

Penerapan Model Regresi *Zero Inflated Negative Binomial* pada Kasus Campak di Provinsi Jawa Barat Tahun 2020

Isma Amarita*, Nusar Hajarisman

Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*ismaamarita43@gmail.com, nusarhajarisman@unisba.ac.id

Abstract. Regression analysis is a method used to determine the relationship between independent variables and response variables. In a regression analysis with discrete response variables, Poisson regression analysis can be used. In regression Poisson must satisfy the assumption of equidispersion. However, in its application, it is not uncommon to experience violations of assumptions, where the variance value is greater than the average value or can be called overdispersion. One of the causes of overdispersion is the presence of excess zeros in the response variable data. The right method to model cases with excess zeros data and overdispersion is to use the Zero Inflated Negative Binomial (ZINB) method. The purpose of this study is to obtain results from the application of Zero Inflated Negative Binomial regression in modeling measles cases in West Java Province in 2020 and find out what factors have a significant influence on measles cases.

Keywords: *Zero Inflated Negative Binomial Regression, Poisson Regression, Excess Zeros.*

Abstrak. Analisis regresi merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel bebas dan variabel respon. Dalam sebuah analisis regresi dengan variabel respon yang bersifat diskrit, dapat menggunakan analisis regresi Poisson. Pada regresi Poisson harus memenuhi asumsi equidispersi. Namun dalam pengaplikasiannya tak jarang mengalami pelanggaran asumsi, dimana nilai varians lebih besar dari nilai rata – ratanya atau bisa disebut dengan overdispersi. Salah satu penyebab overdispersi adalah adanya nilai nol yang berlebih (*excess zeros*) pada data variabel respon. Metode yang tepat untuk memodelkan kasus dengan data *excess zeros* dan terjadi overdispersi yaitu dengan menggunakan metode *Zero Inflated Negative Binomial* (ZINB). Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh hasil dari penerapan regresi *Zero Inflated Negative Binomial* dalam memodelkan kasus campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020 serta mengetahui faktor apa saja yang berpengaruh signifikan terhadap kasus campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020. Dari hasil analisis, pada model regresi Poisson data mengalami kondisi overdispersi dan data mengalami *excess zeros* maka harus dilanjutkan analisis menggunakan regresi *Zero Inflated Negative Binomial* (ZINB). Pada analisis regresi ZINB diperoleh hasil pengujian bahwa faktor – faktor yang berpengaruh signifikan terhadap besarnya nilai harapan kasus campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020 yaitu persentase pemberian vitamin A, persentase pemberian ASI eksklusif dan persentase balita kurang gizi. Sedangkan faktor yang berpengaruh signifikan terhadap besarnya peluang terjadi campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020 persentase balita kurang gizi.

Kata Kunci: *Zero Inflated Negative Binomial, Regresi Poisson, Excess Zeros.*

A. Pendahuluan

Analisis regresi merupakan suatu metode yang berfungsi untuk memperkirakan hubungan antara variabel bebas dan variabel respon (Hasna & Achmad, 2022). Teknik analisis regresi pada umumnya digunakan untuk menganalisis data variabel respon yang berupa data kontinu. Akan tetapi, dalam penelitian sering ditemukan bahwa variabel respon yang digunakan berupa data diskrit. Dalam sebuah analisis regresi dengan variabel respon yang berupa data diskrit, dapat menggunakan analisis regresi Poisson (Anisa & Rifai, 2022).

Analisis regresi Poisson adalah salah satu metode analisis yang berfungsi untuk menganalisis hubungan antara variabel prediktor dan variabel respon yang berdistribusi Poisson. Pada regresi Poisson memiliki syarat yang harus dilakukan dalam analisisnya yaitu varians dan rata-rata dari variabel terikatnya sama atau dapat disebut dengan *equidispersi* (1). Namun dalam penerapannya sering terjadi pelanggaran pada syarat tersebut yang disebut dengan *overdispersi* yaitu nilai varians lebih besar dari nilai rata-ratanya. Pengaplikasian regresi Poisson dengan data yang mengandung *overdispersi* dapat menghasilkan galat baku pada parameter regresi yang di estimasinya lebih rendah dari nilai semestinya, sehingga memperoleh hasil yang tidak sesuai dengan data (2).

Salah satu penyebab terjadinya masalah *overdispersi* yaitu nilai nol yang berlebih pada data variabel respon, dimana pada data variabel respon dengan jumlah nilai nol berlebih atau lebih banyak dari pada nilai lainnya (*excess zeros*) (Masitoh & Ratnasari, 2016). Metode yang dapat memodelkan kasus dengan data variabel respon yang memiliki jumlah nol berlebih dan terjadi *overdispersi* yaitu metode *Zero Inflated Negative Binomial*.

Pada skripsi ini akan menerapkan regresi *Zero Inflated Negative Binomial* (ZINB) pada kasus campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020. Campak menjadi salah satu jenis penyakit yang menjadi sorotan penting, seperti halnya komitmen Indonesia untuk mengatasi kasus campak dengan mencakup setidaknya 95% populasi di seluruh wilayah, Hal ini karena campak adalah salah satu penyebab utama kematian balita. Sehingga pencegahan campak menjadi suatu hal yang penting dalam penurunan angka kematian pada balita (3). Pada tahun 2020 kasus tertinggi berada di Kota Bogor dan Kota Cirebon, untuk kasus terendah terdapat di Kabupaten Bogor dan serta di 14 Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Barat tidak ada laporan kasus.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: “Bagaimana penerapan regresi *Zero Inflated Negative Binomial* (ZINB) dalam memodelkan kasus campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020?” dan “Apa saja faktor yang berpengaruh terhadap jumlah kasus campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020?”. Selanjutnya tujuan dari penelitian ini diuraikan pada pokok – pokok sebagai berikut:

1. Untuk memperoleh hasil dari penerapan regresi *Zero Inflated Negative Binomial* (ZINB) dalam memodelkan kasus campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020.
2. Untuk mengetahui faktor apa saja yang berpengaruh secara signifikan terhadap kasus campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020.

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang di peroleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan Dinas Kesehatan Jawa Barat tahun 2020. Unit penelitian yang digunakan yaitu 27 Kabupaten/Kota di Jawa Barat. variabel responnya adalah kasus terjadi campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020 (Y) serta variabel prediktor yaitu persentase cakupan imunisasi campak (X1), persentase pemberian vitamin A(X2), persentase pemberian ASI eksklusif (X3) dan persentase balita kurang gizi (X4).

Tahapan Analisis

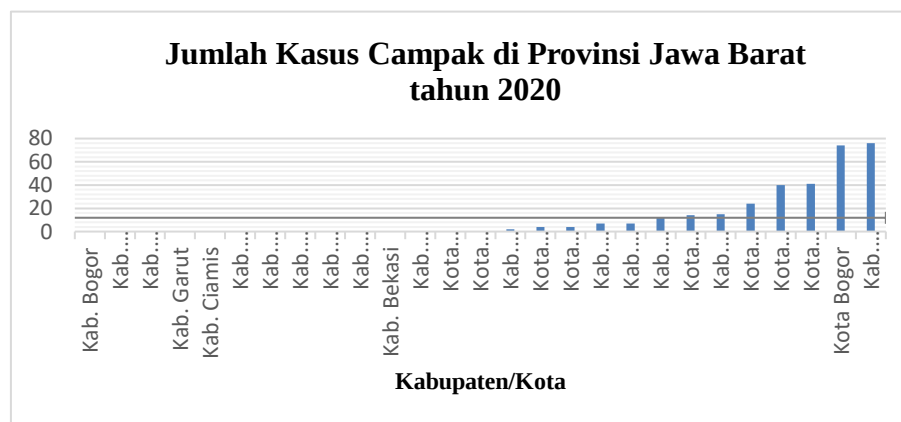
Pada penelitian ini, digunakan perangkat lunak *R Studio* untuk menganalisis data. Tahapan analisis yang dilakukan adalah:

1. Mengumpulkan data dari BPS untuk variabel terikat (Y) mengenai data kasus campak Provinsi Jawa Barat tahun 2020.
2. Mengumpulkan data dari Dinas Kesehatan Jawa Barat untuk variabel penyerta (X) mengenai data persentase cakupan imunisasi campak, persentase pemberian vitamin A, dan persentase pemberian ASI eksklusif, dan persentase balita kurang gizi.

3. Deskripsi data.
4. Melakukan pemodelan Regresi Poisson:
5. Penaksiran parameter regresi Poisson.
6. Membuat model regresi Poisson.
7. Pengujian signifikansi parameter model regresi poisson. Melakukan Uji simultan dengan statistik uji G dan untuk uji secara parsial menggunakan statistik uji t.
8. Melakukan pengujian overdispersi terhadap model dengan statistik uji skor.
9. Melakukan pemeriksaan *excess zeros*.
10. Melakukan pemodelan Regresi Zero Inflated Negative Binomial (ZINB): Penaksiran parameter regresi ZINB, Membuat model regresi ZINB. Pengujian signifikansi parameter model regresi ZINB. Melakukan Uji simultan dengan statistik uji G dan untuk uji secara parsial dilakukan dengan statistik uji t, Memperoleh kesimpulan.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Deskriptif Data Variabel Respon



Gambar 1. Jumlah Kasus Campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020

Diketahui jumlah kasus campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020 yang memiliki jumlah terendah terdapat pada Kabupaten Bogor dan Kabupaten Sukabumi serta terdapat 14 Kabupaten/Kota yang tidak ada kasus campak, yaitu Kabupaten Bogor, Kabupaten Sukabumi, Kabupaten Cianjur, Kabupaten Garut, Kabupaten Ciamis, Kabupaten Kuningan, Kabupaten Sunedang, Kabupaten Indramayu, Kabupaten, Subang, Kabupaten Purwakarta, Kabupaten Bekasi, Kabupaten Pangandaran, Kota Depok, dan Kota Tasikmalaya. Jumlah kasus campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020 yang memiliki jumlah tertinggi terdapat di Kota Bogor dan Kabupaten Cirebon. Rata – rata jumlah kasus campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020 sebesar 11,852 dari 27 Kabupaten/Kota terdapat 8 Kabupaten/Kota yang berada diatas nilai rata – rata dan diperoleh nilai varians sebesar 462,131.

Model Regresi Poisson

Tabel 1. Nilai Taksiran Parameter Regresi Poisson

Parameter	Nilai Taksiran	Standar Error
β_0	1,671870	0,553229
β_1	0,005464	0,005117
β_2	0,008587	0,007298
β_3	-0,033987	0,006449
β_4	0,279167	0,027011

Berdasarkan nilai taksiran parameter pada tabel 1, diperoleh model regresi Poisson sebagai berikut:

$$\mu_i = \exp(1.671870 + 0.005464x_{i1} + 0.008587x_{i2} - 0.033987x_{i3} + 0.279267x_{i4})$$

Uji Simultan Model Regresi Poisson

Pengujian simultan dilakukan untuk menguji pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat secara bersama-sama. Dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Tidak ada variabel bebas yang berpengaruh secara signifikan terhadap kasus campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020.

H_1 : Paling sedikit ada satu variabel bebas yang berpengaruh secara signifikan terhadap kasus Campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020.

Diperoleh nilai statistik uji G pada regresi Poisson sebesar 143,2. Diperoleh keputusan bahwa $G > X^2_{(0.05,3)}$ atau $143,2 > 7,814728$ maka H_0 ditolak yang artinya paling sedikit ada satu variabel bebas yang berpengaruh secara signifikan terhadap kasus campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020.

Uji Parsial Model Regresi Poisson

Pengujian secara parsial dengan menggunakan uji wald untuk menguji signifikansi pengaruh masing-masing variabel bebas terhadap variabel terikat dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Setiap variabel bebas tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kasus campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020.

H_1 : Setiap variabel bebas berpengaruh secara signifikan terhadap kasus Campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020.

Tabel 2. Uji Parsial Regresi Poisson

Variabel	Parameter	Nilai W	$X^2_{(a,db)}$	Keputusan	Keterangan
Konstanta	β_0	9,13261468	2,705543	Tolak H_0	Signifikan
X_1	β_1	1,14022497	2,705543	Terima H_0	Tidak signifikan
X_2	β_2	1,384443408	2,705543	Terima H_0	Tidak signifikan
X_3	β_3	27,77415847	2,705543	Tolak H_0	Signifikan
X_4	β_4	106,8185881	2,705543	Tolak H_0	Signifikan

Berdasarkan tabel 2, diperoleh hasil bahwa secara parsial variabel persentase pemberian ASI eksklusif dan persentase balita kurang gizi berpengaruh secara signifikan terhadap kasus campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020.

Pengujian Overdispersi

Untuk memastikan dugaan terjadinya overdispersi, maka dapat dilakukan pengujian hipotesis. Pengujian overdispersi dapat dilakukan dengan menggunakan statistik uji skor (5). Hipotesis yang digunakan dalam pengujian overdispersi adalah:

H_0 = Suatu data tidak terjadi overdispersi

H_1 = Suatu data terjadi overdispersi

Diperoleh nilai $|S|$ sebesar 85.85219, karena nilai $|S| = 85.85219 > Z_{1-0.05} = 1,65$, maka diperoleh hasil keputusan tolak H_0 yang artinya variabel respon atau kasus campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020 terjadi overdispersi.

Pemeriksaan Excess Zeros

Dari 27 Kabupaten/Kota terdapat 14 Kabupaten/Kota yang tidak ada laporan kasus campak.

$$\frac{14}{27} \times 100\% = 51,86\%$$

Berdasarkan perhitungan persentase tersebut diperoleh hasil sebesar 51,86%, artinya proporsi nilai nol pada variabel respon sebesar 51,86%. Maka dari itu, data kasus campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020 terjadi excess zeros karena Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Famoye pada tahun 2006 yang menyatakan bahwa data variabel respon dapat dikatakan excess zeros apabila data variabel respon yang berisikan nilai nol lebih dari 50%.

Model Regresi Zero Inflated Negative Binomial

Tabel 3. Nilai Taksiran Parameter Regresi ZINB

Parameter	Regresi Zero Inflated Negative Binomial	
	Model data diskrit	
	Estimasi	Std. Error
β_0	-0,768403	5,355339
β_1	0,008638	0,051645
β_2	0,084944	0,051031
β_3	-0,081348	0,035648
β_4	0,135945	0,115769
	Model Zero Inflation	
	Estimasi	Std. Error
	Estimasi	Std. Error
γ_0	-4,35517	12,92719
γ_1	0,02416	0,09149
γ_2	0,06977	0,13242
γ_3	-0,02540	0,08105
γ_4	-0,45550	0,24174

Berdasarkan nilai taksiran parameter pada tabel 3, diperoleh model regresi *Zero inflated negative binomial* sebagai berikut:

1. Model data diskrit untuk μ_i

$$\mu_i = e^{(-0,768403+0,008638i_1+0,084944i_2-0,081348i_3+0,135945i_4)}$$

2. Model Zero Inflation untuk π_i

$$\pi_i = \frac{e^{(-4,35517+0,02416i_1+0,06977i_2-0,02540i_3-0,45550i_4)}}{1 + e^{(-4,35517+0,02416i_1+0,06977i_2-0,02540i_3-0,45550i_4)}}$$

Uji Simultan Model Regresi Zero Inflated Negative Binomial

Pengujian simultan dilakukan untuk menguji pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat secara bersama-sama. Dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Tidak ada variabel bebas yang berpengaruh secara signifikan terhadap kasus campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020.

H_1 : Paling sedikit ada satu variabel bebas yang berpengaruh secara signifikan terhadap kasus Campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020.

Diperoleh hasil bahwa nilai G sebesar 9,2841. Nilai $G > X^2_{(0,05,3)}$ atau $9,2841 > 7,814728$ maka H_0 ditolak yang artinya paling sedikit ada satu variabel bebas yang berpengaruh secara signifikan terhadap kasus campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020.

Uji Parsial Model Regresi Zero Inflated Negative Binomial

Pengujian secara parsial dengan menggunakan uji wald untuk menguji signifikansi pengaruh masing-masing variabel bebas terhadap variabel terikat dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Setiap variabel bebas tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kasus Campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020.

H_1 : Setiap variabel bebas berpengaruh secara signifikan terhadap kasus Campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020.

Tabel 4. Uji Parsial Regresi ZINB

Parameter	Nilai W	$X^2_{(a,db)}$	Keputusan	Keterangan
β_0	0,01914528147	2,705543	Terima H_0	Tidak signifikan
β_1	0,0279749833	2,705543	Terima H_0	Tidak signifikan
β_2	2,770749467	2,705543	Tolak H_0	Signifikan
β_3	5,207729771	2,705543	Tolak H_0	Signifikan
β_4	137,8929029	2,705543	Tolak H_0	Signifikan
γ_0	0,1135015938	2,705543	Terima H_0	Tidak signifikan
γ_1	0,0697343255	2,705543	Tolak H_0	Tidak signifikan
γ_2	0,261378686	2,705543	Terima H_0	Tidak signifikan
γ_3	0,09821128533	2,705543	Terima H_0	Tidak Signifikan
γ_4	3,550419965	2,705543	Tolak H_0	signifikan

Berdasarkan pengujian parsial yang dilakukan, pada model data diskrit parameter yang signifikan yaitu parameter β_2 , β_3 dan β_4 maka parameter tersebut dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

Untuk β_2 sebesar 0,084944 menyatakan bahwa setiap penambahan 1% dari pemberian vitamin A maka akan sebanding dengan kenaikan rata – rata kasus campak di Provinsi Jawa Barat sebesar $\exp(0,084944) = 1,08866$ kali dari rata – rata semula dengan variabel lainnya dianggap konstan.

Untuk β_3 sebesar -0,081348 menyatakan bahwa setiap penambahan 1% dari pemberian ASI eksklusif maka akan sebanding dengan penurunan rata – rata kasus campak di Provinsi Jawa Barat sebesar $\exp(-0,081348) = 0,92187$ kali dari rata – rata semula dengan variabel lainnya dianggap konstan.

Untuk β_4 sebesar 0,135945 menyatakan bahwa setiap penambahan 1% dari balita kurang gizi maka akan sebanding dengan kenaikan rata – rata kasus campak di Provinsi Jawa Barat sebesar $\exp(0,135945) = 1,14562$ kali dari rata – rata semula dengan variabel lainnya dianggap konstan.

Pada model *zero inflation* parameter yang signifikan yaitu γ_4 . Maka dilakukan pemodelan ulang untuk variabel yang signifikan tanpa diikutsertakan variabel yang tidak signifikan untuk mengetahui peluang tertinggi dan terendah kasus campak akibat balita kurang gizi dari setiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat tahun 2020. Diperoleh nilai taksiran parameter dengan menggunakan bantuan perangkat lunak *R-studio* sebagai berikut:

Tabel 5. Nilai Taksiran Regresi ZINB Ke-2

Parameter	Estimasi	Std. Error
γ_0	2.7188	1.4040
γ_4	-0.4609	0.2267

Berdasarkan nilai taksiran pada tabel 5 diperoleh model *zero inflation* yang baru sebagai berikut:

$$\pi_i = \frac{e^{(2.7188 - 0.4609i_4)}}{1 + e^{(2.7188 - 0.4609i_4)}}$$

Dengan $i = 1, 2, 3, \dots, 27$ (Kabupaten/Kota)

Adapun hasil yang diperoleh yaitu seperti pada tabel 6.

Tabel 6. Peluang Terjadi Campak Akibat Balita Kurang Gizi

No	Kabupaten/Kota	Persentase balita kurang gizi	Peluang
1	Kabupaten Bogor	6.6	0.419911
2	Kabupaten Sukabumi	4.3	0.676324
3	Kabupaten Cianjur	4.8	0.623981
4	Kabupaten Bandung	7.2	0.354417
5	Kabupaten Garut	4.3	0.676324
6	Kabupaten Tasikmalaya	9.2	0.179244
7	Kabupaten Ciamis	7	0.37578
8	Kabupaten Kuningan	6.3	0.453914
9	Kabupaten Cirebon	10	0.131222
10	Kabupaten Majalengka	5.5	0.545833
11	Kabupaten Sumedang	7.7	0.303618
12	Kabupaten Indramayu	4.2	0.686331
13	Kabupaten Subang	3.6	0.742606
14	Kabupaten Purwakarta	3.7	0.733699
15	Kabupaten Karawang	2.9	0.799342
16	Kabupaten Bekasi	3.1	0.784149
17	Kabupaten Bandung Barat	5	0.602118
18	Kabupaten Pangandaran	0.9	0.909207
19	Kota Bogor	3.7	0.733699
20	Kota Sukabumi	6.4	0.442515
21	Kota Bandung	7.4	0.333619
22	Kota Cirebon	10.1	0.126056
23	Kota Bekasi	6.1	0.476844
24	Kota Depok	5.5	0.545833
25	Kota Cimahi	7.7	0.303618
26	Kota Tasikmalaya	7.6	0.31345
27	Kota Banjar	10.9	0.090709

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada tabel 6, diperoleh peluang dari 27 Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Barat tahun 2020 penyebab kasus campak oleh faktor balita kurang gizi. Dengan peluang tertinggi terjadinya kasus campak akibat balita kurang gizi terdapat di Kabupaten Pangandaran sebesar 0.909207, sedangkan peluang terendah terdapat di Kota Banjar sebesar 0.090709.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dipaparkan pada bab sebelumnya, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Jumlah kasus campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020 dinyatakan mengalami overdispersi dan mengalami excess zeros sehingga alternatif model yang digunakan adalah *Zero Inflated Negative Binomial* (ZINB). Berikut bentuk model regresi *Zero Inflated Negative Binomial* (ZINB).

Model data diskrit untuk μ_i

$$\mu_i = e^{(-0,768403+0,008638i_1+0,084944i_2-0,081348i_3+0,135945i_4)}$$

Model Zero Inflation untuk π_i

$$\pi_i = \frac{e^{(-4,35517+0,02416i_1+0,06977i_2-0,02540i_3-0,45550i_4)}}{1 + e^{(-4,35517+0,02416i_1+0,06977i_2-0,02540i_3-0,45550i_4)}}$$

2. Dari hasil pemodelan regresi *Zero Inflated Negative Binomial* (ZINB) diperoleh faktor yang berpengaruh signifikan terhadap besarnya nilai harapan kasus campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020 yaitu persentase pemberian vitamin A, persentase pemberian ASI eksklusif dan persentase balita kurang gizi. Sedangkan faktor yang berpengaruh signifikan terhadap besarnya peluang terjadi campak di Provinsi Jawa Barat tahun 2020 persentase balita kurang gizi. Dengan peluang tertinggi terjadinya kasus campak akibat balita kurang gizi terdapat di Kabupaten Pangandaran sebesar 0.909207, sedangkan peluang terendah terdapat di Kota Banjar sebesar 0.090709.

Acknowledge

Penelitian ini dapat terlaksana dengan baik atas bantuan dari berbagai pihak, maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT, kedua orang tua yang selalu memberikan doa dan dukungan, Bapak Dr. Nusar Hajarisman, S.Si, M.Si. yang telah memberikan arahan, masukan dan bimbingan, para dosen Statistika Unisba yang telah memberikan ilmu pengetahuannya, dan teman-teman yang selalu membantu serta menemani penulis hingga dapat menyelesaikan perkuliahan ini.

Daftar Pustaka

- [1] Cameron, A.C., and Trivedi, P.K. (1988). *Regression Analysis of Count Data*. Cambridge University Press, New York.
- [2] Hinde J, Dem'etrio CGB. 1998. Overdispersion: Models and Estimation. *Computational Statistics and Data Analisis* 27: 151- 170.
- [3] Kemenkes RI. (2016). *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2016*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- [4] Famoye, F., & Singh, K. (2006). Zero Inflated Generalized Poisson Regression Model with an Application to Domestic Violence Data. *Journal of Data Science*, 4, 117-130.
- [5] Yang, Z., Hardin, J. W., & Addy, C. L. (2009). A score test for overdispersion in Poisson regression based on the generalized Poisson-2 model. *Journal of statistical planning and inference*, 139(4), 1514-1521.
- [6] Anisa, L., & Rifai, N. A. K. (2022). Analisis Regresi Logistik Biner dengan Metode Penalized Maximum Likelihood pada Penyakit Covid-19 di RSUD Pringsewu. *Jurnal Riset Statistika*, 129–136. <https://doi.org/10.29313/jrs.v2i2.1425>
- [7] Hasna, & Achmad, A. I. (2022). Metode Regresi Probit Biner untuk Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Diagnosis Penyakit Jantung. *Jurnal Riset Statistika*, 28–34. <https://doi.org/10.29313/jrs.vi.721>
- [8] Masitoh, F., & Ratnasari, V. (2016). Pemodelan Status Ketahanan Pangan di Provinsi Jawa Timur dengan Pendekatan Metode Regresi Probit Biner. 5. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v5i2.16549>