



Permodelan Jumlah Kasus Tuberkulosis Di Kabupaten Purbalingga Tahun 2022 Menggunakan Regresi Binomial Negatif

Prizka Rismawati Arum¹, Indah Manfaati Nur², Amalia Jihan Syafiqoh³, Hanief Rizky Utami⁴
¹²³⁴Prodi Statistika, Universitas Muhammadiyah Semarang, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.26714/jodi>

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Disubmit 27 Nov 2023

Direvisi 04 Des 2023

Disetujui 11 Des 2023

Keywords:

Overdispersion;
Negative Binomial
Regression;
Tuberculosis.

Abstrak

Menurut data dari Dinkes Purbalingga pada bulan Mei 2022 ditemukan 422 kasus TBC dan 9 diantaranya menderita TBC Multi Drug Resistant (MDR) atau kebal obat. Untuk kasus TBC MDR saat ini menjadi perhatian kusus pemerintah, hal ini karena masa penyembuhannya membutuhkan waktu yang lebih lama. Penyakit TB Paru merupakan salah satu penyebab kematian utama di Indonesia dan dunia. Selain menyerang Paru, Tuberculosis dapat menyerang organ tubuh yang lain. Jumlah orang terduga Tuberculosis tahun 2022 sebanyak 11.324 dan orang terduga tuberkulosis yang mendapatkan pelayanan kesehatan sesuai standar sebanyak 12.072 (106,6%). Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk memodelkan jumlah kasus TBC di Kabupaten Purbalingga agar dapat memberikan informasi yang berguna dalam upaya pencegahan dan pengendalian penyakit TBC. Model regresi Poisson sering ditemukan pelanggaran asumsi overdispersi dengan memodelkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kasus tuberkulosis. Alternatif model yang dapat dilakukan untuk mengatasi pelanggaran asumsi overdispersi adalah Model Regresi Binomial Negatif. Berdasarkan nilai AIC diperoleh hasil pemodelan terbaik menggunakan regresi binomial negatif dengan nilai AIC sebesar 191.96 yang lebih kecil dari metode regresi Poisson. Berdasarkan uji parsial dihasilkan bahwa variabel yang berpengaruh terhadap jumlah kasus tuberkulosis di Kabupaten Purbalingga adalah X_2 yaitu jumlah puskesmas.

Abstract

According to data from the Purbalingga Health Office, in May 2022, 422 cases of TB were found and 9 of them suffered from Multi Drug Resistant (MDR) TB. MDR TB cases are currently of particular concern to the government, this is because the healing period takes longer. Pulmonary TB is one of the main causes of death in Indonesia and the world. Apart from attacking the lungs, Tuberculosis can attack other body organs. The number of people suspected of tuberculosis in 2022 will be 11,324 and people suspected of tuberculosis who will receive standard health services will be 12,072 (106.6%). Therefore, efforts need to be made to model the number of TB cases in Purbalingga Regency in order to provide useful information in efforts to prevent and control TB disease. The Poisson regression model often violates the overdispersion assumption by modeling the factors that influence tuberculosis cases. An alternative model that can be used to overcome violations of the overdispersion assumption is the Negative Binomial Regression Model. Based on the AIC value, the best modeling results were obtained using negative binomial regression with an AIC value of 191.96 which is smaller than the Poisson regression method. Based on the partial test, it was found that the variable that influenced the number of tuberculosis cases in Purbalingga Regency was X_2 , namely the number of health centers.

✉ Alamat Korespondensi:

E-mail: prizka.rismawatiarum@unimus.ac.id

e-ISSN: 2988 - 2109

PENDAHULUAN

Pada tahun 2022 Kabupaten Purbalingga mengalami kenaikan jumlah kasus TBC dari tahun sebelumnya. Tercatat estimasi angka TBC hingga saat ini adalah 2251 orang yang terdiri dari beberapa kelompok penderita. Angka tersebut telah ditangani beberapa faskes (Fasilitas Kesehatan) baik 8 Rumah Sakit (2 milik Pemerintah dan 6 milik swasta) serta Puskesmas yang tersebar di seluruh wilayah Kabupaten Purbalingga. Menurut data dari Dinkes Purbalingga pada bulan Mei 2022 ditemukan 422 kasus TBC dan 9 diantaranya menderita TBC Multi Drug Resistant (MDR) atau kebal obat. Untuk kasus TBC MDR saat ini menjadi perhatian kusus pemerintah, hal ini karena masa penyembuhannya membutuhkan waktu yang lebih lama. Tuberkulosis (TB) adalah suatu infeksi yang disebabkan oleh kuman TB (*Mycobacterium tuberculosis*). Infeksi ini paling sering mengenai paru, tetapi dapat juga mengenai organ tubuh lainnya (Pedoman Nasional Penanggulangan TB, 2008). Penularan penyakit ini melalui perantara ludah atau dahak penderita yang mengandung basil tuberkulosis paru. Pada waktu penderita batuk, butir-butir air ludah beterbangan di udara dan terhisap oleh orang yang sehat dan masuk ke dalam paru-parunya yang kemudian menyebabkan penyakit tuberkulosis paru (Widayanti et al., 2018). Penyakit TB Paru merupakan salah satu penyebab kematian utama di Indonesia dan dunia. Selain menyerang Paru, Tuberkulosis dapat menyerang organ tubuh yang lain. Jumlah orang terduga Tuberkulosis tahun 2022 sebanyak 11.324 dan orang terduga tuberkulosis yang mendapatkan pelayanan kesehatan sesuai standar sebanyak 12.072 (106,6%). Jumlah perkiraan insiden tuberkulosis sebesar 1436 kasus sedangkan jumlah seluruh kasus tuberkulosis sebanyak 1.784 kasus sehingga treatment coveragenya hanya 75%. Angka tersebut telah mencapai target nasional sebesar 70,00% (DINKES Purbalingga 2022).

Jumlah kematian selama pengobatan tahun 2022 mengalami kenaikan menjadi 60 kasus dari 38 kasus kematian pada tahun 2021. Jumlah terduga tuberkulosis yang mendapatkan pelayanan sesuai standar pada tahun 2022 sebanyak 12.072 kasus dengan jumlah kasus positif ditemukan dan diobati sebanyak 1.038 kasus. Hal ini menunjukkan bahwa kasus yang ditemukan masih jauh dari angka seharusnya sehingga upaya penemuan kasus TB Paru perlu ditingkatkan untuk menekan penyebaran (DINKES Purbalingga, 2022).

Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk memodelkan jumlah kasus TBC di Kabupaten Purbalingga agar dapat memberikan informasi yang berguna dalam upaya pencegahan dan pengendalian penyakit TBC. Data jumlah Kasus TBC merupakan data count (data diskrit) sehingga untuk analisis data tersebut menggunakan analisis regresi data count. Analisis regresi data count merupakan suatu metode statistika yang digunakan untuk menganalisis hubungan antar variabel respon bertipe diskrit dengan satu atau lebih variabel predictor. Salah satu model regresi data count adalah model regresi Poisson (Kristy et al., 2021). Pada regresi Poisson terdapat asumsi yang harus dipenuhi berupa equidispersi, yaitu nilai mean sama dengan variansi. Akan tetapi pada aplikasinya asumsi equidispersi jarang ditemukan, sehingga sering terjadi pelanggaran asumsi tersebut. Penelitian sebelumnya pada pemodelan regresi poisson banyak terjadi kasus underdispersi maupun overdispersi. Apabila keadaan tersebut diabaikan maka pengujian menjadi kurang akurat karena nilai standard error menjadi lebih kecil dari nilai sesungguhnya dan menyebabkan hasil pengujian parameter regresinya tidak valid (R & Yanti, 2019). Sehingga perlu dilakukan penanganan permasalahan tersebut salah satunya adalah dengan menggunakan regresi binomial negatif.

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan metode regresi binomial negative, seperti penelitian yang pernah dilakukan oleh Nadhifan Humam Fitriani dan Akhmad Fatikhurizqi tahun 2020 tentang permodelan jumlah kasus COVID-19 di Indonesia dengan pendekatan regresi poisson dan regresi binomial negatif (Fitriani & Fatikhurizqi, 2020). Serta penelitian yang pernah dilakukan oleh Luhung Mustika Budiharti tahun 2021 tentang permodelan dan pemetaan jumlah penderitanya kusta di Jawa Barat dengan regresi binomial negative dan flexibility shaped spatial scan statistic (Budiharti, 2021). Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini dilakukan dengan menerapkan metode regresi binomial negatif untuk memodelkan jumlah kasus TBC di Kabupaten Purbalingga yang bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi

jumlah kasus tuberkulosis di Kabupaten Purbalingga, sehingga kedepannya dapat dilakukan pencegahan dan dapat digunakan untuk menangani kasus tuberkulosis.

METODE

2.1 Regresi Poisson

Regresi Poisson merupakan salah satu metode guna menganalisis data diskrit (count data) (Pingit & Pratama, 2015). Apabila variabel acak diskrit (y) mengikuti distribusi poisson dengan parameter, fungsi probabilitas distribusi poisson bisa didefinisikan sebagai berikut:

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

Dimana nilai rata-rata sama dengan varians dari variabel acak y yang terdistribusi Poisson, serta μ menggambarkan parameter rata-rata. Sebab variabel respon y mempunyai distribusi yang termasuk dalam keluarga eksponensial, yaitu keluarga Poisson, regresi Poisson termasuk dalam keluarga Generalized Linear Models (GLM) (Majore et al., 2018). GLM merupakan pengembangan dari model regresi tradisional yang didasarkan pada asumsi distribusi normal untuk variabel respon ((Marchant et al., 2021). Perluasan model regresi klasik ini dipelopori oleh para statistikawan untuk mengatasi kondisi dimana variabel responnya tidak berdistribusi normal, sehingga dikembangkan metode model linier yang dikenal dengan istilah Generalized Linear Model (GLM) (Zuhrat et al., 2013).

Fungsi logaritma natural (\ln) merupakan fungsi penghubung yang universal digunakan dalam model regresi Poisson guna menetapkan jika nilai prediksi dari variabel dependen merupakan non-negatif. Berikut merupakan bentuk persamaan yang digunakan untuk model regresi Poisson dengan fungsi penghubung tersebut (Cahyandari, 2014).

$$g(\mu_i) = \ln(\mu_i) = (\beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_k x_{ki} + \varepsilon_i) \quad (2)$$

$$\hat{\mu}_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_k x_{ki}) \quad (3)$$

μ_i = Nilai ekspektasi dari y_i yang berdistribusi binomial negative

β_0 = Nilai Konstanta

X_{il} = Nilai variabel independen ke- i

β_k = Nilai koefisien variabel independen ke- k

2.2 Regresi Binomial Negatif

Model regresi Binomial negative merupakan model yang berasal dari distribusi poisson-gamma mixture yang merupakan penerapan dari General Linear Model yang menggambarkan hubungan antara variabel dependen dengan variabel independen. Regresi binomial negatif biasanya digunakan untuk memodelkan data dengan variabel respon berupa data count (Sauddin et al., 2020). Regresi binomial negatif digunakan sebagai alternatif dari model regresi poisson yang mengalami overdispersi ($\text{var} > \text{mean}$). Model regresi binomial negatif mengasumsikan bahwa peubah respon berganda dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\ln(\hat{\mu}_i) = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i \quad (4)$$

$$\hat{\mu}_i = e^{\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i} \quad (5)$$

μ_i = Nilai ekspektasi dari y_i yang berdistribusi binomial negatif

β_0 = Nilai Konstanta

X_{il} = Nilai variabel independen ke- i

β_k = Nilai koefisien variabel independen ke- k

2.3 Menentukan model Terbaik

Pemilihan model terbaik dilakukan untuk mendapatkan model terbaik dari kedua model regresi yang dibandingkan. Salah satu cara untuk menentukan model terbaik adalah dengan melihat nilai AIC. Akaike's information Criterion dikenalkan oleh Akaike pada tahun 1973 sebagai pendekatan penaksir yang tak bias. AIC digunakan untuk melihat kecocokan model terhadap data. Model regresi terbaik adalah model regresi yang memiliki nilai AIC terkecil. Nilai AIC dapat dinotasikan sebagai berikut (Zubedi et al., 2021).

$$AIC = -2 \ln L(\beta) + 2k \quad (6)$$

Dimana, AIC = nilai *Akaike Information Criterion*
Ln (L(β)) = *log-likelihood* dari model yang sedang diuji dengan parameter (β).
k = jumlah parameter dalam model (biasa disebut sebagai "degrees of freedom" atau derajat kebebasan)

2.4 Teknik Pengumpulan Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang bersumber dari website Badan Pusat Statistik Kabupaten Purbalingga Jawa Tengah yaitu data jumlah kasus tuberkulosis di Kabupaten Purbalingga tahun 2022.

2.5 Tahapan Analisis Data

Tahapan analisis diawali dengan pengujian asumsi multikolinearitas. Selanjutnya pembuatan model regresi Poisson beserta memeriksa adanya overdispersi pada hasil regresi Poisson. Langkah selanjutnya adalah membuat model dengan menggunakan metode regresi Binomial. Langkah terakhir yaitu membandingkan hasil regresi Poisson dengan regresi Binomial Negatif dan memilih model terbaik dari kedua model tersebut berdasarkan nilai AIC yang terkecil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji Multikolinieritas

Salah satu syarat dalam regresi yang harus terpenuhi yaitu dilakukan pengujian multikolinieritas. Multikolinieritas yaitu terjadinya hubungan linier antara variabel prediktor. Kriteria yang dapat digunakan dalam mendeteksi keberadaan multikolinearitas yaitu dari nilai Variance Inflation Factor (VIF) dari variabel independen. Nilai VIF untuk masing-masing variabel disajikan sesuai dengan tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Pengujian Multikolinearitas

Variabel Independen	VIF
X ₁	2.446264
X ₂	1.066844
X ₃	2.374416

Semua variabel independen memiliki nilai VIF lebih kecil dari 10 yang menunjukkan bahwa tidak terjadi multikolinearitas. Hal ini semakin menguatkan bahwa tidak adanya gejala multikolinearitas pada data, sehingga dapat dilanjutkan dengan memodelkan data.

3.2 Pemodelan Kasus Tuberkulosis dengan Regresi Poisson

Pemodelan dengan regresi digunakan untuk memodelkan jumlah kasus kumulatif tuberkulosis selama tahun 2022 di Kabupaten Purbalingga dengan variabel yang digunakan adalah kepadatan penduduk (X1), jumlah puskesmas (X2), dan jumlah nakes yaitu dokter dan perawat (X3). Hasil estimasi parameter yang didapat disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Regresi Poisson

Variabel	Estimasi	Standard Error	P-value
Intercept	5.70200	1.460×10^{-1}	2×10^{-16}
X ₁	-1.752×10^{-4}	6.311×10^{-5}	0.000549
X ₂	-1.19800	1.318×10^{-1}	2×10^{-16}
X ₃	8.267×10^{-4}	3.229×10^{-4}	0.01045

Berdasarkan nilai estimasi parameter yang didapatkan sesuai tabel 2, model regresi poisson yang terbentuk adalah $\hat{\mu}_i = \exp(5.70200 - 0.0001752X_1 - 1.19800X_2 + 0.0008267X_3)$. Hasil pengujian parameter dengan taraf signifikansi 5%, diketahui bahwa terdapat tiga parameter yang signifikan (p-value < 0.05) sehingga dapat disimpulkan bahwa seluruh variabel independen memberikan pengaruh yang signifikan terhadap variabel dependennya.

3.3 Pengujian Overdispersi

Pelanggaran asumsi kesamaan nilai mean dan variance dalam model regresi (equidispersi) dalam model regresi Poisson dapat berupa underdispersi maupun overdispersi. Untuk menentukan terjadinya overdispersi atau tidak dapat dilakukan dengan membagi nilai deviance dengan derajat bebasnya dan nilai *pearson chi-square* dengan derajat bebasnya. Keberadaan overdispersi dapat terindikasi apabila hasil perhitungan lebih besar dari 1

Tabel 3. Uji Overdispersi

Kriteria	Derajat Bebas	Nilai	Nilai/ Derajat Bebas
Deviance	17	912.9871	53,705
Pearson's Chi-Square	17	1174.664	69.098

Nilai deviance dan *Pearson Chi-Square* dengan derajat bebasnya yang memiliki hasil lebih dari satu. Hal tersebut mengindikasikan terjadinya kasus overdispersi dalam data penelitian tersebut. Permodelan Regresi Poisson dengan mengandung overdispersi akan menyebabkan pengujian menjadi tidak akurat karena nilai standard error lebih kecil dari nilai sesungguhnya dan menyebabkan hasil parameter regresinya tidak valid.

3.4 Permodelan kasus Tuberkulosis dengan Regresi Binomial Negatif

Pada penelitian dengan model regresi poisson terjadi pelanggaran overdispersi yang menyebabkan nilai standard errors menjadi underestimated, sehingga estimasi parameter yang tidak signifikan justru dinyatakan signifikan. Metode yang digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah menggunakan regresi binomial negatif yang dihasilkan estimasi parameter sebagai berikut.

Tabel 4. Permodelan Regresi Binomial Negatif

Variabel	Estimasi	Standard Error	P-value
Intercept	5.7390553	0.7179778	1.31×10^{-15}
X ₁	-0.0002287	0.0004164	0.5828
X ₂	-1.1736984	0.5453880	0.0314
X ₃	0.0010180	0.0021691	0.6388

Hasil uji parsial menunjukkan dari ketiga variabel predictor, terdapat satu variabel yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus tuberkulosis di Kabupaten Purbalingga pada tahun 2022 yaitu jumlah puskesmas.

3.5 Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik diantara regresi Poisson dengan regresi Binomial Negatif didasarkan pada nilai AIC. Model terbaik yang dipilih adalah model yang memiliki kriteria nilai AIC terkecil. Hasil nilai AIC kedua model regresi terlampir dalam table berikut

Tabel 5. Pemilihan Model Terbaik

Model	AIC
Regresi Poisson	1021.9
Regresi Binomial Negatif	191.96

Berdasarkan tabel di atas, membuktikan model regresi Binomial Negatif lebih baik dalam memodelkan jumlah kasus tuberculosis sehingga mampu menangani permasalahan overdispersi pada regresi poisson. Hal ini didasarkan pada nilai AIC pada model regresi binomial negatif yang lebih kecil dibandingkan model regresi poisson.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil pemodelan terbaik adalah menggunakan regresi binomial negatif dengan nilai AIC yang lebih kecil dari metode regresi Poisson. Model regresi binomial negatif pada jumlah kasus tuberculosis di kabupaten purbalingga tahun 2022 yang dihasilkan adalah $\hat{\mu}_i = \exp(5.7390553 - 1.1736984X_2)$ dengan variabel yang berpengaruh terhadap jumlah kasus tuberculosis di Kabupaten Purbalingga adalah X_2 yaitu jumlah puskesmas.

DAFTAR PUSTAKA

- Budhianti, N. R., & Widiharih, T. (2013). Jurnal Gaussian Vol. 2 No. 2 , April 2013 Halaman. *Jurnal Gaussian* (April), 129–135.
- Cahyandari, R. (2014). Pengujian Overdispersi pada Model Regresi Poisson. *Statistika*, 14(2), 69–76. <https://ejournal.unisba.ac.id/index.php/statistika/article/view/1204>.
- Fadhillah. (2011). Aplikasi Regresi Binomial Negatif dan Generalized Poisson Dalam Mengatasi Overdispersion Pada Regresi Poisson.
- Kaeswari, Sumarjaya, I. W., & Suciptawati, N. L. (2014). Perbandingan Regresi Binomial Negatif dan Regresi Generalisasi Poisson Dalam Mengatasi Overdispersi (Studi Kasus: Jumlah Tenaga Kerja Usaha Pencetak Genteng. *E-Jurnal Matematika*, 3(3), 107–115.
- Kristy, Jajang, & Nurhayati, N. (2021). Analisis Regresi Count Data Untuk Pemodelan Jumlah Kasus Penyakit Tuberculosis di Kabupaten Banyumas. *Jurnal Ilmiah Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 13(2), 57–70.
- Kusuma, W., Utomo, C. F., Tervia, S., & Setiawan, R. N. S. (2022). Pemodelan Kasus Tuberculosis (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>
- Majore, Salaki, D. T., & Prang, J. D. (2018). Penerapan Regresi Binomial Negatif Dalam Mengatasi Overdispersi Regresi Poisson Pada Kasus Jumlah Kematian Ibu. *Jurnal Matematika Dan Aplikasi*.
- Marchant, Bourguignon, M., Castro, L. M., Cribari-neto, F., Cysneiros, F., Figueroa-z, J., Genton, M. G., Gim, P., Mendoza, M., Oliveira, T., & Singer, J. (2021). On a Weighted Poisson Distribution And Its Associated Regression Model. *Chilean Journal Of Statistics*, 12(2).
- M. Al Haris, & Arum, P.R. (2022). Negative Binomial Regression And Generalized Poisson Regression Models On The Number Of Traffic Accidents In Central Java. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan* 16 (2), 471–482
- Pingit, & Pratama, W. (2015). Pemetaan dan Pemodelan Jumlah Kasus Penyakit Tuberculosis (TBC) di Provinsi Jawa Barat dengan Pendekatan Geographically Weighted Negative Binomial Regression. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 4(1), 37–42.

- R, & Yanti, T. S. (2019). Regresi Poisson Invers Gaussian (PIG) untuk Pemodelan Jumlah Kasus Pneumonia pada Balita di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2019. *Journal Riset Statistika*, 143–151.
- Sauddin, A., Auliah, N. I., & Alwi, W. (2020). Pemodelan Jumlah Kematian Ibu di Provinsi Sulawesi Selatan Menggunakan Regresi Binomial Negatif. *Jurnal MSA (Matematika Dan Statistika Serta Aplikasinya)*, 8(2), 42. <https://doi.org/10.24252/msa.v8i2.17409>.
- Widayanti, E., Bintari, S. H., & Darwani. (2018). Uji Resistensi Mycobacterium Tuberculosis Terhadap Obat Anti Tuberkulosis (Oat) Dengan Metode Penipisan. *Unnes Journal of Life Science*, 1(2), 31–38.
- Widodo, E., & Ariani, P. M. (2016). Tengah Menggunakan Regresi Binomial Negatif. *Jurnal Kesehatan Vokasional*, 3(1), 1–6.
- Zubedi, Aliu, M., Rahim, Y., & Oroh, F. (2021). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Stunting Pada Balita di Kota Gorontalo Menggunakan Regresi Binomial Negatif. *Jambura Journal Of Probability And Statistics*, 2.
- Zuhtrat, Devianto, D., & Rahmi HG, I. (2013). Pemodelan Jumlah Kasus DBD yang Meninggal di Kota Padang Dengan Menggunakan Regresi Poisson. *Jurnal Matematika UNAND*, 4(4), 57–64.