Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya (Bimaster)
Volume 08, No. 4 (2019), hal 679 – 684.

METODE *GENERALIZED RIDGE REGRESSION* DALAM MENGATASI MULTIKOLINEARITAS

Nita Anggraini, Dadan Kusnandar, Naomi Nessyana Debataraja

INTISARI

Regresi linear berganda adalah suatu teknik dalam metode statistika yang digunakan untuk menganalisis pengaruh dua atau lebih variabel independen terhadap variabel dependen. Salah satu asumsi pada analisis regresi linear berganda adalah tidak adanya multikolinearitas di dalam model regresi. Jika terdapat pelanggaran asumsi multikolinearitas, ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk mengatasinya salah satunya yaitu dengan menggunakan metode regresi ridge yang merupakan modifikasi dari metode kuadrat terkecil yang dilakukan dengan menambahkan tetapan bias k. *Generalized ridge regression (GRR) merupakan pengembangan dari metode regresi ridge, yaitu dengan menggunakan konstanta bias* k *yang berbeda untuk setiap variabel bebasnya* $\left(k = k_1, k_2, ..., k_p\right)$. *Penelitian ini bertujuan untuk menduga parameter menggunakan metode GRR untuk mengatasi masalah multikolinearitas pada analisis faktor-faktor tingkat pengangguran terbuka di Indonesia. Berdasarkan hasil penelitian didapatlah persamaan GRR yang mempengaruhi tingkat pengangguran terbuka yaitu:* $\hat{Y} = 29{,}12632 - 0{,}36549\hat{X}_3 + 1{,}9617 \times 10^{-5}\hat{X}_4$ *dengan tingkat partisipasi angkatan kerja dan produk domestik regional bruto berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka. Metode GRR dapat mengatasi masalah multikolinearitas dalam menduga parameter regresi yang dibuktikan dengan nilai variance inflation factors (VIF) untuk masing-masing variabel yang didapatkan kurang dari 10 yaitu sebesar* $X_1 = 2{,}3688 \times 10^{-9}$, $X_2 = 0{,}9801$, $X_3 = 1{,}0066$, *dan* $X_4 = 0{,}9958$ *dengan nilai koefisien determinasi* (R^2) *sebesar* 0,6025 *yang berarti bahwa besarnya variabel tingkat partisipasi angkatan kerja dan produk domestik regional bruto terhadap tingkat pengangguran terbuka sebesar* 60,25% *sedangkan* 39,75% *dipengaruhi oleh variabel lainnya.*

Kata Kunci: *Regresi Linear Berganda, Multikolinearitas, Generalized Ridge Regression*

PENDAHULUAN

Analisis regresi merupakan suatu metode analisis statistika yang digunakan untuk menganalisis pengaruh antara satu atau lebih variabel independen terhadap variabel dependen, dimana variabel independen adalah variabel yang mempengaruhi dan variabel dependen adalah variabel yang dipengaruhi. Model regresi linear sederhana maupun model regresi linear berganda dapat diperoleh dengan melakukan penduga terhadap parameter-parameternya menggunakan metode kuadrat terkecil (*ordinary least square*). Analisis regresi harus dipenuhi berbagai asumsi klasik, antara lain data tidak mengalami autokorelasi, heterokedastisitas dan multikolinearitas.

Permasalahan yang sering muncul adalah multikolinearitas yaitu terjadinya korelasi yang cukup tinggi antara variabel-variabel independen. Jika terdapat pelanggaran asumsi multikolinearitas, ada beberapa prosedur yang dapat digunakan untuk mengatasinya, seperti menambahkan data, menghilangkan satu atau beberapa variabel independen yang memiliki korelasi tinggi dari model regresi dan pemakaian metode-metode estimasi alternatif selain metode kuadrat terkecil [1].

Metode *generalized ridge regression* adalah pengembangan dari metode regresi *ridge*. Jika dalam metode regresi *ridge* hanya terdapat satu nilai untuk konstanta bias *k* maka dalam metode GRR terdapat konstanta bias *k* sebanyak jumlah variabel independennya [2]. Pada penelitian ini dilakukan pendugaan parameter menggunakan metode GRR untuk mengatasi masalah multikolinearitas pada analisis faktor-faktor tingkat pengangguran terbuka di Indonesia.

Variabel dependen yang digunakan adalah tingkat pengangguran terbuka (Y) sedangkan variabel independen yang digunakan yaitu jumlah penduduk miskin (X_1), jumlah penduduk Indonesia (X_2), tingkat partisipasi angkatan kerja (X_3) dan produk domestik regional bruto (X_4) pada 33 provinsi di Indonesia. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari BPS Republik Indonesia tahun 2014 [3].

Kemudian melakukan analisis regresi linear berganda untuk menentukan model regresi dengan menggunakan metode kuadrat terkecil dan mendeteksi adanya multikolinearitas dengan melihat nilai korelasi antar variabel independen dan nilai VIF. Apabila ditemukan adanya multikolinearitas pada data, maka dilakukan penduga parameter dengan menggunakan metode GRR. Langkah pertama yang dilakukan adalah mentransformasikan data melalui proses *centering* dan *scaling* data. Kemudian menentukan nilai tetapan bias $\mathbf{K}$ yang merupakan matriks diagonal dengan anggota $(k_1, k_2, ..., k_p)$ dan penduga parameter regresi *generalized ridge* dari data yang sudah ditransformasi sehingga variabel independen menjadi variabel independen yang ortogonal dengan menggunakan metode iterasi. Penduga awal untuk k_j yaitu $k_j^0 = \frac{\hat{\sigma}^2}{\hat{\beta}_j{}^2}$, $j = 1,2, ..., n$ dengan $\hat{\sigma}^2$ merupakan MSE dari penduga parameter MKT data transformasi dan $\hat{\beta}_j$ merupakan penduga parameter dari regresi MKT data transformasi. Penduga awal dari k_j digunakan untuk menghitung pendugaan awal *generalized ridge* untuk variabel independen ortogonal $\hat{\boldsymbol{\beta}}^0_{\mathrm{GRR,j}} = \left(\boldsymbol{X}^{\mathrm{T}}\boldsymbol{X} + \boldsymbol{K}^0\right)^{-1} \boldsymbol{X}^{\mathrm{T}}\boldsymbol{Y}$ dimana $\boldsymbol{K}^0 = diag\left(k_1^0, k_2^0, ..., k_p^0\right)$. Pendugaan awal $\hat{\boldsymbol{\beta}}^0_{GRR,j}$ kemudian digunakan untuk menghitung pendugaan k_j^1. Nilai k_j^1 ini dapat digunakan untuk menghitung pendugaan dari $\hat{\boldsymbol{\beta}}^1_{GRR,j}$ dan seterusnya. Proses iterasi dihentikan ketika $\left|\left(\hat{\boldsymbol{\beta}}^T_{GRR}\hat{\boldsymbol{\beta}}_{GRR}\right)^i - \left(\hat{\boldsymbol{\beta}}^T_{GRR}\hat{\boldsymbol{\beta}}_{GRR}\right)^{i-1}\right| \leq 0{,}01$. Setelah iterasi terhenti akan diperoleh nilai penduga parameter *generalized ridge* dari variabel independen ortogonal $\left(\hat{\boldsymbol{\beta}}_{GRR}\right)$. Langkah selanjutnya yaitu menentukan penduga parameter GRR, dimana $\hat{\beta}_{GRR}(\boldsymbol{K}) = \left(\boldsymbol{X}^T\boldsymbol{X} + \boldsymbol{K}\right)^{-1} \boldsymbol{X}^T\boldsymbol{Y}$. Langkah terakhir adalah memastikan bahwa sudah tidak terjadi multikolinearitas dengan melihat nilai VIF. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan uji terhadap model secara simultan dengan uji F dan uji individu untuk koefisien regresi dengan uji t.

ANALISIS REGRESI LINEAR BERGANDA

Analisis regresi adalah salah satu metode analisis statistik yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara dua variabel atau lebih. Secara umum model regresi berganda dengan k variabel independen dinyatakan sebagai berikut [4]:

$$Y = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{n1} + \hat{\beta}_2 X_{n2} + ... + \hat{\beta}_k X_{nk} + \varepsilon \tag{1}$$

Penduga parameter $\beta_0, \beta_1, \beta_2, ..., \beta_k$ dapat diperoleh menggunakan metode kuadrat terkecil yang merupakan salah satu penduga parameter dalam model regresi. Tujuan dari metode kuadrat terkecil yaitu untuk menduga parameter regresi dengan cara meminimumkan jumlah kuadrat galat (*error)* pada model yang terbentuk. Penduga parameter metode kuadrat terkecil dapat diperoleh sebagai berikut [5]:

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = \left(\boldsymbol{X}^T\boldsymbol{X}\right)^{-1} \boldsymbol{X}^T\boldsymbol{Y} \tag{2}$$

dengan $\boldsymbol{X}$ adalah matriks variabel independen berukuran $n \times k$ dan $\boldsymbol{Y}$ adalah vektor variabel dependen berukuran $n \times 1$.

Analisis regresi linear berganda memiliki beberapa asumsi yang harus dipenuhi, asumsi tersebut sebagai berikut [6]:

1. Model regresinya adalah linear dalam parameter.
2. Nilai ekspektasi dari vektor galat adalah 0. $E(\varepsilon_i) = 0, i = 1,2,\ldots,n$
3. Variansi dari galat adalah konstan (homoskedastisitas) yaitu bahwa setiap kesalahan galat mempunyai varians yang sama $Var(\varepsilon_i) = \sigma^2$ untuk semua i
4. Tidak terjadi autokorelasi pada galat, artinya kesalahan antar galat yang satu dengan yang lainnya bebas, $Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$, $i \neq j$.
5. Tidak terjadi multikolinearitas pada variabel independen.
6. Galat berdistribusi normal.

MULTIKOLINEARITAS

Multikolinearitas adalah suatu kondisi adanya hubungan linear diantara variabel-variabel independen (X) dalam model regresi. Terdapat beberapa cara untuk mendeteksi ada tidaknya multikolinearitas, yaitu dengan menganalisis koefisien korelasi antar variabel independen dan menggunakan *variance inflation factors* (VIF) [7]. Nilai VIF dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut [8]:

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2} \tag{3}$$

dengan R_j^2 merupakan koefisien determinasi dari variabel independen X_j yang diregresikan terhadap variabel independen lainnya. Apabila nilai VIF lebih besar dari 10 maka mengidentifikasikan adanya multikolinearitas [8].

PEMUSATAN DAN PENSKALAAN (*Centering and* Scaling)

Pemusatan dan penskalaan adalah bagian dari membakukan (*standardized*) variabel. Modifikasi sederhana dari pembakuan atau standarisasi variabel ini adalah transformasi korelasi (*correlation transformation*). Pemusatan merupakan perbedaan antara masing-masing pengamatan dengan rata-rata dari semua pengamatan untuk variabel. Sedangkan penskalaan meliputi gambaran pengamatan pada kesatuan (unit) standar deviasi dari pengamatan untuk variabel [9].

Prosedur pemusatan atau *centering* dilakukan dengan menghilangkan β_0 (intersep) yang membuat perhitungan untuk mencari model regresi menjadi lebih sederhana. Prosedur penskalaan dilakukan dengan cara mentransformasikan variabel dependen Y dan variabel independen X dalam bentuk [9]:

$$X_{ij}^* = \frac{1}{\sqrt{n-1}}\left(\frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{S_{x_j}}\right), \quad i = 1,2,3,\ldots,n; \quad j = 1,2,3,\ldots,p$$

$$Y_i^* = \frac{1}{\sqrt{n-1}}\left(\frac{Y_i - \bar{Y}}{S_y}\right), \quad i = 1,2,3,\ldots,n \tag{4}$$

$$S_{X_j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(X_{ij} - \bar{X}_j\right)^2}{n-1}}$$

$$S_Y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i - \bar{Y}\right)^2}{n-1}} \tag{5}$$

dengan X_{ij}^* adalah variabel X dalam bentuk baku; $\bar{X}_j$ adalah rata-rata dari pengamatan X_j; S_{X_j} adalah standar deviasi dari X_j; Y_i^* adalah variabel Y dalam bentuk baku; $\bar{Y}$ adalah rata-rata dari Y; S_Y adalah standar deviasi dari Y.

Setelah ditransformasi variabel dependen Y dan variabel independen X, maka diperoleh model regresi baku (*standardized)* sebagai berikut:

$$Y_j^* = \beta_1^* X_{i1}^* + \beta_2^* X_{i2}^* + \ldots + \beta_j^* X_{ij}^* + \varepsilon_j^* \tag{6}$$

Diantara penduga parameter $\beta_1^*, \beta_2^*, \ldots, \beta_j^*$ pada model regresi baku dengan penduga parameter awal $\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_j$ pada model regresi linear berganda yang biasa terdapat suatu hubungan linear. Hubungan penduga parameter regresi dalam model baku dengan penduga parameter regresi dalam model awal dijabarkan sebagai berikut [9]:

$$\begin{aligned} \beta_j &= \left(\frac{S_Y}{S_{X_j}}\right)\beta_j^* \quad j = 1, 2, \ldots, p \\ \beta_0 &= \bar{Y} - \beta_1 \bar{X}_1 - \beta_2 \bar{X}_2 - \ldots - \beta_j \bar{X}_j \\ &= \bar{Y} - \sum_{j=1}^{p} \beta_j \bar{X}_j \end{aligned} \tag{7}$$

GENERALIZED RIDGE REGRESSION

Metode *generalized ridge regression* (GRR) merupakan metode alternatif untuk mengatasi masalah multikolinearitas pada pendugaan parameter model regresi. GRR merupakan pengembangan dari metode regresi *ridge* dengan menggunakan konstanta bias k yang berbeda untuk masing-masing variabel independennya. Penduga parameter GRR yang koefisiennya dipengaruhi oleh besarnya nilai tetapan bias k yang berbeda untuk masing-masing variabelnya diperoleh sebagai berikut [10]:

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}_{GRR}(\boldsymbol{K}) = (\boldsymbol{X}^T\boldsymbol{X} + \boldsymbol{K})^{-1}\boldsymbol{X}^T\boldsymbol{Y} \tag{8}$$

dimana $\hat{\boldsymbol{\beta}}_{\mathrm{GRR}}(\boldsymbol{K})$ merupakan penduga parameter GRR; $\boldsymbol{X}_{n\times k}$ merupakan matriks yang telah ditransformasikan dengan pemusatan dan penskalaan; $\boldsymbol{K}$ merupakan matriks diagonal dengan anggota diagonal utamanya adalah konstanta bias $(k_1, k_2, \ldots, k_p)$; $\boldsymbol{Y}_{n\times 1}$ merupakan vektor matriks yang telah ditransformasikan dengan pemusatan dan penskalaan.

Setelah mendapatkan penduga koefisien regresi dari metode GRR, perlu dipastikan bahwa apakah variabel-variabel independen dalam model sudah tidak teridentifikasi adanya multikolinearitas dengan kembali melihat nilai VIF. $\mathrm{VIF}_j(K)$ adalah fungsi dari $\boldsymbol{K}$ yang merupakan unsur diagonal ke-j dalam matriks yang dapat dihitung menggunakan rumus [7]:

$$\left(\boldsymbol{X}^T\boldsymbol{X} + \boldsymbol{K}\right)^{-1}\boldsymbol{X}^T\boldsymbol{X}\left(\boldsymbol{X}^T\boldsymbol{X} + \boldsymbol{K}\right)^{-1} \tag{9}$$

PEMILIHAN NILAI k_j

Hoerl dan Kennard menyatakan untuk memilih nilai k_j pada sebuah kasus GRR nilai k_j dapat dihitung menggunakan rumus:

$$k_j^0 = \frac{\hat{\sigma}^2}{\hat{\beta}_j^2} \tag{10}$$

dimana σ^2 adalah *mean square error* (MSE) dari penduga parameter metode kuadrat terkecil data transformasi dan β_{j} adalah penduga parameter metode kuadrat terkecil data transformasi. Penduga awal dari k_j digunakan untuk menghitung pendugaan awal *generalized ridge* dari:

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}_{GRR}^0 = (\boldsymbol{X}^T\boldsymbol{X} + \boldsymbol{K}^0)^{-1}\boldsymbol{X}^T\boldsymbol{Y} \tag{11}$$

dimana $\hat{\boldsymbol{\beta}}_{\mathrm{GRR}}^0$ merupakan penduga parameter awal dari GRR; $\boldsymbol{K}^0$ adalah matriks diagonal yang entri diagonal utamanya adalah $k_1^0, k_2^0, \ldots, k_p^0$. Selanjutnya penduga awal $\hat{\boldsymbol{\beta}}_{\mathrm{GRR}}^0$ kemudian digunakan untuk menghitung nilai dari k_j^1 sebagai berikut:

$$k_j^1 = \frac{\hat{\sigma}^2}{\left(\hat{\boldsymbol{\beta}}_{GRR,j}^0\right)^2} \tag{12}$$

Nilai dari k_j^1 dapat digunakan untuk menghitung penduga dari $\hat{\boldsymbol{\beta}}_{GRR}^1$ dan seterusnya. Proses iterasi akan terus berlangsung hingga didapat nilai penduga parameter yang stabil. Ukuran yang biasa digunakan untuk mengukur kestabilannya adalah kuadrat panjang dari $\hat{\boldsymbol{\beta}}_{GRR}^T \hat{\boldsymbol{\beta}}_{GRR}$. Dalam kasus data ini, jika $\left|(\hat{\boldsymbol{\beta}}_{GRR}^T \hat{\boldsymbol{\beta}}_{GRR})^i - (\hat{\boldsymbol{\beta}}_{GRR}^T \hat{\boldsymbol{\beta}}_{GRR})^{i-1}\right| \leq 0{,}01$ maka iterasi berhenti. Jika tidak, maka proses iterasi dilanjutkan kembali [11].

STUDI KASUS

Data yang dianalisis merupakan data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Republik Indonesia Tahun 2014. Data yang dikumpulkan yaitu data tingkat pengangguran terbuka (TPT), jumlah penduduk miskin, jumlah penduduk Indonesia, tingkat partisipasi angkatan kerja (TPAK) dan produk domestik regional bruto (PDRB) dari provinsi yang berada di Indonesia. Sampel yang diambil yaitu terdiri dari 33 provinsi. Data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis menggunakan *Microsoft Excel* dan *Software SPSS*. Data yang dianalisis memiliki satuan yang berbeda-beda dengan nilai minimum, maksimum, mean dan standar deviasi dari setiap variabel yang nilainya belum diketahui sehingga dilakukan analisis statistik deskriptif setiap variabel seperti yang disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1 Statistik Deskriptif

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Jumlah Penduduk Miskin (X_1)	33	67,23	4748,42	809,93	1234,09
Jumlah Penduduk Indonesia (X_2)	33	849,80	46029,60	7622,62	10783,54
TPAK (X_3)	33	59,99	78,67	66,83	3,86
PDRB (X_4)	33	10742,32	136312,34	35896,97	29268,53
TPT (Y)	33	1,90	10,51	5,40	2,10

Kemudian melakukan analisis regresi linear berganda untuk memperoleh penduga parameter menggunakan metode kuadrat terkecil. Penduga parameter metode kuadrat terkecil menggunakan Persamaan 2 yang disajikan pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2 Penduga Parameter Metode Kuadrat Terkecil

Variabel	Estimasi Parameter	Standar Error
Y	28,811282	4,601653
X_1	-0,000020	0,000760
X_2	0,000040	0,000086
X_3	-0,365169	0,068360
X_4	0,000019	0,000008

Tabel 2 menunjukan hasil penduga parameter yang diperoleh menggunakan metode kudrat terkecil persamaan regresinya yaitu sebagai berikut:

$$\hat{Y} = 28{,}811282 - 0{,}000020\hat{X}_1 + 0{,}000040\hat{X}_2 - 0{,}365169\hat{X}_3 + 0{,}000019\hat{X}_4$$

Tahap selanjutnya yaitu mendeteksi adanya multikolinearitas. Pendeteksian multikolinearitas dapat dilakukan dengan melihat nilai VIF. Berdasarkan Tabel 3 variabel jumlah penduduk miskin (X_1) dan jumlah penduduk Indonesia (X_2) memiliki nilai VIF yang lebih besar dari 10 yaitu sebesar 14,029 dan 13,850 yang dapat disimpulkan bahwa variabel tersebut teridentifikasi adanya multikolinearitas.

Nilai VIF dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3 Nilai *Variance Inflation Factors* (VIF)

Variabel	VIF	Keterangan
X_1	14,029	Terjadi Multikolinearitas
X_2	13,850	Terjadi Multikolinearitas
X_3	1,113	Tidak Terjadi Multikolinearitas
X_4	1,093	Tidak Terjadi Multikolinearitas

Pada proses pendeteksian nilai VIF ditemukan adanya multikolinearitas pada data, maka selanjutnya dilakukan pendugaan parameter dengan menggunakan metode *generalized ridge regression* (GRR). Langkah pertama yang dilakukan adalah mentransformasikan data melalui proses pemusatan dan penskalaan setiap variabel. Proses pemusatan dan penskalaan dilakukan menggunakan Persamaan 4 dan 5 seperti yang disajikan Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4 Hasil Proses Pemusatan dan Penskalaan

No	ZY	ZX_1	ZX_2	ZX_3	ZX_4
1	0,304034	0,003937	-0,044521	-0,172612	-0,077116
2	0,069611	0,078879	0,100724	0,010605	-0,032735
3	0,092297	-0,065203	-0,040830	-0,075292	-0,059879
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
33	-0,164811	0,007760	-0,074287	0,540611	0,020383

Tabel 4 merupakan hasil dari pembakuan setiap variabel menggunakan pemusatan dan penskalaan. Setelah melakukan proses pemusatan dan penskalaan tahap berikutnya yaitu mengatasi masalah multikolinearitas menggunakan GRR dengan langkah awal yaitu menentukan nilai tetapan bias k_j. Nilai tetapan bias k_j ditentukan menggunakan iterasi Hoerl dan Kennard. Tahap awal yang dilakukan dalam proses iterasi yaitu menentukan nilai tetapan bias awal menggunakan penduga parameter metode kuadrat terkecil. Tetapan bias awal yang diperoleh digunakan untuk menduga parameter GRR. Iterasi berakhir ketika $\left|(\hat{\beta}_{\mathrm{GRR}}^{\mathrm{T}}\hat{\beta}_{\mathrm{GRR}})^{\mathrm{i}} - (\hat{\beta}_{\mathrm{GRR}}^{\mathrm{T}}\hat{\beta}_{\mathrm{GRR}})^{\mathrm{i-1}}\right| \leq 0{,}01$. Nilai tetapan bias k_j dengan iterasi Hoerl dan Kennard disajikan dalam Tabel 5 begitu juga nilai $\hat{\beta}(k)$ dengan tetapan bias iterasi Hoerl dan Kennard yang disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 5 Nilai k_j untuk Masing-masing Variabel

Iterasi	Jumlah Penduduk Miskin (X_1)	Jumlah Penduduk Indonesia (X_2)	TPAK (X_3)	PDRB (X_4)
0	3,26131	0,01093	0,00103	0,00623
1	5490,89294	0,01256	0,00103	0,00627

Tabel 6 Nilai $\hat{\beta}(k)$ dengan Tetapan Bias Iterasi Hoerl dan Kennard

Iterasi	$\hat{\beta}_1(k)$	$\hat{\beta}_2(k)$	$\hat{\beta}_3(k)$	$\hat{\beta}_4(k)$
0	0,00029	0,19286	-0,67214	0,27295
1	$2{,}3175 \times 10^{-7}$	0,19282	-0,67213	0,27290

Berdasarkan Tabel 5 dan Tabel 6 hasil iterasi tetapan bias k berhenti pada iterasi kedua karena ukuran kestabilannya yaitu sebesar $\left|(0{,}56342) - (0{,}56346)\right| = 0{,}0000493 \leq 0{,}01$. Tetapan bias yang diperoleh menghasilkan penduga parameter dengan nilai VIF sebagai berikut:

Tabel 7 Estimasi Parameter *generalized ridge regression* dengan Iterasi Hoerl dan Kennard

Variabel	Estimasi Parameter	VIF
X_1	$2{,}3175 \times 10^{-7}$	$2{,}36888 \times 10^{-9}$
X_2	0,19282	0,98017
X_3	-0,67213	1,00665
X_4	0,27290	0,99586

Berdasarkan Tabel 7 persamaan GRR yang diperoleh sebagai berikut:

$$\hat{Y} = 2{,}3175 \times 10^{-7}\hat{X}_1 + 0{,}19282\hat{X}_2 - 0{,}67213\hat{X}_3 + 0{,}27290\hat{X}_4$$

Tahap terakhir dilakukan uji signifikansi regresi persamaan yang telah diperoleh. Uji signifikansi regresi dilakukan dengan dua tahapan yaitu uji signifikansi regresi secara simultan dan secara parsial. Uji signifikansi regresi secara simultan digunakan untuk menguji apakah variabel-variabel independen berpengaruh terhadap variabel dependen secara simultan.

Tabel 8 ANOVA *generalized ridge regression*

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	F_{hitung}	$F_{(0{,}05;4;28)}$	$R - square$
Regresi	4	85,35177	10,61298	2,95	0,60256
Galat	28	56,29544			
Total	32	141,64722			

Berdasarkan Tabel 8 diperoleh nilai F_{hitung} sebesar 10,61298 dengan taraf signifikansi sebesar 0,05 diperoleh nilai $F_{(0{,}05;4;28)}$ sebesar 2,95 sehingga keputusan yang dapat diambil yaitu tolak H_0. Dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan linear antara variabel-variabel independen terhadap variabel dependen. Uji signifikansi regresi secara parsial dilakukan untuk menguji pengaruh dari setiap variabel-variabel independen terhadap variabel dependen secara individu.

Tabel 9 Signifikansi Koefisien *generalized ridge regression*

$\hat{\beta}_i$	$se(\hat{\beta}_i)$	$\lvert t_{hitung}\rvert$	t_{tabel}	Kesimpulan
$2{,}3175 \times 10^{-7}$	$0{,}44623$	$5{,}1935 \times 10^{-7}$	$2{,}0484$	Tidak Signifikan
$0{,}19282$	$0{,}44337$	$0{,}43489$		Tidak Signifikan
$-0{,}67213$	$0{,}12571$	$5{,}34659$		Signifikan
$0{,}27290$	$0{,}12453$	$2{,}19132$		Signifikan

Berdasarkan Tabel 9 diperoleh bahwa variabel independen X_3 dan X_4 berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka karena nilai $\lvert t_{hitung}\rvert \geq t_{(0{,}025;28)}$. Koefisien penduga yang diperoleh pada GRR dalam bentuk baku pada Tabel 7 sehingga dikembalikan ke dalam bentuk awal sehingga diperoleh model GRR yaitu:

$$\hat{Y} = 29{,}12632 - 0{,}36549\hat{X}_3 + 1{,}9617 \times 10^{-5}\hat{X}_4$$

Model regresi yang diperoleh menyatakan bahwa konstanta berpengaruh positif terhadap tingkat pengangguran terbuka. Hal ini ditunjukan oleh koefisien konstanta sebesar 29,12632 artinya jika nilai jumlah penduduk miskin, jumlah penduduk Indonesia, tingkat partisipasi angkatan kerja dan produk domestik regional bruto bernilai 0, maka tingkat pengangguran terbuka sebesar 29,12632%. Variabel tingkat partisipasi angkatan kerja (X_3) berpengaruh negatif terhadap tingkat pengangguran terbuka (Y). Hal ini ditunjukan oleh koefisien tingkat partisipasi angkatan kerja (X_3) sebesar $-0{,}36549$ artinya setiap kenaikan tingkat partisipasi angkatan kerja sebesar 1% dan variabel jumlah penduduk miskin, jumlah penduduk Indonesia dan produk domestik regional bruto tetap, maka tingkat pengangguran terbuka (Y) turun sebesar $-0{,}36549\%$. Variabel produk domestik regional bruto (X_4) berpengaruh positif terhadap tingkat pengangguran terbuka (Y). Hal ini ditunjukan oleh koefisien produk domestik regional bruto (X_4) sebesar $1{,}9617 \times 10^{-5}$ artinya setiap kenaikan produk domestik regional bruto sebesar 1 ribu rupiah dan variabel jumlah penduduk miskin, jumlah penduduk Indonesia, dan tingkat partisipasi angkatan kerja tetap, maka tingkat pengangguran terbuka (Y) naik sebesar $1{,}9617 \times 10^{-5}$ ribu rupiah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat pengangguran terbuka di Indonesia yang dilakukan dengan menggunakan metode GRR untuk mengatasi masalah multikolinearitas dengan variabel jumlah penduduk miskin (X_1), jumlah penduduk Indonesia (X_2), tingkat partisipasi angkatan kerja (X_3) dan produk domestik regional bruto (X_4) diperoleh persamaan regresi *generalized ridge* yang mempengaruhi tingkat pengangguran terbuka yaitu:

$$\hat{Y} = 29{,}12632 - 0{,}36549\hat{X}_3 + 1{,}9617 \times 10^{-5}\hat{X}_4$$

Metode GRR dapat mengatasi masalah multikolinearitas dalam menduga parameter regresi yang dibuktikan dengan nilai VIF untuk masing-masing variabel yang didapatkan kurang dari 10 yaitu sebesar $X_1 = 2{,}3688 \times 10^{-9}$, $X_2 = 0{,}9801$, $X_3 = 1{,}0066$, dan $X_4 = 0{,}9958$ dengan tingkat partisipasi angkatan kerja dan produk domestik regional bruto berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka. Nilai koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh sebesar 0,6025 yang berarti bahwa besarnya variabel tingkat partisipasi angkatan kerja dan produk domestik regional bruto terhadap tingkat pengangguran terbuka sebesar 60,25% sedangkan 39,75% dipengaruhi oleh variabel lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Ghozali, I. *Statistik Nonparametrik*. Semarang: Badan Penerbit UNDIP;2013.
[2]. Hoerl, A. E., and Kennard, R. W. *Ridge Regression Biased Estimation for Nonortogonal Problems.* Technometrics, ***12***(1), 55–67;1970.
[3]. Badan Pusat Statistik. *Statistik Indonesia 2015*. Badan Pusat Statistik: S. P. dan K. Statistik, Ed;2015.
[4]. Qudratullah, M. F. *Analisis Regresi Terapan Teori, Contoh Kasus, dan Aplikasi dengan SPSS*. Yogyakarta: Andi;2013.
[5]. Irwan, M. Least Square and Ridge Regression Estimation. *Jurnal MSA*, ***03***(2), 7–13;2015.
[6]. Gujarati, D. N. *Basic Econometric*, Edisi ke-4. New York: Mc. Graw Hill;2003.
[7]. Montgomery, R. V., Peck, E. A., & Vining, G. *Introduction to Linear Regression Analysis*. New York: John Wiley & Sons;2001.
[8]. Rahmadeni., dan Anggreni, D. Analisis Jumlah Tenaga Kerja Terhadap Jumlah Pasien RSUD Arifin Achmad Pekanbaru Menggunakan Metode Regresi Gulud. *Jurnal Sains Teknologi dan Industri*, ***12***(1), 48–57;2014.
[9]. Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., Neter, J., & Li, W. *Applied Linear Statistical Models*, Edisi ke-5. New York: Mc. Graw Hill;2005.
[10]. Saleh, A. K., Arashi, M., & Kibria, B. M. G. *Theory of Ridge Regression Estimation with Applications*, Edisi ke-1. John Wiley & Sons;2019.
[11]. Utami, N. K. T. Penerapan Metode Generalized Ridge Regression dalam Mengatasi Masalah Multikolinearitas. *E-Jurnal Matematika*, ***02***(1), 54–59;2013.

NITA ANGGRAINI : Jurusan Matematika FMIPA UNTAN, Pontianak
nitaanggraini0308@gmail.com
DADAN KUSNANDAR : Jurusan Matematika FMIPA UNTAN, Pontianak
dkusnand@untan.ac.id
NAOMI NESSYANA DEBATARAJA : Jurusan Matematika FMIPA UNTAN, Pontianak
naominessyana@math.untan.ac.id