

Pengujian Pada Regresi Ridge dan Penerapannya terhadap Data Produk Domestik Regional Bruto Provinsi Jawa Barat

Weni Nuryati*, Suliadi Suliadi

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

*weninuryati5@gmail.com, suliadi@gmail.com

Abstract. Ridge regression is one of the methods used to stabilize the value of the regression coefficient caused by multicollinearity. In ridge regression, to reduce the impact of multicollinearity is carried out by adding ridge parameter c to the hat matrix. This ridge parameter makes the regression coefficients have a smaller variance than the least squares method estimator variance. However, the ridge estimates are biased. Thus, hypothesis testing using the usual method cannot be applied to the coefficients ridge regression. Therefore Bae, et al., (2014) developed a method for testing the hypothesis of the coefficients of ridge regression. This thesis aims to apply this method to the gross regional domestic product data for West Java province in 2022. Based on the results of the research, it shows that there is a multicollinearity problem in the data, so it is modelLed using ridge regression. it was obtained The ridge regression model : $Y = 0.09945X_1 - 0.10381X_2 + 0.30315X_3 + 0.68789X_4 - 0.08356X_5$. From the results of testing the hypothesis, it can be concluded that the independent variables, namely local original income (X1), general allocation funds (X2), profit sharing funds (X3), regional expenditures (X4) and labor (X5) together have a significant effect on the PDRB (Y) of West Java Province in 2022. The ridge regression model is returned to the original model $Y = -51317.9 + 0.01068X_1 - 0.02304X_2 + 0.21102X_3 + 0.03615X_4 - 0.01271X_5$.

Keywords: Ridge Regression, General Linear Test, PDRB.

Abstrak. Regresi ridge merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menstabilkan nilai koefisien regresi yang disebabkan oleh adanya multikolinearitas. Pada regresi ridge, untuk mengurangi dampak multikolinearitas dilakukan dengan menambahkan parameter ridge c pada matriks hat. Parameter ridge ini membuat koefisien regresi memiliki varians yang lebih kecil daripada varians penduga metode kuadrat terkecil. Akan tetapi penduga regresi ridge itu bersifat bias. Dengan demikian pengujian hipotesis dengan menggunakan metode biasa tidak dapat diterapkan pada koefisien regresi ridge. Oleh karena itu Bae, et al., (2014) mengembangkan suatu metode untuk pengujian hipotesis pada regresi ridge. Skripsi ini bertujuan untuk menerapkan metode tersebut terhadap data produk domestik regional bruto provinsi Jawa Barat tahun 2022. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat masalah multikolinearitas pada data, sehingga pemodelan dilakukan dengan menambahkan nilai konstanta bias c . Diperoleh model regresi ridge berikut $Y = 0.09945X_1 - 0.10381X_2 + 0.30315X_3 + 0.68789X_4 - 0.08356X_5$. Dari hasil pengujian hipotesis diperoleh kesimpulan bahwa variabel bebas yaitu pendapatan asli daerah, dana alokasi umum, dana bagi hasil, belanja daerah dan tenaga kerja secara bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap PDRB Provinsi Jawa Barat tahun 2022. Model regresi ridge dikembalikan ke model semula menjadi $Y = -51317.9 + 0.01068X_1 - 0.02304X_2 + 0.21102X_3 + 0.03615X_4 - 0.01271X_5$.

Kata Kunci: Regresi Ridge, Uji Linier Umum, PDRB.

A. Pendahuluan

Metode regresi ridge dikemukakan pertama kali oleh A.E Hoerl pada tahun 1962. Metode ini adalah modifikasi dari metode kuadrat terkecil yang dikembangkan untuk menstabilkan nilai koefisien regresi yang disebabkan oleh adanya multikolinearitas. Dalam regresi ridge untuk mengurangi dampak multikolinearitas dilakukan dengan menentukan penduga yang bias tetapi mempunyai varians yang lebih kecil daripada varians penduga regresi linear berganda (1). Penduga pada regresi ridge yang bersifat bias menyebabkan pengujian hipotesis tidak dapat menggunakan metode uji linier umum seperti pada regresi linier berganda.

Obenchain (2) mempelajari pendugaan selang kepercayaan untuk kombinasi linier umum dari koefisien regresi dalam regresi ridge dengan menggunakan dekomposisi nilai tunggal dari matriks desain, dan Hoerl dan Kennard (3) mengusulkan derajat bebas dalam analisis model varians menggunakan regresi ridge. Pada regresi ridge matriks hat tidak idempoten sehingga derajat bebas tidak lagi berupa bilangan bulat tetapi berupa bilangan real yang menyebabkan distribusi F dalam model regresi biasa itu tidak tepat untuk diterapkan pada pengujian hipotesis dalam regresi ridge. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Bae, et al., (2014) mengajukan statistik uji untuk uji linier umum dalam model regresi ridge. Mereka menggunakan aproksimasi distribusi referensi dan studi numerik untuk memverifikasi bahwa distribusi yang disarankan untuk statistik uji itu sesuai. Uji linier umum pada regresi ridge yang diusulkan oleh Bae, et al., (4) ini mampu mengatasi ketidakmampuan suatu pengujian hipotesis dalam menggunakan metode uji linier umum seperti pada regresi linier berganda.

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) merupakan nilai tambah bruto seluruh barang dan jasa yang dihasilkan di wilayah domestik suatu negara yang muncul akibat berbagai aktivitas ekonomi dalam suatu periode tertentu tanpa memperhatikan apakah faktor produksi yang dimiliki residen atau non-residen (5). Menurut Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat, sampai dengan tahun 2019 laju pertumbuhan ekonomi Jawa Barat selalu berada di atas nasional. Dalam kondisi normal secara rata-rata nasional perekonomian Jawa Barat mempunyai kinerja yang lebih baik dibandingkan provinsi lain. Namun pada tahun 2020 perekonomian Jawa Barat berkontraksi 2.44% yang mana ini lebih dalam dibandingkan dengan perekonomian nasional yang berkontraksi 2.07%. Pada tahun 2022 kondisi perekonomian Jawa Barat telah pulih, hal ini ditandai dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi sebesar 5,45%. Proses pemulihan telah dimulai pada tahun 2021 dengan pertumbuhan 3,74%, jika dibandingkan dengan pola laju pertumbuhan ekonomi nasional, pemulihan di Jawa Barat lebih baik dengan laju pertumbuhan melebihi Nasional (3,70%). Salah satu yang menjadi tolak ukur dalam melihat pertumbuhan ekonomi pada suatu daerah adalah dengan melihat nilai Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). Penelitian yang dilakukan oleh Nasution (6) menyatakan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap PDRB yaitu pendapatan asli daerah, dana alokasi umum, dana bagi hasil, belanja daerah dan tenaga kerja. Sebagai provinsi dengan laju pertumbuhan ekonomi diatas rata-rata nasional maka akan dilakukan analisis untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang berpengaruh terhadap PDRB di Provinsi Jawa Barat.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: “Bagaimana hasil penerapan metode regresi ridge untuk mengatasi masalah multikolinearitas pada data PDRB Provinsi Jawa Barat?” dan “Bagaimana pengujian hipotesis pada model regresi ridge untuk data PDRB Provinsi Jawa Barat?”. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini adalah untuk menguji signifikansi pengaruh pendapatan asli daerah, dana alokasi umum, dana bagi hasil, belanja daerah dan tenaga kerja terhadap PDRB Provinsi Jawa Barat Tahun 2022.

B. Metodologi Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari situs resmi Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat dan kementerian keuangan direktorat jenderal perimbangan keuangan. Data yang digunakan terkait dengan data PDRB dari 27 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat pada Tahun 2022. Pada penelitian ini terdapat lima variabel bebas (X) dan satu variabel terikat (Y). Berikut ini merupakan variabel yang digunakan dalam penelitian:

Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Satuan
Y	Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)	Juta Rupiah
X_1	Pendapatan Asli Daerah (PAD)	Juta Rupiah
X_2	Dana Alokasi Umum (DAU)	Juta Rupiah
X_3	Dana Bagi Hasil (DBH)	Juta Rupiah
X_4	Belanja Daerah	Juta Rupiah
X_5	Tenaga Kerja	Jiwa

Analisi Regresi Linier Berganda

Analisis regresi linier berganda merupakan model regresi yang melibatkan lebih dari satu variabel bebas. Pada umumnya analisis regresi dilakukan untuk mengidentifikasi variabel-variabel bebas mana saja yang dapat mempengaruhi variabel terikat. Misalkan data terdiri atas variabel terikat dengan banyak pengamatan adalah n pengamatan dan terdiri atas p variabel bebas. Model regresi linier berganda menurut (Rawlings, et al., 1998) adalah:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_p x_{ip} + \varepsilon_i$$

Jika diubah dalam bentuk matriks adalah sebagai berikut :

$$\begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & X_{12} & \dots & X_{1p} \\ 1 & X_{22} & \dots & a_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{n1} & \dots & a_{np} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_p \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{pmatrix}$$

$$Y = X\beta + \varepsilon$$

Untuk menduga parameter regresi dapat dilakukan dengan menggunakan metode kuadrat terkecil (MKT). Metode kuadrat terkecil (MKT) atau *ordinary least square* (OLS) merupakan salah satu metode untuk menduga parameter regresi. Dimana MKT merupakan metode yang paling terkenal dalam pemakaiannya, dan hampir semua *software* statistika menggunakan metode ini dalam pendugaan parameter regresi linier (Suliadi, 2015). Koefisien regresi β dapat ditaksir menggunakan MKT dengan persamaan:

$$\hat{\beta} = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_p \end{pmatrix} = (X^T X)^{-1} X^T Y$$

Regresi Ridge

Regresi ridge merupakan modifikasi dari metode kuadrat terkecil yang digunakan untuk mengatasi masalah multikolinearitas yang didasarkan pada penambahan konstanta nilai bias c pada diagonal matrik $X^T X$, sehingga penaksir yang diperoleh akan mendekati nilai parameter yang sebenarnya (Hoerl & Kennard, 1970).

Berikut penduga regresi ridge bagi β menggunakan metode kuadrat terkecil diperoleh dengan menambahkan konstanta ridge/konstanta bias pada matrik $X^T X$, yaitu:

$$\hat{\beta}_R = (X^{*T} X^* + cI)^{-1} X^{*T} Y^*$$

Ketika $c = 0$ maka koefisien regresi ridge direduksi menjadi koefisien regresi biasa. Sedangkan ketika $c > 0$, koefisien regresi ridge menjadi bias tetapi cenderung lebih stabil

daripada penduga kuadrat terkecil biasa.

Menurut Hoerl & Kennard (1970), untuk menetapkan nilai c dalam meminimumkan MSE dapat diperoleh dari model regresi linier berganda dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$c_{HK} = \frac{p\hat{\sigma}^2}{\hat{\beta}'\hat{\beta}}$$

Dengan

$$\sigma^2 = \frac{(Y - X\hat{\beta})^T (Y - X\hat{\beta})}{n - p - 1}$$

Uji Linier Umum Pada Regresi Ridge

Uji linier umum dalam model regresi ridge merupakan pengujian yang dilakukan untuk menguji kombinasi linier antara koefisien variabel bebas dalam model regresi ridge. Pengujian ini diusulkan oleh Bae, et al. (2014). Hal ini disebabkan uji linier umum yang sering digunakan dalam model regresi linier berganda tidak dapat digunakan untuk pengujian hipotesis dalam model regresi ridge, karena dalam regresi ridge penduga yang dihasilkan bersifat bias.

Pada regresi linier berganda bentuk hipotesis untuk uji linier umum adalah sebagai berikut:

$$H_0 : C\beta = m \quad \text{vs.} \quad H_1 : C\beta \neq m$$

Sedangkan penduga pada regresi ridge yang diinterpretasikan sebagai $\varepsilon^T \varepsilon$ yang di minimumkan dengan dibatasi oleh penduga koefisien regresi ridge $\beta^T \beta \leq k^2$ yang mana k tersebut berkaitan dengan konstanta bias c . Oleh karena itu pendugaan parameter β dalam model regresi ridge di bawah hipotesis uji linier umum $H_0 : C\beta = m$ memiliki dua batasan yaitu:

$$\beta^T \beta \leq k^2$$

Dan

$$C\beta = m$$

Adapun bentuk hipotesis dari uji linier umum pada regresi ridge adalah sebagai berikut

- a. Uji simultan $H_0: \beta_1^R = \beta_2^R = \beta_3^R = \beta_4^R = \beta_5^R = 0$

$$H_0: C\beta = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} \beta_1^R \\ \beta_2^R \\ \beta_3^R \\ \beta_4^R \\ \beta_5^R \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$H_1: C\beta = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} \beta_1^R \\ \beta_2^R \\ \beta_3^R \\ \beta_4^R \\ \beta_5^R \end{pmatrix} \neq \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

- b. Uji partial $H_0: \beta_j^R = 0$

$$H_0: C_j \beta^R = 0$$

$$H_1: C_j \beta^R \neq 0$$

dimana

C_j = Vektor kolom berukuran $p \times 1$ dimana elemen ke- $j = 1$

$$C_j[l] = \begin{cases} 1, & j = l \\ 0, & j \neq l \end{cases}$$

$$\beta^R = (\beta_1^R, \beta_2^R, \dots, \beta_5^R)^T$$

$$j = 1, 2, \dots, 5$$

Statistik uji untuk pengujian hipotesis uji linier umum pada regresi ridge adalah sebagai berikut

$$G = \frac{(JKS(R) - JKS(F)) / (df_R - df_F)}{JKS(F) / df_F}$$

Dimana

$$\begin{aligned} JKS(R) - JKS(F) &= 2T^T e_R + T^T T \\ &= 2[X^* K C^T (C K C^T)^{-1} (C \hat{\beta}_R - m)]^T e_R + [X^* K C^T (C K C^T)^{-1} (C \hat{\beta}_R - \\ &\quad m)]^T X^* K C^T [C K C^T]^{-1} (C \hat{\beta}_R - m) \end{aligned}$$

$$JKS(F) = e_R^T e_R$$

Dalam model linier klasik df_F adalah $n - p$, yang sebenarnya adalah $n - tr(H)$ dimana $H = X(X^T X)^{-1} X^T$ adalah matrik hat. Sehingga dalam uji linier umum pada regresi ridge derajat bebasnya adalah $n - tr(H_c)$, dimana $H_c = X^*(X^{*T} X^* + cI)^{-1} X^{*T}$. Oleh karena itu aproksimasi statistik uji sebagai berikut:

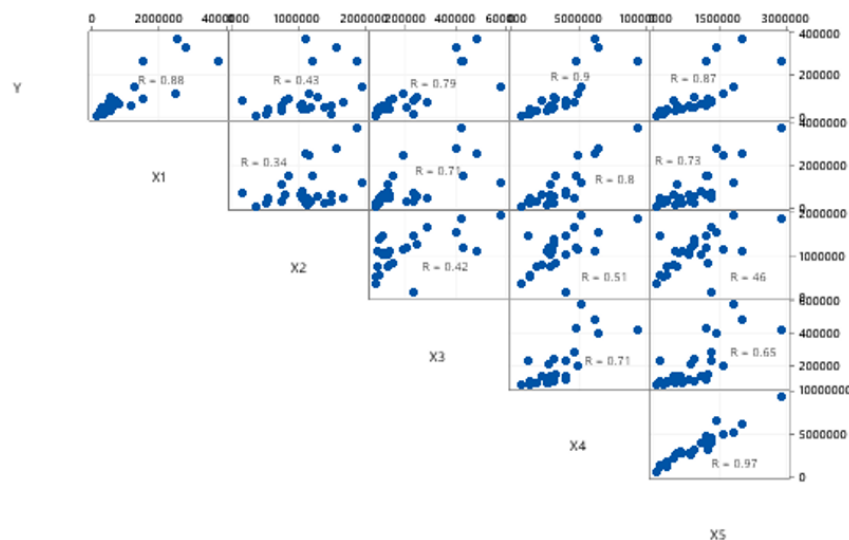
$$\begin{aligned} \tilde{G} &= \frac{T^T T / (df_R - df_F)}{e_R^T e_R / df_F} \\ &= \frac{(C \hat{\beta}_R - m)^T (C K C^T)^{-1} C K X^{*T} X^* K C^T (C K C^T)^{-1} (C \hat{\beta}_R - m) / q}{e_R^T e_R / (n - tr(H_c))} \end{aligned}$$

Dimana q adalah banyaknya baris dari matrik C . Statistik uji yang diusulkan mengikuti distribusi $F_{(q, n - tr(H_c))}$. Jika $c = 0$ maka statistik uji yang diusulkan direduksi menjadi statistik uji dalam model linier klasik.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Deskripsi Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data terkait dengan produk domestik regional bruto (PDRB) Provinsi Jawa Barat berdasarkan kabupaten/kota Tahun 2022. Pada Gambar 1 disajikan plot korelasi dari data asli untuk seluruh variabel yang digunakan dalam penelitian yaitu variabel Y (PDRB), X_1 (pendapatan asli daerah), X_2 (dana alokasi umum), X_3 (dana bagi hasil), X_4 (belanja daerah), dan X_5 (tenaga kerja) dengan menggunakan bantuan *software* Minitab.



Gambar 1. Matrik Plot Variabel Penelitian

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa terdapat hubungan yang positif antara PDRB dengan pendapatan asli daerah, dana bagi hasil, belanja daerah dan tenaga kerja karena PDRB cenderung meningkat mengikuti penambahan nilai masing-masing variabel tersebut. Dan jika dilihat dari nilai korelasinya masing-masing variabel memiliki korelasi yang sangat kuat. Sedangkan untuk dana alokasi umum cenderung memiliki hubungan yang lemah jika dilihat dari nilai korelasi dan plot datanya menunjukkan bahwa data membentuk titik secara acak. Dapat dilihat juga bahwa antar variabel bebas cenderung memiliki hubungan yang positif dengan nilai korelasi yang kuat bahkan sangat kuat.

Model Regresi Linier Berganda

Pemodelan regresi linier berganda diperoleh dengan menggunakan bantuan software RStudio. Dimana dalam penelitian ini variabel terikat (Y) yaitu produk domestik regional bruto sedangkan untuk variabel bebas (X) yaitu pendapatan asli daerah (X1), dana alokasi umum (X2), dana bagi hasil (X3), belanja daerah (X4), dan tenaga kerja (X5). Untuk menduga parameter regresi

dilakukan dengan menggunakan metode kuadrat terkecil (MKT). Adapun model regresi linier berganda adalah sebagai berikut

Tabel 2. Nilai Koefisien Regresi

Coefficients:					
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	4.132e+00	1.312e-01	31.500	<2e-16	***
pdrb\$x1	4.580e-08	1.068e-07	0.429	0.6724	
pdrb\$x2	-1.021e-07	1.428e-07	-0.715	0.4825	
pdrb\$x3	9.266e-07	4.991e-07	1.857	0.0774	.
pdrb\$x4	1.606e-07	1.091e-07	1.472	0.1558	
pdrb\$x5	-5.999e-08	2.555e-07	-0.235	0.8166	

Sehingga berdasarkan Tabel 2 model regresi linier berganda untuk pemodelan PDRB Provinsi Jawa Barat tahun 2022 adalah sebagai berikut:

$$Y = 4.132 + 0.0000000458X_1 - 0.0000001021X_2 + 0.0000009266X_3 + 0.0000001606X_4 + 0.00000005999X_5$$

Pemeriksaan Asumsi Analisis Regresi

Dalam analisis regresi linier berganda dengan menggunakan MKT terdapat asumsi yang harus terpenuhi yaitu diantaranya galat berdistribusi normal, varians dari sisaan adalah sama atau tidak terjadi heteroskedastisitas, dan tidak ada multikolinieritas diantara variabel bebas. Maka akan dilakukan pemeriksaan asumsi sebagai berikut.

Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk melihat apakah nilai residual dari data PDRB Provinsi Jawa Barat tahun 2022 berdistribusi normal atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan pengujian *Kolmogorov-smirnov* dengan hipotesis yang di uji adalah sebagai berikut:

H_0 : Populasi mengikuti distribusi normal

H_1 : Populasi tidak mengikuti distribusi normal

Diperoleh nilai D sebesar 0.037037, diketahui nilai D-tabel sebesar 0.254. Karena $D = 0,037037 < 0.254$, maka diperoleh keputusan terima H_0 , artinya populasi mengikuti distribusi normal.

Uji Heteroskedastisitas

Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah terdapat ketidaksamaan varians dari residual untuk semua pengamatan dalam model regresi pada pemodelan PDRB Provinsi Jawa Barat. Pengujian heteroskedastisitas dilakukan dengan menggunakan pengujian *Breusch-Pagan* dengan hipotesis yang di uji adalah sebagai berikut:

H_0 : Tidak terdapat gejala heteroskedastisitas

H_1 : Terdapat gejala heteroskedastisitas

Diperoleh nilai χ^2_{BP} sebesar 2.8382, diketahui nilai $\chi^2_{(0.95, 1)}$ sebesar 3.841. Karena $\chi^2_{BP} = 2.8382 < 3.841$, maka diperoleh keputusan terima H_0 , artinya tidak terdapat gejala heteroskedastisitas atau varians dari residual adalah sama.

Pemeriksaan Multikolinieritas

Pemeriksaan multikolinieritas dilakukan untuk melihat apakah terdapat hubungan linier antara variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini. Untuk memeriksa multikolinieritas

dilakukan dengan melihat nilai VIF dari masing-masing variabel bebas. Terdapat lima variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pendapatan asli daerah (X_1), dana alokasi umum (X_2), dana bagi hasil (X_3), belanja daerah (X_4) dan tenaga kerja (X_5). Berikut ini hasil perhitungan nilai VIF

Tabel 3. Nilai VIF

Variabel	VIF
X_1	4.902804
X_2	2.056523
X_3	2.548872
X_4	21.355931
X_5	13.992012

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa variabel X_4 dan X_5 memiliki nilai VIF lebih dari 10. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terjadi masalah multikolinieritas pada variabel bebas. Oleh karena itu data PDRB Provinsi Jawa Barat Tahun 2022 akan dimodelkan dengan menggunakan regresi ridge

Regresi Ridge

Berdasarkan hasil pengujian dan pemeriksaan asumsi yang telah dilakukan sebelumnya, diperoleh bahwa data berdistribusi normal dan memiliki ragam yang homogen namun terjadi masalah multikolinieritas pada variabel bebas, sehingga untuk mengatasi masalah multikolinieritas tersebut dilakukan pemodelan dengan menggunakan regresi ridge. Dimana metode ini merupakan modifikasi dari metode kuadrat terkecil (MKT) dengan melakukan penambahan konstanta bias c pada diagonal matrik $X^T X$. Untuk penaksiran parameter dengan menggunakan regresi ridge dilakukan pemusatan dan penskalaan terlebih dahulu.

Setelah melakukan transformasi data dengan menggunakan metode pemusatan dan penskalaan maka selanjutnya dilakukan perhitungan konstanta bias c . Dimana untuk menetapkan konstanta bias c pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rumus c menurut Hoerl & Kennard (1970) atau c_{HK} . Ketika $c = 0$ maka koefisien regresi ridge direduksi menjadi koefisien regresi biasa. Sedangkan ketika $c > 0$, maka koefisien regresi ridge menjadi bias tetapi cenderung lebih stabil daripada penduga kuadrat terkecil. Berdasarkan rumus pada Persamaan 2.27 diperoleh nilai konstanta bias c sebesar 0.01490. Yang mana konstanta bias c ini yang akan ditambahkan pada diagonal matrik $X^T X$.

Setelah diperoleh nilai konstanta bias c , selanjutnya membuat matriks $X^T X$ dan $X^T Y$ yang diperoleh dari data yang telah ditransformasi. Kemudian untuk menduga koefisien regresi ridge dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\hat{\beta}_R = (X^{*T} X^* + cI)^{-1} X^{*T} Y^*$$

$$= \begin{pmatrix} \begin{pmatrix} 26 & 10.66027 & 17.38888 & 22.64008 & 21.46323 \\ 10.66027 & 26 & 15.45751 & 16.26325 & 15.37794 \\ 17.38888 & 15.45751 & 26 & 19.56429 & 19.33764 \\ 22.64008 & 16.26325 & 19.56429 & 26 & 25.01710 \\ 21.46323 & 15.37794 & 19.33764 & 25.01710 & 26 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0.01490 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.01490 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.01490 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.01490 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.01490 \end{pmatrix} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} 20.5325 \\ 12.94789 \\ 19.85341 \\ 22.29925 \\ 21.43564 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 0.09945 \\ -0.10381 \\ 0.30315 \\ 0.68789 \\ -0.08356 \end{pmatrix}$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka untuk model persamaan regresi ridge dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Y = 0.09945X_1 - 0.10381X_2 + 0.30315X_3 + 0.68789X_4 - 0.08356X_5$$

Uji Linier Umum

Selanjutnya dilakukan uji linier umum untuk menguji kombinasi linier antara koefisien variabel bebas dalam model regresi ridge pada data PDRB Provinsi Jawa Barat Tahun 2022. Pengujian ini dilakukan secara simultan dan parsial dengan menggunakan statistik uji $\tilde{G}$ yang diusulkan oleh Bae, et al (2014).

Untuk melihat apakah model baik atau valid dilakukan dengan pengujian secara simultan dimana hasil nilai statistik uji disajikan dalam Tabel 4 dengan taraf signifikan (α) yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0.05.

Tabel 4. Nilai Statistik $\tilde{G}$ Uji Simultan

$\tilde{G}_{hitung}$	q	$n - tr(H_c)$	$p - value$	Keputusan	Keterangan
15.59557	5	22.025332	0.0000013	Tolak H_0	Signifikan

Berdasarkan Tabel 4 hasil pengujian secara simultan diperoleh keputusan menolak H_0 , artinya model regresi ridge baik atau valid dengan kata lain variabel bebas X_1, X_2, X_3, X_4 dan X_5 secara bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap PDRB Provinsi Jawa Barat Tahun 2022.

Selanjutnya dilakukan uji parsial untuk mengetahui variabel bebas apa saja yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel terikat. Dengan menggunakan statistik uji $\tilde{G}$ dan taraf signifikan (α) yang digunakan adalah 0.05. Berikut hasil pengujian secara parsial disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Uji Parsial untuk Model Regresi Ridge

Parameter	$\tilde{G}_{hitung}$	$p - value$	Keputusan	Keterangan
β_1^R	0.19295	0.66475	Terima	Tidak Signifikan
β_2^R	0.53586	0.47187	Terima	Tidak Signifikan
β_3^R	3.61543	0.07041	Terima	Tidak Signifikan
β_4^R	2.27311	0.14585	Terima	Tidak Signifikan
β_5^R	0.05753	0.81267	Terima	Tidak Signifikan

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa tidak terdapat satupun parameter yang berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode yang dikembangkan oleh Bae, et al (2014) tidak mampu untuk mengatasi masalah multikolinieritas karena tidak bisa diterapkan pada pengujian secara parsial.

Menentukan Model

Setelah dilakukan pengujian pada model persamaan regresi ridge, maka persamaan tersebut akan diubah ke dalam bentuk persamaan regresi semula. Adapun model persamaan regresi ridge adalah sebagai berikut:

$$Y = 0.09945X_1 - 0.10381X_2 + 0.30315X_3 + 0.68789X_4 - 0.08356X_5$$

Model regresi ridge diatas diubah kedalam bentuk semula dengan menggunakan rumus pada persamaan 2.24 dan 2.25 sehingga diperoleh model regresi sebagai berikut:

$$Y = -51317.9 + 0.01068X_1 - 0.02304X_2 + 0.21102X_3 + 0.03615X_4 - 0.01271X_5$$

Interpretasi model regresi diatas adalah sebagai berikut:

Nilai konstanta sebesar 51317.9 menunjukkan bahwa jika variabel pendapatan asli daerah, dana alokasi umum, dana bagi hasil, belanja daerah dan tenaga kerja tidak berubah atau konstan maka rata-rata nilai PDRB adalah sebesar 51317.9. Sedangkan koefisien regresi variabel pendapatan asli daerah sebesar 0.01068 menunjukkan bahwa setiap peningkatan satu satuan pada pendapatan asli daerah akan mengakibatkan peningkatan PDRB sebesar 0.01068 dengan asumsi variabel lainnya tidak berubah atau konstan. Koefisien regresi variabel dana alokasi umum sebesar 0.02304 menunjukkan bahwa setiap peningkatan satu satuan pada dana alokasi umum akan mengakibatkan penurunan PDRB sebesar 0.02304 dengan asumsi variabel lainnya tidak berubah atau konstan. Koefisien regresi variabel dana bagi hasil sebesar 0.21102 menunjukkan bahwa setiap peningkatan satu satuan pada dana bagi hasil akan mengakibatkan peningkatan PDRB sebesar 0.21102 dengan asumsi variabel lainnya tidak berubah atau konstan. Koefisien regresi variabel belanja daerah sebesar 0.03615 menunjukkan bahwa setiap peningkatan satu satuan pada belanja daerah akan mengakibatkan peningkatan PDRB sebesar 0.03615 dengan asumsi variabel lainnya tidak berubah atau konstan. Dan koefisien regresi variabel tenaga kerja sebesar 0.01271 menunjukkan bahwa setiap peningkatan satu satuan pada tenaga kerja akan mengakibatkan penurunan PDRB sebesar 0.01271 dengan asumsi variabel lainnya tidak berubah atau konstan.

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa pada data PDRB Provinsi Jawa Barat tahun 2022 terdapat masalah multikolinieritas sehingga untuk pemodelannya digunakan metode regresi ridge. Berikut model regresi ridge yang terbentuk:

$$Y = 0.39704X_1 - 0.01101X_2 + 0.20895X_3 + 0.17449X_4 + 0.27541X_5$$

Dari model regresi ridge yang telah terbentuk dilakukan pengujian hipotesis dengan menggunakan uji linier umum, diketahui bahwa variabel bebas yaitu pendapatan asli daerah, dana alokasi umum, dana bagi hasil, belanja daerah dan tenaga kerja secara bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap PDRB Provinsi Jawa Barat tahun 2022. Setelah dilakukan pengujian model persamaan regresi ridge diubah ke dalam bentuk regresi semula, sehingga diperoleh model berikut:

$$Y = -51317.9 + 0.01068X_1 - 0.02304X_2 + 0.21102X_3 + 0.03615X_4 - 0.01271X_5$$

Acknowledge

Artikel ini merupakan bagian dari tugas akhir (skripsi) penulis pertama di bawah bimbingan penulis kedua.

Daftar Pustaka

- [1] Arisandi, R., Ruhiat, D., & Marlina, E. (2021). Implementasi Ridge Regression untuk Mengatasi Gejala Multikolinearitas pada Pemodelan Curah Hujan Berbasis Data Time Series Klimatologi. *Jurnal Riset Matematika dan Sains Terapan*, 1-11.
- [2] Obenchain, R.L. (1977). Classical F-test and confidence regions for ridge regression. *Technometrics*, 19, 429-439.
- [3] Hoerl, A. E., & Kennard, R. W. (1970). Ridge Regression: Biased Estimation for Nonorthogonal Problems. *Technometrics*, 12:1, 55-67
- [4] Bae, W., Kim, M., & Kim, C. (2014). The General Linear Test in the Ridge Regression. *Communications for Statistical Applications and Methods*.
- [5] BPS. (2022). Produk Domestik Regional Bruto Provinsi Jawa Barat menurut Lapangan Usaha 2017-2021. Bandung: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat
- [6] Nasution, H. S. (2010). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Produk

Domestik Regional Bruto era Desentralisasi Fiskal di Propinsi Banten Periode 2001:1-2009:4. *Media Ekonomi Vol 18 No 2 Agustus*.

- [7] Rawlings, J. O., Pantula, S. G., & Dickey, D. A. (1998). *Applied Regression Analysis: A Research Tool, Second Edition*. New York: Springer.
- [8] Suliadi. (2015). *Analisis Regresi*. Universitas Islam Bandung: Diklat Kuliah Program Studi Statistika.