

ESTIMASI PARAMETER REGRESI RIDGE UNTUK MENGATASI MULTIKOLINEARITAS

Wenty Resti Anggraeni, Naomi Nessyana Debataraja, Setyo Wira Rizki

INTISARI

Regresi ridge adalah metode yang digunakan untuk mengatasi masalah multikolinearitas, dimana metode ini merupakan modifikasi dari metode kuadrat terkecil yang menghasilkan penduga yang bias. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi parameter regresi ridge menggunakan iterasi Hoerl, Kennard, dan Baldwin dalam mengatasi masalah multikolinearitas. Penelitian ini bertujuan mengatasi masalah multikolinearitas pada data tingkat pengangguran terbuka (Y), jumlah penduduk miskin (X_1), jumlah penduduk Indonesia (X_2), dan tingkat partisipasi angkatan kerja (X_3) menggunakan regresi ridge. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah penduduk miskin, jumlah penduduk Indonesia, dan tingkat partisipasi angkatan kerja berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat pengangguran. Nilai Variance Inflation Factors (VIF) untuk masing-masing variabel yaitu sebesar 1,037 (X_1), 1,0374 (X_2), 0,8037 (X_3). Hal ini menunjukkan bahwa tidak terjadi multikolinearitas pada model.

Kata Kunci: multikolinearitas, regresi berganda, iterasi Hoerl, Kennard dan Baldwin (HKB)

PENDAHULUAN

Analisis regresi merupakan satu diantara analisis statistik yang digunakan untuk menganalisis hubungan antar variabel yaitu variabel independen dan variabel dependen. Berdasarkan jumlah variabel independennya, analisis regresi terbagi menjadi dua macam yaitu analisis regresi sederhana dan analisis regresi berganda. Apabila hanya melibatkan sebuah variabel independen (X), maka disebut analisis regresi linear sederhana. Analisis regresi linear berganda adalah regresi linear yang mempunyai lebih dari satu variabel independen sehingga terdapat kemungkinan terjadinya hubungan yang kuat antara dua variabel independen. Hubungan yang terjadi antara dua variabel independen tersebut disebut dengan masalah multikolinearitas.

Salah satu asumsi regresi linear berganda yang harus dipenuhi adalah tidak terjadinya masalah multikolinearitas. Apabila asumsi ini tidak terpenuhi, maka sulit bagi peneliti untuk mengetahui variabel independen yang memiliki pengaruh besar di dalam model regresi [1]. Metode regresi ridge dapat mengurangi dampak terjadinya masalah multikolinearitas dengan menentukan pendugaan yang bias tetapi mempunyai varians yang lebih kecil dari varians penduga regresi linear berganda [2]. Penelitian menggunakan metode regresi ridge telah dilakukan oleh Rahmadeni dan Anggreni (2014) yang melakukan analisis jumlah tenaga kerja terhadap jumlah pasien RSUD Arifin Achmad Pekanbaru yang memiliki masalah multikolinearitas. Estimasi parameter regresi ridge dilakukan dengan menambahkan tetapan bias c pada model. Tetapan bias c dapat ditentukan dengan beberapa metode diantaranya *Ridge Trace* dan *Iterasi Hoerl, Kennard, dan Baldwin* (HKB). Metode iterasi HKB merupakan metode yang diajukan oleh *Hoerl* dan *Kennard* [3]. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi parameter regresi ridge untuk mengatasi multikolinearitas menggunakan iterasi *Hoerl, Kennard, dan Baldwin* (HKB).

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), dan

tingkat partisipasi angkatan kerja (X_3) pada 33 provinsi di Indonesia. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari BPS Republik Indonesia tahun 2014.

Tahap selanjutnya melakukan transformasi data menjadi bentuk baku. Data yang telah ditransformasi menjadi bentuk baku kemudian dilakukan analisis regresi untuk menentukan model regresi dengan metode kuadrat terkecil. Setelah model regresi diperoleh, dilakukan pemeriksaan multikolinearitas apakah data tersebut terdeteksi multikolinearitas atau tidak. Apabila data terdeteksi adanya multikolinearitas maka dilanjutkan ke tahap berikutnya yaitu penanganan terhadap multikolinearitas menggunakan regresi ridge. Tahapan awal dalam regresi ridge yaitu menentukan nilai tetapan bias c .

Iterasi *Hoerl, Kennard*, dan *Baldwin* (HKB) digunakan untuk menentukan nilai tetapan bias c yang digunakan. Apabila nilai tetapan bias c telah diperoleh maka tahapan selanjutnya yaitu pengestimasi parameter regresi ridge menggunakan nilai tetapan bias c dan dilakukan kembali asumsi nonmultikolinearitas. Model regresi ridge yang diperoleh dilakukan uji signifikan regresi melalui dua tahapan yaitu analisis signifikansi regresi secara simultan dan parsial.

ANALISIS REGRESI LINEAR BERGANDA

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

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon \quad (1)$$

Parameter $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ dapat diperoleh menggunakan metode kuadrat terkecil yang merupakan salah satu penduga parameter dalam model regresi. Tujuan dari metode kuadrat terkecil yaitu untuk menaksir parameter regresi dengan cara meminimumkan jumlah kuadrat galat (*error*) model yang terbentuk. Parameter metode kuadrat terkecil dapat diperoleh sebagai berikut [1]:

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (2)$$

dengan X adalah matriks variabel independen berukuran $n \times p$ dan Y vektor variabel dependen berukuran $n \times 1$.

Analisis regresi linear berganda memiliki beberapa asumsi yang harus dipenuhi, asumsi tersebut sebagai berikut [2]:

1. Nilai rata-rata galat bernilai nol, yaitu $E(\varepsilon_i) = 0$ untuk $i = 1, 2, \dots, n$
2. Varian $(\varepsilon_i) = E(\varepsilon_i^2) = \sigma^2$
3. Tidak terjadi autokorelasi antara galat, berarti kovarian $(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0, i \neq j$
4. Variabel independen $X_1, X_2, \dots, X_p$ konstan dalam sampling yang terulang dan independen terhadap galat ε_i
5. Tidak terjadi multikolinearitas
6. $\varepsilon_i \sim N(0; \sigma^2)$ artinya galat berdistribusi normal dengan rata-rata 0 dan varian σ^2 .

MULTIKOLINEARITAS

Multikolinearitas adalah suatu kondisi adanya hubungan linear diantara variabel-variabel independen dalam model regresi. Multikolinearitas dapat dideteksi menggunakan *Variance Inflation Factors* (VIF). Nilai VIF dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut [2]:

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad (3)$$

dengan R_j merupakan koefisien determinasi ke- j , $j=1,2,\dots,k$. Apabila nilai VIF lebih besar dari 10 maka mengidentifikasi adanya multikolinearitas.

PEMUSATAN DAN PENSKALAAN (*Centering and Scaling*)

Pemusatan dan penskalaan adalah bagian dari membakukan (*standardized*) variabel. Prosedur pemusatan dilakukan dengan menghilangkan $\hat{\beta}_0$ (intersep) sehingga membuat perhitungan regresi menjadi lebih sederhana. Prosedur penskalaan dilakukan dengan cara mentransformasikan variabel dependen Y dan variabel independen X dalam bentuk [5]:

$$X_{ij}^* = \frac{1}{\sqrt{n-1}} \left(\frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{S_{x_j}} \right), \quad i=1,2,3,\dots,n; j=1,2,3,\dots,p \quad (4)$$

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

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

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}}$$

Hubungan parameter dari kedua model tersebut dinyatakan sebagai berikut [5]:

$$\begin{aligned} \beta_j &= \left(\frac{S_y}{S_{x_j}} \right) \beta_j^* \quad j=1,2,\dots,p \\ \beta_0 &= \bar{Y} - \beta_1 \bar{X}_1 - \beta_2 \bar{X}_2 - \dots - \beta_p \bar{X}_p \\ &= \bar{Y} - \sum_{j=1}^p \beta_j \bar{X}_j \end{aligned} \quad (5)$$

REGRESI RIDGE

Regresi ridge diperkenalkan pertama kali oleh Hoer dan R.W. Kennard pada tahun 1962. Regresi ridge adalah satu diantara metode yang digunakan untuk mengatasi masalah multikolinearitas yang merupakan modifikasi dari metode kuadrat terkecil. Modifikasi tersebut dilakukan dengan menambahkan tetapan bias c pada diagonal matriks yang mempengaruhi besarnya koefisien penduga ridge dan penduga yang dihasilkan adalah penduga yang bias.

Estimasi parameter regresi ridge yang koefisiennya dipengaruhi oleh besarnya nilai tetapan bias c diperoleh sebagai berikut [1]:

$$\boldsymbol{\beta}^R(c) = (\mathbf{Z}^T \mathbf{Z} + c\mathbf{I})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{Y}, \quad c > 0 \quad (6)$$

dengan:

- $\mathbf{Z}$: matriks $\mathbf{X}$ yang telah ditransformasi dengan pemusatan dan penskalaan
- $\mathbf{Y}$: vektor matriks $\mathbf{Y}$ yang telah ditransformasi dengan pemusatan dan penskalaan
- $\mathbf{I}$: matriks identitas
- c : nilai tetapan bias

Sifat dari penafsir ridge pada umumnya memiliki variansi yang minimum sehingga nilai VIF pada regresi ridge adalah diagonal utama dari matriks berikut:

$$(\mathbf{Z}^T \mathbf{Z} + c\mathbf{I})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{Z} (\mathbf{Z}^T \mathbf{Z} + c\mathbf{I})^{-1}$$

ITERASI HOERL, KENNARD, DAN BALDWIN (HKB)

Iterasi HKB merupakan metode yang diajukan oleh *Hoerl* dan *Kennard* [3]. Iterasi HKB merupakan metode penentuan tetapan bias c yang bersifat analitik. Penentuan nilai c menggunakan iterasi HKB didasari oleh persamaan sebagai berikut:

$$c_{HKB} = \frac{p\sigma^2}{\hat{\beta}^T \hat{\beta}} \quad (7)$$

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

dengan:

p : jumlah variabel independen

σ^2 : variansi

$\hat{\beta}$: estimasi parameter metode kuadrat terkecil

Penentuan tetapan bias menggunakan iterasi HKB dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Nilai awal tetapan bias (c_i) diperoleh menggunakan Persamaan (7) dengan parameter yang diperoleh dari metode kuadrat terkecil.
- Estimasi parameter regresi ridge menggunakan nilai c awal dengan rumus:

$$\hat{\beta}^R(c) = (Z^T Z + cI)^{-1} Z^T Y \quad (8)$$

- Nilai tetapan bias yang baru (c_{i+1}) diperoleh menggunakan parameter regresi *Ridge*.

$$c_{(i+1)} = \frac{p\sigma^2}{\hat{\beta}^{RT} \hat{\beta}^R}$$

- Iterasi berakhir apabila $(c_{i+1}) - c_i \approx 10^{-10}$, apabila sebaliknya maka (c_{i+1}) menjadi tetapan bias awal (c_i) dan lakukan kembali langkah (b)

UJI SIGNIFIKANSI REGRESI

Terdapat dua jenis uji dalam parameter model, yaitu:

- Pengujian secara simultan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah variabel independen berpengaruh terhadap variabel dependen secara simultan. Tahapan pengujian signifikansi regresi secara simultan yaitu uji hipotesis. Uji hipotesis dilakukan untuk mengetahui apakah data dapat dianalisis dan dibentuk modelnya. Adapun uji hipotesis yang diujikan terhadap data yaitu

$H_0 = \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$ (tidak terdapat hubungan linear antara variabel-variabel independen dengan variabel dependen)

$H_1 = \exists \beta_j \neq 0, \quad j=1,2,3,\dots,p$ (ada minimal satu variabel independen yang memiliki hubungan linear dengan variabel dependen)

Analisis data tidak dapat dilanjutkan apabila H_0 diterima yaitu jika $F_{hitung} \leq F_{(\alpha;p;n-p-1)}$. Sebaliknya jika H_0 ditolak data tidak dapat dianalisis dan dibentuk model. Nilai F_{hitung} dapat diperoleh dengan menggunakan rumus berikut:

$$F_{hitung} = \frac{JKR/p}{JKS/(n-p-1)} \quad (9)$$

2. Pengujian secara parsial

Pengujian ini bertujuan untuk melihat menguji pengaruh dari setiap variabel-variabel independen terhadap variabel dependen secara individu. Adapun uji hipotesis yang diujikan terhadap data yaitu

$$H_0 = \beta_i = 0 \quad i=1,2,\dots,k$$

$$H_1 = \beta_i \neq 0$$

Analisis data tidak dapat dilanjutkan apabila H_0 diterima yaitu jika $|t_{hitung}| \leq t_{(\alpha/2, n-p-1)}$. Sebaliknya jika H_0 ditolak data tidak dapat dianalisis dan dibentuk model. Nilai F_{hitung} dapat diperoleh dengan menggunakan rumus berikut:

$$t = \frac{\hat{\beta}_i}{se(\hat{\beta}_i)}$$

CONTOH KASUS

Data yang dikumpulkan merupakan data sekunder yaitu data yang diperoleh Badan Pusat Statistik (BPS) Republik Indonesia 2014. Data yang dikumpulkan yaitu data tingkat pengangguran terbuka, jumlah penduduk miskin, jumlah penduduk, dan tingkat partisipasi angkatan kerja dari provinsi yang berada di Indonesia. Sampel yang diambil yaitu terdiri dari 33 provinsi. Data yang telah dikumpulkan dianalisis menggunakan *software* NCSS (*Number Cruncher Statistical System*). Data yang dianalisis memiliki satuan yang berbeda-beda sehingga pemusatan dan penskalaan data perlu dilakukan untuk pembakuan setiap variabel. Pemusatan dan penskalaan menggunakan Persamaan 4 menghasilkan tingkat pengangguran terbuka (ZY), jumlah penduduk miskin (ZX₁), jumlah penduduk Indonesia (ZX₂), dan tingkat partisipasi angkatan kerja (ZX₃) seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pemusatan dan Penskalaan

No	ZY	ZX ₁	ZX ₂	ZX ₃
1	0,30403	0,00394	-0,04452	-0,17261
2	0,06961	0,07888	0,10072	0,01061
3	0,09230	-0,06520	-0,04083	-0,07529
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
33	-0,16481	0,00776	-0,07429	0,54061

Tabel 1 merupakan hasil dari pembakuan setiap variabel menggunakan pemusatan dan penskalaan. Data yang telah dibakukan digunakan pada tahap selanjutnya yaitu memperoleh estimasi parameter menggunakan metode kuadrat terkecil. Estimasi parameter metode kuadrat terkecil menggunakan persamaan 2 disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Estimasi Parameter Metode Kuadrat Terkecil

Variabel	Estimasi Parameter	Standar Error
X ₁	-0,2841	0,0008
X ₂	0,4543	8,9026E-05
X ₃	-0,6682	0,0727

Tabel 2 menunjukkan hasil estimasi parameter yang diperoleh menggunakan metode kuadrat terkecil. Tahap selanjutnya yaitu mendeteksi adanya multikolinearitas. Pendeteksian multikolinearitas dilakukan dengan melihat nilai *Variance Inflation Vectors* (VIF).

Tabel 3 Nilai *Variance Inflation Factors* (VIF)

Variabel	VIF
X_1	12,9491*
X_2	12,9564*
X_3	1,1132

* terjadi multikolinearitas

Berdasarkan Tabel 3 variabel X_1 dan X_2 yaitu jumlah penduduk miskin dan jumlah penduduk Indonesia memiliki nilai VIF lebih besar dari 10 sehingga dapat disimpulkan bahwa pada variabel X_1 dan X_2 terdeteksi adanya masalah multikolinearitas.

Tahapan berikutnya yaitu mengatasi masalah multikolinearitas menggunakan regresi ridge dengan langkah awal yaitu menentukan nilai tetapan bias c . Nilai tetapan bias c ditentukan menggunakan metode iterasi *Hoerl*, *Kennard*, dan *Baldwin* (HKB). Tahap awal yang dilakukan dalam proses iterasi yaitu menentukan nilai tetapan bias awal menggunakan estimasi parameter metode kuadrat terkecil. Tetapan bias awal yang diperoleh digunakan untuk mengestimasi parameter regresi ridge. Iterasi berakhir apabila nilai tetapan bias c bernilai konvergen. Nilai $VIF\hat{\beta}(c)$ dengan tetapan bias iterasi HKB disajikan dalam Tabel 4 begitu juga nilai $\hat{\beta}(c)$ dengan tetapan bias iterasi HKB yang disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 4 Nilai $VIF\hat{\beta}(c)$ dengan Tetapan Bias Iterasi HKB

c	$VIF\hat{\beta}_1(c)$	$VIF\hat{\beta}_2(c)$	$VIF\hat{\beta}_3(c)$
0,0657	2,0136	2,0143	0,8898
0,1016	1,2167	1,2170	0,8265
0,1122	1,0814	1,0816	0,8098
0,1151	1,0491	1,0492	0,8053
0,1160	1,0394	1,0396	0,8040
0,1162	1,0373	1,0374	0,8037
0,1162	1,0373	1,0374	0,8037

Tabel 5 Nilai $\hat{\beta}(c)$ dengan Tetapan Bias Iterasi HKB

c	$\hat{\beta}_1(c)$	$\hat{\beta}_2(c)$	$\hat{\beta}_3(c)$
0,0657	-0,0751	0,2398	-0,6457
0,1016	-0,0435	0,2054	-0,6275
0,1122	-0,0371	0,1982	-0,6221
0,1151	-0,0355	0,1964	-0,6207
0,1160	-0,0350	0,1958	-0,6202
0,1162	-0,0349	0,1957	-0,6201
0,1162	-0,0349	0,1957	-0,6201

Berdasarkan Tabel 4 dan Tabel 5 hasil iterasi tetapan bias c berakhir pada iterasi keenam yaitu dengan nilai tetapan bias c sebesar 0,1162. Tetapan bias yang diperoleh menghasilkan estimasi parameter dengan nilai VIF sebagai berikut:

Tabel 6 Estimasi Parameter Regresi Ridge dengan Iterasi HKB

Variabel	Estimasi Parameter	VIF
X_1	-0,0349	1,0373
X_2	0,1957	1,0374
X_3	-0,6201	0,8037

Berdasarkan Tabel 6 persamaan regresi yang diperoleh yaitu:

$$\hat{Y} = -0,0349\hat{Z}_1 + 0,1957\hat{Z}_2 - 0,6201\hat{Z}_3$$

Tahap terakhir dilakukan uji signifikansi regresi persamaan yang telah diperoleh. Uji signifikansi regresi dilakukan dengan 2 tahapan yaitu uji signifikansi regresi secara simultan dan secara parsial. Uji signifikansi regresi secara simultan digunakan untuk melihat hubungan antara variabel-variabel independen dengan variabel dependen.

Tabel 7 ANOVA Regresi Ridge

Sumber Keragaman	Derajat Independen	Jumlah Kuadrat	F_{hitung}	$F_{(0,05;3;29)}$	$R\text{-Square}$
Regresi	3	67,18967	8,7231	2,93	0,4743
Galat	29	74,45755			
Total	33	141,6472			

Berdasarkan Tabel 7 diperoleh nilai F_{hitung} sebesar 8,7231 dengan taraf signifikansi sebesar 0,05 diperoleh nilai $F_{(0,05;3;29)}$ sebesar 2,93 sehingga keputusan yang diambil yaitu tolak H_0 yang berarti terdapat hubungan linear antara variabel-variabel independen dengan variabel dependen. Uji signifikansi regresi secara parsial dilakukan untuk mengetahui variabel apa saja yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel dependen.

Tabel 8 Signifikansi Koefisien Regresi

$\hat{\beta}_i$	$se(\hat{\beta}_i)$	$ t_{hitung} $	t_{tabel}	Kesimpulan
-0,0349	0,000233766	149,296	2,04523	Signifikan
0,1957	2,675455E-05	7,315E+3		Signifikan
-0,6201	0,0656316	9,448		Signifikan

Berdasarkan Tabel 8 variabel independen X_1 , X_2 , dan X_3 berpengaruh secara signifikan terhadap variabel dependen yaitu tingkat pengangguran terbuka karena $|t_{hitung}|$ lebih besar dari t_{tabel} . Koefisien penduga yang diperoleh pada regresi ridge dalam bentuk baku pada Tabel 4 dikembalikan dalam bentuk standar sehingga model regresi yang diperoleh yaitu:

$$\hat{Y} = 27,69651 - 5,952586E-05\hat{X}_1 + 3,818162E-05\hat{X}_2 - 0,3372014\hat{X}_3 + \varepsilon$$

Model regresi ridge menyatakan bahwa variabel jumlah penduduk Indonesia (X_2) berjalan searah dengan variabel tingkat pengangguran terbuka (Y). Setiap peningkatan jumlah penduduk Indonesia satu satuan diikuti dengan peningkatan tingkat pengangguran terbuka sebesar 3,818162E-05 dan setiap penurunan jumlah penduduk Indonesia satu satuan diikuti dengan penurunan tingkat pengangguran sebesar 3,818162E-05. Variabel jumlah penduduk miskin (X_1) dan tingkat partisipasi angkatan kerja (X_3) yang bernilai negatif berjalan dua arah dengan variabel tingkat pengangguran terbuka. Artinya, setiap peningkatan kedua variabel tersebut diikuti dengan penurunan tingkat pengangguran terbuka dan setiap penurunan kedua variabel diikuti kenaikan variabel tingkat pengangguran terbuka. Variabel tingkat pengangguran terbuka akan bernilai sebesar 27,69651 apabila tidak dipengaruhi oleh variabel independen atau variabel independen bernilai 0. Perbandingan nilai VIF metode kuadrat terkecil dan regresi ridge disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9 Perbandingan nilai VIF

Variabel	MKT	Ridge
X_1	12,9491	1,0373
X_2	12,9564	1,0374
X_3	1,1132	0,8037

Berdasarkan Tabel 9 menunjukkan perubahan nilai VIF yang menyatakan tentang multikolinearitas. Menggunakan metode kuadrat terkecil dinyatakan terdapat masalah multikolinearitas pada dua variabel independen. Masalah multikolinearitas tersebut teratasi setelah dilakukan analisis menggunakan metode regresi ridge.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Masalah multikolinearitas yang terjadi pada metode kuadrat terkecil dapat diatasi dengan menggunakan metode regresi ridge.
2. Jumlah penduduk miskin (X_1), jumlah penduduk Indonesia (X_2), dan tingkat partisipasi angkatan kerja (X_3) berpengaruh secara signifikan pada tingkat pengangguran terbuka dengan R^2 sebesar 47,43%. Model regresi *Ridge* yang diperoleh untuk data tingkat pengangguran terbuka sebagai berikut:

$$\hat{Y} = 27,69651 - 0,0000595\hat{X}_1 + 0,0000381\hat{X}_2 - 0,337\hat{X}_3 + \varepsilon$$

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Irwan, M., 2015. Least Square and Ridge Regression Estimation. *Jurnal MSA*, 3, No.2, 7-13.
- [2] Rahmadeni. dan Anggreni, D., 2014, Analisis Jumlah Tenaga Kerja Terhadap Jumlah Pasien RSUD Arifin Achmad Pekanbaru Menggunakan Metode Regresi Gulud. *Jurnal Sains Teknologi dan Industri*, 12, No.1, 48-57.
- [3] Khalaf, G., and Iguernane, M., 2014. Ridge Regression and Ill-Conditioning. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 13:355-363.
- [4] Qudratullah, M.F., 2013, *Analisis Regresi Terapan Teori, Contoh Kasus, dan Aplikasi dengan SPSS, ANDI, Yogyakarta*.
- [5] Kutner, M.H, et al., 2005, *Applied Linear Statistical Models: Fifth Edition*, McGraw-Hill, New York.

WENTY RESTI ANGGRAENI

: Jurusan Matematika FMIPA Untan Pontianak,
wenty0802@gmail.com

NAOMI NESSYANA DEBATARAJA

: Jurusan Matematika FMIPA Untan Pontianak,
naominessyana@math.untan.ac.id

SETYO WIRA RIZKI

: Jurusan Matematika FMIPA Untan Pontianak,
setyo.wirarizki@math.untan.ac.id

