



Pemodelan Kasus Tuberkulosis (TBC) di Provinsi Riau Tahun 2023 Menggunakan Model Regresi Poisson dan Regresi Binomial Negatif

Yudha Ardhana^{1✉}, Depriwana Rahmi², Suci Yuniati³, Annisah Kurniati⁴
(1,2) Pendidikan Matematika, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

✉ Corresponding author

depriwana.rahmi@uin-suska.ac.id

Kata Kunci: Binomial Negatif, Pemodelan, Poisson, Tuberkulosis,

Abstrak

Tuberkulosis (TB) merupakan salah satu masalah Kesehatan yang paling besar di seluruh dunia. Penyakit ini juga merupakan penyebab kematian yang tertinggi pada negara-negara berkembang. Tuberkulosis pertama kali ditemukan oleh seorang ahli mikrobiologi yang bernama Dr. Robert Koch pada tahun 1882. Oleh karena itu, diperlukan analisis untuk mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi kasus tuberkulosis sehingga jumlah kasusnya bisa menurun. Data yang akan dianalisis dalam penelitian ini bersumber dari data BPS Provinsi Riau tahun 2023. Model yang digunakan yaitu model regresi poisson yang hasilnya menunjukkan adanya overdispersi sehingga perlu dilanjutkan dengan model regresi binomial negatif. Hasilnya menunjukkan bahwa kepadatan penduduk sangat berpengaruh terhadap peningkatan jumlah kasus TBC di Provinsi Riau. Kemudian dari hasil tersebut, dapat terlihat bahwa model terbaik yaitu model regresi binomial negatif dengan nilai AIC terkecil yaitu -98678,78172.

Keyword: Modelling, Negative Binomial, Poisson, Tuberculosis

Abstract

Tuberculosis (TBC) is one of the biggest health problems throughout the world. This disease is also the highest cause of death in developing countries. Tuberculosis was first discovered by a microbiologist named Dr. Robert Koch in 1882. Therefore, analysis is needed to find out what factors influence tuberculosis cases so that the number of cases can decrease. The data that will be analyzed in this research comes from BPS data for Riau Province in 2023. The model used is the Poisson regression model, the results of which show that there is overdispersion so it is necessary to continue with the negative binomial regression model. The results show that population density has a big influence on the increase in the number of TB cases in Riau Province. Then from these results, it can be seen that the best model is the negative binomial regression model with the smallest AIC value, namely -98678.78172.

Article info:

Received 18 November 2024; Accepted 28 November 2024; Published 30 November 2024

PENDAHULUAN

Tuberkulosis (TB) merupakan salah satu masalah Kesehatan yang paling besar di seluruh dunia. Penyakit ini juga merupakan penyebab kematian yang tertinggi pada negara-negara berkembang. Tuberkulosis pertama kali ditemukan oleh seorang ahli mikrobiologi yang bernama Dr. Robert Koch pada tahun 1882. Tuberculosis merupakan suatu penyakit yang disebabkan oleh *Mycrobacterium Tuberculosis* (Panggabean & Winarti, 2024). Bakteri ini menyerang paru-paru, namun tidak menutup kemungkinan menyerang bagian tubuh lainnya. Penyakit ini dapat ditularkan melalui batuk yang mengandung *Mycrobacterium Tuberculosis* dan menyebar ke udara. Penularan penyakit ini dapat terjadi ketika penderita TB berbicara, batuk atau bersin, sehingga kuman menyebar ke udara dalam bentuk percikan dahak. Daya penularan seorang pasien ditentukan oleh banyaknya kuman yang dikeluarkan dari parunya (Kemenkes RI, 2011).

Sampai saat ini Tuberkulosis tetap menjadi isu serius dalam masyarakat karena penyakit ini dapat menyebabkan kecacatan, hingga kematian. Negara Indonesia saat ini menempati posisi kedua penemuan dan penularan kasus Tuberkulosis terbanyak di dunia. Daerah permukiman dengan tingkat kepadatan penduduk tinggi dan lingkungan yang tidak sehat atau kumuh diyakini menjadi faktor utama yang mendukung peningkatan penyakit ini.

Menurut data Kementerian Kesehatan Provinsi Republik Indonesia, Provinsi Jawa Barat merupakan provinsi dengan jumlah kasus tuberkulosis terbanyak di Indonesia. Sedangkan Provinsi Riau berada pada posisi ke-10 sebagai penyumbang terbesar penyakit TB tersebut (Han, 2024). Pada tahun 2020, ditemukan terduga penderita tuberkulosis yang mendapatkan pelayanan Kesehatan di Provinsi Riau sebanyak 38.587 orang, hal tersebut mengalami peningkatan dibandingkan tahun 2019 yaitu ditemukan sebanyak 36.154 penderita tuberkulosis di Provinsi Riau (Eliza Fitria, Ratna Juwita, Betty Nia Rulen, 2023). Oleh karena itu, diperlukan pemodelan kasus TB yang terjadi di Provinsi Riau agar dapat memberikan informasi yang berguna dalam upaya pencegahan penyakit ini. salah satu metode yang dapat digunakan dalam pemodelan tersebut yaitu dengan regresi Poisson.

Metode regresi Poisson merupakan salah satu metode yang cocok digunakan untuk memodelkan data yang bersifat *count* atau jumlah. Metode ini akan membantu dalam mengevaluasi faktor apa saja yang mempengaruhi jumlah kasus TB di Provinsi Riau. Pada model regresi Poisson terdapat asumsi yang harus terpenuhi yaitu berupa *equidispersi*. *Equidispersi* merupakan asumsi kesamaan nilai variansi dengan nilai rata-rata pada model Poisson. Penelitian sebelumnya mengenai pemodelan regresi Poisson menghasilkan kesimpulan bahwa banyak terjadi kasus *underdispersi* maupun *overdispersi* pada regresi Poisson. Apabila kasus *underdispersi* dan *overdispersi* diabaikan maka pengujian menjadi kurang akurat karena nilai *standard error* menjadi lebih kecil dari nilai sesungguhnya dan menyebabkan hasil pengujian parameter regresinya tidak valid. *Overdispersi* dapat muncul dikarenakan beberapa hal diantaranya yaitu adanya jumlah nol yang berlebihan pada variabel dependennya, variansi yang tidak dapat diamati pada data, atau pengaruh variabel lain yang mengakibatkan peluang kejadian bergantung pada kejadian sebelumnya. Metode alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi kasus *overdispersi* adalah regresi Binomial Negatif (Syafiqoh et al., 2024).

Berdasarkan permasalahan diatas, penulisan artikel ini mengarah pada penggunaan metode regresi Binomial Negatif dalam upaya memodelkan jumlah kasus TB di Provinsi Riau.

METODE PENELITIAN

Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh melalui Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Riau tahun 2023. Jumlah data penelitian yang digunakan adalah sebanyak 10 kabupaten dan 2 kota yang ada di Provinsi Riau. Adapun variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel. 1 Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan
Y	Jumlah kasus Tuberkulosis
X ₁	Kepadatan penduduk
X ₂	Jumlah puskesmas
X ₃	Jumlah rumah tangga yang memiliki akses air layak minum
X ₄	Persentase penduduk miskin
X ₅	Persentase rumah tangga yang memiliki akses sanitasi yang layak

Metode Analisis

Langkah-langkah yang diterapkan dalam pengolahan data guna memperoleh pola hubungan terbaik dalam analisis Regresi Binomial Negatif untuk menangani masalah overdispersi pada regresi Poisson pada data jumlah kasus TB di Riau tahun 2023 adalah sebagai berikut: Mendeskripsikan karakteristik jumlah penderita TB di Riau tahun 2023

1. Mendeskripsikan karakteristik jumlah TBC di Provinsi Riau tahun 2023
2. Mendeteksi kasus multikoloneritas menggunakan kriteria nilai VIF
3. Pemodelan menggunakan regresi Poisson
4. Mendeteksi adanya overdispersi pada regresi poisson
5. Pemodelan dengan menggunakan regresi binomial negatif dengan tahapan:
 - a. Melakukan penaksiran parameter model regresi binomial negatif
 - b. Melakukan pengujian signifikansi parameter pada model regresi binomial negatif
 - c. Menginterpretasikan hasil model regresi binomial negatif
6. Menarik kesimpulan (Kusuma et al., 2022)

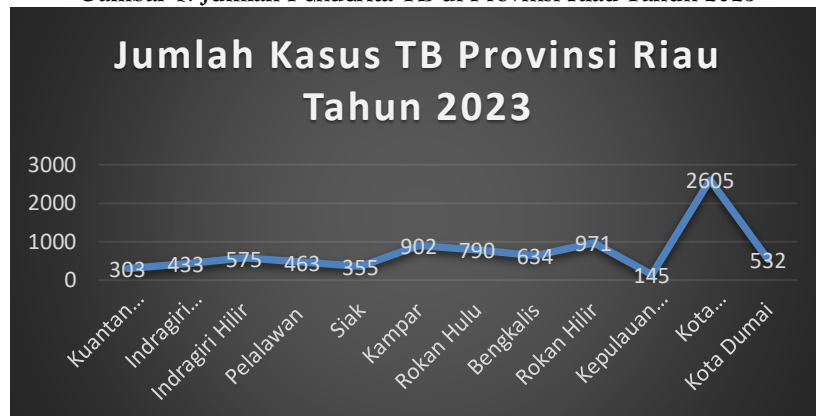
HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Penderita Penyakit TBC di Provinsi Riau

Pada tahun 2021, penderita TBC di Provinsi Riau mayoritas terjadi pada kelompok usia 46-55 tahun yaitu sebanyak 151 orang atau sebesar 33,1%. Mayoritas penderita TBC adalah laki-laki sebanyak 326 orang atau sebesar 71,5%. Sedangkan yang terendah adalah perempuan sebanyak 130 orang atau sebesar 28,5%.

Adapun data penderita TB di Provinsi Riau tahun 2023 dapat dilihat pada Gambar 1. berikut:

Gambar 1. Jumlah Penderita TB di Provinsi Riau Tahun 2023



Berdasarkan Gambar 1 tersebut, kabupaten/kota dengan jumlah penderita TBC tertinggi di provinsi Riau adalah Kota Pekanbaru dengan jumlah penderita sebanyak 2605 kasus. Sedangkan kabupaten/kota dengan jumlah penderita TBC terendah adalah Kabupaten Siak dengan jumlah kasus sebanyak 303 kasus.

Deteksi Multikolineritas

Sebelum melakukan analisis regresi poisson, perlu dilakukan pengecekan pada data untuk mengetahui apakah terjadi kasus multinolineritas atau tidak. Pemeriksaan multinolineritas pada data merupakan salah satu asumsi yang harus dipenuhi sebelum melakukan analisis regresi poisson, diantara variabel prediktor harus independent atau tidak ada hubungan antar variabel prediktor. Salah satu cara untuk mendeteksi multinolineritas yaitu dengan melihat nilai VIF (*Variance Inflation Factor*), apabila terdapat nilai $VIF > 10$ maka dapat disimpulkan terdapat multikolineritas pada data. Berikut adalah nilai VIF antar variabel prediktor.

Tabel 2. Nilai VIF Variabel Prediktor

Variabel	VIF	Variabel	VIF
----------	-----	----------	-----

X1 dan X2	1,001099633	X2 dan X4	1,271350507
X1 dan X3	1,254470505	X2 dan X5	1,014215768
X1 dan X4	1,005452115	X3 dan X4	1,04410517
X1 dan X5	1,112428724	X3 dan X5	1,002697757
X2 dan X3	1,000228695	X4 dan X5	1,033701588

Berdasarkan Tabel 2 tersebut, tidak terdapat nilai VIF > 10, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat kasus multikolinieritas pada data sehingga semua variabel layak diikutsertakan dalam pemodelan.

Regresi Poisson

Setelah melakukan uji multikolinieritas, selanjutnya dilakukan analisis untuk mengetahui hubungan antar variabel prediktor terhadap jumlah penderita TBC di Provinsi Riau dengan menggunakan analisis regresi poisson. Berikut adalah hasil estimasi parameter menggunakan regresi poisson.

Tabel 3. Estimasi Parameter Regresi Poisson

Parameter	Estimasi	Std. Error	Z-Value	P-Value
Intercept	0	83,14847109	0	0,53801323
β_1	0,0006269	84,8247334	7,39E-06	0,000253853
β_2	0,03468315	179,8594645	0,000193515	0,75164636
β_3	0,036539486	179,2276451	0,000203603	0,287855184
β_4	0,006972239	179,4642662	3,89E-05	0,33378964
β_5	0,023690592	178,8788296	0,000132439	0,545801078

Berdasarkan Tabel 3 model regresi poisson yang terbentuk adalah:

$$\hat{\mu}_i = \exp (0 + 0,0006269X_1 + 0,03468315X_2 + 0,036539486X_3 + 0,006972239X_4 + 0,023690592X_5)$$

Selanjutnya akan dilakukan pengujian parameter untuk mengetahui variabel prediktor mana yang berpengaruh terhadap variabel respon. Hipotesis:

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0 ; j = 1, 2, 3, 4, 5$$

Berdasarkan hasil pengujian parameter dengan taraf signifikansi 5%, hanya ada satu parameter yang signifikan, yaitu β_1 . Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa variabel X_1 memiliki pengaruh signifikan terhadap model. Dalam analisis regresi Poisson, salah satu asumsi yang harus dipenuhi adalah *equidispersion*. Namun, pada data ini terjadi overdispersi dengan rasio overdispersi sebesar 517,2. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemodelan lanjutan menggunakan regresi binomial negatif.

Regresi Binomial Negatif

Langkah awal dalam pemodelan regresi binomial negative adalah penentuan nilai initial theta. Pada kasus ini, nilai theta yang didapatkan yaitu 1,405783036. Hasil analisis regresi binomial negatif adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Estimasi Parameter Regresi Binomial Negatif

Parameter	Estimasi	Std. Error	Z-Value	P-Value
Intercept	3,994262747	883,2895836	-0,66072095	0,53801323

β_1	0,000865827	0,143067581	8,91948403	0,000295003
β_2	0,037941	9,476290065	2,0027177	0,101586197
β_3	0	8,783658883	-0,11803036	0,91063861
β_4	0,005110594	3,80691436	1,33386418	0,239777265
β_5	0,015830109	4,329256685	1,64369942	0,161159335

Berdasarkan Tabel 4. tersebut, model regresi binomial negatif yang terbentuk adalah :

$$\widehat{\mu}_i = \exp (3,994262747 + 0,000865827X_1 + 0,037941X_2 + 0X_3 + 0,005110594X_4 + 0,015830109X_5)$$

Selanjutnya, akan dilakukan pengujian parameter untuk mengetahui variabel prediktor mana yang berpengaruh terhadap variabel respon. Hipotesis:

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0 ; j = 1, 2, 3, 4, 5$$

Berdasarkan hasil pengujian parameter dengan taraf signifikansi 5%, hanya ada satu parameter yang signifikan, yaitu β_1 . Hal ini menunjukkan bahwa variabel X_1 memiliki pengaruh signifikan terhadap model. Selanjutnya, hasil analisis regresi binomial negatif berdasarkan variabel yang signifikan dapat dilihat pada tabel 5 berikut:

Tabel 5. Nilai Parameter yang Signifikan

Parameter	Estimasi	P-Value
Intercept	4,110576641	0,000180
β_1	0,002051439	0,000013

Berdasarkan Tabel 5 tersebut, model regresi binomial negatif dari parameter yang signifikan dapat dibentuk sebagai berikut:

$$\widehat{\mu}_i = \exp (4,110576641 + 0,002051439X_1)$$

Selanjutnya, penentuan model yang lebih baik antara regresi poisson dan regresi binomial negatif dapat dilihat dari hasil uji model terbaik dengan menggunakan nilai AIC dan nilai Deviance. Seperti yang terlihat pada Tabel 6. Berikut:

Tabel 6. Kriteria Model

Model Regresi	AIC	Devians
Binomial Negatif	-98678,78172	-98690,78172
Poisson	-101063,0228	-101075,0228

Tabel 6 menampilkan model terbaik, yaitu model regresi binomial negatif, dengan variabel yang signifikan ditentukan oleh nilai deviansi yang mendekati 1 dan nilai AIC yang lebih rendah. Berdasarkan analisis regresi binomial negatif, faktor yang memengaruhi jumlah penderita TBC di Provinsi Riau tahun 2023 adalah kepadatan penduduk.

Perubahan jumlah kasus TBC di Provinsi Riau pada tahun 2023 dipengaruhi oleh koefisien variabel yang relevan. Setiap kenaikan kepadatan penduduk sebesar 1 jiwa/km² akan meningkatkan jumlah penderita TBC sebesar $\exp(0,002) = 1,002$ kali lipat.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa faktor yang mempengaruhi jumlah kasus Tuberkulosis (TBC) di Provinsi Riau tahun 2023 berdasarkan pemodelan menggunakan regresi binomial negative adalah kepadatan penduduk. Sehingga model terbentuk adalah $\hat{\mu}_i = \exp(4,110576641 + 0,002051439X_1)$. Model terbaik untuk kasus TBC di Riau tahun 2023 adalah model regresi binomial negatif dengan nilai AIC terkecil yaitu -98678,78172

DAFTAR PUSTAKA

Eliza Fitria, Ratna Juwita, Betty Nia Rulen, Y. M. (2023). *Pemodelan Faktor Resiko Kejadian TB Di Provinsi Riau*. 15.

Kusuma, W., Utomo, C. F., Tervia, S., & Setiawan, R. N. S. (2022). Pemodelan Kasus Tuberkulosis (Tb) Di Nusa Tenggara Barat Menggunakan Model Regresi Binomial Negatif. *Jurnal Serunai Matematika*, 14(2), 142–147. <https://doi.org/10.37755/jsm.v14i2.652>

Panggabean, K. G., & Winarti, N. (2024). Implementasi Kebijakan Penanggulangan Tuberkulosis di Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Manajemen Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 5(3), 486–496. <https://doi.org/10.38035/jmpis.v5i3.1998>

Syafiqoh, A. J., Mahardika, R., Amaria, S., Winaryati, E., & Haris, A. M. (2024). Pemodelan Regresi Binomial Negatif untuk Mengevaluasi Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kasus Tuberkulosis di Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Matematika Dan Statistika Serta Aplikasinya*, 12(1).

<https://riau.bps.go.id/id/statistics-table/2/MzExIzI=/kepadatan-penduduk-per-km2-menurut-kabupaten-kota.html>

<https://riau.bps.go.id/id/statisticstable/3/YmlzemNGUkNVblZLVVhObIREWnZXbkEzWld0eVVUMDkjMw==/jumlah-rumah-sakit-umum-rumah-sakit-khusus-puskesmas-klinik-pratama-dan-posyandu-menurut-kabupaten-kota-di-provinsi-riau-2018.html?year=2018>

<https://riau.bps.go.id/id/statisticstable/3/TUU0eE4xbE9hMWVhSVjNCsgNYaFpWRlJKUjFSTlp6MDkjMw==/persentase-rumah-tangga-yang-memiliki-akses-terhadap-sumber-air-minum-layak-menurut-kabupaten-kota-di-provinsi-riau-2023.html?year=2023>

<https://riau.bps.go.id/id/statistics-table/2/NzcjMg==/jumlah-penduduk-miskin-menurut-kabupaten-kota.html>

<https://riau.bps.go.id/en/statisticstable/3/VGtGTU5qbDFlQzI1VWTVNWZEIXbWRhWkUwMFVUMDkjMw==/persentase-rumah-tangga-yang-memiliki-akses-terhadap-sanitasi-layak-menurut-kabupaten-kota-di-provinsi-riau-2023.html>

<https://riau.bps.go.id/en/statisticstable/3/YTA1Q1ptRmhUMEpXWTBsQmQyZzBjVzgwUzB4aVp6MDkjMw%3D%3D/jumlah-kasus-penyakit-menurut-kabupaten-kota-dan-jenis-penyakit-di-provinsi-riau-2017.html>