumlah kasus HIV dan AIDS. Model *Bivariate Poisson Regression* yang tersaji dapat diperlihatkan pada persamaan berikut.

$$\hat{\lambda}_1^* = \exp(7,43 - 0,00687X_1 - 0,0563X_2 + 0,1675X_3 - 0,246X_4 - 96,33X_5)$$

$$\hat{\lambda}_2^* = \exp(4,667 + 0,00833X_1 - 0,0132X_2 - 0,3667X_3 - 0,2874X_4 - 257,63X_5)$$

$$\hat{\lambda}_0 = \exp(10,552 - 0,00249X_1 - 0,1511X_2 + 0,0642X_3 - 5,449X_4 - 17,114X_5)$$

Penaksiran parameter model ketiga dengan nilai λ_0 adalah nol ditunjukkan pada Tabel 12. Nilai dari $D(\hat{\beta})$ yang dihasilkan adalah sebesar 8101,55. Nilai tersebut dibandingkan dengan nilai $\chi_{10,0,05}^2 = 18,307$. Ternyata nilai $D(\hat{\beta}) > \chi_{tabel}^2$, maka keputusan yang didapatkan adalah tolak H_0 . Hal ini berarti paling tidak ada satu variabel yang berpengaruh terhadap model yang dihasilkan.

Tabel 12. Penaksiran Parameter Model Ketiga

Par	Kasus HIV			Kasus AIDS		
	Estimasi	SE(β)	Z hitung	Estimasi	SE(β)	Z hitung
β_0	7,792	0,07325	106,37*	6,355	0,1497	42,43*
β_1	-0,00745	0,000614	-12,13*	-0,003793	0,00116	-3,26*
β_2	-0,05925	0,001635	-36,23*	-0,03163	0,00271	-11,64*
β_3	0,1759	0,00856	20,55*	0,1229	0,01793	6,85*
β_4	-0,3589	0,024903	-14,21*	-0,6761	0,0526	-12,86*
β_5	-98,22	4,00468	-24,53*	-154,1	10,079	-15,29*

*) Signifikan dengan taraf signifikansi 5%

Berdasarkan Tabel 12 ditunjukkan bahwa model kasus HIV (λ_1) maupun model kasus AIDS (λ_2) memiliki $|Z|$ lebih dari $Z_{0,025} = 1,96$ untuk semua variabel prediktornya sehingga dapat dijelaskan bahwa semua variabel prediktor telah berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Model *Bivariate Poisson Regression* yang tersaji dapat diperlihatkan pada persamaan berikut.

$$\hat{\lambda}_1^* = \exp(7,792 - 0,00745X_1 - 0,05925X_2 + 0,1759X_3 - 0,3589X_4 - 98,22X_5)$$

$$\hat{\lambda}_2^* = \exp(6,355 - 0,003793X_1 - 0,03163X_2 + 0,1229X_3 - 0,6761X_4 - 154,1X_5)$$

E. Pemilihan Model Terbaik

Untuk mendapatkan model terbaik yang dapat diterapkan pada jumlah kasus HIV dan AIDS di Jawa Timur dilakukan perbandingan ketiga model *Bivariate Poisson Regression*. Untuk melihat kebaikan model, pada penelitian ini menggunakan kriteria AIC yang dihasilkan oleh setiap model.

Tabel 13. Perbandingan Ketiga Model

Model	AIC
Model pertama	7846,8681
Model kedua	7384,5207
Model ketiga	8125,5497

Tabel 13 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai AIC yang dihasilkan oleh model pertama, kedua dan ketiga. Semakin kecil nilai AIC maka semakin baik model yang tersebut. Nilai AIC yang paling kecil ditunjukkan oleh model kedua yaitu sebesar 7384,5207. Sehingga pemodelan jumlah kasus HIV dan AIDS lebih disarankan menggunakan model kedua yaitu model dengan nilai λ_0 adalah suatu persamaan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Rata-rata jumlah kasus HIV mencapai 123 kasus dengan kasus terbanyak berjumlah 1278 kasus yaitu di Kota Surabaya. Sedangkan rata-rata jumlah kasus AIDS mencapai 49 kasus dengan kasus terbanyak berjumlah 340 kasus yaitu di Kota Surabaya. Hasil signifikansi parameter model *Bivariate Poisson Regression* dengan tiga buah nilai λ_0 yang berbeda menunjukkan bahwa semua variabel signifikan terhadap tiga buah model tersebut. Model *Bivariate Poisson Regression* terbaik yang dipilih adalah model kedua yaitu model dengan λ_0 adalah suatu persamaan karena memiliki nilai AIC yang paling kecil.

Untuk upaya menurunkan jumlah kasus HIV dan AIDS, maka pihak Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur sebaiknya lebih menekankan untuk menambah jumlah sarana kesehatan yang dibina, jaminan kesehatan masyarakat miskin, penyuluhan kesehatan serta tenaga kesehatan masyarakat yang lebih berkualitas. Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya peneliti menambahkan faktor-faktor lain penyebab kasus HIV dan AIDS sehingga model yang diberikan akan semakin baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] World Health Organization. (2005). *MDG: Health And The Millennium Development Goals*. Geneva: WHO856.
- [2] Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. (2010). *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur*. Surabaya: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur
- [3] Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. (2013). *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur*. Surabaya: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur
- [4] Karlis, D., & Ntzoufras, I. (2005). Bivariate Poisson and Diagonal Inflated Bivariate Poisson Regression Models in R. *Journal of Statistical Software*, 1-36.
- [5] Rachmah, N. F. (2014). *Pemodelan Jumlah Kematian Bayi dan Jumlah Kematian Ibu di Provinsi Jawa Timur dengan Menggunakan Bivariate Poisson Regression*. Surabaya: Program Sarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [6] Pritasari, E. (2013). *Regresi Bivariat Poisson Dalam Pemodelan jumlah Kematian Bayi Dan Jumlah Kematian Ibu di Provinsi Jawa Timur*. Surabaya: Program Sarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [7] Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (1998). *Regression Analysis of Count Data*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [8] Myers, R. H. (1990). *Classical and Modern Regression with Applications Second Edition*. Boston: PWS-KENT Publishing Company.
- [9] Karlis, D. (2002). *Multivariate Poisson Models*. Available: <http://www.statathens.aueb.gr/~karlis/multivariate%20Poisson%20mode%20ls.pdf>.
- [10] Jung, C. R. dan Winkelmann, R. (1993). Two Aspect of Labor Mobility : A Bivariate Poisson Regression Approach. *Journal Empirical Economics*, Vol 18, 543-556.
- [11] Efron, B. dan R. Tibshirani. (1993). *An Introduction to the Bootstrap*. New York: Capital City Press Chapman & Hall.
- [12] Bozdogan, H. 2000. *Akaike's Information Criterion and Recent Developments in Information Complexity*, *Mathematical Psychology*, 44, 62-91.
- [13] Draper, N., & Smith, H. (1992). *Analisis Regresi Terapan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- [14] Ratnasari, N. T. (2013). *Pemodelan Faktor Yang Mempengaruhi Jumlah HIV Dan AIDS di Provinsi Jawa Timur Menggunakan Regresi Poisson Bivariat*. Surabaya: Program Sarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.