

# Pemodelan Jumlah Penderita Tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur Tahun 2018 Menggunakan Metode *Generalized Poisson Regression*

Dwi Nia Wulandari dan Mutiah Salamah Chamid

Departemen Statistika Bisnis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

*e-mail*: mutiahsalamah@yahoo.com

**Abstrak**—Tuberkulosis merupakan suatu penyakit menular yang disebabkan oleh kuman *Mycobacterium Tuberculosis*. Tuberkulosis merupakan masalah kesehatan yang serius dan juga penyebab kematian kedua di Indonesia. Berdasarkan data dari BPS dan Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur tercatat bahwa Jawa Timur menempati peringkat kedua penyumbang jumlah penderita Tuberkulosis pada tahun 2018. Penelitian ini dilakukan untuk memodelkan jumlah penderita Tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur tahun 2018 menggunakan metode *Generalized Poisson Regression*. Metode *Generalized Poisson Regression* digunakan ketika terjadi overdispersi pada regresi poisson. Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh bahwa rata-rata jumlah penderita Tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur sebanyak 1.444 penderita dan jumlah penderita Tuberkulosis terbanyak berada di Kota Surabaya sebanyak 7.007 penderita dengan kepadatan penduduknya mencapai 1.223 jiwa/km<sup>2</sup>. Hasil model *Generalized Poisson Regression* didapatkan bahwa variabel yang memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah penderita Tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur adalah kepadatan penduduk, persentase rumah tangga dengan akses sanitasi yang layak, persentase rumah tangga ber-PHBS, dan persentase penduduk usia produktif.

**Kata Kunci**—Akses Sanitasi, *Generalized Poisson Regression*, Penderita Tuberkulosis di Jawa Timur, Rumah Tangga ber-PHBS.

## I. PENDAHULUAN

TUBERKULOSIS (TBC) menjadi permasalahan kesehatan dan menjadi penyebab kedua kematian dari penyakit menular di seluruh dunia [1]. Tuberkulosis merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh kuman *Myco-bacterium Tuberculosis*, penyakit ini menular langsung antar manusia ke manusia melalui udara yaitu lewat percikan ludah, bersin dan batuk. Sebagian besar kuman Tuberkulosis menyerang paru, akan tetapi dapat juga mengenai organ atau bagian tubuh lainnya. Penyakit ini dapat menyerang siapa saja terutama orang yang memiliki usia produktif atau masih aktif bekerja (15-59 tahun) dan anak-anak. Selain itu penyakit Tuberkulosis juga dapat menular melalui kondisi lingkungan sekitar, yaitu di lingkungan rumah yang kurang sehat terutama pada daerah permukiman yang padat penduduk dengan akses sanitasi yang kurang baik, kurangnya ventilasi dan pencahayaan matahari yang kurang. Hasil survei Riskesdas Tahun 2013, semakin bertambahnya usia maka prevalensinya semakin tinggi, hal ini kemungkinan terjadi reaktivasi Tuberkulosis dan durasi paparan penyakit Tuberkulosisnya lebih lama dibandingkan kelompok umur di bawahnya.

Jumlah penderita Tuberkulosis tertinggi di Indonesia yang dilaporkan terdapat di provinsi dengan jumlah penduduk

yang besar yaitu di Provinsi Jawa Barat, Provinsi Jawa Timur, dan Provinsi Jawa Tengah. Jumlah penderita Tuberkulosis di tiga provinsi tersebut sebesar 44% dari jumlah seluruh penderita Tuberkulosis di Indonesia. Provinsi Jawa Timur menempati peringkat kedua dalam jumlah penyumbang penderita Tuberkulosis di Indonesia. Pada tahun 2018 terdapat 54.863 penderita Tuberkulosis dari jumlah penduduk sebanyak 39.500.851 penduduk atau sebesar 0,13% penduduk yang menderita penyakit Tuberkulosis. Sedangkan pada tahun 2017 terdapat 48.183 penderita Tuberkulosis dari jumlah penduduk sebanyak 39.292.971 penduduk atau sebesar 0,12% penduduk yang menderita penyakit Tuberkulosis dan pada tahun 2016, terdapat 47.478 penderita dari jumlah penduduk sebanyak 39.075.152 penduduk atau sebesar 0,12% penduduk yang menderita penyakit Tuberkulosis. Tingginya penderita Tuberkulosis juga memberikan dampak pada tingginya angka kematian akibat penyakit Tuberkulosis di Jawa Timur yang mencapai 1.125 penduduk sepanjang tahun 2018 [2].

Regresi poisson merupakan salah satu regresi yang digunakan untuk memodelkan antara variabel respon dan variabel prediktor dengan mengasumsikan variabel respon berdistribusi poisson. Namun, pada data jumlah penderita Tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur tidak memenuhi kondisi ekuidispersi, karena diperoleh nilai variansnya lebih besar dari pada rata – ratanya (overdispersi), oleh karena itu salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengatasi overdispersi adalah *Generalized Poisson Regression (GPR)*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Peta Tematik

Peta tematik adalah peta geografis dari kondisi permukaan bumi misalnya populasi, kepadatan, iklim, dan lainnya dari data kuantitatif dan juga data kualitatif. Peta tematik merupakan peta yang menyajikannya untuk suatu kepentingan dengan menggunakan peta rupa bumi yang sudah disederhanakan menjadi dasar untuk meletakkan keterangan tematiknya. Didalam peta tematik terdapat beberapa metode pembagian didalamnya yaitu, natural breaks, quantile, equal interval, geometrical interval dan standart deviasi [3].

### B. Regresi Poisson

Regresi poisson adalah model regresi nonlinear yang dipakai untuk memodelkan data diskrit (*count*) [4]. Regresi poisson merupakan suatu regresi yang digunakan untuk memodelkan antara variabel respon dan variabel prediktor

Tabel 1.  
Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Skala
Y	Jumlah Penderita Tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur Tahun 2018	Rasio
X <sub>1</sub>	Kepadatan Penduduk	Rasio
X <sub>2</sub>	Persentase rumah tangga dengan akses sanitasi yang layak terhadap jumlah penduduk yang di-periksa akses sanitasinya di 38 Kab/Kota di Jawa Timur	Rasio
X <sub>3</sub>	Persentase rumah tangga yang berperilaku hidup bersih dan sehat terhadap jumlah rumah tangga yang dipantau di 38 Kab/Kota di Jawa Timur	Rasio
X <sub>4</sub>	Persentase rumah sehat terhadap jumlah rumah yang dipantau di 38 Kab/Kota di Jawa Timur	Rasio
X <sub>5</sub>	Persentase penduduk usia produktif terhadap jumlah penduduk di 38 Kab/Kota di Jawa Timur	Rasio

Tabel 2.  
Struktur Data

Kabupaten/ Kota	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
Kab/Kota-1	Y <sub>1</sub>	X <sub>1,1</sub>	X <sub>1,2</sub>	X <sub>1,3</sub>	X <sub>1,4</sub>	X <sub>1,5</sub>
Kab/Kota-2	Y <sub>2</sub>	X <sub>2,1</sub>	X <sub>2,2</sub>	X <sub>2,3</sub>	X <sub>2,4</sub>	X <sub>2,5</sub>
Kab/Kota-3	Y <sub>3</sub>	X <sub>3,1</sub>	X <sub>3,2</sub>	X <sub>3,3</sub>	X <sub>3,4</sub>	X <sub>3,5</sub>
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Kab/Kota-38	Y <sub>38</sub>	X <sub>38,1</sub>	X <sub>38,2</sub>	X <sub>38,3</sub>	X <sub>38,4</sub>	X <sub>38,5</sub>

dengan mengasumsikan variabel Y berdistribusi poisson. Jika variabel kejadian random diskrit (Y) merupakan dist-ribusi Poisson dengan parameter  $\mu$  maka fungsi probabilitas dari distribusi Poisson dapat dinyatakan sebagai berikut.

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

Dengan  $\mu$  adalah rata – rata jumlah sukses dalam variabel random Y dan merupakan bilangan positif ( $\mu > 0$ ) maka  $E(Y) = \mu$  dan  $Var(Y) = \mu$ . Model regresi Poisson adalah sebagai berikut.

$$\mu_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_p X_{pi})$$

Dengan  $\mu_i$  adalah rata-rata jumlah kejadian yang terjadi dalam interval waktu tertentu.

C. Multikolinearitas

Pemeriksaan multikolinearitas bertujuan untuk melihat apakah terdapat korelasi yang kuat antara variabel prediktor dari model regresi linear berganda. Jika terdapat korelasi yang kuat antara variabel prediktor, berarti hubungan antara variabel prediktor terhadap variabel terikatnya terganggu [5]. Pemeriksaan multikolinearitas dapat dilakukan dengan cara melihat nilai VIF (*Variance Inflation Factor*) yang lebih besar dari 10. Nilai VIF dinyatakan sebagai berikut.

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

Dengan  $R_j^2$  merupakan nilai koefisien determinasi prediktor ke-j dengan prediktor lainnya.

D. Penaksiran Parameter Model Regresi Poisson

Estimasi parameter model regresi poisson dilakukan dengan metode Maximum Likelihood Estimation (MLE) yaitu dengan memaksimumkan fungsi likelihood [4]. Bentuk

Tabel 3.  
Nilai VIF dan Variabel Prediktor

Variabel	Nilai VIF
X <sub>1</sub>	2.186
X <sub>2</sub>	2.062
X <sub>3</sub>	1.277
X <sub>4</sub>	1.245
X <sub>5</sub>	1.556

Tabel 4.  
Pemilihan Model Regresi Poisson

Variabel	AIC	Deviance	Df	$\theta$
X <sub>5</sub>	20702	20362	36	565,61
X <sub>1</sub> , X <sub>5</sub>	17019	16676	35	476,45
X <sub>1</sub> , X <sub>4</sub> , X <sub>5</sub>	15374	15029	34	442,02
X <sub>2</sub> , X <sub>3</sub> , X <sub>4</sub> , X <sub>5</sub>	15026	14680	33	444,84
X <sub>1</sub> , X <sub>2</sub> , X <sub>3</sub> , X <sub>4</sub> , X <sub>5</sub>	13417	13068	32	408,37

Tabel 5.  
Estimasi Parameter Regresi Poisson

Parameter	Estimasi	Standar Error	Z hitung	P <sub>value</sub>
$\hat{\beta}_0$	-8,1533	0,14877	-54,83	<0,00
$\hat{\beta}_1$	-0,0006	0,00001	-39,78	<0,00
$\hat{\beta}_2$	-0,0139	0,00042	-33,16	<0,00
$\hat{\beta}_3$	0,0125	0,00029	42,40	<0,00
$\hat{\beta}_4$	0,0159	0,00036	43,73	<0,00
$\hat{\beta}_5$	0,2332	0,00235	99,16	<0,00

umum fungsi likelihood untuk regresi Poisson adalah sebagai berikut.

$$L(y, \beta) = \frac{e^{-\sum_{i=1}^n \mu(x_i, \beta)} [\prod_{i=1}^n \mu(x_i, \beta)]}{\prod_{i=1}^n y_i!}$$

E. Uji Signifikansi Parameter Model Regresi Poisson

Uji signifikansi secara serentak yang digunakan untuk regresi Poisson adalah menggunakan Maximum Likelihood Ratio Test (MLRT) dengan hipotesis sebagai berikut.

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

$$H_1: \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0 \quad j = 1, 2, \dots, k$$

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

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

Dengan daerah penolakan tolak H<sub>0</sub> jika nilai  $D(\hat{\beta})$  lebih besar dari  $\chi^2_{(\alpha, k)}$  yang artinya bahwa minimal terdapat satu parameter dalam model regresi poisson yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Selanjutnya dilakukan pengujian parameter secara parsial dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0: \beta_j = 0 \text{ (pengaruh variabel ke-j tidak signifikan)}$$

$$H_1: \beta_j \neq 0 \text{ (pengaruh variabel ke-j signifikan)} \quad j = 1, 2, \dots, k$$

Statistik uji parsial regresi adalah sebagai berikut.

$$Z = \frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)}$$

Dengan daerah penolakan tolak H<sub>0</sub> jika nilai  $|Z| > Z_{\alpha/2}$ .

F. Generalized Poisson Regression (GPR)

Generalized poisson regression (GPR) merupakan pengembangan dari regresi poisson yang digunakan untuk mengatasi kondisi overdispersi sehingga model GPR meng-

Tabel 6.  
Pemeriksaan Overdispersi

Kriteria	Nilai
Deviance	13068
Df	32
Deviance/df	408,37

Tabel 7.  
Pemilihan Model GPR

Variabel	AIC	Devians	df	$\theta$
X <sub>5</sub>	616	610	38	16,05
X <sub>1</sub> , X <sub>5</sub>	613,8	605,8	38	15,94
X <sub>2</sub> , X <sub>3</sub> , X <sub>5</sub>	612	602	38	15,84
X <sub>1</sub> , X <sub>2</sub> , X <sub>3</sub> , X <sub>5</sub>	608,7	596,7	38	15,70
X <sub>1</sub> , X <sub>2</sub> , X <sub>3</sub> , X <sub>4</sub> , X <sub>5</sub>	609,7	595,7	38	15,67

Tabel 8.  
Estimasi Parameter GPR

Parameter	Estimasi	Standar Error	Z <sub>hitung</sub>	P <sub>Value</sub>
$\hat{\beta}_0$	-5,9668	3,4641	-1,72	0,0931
$\hat{\beta}_1$	-0,0007	0,0003	-2,35	0,0239
$\hat{\beta}_2$	-0,0253	0,0128	-1,98	0,0552
$\hat{\beta}_3$	0,0236	0,0092	2,57	0,0144
$\hat{\beta}_5$	0,2259	0,0591	3,82	0,0005

asumsikan bahwa komponen randomnya berdistribusi generalized poisson. Pada model GPR selain terdapat parameter  $\mu$  dan parameter  $\theta$  sebagai parameter dispersi. Fungsi distribusi GPR dapat dinyatakan sebagai berikut [6].

$$f(y_i, \mu_i, \theta) = \left( \frac{\mu_i}{1 + \theta\mu_i} \right)^y \frac{(1 + \theta y_i)^{y_i - 1}}{y_i!} \exp\left( \frac{-\mu_i(1 + \theta y_i)}{1 + \theta\mu_i} \right)$$

Dimana  $y_i = 0, 1, 2, \dots$  mean dan varians model GPR adalah  $E(y_i|x_i) = \mu_i$  dan  $V(y_i|x_i) = \mu_i(1 + \theta\mu_i)^2$ . Jika  $\theta = 0$  maka model GPR akan menjadi model regresi poisson, jika  $\theta > 0$  maka model GPR mengandung overdispersion dan jika  $\theta < 0$  maka model GPR terjadi underdispersion. Model GPR dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\mu_i = \exp(X_i^T \beta) = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki})$$

G. Penaksiran Parameter Model GPR

Penaksiran parameter model GPR dilakukan dengan metode Maximum Likelihood Estimator (MLE). Fungsi likelihood untuk model GPR adalah sebagai berikut.

$$L(\beta, \theta) = \prod_{i=1}^n \left( \frac{\mu_i}{1 + \theta\mu_i} \right)^{y_i} \prod_{i=1}^n \frac{(1 + \theta y_i)^{y_i - 1}}{y_i!} \exp\left( \sum_{i=1}^n \frac{-\mu_i(1 + \theta y_i)}{1 + \theta\mu_i} \right)$$

H. Uji Signifikansi Parameter Model GPR

Uji signifikansi parameter model GPR dilakukan menggunakan metode Maximum Likelihood Ratio Test (MLRT) dengan hipotesis yang digunakan sebagai berikut.

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

$$H_1: \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0 \quad j = 1, 2, \dots, k$$

Statistik uji serentak yang digunakan pada pengujian ini adalah sebagai berikut.

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

Statistik uji  $D(\hat{\beta})$  mengikuti distribusi chi-square sehingga



Gambar 1. Persebaran jumlah penderita tuberkulosis.



Gambar 2. Persebaran kepadatan penduduk.



Gambar 3. Persebaran rumah tangga dengan akses sanitasi yang layak.

keputusan yang akan diambil tolak  $H_0$  jika nilai  $D(\hat{\beta})$  lebih besar daripada  $\chi^2_{(\alpha, k)}$ . Selanjutnya dilakukan pengujian parameter secara parsial dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0: \beta_j = 0$  (pengaruh variabel ke-j tidak signifikan)

$H_1: \beta_j \neq 0$  (pengaruh variabel ke-j signifikan)  $j = 1, 2, \dots, k$

Statistik uji parsial yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$Z = \frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)}$$

Dimana  $SE(\hat{\beta}_j)$  adalah standard error atau tingkat kesalahan dari parameter  $\hat{\beta}_j$  dengan taraf signifikan  $\alpha$  sehingga akan diperoleh keputusan tolak  $H_0$  jika nilai  $|Z_{hitung}| > Z_{\alpha/2}$ .

I. Overdispersi

Metode regresi Poisson mewajibkan melakukan pemeriksaan equidispersi, yaitu kondisi dimana nilai rata-rata dan varians dari variabel terikat bernilai sama. Regresi Poisson dikatakan mengandung overdispersi adalah kondisi di mana data variabel respon menunjukkan nilai varians lebih besar dari nilai rata-ratanya. Terdapat dua cara yang dapat digunakan untuk mendeteksi overdispersi, yaitu:

1) Devians

$$\theta = \frac{D(\hat{\beta})^2}{df}$$

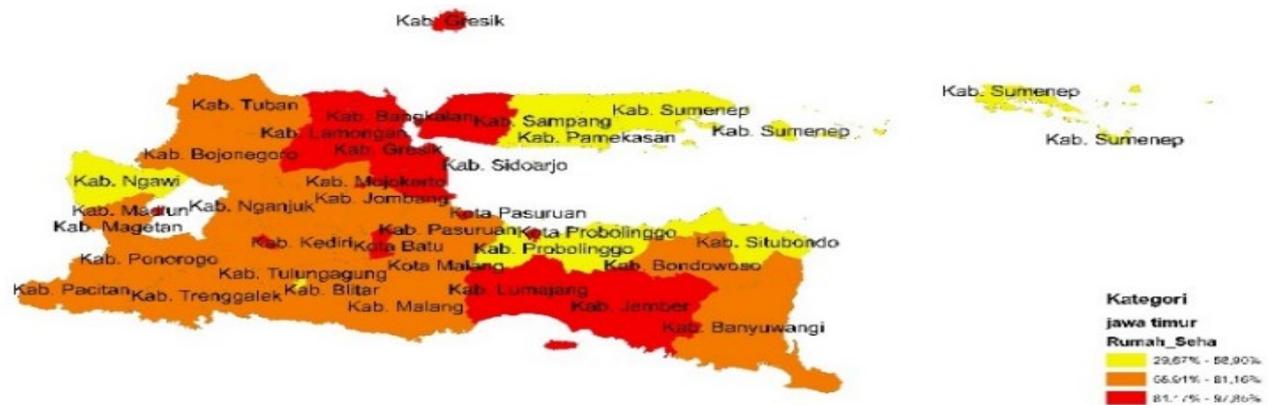
2) Pearson Chi-Square

$$\theta = \frac{\chi^2}{df}$$

Data mengalami overdispersi jika  $\theta$  bernilai lebih dari satu, jika  $\theta$  kurang dari satu artinya terjadi underdispersi dan jika



Gambar 4. Persebaran rumah tangga ber-PHBS.



Gambar 5. Persebaran rumah sehat.



Gambar 6. Persebaran penduduk usia produktif.

$\theta$  sama dengan satu artinya tidak terjadi over/under dispersi atau yang disebut dengan equidispersi.

*J. Pemilihan Model Terbaik*

Metode yang digunakan untuk menentukan model paling baik salah satunya adalah dengan melihat nilai Akaike Information Criterion (AIC). Model terbaik adalah model dengan AIC terkecil dan dengan devians terkecil juga. Nilai AIC dirumuskan sebagai berikut [7].

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

*K. Tuberkulosis*

Tuberkulosis adalah penyakit menular langsung yang disebabkan oleh kuman TB (Mycobacterium Tuberkulosis). Sebagian besar kuman Tuberkulosis menyerang paru – paru, tetapi dapat juga mengenai organ tubuh lainnya. Sumber penularan adalah penderitaan TB BTA positif. Pada waktu

batuk atau bersin, penderita menyebarkan kuman ke udara dalam bentuk droplet atau percikan dahak. Droplet yang mengandung kuman dapat bertahan di udara pada suhu kamar selama beberapa jam. Orang dapat terinfeksi jika droplet terhirup ke dalam saluran pernafasan. Selama kuman Tuberkulosis masuk kedalam tubuh manusia melalui pernafasan kuman Tuberkulosis tersebut dapat menyebar dari paru ke bagian tubuh lainnya melalui sistem peredaran darah, sistem saluran limfa, saluran napas, atau penyebaran langsung ke bagian – bagian tubuh lainnya [8].

*L. Faktor – faktor Tuberkulosis*

Faktor-faktor yang diduga mempengaruhi jumlah penderita Tuberkulosis dijelaskan sebagai berikut.

*1) Kepadatan Penduduk*

Kepadatan penduduk adalah banyaknya penduduk per-satuan luas. Kepadatan penduduk juga menunjukkan jumlah

penduduk untuk setiap kilometer persegi luas wilayah tiap Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur dalam satuan (orang/km<sup>2</sup>) [2].

#### 2) Akses Sanitasi

Sanitasi layak dan air bersih adalah kebutuhan dasar tiap manusia. Sanitasi tidak hanya mencakup sanitasi dasar seperti jamban, penyediaan air bersih, tempat pembuangan sampah, dan saluran air limbah saja, namun juga meliputi ventilasi dan kelembaban udara. Dengan terjaganya kondisi sanitasi yang baik dirumah maka dapat mencegah terjadinya penyebaran penyakit.

#### 3) Berperilaku Hidup Bersih dan Sehat

Berperilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) merupakan sekumpulan perilaku yang dipraktekkan untuk menjadikan seseorang, keluarga, kelompok atau masyarakat mampu menolong dirinya sendiri dibidang kesehatan dan berperan aktif dalam mewujudkan kesehatan masyarakat. Berperilaku PHBS dirumah adalah upaya memberdayakan anggota keluarga untuk bisa mempraktikkan dan menerapkan perilaku hidup bersih dan sehat serta pemanfaatan sarana kesehatan lingkungan demi tercapainya kesehatan yang optimal dan ter-hindar dari penularan penyakit Tuberkulosis [9].

#### 4) Rumah sehat

Rumah sehat yaitu rumah yang digunakan untuk tempat berlindung yang termasuk juga fasilitas dan pelayanan yang diperlukan, perlengkapan yang berguna untuk kesehatan jasmani dan rohani, serta keadaan sosial yang baik bagi keluarga dan perorangan [10].

#### 5) Usia Produktif

Penduduk usia produktif adalah penduduk kelompok usia di mana ia masih berpenghasilan serta mampu untuk mencukupi kebutuhan hidupnya, yaitu antara usia 15 – 59 tahun. Sedangkan penduduk usia non produktif merupakan kelompok penduduk yang tidak dapat berpenghasilan untuk mencukupi kebutuhan hidupnya, yaitu dengan usia dibawah 15 tahun dan di atas 60 tahun.

### III. METODOLOGI

#### A. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari publikasi Dinas Kesehatan Jawa Timur tahun 2018 (<https://dinkes.jatimprov.go.id/>) ya-itu data Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur tahun 2018 meliputi persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat, persentase rumah sehat serta persentase penduduk usia produktif dan data dari publikasi Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur (<https://jatim.bps.go.id/>) yaitu jumlah penderita Tuberkulosis, kepadatan penduduk, dan persentase rumah tangga dengan akses sanitasi yang layak. Unit observasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah se-banyak 38 Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur.

#### B. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari satu variabel respon (Y) dan 5 variabel prediktor (X) yang ditunjukkan pada Tabel 1.

#### C. Struktur Data

Struktur data yang digunakan pada penelitian ini disaji-

kan dalam Tabel 2.

#### D. Langkah Analisis

Langkah analisis yang dilakukan dalam penelitian ini dengan menggunakan software Rstudio dan SAS adalah sebagai berikut: (1) Membuat peta persebaran penderita Tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur beserta faktor-faktor yang diduga mempengaruhi. (2) Melakukan pemeriksaan multikolinearitas antar variabel prediktor. (3) Melakukan estimasi parameter model regresi Poisson pada data jumlah penderita Tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur tahun 2018. (4) Melakukan uji signifikansi parameter regresi poisson secara serentak dan parsial pada data jumlah penderita Tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur tahun 2018. (5) Melakukan pemeriksaan *overdispersi* pada model re-gresi Poisson terhadap jumlah penderita Tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur tahun 2018. (6) Melakukan estimasi parameter *generalized poisson re-gression* pada data jumlah penderita Tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur tahun 2018. (7) Melakukan uji signifikansi parameter *generalized poisson regression* secara serentak dan parsial. (8) Menarik kesimpulan dan saran.

### IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### A. Karakteristik Jumlah Penderita Tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur tahun 2018

Jumlah penderita Tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2018 mencapai 54.863 penderita, dengan rata-rata per Kabupaten/Kota sebanyak 1.444 penderita yaitu, terdapat 18 Kabupaten/Kota memiliki jumlah penderita Tuberkulosis diatas rata-rata. Berikut merupakan peta persebaran jumlah penderita Tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur disajikan pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan Kota Surabaya memiliki jumlah penderita Tuberkulosis tertinggi dengan jumlah sebanyak 7.007 penderita. Sedangkan jumlah penderita Tuberkulosis terendah terdapat di Kota Batu dengan jumlah penderita sebanyak 200 penderita.

#### 1) Kepadatan Penduduk

Kepadatan penduduk adalah jumlah penduduk di suatu wilayah per-km<sup>2</sup>. Kepadatan penduduk yang tidak seimbang dengan luas wilayah memunculkan daerah yang tidak menjaga kebersihan dan kesehatan masyarakat. Sehingga semakin banyak kepadatan penduduk di suatu daerah maka semakin besar peluang tersebarnya penyakit Tuberkulosis di daerah tersebut. Peta persebaran kepadatan penduduk di Provinsi Jawa Timur disajikan pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan kepadatan penduduk tertinggi berada Kota Surabaya yang memiliki kepadatan penduduk sebanyak 1.233,01 jiwa/km<sup>2</sup> dan ditemukan jumlah penderita Tuberkulosis sebanyak 7.007 penderita. Sedangkan di Kab. Pacitan dengan kepadatan penduduk terendah yaitu 398,58 jiwa/km<sup>2</sup> ditemukan jumlah penderita Tuberkulosis sebanyak 611 penderita.

#### 2) Persentase Rumah Tangga dengan Akses Sanitasi yang Layak

Akses sanitasi yang layak adalah kebutuhan dasar setiap manusia. Akses sanitasi tidak hanya mencakup sanitasi dasar namun juga meliputi ventilasi dan kelembaban udara. Dengan

terjaganya kondisi sanitasi dirumah maka dapat mencegah terjadinya penyebaran penyakit. Peta persebaran rumah tangga dengan akses sanitasi yang layak disajikan pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan persebaran daerah yang memiliki persentase rumah tangga dengan akses sanitasi yang layak tertinggi di Kota Madiun dengan persentase sebesar 94,51% dan jumlah penderita Tuberkulosis sebanyak 692 penderita, sedangkan daerah yang memiliki persentase rumah tangga dengan akses sanitasi yang layak terendah yaitu Kab. Bondowoso dengan persentase sebesar 35,67% dan jumlah penderita Tuberkulosis sebanyak 1.144 penderita.

### 3) Persentase Rumah Tangga yang Berperilaku Hidup Bersih dan Sehat

Rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat merupakan upaya untuk memberdayakan anggota keluarga agar tahu, mau dan mampu melaksanakan perilaku hidup bersih dan sehat serta berperan aktif dalam gerakan kesehatan di masyarakat. Peta persebaran rumah tangga ber-PHBS di Provinsi Jawa Timur disajikan pada Gambar 4.

Gambar 4 menunjukkan daerah persentase rumah tangga ber-PHBS tertinggi yaitu di Kota Mojokerto dengan persentase sebesar 63,6% dan jumlah penderita Tuberkulosisnya sebanyak 391 penderita. Sedangkan persentase rumah tangga ber-PHBS terendah yaitu berada di Kab. Situbondo dengan persentase sebesar 29,4% dan jumlah penderita Tuberkulosisnya sebanyak 1.270 penderita.

### 4) Persentase Rumah Sehat

Rumah sehat meliputi lingkungan bersih dan tidak dekat dengan tempat pembuangan sampah. Lingkungan yang tidak bersih dan sanitasi buruk merupakan sarana penyebaran kuman penyakit, sehingga akan memudahkan terjadinya persebaran penyakit. Peta persebaran persentase rumah sehat di Provinsi Jawa Timur disajikan pada Gambar 5.

Gambar 5 menunjukkan daerah persentase rumah sehat tertinggi yaitu di Kota Batu dengan persentase sebesar 97,85% dan jumlah penderita Tuberkulosis sebanyak 200 penderita. Sedangkan persentase rumah sehat terendah yaitu di Kab. Sampang dengan persentase sebesar 29,67% dan jumlah penderita Tuberkulosisnya sebanyak 1.028 penderita.

### 5) Persentase Penduduk Usia Produktif

Penduduk usia produktif meliputi penduduk dengan rentan usia 15-59 tahun dimana penduduk berusia produktif memiliki resiko tertularnya penyakit Tuberkulosis semakin tinggi serta terjadi reaktivasi Tuberkulosis dan durasi paparan Tuberkulosis juga lebih lama dibandingkan dengan penduduk usia non produktif. Peta persebaran persentase penduduk dengan usia produktif di Provinsi Jawa Timur disajikan pada Gambar 6.

Gambar 6 menunjukkan bahwa persentase penduduk usia produktif tertinggi yaitu di Kota Surabaya dengan persentase sebesar 70,03% dengan jumlah penderita Tuberkulosis sebanyak 7.007 penderita. Sedangkan persentase penduduk usia produktif terendah yaitu di Kab. Magetan dengan persentase sebesar 61,32% dan jumlah penderita Tuberkulosisnya sebanyak 555 penderita.

## B. Pemeriksaan Multikolinearitas

Salah satu kriteria yang digunakan untuk mendeteksi adanya multikolinearitas adalah dengan melihat nilai VIF

(Variance Inflation Factor). Berikut adalah nilai VIF pada setiap variabel prediktor yang ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa setiap variabel prediktor memiliki nilai VIF < 10 artinya tidak terdapat penderita multikolinearitas, hal ini menunjukkan bahwa tidak ada korelasi yang tinggi antar variabel prediktor.

## C. Regresi Poisson

Berikut merupakan estimasi parameter model regresi poisson yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan model yang mempunyai nilai AIC terkecil sebesar 13417 dengan semua variabel dalam pemodelannya yaitu variabel X1, X2, X3, X4, X5. Selanjutnya dilakukan pengujian parameter secara serentak dan parsial. Pengujian serentak dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_5 = 0$$

$$H_1: \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, 5.$$

Diperoleh nilai deviance  $D(\hat{\beta})$  sebesar 13068 lebih besar dari  $\chi^2_{(0,05;5)}$  sebesar 11,070 sehingga diperoleh keputusan tolak  $H_0$  yang artinya minimal terdapat satu variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Selanjutnya dilakukan pengujian parameter secara parsial dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0: \beta_j = 0$  (variabel ke-j tidak berpengaruh signifikan terhadap model)

$H_1: \beta_j \neq 0$  (variabel ke-j berpengaruh signifikan terhadap model)

Hasil estimasi parameter model regresi poisson dan pengujian parameter secara parsial ditunjukkan Tabel 5. Tabel 5 menunjukkan bahwa keseluruhan parameter memiliki nilai  $|Z_{hitung}| > Z(0,05/2)$  sebesar 1,96 sehingga diperoleh keputusan tolak  $H_0$  yang artinya semua variabel X1, X2, X3, X4, X5 berpengaruh signifikan terhadap model regresi poisson jumlah penderita Tuberkulosis. Sehingga diperoleh model regresi poisson sebagai berikut.

$$\hat{\mu} = \exp(-8,1533 - 0,0006X_1 - 0,0139X_2 + 0,0125X_3 + 0,0159X_4 + 0,2332X_5)$$

## D. Overdispersi

Salah satu asumsi yang harus dipenuhi dalam regresi poisson adalah pemeriksaan overdispersi dengan melihat nilai deviance dibagi dengan derajat bebas menghasilkan nilai satu. Pemeriksaan overdispersi dapat dikoreksi dengan nilai deviance yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 menunjukkan nilai deviance dibagi db ( $\theta$ ) diperoleh nilai sebesar 408,37 yang artinya lebih dari 1 sehingga dapat disimpulkan pada model regresi poisson jumlah penderita Tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur tahun 2018 mengalami kasus overdispersi, sehingga metode yang dapat digunakan untuk mengatasi overdispersi adalah metode GPR.

## E. Pemodelan Generalized Poisson Regression

Hasil dari model generalized poisson regression yang ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7 menunjukkan bahwa nilai AIC terkecil sebesar 608,7 dengan variabel yang masuk dalam model generalized poisson regression jumlah penderita Tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur tahun 2018 adalah variabel X1, X2, X3, X5. Selanjutnya dilakukan pengujian parameter secara serentak

dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_5 = 0$$

$$H_1: \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0 \quad j = 1, 2, 3, 5$$

Hasil pengujian parameter secara serentak diperoleh nilai  $D(\hat{\beta})$  sebesar 596,7 lebih besar dari nilai  $\chi^2_{(0,05;3)}$  sebesar 7,815 sehingga diperoleh keputusan tolak  $H_0$  yang artinya minimal terdapat satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Dilanjutkan dengan pengujian parameter secara parsial dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0: \beta_j = 0, \quad j = 1, 2, 3, 5$  (variabel ke- $j$  tidak berpengaruh signifikan terhadap model).

$H_1: \beta_j \neq 0, \quad j = 1, 2, 3, 5$  (variabel ke- $j$  berpengaruh signifikan terhadap model).

Tabel 8 menunjukkan bahwa seluruh parameter memiliki nilai  $|Z_{hitung}| > Z_{\alpha/2}$  dimana  $Z_{(0,05/2)}$  sebesar 1,96 sehingga diperoleh keputusan tolak  $H_0$  yang artinya bahwa seluruh variabel  $X_1, X_2, X_3, X_5$  berpengaruh signifikan terhadap model generalized poisson regression jumlah penderita Tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur. Sehingga diperoleh model generalized regresi poisson sebagai berikut.

$$\hat{\mu} = \exp(-5,9668 - 0,0007X_1 - 0,0253X_2 + 0,0236X_3 + 0,225X_5)$$

Hasil estimasi model diatas dapat dipergunakan untuk menduga rata-rata penderita Tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur. Jika kondisi kepadatan penduduk ( $X_1$ ) sebanyak 826,39 jiwa/km<sup>2</sup>, persentase rumah tangga yang memiliki akses sanitasi yang layak ( $X_2$ ) 74,28%, persentase rumah tangga yang berperilaku hidup bersih dan sehat ( $X_3$ ) 56,1%, dan persentase penduduk usia produktif ( $X_5$ ) 64,98% maka jumlah penderita Tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur akan bertambah sebesar 0,11% dari 54.863 penderita (sekitar 60 penderita).

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan diperoleh bahwa penderita Tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur tahun 2018 paling banyak berada di Kota Surabaya dengan jumlah 7.007 penderita, sedangkan kota Blitar dan Kota Batu memiliki jumlah penderita Tuberkulosis paling sedikit yaitu sebanyak 263 dan 200 penderita.

Berdasarkan hasil pemodelan GPR didapatkan variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap model jumlah penderita Tuberkulosis di Provinsi Jawa Timur tahun 2018 yaitu kepadatan penduduk, persentase rumah tangga dengan akses sanitasi yang layak, persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat, dan persentase penduduk usia produktif.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Najmah, *Epidemiologi Penyakit Menular*, 1st ed. Jakarta: CV. Trans Info Media, 2016, isbn: 9786022021872.
- [2] BPS Provinsi Jawa Timur, *Provinsi Jawa Timur dalam Angka 2018*, 1st ed. Surabaya: BPS Provinsi Jawa Timur, 2018.
- [3] C. W. Crisana, "Analisis Perbandingan Metode Klasifikasi Autocorrelation Based Regioclassification (ACRC) dan Non-ACRC untuk Data Spasial," Institut Pertanian Bogor, 2014.
- [4] A. Agresti, *Categorical Data Analysis*, 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, Inc, 2002, doi: 10.1002/0471249688, isbn: 9780471360933.
- [5] A. Widarjono, *Analisis Statistika Multivariat Terapan*, 1st ed. Yogyakarta: UPP STIM YKPN, 2010.
- [6] F. Famoye, J. T. Wulu, and K. P. Singh, "On the generalized Poisson regression model with an application to accident data," *J. Data Sci.*, vol. 2, no. 3, pp. 287–295, 2004.
- [7] H. Bozdogan, "Akaike's information criterion and recent developments in information complexity," *J. Math. Psychol.*, vol. 44, no. 1, pp. 62–91, 2000, doi: <https://doi.org/10.1006/jmps.1999.1277>.
- [8] J. Suryo, *Herbal Penyembuh Gangguan Sistem Pernapasan: Pneumonia-Kanker Paru-Paru-TB-Bronkitis-Pleurisi*, 1st ed. Yogyakarta: Benteng Pustaka, 2010, isbn: 9789792438772.
- [9] Mustar *et al.*, *Ilmu Sosial Budaya Dasar*, 1st ed. Yogyakarta: Yayasan Kita Menulis, 2019, isbn: 978-623-6761-58-8.
- [10] F. E. Makhfudli, *Keperawatan Kesehatan Komunitas Teori dan Praktik dalam Keperawatan*, 1st ed. Jakarta: Salemba Medika, 2009, doi: 10.13140/RG.2.1.1178.5366.