Penerapan Metode Weight Estimation by Re-Estimated Absolute Residuals pada Analisis Regresi Linear Berganda Berdasarkan Data Pendapatan Asli Daerah (PAD) Kabupeten/Kota Provinsi Jawa Barat Tahun 2018

Safitri Dewi Nur*, Yayat Karyana

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

*safitridewi890@gmail.com, yayatkaryana@gmail.com

Abstract. Multiple linear regression analysis is a linear regression model which can state the functional relationship between two or more independent variables and one dependent variable. In linear regression analysis, so that the parameter estimator has BLUE properties, one of the assumptions that must be fulfilled is homoscedasticity. When estimating the regression parameters on the District /City revenue data of West Java Province in 2018 as dependent variables (Y) with local government spending, population, and gross regional domestic product as independent variables (X) there was a violation of the assumption, namely heteroscedastic with BDR type which was proven in the visual test. heteroscedasticity, where the plot shrinks then enlarges to form a basin resembling a butterfly wing. So, to overcome this problem, the WRAR method is applied, which is a weighting method to overcome the heteroscedasticity problem of the BDR type. The estimation of regression parameters by applying the WRAR method resulted in smaller MSE values than that produced by the OLS method.

Keywords: Weight Estimation by Re-Estimated Absolute Residuals (WRAR) method, Butterfly Distributed Residuals (BDR), Multiple Linear Regression, Ordinary Least Square (OLS) Method.

Abstrak. Analisis regresi linear berganda merupakan model regresi linear yang dapat menyatakan hubungan fungsional antara dua atau lebih variabel bebas dengan satu variabel tak bebas. Dalam analisis regresi linear agar penaksir parameter memiliki sifat BLUE, salah satu asumsi yang harus terpenuhi yaitu homoskedastisitas. Saat melakukan estimasi parameter regresi pada data PAD Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Barat tahun 2018 sebagai variabel tak bebas (Y) dengan Pengeluaran Pemerintah Daerah (PPD), Jumlah Penduduk (JP), dan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) sebagai variabel bebas (X) telah terjadi pelanggaran asumsi yaitu heteroskedastis dengan tipe BDR yang terbukti pada uji visual heteroskedastisitas, dimana plot mengecil kemudian membesar membentuk cekungan menyerupai sayap kupu-kupu. Sehingga untuk mengatasinya dilakukan pengaplikasian metode WRAR yang merupakan metode pembobotan untuk mengatasi masalah heteroskedastisitas tipe BDR. Taksiran parameter regresi dengan mengaplikasikan metode WRAR menghasilkan nilai MSE yang lebih kecil daripada yang dihasilkan oleh metode OLS.

Kata Kunci: Metode *Weight Estimation by Re-Estimated Absolute*

***Residuals* (WRAR), *Butterfly Distributed Residuals* (BDR), Regresi Linear Berganda, Metode *Ordinary Least Square* (OLS).**

1. Pendahuluan

Analisis regresi linear berganda merupakan suatu metode statistik yang sering digunakan peneliti untuk memodelkan hubungan fungsional antara dua atau lebih variabel bebas (X) dengan satu variabel tak bebas (Y). Dalam analisis regresi linear berganda diperlukan suatu metode estimasi parameter, salah satu metode estimasi parameter yang sering digunakan adalah *Ordinary Least Square* (OLS). Dalam estimasi parameter menggunakan OLS ada beberapa asumsi yang harus dipenuhi agar estimasi parameter pada model regresi linear memenuhi sifat *Best Linear Unbiased Estimator* (BLUE), salah satunya adalah homoskedastisitas. Pelanggaran terhadap asumsi homoskedastisitas disebut heteroskedastisitas, yang artinya terdapat varians sisaan yang berbeda dari suatu observasi ke observasi lainnya atau bobot pada setiap varians sisaan tidak konstan. Konsekuensi terjadinya heteroskedastisitas akan menyebabkan estimasi OLS tetap tidak bias dan konsisten, tetapi estimasi tersebut tidak effisien bagi sampel besar maupun sampel kecil, juga akan menyebabkan kesimpulan dari uji *t* dan uji *F* tidak valid dan selang kepercayaan tidak dapat dibuat (Syukriyah, 2011).

Dalam analisis regresi permasalahan heteroskedastisitas dapat diatasi dengan metode *Weighted Least Square* (WLS). Metode WLS sama halnya seperti metode OLS dengan meminimumkan jumlah sisaan, hanya saja pada metode WLS dilakukan pembobotan suatu faktor yang tepat kemudian baru menggunakan metode OLS terhadap data yang telah diboboti. Pembobotan dengan metode WLS untuk mengatasi masalah heteroskedastisitas tipe *Butterfly Distributed Residuals* (BDR) bisa menggunakan metode *Weight Estimation by Re-Estimated Absolute Residuals* (WRAR).

Celik & Erar (2016) dalam penelitiannya telah mengemukakan bahwa WRAR merupakan salah satu metode baru yang mempersyaratkan sisaan bersistribusi normal untuk mengoreksi masalah heteroskedastisitas tipe BDR. Metode WRAR dapat menghasilkan estimasi parameter regresi yang lebih akurat dari pada penduga OLS karena estimasi pada WRAR menghasilkan nilai *Means Square Error* (MSE) yang lebih kecil dari pada OLS. Dalam hal ini heteroskedastisitas disebut sebagai tipe BDR karena sebaran polanya yang mengecil kemudian membesar sehingga membentuk cekungan menyerupai sayap kupu-kupu.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis akan melakukan estimasi parameter regresi linear berganda dengan mengaplikasikan metode WRAR pada data PAD Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Barat tahun 2018, karena saat melakukan estimasi parameter regresi pada data PAD Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Barat tahun 2018 sebagai variabel tak bebas (Y) dengan PPD, PDRB, dan JP sebagai variabel bebas (X), peneliti mendapatkan masalah heteroskedastis tipe BDR yang terbukti pada uji visual heteroskedastisitas.

2. Landasan Teori

Regresi Linear Berganda

Analisis regresi linear berganda merupakan suatu metode statistika yang dapat digunakan untuk memodelkan dan meringkas hubungan diantara dua atau lebih variabel bebas (*X*) dengan satu variabel tak bebas (*Y*), (Suliadi, 2017). Hubungan diantara variabel tersebut berupa hubungan fungsional, yang juga menyatakan hubungan sebab akibat yang dapat dinyatakan dalam bentuk fungsi matematis. Dalam konteks hubungan sebab akibat, variabel bebas (*X*) merupakan variabel penyebab dan variabel tak bebas (*Y*) merupakan variabel akibat. Bentuk umum model regresi linear berganda yaitu:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \ldots + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i \qquad \ldots(2.1)$$

Dimana:

Y_i	= Variabel tak bebas ke- i	k	= Banyaknya variabel bebas
β_0	= Intersep	i	= 1, 2, …, n
β_k	= Parameter koefisien regresi	ε_i	= Sisaan ke- i
X_{ik}	= Variabel bebas k yang ke- i		

nilai sisaan adalah

$$\varepsilon = Y - \hat{Y} \text{ atau } r_i = Y_i - \hat{Y}_i \qquad \text{…(2.2)}$$

Penduga β ($\hat{\beta}$) adalah

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'Y \qquad \text{…(2.3)}$$

Uji Normalitas

Pengujian asumsi normalitas merupakan syarat utama pengujian dengan metode WRAR yang dilakukan untuk mengetahui apakah sisaan atau residu yang diteliti berdistribusi normal atau tidak. Pengujian asumsi normalitas yang digunakan adalah Shapiro-Wilk *test*. Langkah-langkah pengujian asumsi normalitas menggunakan Shapiro-Wilk *test* adalah sebagai berikut:

1. Hipotesis
   H_0: Sisaan berdistribusi normal
   H_1: Sisaan tidak berdistribusi normal
2. Statistik uji

$$W = \frac{1}{(n-1)s^2}\left[\sum_{i=1}^{\boldsymbol{n}} \alpha_i (e_{\boldsymbol{n}-i+1} - e_i)\right]^2 \qquad \text{…(2.4)}$$

   Keterangan:

α_i	= Koefisien Shapiro-Wilk *test*	n	= Banyaknya data
$e_{\boldsymbol{n}-i+1}$	= Angka ke $n - i + 1$ pada sisaan	s^2	= Varians
e_i	= Angka ke - i pada sisaan		

3. Kriteria Uji

Jika nilai W > W (n,α = 0,05), maka terima H_0 dan asumsi normalitas terpenuhi.

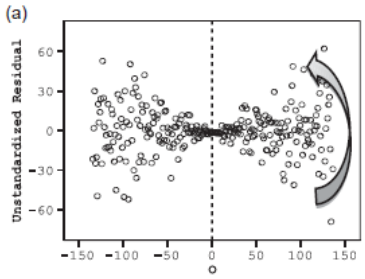
Uji Heteroskedastisitas

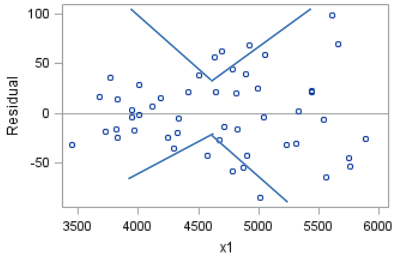
Menurut Ghozali (2011) uji heteroskedastisitas digunakan untuk menguji apakah dalam model regresi terjadi ketidaksamaan varians sisaan suatu pengamatan ke pengamatan lain. Heteroskedastisitas dalam suatu model regresi akan mengakibatkan estimasi OLS tetap tidak bias dan konsisten, tetapi estimasi tersebut tidak lagi effisien. Pengujian heteroskedastisitas yang digunakan adalah Glejser *Test*.

Uji heteroskedastisitas menggunakan Glejser *Test* yaitu:

1. Hipotesis
   H_0: $\sigma_i \neq 0;\ i = 1,2,3$ (varians sisaan heteroskedastisitas)
   H_1: $\sigma_i = 0;\ i = 1,2,3$ (varians sisaan homoskedastisitas)
2. Langkah-langkah perhitungan Uji Formal Glejser *Test*
   - Regresikan variabel tak bebas (*Y*) dengan variabel bebas (*X*) sehingga mendapatkan nilai *unstandared residuals* kemudian absolutkan nilai *unstandared residuals*
   - Regresikan nilai absolut *unstandared residuals* dengan variabel bebas (*X*)
   - Interpretasi dengan melihat nilai signifikan.
3. Kriteria Uji
   Tolak H_0 Jika nilai signifikan $< \alpha = 0{,}05$

Selanjutnya diagnosa heteroskedstisitas varians sisaan dilakukan dengan melihat pola sebaran sisaan menggunakan metode plot antara sisaan kuadrat (${e_i}^2$) ke setiap variabel bebas (X) atau terhadap nilai taksiran Y_i ($\hat{Y}_i$). Bentuk sebaran plot heteroskedastisitas varians sisaan tipe *Butterfly Distributed Residual* (BDR) yaitu:





Gambar 1. Plot Residual Tipe BDR ke-1 **Gambar 2.** Plot Residual Tipe BDR ke-2

Gambar 1 dan Gambar 2 memiliki pola mengecil lalu membesar membentuk cekungan dan terlihat seperti sayap kupu-kupu (Celik, 2015).

Weight Estimation by Re-Estimated Absolute Residuals (WRAR)

WRAR merupakan metode pembobotan baru untuk mengoreksi heteroskedastisitas varians tipe *Butterfly Distributed Residual* (BDR) dengan melibatkan model regresi dan menghasilkan sisaan atau

residu yang diperoleh dari penduga MKT. Absolut residu diregresikan dengan variabel eksternal terpusat (O_i) untuk mendapatkan estimasi bobot dan parameter regresi baru.

Langkah-langkah pengaplikasian metode WRAR yaitu:

1. Mencari nilai dugaan $Y(\hat{Y})$ dengan Persamaan (2.1), nilai sisaan (r_i) menggunakan penduga MKT dengan Persamaan (2.2), dan nilai estimasi parameter ($\hat{\beta}$) dengan Persamaan (2.3).
2. Data diurutkan berdasarkan $\hat{Y}_i$ atau X_i yang menyebabkan heteroskedastisitas.
3. Mencari nilai $\alpha_1\alpha_2$ sebagai parameter baru yang ditaksir dengan persamaan model baru yaitu:

$$|r_i| = \alpha_0 + \alpha_1 d_i + \alpha_2 {d_i}^2 \qquad \ldots(2.5)$$

$$\alpha_i = (d'd)^{-1} d'|r_i| \qquad \ldots(2.6)$$

Dimana

d = Variabel eksternal (nilai $d = 1,2,3,\ldots,n$)

4. Mengestimasi titik pusat ($\widehat{m}$)yaitu:

$$\frac{\partial |r_i|}{\partial d} = \alpha_1 + 2\alpha_2 d \qquad \ldots(2.8)$$

sehingga

$$\alpha_1 + 2\alpha_2 d = 0 \rightarrow d = -\frac{\alpha_1}{2\alpha_2} \qquad \ldots(2.9)$$

maka taksiran nilai titik pusat ($\widehat{m}$) berdasarkan nilai d adalah

$$\widehat{m} = -0.5\,\frac{\alpha_1}{\alpha_2} \qquad \ldots(2.10)$$

5. Mencari nilai variabel eksternal terpusat (O_i) dengan rumus

$$O_i = (d_j - m) \qquad \ldots(2.11)$$

6. Mencari nilai penduga baru untuk varians sisaan absolut ($|\widehat{r_i}|$) yang digunakan untuk memperoleh penduga pembobot dengan persamaan:

$$|r_i| = \theta_1 O_i + \theta_2 {O_i}^2 \qquad \ldots(2.12)$$

$$\theta = (O'O)^{-1} O'|r_i| \qquad \ldots(2.13)$$

$$|\widehat{r_i}| = O^*\theta \qquad \ldots(2.14)$$

7. Langkah selanjutnya adalah mencari nilai pembobot (W_i) yang merupakan MKT

terboboti dengan mencobakan setiap nilai skalar pada Persamaan (2.15) berikut:

$$\widehat{W}_i = \frac{1}{|\widehat{r_i}|^{\gamma}} \text{ dimana } |\widehat{r_i}| \neq 0, \gamma \in [-2,2] \qquad \ldots(2.15)$$

Kemudian hasil dari Persamaan 2.15 diaplikasikan ke dalam suatu persamaan baru untuk menentukan skalar yang memaksimumkan fungsi *loglikelihood*. Persamaan tersebut yaitu:

$$L = \frac{n}{2}\left\{-n\, ln\,(2\pi) - n\, ln\, \sigma^2 + \sum ln\, W_i - (n-k)\right\} \qquad \ldots(2.16)$$

Dimana : γ = Skalar yang memaksimumkan fungsi *loglikelihood*

${\sigma_i}^2$ = Menyatakan nilai MSE_W

Setelah didapat nilai skalar yang memaksimumkan fungsi *loglikelihood* selanjutnya nilai penduga parameter regresi linear berganda metode WLS dicari dengan rumus:

$$\hat{\beta}_w = (X'WX)^{-1}X'WY \qquad \ldots(2.18)$$

Mean Square Error (MSE)

Mean Square Error (MSE) merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengevaluasi kesalahan prediksi. Menurut Margi & Sofian (2015) semakin kecil nilai MSE yang dihasilkan maka semakin rendah pula tingkat kesalahan (*error*) yang dihasilkan.

Persamaan rumus MSE dengan metode OLS yaitu:

$$MSE = \frac{\sum(Y - \hat{Y})^2}{n} \qquad \ldots(2.19)$$

Persamaan rumus MSE dengan metode WLS yaitu:

$$MSE_W = \frac{\sum \hat{w}(Y-\hat{Y})^2}{n-k} \qquad \ldots(2.20)$$

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Data

Dalam penelitian ini digunakan data Pendapatan Asli Daerah (PAD), Pengeluaran Pemerintahan Daerah (PPD), Jumlah Penduduk (JP) dan Pendapatan Daerah Regional Bruto (PDRB) atas dasar harga konstan menurut Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Barat tahun 2018. Dimana variabel Y adalah Pendapatan Asli Daerah (PAD), Variabel X_1 adalah Pemerintahan Daerah (PPD), Variabel X_2 adalah Jumlah Penduduk (JP) Variabel X_3 adalah Pendapatan Daerah Regional Bruto (PDRB) atas dasar harga konstan). Data yang dipergunakan penulis diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS).

Tabel 1. Data Pendapatan Asli Daerah (PAD) Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Barat Tahun 2018

Kabupaten/Kota	PAD (Rupiah)	PPD (Rupiah)	JP (Jiwa)	PDRB (Rupiah)
Bogor	2.348.303.470.000	1.229.958	5.840.907	14.820.483
Sukabumi	549.422.515.000	1.099.479	2.460.693	4.410.787
Cianjur	584.973.476.821	953.190	2.260.620	3.030.288
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Kota Tasikmalaya	435.840.216.000	1.140.712	662.723	14.861.53
Kota Banjar	131.300.513.353	1.217.784	182.819	3.066.88

Uji Normalitas

Pada bagian ini akan dilakukan pengujian asumsi normalitas sisaan menggunakan Kolmogorov-Smirnov *test*. Hipotesis untuk pengujian tersebut adalah:

H_0: Sisaan berdistribusi normal

H_1: Sisaan tidak berdistribusi normal

Selanjutnya, dengan bantuan *software* SPSS 22 didapat nilai *significant* sebesar 0,200. Maka dengan α = 0,05 H_0 diterima sebab nilai *Asymp*. *Sig* = 0,200 > α = 0,05 yang artinya sisaan berdistribusi normal.

Uji Heteroskedastisitas

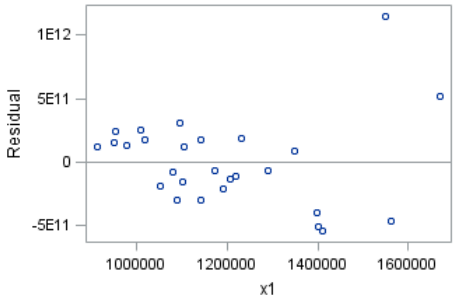
Pada bagian ini untuk mendeteksi ada tidaknya masalah heteroskedastisitas varians sisaan akan dilakukan pengujian asumsi menggunakan Glejser *test*, Hipotesis untuk pengujian tersebut adalah:

H_0: $\sigma_i \neq 0;\ i = 1,2,3$ (varians sisaan heteroskedastisitas)

H_1: $\sigma_i = 0;\ i = 1,2,3$ (varians sisaan homoskedastisitas)

Selanjutnya dengan bantuan *software* SPSS 22 dan dengan menggunakan α = 0,05 maka pada variabel PPD (*X1*) H_0 diterima sebab nilai *sig* = 0,019 < $\alpha = 0,05$ yang artinya telah terjadi masalah heteroskedastisitas varians pada variabel bebas PPD (*X1*).

Selanjutnya untuk mendeteksi masalah heteroskedastisitas bertipe BDR akan dilakukan uji visual sebaran plot *studentized residual* (sisaan) dengan variabel PPD (*X1*) Berdasarkan uji visual yang dilakukan menggunakan *software* SAS 9.2 yaitu:



Gambar 3. Plot Residual vs PPD

Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa plot *studentized residual* (sisaan) dengan variabel bebas PPD (*X1*) memiliki pola yang mengecil kemudian membesar sehingga terbentuklah cekungan seperti pola sayap kupu-kupu yang dinamakan heteroskedastisitas tipe *Butterfly Distributed Residual* (BDR).

Penaksiran Parameter Koefisien Regresi

Mencari Nilai Parameter Regresi dengan Metode Kuadrat Terkecil (MKT)

Untuk menentukan model regresi linear berganda, langkah pertama yang dilakukan adalah menaksir koefisien regresi, yaitu mencari nilai estimasi parameter ($\hat{\beta}$) dengan Persamaan (2.3). Dengan bantuan *software* SAS 9.2 pada MKT diperoleh nilai estimasi parameter ($\hat{\beta}$) sebagai berikut:

$$\hat{\beta} = \begin{bmatrix} -1.925.320.000.000 \\ 1.736.701 \\ 199.180 \\ 5.300.242 \end{bmatrix}$$

Maka model regresi linear berganda untuk PPD, JP dan PDRB terhadap PAD dapat ditulis sebagai berikut:

$$PAD = -1.925.320.000.000 + 1.736.701(PPD) + 199.180(\text{JP}) + 5.300.242(PDRB)$$

Dari model di atas dapat di interpretasikan bahwa:

1. Koefisien konstanta yaitu β_0 sebesar 1.925.320.000.000 berarah negatif artinya jika PPD, JP dan PDRB adalah 0, maka PAD akan turun sebesar Rp. 1.925.320.000.000 triliun rupiah.
2. Koefisien regresi variabel PPD yaitu β_1 sebesar 1.736.701berarah positif artinya setiap peningkatan pada jumlah PPD sebesar 1 satuan, dimana JP dan PDRB tetap, maka PAD akan meningkat sebesar Rp. 1.736.701 juta rupiah.
3. Koefisien regresi variabel JP yaitu β_2 sebesar 199.180berarah positif artinya setiap

peningkatan pada JP sebesar 1 satuan, dimana PPD dan PDRB tetap, maka PAD akan meningkat sebesar 199.180 ribu jiwa.

4. Koefisien regresi variabel PDRB yaitu β_3 sebesar 5.300.242 berarah positif artinya setiap peningkatan pada jumlah PDRB sebesar 1 satuan, dimana PPD dan JP tetap, maka PAD akan meningkat sebesar Rp. 5.300.242 juta rupiah.

Selanjutnya adalah mencari nilai sisaan (r_i) menggunakan penduga OLS dengan Persamaan (2.2)

Memperoleh Titik Pusat dari Residu Mutlak dan Menghasilkan Parameter Regresi Baru

Untuk memperoleh nilai titik pusat ($\widehat{m}$) maka dicari dulu nilai $\alpha_1\alpha_2$ berdasarkan Persamaan (2.9) sebagai parameter baru. Dengan bantuan *software* SAS 9.2 diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\hat{\alpha} = \begin{bmatrix} \hat{\alpha}_0 \\ \hat{\alpha}_1 \\ \hat{\alpha}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 287.890.000.000 \\ -33.710.000.000 \\ 1.758.150.000 \end{bmatrix}$$

Dari nilai $\alpha_1\alpha_2$ di atas maka didapat nilai titik pusat ($\widehat{m}$) berdasarkan Persamaan (2.12) yaitu:

$$\widehat{m} = 9{,}5864244$$

Mencari nilai variabel eksternal terpusat (O_i) dengan Persamaan (2.11), selanjutnya cari nilai $\theta_1\theta_2$ sebagai parameter regresi baru berdasarkan Persamaan (2.13). Dengan bantuan *software* SAS 9.2 didapat nilai $\theta_1\theta_2$ yaitu:

$$\theta_1 = -3.407.200.000 \text{ dan } \theta_2 = 2.692.210.000$$

Dengan nilai $\theta_1\theta_2$ maka nilai $|\widehat{r_i}|$ dapat dihitung berdasarkan Persamaan (2.14).

Mendapatkan Estimasi Bobot Berdasarkan Nilai *Loglikelihood*

Menentukan nilai skalar yang memaksimumkan fungsi *loglikelihood* ($\gamma \in [-2{,}2]$) dengan bantuan *software* SAS 9.2 dan diperoleh nilai yaitu:

$$\gamma = -0{,}5$$

Setelah didapatkan nilai yang memaksimumkan fungsi *loglikelihood* selanjutnya nilai estimasi bobot ($\widehat{W}_i$) dapat dihitung berdasarkan Persamaan (2.15).

Penaksiran Parameter Koefisien Regresi dengan Metode *Weight Estimation by Re-Estimated Absolute Residuals* (WRAR)

Nilai estimasi parameter regresi baru diperoleh berdasarkan Persamaan (2.18). Dengan bantuan *software* SAS 9.2 didapat nilai estimasi parameter regresi baru yaitu:

$$\hat{\beta}_w = \begin{bmatrix} -1.312.740.000.000 \\ 1.297.371 \\ 173.988 \\ 4.434.375 \end{bmatrix}$$

Maka model regresi linear berganda dengan metode WRAR untuk variabel PPD, JP dan PDRB terhadap PAD dapat ditulis sebagai berikut:

PAD = $-1.312.740.000.000 + 1.297.371$ (*PPD*) + 173.988 (*JP*) + 4.434.375 (*PDRB*)

Dari model di atas dapat di interpretasikan bahwa:

1. Koefisien konstanta yaitu β_0 sebesar 1.312.740.000.000 berarah negatif artinya jika PPD, JP dan PDRB adalah 0, maka PAD akan turun sebesar Rp. 1.312.740.000.000 triliun rupiah.
2. Koefisien regresi variabel PPD yaitu β_1 sebesar 1.297.371 berarah positif artinya setiap peningkatan pada jumlah PPD sebesar 1 satuan, dimana JP dan PDRB tetap, maka PAD akan meningkat sebesar Rp. 1.297.371 juta rupiah.
3. Koefisien regresi variabel JP yaitu β_2 sebesar 173.988 berarah positif artinya setiap peningkatan pada JP sebesar 1 satuan, dimana PPD dan PDRB tetap, maka PAD akan meningkat sebesar 173.988 ribu jiwa.
4. Koefisien regresi variabel PDRB yaitu β_3 sebesar 4.434.375 berarah positif artinya setiap peningkatan pada jumlah PDRB sebesar 1 satuan, dimana PPD dan JP tetap, maka PAD akan meningkat sebesar Rp. 4.434.375 juta rupiah.

Menghitung Nilai *Mean Square Error* (MSE)

Perhitungan nilai MSE untuk metode OLS berdasarkan Persamaan (2.29) dan untuk metode WRAR berdasarkan Persamaan (2.20) menggunakan *software* SAS 9.2 hasilnya yaitu:

Tabel 2. Nilai MSE Metode OLS dan Metode WRAR

Mean Square Error	
OLS	**WRAR**
1,431927E+23	4,09231E+17

Pada Tabel 2 terlihat bahwa nilai MSE menurun setelah dilakukan pembobotan dengan metode WRAR. Menurunnya nilai MSE menggunakan metode WRAR maka menunjukan bahwa metode WRAR lebih baik digunakan dari pada metode OLS untuk kasus heteroskedastisitas tipe BDR.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian pada data Pendapatan Asli Daerah (PAD) Provinsi Jawa Barat tahun 2018 yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa metode *Weight Estimation by Re-Estimated Absolute Residuals* (WRAR) pada data heteroskedastisitas varians sisaan tipe *Butterfly Distributed Residual* (BDR) telah menghasilkan nilai parameter regresi baru yang lebih efisien daripada nilai parameter regresi yang diperoleh berdasarkan metode *Ordinary Least Square* (OLS) karena nilai MSE yang kecil menunjukkan tingkat kesalahan (*error*) yang lebih rendah,

5. Saran

Penelitian ini dilakukan untuk estimasi parameter regresi baru bagi peneliti selanjutnya dapat dilakukan uji lanjutan untuk mengoreksi apakah masih terdapat masalah heteroskedastiaitas varians atau tidak. Selain itu penelitian ini dapat dikembangkan selanjutnya dengan menambahkan variabel yang belum diteliti untuk menghasilkan pemodelan yang lebih baik.

Daftar Pustaka

[1] Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat. (2019).

[2] Celik, R. (2015). *Stabilizing heteroscedasticity for butterfly-distributed residuals by the weighting absolute centred*. *Appl. Stat*., (42) 705–721.

[3] Çelik, R., & Erar, A. (2016). *An Alternative Method Correcting BDR Type of Heteroskedasticity by the Weighting Re-Estimated Absolute Residuals*. *Communications in Statistics - Theory and Methods, 46(23), 11514–11538.*

[4] Ghozali, I. (2005). *Aplikasi Analisis Multivariate dengan SPSS.* Semarang: Badan Penerbit UNDIP.

[5] Suliadi. (2017). *Bahan Ajar Analisis Regresi*. Bandung: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Bandung.

[6] Syukriyah, A. (2011). *Analisis Heteroskedastisitas Pada Regresi Linear Berganda*. Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas islam Negeri Mulana Malik Ibrahim Malang.