

Analisis *Poisson Ridge Regression* (PRR) pada Faktor yang Mempengaruhi Kecelakaan Lalu Lintas di Sumatera Utara

Tri Lutfiah Wardah¹, Riri Syafitri Lubis², Rima Aprilia³

^{1,2,3} Matematika, FST, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan-Indonesia 20155

Email: wardahfiah@gmail.com

ABSTRAK

Kecelakaan lalu lintas menjadi kejadian yang rentan di jalan dan tak terduga, tak ada kesengajaan dimana kendaraan terlibat dengan pengguna jalan lain maupun tidak, dan berakibat pada harta benda hingga manusia. Penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas adalah Faktor Kesalahan Manusia; Faktor Jalan; Faktor Kendaraan; dan Faktor Lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi kecelakaan lalu lintas di Sumatera Utara dengan menggunakan metode *Poisson Ridge Regression* (PRR). Terdapat keterkaitan pada faktor yang menyebabkan kecelakaan terjadi dengan banyaknya kecelakaan yang terjadi dapat dianalisis dengan menggunakan analisis regresi. Penelitian ini menggunakan analisis *Poisson Ridge Regression* (PRR) untuk menunjukkan hubungan antara variabel terikat dengan variabel bebas. *Poisson Ridge Regression* adalah metode modifikasi dari metode *ridge* yang bertujuan untuk mengatasi multikolinieritas pada Regresi *Poisson*. Hasil penelitian ini menghasilkan satu variabel yang kurang berpengaruh (berpengaruh negatif) terhadap kecelakaan lalu lintas yaitu faktor jalan, dan tiga variabel yang berpengaruh (berpengaruh positif) yaitu faktor perilaku pengemudi, kecelakaan pada waktu gelap, dan faktor kendaraan.

Kata kunci: Kecelakaan lalu lintas, Multikolinieritas, Regresi *Poisson*, Regresi *Ridge*, *Poisson Ridge Regression*.

ABSTRACT

Traffic accidents are a vulnerable and unpredictable occurrence on the road, there is no intentional where the vehicle is involved with other road users or not, and results in property to humans. The cause of traffic accidents is the Human Error Factor; Road Factor; Vehicle Factors; and Environmental Factors. This study aims to determine the factors that influence traffic accidents in North Sumatra by using the Poisson Ridge Regression (PRR) method. There is a relationship between the factors that cause accidents to occur with the number of accidents that occur can be analyzed using regression analysis. This study uses Poisson Ridge Regression (PRR) analysis to show the relationship between the dependent variable and the independent variable. Poisson Ridge Regression is a modified method of the ridge method which aims to overcome multicollinearity in Poisson Regression. The results of this study there is one variable that has a less influential (negative effect) on traffic accidents, namely road factors, and three variables that have an effect (positive influence) namely driver behavior factors, accidents at dark, and vehicle factors.

Keywords: *Traffic accident, Multicollinearity, Poisson Regression, Ridge Regression, Poisson Ridge Regression*

A. Pendahuluan

Provinsi Sumatera Utara termasuk dalam provinsi dengan penduduk terbanyak di Indonesia. Berdasarkan Badan Pusat Statistik, data dari Sensus Penduduk Tahun 2020 (SP2020), penduduk Sumatera Utara pada bulan September 2020 terdapat 14,80 juta jiwa. Jumlah penduduk Sumatera Utara terus mengalami peningkatan. Hasil Sensus Penduduk Tahun 2020 (SP2020) dibandingkan dengan Sensus Penduduk Tahun 2010 (SP2010) dapat dilihat bahwa jumlah penduduk

mengalami penambahan sebanyak 1,82 juta jiwa atau rata-rata sebanyak 181,72 ribu setiap tahun (Badan Pusat Statistik, 2020). Kepadatan penduduk yang cukup tinggi mengakibatkan Sumatera Utara memiliki permasalahan, salah satunya adalah permasalahan dalam transportasi. Salah satu permasalahan yang terdapat dalam transportasi adalah kecelakaan lalu lintas.

Lalu lintas termasuk media komunikasi masyarakat yang berperan melancarkan pembangunan. Tujuan

dibangunnya angkutan darat yaitu terciptanya sistem yang tertib juga aman. Sistem yang dimaksud adalah angka kecelakaan lalu lintas. Dimana ketika angka kecelakaan lalu lintas yang terjadi semakin kecil, maka sistem angkutan lebih baik (Badan Pusat Statistik, 2018). Kecelakaan lalu lintas menjadi kejadian yang rentan di jalan dan tak terduga, tak ada kesengajaan dimana kendaraan terlibat dengan pengguna jalan lain maupun tidak, dan berakibat pada harta benda hingga manusia. Pasal 93 Peraturan Pemerintah No. 43 Tahun 1993 ayat 1 tentang Prasarana Jalan Raya dan Lalu Lintas, mengartikan bahwa kecelakaan lalu lintas adalah suatu kejadian yang terjadi di jalan raya, tidak diisangka, disengaja, melibatkan kendaraandengan atau tanpa pemakai jalan lainnya, mengakibatkan korban manusia atau kerugian harta benda. Kecelakaan lalu lintas diantaranya seperti korban mati, luka berat, luka ringan dan dihitung tidak lebih dari 30 (tiga puluh) hari pasca kecelakaan. Berikut data berdasarkan data Badan Pusat Statistik Sumatera Utara untuk jumlah kecelakaan lalu lintas yang terjadi di Sumatera Utara:

Tabel 1 Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas di Sumatera Utara

Tahun	Jumlah Kecelakaan
2016	6276
2017	5308
2018	5990
2019	6580
2020	6083

Sumber : Polda Sumatera Utara Direktorat Lalu Lintas

Dapat dilihat dari data yang didapat bahwa kasus kecelakaan lalu lintas mengalami penurunan sebanyak 497 kasus. Penurunan kasus kecelakaan disebabkan oleh masa pandemi Covid-19. Dalam siaran pers Adira Insurance bahwa masa pandemi jumlah kasus kecelakaan pada tahun 2020 menurun, tetapi

masih dikatakan relatif tinggi ketika dibandingkan dengan volume kendaraan di jalan raya (Detikcom, 2021). Kecelakaan lalu lintas termasuk ke dalam kategori sepuluh pemicu kematian di seluruh penjuru dunia dan menjadi penyebab kematian ketigas terbesar di Indonesia dengan peringkat pertama yaitu penyakit jantung dan tuberculosis menurut WHO dalam Dewi (2018). Penyebab dari terjadinya kecelakaan lalu lintas dapat dibagi menjadi empat faktor yaitu, faktor manusia, faktor kendaraan, faktor jalan dan faktor lingkungan menurut Warpani dalam Dewi, (2018). Pada penelitian ini menggunakan variabel perilaku pengemudi, faktor kendaraan, faktor jalan dan faktor pada lingkungan pada waktu gelap. Oleh karena itu, peneliti melakukan penelitian mengenai faktor yang mempengaruhi kecelakaan lalu lintas yang terjadi di Sumatera Utara yang diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk penanggulangan dalam mengurangi angka kecelakaan lalu lintas.

Regresi Poisson termasuk jenis regresi standar dalam pemodelan data berbentuk cacah (*count*) (Danardono, 2015). Pada regresi Poisson terdapat asumsi, yaitu ketika variabel yang ada di dalamnya tidak terjadi multikolinieritas antara variabel bebas. Regresi poisson yang menjelaskan hubungan variabel respon dimana variabel respon berdistribusi poisson dengan variabel bebas Pada regresi Poisson terdapat asumsi, yaitu ketika variabel yang ada di dalamnya tidak terjadi multikolinieritas antara variabel bebas. Jika pada regresi terdapat multikolinieritas maka salah satu asumsi klasik tidak terpenuhi sehingga koefisien regresi tidak minimum. Kemudian masalah multikolinieritas yang terjadi pada regresi Poisson akan diatasi menggunakan Poisson Ridge Regression (PRR). Poisson Ridge Regression (PRR) merupakan analisis yang dikembangkan Mansson & Shukur (2011) dimana Mansson & Shukur mengadopsi dan modifikasi metode regresi ridge untuk mengatasi masalah multikolinieritas, yang diperkenalkan oleh Hoerl & Kennard (1970).

Multikolinieritas

Multikolinieritas merupakan keadaan dimana hubungan/korelasi linier dari variabel bebas dan variabel bebas yang tidak orthogonal. Bersifat orthogonal adalah dimana variabel bebas yang mempunyai nilai berkisar diantara sama dengan nol (Wasilaine, 2014). Multikolinieritas adalah hampir sepenuhnya hubungan diantara hampir semua variabel bebas. Multikolinieritas dapat diketahui menggunakan nilai VIF (*Variance Inflation Factor*), ketika nilai $VIF < 10$ maka tidak terjadinya multikolinieritas pada model regresi, tetapi jika nilai $VIF > 10$ atau $VIF = 10$ model regresi mengalami multikolinieritas. Untuk mengetahui multikolinieritas dapat diketahui juga dengan nilai *Tolerance*, yaitu jika nilai *Tolerance* $> 0,10$ maka model regresi mengalami multikolinieritas dan ketika nilai *Tolerance* $< 0,10$ maka model regresi tidak mengalami multikolinieritas. Multikolinieritas dengan cara sebagai berikut :

$$r_{12} = \frac{\sum(x_{1i} - \bar{x}_1)(x_{2i} - \bar{x}_2)}{\sqrt{\sum(x_{1i} - \bar{x}_1)^2 \sum(x_{2i} - \bar{x}_2)^2}}$$

$$r_{13} = \frac{\sum(x_{1i} - \bar{x}_1)(x_{3i} - \bar{x}_3)}{\sqrt{\sum(x_{1i} - \bar{x}_1)^2 \sum(x_{3i} - \bar{x}_3)^2}}$$

$$r_{14} = \frac{\sum(x_{1i} - \bar{x}_1)(x_{4i} - \bar{x}_4)}{\sqrt{\sum(x_{1i} - \bar{x}_1)^2 \sum(x_{4i} - \bar{x}_4)^2}}$$

$$r_{23} = \frac{\sum(x_{2i} - \bar{x}_2)(x_{3i} - \bar{x}_3)}{\sqrt{\sum(x_{2i} - \bar{x}_2)^2 \sum(x_{3i} - \bar{x}_3)^2}}$$

$$r_{24} = \frac{\sum(x_{2i} - \bar{x}_2)(x_{4i} - \bar{x}_4)}{\sqrt{\sum(x_{2i} - \bar{x}_2)^2 \sum(x_{4i} - \bar{x}_4)^2}}$$

$$r_{34} = \frac{\sum(x_{3i} - \bar{x}_3)(x_{4i} - \bar{x}_4)}{\sqrt{\sum(x_{3i} - \bar{x}_3)^2 \sum(x_{4i} - \bar{x}_4)^2}}$$

$$VIF = \text{diag}(X, X) = \frac{1}{1 - R^2}$$

Uji multikolinieritas dapat juga dihitung dengan cara mencari

Dimana R^2 adalah koefisien determinasi

$$TOL = \frac{1}{VIF}$$

Poisson Ridge Regression (PRR)

Regresi Poisson termasuk jenis regresi standar dalam pemodelan data berbentuk cacah (count). Pada regresi Poisson terdapat asumsi, yaitu ketika variabel yang ada di dalamnya tidak terjadi multikolinieritas antara variabel bebas. Regresi poisson yang menjelaskan

hubungan variabel respon dimana variabel respon berdistribusi poisson dengan variabel bebas. Dimana persamaan yang dapat digunakan untuk distribusi poisson dengan menggunakan persamaan. Penaksiran yang digunakan pada parameter regresi poisson menggunakan Maximum Likelihood Estimation (MLE).

Mansson & Shukur (2011) mengadopsi dan memodifikasi metode ridge regression, yang diperkenalkan oleh Hoerl & Kennard (1970), pada data cacah untuk mengatasi multikolinieritas. Model ini dinamakan Poisson Ridge Regression (PRR).

Penurunan metode PRR dilakukan dengan menggunakan Prinsip bahwa metode maximum likelihood memperkirakan nilai minimum Wiegthed Sum of Square Error (WSSE) (Mansson & Shukur, 2011). Dengan menggubakan metode lagrange, estimasi parameter model PRR adalah:

$$\hat{B} = \underbrace{(cI + X^T AX)^{-1}}_Z X^T AX \hat{\beta}_{ML}$$

$$\hat{B} = Z\beta_{ML}$$

Dimana :

\hat{B} = nilai estimasi parameter PRR

cI = Nilai ketetapan bias

$$X = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{21} & \dots & X_{k1} \\ 1 & X_{12} & X_{22} & \dots & X_{k2} \\ 1 & X_{13} & X_{23} & \dots & X_{k3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{1n} & X_{2n} & \dots & X_{kn} \end{bmatrix}$$

X^T = Matriks transpose dari X

A = matriks penimbang varian, yaitu matrik diagonal ukuran nxn yang elemen diagonalnya adalah $\mu_i = \exp(x_i \hat{\beta}_{(m)})$

Regresi Poisson

Regresi Poisson adalah salah satu pemakaian dari GLM (Generalisasi Model Linier), GLM sendiri adalah pengembangan model dari regresi umum yang berdistribusi di dalam keluarga eksponensial dan modelnya adalah fungsi dari nilai harapannya. Pada model regresi Poisson, link function yang biasa digunakan adalah

log yaitu $\ln(\mu_i) = \eta_i$ sehingga fungsi hubungan untuk model regresi Poisson mempunyai model umum seperti yang ada di bawah ini:

$$\ln(\mu_i) = x_i^T \beta = \beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij}$$

$$\mu_i = \exp(x_i^T \beta) = \exp(\beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik})$$

Uji Kecocokan (Kolmogorov-Smirnov)

Uji kecocokan merupakan sebuah uji dimana pengujian data yang kesesuaian dalam sebaran nilai sampel yang telah diobservasi pada distribusi tertentu. Uji kecocokan ini dilakukan kepada dua fungsi yang tersebar secara kumulatif yang mana sebaran kumulatif ini di hipotesiskan dan diamati. Dapat diambil contoh suatu sampel acak dari fungsi sebaran (X) yang belum diketahui dan akan dipastikan akan dapat disimpulkan dengan $F_0(x) = F_0(X)$ dimana semua x dengan $F_0(X)$ yaitu fungsi distribusi kumulatif yang dihipotesiskan (Ginting, 2020).

Regresi Ridge

Regresi ridge dipublikasikan oleh Hoer dan R.W Kennard pada tahun 1962 (Maulana, dkk, 2016). Regresi ridge adalah salah satu alat dalam pengatasan adanya multikolinieritas yang merupakan metode kuadrat terkecil termodifikasi. Dimna regresi *ridge* berprinsip menambahkan suatu konstanta yang bernilai lebih kecil dari diagonal utama pada matriks $X^T X$ (Wulandari, 2020). Terdapat penambahan tetapan bias c . Dilakukannya modifikasi melalui penambahan tetapan bias c pada diagonal matriks yang dapat mempengaruhi besarnya koefisien penduga ridge dan penduga yang akan dihasilkan adalah penduga yang bias. Ada beberapa cara untuk mencari nilai ketetapan bias c salah satunya adalah dengan Muniz & Kibria (2009). Pada penelitian yang dilakukan oleh Masson & Shukkur (2011) menyarankan menggunakan Muniz & Kibria (2009) yang

dianggap paling kuat untuk mengatasi multikolinieritas. Dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$c = \text{median} \left(\frac{1}{m_i} \right)$$

dimana :

$$m_i = \sqrt{\frac{\hat{\sigma}^2}{\hat{\alpha}^2}}$$

$\hat{\sigma}^2$ adalah residual mean square error

B. Metode Penelitian

1. Jenis dan Sumber Data

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian kuantitatif dan jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Dalam penelitian ini data skunder diperoleh dari hasil statistik kecelakaan lalu lintas yang dihasilkan oleh Direktorat Lalu Lintas Polda Sumatera Utara.

2. Variabel Penelitian

Variabel yang diteliti adalah kecelakaan lalu lintas di tahun 2020. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua variabel yaitu, variabel terikat (respon) dan variabel bebas (prediktor) sebagai berikut:

- a. Variabel terikat (respon)
Y = banyak kejadian kecelakaan yang terjadi di Sumatera Utara
- b. Variabel bebas (prediktor)
X₁ = Perilaku Pengemudi
X₂ = Faktor Jalan
 = Kecelakaan Pada Waktu Gelap (18.00-06.00)
X₄ = Faktor Kendaraan

Prosedur Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian guna tercapainya tujuan penelitian antara lain:

1. Melakukan Uji *Kolmogorov-Smirnov* untuk melihat data yang berdistribusi Poisson dengan bentuan SPSS.
2. Menghitung nilai estimasi regresi *poisson*
3. Melakukan uji multikolinieritas dengan melihat nilai VIF dan Tolerance untuk melihat korelasi antara variabel

4. Mencari estimasi parameter regresi *ridge*
5. Menghitung estimasi parameter model PRR estimasi parameter model PRR dapat dicari dengan persamaan model *Poisson Ridge Regression* (PRR) dengan bantuan dari *software R*.

C. Hasil dan Pembahasan

Hasil Uji Kolmogorov Smirnov

Uji *Kolmogorov-Smirnov* bertujuan untuk menentukan data jumlah kasus kecelakaan lalu lintas di Sumatera Utara pada tahun 2020 pada 28 kota berdistribusi *Poisson* atau tidak. Perhitungan dibantu dengan menggunakan *Software SPSS* dan didapatkan hasil dari Uji *Kolmogorov Smirnov*.

Tabel 2 Uji *Kolmogorov Smirnov*

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Unstandardized Residual
N		28
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	,0000000
	Std. Deviation	19,59534484
Most Extreme Differences	Absolute	,188
	Positive	,188
	Negative	-,084
Test Statistic		,188
Asymp. Sig. (2-tailed)		,013 ^c

Berdasarkan hasil *output* yang diperoleh nilai *Asymp.sig* = 0,13 jika dibandingkan dengan $\alpha = 0.05$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel terikat adalah berasal dari populasi yang berdistribusi *Poisson*.

Regresi Poisson

Hasil pendugaan parameter untuk model regresi *poisson* dapat dilihat pada Tabel 1 hasil ini diperoleh menggunakan *Software R*.

Tabel 3 Estimasi Parameter Regresi *Poisson*

Variabel	Estimasi Parameter	Standard Error
Intercept	3,92757	0,03710
X_1	0,01050	0,00037
X_2	-0,01398	0,00088
X_3	0,00066	0,00012
X_4	0,01469	0,00085

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh model regresi *Poisson* pada penelitian ini. Kemudian pada uji multikolinieritas dilakukan dengan melihat nilai VIF pada variabel predictor pada penelitian ini.

Tabel 4 Uji Multiolinieritas

Variabel	X_1	X_2	X_3	X_4
VIF	4,313	11,018	3,486	10,046

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh hasil bahwa terjadi multikolinieritas antar variabel predictor dalam penelitian ini. Dapat dilihat pada variabel X_2 dan X_3 nilai VIF > 10.

Regresi Ridge

Salah satu cara untuk mengatasi multikolinieritas adalah dengan regresi *ridge*. Pada penelitian ini regresi *ridge* berfungsi untuk mengatasi multikolinieritas yang terjadi pada regresi *Poisson* dengan cara menentukan nilai estimasi parameter *ridge* (*c*) dan kemudian nilai estimasi parameter *ridge* akan dihitung dengan menggunakan formulasi estimasi parameter model *Poisson Ridge Regression*. Dengan menggunakan persamaan regresi *ridge* dan dengan bantuan *software R* didapatkan nilai $c = 0,287$.

Poisson Ridge Regression

Berdasarkan Tabel 2 di atas telah didapatkan estimasi parameter dari regresi *Poisson* dan telah didapatkan juga nilai *c* dari regresi *ridge* yaitu 0,287. Estimasi parameter PRR dapat dengan bantuan

software R, maka dapat dicari menggunakan persamaan sebagai berikut:

Variabel	Estimasi Parameter
Perilaku pengemudi	0,01051
Faktor Jalan	-0,04007
Kecelakaan pada waktu gelap	0,00067
Faktor Kendaraan	0,01472

Estimasi yang dihasilkan *Poisson Ridge Regression* mengalami sedikit perubahan jika dilihat dengan regresi *Poisson* sebelumnya. Dapat dilihat dari nilai estimasi di atas bahwa dari ke empat variabel bebas hanya satu yang bernilai negatif sedangkan tiga parameter lainnya bernilai positif. Faktor jalan memberikan pengaruh negatif pada banyaknya kecelakaan lalu lintas yang terjadi, yang artinya faktor jalan adalah faktor tidak terlalu berpengaruh signifikan dalam kejadian kecelakaan lalu lintas.

Pada faktor perilaku pengemudi memberikan pengaruh positif terhadap kecelakaan lalu lintas yang terjadi, yang dimana semakin tinggi angka perilaku pengemudi maka akan semakin banyak kecelakaan yang terjadi.

Pada kecelakaan pada waktu gelap memberikan pengaruh positif, yang berarti jika angka kecelakaan pada jam ini semakin tinggi maka angka terjadinya kecelakaan pada jam ini akan semakin banyak yang terjadi.

Pada faktor kendaraan memberikan pengaruh positif, yang berarti jika pada faktor ini semakin tinggi maka akan semakin banyak kecelakaan yang terjadi.

D. Kesimpulan dan Saran

1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa pada penelitian ini menggunakan regresi *ridge* dalam regresi *Poisson* atau yang disebut dengan metode *Poisson Ridge Regression* mengubah

nilai estimasi parameter yang terdapat multikolinieritas di dalamnya. Dari keempat variabel bebas yaitu faktor perilaku pengemudi, faktor jalan, kecelakaan pada waktu gelap dan faktor kendaraan menghasilkan satu variabel yang memberikan pengaruh negatif atau faktor yang kurang memberikan pengaruh pada kecelakaan lalu lintas yaitu, faktor jalan yang berarti jika semakin banyak variabel bebas yang bernilai negatif maka semakin sedikit kecelakaan lalu lintas yang terjadi. Tiga lainnya berpengaruh positif atau faktor yang paling berpengaruh pada kecelakaan lalu lintas yaitu, faktor perilaku pengemudi, kecelakaan terjadi pada waktu gelap dan faktor kendaraan, yang berarti variabel tersebut berpartisipasi dalam meningkatkan angka kecelakaan lalu lintas yang terjadi.

2. Saran

Peneliti menyadari masih banyak keterbatasan dalam melakukan penelitian ini. Diharapkan penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan memperhitungkan dengan faktor letak geografis.

E. Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara. (2021, Januari 21). *Berita Resmi Hasil Sensus Penduduk 2020*. Dipetik Februari 01, 2021, dari <https://sumut.bps.go.id/>.
- BPS RI. (2018). *Statistik Transportasi Darat*. Jakarta: DharmaPutra.
- Danardono. (2015). *Analisis Longitudinal*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Detikcom. (2021, Maret 31). *Kecelakaan Saat Pandemi Turun, tapi Masih Tinggi*. Dipetik Desember 28, 2021, dari <https://oto.detik.com/berita/d-5514939/>.
- Dewi, Nym Cista Striratna. 2018. "Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Angka Kecelakaan Lalu Lintas Di Provinsi Jawa Timur Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline Truncated".

Skripsi. Surabaya: Institut Teknologi
Sepuluh November.

Ginting, Empersadanta. (2018). "*Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Penyakit Demam Berdarah Dengue Dengan Menggunakan Regresi Poisson dan Regresi Binomial Negatif*". Skripsi Medan: Universitas Sumatera Utara.

Hoerl, A. E., dan Kennard, R. W. (1970). *Ridge Regression : Bias Estimation For Nonorthogonal Problems. Technometrics, 12(1):55-67.*

Mansson, K., dan Shukur, G. (2011). A Poisson Ridge Regression Estimator. *Economic Modeling, 28(4): 1475-1481.*

T. L. Wasilaine, M. W. (2014). Model Regresi Ridge Untuk Mengatasi Model Regresi Linier Berganda Yang Mengandung Multikolinieritas. *Jurnal Barakeng, 8, No.1, 31-37.*

Wulandari. (2020). Pemodelan Poisson Ridge Regression (PRR) Pada Banyak Kematian Bayi Di Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Statistics and Its Applications, 4 No 2.*