

Penerapan Kombinasi Metode *Ridge Regression* (RR) dan Metode *Generalized Least Square* (GLS) untuk Mengatasi Masalah Multikolinearitas dan Autokorelasi

I Nurdin[✉], Sugiman, Sunarmi

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima 11 Januari 2018
Disetujui 23 Maret 2018
Dipublikasikan 1 April 2018

Keywords:
Analisis Regresi, Ridge Regression
(RR), *Generalized Least Square*
(GLS), Multikolinearitas, Autokorelasi

Abstrak

Analisis regresi merupakan salah satu metode analisis data dalam statistika yang seringkali digunakan untuk mengkaji hubungan antara beberapa variabel dan meramal suatu variabel. Metode *Generalized Least Square* (GLS) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengatasi masalah autokorelasi. Metode *Ridge Regression* (RR) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengatasi masalah multikolinearitas. Tujuan penelitian ini adalah untuk menemukan model regresi terbaik dengan menggunakan metode RR dan metode GLS pada jumlah uang yang beredar. Tujuan lainnya yang ingin dicapai adalah menetapkan tetapan bias k untuk mengatasi masalah multikolinearitas, selanjutnya menentukan nilai koefisien autokorelasi (ρ) berdasarkan nilai dw , AR(1) residual dan *Cochrane Orcutt Iterative Procedure* serta dengan mentransformasikan variabel Y^* dan X^* . Hasil dari penelitian ini diperoleh nilai $k = 0,02$ dengan nilai VIF sebesar 4,6671 dan diperoleh persamaan model regresi berdasarkan nilai dw , AR(1) residual, dan *Cochrane Orcutt Iterative Procedure*. Model regresi berdasarkan nilai AR(1) residual merupakan model regresi terbaik karena mendekati selang $1,5805 < 2,035 < 2,4195$ dengan nilai MSE 224506836,3 terkecil dan nilai R^2 sebesar 72,3%.

Abstract

Regression analysis is a statistical method of data analysis that often used to examine the relationship between several variables and predict a variable. Method of Generalized Least Square (GLS) is one of the method that used to overcome the problem of autocorrelation. Methods Ridge Regression (RR) is one method used to solve the problem of multicollinearity. The purpose of this research is to determine the best regression model of the amount of money in circulation by using RR and GLS method. The other purpose is to establish constant bias k to overcome the problem of multicollinearity, then determine the coefficient score of autocorrelation (ρ) based on the value, AR (1) residuals and Cochrane Orcutt Iterative Procedure and by transforming the variabel Y^ and X^* . The results of this study were obtained value $k=0,02$ with VIF value of 4.6671 and equation regression model based on value, AR (1) residuals, and Cochrane Orcutt Iterative Procedure. The regression model based on value is the best regression model for AR(1) residual approaching the hose $1,5805 < 2,035 < 2,4195$ with a MSE (Mean Square Error) value 224506836,3 and the value amounted to 72.3%.*

© 2018 Universitas Negeri Semarang

[✉] Alamat korespondensi:
E-mail: Irfannurdinnn@gmail.com

PENDAHULUAN

Analisis regresi merupakan salah satu metode analisis data dalam statistika yang seringkali digunakan untuk mengkaji hubungan antara beberapa variabel dan meramal suatu variabel (Kutner *et al.* 2004). Istilah “regresi” pertama kali dikemukakan oleh Sir Francis Galton (1822-1911), seorang antropolog dan ahli meteorologi terkenal dari Inggris. Dalam makalahnya yang berjudul “*Regression toward mediocrity in hereditary stature*”, yang dimuat dalam *Journal of the Anthropological Institute*, volume 15, tahun 1885. Galton menjelaskan bahwa biji keturunan tidak cenderung menyerupai biji induknya dalam hal besarnya, namun lebih medioker (lebih mendekati rata-rata), lebih kecil daripada induknya kalau induknya besar, dan lebih besar daripada induknya kalau induknya sangat kecil (Draper & Smith 1992).

Menurut Iriawan & Astuti (2006), analisis regresi sangat berguna dalam penelitian, yaitu: (1) model regresi dapat digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor, (2) model regresi dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh suatu atau beberapa variabel prediktor terhadap variabel respon, (3) model regresi berguna untuk memprediksi pengaruh suatu variabel atau beberapa variabel prediktor terhadap variabel respon.

Tujuan analisis regresi adalah mengetahui sejauh mana hubungan sebuah variabel bebas dengan beberapa variabel tak bebas. Bila dalam analisisnya hanya melibatkan sebuah variabel bebas, maka analisis yang digunakan adalah analisis regresi linear sederhana. Sementara, apabila analisisnya melibatkan lebih dari satu variabel bebas, maka analisis yang digunakan adalah analisis regresi linear berganda (Pasaribu *et al.* 2015).

Adapun asumsi-asumsi yang harus dipenuhi pada analisis regresi klasik adalah asumsi normalitas, asumsi linearitas, tidak terjadi masalah multikolinearitas, tidak terjadi

masalah autokorelasi, dan tidak terjadi masalah heteroskedastisitas (Markidakis *et al.* 1999).

Salah satu asumsi analisis regresi linear berganda yaitu tidak terjadi masalah autokorelasi. Apabila terjadi masalah autokorelasi, dapat dilakukan penanganan dengan menggunakan *Two Stages Least Square* (TSLS), *Generalized Least Square* (GLS) dan *Feasible Generalized Least Square* (FGLS) (Yusna *et al.* 2012).

Adapun analisis regresi linear ganda diasumsikan tidak terjadi masalah multikolinearitas. Jika terjadi masalah multikolinearitas dapat dilakukan penanganan dengan mereduksi peubah bebas (X) tanpa mengubah karakteristik peubah-peubah bebasnya, penggabungan data *cross section* dan data *time series* sehingga terbentuk data panel, mengeluarkan peubah bebas dengan korelasi tinggi menggunakan metode regresi *stepwise*, metode *Partial Least Square* dan metode regresi *ridge* (Markidakis *et al.* 1999).

Penelitian yang berhubungan dengan metode RR dan metode GLS sudah dilakukan beberapa peneliti. Menurut Elfa (2014), data dengan tingkat multikolinearitas sedang, lebih baik ditangani dengan metode RR. Sementara, data dengan tingkat multikolinearitas sangat kuat, lebih baik ditangani dengan menggunakan metode *stepwise*.

Sebelumnya penelitian Yusna *et al.* (2012) yang menggabungkan GLS dan metode RR pada faktor-faktor yang mempengaruhi produksi dan mutu tembakau Temanggung, ternyata pemodelan faktor-faktor yang mempengaruhi produksi tembakau lebih baik dibandingkan dengan pemodelan yang mempengaruhi mutu tembakau. Hal ini terjadi karena pada pemodelan produksi tembakau yang diperoleh dapat mengatasi adanya masalah autokorelasi sekaligus masalah multikolinearitas sedangkan pada pemodelan mutu tembakau hanya masalah multikolinearitas yang dapat teratasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menemukan model regresi terbaik dengan menggunakan metode

RR dan metode GLS pada jumlah uang yang beredar.

Persamaan regresi yang menggambarkan hubungan antara satu peubah bebas (X) dan satu peubah tak bebas (Y), dimana hubungan keduanya dapat digambarkan sebagai garis lurus disebut regresi linear sederhana. Sementara persamaan regresi yang menggambarkan hubungan antara lebih dari satu peubah bebas (X_1, X_2, \dots, X_n) dan satu peubah tak bebas (Y) disebut regresi linear berganda (Novalia & Syazali 2014). Model regresi linear berganda dengan k variabel dapat ditulis

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i \quad (1)$$

di mana $i = 1, 2, 3, \dots, n$ dengan $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ adalah parameter dan ε_i adalah galat atau error.

Multikolinearitas adalah kejadian yang menginformasikan terjadinya hubungan antara variabel-variabel bebas X_i dan yang terjadi adalah hubungan yang cukup erat. Dengan demikian, informasi yang dihasilkan dari variabel-variabel yang saling berhubungan (kolinear) sangat mirip dan sulit dipisahkan pengaruhnya. Cara mengetahui adanya multikolinearitas dengan memakai nilai Faktor Inflasi Varian (VIF). Jika nilai VIF < 5 , maka secara signifikan dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat multikolinearitas atau dengan melihat *tolerance* (TOL) kurang dari 0,1 (Ketut *et al.* 2013).

Masalah multikolinearitas dapat dihilangkan dengan menggunakan beberapa cara yaitu dengan menambahkan data yang baru, menghilangkan satu atau beberapa variabel bebas dan estimasi regresi *ridge* (Montgomery *et al.* 2006). Autokorelasi dapat didefinisikan sebagai korelasi di antara nilai-nilai pengamatan yang terurut dalam waktu (*time series data*) atau nilai-nilai yang terurut dalam ruang (*cross-sectional data*). Jika $d < dL$ atau $d > 4 - dL$, berarti terdapat autokorelasi, jika $dU < d < 4 - dU$, berarti tidak terdapat autokorelasi, jika $dL < d < dU$ atau

$4 - dU < d < 4 - dL$, tidak ditarik kesimpulan dimana

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2} \quad (2)$$

Masalah autokorelasi dapat dihilangkan dengan menggunakan TSLS, GLS dan FGLS (Gujarati 2003).

Regresi *ridge* pertama kali dikemukakan oleh A. E. Hoerl dan R. W. Kennard dalam Hoerl & Kennard (1970). Prosedur ini ditujukan untuk mengatasi kondisi buruk (*ill-conditioned*) akibat korelasi yang tinggi antara beberapa peubah peramal di dalam model, sehingga menyebabkan matriks $X^T X$ -nya hampir singular, yang pada gilirannya menghasilkan nilai dugaan parameter model yang tidak stabil. Metode ini digunakan juga untuk mengatasi permasalahan multikolinearitas.

Metode GLS merupakan salah satu metode estimasi parameter yang digunakan untuk mengatasi adanya autokorelasi apabila nilai koefisien autokorelasi (ρ) diketahui. Menurut Gujarati (2003) nilai ρ dapat diduga dengan menggunakan nilai dw , nilai residual atau AR(1) dan *Cochrane Orcutt Iterative Procedure*. Apabila nilai ρ tidak diketahui, dapat diduga berdasarkan nilai dw dengan rumus

$$\hat{\rho} = \frac{\sum_{t=2}^n \varepsilon_t \varepsilon_{t-1}}{\sum_{t=2}^n \varepsilon_{t-1}^2} \quad (3)$$

METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah studi pustaka, perumusan masalah, pengumpulan data, pemecahan masalah, dan penarikan kesimpulan.

Studi pustaka dilakukan dengan cara mengumpulkan sumber-sumber informasi yang berkaitan dengan penelitian yang dikaji berupa buku, teks, jurnal, prosiding, dan literatur lainnya. Setelah sumber pustaka terkumpul, dilanjutkan dengan menelaah sumber pustaka tersebut untuk dijadikan landasan dalam analisis permasalahan yang dikaji.

Perumusan masalah diperlukan untuk membatasi permasalahan sehingga diperoleh bahan kajian yang jelas dan mudah menentukan langkah pemecahan masalah

Berdasarkan latar belakang pemilihan judul dan materi pendukung yang telah dikaji, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah (1) bagaimana penerapan metode RR untuk mengatasi masalah multikolinearitas? (2) bagaimana penerapan metode GLS untuk mengatasi masalah autokorelasi? (3) bagaimana persamaan model regresi terbaik dengan kombinasi RR dan metode GLS pada jumlah uang yang beredar?

Pada pengumpulan data, data jumlah uang yang beredar di masyarakat diunduh dari <http://www.bps.go.id> dan <http://www.bi.go.id> yang merupakan data sekunder dan kurs Rupiah terhadap Dollar dan Indeks Harga Konsumen (IHK) periode Januari 2011 sampai dengan Desember 2013 sebanyak 36 data.

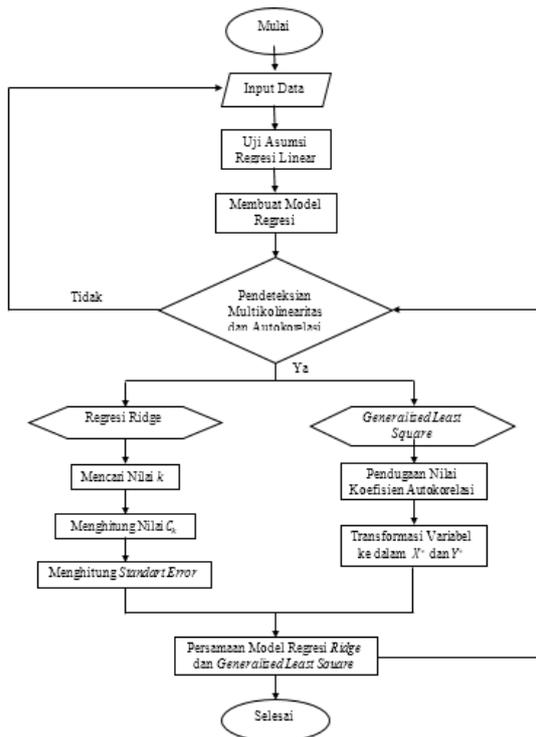
Pada pemecahan masalah, penerapan metode RR dan metode GLS untuk mengatasi multikolinearitas dan autokorelasi pada variabel prediktor jumlah uang yang beredar dengan menggunakan kriteria dan nilai VIF. Kemudian, persamaan model regresi terbaik yang diperoleh dengan kombinasi nilai koefisien autokorelasi berdasarkan nilai AR(1) residual, dan *Cochrane Orcutt Iterative Procedure* serta regresi *ridge*. Persamaan model regresi terbaik dilihat dari nilai yang mendekati selang dan nilai VIF. Selanjutnya, dilihat berapa besar kontribusi tingkat kepentingan variabel prediktor terhadap persamaan model yang diperoleh. Pada penelitian ini, pengolahan data dilakukan dengan bantuan program SPSS versi 16.0 serta NCSS 2007. Tahapan dalam memecahkan masalah di atas adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengujian asumsi regresi linear berganda.
2. Melakukan pengujian analisis regresi untuk menentukan model regresi dengan metode kuadrat terkecil.
3. Melakukan pengujian asumsi multikolinearitas dan autokorelasi. Apabila tidak mengandung multikolinearitas dan autokorelasi maka diperoleh persamaan regresi sehingga tidak dapat dilakukan langkah

penyembuhan untuk masalah multikolinearitas dan autokorelasi.

4. Apabila data mengandung multikolinearitas dan autokorelasi maka akan dilakukan pendugaan nilai koefisien autokorelasi (ρ) berdasarkan nilai dw , AR(1) residual dan *Cochrane Orcutt Iterative Procedure*.
5. Melakukan transformasi variabel X^* dan Y^* , dengan $Y_i^* = (Y_i - \rho Y_{i-1})$, $X_i^* = (X_i - \rho X_{i-1})$ dimana $i = 1, 2, \dots, n$ sehingga diperoleh tiga data transformasi.
6. Melakukan regresi *ridge* dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - (a) Mentransformasikan data ke dalam bentuk baku.
 - (b) Mencari estimator parameter regresi *ridge* dengan k ($0 < k < 1$) untuk *ridge trace*, k yang dipilih adalah meminimumkan nilai C_k .
 - (c) Menghitung nilai $C_k = \frac{SSE(k)}{\hat{\sigma}^2} - n + 2 + 2Tr(XL)$ dengan $XL = X(X'X + kI)^{-1}X' \equiv H_k$
 - (d) Menghitung *standart error* untuk masing-masing koefisien regresi baik untuk regresi *ridge* dengan k (*ridge trace*) dan melakukan pengujian menggunakan uji t.
 - (e) Mengembalikan persamaan regresi ke bentuk variabel asli.
7. Melakukan pendeteksian multikolinearitas dan autokorelasi pada masing-masing model yang sudah ditransformasikan.
8. Dengan menggunakan kriteria $dU < d < 4-dU$ dan nilai VIF < 5 dipilih model yang terbaik.

Analisis data penulis menggunakan diagram alur metode penelitian seperti yang tertera pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian

Penarikan kesimpulan merupakan langkah terakhir dalam kegiatan penelitian ini yang dilakukan dengan cara menarik kesimpulan dari keseluruhan permasalahan yang telah dirumuskan dengan berdasarkan pada landasan teori dan hasil pemecahan masalah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

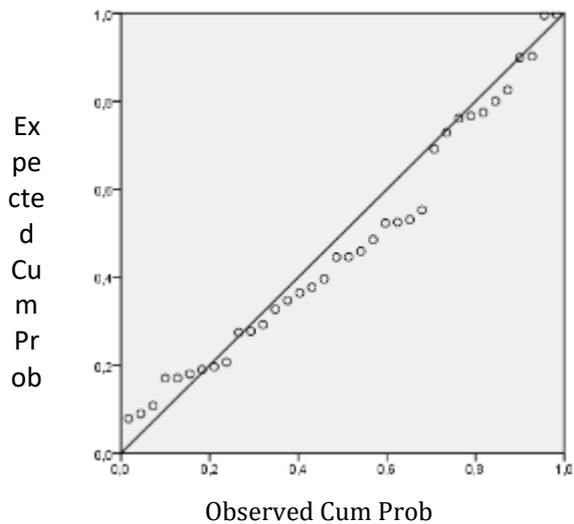
Dalam penelitian ini, langkah pertama yang dilakukan adalah pengambilan data, pada penelitian ini digunakan data jumlah uang yang beredar, kurs Rupiah terhadap Dollar dan IHK. Selanjutnya akan dilakukan pengujian asumsi regresi linear berganda, menentukan model regresi awal serta melakukan pengujian asumsi regresi klasik. Hasil dari pengujian asumsi regresi linear berganda adalah sebagai berikut

1. Uji Normalitas

Untuk mengetahui apakah nilai residual pada regresi mengikuti distribusi normal atau tidak, dapat dilakukan dengan cara

- a. Plot Grafik Normal $p - p$

Normal P-P Plot of Regression



Gambar 2. Normal $p - p$ Plot of Regression

Berdasarkan Gambar 2 terlihat bahwa titik menyebar di sekitar garis lurus artinya bahwa residual pada regresi mengikuti distribusi normal.

- b. Uji Kolmogorov Smirnov

Hipotesis:

H_0 : Residual berdistribusi normal

H_1 : Residual tidak berdistribusi normal

Tingkat Signifikansi $\alpha = 0,05$

Kriteria:

Jika nilai $\hat{a} < a$ maka tolak H_0 dan jika nilai $\hat{a} > a$ maka terima H_1 .

Tabel 1. Hasil uji *One-Sample Kolmogorov Smirnov Test*

		Unstandardized Residual
N		36
Normal Parameter ^{a,b}	Mean	0
	Std. Deviation	15861,55473
Most Extreme Differences	Absolute	0,140
	Positive	0,140
	Negative	-0,080
Test Statistic		0,140
Asymp. Sig. (2-tailed)		0,072

Kesimpulan, berdasarkan Tabel 1 diperoleh nilai $\hat{\alpha}$ (*Asymp. Sig. (2-tailed)*) sebesar 0,072 lebih dari $\alpha = 0,05$ maka H_0 diterima yang berarti residual berdistribusi normal.

2. Model Regresi Berganda

Tabel 2. *Coefficients* Regresi Berganda

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error			
1 (Constant)	-509373,455	85909,568		-5,929	0
X_1	-6,004	8,099	-0,136	-0,741	0,464
X_2	6546,667	1144,555	1,050	5,720	0

Berdasarkan Tabel 2 diperoleh persamaan regresi berganda pada data jumlah uang yang beredar dituliskan seperti persamaan (4)

$$\hat{Y} = -509373,455 - 6,004X_1 + 6546,667X_2 \quad (4)$$

dengan Y adalah jumlah uang yang beredar, X_1 adalah kurs Rupiah terhadap Dollar dan X_2 adalah indeks harga konsumen (IHK).

3. Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik adalah persyaratan statistik yang harus dipenuhi pada analisis regresi linear berganda yang berbasis *Ordinary Least Square* (OLS). Uji asumsi klasik yang digunakan yaitu uji multikolinearitas, uji heteroskedastisitas dan uji autokorelasi.

a. Uji Autokorelasi

Hipotesis:

H_0 : Tidak terjadi autokorelasi

H_1 : Terjadi autokorelasi

Tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$

Statistik uji:

$$d = \frac{\sum_{i=2}^N (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^N e_i^2}$$

Kriteria:

Jika $d < dL$ atau $d > 4 - dL$, berarti terdapat autokorelasi.

Jika $dU < d < 4 - dU$, berarti tidak terdapat autokorelasi.

Jika $dL < d < dU$ atau $4 - dU < d < 4 - dL$, tidak dapat ditarik kesimpulan.

Tabel 3. Model Summary

Model	R	R Square	Durbin-Watson
1	0,925 ^a	0,855	1,231

Kesimpulan, berdasarkan Tabel 3 diperoleh nilai $d = 1,231$, dengan $n = 36, k = 2$ dan $\alpha = 0,05$ diperoleh nilai dU sebesar 1,5872 dan nilai dL sebesar 1,3537. Sehingga $d < dL$ atau $1,231 < 1,3537$, maka H_0 ditolak. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa terdapat autokorelasi antara residual pada setiap pengamatan.

b. Uji Heteroskedastisitas
 Untuk mengetahui apakah varian dari residual untuk semua pengamatan homogen atau tidak, dapat dilihat dari uji Glejser

Hipotesis:
 H_0 : Tidak ada gejala heteroskedastisitas
 H_1 : Ada gejala heteroskedastisitas
 Tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$
 Kriteria:
 Jika nilai $\hat{\alpha} < \alpha$ maka tolak H_0 dan jika nilai $\hat{\alpha} > \alpha$ maka terima H_1 .

Tabel 4. Nilai Signifikansi pada Uji Glejser

Data	Variabel Bebas	Sig
Jumlah Uang yang Beredar (JUB)	X_1	0,801
	X_2	0,566

Berdasarkan Tabel 4 dengan Absolute Residual sebagai variabel respon, didapat nilai signifikansi setiap variabel prediktor, yaitu:

Kurs Rupiah terhadap Dollar (X_1): 0,801 $> \alpha$

Indeks Harga Konsumen (IHK) (X_2): 0,566 $> \alpha$

Sehingga H_0 diterima, artinya tidak terjadi gejala heteroskedastisitas. Kesimpulan, berdasarkan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ dapat disimpulkan bahwa residual bernilai konstan pada setiap pengamatan atau tidak terjadi gejala heteroskedastisitas.

c. Uji Multikolinearitas

Uji ini digunakan untuk mengetahui apakah ada korelasi antar variabel prediktor. Menurut Utami (2013: 54-59) ada tidaknya multikolinearitas dapat dilihat dari nilai VIF > 5 .

Hipotesis:

H_0 : Terjadi multikolinearitas antar variabel bebas

H_1 : Tidak terjadi multikolinearitas antar variabel bebas

Kriteria:

Jika nilai Tol $\leq 0,1$ atau nilai VIF > 5 maka H_0 diterima artinya terjadi multikolinearitas.

Jika nilai Tol $\geq 0,1$ atau nilai VIF < 5 maka H_0 ditolak artinya tidak terjadi multikolinearitas.

Tabel 5. Nilai VIF variabel bebas

Data	Variabel	Tolerance	VIF
Jumlah Uang yang Beredar (JUB)	X_1	0,130	7,683
	X_2	0,130	7,683

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa nilai VIF pada variabel kurs Rupiah terhadap Dollar (X_1) = 7,683 dan nilai VIF pada variabel IHK (X_2) = 7,683. Karena dari kedua nilai variabel prediktor menunjukkan nilai VIF > 5 maka H_0 diterima, artinya terjadi multikolinearitas.

Kesimpulan, berdasarkan nilai VIF > 5 dapat disimpulkan bahwa ada korelasi antar variabel prediktor atau dapat dikatakan bahwa terjadi masalah multikolinearitas.

Berdasarkan uji asumsi regresi klasik yaitu uji autokorelasi, uji heteroskedastisitas, dan uji multikolinearitas diperoleh bahwa terdapat beberapa masalah yang terjadi dalam data jumlah uang yang beredar yaitu terjadi

masalah autokorelasi dan masalah multikolinearitas. Dengan demikian, data jumlah uang yang beredar dilakukan langkah penyembuhan menggunakan metode GLS untuk mengatasi masalah autokorelasi dan metode RR untuk mengatasi masalah multikolinearitas. Selanjutnya, persamaan model regresi terbaik dapat diperoleh melalui kombinasi metode GLS dan metode RR. Persamaan model regresi terbaik dilihat dari nilai dw yang mendekati selang $dU < d < 4 - dU$ dan nilai $VIF < 5$, apabila memiliki nilai dw yang mendekati selang $dU < d < 4 - dU$ yang sama dapat dilihat dengan mempertimbangkan nilai MSE (*Mean Square Error*) terkecil dan apabila masih memiliki nilai MSE yang sama maka dapat dilihat dengan mempertimbangkan nilai koefisien determinasi (R^2) terbesar (Permana 2014).

4. Ridge Regression (RR)

Dalam analisis regresi *ridge* digunakan *software* NCSS 2007 dengan nilai k yang diperoleh dari *ridge trace* dan metode yang ditawarkan oleh Hoerl, Kennard dan Baldwin (1975). Dalam proses pengestimasi regresi *ridge*, pemilihan tetapan bias k merupakan hal yang paling penting dalam penelitian ini, penentuan tetapan bias k ditempuh melalui pendekatan nilai VIF dan gambar *ridge trace*. Nilai tetapan bias k dengan berbagai kemungkinan tetapan bias k dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai VIF dengan Berbagai Nilai k

k	Nilai VIF X_1	Nilai VIF X_2
0,000000	7,6833	7,6833
0,001000	7,4673	7,4673
0,002000	7,2607	7,2607
0,003000	7,0627	7,0627
0,004000	6,8730	6,8730
0,005000	6,6911	6,6911
0,006000	6,5166	6,5166
0,007000	6,3491	6,3491
k	Nilai VIF X_1	Nilai VIF X_2

0,008000	6,1882	6,1882
0,009000	6,0336	6,0336
0,010000	5,8849	5,8849
0,020000	4,6671	4,6671
0,030000	3,8043	3,8043
0,040000	3,1706	3,1706
0,050000	2,6912	2,6912
0,060000	2,3198	2,3198
0,070000	2,0260	2,0260
0,080000	1,7895	1,7895
0,090000	1,5963	1,5963
0,100000	1,4363	1,4363
0,200000	0,6836	0,6836
0,300000	0,4434	0,4434
0,400000	0,3318	0,3318
0,500000	0,2679	0,2679
0,600000	0,2263	0,2263
0,700000	0,1966	0,1966
0,800000	0,1742	0,1742
0,900000	0,1564	0,1564
1,000000	0,1419	0,1419

Berdasarkan Tabel 6 tampak bahwa mulai tetapan bias $k = 0,0000$ sampai dengan $k = 1,000000$, nilai VIF untuk semua variabel independen semakin lama semakin kecil. Dari berbagai nilai tetapan bias k yang diperoleh, nilai $VIF < 5$ menunjukkan bahwa tidak terjadi masalah multikolinearitas. Dengan nilai VIF sebesar 4,6671 pada k sebesar 0,020000 menunjukkan bahwa masalah multikolinearitas sudah teratasi. Dengan demikian persamaan regresi *ridge* yang diperoleh dari *ridge trace* yaitu dengan nilai $k = 0,02$ dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Koefisien Regresi *Ridge* untuk $k = 0,02$

Independent Variabel	Regression Coefficient	VIF
Intercept	-447301,6	
X_1	-	4,6671
	0,2188567	
X_2	5670,823	4,6671

Berdasarkan Tabel 7 dapat diperoleh persamaan regresi berganda baru pada data

jumlah uang yang beredar dengan menggunakan nilai $k = 0,02$ dituliskan seperti persamaan (5)

$$\hat{Y} = -447301,6 - 0,2188567X_1 + 5670,823X_2 \quad (5)$$

Setelah model regresi diperoleh kemudian akan diuji keberartian dari model tersebut, untuk melakukan pengujian regresi linear dilakukan sebagai berikut:

Hipotesis:

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = 0$; (X_1 dan X_2 tidak berpengaruh terhadap Y)

$H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq 0$; (X_1 dan X_2 berpengaruh terhadap Y)

Taraf signifikansi $\alpha = 0,05$

Kriteria:

Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ terima H_0 dan jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ tolak H_0 .

$$F_{tabel(k; n-k-1)} = F_{tabel(2;33)} = 3,28.$$

Tabel 8. Analisis Varians $k = 0,02$ pada Regresi Ridge

Source	DF	Sum of Squares	F-Ratio	Prob Level
Intercept	1	3,493211E+12	84,1255	0,000
Model	2	5,082434E+10		
Error	33	9,96846E+09		
Total (adjusted)	35	6,07928E+10		

Kesimpulan, berdasarkan Tabel 8 diperoleh nilai F_{hitung} sebesar 84,1255 dan $F_{tabel(k; n-k-1)} = F_{tabel(2;33)} = 3,28$ sehingga $F_{hitung} > F_{tabel} = 84,1255 > 3,28$ maka H_0 ditolak yang berarti X_1 dan X_2 berpengaruh signifikan terhadap Y .

Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel bebas (X_1) maupun (X_2) terhadap variabel terikat (Y) dengan menggunakan uji- t .

Uji- t untuk variabel X_1 :

Hipotesis:

$H_0: \beta_1 = 0$; (X_1 tidak berpengaruh terhadap Y)

$H_1: \beta_1 \neq 0$; (X_1 berpengaruh terhadap Y)

Taraf signifikansi $\alpha = 0,05$

Kriteria:

Jika nilai $\hat{\alpha} < \alpha$ maka tolak H_0 dan jika nilai $\hat{\alpha} > \alpha$ maka terima H_0 .

Tabel 9. Analisis pada Regresi Ridge

Variabel	Koefisien Regresi	Beta	sig
Konstanta	-447301,6		
X_1	-0,2188567	6,716496	0,464
X_2	5670,823	949,1238	0

Kesimpulan, berdasarkan Tabel 9 diperoleh nilai $\hat{\alpha}$ sebesar 0,464 lebih dari $\alpha = 0,05$ maka H_0 diterima yang berarti X_1 tidak berpengaruh signifikan terhadap Y .

Uji- t untuk variabel X_2 :

Hipotesis:

$H_0: \beta_2 = 0$; (X_2 tidak berpengaruh terhadap Y)

$H_1: \beta_2 \neq 0$; (X_2 berpengaruh terhadap Y)

Taraf signifikansi $\alpha = 0,05$

Kriteria:

Jika nilai $\hat{\alpha} < \alpha$ maka tolak H_0 dan jika nilai $\hat{\alpha} > \alpha$ maka terima H_0 .

Kesimpulan, berdasarkan Tabel 4.9 diperoleh nilai $\hat{\alpha}$ sebesar 0 kurang dari $\alpha = 0,05$ maka H_0 ditolak yang berarti X_2 berpengaruh signifikan terhadap Y .

5. Generalized Least Square (GLS)

Langkah selanjutnya yaitu menentukan nilai koefisien autokorelasi (ρ) berdasarkan nilai dw , AR(1) residual dan *Cochrane Orcutt Iterative Procedure* serta dengan mentransformasikan variabel ke X^* dan Y^* . Sehingga diperoleh hasil estimasi yang disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Estimasi Metode GLS

Metode	ρ	Model Regresi	Nilai dw
Nilai dw	0,364276	$\hat{Y}^* = -298798,093 - 2,359X_1^* + 6001,192 X_2^*$	1,998
AR(1) Residual	0,344419	$\hat{Y}^* = -317886,166 - 8,411X_1^* + 6536,631X_2^*$	2,035
Cochrane Orcutt Iterative Procedure	0,366	$\hat{Y}^* = -297991,146 - 2,357X_1^* + 6001,14X_2^*$	2,001

6. Pemilihan Model Regresi Terbaik

Pemilihan model regresi terbaik untuk mengatasi masalah multikolinearitas dan masalah autokorelasi dengan menggunakan kombinasi metode RR dan metode GLS didasarkan pada nilai dw yang mendekati selang $dU < d < 4 - dU$ dan nilai VIF < 5 , apabila memiliki nilai dw yang mendekati selang $dU < d < 4 - dU$ yang sama dapat dilihat dengan mempertimbangkan nilai MSE terkecil dan apabila masih memiliki nilai MSE yang sama maka dapat dilihat dengan mempertimbangkan nilai koefisien determinasi (R^2) terbesar (Permana 2014) yang dapat disajikan pada Tabel 11 dan Tabel 12.

Tabel 11. Nilai MSE dan Nilai R^2

Metode	Nilai MSE	R^2
Nilai dw dan Regresi Ridge	231401919,6	0,73
AR(1) Residual dan Regresi Ridge	224506836,3	0,72
Cochrane Orcutt Iterative Procedure dan Regresi Ridge	266836371,5	0,73

Tabel 12. Hasil Kombinasi Metode Ridge Regression (RR) dan Metode Generalized Least Square (GLS)

Metode	ρ	Model Regresi	Nilai dw
Nilai dw dan Regresi Ridge	0,364276	$\hat{Y}^* = -298798,093 - 2,359X_1^* + 6001,192 X_2^*$	1,998
AR(1) Residual dan Regresi Ridge	0,344419	$\hat{Y}^* = -317886,166 - 8,411X_1^* + 6536,631X_2^*$	2,035
Cochrane Orcutt Iterative Procedure dan Regresi Ridge	0,366	$\hat{Y}^* = -297991,146 - 2,357X_1^* + 6001,14X_2^*$	2,001

Berdasarkan Tabel 11 dan Tabel 12 dapat dilihat bahwa model regresi terbaik yang diperoleh dari ketiga metode tersebut berdasarkan pada nilai dw yang mendekati selang $dU < d < 4 - dU$ dan nilai VIF < 5 , apabila memiliki nilai dw yang mendekati selang $dU < d < 4 - dU$ yang sama dapat dilihat dengan mempertimbangkan nilai MSE terkecil dan apabila masih memiliki nilai MSE yang sama maka dapat dilihat dengan mempertimbangkan nilai koefisien determinasi (R^2) terbesar (Permana 2014). Dengan demikian

diperoleh model regresi terbaik dengan menggunakan kombinasi metode RR dan metode AR(1) residual merupakan model regresi terbaik untuk mengatasi masalah multikolinearitas dan masalah autokorelasi dengan nilai VIF sebesar 4,6671 serta mendekati selang $dU < d < 4 - dU$ atau $1,5805 < 2,035 < 2,4195$ dengan nilai MSE terkecil sebesar 224506836,3 dan nilai R^2 sebesar 72,3% dituliskan seperti persamaan (6) sebagai berikut:

$$\hat{Y}^* = -317886,166 - 8,411X_1^* + 6536,631X_2^* \quad (6)$$

dengan Y adalah jumlah uang yang beredar, X_1 adalah kurs Rupiah terhadap Dollar dan X_2 adalah IHK.

SIMPULAN

Simpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah (1) Dari data jumlah uang yang beredar tersebut, terdapat masalah multikolinearitas dilihat dari nilai VIF > 5 yaitu sebesar 7,683 untuk variabel X_1 dan X_2 . Dengan menggunakan metode *Ridge Regression* (RR) diperoleh nilai k sebesar 0,02 yang diperoleh dari nilai tetapan bias k menunjukkan bahwa nilai VIF sebesar 4,6671; (2) Dari data jumlah uang yang beredar tersebut, diperoleh nilai dw sebesar 1,231 dengan dL sebesar 1,3537 sehingga $d < dL$. Artinya, terdapat masalah autokorelasi. Dengan menggunakan metode GLS untuk mengatasi masalah autokorelasi dengan nilai koefisien autokorelasi (ρ) berdasarkan nilai dw , AR(1) residual dan *Cochrane Orcutt Iterative Procedure* serta dengan mentransformasikan variabel ke X^* dan Y^* diperoleh persamaan regresi baru dengan metode nilai dw diperoleh nilai ρ sebesar 0,364276 dengan persamaan regresi yaitu $\hat{Y}^* = -298798,093 - 2,359X_1^* + 6001,192 X_2^*$ dan nilai dw sebesar 1,998, dengan menggunakan metode AR(1) residual diperoleh nilai ρ sebesar 0,344419 dengan persamaan regresi yaitu $\hat{Y}^* = -317886,166 - 8,411X_1^* + 6536,631X_2^*$ dan nilai dw sebesar 2,035 dan dengan menggunakan metode *Cochrane Orcutt Iterative Procedure* diperoleh nilai ρ sebesar 0,366 dengan persamaan regresi yaitu $\hat{Y}^* = -297991,146 - 2,357X_1^* + 6001,14X_2^*$ dan nilai dw sebesar 2,001; (3) Diperoleh model regresi terbaik dengan menggunakan kombinasi metode RR dan metode AR(1) residual merupakan model regresi terbaik untuk mengatasi masalah multikolinearitas dan masalah autokorelasi dengan nilai VIF sebesar 4,6671 serta mendekati selang $dU < d < 4 - dU$ atau $1,5805 < 2,035 < 2,4195$ dengan nilai MSE

terkecil sebesar 224506836,3 dan nilai R^2 sebesar 72,3% dituliskan seperti persamaan (6) sebagai berikut:

$$\hat{Y}^* = -317886,166 - 8,411X_1^* + 6536,631X_2^*$$

dengan Y adalah jumlah uang yang beredar, X_1 adalah kurs Rupiah terhadap Dollar dan X_2 adalah IHK.

DAFTAR PUSTAKA

- Draper N & Smith H. 1992. *Analisis Regresi Terapan* (2nd ed.). Diterjemahkan oleh Bambang Sumantri. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Elfa DP. 2014. Perbandingan Metode *Stepwise* dan *Ridge Regression* dalam Menentukan Model Regresi Berganda Terbaik pada Kasus Multikolinearitas. *Jurnal FMIPA Universitas Brawijaya*, 2(5): 329-332.
- Gujarati, DN. 2003. *Basic Econometric* (5th ed.). New York: Mc Graw-Hill.
- Hoerl AE & Kennard RW. 1970. Ridge regression: Biased estimation for nonorthogonal problems. *Technometrics*, 12(1): 55-67.
- Hoerl AE, Kennard RW & Baldwin KF. 1975. Ridge Regression: Some Simulation. *Commun. Stat.* 4:104-123.
- Iriawan N & Astuti S P. 2006. *Mengolah Data Statistik dengan menggunakan Minitab 14*. Yogyakarta: Andi.
- Ketut NTU, Sukarsa KIG, & Kencana PIEN. 2013. Penerapan Metode Generalized Ridge Regression Dalam Mengatasi Masalah Multikolinearitas. *E-Jurnal Matematika*, 2(1): 54-59.
- Kutner MH, Nachtsheim CJ, & Neter J. 2004. *Applied Linear Regression Models* (4th ed.). New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Markidakis S, Wheelwright SC, & McGee VE. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan* (2nd ed.). Jakarta: Erlangga.
- Montgomery DC, Peck EA, & Vining AG. 2006. *Introduction to Linear Regression Analysis* (4th ed.). New York: John Wiley and Sons.
- Novalia & Syazali M. 2014. *Olah Data Penelitian Pendidikan*. Bandar Lampung: Anugrah Utama Raharja (AURA).
- Pasaribu M, Jalil A, & Lubis MR. 2015. Penerapan Analisis Regresi Ridge pada Data Pasien Hipertensi di Rumah Sakit Umum Daerah Sidikalang Tahun 2014. *E-Jurnal Matematika*, 1(2): 1-5.
- Permana AT. 2014. Perbandingan Metode Trimmed Square (LTS) dan Penduga-S sebagai Metode Pendugaan Parameter Regresi Robust. *Jurnal FMIPA Universitas Brawijaya*, 2(2): 125-128.
- Yusna NA, Sutikno, & Djumali. 2012. Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi dan Mutu Tembakau Temanggung dengan Kombinasi antara Generalized Least Square dan Regresi Ridge. *Jurnal FMIPA Institusi Teknologi Sepuluh November*, 1(1): 1-6.