

---

# Model Regresi *Robust* dengan Metode Estimasi M, Estimasi S dan Estimasi MM untuk Produksi Beras di Nusa Tenggara Timur

Katarina K. Gasul<sup>1</sup>, Astri Atti<sup>2\*</sup>, Maria A. Kleden<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana Kupang-NTT, Indonesia  
email: astri\_atti@yahoo.com

## Abstract

In the regression analysis, the amount of rice production that far exceeds the general production can be categorized as outlier data. The existence of outliers causes the use of the least squares method to estimate parameters to be deemed inappropriate. To deal with outlier data, it is necessary to use methods that are robust or resistant to outlier data. Robust is defined as insensitivity or rigidity to outlier data. The purpose of this study is to obtain a robust regression model using the M estimation, S estimation and MM estimation methods and determine the factors that have a significant effect on rice production in East Nusa Tenggara Province. The model using the S estimation method is the best model, namely  $y = 3,895.023 + 1.870 X_1 - 60.926 X_5$  and the factors that have a significant effect on rice production are harvested area and air temperature.

**Keywords:** Robust regression, M estimate, S estimate, MM estimate.

## Abstrak

Dalam analisis regresi, adanya jumlah produksi beras yang jauh melampaui produksi secara umum dapat dikategorikan sebagai data pencilan. Adanya pencilan menyebabkan penggunaan metode kuadrat terkecil untuk mengestimasi parameter dirasa kurang tepat. Untuk mengatasi data pencilan perlu menggunakan metode yang bersifat *robust* atau tahan terhadap data pencilan. *Robust* diartikan sebagai ketidaksensitifan atau ketegaran terhadap data pencilan. Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh model regresi *robust* menggunakan metode estimasi M, estimasi S dan estimasi MM dan menentukan faktor yang berpengaruh signifikan terhadap produksi beras di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Model menggunakan metode estimasi S merupakan model terbaik, yaitu  $y = 3.895,023 + 1,870 X_1 - 60,926 X_5$  dan faktor yang berpengaruh signifikan terhadap produksi beras adalah luas panen dan suhu udara.

**Kata kunci:** regresi *robust*, estimasi M, Estimasi S, estimasi MM.

## 1. Pendahuluan

Beras menjadi komoditas yang strategis dalam perekonomian dan ketahanan pangan nasional serta menjadi basis utama dalam revitalisasi pertanian ke depan. Beras menjadi sangat penting karena kurang lebih 95 persen dari jumlah penduduk mengkonsumsi beras sebagai bahan makanan pokok [1]. Produksi beras di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya. Berdasarkan hasil survei Kerangka Sampel Area (KSA) oleh Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa pada tahun 2020 produksi beras mencapai sekitar

31,33 juta ton atau meningkat sebesar 21,46 ribu ton atau 0,07 persen dibandingkan produksi beras tahun 2019 [2].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fransisca Erna Teda, Fredrik L. Benu dan Wiendiyati yang menjelaskan bahwa faktor luas panen dapat mempengaruhi produksi beras di NTT [3]. Faktor seperti ini dapat memicu perbedaan produksi untuk masing-masing kabupatennya. Adanya perbedaan ini menimbulkan data pencilan. Untuk estimasi parameter data pencilan dibutuhkan metode yang tahan terhadap data pencilan seperti regresi *robust*. Tujuan utama dari regresi *robust* adalah memperoleh hasil yang stabil sekalipun terdapat pencilan [4]. *Robust* yaitu ketidaksensitifan atau ketegaran terhadap data yang mengandung pencilan. Regresi *robust* digunakan untuk mendeteksi pencilan dan memberikan hasil yang resisten terhadap pencilan [5].

Estimasi M merupakan salah satu metode dalam regresi *robust* untuk mengestimasi parameter yang disebabkan oleh data pencilan. Estimasi ini dikatakan “*tipe maksimum likelihood*” karena mempunyai sifat tak bias dan varians minimum. Estimasi ini meminimumkan fungsi objektif dari residualnya. Fungsi objektif adalah fungsi yang digunakan untuk mencari fungsi pembobot pada regresi *robust* [6].

Estimasi S merupakan metode yang mempunyai nilai *high breakdown point*. Estimasi ini merupakan solusi dengan kemungkinan terkecil dari penyebaran residual. Estimasi S mengestimasi berdasarkan skala. Skala yang digunakan adalah standar deviasi residual [7]. Metode Momen merupakan gabungan dari estimasi S yang mempunyai *high breakdown point* dan estimasi M yang mempunyai efisiensi yang tinggi [8]. Estimasi MM menggunakan fungsi pembobot *Tukey Bisquare* dan tahapan estimasi parameter menggunakan metode *Weighted Least Square*. Sebagaimana pada estimasi M, estimasi MM menggunakan *Iteratively Reweighted Least Squares* (IRLS) untuk mencari estimasi parameter [9].

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Novian Bayu Hartono yang menjelaskan bahwa metode yang tepat dalam menangani masalah *outlier* dapat menggunakan regresi *robust* dan untuk masalah heteroskedastisitas dapat menggunakan metode *Weight Least Square* [10].

## **2. Material dan Metode**

### **2.1 Jenis Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian *kuantitatif* dengan metode regresi *robust* yaitu estimasi M, estimasi S dan estimasi MM untuk memprediksi model dan mengetahui faktor signifikan berpengaruh terhadap produksi beras di NTT.

### **2.2 Sumber dan Variabel Penelitian**

Data yang digunakan dalam penelitian berupa data sekunder tahun 2021 yang diperoleh dari BPS dan Dinas Pertanian berupa data produksi beras dan faktor-faktor yang berpengaruh. Banyaknya unit penelitian adalah 22 Kabupaten/Kota di Provinsi Nusa

Tenggara Timur. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Mahananto S. Sutrisno dan Candra F. Ananda (2009) [11], variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah produksi beras di NTT.
2. Variabel bebas yang digunakan adalah luas panen ( $X_1$ ), curah hujan ( $X_2$ ), jumlah pupuk ( $X_3$ ), jumlah hari hujan ( $X_4$ ) dan Suhu udara ( $X_5$ ).

### 2.3 Langkah Analisis Data

1. Menyiapkan data sekunder untuk penelitian
2. Melakukan uji asumsi klasik.
3. Mencari koefisien regresi dengan metode OLS.
4. Menguji signifikansi parameter OLS.
5. Menguji adanya data pencilan dengan metode DFFITS
6. Menganalisis model regresi *robust* dengan estimasi M, estimasi S dan estimasi MM.

#### 2.3.1 Estimasi M

- a. Menghitung parameter awal  $\hat{\beta}^0, \hat{\beta}^1, \hat{\beta}^2, \hat{\beta}^3, \hat{\beta}^4, \hat{\beta}^5$
- b. Menghitung nilai sisaan  $e_i = y_i - \hat{y}_i$
- c. Menghitung nilai skala regresi *robust* estimasi M:

$$\hat{\sigma}_M = \frac{MAD}{0,6745} = \frac{\text{median } |e_i - \text{median}(e_i)|}{0,6745}$$

- d. Menghitung nilai  $u_i = \frac{e_i}{\hat{\sigma}_M}$
- e. Menghitung nilai pembobot

$$w_i = \begin{cases} \left[ 1 - \left( \frac{u_i}{4,685} \right)^2 \right]^2 & , |u_i| \leq 4,685 \\ 0 & , |u_i| > 4,685 \end{cases}$$

- f. Menghitung parameter  $\hat{\beta}_M$  dengan metode WLS dengan pembobot  $w_M$ .
- g. Mengulangi langkah  $b - f$  sampai diperoleh nilai  $\hat{\beta}_M$  yang konvergen.

#### 2.3.2 Estimasi S

- a. Menghitung parameter awal  $\hat{\beta}^0, \hat{\beta}^1, \hat{\beta}^2, \hat{\beta}^3, \hat{\beta}^4, \hat{\beta}^5$  dengan MKT.
- b. Menghitung nilai sisaan  $e_i = y_i - \hat{y}_i$
- c. Menghitung nilai skala regresi *robust* estimasi S

$$\hat{\sigma}_S = \sqrt{\frac{1}{nK} \sum_{i=1}^n w_i e_i^2}$$

d. Menghitung nilai  $u_i = \frac{e_i}{\hat{\sigma}_S}$

e. Menghitung pembobot

$$w_i = \begin{cases} \left[ 1 - \left( \frac{u_i}{1,547} \right)^2 \right]^2, & |u_i| \leq 1,547 \\ 0 & , |u_i| > 1,547 \end{cases}$$

f. Menghitung parameter  $\hat{\beta}_S$  dengan metode WLS dengan pembobot  $w_S$ .

g. Mengulangi langkah  $b - f$  sampai diperoleh nilai  $\hat{\beta}_S$  yang konvergen.

### 2.3.3 Estimasi MM

a. Menghitung nilai sisaan  $e_i = y_i - \hat{y}_i$  dari estimasi S

b. Menghitung skala estimasi  $\hat{\sigma}_i$  yang terdapat pada langkah a.

c. Menghitung nilai  $u_i = \frac{e_i}{\hat{\sigma}_i}$

d. Menghitung nilai pembobot

$$w_{MM} = \begin{cases} \left[ 1 - \left( \frac{u_i}{4,685} \right)^2 \right]^2, & |u_i| \leq 4,685 \\ 0 & , |u_i| > 4,685 \end{cases}$$

e. Menghitung parameter  $\hat{\beta}_{MM}$  dengan metode *weighted least square* dengan pembobot  $w_i$

f. Mengulangi langkah  $a - e$  sampai diperoleh nilai  $\hat{\beta}_{MM}$  yang konvergen.

g. Pemilihan model optimal

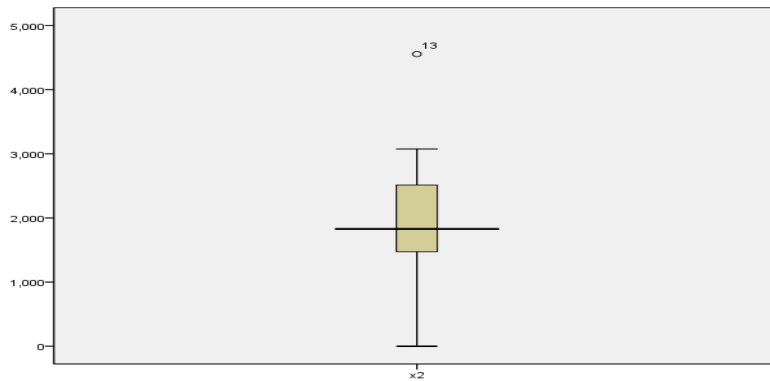
h. Melakukan interpretasi hasil analisis.

## 3. Hasil dan Diskusi

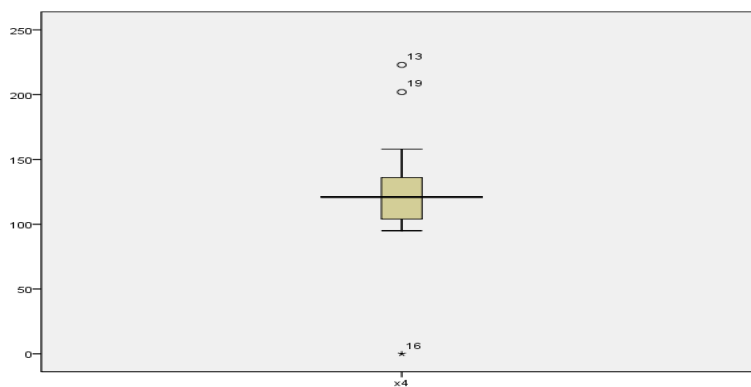
### 3.1 Analisis Deskriptif

Tabel 3.1 Statistika Deskriptif Variabel Penelitian

Variabel	Minimum	Maksimum	Mean
Produksi beras	448,00	59.085,0	19.485,59
Luas Panen	220,00	20.641,0	7.950,09
Curah hujan	0,00	4.556,0	1.969,23
Jumlah pupuk	12,17	7.285,0	2.695,14
Jumlah hari hujan	0,00	223,0	122,00
Suhu udara	0,00	28,3	11,02



Gambar 3.1 Hasil Uji Pencilan dengan Boxplot Variabel X<sub>2</sub>



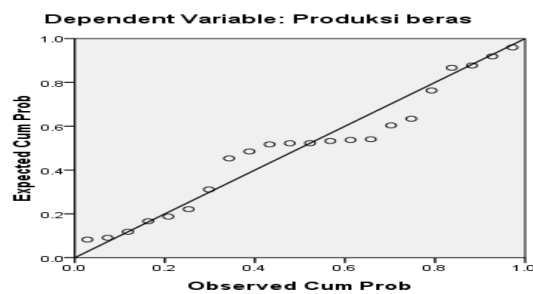
Gambar 3.2 Hasil Uji Pencilan dengan Boxplot Variabel X<sub>4</sub>

Gambar 3.1 menampilkan adanya pencilan pada variabel curah hujan ( $X_2$ ) pada data ke-13 dan Gambar 3.2 yang menunjukkan adanya pencilan pada variabel jumlah hari hujan ( $X_4$ ) pada data ke-13, 19 dan 16.

### 3.2 Analisis Data

1. Uji Asumsi Klasik Regresi Linier Berganda
  - a. Uji Normalitas

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



Gambar 3.3 P-P Plot Uji Normalitas

Gambar 3.3 menyajikan grafik P-P Plot yang menunjukkan data menyebar sekitar garis diagonal dan mengikuti arah garis diagonal. Dari kondisi grafik dinyatakan bahwa data berdistribusi normal. Adapun uji normalitas dengan uji *kolmogorov-Smirnov* ditinjau dari Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Hasil Uji Normalitas

<i>One sample kolmogorov-smirnov</i>	<i>Unstandardized Residual</i>
<i>Asymp.Sig (2-tailed)</i>	0,815

Tabel 3.2 memperlihatkan nilai  $p_{value} = 0,815 > \alpha = 0,1$ . Jadi dapat disimpulkan bahwa residual data berdistribusi normal.

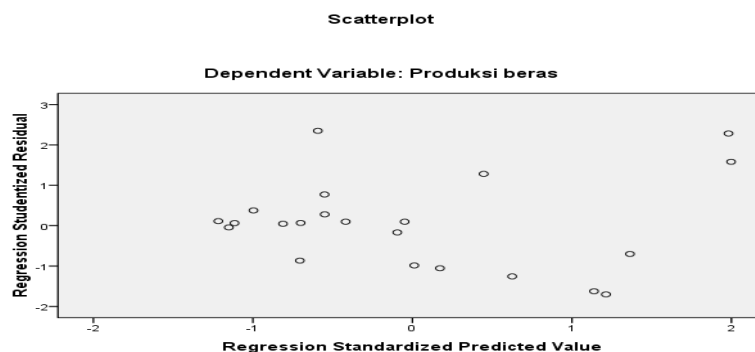
b. Uji Multikolinieritas

Tabel 3.3 Hasil Uji Multikolinieritas

Variabel	Toleransi	Nilai <i>VIF</i>
Luas panen	0,168	5,967
Curah hujan	0,254	3,938
Jumlah pupuk	0,167	6,006
Jumlah hari hujan	0,242	4,128
Suhu udara	0,899	1,113

Tabel 3.3 menunjukkan nilai *VIF* dari masing-masing variabel. Diperlihatkan bahwa nilai *VIF* dari masing-masing variabel kurang dari sepuluh. Diduga tidak terjadi multikolinieritas atau tidak ada hubungan antar variabel bebas.

c. Uji Heteroskedastisitas



Gambar 3.4 Hasil *scatterplot* uji heteroskedastisitas

Gambar 3.4 memperlihatkan grafik *scatterplot* yang menunjukkan titik-titik menyebar secara acak, tidak membentuk sebuah pola tertentu yang jelas, serta tersebar

baik di atas maupun di bawah angka 0 pada sumbu Y. Dari kondisi grafik tersebut menunjukkan tidak terjadi heteroskedastisitas atau data bersifat homoskedastisitas.

Tabel 3.4 Hasil Uji Heteroskedastisitas dengan Uji Glejser

Variabel	<i>t</i>	Signifikan
Luas panen	4,157	0,001
Curah hujan	1,655	0,117
Jumlah pupuk	-1,382	0,186
Jumlah hari hujan	-2,665	0,017
Suhu udara	1,046	0,311

Hasil uji tersebut nilai signifikansi kurang dari 0,1 yaitu variabel luas panen dan jumlah hari hujan yang menjadi pemicu heteroskedastisitas terhadap model.

## 2. Uji Signifikansi Parameter Linier Berganda

### a. Uji Simultan (Uji F)

Hipotesis yang digunakan untuk uji signifikansi parameter secara serentak pada model regresi adalah sebagai berikut.

$$F_{tabel} = F_{k;n-k} = F_{5;22-5} = F_{5;17} = 2,81$$

Tabel 3.5 Pengujian Model Regresi Linier Berganda Secara Serentak

Sumber Variasi	Df	Jumlah Kuadrat	Rata-rata kuadrat	$F_{hitung}$	$p_{value}$
Regresi	5	5,391	1,078	53,510	0,000
Error	16	3,224	2,015		
Total	21	5,713			

Taraf signifikansi ( $\alpha$ ) = 10%

Berdasarkan Tabel 3.5 diketahui nilai  $F_{hitung} = 53,510 > F_{tabel} = 2,81$  atau  $p_{value} = 0,000 < \alpha = 0,1$  maka  $H_0$  ditolak yang artinya bahwa model regresi linier berganda secara serentak menghasilkan minimal satu variabel bebas yang berpengaruh terhadap variabel terikat.

### b. Uji Parsial (Uji t)

Uji parsial bertujuan untuk menentukan pengaruh signifikan dari masing-masing variabel bebas terhadap variabel terikat.

$$t_{tabel} = t_{\frac{\alpha}{2};n-k-1} = t_{0,05;16} = 1,746$$

Hasil uji parsial diterangkan pada Tabel 3.6 dapat diuraikan sebagai berikut: Pada variabel luas panen nilai  $t_{hitung} = 6,224 > t_{tabel} = 1,746$  atau  $p_{value} = 0,000 < \alpha = 0,1$ , artinya  $H_0$  ditolak. Dengan demikian variabel Luas panen berpengaruh signifikan

terhadap variabel produksi. Sedangkan variable Curah hujan, Jumlah Pupuk, Jumlah hari hujan, dan Suhu udara tidak berpengaruh secara signifikan terhadap hasil produksi.

Tabel 3.6 Penaksiran Parameter Regresi Setelah Uji Parsial

Variabel	Koefisien regresi	$t_{hitung}$	$pvalue$
Konstanta	-5.590,254	-1,768	0,096
Luas panen	2,378	6,224	0,000
Curah hujan	-0,039	-0,019	0,985
Jumlah pupuk	0,126	0,105	0,918
Jumlah hari hujan	46,286	0,988	0,338
Suhu udara	21,797	0,288	0,777

Tabel 3.6 mendeskripsikan hasil estimasi parameter dan hasil uji parsial. Model regresi linier berganda yang dapat dibentuk adalah

$$y = -5.590,254 + 2,378 X_1 \quad (3.1)$$

### c. Koefisien Determinasi

Koefisien Determinasi atau  $R^2$  digunakan untuk melihat besarnya keragaman variable terikat yang dapat dijelaskan oleh variable bebas. Hasil Pengujian nilai koefisien determinasi dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Hasil Uji Koefisien Determinasi

Model Summary			
R	R Square	Adjusted R Square	Standar Error
0,971	0,944	0,926	4488,767

Nilai koefisien determinasi yang dihasilkan dari model regresi linier berganda adalah  $R^2 = 94,4\%$  dan  $R_{Adj}^2 = 92,6\%$ . Hal ini berarti bahwa keragaman variabel terikat yang dapat dijelaskan oleh variable bebas sebesar 94,4% sedangkan sisanya sebesar 5,60% dijelaskan oleh variabel lain di luar model.

### 3.3 Uji Pencilan

Pencilan merupakan data yang nilainya jauh dari pola data pada umumnya. Pencilan dapat dikatakan sebagai suatu pengamatan yang bertentangan atau tidak konsisten terhadap pengamatan yang lain.

Tabel 3.8 Nilai  $DFFITs$  pada Data Pencilan Berpengaruh

Kabupaten	$DFFITs$	$ DFFITs $
Sumba Timur	-1,191	1,191



Kupang	-1,294	1,294
Manggarai	1,690	1,690
Manggarai Barat	2,261	2,261
Sumba Tengah	3,801	3,801

Hasil deteksi dengan uji DFFITS menunjukkan Kabupaten dengan pencilan berpengaruh adalah Sumba Timur, Kupang, Manggarai, Manggarai Barat dan Sumba Tengah atau pada data ke-2, 3, 13, 15 dan 16.

### 3.4 Model Regresi Robust

Regresi *robust* merupakan metode dengan sifat *resisten* atau kekar terhadap data pencilan. Metode yang digunakan dalam regresi *robust* untuk mengestimasi parameter dengan data pencilan adalah estimasi M, estimasi S dan estimasi MM. Hasil estimasi parameter dengan menggunakan estimasi M, estimasi S, dan estimasi MM adalah sebagai berikut.

#### 1. Model Regresi dengan Estimasi M

Tabel 3.9 Hasil Estimasi Parameter Regresi *Robust* Estimasi M

Variabel	Koefisien regresi	<i>t</i> <sub>hitung</sub>	<i>p</i> <sub>value</sub>
Konstanta	912,446	0,484	0,627
Luas panen	2,174	9,561	0,000
Curah hujan	-1,122	-0,895	0,370
Jumlah pupuk	-0,825	-1,152	0,249
Jumlah hari hujan	38,915	1,396	0,162
Suhu udara	-78,636	-1,744	0,081

Tabel 3.9 menyajikan nilai koefisien regresi dan hasil uji parsial. Model regresi dari estimasi M yang dapat dibentuk adalah

$$y = 912,446 + 2,174X_1 - 78,636X_5 \quad (3.2)$$

Hasil uji parsial model estimasi M dapat diuraikan sebagai berikut.

##### a. Variabel luas panen

Pada variabel luas panen nilai  $t_{hitung} = 9,561 > t_{tabel} = 1,746$  atau  $p_{value} = 0,000 < \alpha = 0,1$ , artinya  $H_0$  ditolak. Dapat dinyatakan bahwa variabel luas panen berpengaruh signifikan terhadap variabel produksi.

##### b. Variabel suhu udara

Untuk variabel suhu udara nilai  $t_{hitung} = 1,744 > t_{tabel} = 1,746$  atau  $p_{value} = 0,081 < \alpha = 0,1$ , artinya  $H_0$  ditolak. Jadi dapat disimpulkan bahwa variabel suhu udara berpengaruh signifikan terhadap variabel produksi.

Nilai koefisien determinasi  $R^2 = 70,34\%$  dan  $R^2_{Adj} = 61,07\%$ . Hal ini mempunyai arti bahwa kemampuan variabel bebas mempengaruhi variabel terikat sebesar 70,34%. Sedangkan sisanya sebesar 29,66% dijelaskan oleh variabel lain di luar model.

## 2. Model Regresi dengan Estimasi S

Estimasi S menggunakan nilai residual dari estimasi M sehingga estimasi ini dilakukan setelah estimasi M. Hasil estimasi parameter dan uji dengan estimasi S dapat diperlihatkan sebagai berikut.

Tabel 3.10 Estimasi Parameter Regresi *Robust* dengan Estimasi S

Variabel	Koefisien regresi	$t_{hitung}$	$pvalue$
Konstanta	3.895,023	2,807	0,005
Luas panen	1,870	11,158	0,000
Curah hujan	-0,334	-0,361	0,718
Jumlah pupuk	0,086	0,163	0,870
Jumlah hari hujan	-8,391	-0,408	0,683
Suhu udara	-60,926	-1,834	0,067

Tabel 3.10 memperlihatkan nilai koefisien regresi dan hasil uji parsial dari metode estimasi S. Model yang dapat dibentuk dari estimasi S adalah

$$y = 3.895,023 + 1,870 X_1 - 60,926 X_5 \quad (3.3)$$

Tabel 3.10 menampilkan hasil uji parsial dari masing-masing variabel bebas yang dapat dideskripsikan sebagai berikut

### a) Variabel luas panen

Variabel luas panen mempunyai nilai  $t_{hitung} = 11,158 > t_{tabel} = 1,746$  atau  $p_{value} = 0,000 < \alpha = 0,1$ , artinya  $H_0$  ditolak. Dapat dinyatakan bahwa variabel luas panen berpengaruh signifikan terhadap variabel produksi.

### b) Variabel suhu udara

Untuk variabel suhu udara nilai  $t_{hitung} = 1,833 > t_{tabel} = 1,746$  atau  $p_{value} = 0,067 < \alpha = 0,1$ , artinya  $H_0$  ditolak. Dengan demikian variabel suhu udara berpengaruh signifikan terhadap variabel produksi.

Persamaan (3.3) mempunyai nilai koefisien determinasi  $R^2 = 84,48\%$ ,  $R^2_{Adj} = 79,63\%$ . Hal ini berarti bahwa kemampuan variabel bebas mempengaruhi variabel terikat sebesar 84,48%. Sedangkan sisanya sebesar 15,52% dijelaskan oleh variabel lain yang tidak terdapat dalam model.

### 3. Model Regresi dengan Estimasi MM

Tabel 3.11 Estimasi Parameter Regresi *Robust* dengan estimasi MM

Variabel	Koefisien regresi	$t_{hitung}$	$p_{value}$
Konstanta	652,483	0,345	0,730
Luas panen	2,234	9,780	0,000
Curah hujan	-0,926	-0,735	0,462
Jumlah pupuk	-1,017	-1,415	0,157
Jumlah hari hujan	39,436	1,408	0,159
Suhu udara	-80,069	-1,768	0,077

Model regresi yang dapat dibentuk dari estimasi parameter dengan metode estimasi MM setelah uji parsial adalah sebagai berikut.

$$y = 652,483 + 2,234 X_1 - 80,069 X_5 \quad (3.4)$$

Hasil uji parsial pada estimasi MM dapat diinterpretasikan sebagai berikut.

a) Variabel luas panen

Variabel luas panen mempunyai nilai  $t_{hitung} = 9,780 > t_{tabel} = 1,746$  atau  $p_{value} = 0,000 < \alpha = 0,1$ , artinya  $H_0$  ditolak. Dengan demikian variabel luas panen berpengaruh signifikan terhadap variabel produksi.

b) Variabel suhu udara

Variabel suhu udara mempunyai nilai  $t_{hitung} = 1,767 > t_{tabel} = 1,746$  atau  $p_{value} = 0,077 < \alpha = 0,1$ , artinya  $H_0$  ditolak. Dengan demikian variabel suhu udara berpengaruh signifikan terhadap variabel produksi.

Berdasarkan model (3.4) diperoleh nilai koefisien determinasi  $R^2 = 74,31\%$ ,  $R^2_{adj} = 66,28\%$ . Hal ini berarti bahwa variabel bebas memberikan pengaruh terhadap variabel terikat sebesar 74,31% dan sisanya sebesar 25,69% dijelaskan oleh variabel lain di luar model.

### 3.5 Model Regresi Optimal

Kriteria model optimal dari masing-masing estimasi adalah sebagai berikut.

Tabel 3.12 Nilai  $R^2$ ,  $R^2_{Adj}$  dan  $MSE$

Kriteria	Estimasi M	Estimasi S	Estimasi MM
$R^2$	70,34%	<b>84,48%</b>	74,31%
$R^2_{Adj}$	61,07%	<b>79,63%</b>	66,28%
$MSE$	3,36	4,65	<b>3,26</b>

Tabel 3.12 menunjukkan estimasi S sebagai model Optimal. Berdasarkan kriteria model regresi optimal yaitu nilai koefisien determinasi atau  $R^2 = 84,48\%$  dan  $R^2_{Adj} = 79,63\%$  dari estimasi S yang lebih besar dari estimasi M dan estimasi MM. Model optimal adalah model dengan estimasi S adalah sebagai berikut.

$$y = 3.895,023 + 1,870 X_1 - 60,925 X_5 \quad (3.3)$$

### 3.6 Pembahasan

Model optimal adalah model dengan estimasi S dengan melihat nilai  $R^2 = 84,48\%$  dan  $R^2_{adj} = 79,63\%$  yang lebih besar dibandingkan dengan estimasi lainnya. Model estimasi S menunjukkan bahwa variabel luas panen ( $X_1$ ) mempunyai pengaruh signifikan terhadap jumlah produksi beras di Provinsi Nusa Tenggara Timur pada tahun 2021. Apabila terjadi penambahan satu hektar luas panen mengakibatkan jumlah produksi beras meningkat. Terdapat beberapa kabupaten yang mengalami penurunan luas panen salah satunya disebabkan dampak dari otonomi daerah. Permasalahan yang menentukan jumlah produksi beras meningkat ataupun menurun adalah banyaknya lahan potensial yang belum difungsikan dan terjadi pengalihan fungsi lahan menjadi permukiman.

Suhu udara ( $X_5$ ) terhadap jumlah produksi beras mendeskripsikan bahwa suhu udara ( $X_5$ ) berpengaruh signifikan terhadap jumlah produksi beras. Apabila suhu udara meningkat akan mengurangi jumlah produksi beras maupun sebaliknya. Variabel ini menjadi variabel yang sangat berpengaruh signifikan terhadap jumlah produksi beras di Provinsi Nusa Tenggara Timur.

## 4. Kesimpulan

1. Model regresi optimal dalam memprediksi produksi beras di Provinsi Nusa Tenggara Timur pada tahun 2021 adalah model dengan estimasi S (*Scale Estimation*). Bentuk model dengan metode estimasi S adalah sebagai berikut.

$$y = 3.895,023 + 1,870 X_1 - 60,926 X_5$$

2. Dalam model ini dua variabel bebas yaitu luas panen dan suhu udara memberikan pengaruh signifikan terhadap produksi beras di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Sedangkan variabel curah hujan, jumlah pupuk dan jumlah hari hujan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap produksi beras.

## Daftar Pustaka

- [1] Soetrisno dan A. Suwandari. *Pengantar Ilmu Pertanian Agraris Agribisnis Industri*. Malang: Intimedia, 2016.

- [2] Badan Pusat Statistik (BPS). 2021. Produksi Beras menurut Kabupaten/Kota (Ton).<https://ntt.bps.go.id/indicator/53/934/1/produksi-beras-menurut-kabupaten-kota.html> (diakses pada tanggal 16 Maret 2022, 12:57 PM)
- [3] F. E. Teda, F. L. Benu dan Wiendiyati. Upaya Memperbaiki Ekonomi Beras di Provinsi Nusa Tenggara Timur Analisis Data Sekunder Tahun 2003-2017. *Bul. Ilm. Impas*, vol. 21(2), pp. 91–101, 2020.
- [4] S. Candraningtyas, D. Safitri dan D. Ispriyanti. Regresi robust mm- estimator untuk penanganan pencilan pada regresi linier berganda. vol. 2(2005), pp. 395–404, 2013.
- [5] C. Chen. Statistics and Data Analysis Paper 265-27 Robust Regression and Outlier Detection with the Robustreg Procedure.
- [6] D. c Montgomery, E. A. Peck dan G. G. Vining. Introduction Linear Regression Analysis Fifth Edition. 2012.
- [7] F. P. Hidayatulloh, D. Yuniarti dan S. Wahyuningsih. Regresi Robust Dengan Metode Estimasi-S Robust Regression Method To Estimate S. *J. Eksponensial*, vol. 6(2), pp. 163–170, 2015.
- [8] N. Nurdin, Raupong dan A. Islamiyati. Penggunaan Regresi Robust pada Data yang Mengandung Pencilan Dengan Metode Momen. *Jurnal Matematika Statistika dan Komputasi*, vol. 10(2), pp. 114–123, 2014.
- [9] E. D. Pradewi dan Sudarno. Kajian Estimasi- M IRLS Menggunakan Fungsi Pembobot Huber dan Bisquare Tukey pada data Ketahanan Pangan di Jawa Tengah. pp. 1–10.
- [10] N. B. Hartono. *Analisis Outlier dan Heteroskedastisitas dengan Menggunakan Regresi Robust Weight Least Square*. Universitas Negeri Semarang. 2016.
- [11] Mahananto, S. Sutrisno dan C. F. Ananda. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produksi Padi Studi Kasus di Kecamatan Nogosari , Boyolali , Jawa Tengah. *Wacana*, vol. 12(1), 2009.