

**PENDUGAAN PARAMETER REGRESI LINIER BERGANDA
DENGAN REGRESI ROBUST MINIMUM COVARIANCE
DETERMINANT (MCD)**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Statistika

oleh:

NUR KAMILAH SA'DIYAH

155090507111006



**PROGRAM STUDI STATISTIKA
JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG
2019**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PENDUGAAN PARAMETER REGRESI LINIER BERGANDA
DENGAN REGRESI *ROBUST MINIMUM COVARIANCE*
*DETERMINANT (MCD)***

oleh:

NUR KAMILAH SA'DIYAH

155090507111006

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji pada
tanggal 5 Maret 2019 dan dinyatakan memenuhi syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Statistika

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Maria Bernadetha Theresia M.

NIDK. 8891080018

Mengetahui

Ketua Jurusan Statistika

Rahma Fitriani, S.Si., M.Sc., Ph.D

NIP. 197603281999032001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Kamilah Sa'diyah

NIM : 155090507111006

Jurusan : Statistika

Program Studi : Statistika

Skripsi berjudul :

PENDUGAAN PARAMETER REGRESI LINIER BERGANDA DENGAN REGRESI *ROBUST MINIMUM COVARIANCE DETERMINANT (MCD)*

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Isi dari skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini.
2. Apabila di kemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala risiko.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 5 Maret 2019

Yang menyatakan,

NUR KAMILAH SA'DIYAH

NIM. 155090507111006

PENDUGAAN PARAMETER REGRESI LINIER BERGANDA DENGAN REGRESI *ROBUST* MINIMUM COVARIANCE DETERMINANT (MCD)

ABSTRAK

Analisis regresi merupakan metode statistika untuk mengetahui hubungan fungsional antar satu atau lebih peubah prediktor dengan satu peubah respon. Penduga Parameter pada model regresi diperoleh melalui Metode Kuadrat Terkecil (MKT). Jika terdapat pencilan maka MKT tidak dapat diterapkan karena akan menghasilkan penduga yang tidak bersifat BLUE (*Best Linear Unbiased Estimator*). Regresi *robust* merupakan metode alternatif yang menghasilkan penduga parameter yang kekar terhadap pencilan. Salah satu metode regresi *robust* yang memiliki *breakdown value* tinggi adalah *Minimum Covariance Determinant (MCD)*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah *MCD* merupakan metode pendugaan parameter yang terbaik pada data mengandung pencilan dan pengamatan berpengaruh. Hasil dari penelitian ini adalah metode regresi *robust* *MCD* merupakan metode pendugaan parameter terbaik dibandingkan MKT jika diterapkan pada data mengandung pencilan dan pengamatan berpengaruh dilihat dari nilai koefisien determinasi terkoreksi (R_{Adj}^2).

Kata Kunci: Regresi linier berganda, pencilan, *robust*, *MCD*

MULTIPLE LINIER REGRESSION ESTIMATION WITH ROBUST MINIMUM COVARIANCE DETERMINANT (MCD)

ABSTRACT

Regression analysis is a statistical method to find out the functional relationship between one or more predictor variables with one response variable. Parameter estimator in the regression model are obtained from the Ordinary Least Square (OLS). If there is an outlier, OLS cannot be applied because it will produce a non-BLUE (Best Linear Unbiased Estimator). Robust regression is an alternative method that result in a robust estimator of parameters for outliers. One robust regression method that has a high breakdown value is MCD. This study aims to determine whether the MCD is the best parameter estimation method on data containing influences and influential observations. The results of this study are robust MCD regression method is the best parameter estimation method compared to OLS if applied to data containing outliers and influential observations seen from the adjusted of coefficient determination (R_{Adj}^2).

Keywords: Multiple linear regression, outlier, *robust*, MCD

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufiq, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Pendugaan Parameter Regresi Linier Berganda Dengan Regresi *Robust Minimum Covariance Determinant (MCD)*”.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak sedikit hambatan yang penulis temui. Namun berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, segala hambatan tersebut dapat teratasi. Oleh karena itu, pada kesempatan ini pula penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Maria Bernadetha Mitakda selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, serta motivasi selama proses pembimbingan sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik.
2. Ibu Dr. Suci Astutik, S.Si. M.Si., selaku dosen penguji I atas ilmu, kritik, serta saran yang telah diberikan.
3. Bapak Achmad Efendi, S.Si. M.Sc., Ph.D selaku dosen penguji II atas ilmu, kritik, serta saran yang telah diberikan.
4. Ibu Rahma Fitriani, S.Si. M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Statistika Universitas Brawijaya Malang.
5. Ayah, Ibu, adik dan segenap keluarga atas doa dan dukungan yang selalu diberikan.
6. Lukman Hakim Wicaksono atas motivasi dan bantuan yang telah diberikan.
7. Semua pihak yang telah membantu.

Penyusunan skripsi ini dibuat dengan sebaik-baiknya namun masih jauh dari kesempurnaan dan tentu masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang bersifat membangun sangat dibutuhkan untuk memperbaiki kualitas skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat baik bagi penulis, serta bagi pembaca pada umumnya.

Malang, 2019

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1. Analisis Regresi.....	3
2.2. Analisis Regresi Linier Berganda.....	3
2.3. Pendugaan Parameter dengan Metode Kuadrat Terkecil.....	4
2.4. Pengujian Asumsi Regresi Linier Berganda.....	6
2.4.1 Asumsi Kenormalan Galat.....	6
2.4.2. Kebebasan Antar Galat (Tidak Terdapat Autokorelasi).....	7
2.4.3. Ragam Galat Homogen.....	7
2.4.4. Kebebasan Antar Peubah Prediktor.....	8
2.5. Pencilan.....	9
2.5.1. Pengertian Pencilan.....	9

2.5.2.	Pendeteksian Pencilan.....	9
2.5.3.	Pendeteksian Pengamatan Berpengaruh.....	10
2.6.	Regresi Robust.....	11
2.6.1.	Jarak <i>Robust</i>	11
2.7.	<i>Minimum Covariance Determinant (MCD)</i>	14
BAB III METODE PENELITIAN.....		17
3.1.	Sumber Data.....	17
3.2.	Metode Analisis Data.....	18
3.2.1.	Pendugaan Parameter Regresi Metode 1 (M1) dengan MKT.....	18
3.2.2.	Pengujian Asumsi Regresi Linier Berganda M1	18
3.2.3.	Deteksi Pencilan.....	18
3.2.4.	Deteksi Pengamatan Berpengaruh.....	18
3.2.5.	Pendugaan Parameter Regresi Metode 2 (M2) dengan MKT.....	19
3.2.6.	Pendugaan Parameter Regresi Robust dengan Penduga <i>MCD</i>	19
3.2.7.	Pemilihan Model Terbaik.....	19
3.3.	Diagram Alir.....	19
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....		23
4.1.	Metode 1.....	23
4.1.1.	Hasil Pendugaan Parameter metode 1 (M_1).....	23
4.1.2.	Hasil Pengujian Asumsi Kenormalan Galat.....	23
4.2.	Hasil Pendeteksian Pencilan.....	24
4.2.1.	Pencilan Pada Peubah Prediktor.....	24
4.2.2.	Pencilan pada peubah respon.....	26
4.3.	Hasil Pendeteksian Pengamatan Berpengaruh.....	28
4.3.1.	The Difference In Fit Statistics (DRITS).....	28
4.3.2.	Jarak Cook (<i>Cook's Distance</i>).....	30

4.4.	Metode 2.....	31
4.4.1.	Hasil Pendugaan Parameter metode 2 (M_2).....	31
4.4.2.	Hasil Pengujian asumsi Kenormalan Galat.....	32
4.5.	Minimum Covariance Determinant (MCD).....	32
4.5.1.	Hasil Pengujian asumsi Kenormalan Galat.....	36
4.6.	Hasil Pengujian Parameter Regresi.....	36
4.7.	Pemilihan Model Terbaik.....	38
BAB V. PENUTUP.....		39
5.1.	Kesimpulan.....	39
5.2.	Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....		41
LAMPIRAN.....		43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	20
Gambar 4.1. Diagram Titik Data 1 Berdasarkan <i>Leverage Value</i>	25
Gambar 4.2. Diagram Titik Data 2 Berdasarkan <i>Leverage Value</i>	25
Gambar 4.3. Diagram Titik Data 1 Berdasarkan <i>Studentized Deleted Residual</i>	27
Gambar 4.4. Diagram Titik Data 2 Berdasarkan <i>Studentized Deleted Residual</i>	27
Gambar 4.5. Diagram Titik Data 1 Berdasarkan <i>The Difference In Fit Statistic</i>	29
Gambar 4.6. Diagram Titik Data 2 Berdasarkan <i>The Difference In Fit Statistic</i>	29
Gambar 4.7. Diagram Titik Data 1 Berdasarkan Jarak Cook.....	30
Gambar 4.8. Diagram titik Data 2 Berdasarkan Jarak Cook.....	31

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Sumber Data Penelitian	17
Tabel 4.1. Hasil Pendugaan Parameter Metode 1	23
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Kolmogorov-Smirnov	23
Tabel 4.3. Hasil Pendeteksian Pencilan Pada Peubah Prediktor	24
Tabel 4.4. Hasil Pendeteksian Pencilan Pada Peubah Respon	26
Tabel 4.5. Hasil Pendeteksian Pengamatan Berpengaruh dengan kriteria <i>DFFITSi</i>	28
Tabel 4.6. Hasil Pendeteksian Pengamatan Berpengaruh dengan kriteria <i>CDi</i>	30
Tabel 4.7. Hasil Pendugaan Parameter Metode 2	31
Tabel 4.8. Hasil Pengujian Asumsi Kenormalan Galat	32
Tabel 4.9. Pengamatan Terpilih	32
Tabel 4.10. Vektor Rata-Rata Peubah Prediktor	33
Tabel 4.11. Matriks Ragam-Peragam MCD	33
Tabel 4.12. Jarak Robust	33
Tabel 4.13. Pembobot	34
Tabel 4.14. Hasil Pendugaan Parameter MCD	35
Tabel 4.15. Hasil Pengujian Asumsi Kenormalan Galat MCD	36
Tabel 4.16. Hasil Pengujian Simultan	36
Tabel 4.17. Hasil Pengujian Parsial	37
Tabel 4.18. Pemilihan Model Terbaik	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Pendapatan, Lama Usaha, Modal Usaha, Lama Pendidikan dan Jam Kerja Pelaku UMKM di Kawasan Kampung Inggris	43
Lampiran 2.	Penyerapan Tenaga Kerja, Pertumbuhan Ekonomi, Upah Minimum, Pendidikan dan Gender Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur	45
Lampiran 3.	Hasil Pengujian Asumsi regresi Linier Berganda Metode Pendugaan MKT Data Lengkap (M_1).....	47
Lampiran 4.	Hasil Perhitungan Uji Kolmogorov-Smirnov M_1 (data 1).....	49
Lampiran 5.	Hasil Pendeteksian Pencilan Pada Peubah Prediktor	51
Lampiran 6.	Hasil Pendeteksian Pencilan Pada Peubah Respon	52
Lampiran 7.	Hasil Pendeteksian Pengamatan Berpengaruh dengan DFITS	53
Lampiran 8.	Hasil Pendeteksian Pengamatan Berpengaruh dengan Jarak Cook	54
Lampiran 9.	<i>Source Code</i> MCD.....	55
Lampiran 10.	Jarak Robust.....	60
Lampiran 11.	Hasil Pengujian Asumsi regresi Linier Berganda Metode 2.....	62
Lampiran 12.	Hasil Pengujian Asumsi regresi Linier Berganda <i>robust</i> MCD.....	64

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Analisis regresi merupakan metode statistika untuk mengetahui hubungan antar peubah. Tujuan analisis regresi adalah untuk memprediksi satu nilai peubah respons (Y) dari satu nilai atau lebih peubah prediktor (X) yang sudah diketahui. Ketika analisis regresi melibatkan satu peubah prediktor disebut regresi linier sederhana, sedangkan saat melibatkan dua atau lebih peubah prediktor disebut regresi linier berganda. Penduga parameter pada model regresi diperoleh dengan meminimumkan jumlah kuadrat galat yang disebut dengan Metode Kuadrat Terkecil (MKT). MKT menghasilkan penduga parameter yang bersifat BLUE (*Best Linear Unbiased Estimator*). Asumsi yang harus dipenuhi adalah galat menyebar normal, memiliki ragam homogen, saling bebas, serta peubah prediktor tidak berkorelasi.

Pelanggaran terhadap asumsi kenormalan galat akan mengakibatkan penduga parameter berbias. Selain itu juga mengakibatkan selang kepercayaan menjadi terlalu lebar sehingga akan mengarah pada interpretasi hasil yang tidak sah. Salah satu penyebab tidak terpenuhinya asumsi kenormalan galat adalah sebaran galat yang menjulur akibat adanya pencilan.

Pencilan adalah pengamatan dengan kombinasi karakteristik unik yang dapat diidentifikasi sebagai hasil pengamatan yang berbeda dari hasil pengamatan lain (Hair dkk., 2010). Pencilan berpengaruh dapat memuat informasi penting yang menunjukkan karakteristik populasi yang tidak akan ditemukan dalam keadaan normal. Oleh sebab itu, pencilan berpengaruh tidak boleh dihilangkan begitu saja, tetapi diperiksa terlebih dahulu untuk memutuskan apakah dihilangkan. Jika pencilan berpengaruh tidak dihilangkan, maka MKT tidak dapat diterapkan dalam pendugaan parameter. Dibutuhkan metode penduga parameter alternatif yang kekar terhadap pencilan.

Regresi *robust* merupakan metode alternatif yang menghasilkan penduga parameter yang kekar terhadap pencilan. Ada beberapa metode pendugaan parameter *robust*, yaitu penduga *Scale* (S), *Maximum Likelihood* (M), *Method of Moment* (MM), *Least Trimmed Square* (LTS), dan *Least Median of Square* (LMS) yang sudah

umum digunakan. Selain itu terdapat metode yang masih sangat jarang digunakan yaitu *Minimum Covariance Determinant* (MCD). MCD dikenalkan oleh Rousseeuw (1999) sebagai suatu penduga parameter yang memiliki *breakdown value* tinggi. *Breakdown value* adalah suatu ukuran untuk mengukur seberapa kekar penduga parameter terhadap pencilan.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Apakah pencilan dan pengamatan berpengaruh dapat mempengaruhi penduga parameter regresi yang dihasilkan?
2. Berdasarkan kriteria nilai koefisien determinasi terkoreksi (R_{adj}^2), apakah pendugaan parameter metode regresi *robust Minimum Covariance Determinant* (MCD) lebih baik diterapkan pada data mengandung pencilan berpengaruh dibandingkan dengan pendugaan parameter Metode Kuadrat Terkecil (MKT)?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Model regresi *robust* dalam penelitian ini adalah model regresi linier berganda.
2. Data dalam penelitian ini tidak memenuhi asumsi kenormalan galat dan mengandung pencilan berpengaruh.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh pencilan berpengaruh terhadap penduga parameter regresi.
2. Mengetahui metode pendugaan parameter yang terbaik antara metode regresi *robust MCD* dan MKT pada data mengandung pencilan berpengaruh berdasarkan nilai koefisien determinasi terkoreksi (R_{adj}^2).

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah menyajikan metode alternatif pendugaan parameter regresi *robust* untuk mengatasi pencilan berpengaruh pada data.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Analisis Regresi

Analisis regresi merupakan sebuah metode statistika untuk mengetahui hubungan fungsional antar satu atau lebih peubah prediktor (X_1, X_2, \dots, X_k) dengan satu peubah respons (Y). Peubah prediktor ialah peubah yang nilainya dapat ditentukan atau diatur atau dapat diamati namun tidak dapat dikendalikan. Akibat perubahan yang disengaja yang terjadi pada peubah prediktor, suatu pengaruh dipancarkan ke peubah lain, yaitu peubah respons (Draper dan Smith, 1998). Tujuan analisis regresi yaitu membentuk suatu model untuk menggambarkan, memprediksi, serta mengontrol nilai peubah respons dengan basis peubah prediktor.

Saat memprediksi nilai peubah respons akan terbentuk galat atau kesalahan dari suatu prediksi. Suatu model regresi yang terbentuk diharapkan mempunyai komponen galat yang sekecil mungkin (Bowerman dan O'Connell, 1990).

2.2. Analisis Regresi Linier Berganda

Analisis regresi linier berganda adalah suatu teknik statistika untuk menganalisis hubungan antara satu peubah respons (Y) dengan dua atau lebih peubah prediktor (X_1, X_2, \dots, X_k). Tujuan analisis regresi linier berganda adalah menggunakan peubah prediktor yang nilai diketahui untuk memprediksi nilai peubah respons. Pandang model regresi linier berganda dengan k peubah prediktor.

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

Asumsi: $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$

Keterangan:

$i = 1, \dots, n$

$j = 1, \dots, k$

n = Banyaknya pengamatan

k = Banyaknya peubah prediktor

Y_i = Nilai ke- i peubah respons

β_0 = Jarak vertikal antar titik potong garis dengan sumbu Y terhadap titik potong salib sumbu

β_1, \dots, β_k = Koefisien regresi pada prediktor ke 1, 2, ..., k
 X_{i1}, \dots, X_{ik} = Nilai ke- j peubah prediktor pada pengamatan ke- i
 ε_i = Galat ke- i

Regresi linier berganda digunakan untuk menentukan hubungan kausal atau sebab-akibat antara dua atau lebih peubah prediktor dengan satu peubah respons, serta memprediksi nilai peubah respons secara interpolasi (dalam kisaran prediktor).

2.3. Pendugaan Parameter dengan Metode Kuadrat Terkecil

MKT adalah suatu metode untuk menduga parameter model yang bersifat linier. MKT dapat menghasilkan penduga parameter yang bersifat *BLUE* (*Best Linear Unbiased Estimator*). $\hat{\beta}$ disebut penduga yang tak bias bagi β jika $E(\hat{\beta}) = \beta$. MKT juga dapat digunakan untuk menduga parameter regresi linier berganda pada model di persamaan (2.1).

MKT juga dapat ditulis dalam persamaan sebagai berikut.

$$Y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j X_{ij} + \varepsilon_i \quad (2.2)$$

Nilai harapan peubah respons adalah

$$E(Y_i) = E(\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j X_{ij} + \varepsilon_i) \quad (2.3)$$

$$E(Y_i) = E(\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j X_{ij}) + E(\varepsilon_i)$$

Menghasilkan penduga respons

$$\hat{Y}_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j X_{ij} \quad (2.4)$$

Galat adalah selisih peubah respons dengan penduga respons

$$\varepsilon_i = Y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^k \beta_j X_{ij} \quad (2.5)$$

$$\varepsilon_i = Y_i - \hat{Y}_i$$

Jumlah kuadrat galat adalah

$$\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^k \beta_j X_{ij})^2 \quad (2.6)$$

Turunan parsial jumlah kuadrat galat terhadap intersep

$$\frac{\partial \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}{\partial \beta_0} = 2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^k \beta_j X_{ij}) (-1) \quad (2.7)$$

$$\frac{\partial \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}{\partial \beta_0} = 0$$

$$-2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{\beta}_0 - \sum_{j=1}^k \hat{\beta}_j X_{ij}) = 0$$

Turunan parsial jumlah kuadrat galat terhadap koefisien regresi

$$\frac{\partial \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}{\partial \beta_j} = 2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^k \beta_j X_{ij}) (-X_{ij}) \quad (2.8)$$

$$\frac{\partial \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}{\partial \beta_j} = -2 \sum_{i=1}^n \left(Y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^k \beta_j X_{ij} \right) (X_{ij})$$

$$\frac{\partial \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}{\partial \beta_j} = 0$$

$$-2 \sum_{i=1}^n \left(Y_i - \hat{\beta}_0 - \sum_{j=1}^k \hat{\beta}_j X_{ij} \right) (X_{ij}) = 0$$

$$\sum_{i=1}^n \left(Y_i - \hat{\beta}_0 - \sum_{j=1}^k \hat{\beta}_j X_{ij} \right) (X_{ij}) = 0$$

Persamaan normal

$$n\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n X_{i1} + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n X_{i2} + \dots + \hat{\beta}_k \sum_{i=1}^n X_{ik} = \sum_{i=1}^n Y_i$$

$$\hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^n X_{i1} + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n X_{i1}^2 + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n X_{i1} X_{i2} + \dots + \hat{\beta}_k \sum_{i=1}^n X_{i1} X_{ik} = \sum_{i=1}^n X_{i1} Y_i$$

$$\hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^n X_{i2} + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n X_{i1} X_{i2} + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n X_{i2}^2 + \dots + \hat{\beta}_k \sum_{i=1}^n X_{i2} X_{ik} = \sum_{i=1}^n X_{i2} Y_i$$

$$\vdots$$

$$\hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^n X_{ik} + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n X_{i1} X_{ik} + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^n X_{i2} X_{ik} + \dots + \hat{\beta}_k \sum_{i=1}^n X_{ik}^2 = \sum_{i=1}^n X_{ik} Y_i$$

Persamaan normal disusun dalam bentuk matriks

$$(2.9) \quad \begin{bmatrix} n & \sum X_{i1} & \sum X_{i2} & \cdots & \sum X_{ik} \\ \sum X_{i1} & \sum X_{i1}^2 & \sum X_{i1}X_{i2} & \cdots & \sum X_{i1}X_{ik} \\ \sum X_{i2} & \sum X_{i1}X_{i2} & \sum X_{i2}^2 & \cdots & \sum X_{i2}X_{ik} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sum X_{ik} & \sum X_{i1}X_{ik} & \sum X_{i2}X_{ik} & \cdots & \sum X_{ik}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\beta}_0 \\ \hat{\beta}_1 \\ \hat{\beta}_2 \\ \vdots \\ \hat{\beta}_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum Y_i \\ \sum X_{i1}Y_i \\ \sum X_{i2}Y_i \\ \vdots \\ \sum X_{ik}Y_i \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{X}'\mathbf{X} &= \mathbf{X}'\mathbf{Y} \\ (k+1) \times (k+1) & \quad (k+1) \times 1 \quad (k+1) \times 1 \\ \hat{\beta} &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'\mathbf{Y} \\ (k+1) \times 1 & \quad (k+1) \times (k+1) \quad (k+1) \times 1 \end{aligned}$$

2.4. Pengujian Asumsi Regresi Linier Berganda

2.4.1 Asumsi Kenormalan Galat

Asumsi kenormalan galat menunjukkan bahwa model regresi yang terbentuk menghasilkan galat yang menyebar secara normal. Asumsi kenormalan galat dilakukan dengan uji Kolmogorov-Smirnov berlandaskan hipotesis.

H_0 : Galat menyebar secara normal

H_1 : Galat tidak menyebar secara normal

$$D = \text{maksimum} |S(\varepsilon_{(i)}) - F_0(\varepsilon_{(i)})| \quad (2.10)$$

di mana

$S(\varepsilon_{(i)})$ = fungsi kumulatif contoh, $\frac{\text{frekuensi kumulatif}}{n}$

$F_0(\varepsilon_{(i)})$ = fungsi kumulatif teoritis, $P(Z < Z_{(i)})$

$\varepsilon_{(i)}$ = statistik peringkat galat ke- i

S_ε = simpangan baku peubah galat, $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\varepsilon_i - \bar{\varepsilon})^2}{(n-1)}}$

$Z_{(i)}$ = skor baku statistik peringkat galat ke- i , $\varepsilon_{(i)} / S_\varepsilon$

Kriteria Pengujian:

$D > D_{\text{tabel}}, H_0$ diterima

$D \leq D_{\text{tabel}}, H_0$ ditolak

(Siegel, 1997)

2.4.2. Kebebasan Antar Galat (Tidak Terdapat Autokorelasi)

Pengujian yang paling populer untuk mendeteksi autokorelasi adalah metode pengujian yang dikembangkan oleh ahli statistika Durbin dan Watson. berikut adalah hipotesis pada uji *Durbin-Watson*.

$$H_0 : \rho(\varepsilon_i, \varepsilon_{i-1}) = 0$$

$$H_1 : \exists \rho(\varepsilon_i, \varepsilon_{i-1}) \neq 0$$

Jika H_0 benar, maka statistik:

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n (\varepsilon_i - \varepsilon_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2} \quad (2.11)$$

Berikut adalah kriteria pengujian pada uji Durbin Watson, (Draper dan Smith, 1998)

Tolak	Ragu	Terima	Ragu	Tolak
0	dl	du	4-du	4-dl

1. Jika $d < dl$ atau $d > 4 - dl$ maka Tolak H_0
2. Jika $du < d < 4 - du$, Terima H_0
3. Jika $dl < d < du$ atau $4 - du < d < 4 - dl$, maka tidak dapat disimpulkan

2.4.3. Ragam Galat Homogen

Homoskedastisitas merupakan asumsi di mana ragam galat homogen atau dengan kata lain ragam setiap galat ke- i bernilai suatu konstanta yaitu σ^2 .

$$E(\varepsilon_i) = 0$$

$$var(\varepsilon_i) = E(\varepsilon_i - E(\varepsilon_i))^2$$

$$= E(\varepsilon_i^2 - 2\varepsilon_i E(\varepsilon_i) + (E(\varepsilon_i))^2)$$

$$= E(\varepsilon_i^2 - 2\varepsilon_i(0) + (0)^2)$$

$$= E(\varepsilon_i^2)$$

$$= \sigma^2$$

Untuk mendeteksi kehomogenan ragam galat, digunakan uji *Glejser*. Pada uji ini, setelah memperoleh galat $\hat{\varepsilon}_i$ dari MKT, kemudian meregresi nilai mutlak $\hat{\varepsilon}_i$ terhadap peubah prediktor.

$$|\hat{\varepsilon}_i| = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik} + v_i$$

$$|\hat{\varepsilon}_i| = \beta_0 + \beta_1 \sqrt{X_{i1}} + \beta_2 \sqrt{X_{i2}} + \dots + \beta_k \sqrt{X_{ik}} + v_i$$

$$|\hat{\varepsilon}_i| = \beta_0 + \beta_1(X_{i1})^{-1} + \beta_2(X_{i2})^{-1} + \dots + \beta_k(X_{ik})^{-1} + v_i$$

$$|\hat{\varepsilon}_i| = \beta_0 + \beta_1(X_{i1})^{-\frac{1}{2}} + \beta_2(X_{i2})^{-\frac{1}{2}} + \dots + \beta_k(X_{ik})^{-\frac{1}{2}} + v_i$$

$$|\hat{\varepsilon}_i| = \sqrt{\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik}} + v_i$$

$$|\hat{\varepsilon}_i| = \sqrt{\beta_0 + \beta_1 X_{i1}^2 + \beta_2 X_{i2}^2 + \dots + \beta_k X_{ik}^2} + v_i$$

(Gujarati, 2012)

Keterangan:

$|\hat{\varepsilon}_i|$ = nilai mutlak penduga galat ke- i

v_i = faktor kesalahan ke- i

Hipotesis yang melandasi pengujian adalah

$$H_0: \text{var}(\varepsilon_i) = \sigma^2$$

$$H_1: \exists \text{var}(\varepsilon_i) \neq \sigma^2$$

Jika H_0 benar, statistik uji:

$$LM = nR^2 \sim \chi_k^2 \quad (2.12)$$

Kriteria pengujian uji *Glejser*:

tolak H_0 Jika $LM > \chi_{(1-\alpha),k}^2$ atau $p\text{-value} < \alpha$.

2.4.4. Kebebasan Antar Peubah Prediktor

Untuk mengukur keeratan hubungan antar peubah prediktor, digunakan kriteria nilai *VIF* (*Variance Inflating Factor*).

$$VIF_j = \frac{1}{1-R_j^2} \quad (2.13)$$

di mana:

R_j^2 = nilai koefisien determinasi ke- j

Sebagai suatu aturan baku, jika nilai *VIF* suatu peubah prediktor melebihi 10, yang akan terjadi jika nilai R^2 melebihi 0.90, peubah tersebut dikatakan sangat berkorelasi dengan ($k-1$) prediktor lain (Gujarati, 2012).

2.5. Pencilan

2.5.1. Pengertian Pencilan

Pencilan adalah hasil pengamatan yang terletak jauh dari pusat data dan berpengaruh terhadap penduga parameter. Pencilan terjadi karena kesalahan memasukkan data, kesalahan pengukuran dan pencatatan, kesalahan analisis dan kesalahan-kesalahan lain.

2.5.2. Pendeteksian Pencilan

1. Pencilan Pada Peubah Prediktor

Pencilan pada peubah prediktor dideteksi dengan Nilai Pengaruh h_{ii} (*Leverage Value*). \mathbf{H} (idempoten) merupakan matriks segi berordo n didefinisikan sebagai:

$$\mathbf{H} = \mathbf{X} (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}' \quad (2.14)$$

$n \times n \quad n \times k \quad k \times k \quad k \times n$

Nilai pengaruh h_{ii} didefinisikan sebagai diagonal utama matriks \mathbf{H} .

Kriteria Pengujian:

$$h_{ii} \begin{cases} \geq 2 \left(\frac{k+1}{n} \right), x_{ij} \text{ pencilan} \\ \leq 2 \left(\frac{k+1}{n} \right), x_{ij} \text{ bukan pencilan} \end{cases}$$

(Rousseuw, 1987)

2. Pencilan Pada Peubah Respon

Pencilan pada peubah respon dideteksi dengan *Studentized Deleted Residual (TRES)*, berlandaskan hipotesis.

H_0 : Nilai ke- i peubah respon bukan merupakan pencilan

H_1 : Nilai ke- i peubah respon merupakan pencilan

Jika H_0 benar, maka statistik uji:

$$TRES_i = \varepsilon_i \left[\frac{n-k-1}{(n-k)JKG(1-h_{ii})-\varepsilon_i^2} \right]^{\frac{1}{2}} \sim t_{n-(k+1)} \quad (2.15)$$

di mana:

h_{ii} = unsur-unsur pada diagonal utama matriks \mathbf{H}

$$JKG = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2$$

Kriteria Pengujian:

$$|TRES_i| \begin{cases} \leq t_{\alpha/2; (n-(k+1))}, H_0 \text{ diterima} \\ > t_{\alpha/2; (n-(k+1))}, H_0 \text{ ditolak} \end{cases}$$

2.5.3. Pendeteksian Pengamatan Berpengaruh

1. *The Difference In Fit Statistics (DFITS)*

$DFITS_i$ digunakan untuk mendeteksi pengamatan ke- i yang berpengaruh terhadap model regresi ditinjau dari nilai fit. Hipotesis yang melandasi uji $DFITS$ adalah.

H_0 : Pengamatan ke- i tidak berpengaruh

H_1 : Pengamatan ke- i berpengaruh

$$DFITS_i = \frac{\hat{Y}_i - \hat{Y}_{i(i)}}{\sqrt{(KTG_{(i)}) h_{ii}}} \quad (2.16)$$

di mana

\hat{Y}_i = Penduga respon ketika data penuh

$\hat{Y}_{(i)}$ = Penduga respon ketika pengamatan ke- i dihapuskan dari himpunan data

$KTG = \frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}{n-(k+1)}$

$KTG_{(i)}$ = Kuadrat Tengah Galat ketika pengamatan ke- i dihapuskan dari himpunan data

Jika $|DFITS_i| > 2 \sqrt{\frac{k+1}{n}}$ maka H_0 ditolak

(Rousseuw, 1987)

2. *Jarak Cook (Cook's Distance)*

Jarak Cook (CD_i) digunakan untuk mendeteksi pengamatan ke- i berpengaruh terhadap semua penduga parameter regresi. Hipotesis didasarkan pada.

H_0 : Pengamatan ke- i tidak berpengaruh

H_1 : Pengamatan ke- i berpengaruh

Jika H_0 benar, maka statistik uji:

$$CD_i = \frac{(\hat{\beta}_{(i)} - \hat{\beta})'(X'X)(\hat{\beta}_{(i)} - \hat{\beta})}{k(KTG)} \sim F_{(k, n-k)} \quad (2.17)$$

Kriteria Pengujian:

Jika $[CD_i] > F_{\alpha; (k, n-k)}$, H_0 ditolak.

(Cook dan Weisberg, 1982)

2.6. Regresi Robust

Regresi *robust* merupakan penduga parameter yang kekar terhadap pencilan. Regresi *robust* digunakan ketika asumsi galat menyebar secara normal tidak terpenuhi dan terdapat pencilan yang berpengaruh terhadap penduga parameter.

2.6.1. Jarak Robust

Pada regresi *robust*, dikenal jarak *robust* dan galat *robust*.

Jarak *robust* merupakan modifikasi jarak Mahalanobis.

Pandang matriks peubah prediktor

$$\mathbf{X} = [\mathbf{x}_{ij}]_{k \times n}$$

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{21} & x_{31} & \dots & x_{n1} \\ x_{12} & x_{22} & x_{32} & \dots & x_{n2} \\ x_{13} & x_{23} & x_{33} & \dots & x_{n3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{1k} & x_{2k} & x_{3k} & \dots & x_{nk} \end{bmatrix}$$

Matriks rata-rata peubah prediktor

$$\bar{\mathbf{X}} = \frac{\sum_j \mathbf{x}_j}{n}$$

$$\bar{\mathbf{X}} = [\bar{x}_{.j}]_{k \times n}$$

$$\bar{\mathbf{X}} = \begin{bmatrix} \bar{x}_{.1} & \bar{x}_{.1} & \bar{x}_{.1} & \dots & \bar{x}_{.1} \\ \bar{x}_{.2} & \bar{x}_{.2} & \bar{x}_{.2} & \dots & \bar{x}_{.2} \\ \bar{x}_{.3} & \bar{x}_{.3} & \bar{x}_{.3} & \dots & \bar{x}_{.3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{x}_{.k} & \bar{x}_{.k} & \bar{x}_{.k} & \dots & \bar{x}_{.k} \end{bmatrix}$$

Selisih antara matriks peubah prediktor dan matriks rata-rata peubah prediktor

$$\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}} = [\mathbf{x}_{ij} - \bar{x}_{.j}]_{k \times n}$$

$$\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}} = \begin{bmatrix} x_{11} - \bar{x}_1 & x_{21} - \bar{x}_1 & x_{31} - \bar{x}_1 & \dots & x_{n1} - \bar{x}_1 \\ x_{12} - \bar{x}_2 & x_{22} - \bar{x}_2 & x_{32} - \bar{x}_2 & \dots & x_{n2} - \bar{x}_2 \\ x_{13} - \bar{x}_3 & x_{23} - \bar{x}_3 & x_{33} - \bar{x}_3 & \dots & x_{n3} - \bar{x}_3 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{1k} - \bar{x}_k & x_{2k} - \bar{x}_k & x_{3k} - \bar{x}_k & \dots & x_{nk} - \bar{x}_k \end{bmatrix}$$

Persamaan matriks ragam-peragam adalah perkalian antara $(\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}})$ dengan $(\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}})'$

$$\mathbf{S} = (\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}})(\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}})'$$

$$\begin{matrix} k \times k & k \times n & n \times k \end{matrix}$$

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} x_{11} - \bar{x}_1 & x_{21} - \bar{x}_1 & x_{31} - \bar{x}_1 & \dots & x_{n1} - \bar{x}_1 \\ x_{12} - \bar{x}_2 & x_{22} - \bar{x}_2 & x_{32} - \bar{x}_2 & \dots & x_{n2} - \bar{x}_2 \\ x_{13} - \bar{x}_3 & x_{23} - \bar{x}_3 & x_{33} - \bar{x}_3 & \dots & x_{n3} - \bar{x}_3 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{1k} - \bar{x}_k & x_{2k} - \bar{x}_k & x_{3k} - \bar{x}_k & \dots & x_{nk} - \bar{x}_k \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} x_{11} - \bar{x}_1 & x_{21} - \bar{x}_1 & x_{31} - \bar{x}_1 & \dots & x_{n1} - \bar{x}_1 \\ x_{12} - \bar{x}_2 & x_{22} - \bar{x}_2 & x_{32} - \bar{x}_2 & \dots & x_{n2} - \bar{x}_2 \\ x_{13} - \bar{x}_3 & x_{23} - \bar{x}_3 & x_{33} - \bar{x}_3 & \dots & x_{n3} - \bar{x}_3 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{1k} - \bar{x}_k & x_{2k} - \bar{x}_k & x_{3k} - \bar{x}_k & \dots & x_{nk} - \bar{x}_k \end{bmatrix}'$$

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} x_{11} - \bar{x}_1 & x_{21} - \bar{x}_1 & x_{31} - \bar{x}_1 & \dots & x_{n1} - \bar{x}_1 \\ x_{12} - \bar{x}_2 & x_{22} - \bar{x}_2 & x_{32} - \bar{x}_2 & \dots & x_{n2} - \bar{x}_2 \\ x_{13} - \bar{x}_3 & x_{23} - \bar{x}_3 & x_{33} - \bar{x}_3 & \dots & x_{n3} - \bar{x}_3 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{1k} - \bar{x}_k & x_{2k} - \bar{x}_k & x_{3k} - \bar{x}_k & \dots & x_{nk} - \bar{x}_k \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} x_{11} - \bar{x}_1 & x_{12} - \bar{x}_2 & x_{13} - \bar{x}_3 & \dots & x_{1k} - \bar{x}_k \\ x_{21} - \bar{x}_1 & x_{22} - \bar{x}_2 & x_{23} - \bar{x}_3 & \dots & x_{2k} - \bar{x}_k \\ x_{31} - \bar{x}_1 & x_{32} - \bar{x}_2 & x_{33} - \bar{x}_3 & \dots & x_{3k} - \bar{x}_k \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} - \bar{x}_1 & x_{n2} - \bar{x}_2 & x_{n3} - \bar{x}_3 & \dots & x_{nk} - \bar{x}_k \end{bmatrix}$$

$$s_{11} = (x_{11} - \bar{x}_1)(x_{11} - \bar{x}_1) + (x_{21} - \bar{x}_1)(x_{21} - \bar{x}_1) + (x_{31} - \bar{x}_1)(x_{31} - \bar{x}_1) + \dots + (x_{n1} - \bar{x}_1)(x_{n1} - \bar{x}_1)$$

$$s_{21} = (x_{11} - \bar{x}_1)(x_{12} - \bar{x}_2) + (x_{21} - \bar{x}_1)(x_{22} - \bar{x}_2) + (x_{31} - \bar{x}_1)(x_{32} - \bar{x}_2) + \dots + (x_{n1} - \bar{x}_1)(x_{n2} - \bar{x}_2)$$

$$S_{31} = (x_{11} - \bar{x}_1)(x_{13} - \bar{x}_3) + (x_{21} - \bar{x}_1)(x_{23} - \bar{x}_3) + (x_{31} - \bar{x}_1)(x_{33} - \bar{x}_3) + \dots + (x_{n1} - \bar{x}_1)(x_{n3} - \bar{x}_3)$$

$$S_{k1} = (x_{11} - \bar{x}_1)(x_{1k} - \bar{x}_k) + (x_{21} - \bar{x}_1)(x_{2k} - \bar{x}_k) + (x_{31} - \bar{x}_1)(x_{3k} - \bar{x}_k) + \dots + (x_{n1} - \bar{x}_1)(x_{nk} - \bar{x}_k)$$

$$S_{12} = (x_{12} - \bar{x}_2)(x_{11} - \bar{x}_1) + (x_{22} - \bar{x}_2)(x_{21} - \bar{x}_1) + (x_{32} - \bar{x}_2)(x_{31} - \bar{x}_1) + \dots + (x_{n2} - \bar{x}_2)(x_{n1} - \bar{x}_1)$$

$$S_{22} = (x_{12} - \bar{x}_2)(x_{12} - \bar{x}_2) + (x_{22} - \bar{x}_2)(x_{22} - \bar{x}_2) + (x_{32} - \bar{x}_2)(x_{32} - \bar{x}_2) + \dots + (x_{n2} - \bar{x}_2)(x_{n2} - \bar{x}_2)$$

$$S_{32} = (x_{12} - \bar{x}_2)(x_{13} - \bar{x}_3) + (x_{22} - \bar{x}_2)(x_{23} - \bar{x}_3) + (x_{32} - \bar{x}_2)(x_{33} - \bar{x}_3) + \dots + (x_{n2} - \bar{x}_2)(x_{n3} - \bar{x}_3)$$

$$S_{k2} = (x_{12} - \bar{x}_2)(x_{1k} - \bar{x}_k) + (x_{22} - \bar{x}_2)(x_{2k} - \bar{x}_k) + (x_{32} - \bar{x}_2)(x_{3k} - \bar{x}_k) + \dots + (x_{n2} - \bar{x}_2)(x_{nk} - \bar{x}_k)$$

$$S_{13} = (x_{13} - \bar{x}_3)(x_{11} - \bar{x}_1) + (x_{23} - \bar{x}_3)(x_{21} - \bar{x}_1) + (x_{33} - \bar{x}_3)(x_{31} - \bar{x}_1) + \dots + (x_{n3} - \bar{x}_3)(x_{n1} - \bar{x}_1)$$

$$S_{23} = (x_{13} - \bar{x}_3)(x_{12} - \bar{x}_2) + (x_{23} - \bar{x}_3)(x_{22} - \bar{x}_2) + (x_{33} - \bar{x}_3)(x_{32} - \bar{x}_2) + \dots + (x_{n3} - \bar{x}_3)(x_{n2} - \bar{x}_2)$$

$$S_{33} = (x_{13} - \bar{x}_3)(x_{13} - \bar{x}_3) + (x_{23} - \bar{x}_3)(x_{23} - \bar{x}_3) + (x_{33} - \bar{x}_3)(x_{33} - \bar{x}_3) + \dots + (x_{n3} - \bar{x}_3)(x_{n3} - \bar{x}_3)$$

$$S_{k3} = (x_{13} - \bar{x}_3)(x_{1k} - \bar{x}_k) + (x_{23} - \bar{x}_3)(x_{2k} - \bar{x}_k) + (x_{33} - \bar{x}_3)(x_{3k} - \bar{x}_k) + \dots + (x_{n3} - \bar{x}_3)(x_{nk} - \bar{x}_k)$$

$$S_{1k} = (x_{1k} - \bar{x}_k)(x_{11} - \bar{x}_1) + (x_{2k} - \bar{x}_k)(x_{21} - \bar{x}_1) + (x_{3k} - \bar{x}_k)(x_{31} - \bar{x}_1) + \dots + (x_{nk} - \bar{x}_k)(x_{n1} - \bar{x}_1)$$

$$S_{2k} = (x_{1k} - \bar{x}_k)(x_{12} - \bar{x}_2) + (x_{2k} - \bar{x}_k)(x_{22} - \bar{x}_2) + (x_{3k} - \bar{x}_k)(x_{32} - \bar{x}_2) + \dots + (x_{nk} - \bar{x}_k)(x_{n2} - \bar{x}_2)$$

$$S_{3k} = (x_{1k} - \bar{x}_k)(x_{13} - \bar{x}_3) + (x_{2k} - \bar{x}_k)(x_{23} - \bar{x}_3) + (x_{3k} - \bar{x}_k)(x_{33} - \bar{x}_3) + \dots + (x_{nk} - \bar{x}_k)(x_{n3} - \bar{x}_3)$$

$$S_{kk} = (x_{1k} - \bar{x}_k)(x_{1k} - \bar{x}_k) + (x_{2k} - \bar{x}_k)(x_{2k} - \bar{x}_k) + (x_{3k} - \bar{x}_k)(x_{3k} - \bar{x}_k) + \dots + (x_{nk} - \bar{x}_k)(x_{nk} - \bar{x}_k)$$

Menghasilkan matriks ragam-peragam

$$S = \begin{pmatrix} \sum(x_{11} - \bar{x}_1)^2 & \sum(x_{11} - \bar{x}_1)(x_{12} - \bar{x}_2) & \sum(x_{11} - \bar{x}_1)(x_{13} - \bar{x}_3) & \dots & \sum(x_{11} - \bar{x}_1)(x_{1k} - \bar{x}_k) \\ \sum(x_{11} - \bar{x}_1)(x_{12} - \bar{x}_2) & \sum(x_{12} - \bar{x}_2)^2 & \sum(x_{12} - \bar{x}_2)(x_{13} - \bar{x}_3) & \dots & \sum(x_{12} - \bar{x}_2)(x_{1k} - \bar{x}_k) \\ \sum(x_{11} - \bar{x}_1)(x_{13} - \bar{x}_3) & \sum(x_{12} - \bar{x}_2)(x_{13} - \bar{x}_3) & \sum(x_{13} - \bar{x}_3)^2 & \dots & \sum(x_{13} - \bar{x}_3)(x_{1k} - \bar{x}_k) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sum(x_{11} - \bar{x}_1)(x_{1k} - \bar{x}_k) & \sum(x_{12} - \bar{x}_2)(x_{1k} - \bar{x}_k) & \sum(x_{13} - \bar{x}_3)(x_{1k} - \bar{x}_k) & \dots & \sum(x_{1k} - \bar{x}_k)^2 \end{pmatrix}$$

Persamaan jarak *robust* dalam bentuk matriks

$$D^2 = \begin{matrix} (X - \bar{X})' & S^{-1} & (X - \bar{X}) \\ n \times n & n \times k & k \times k & k \times n \end{matrix}$$

2.7. Minimum Covariance Determinant (MCD)

MCD dikenalkan oleh Rousseeuw sebagai suatu penduga parameter yang memiliki *breakdown value* tinggi. Tujuan MCD adalah menghitung sejumlah h pengamatan dengan $h = \frac{n+k+1}{2}$ memiliki matriks ragam-peragam yang menghasilkan determinan terkecil (Rousseeuw, 1999).

Prosedur pendugaan parameter dengan MCD adalah sebagai berikut:

1. Mengambil secara acak himpunan bagian dari matriks X sebanyak $h = \frac{n+k+1}{2}$ pengamatan dan memberi nama himpunan bagian tersebut H_{lama} .

Matriks peubah prediktor:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{21} & x_{31} & \dots & x_{h1} \\ x_{12} & x_{22} & x_{32} & \dots & x_{h2} \\ x_{13} & x_{23} & x_{33} & \dots & x_{h3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{1k} & x_{2k} & x_{3k} & \dots & x_{hk} \end{bmatrix}$$

2. Menghitung matriks rata-rata peubah prediktor.

$$\bar{X} = \frac{\sum_j x_j}{h}$$

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} \bar{x}_1 & \bar{x}_1 & \bar{x}_1 & \dots & \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 & \bar{x}_2 & \bar{x}_2 & \dots & \bar{x}_2 \\ \bar{x}_3 & \bar{x}_3 & \bar{x}_3 & \dots & \bar{x}_3 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{x}_k & \bar{x}_k & \bar{x}_k & \dots & \bar{x}_k \end{bmatrix}$$

Selisih matriks peubah prediktor dan matriks rata-rata peubah prediktor yaitu:

$$X - \bar{X} = [x_{ij} - \bar{x}_j]_{k \times h}$$

$$\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}} = \begin{bmatrix} x_{11} - \bar{x}_{.1} & x_{21} - \bar{x}_{.1} & x_{31} - \bar{x}_{.1} & \dots & x_{h1} - \bar{x}_{.1} \\ x_{12} - \bar{x}_{.2} & x_{22} - \bar{x}_{.2} & x_{32} - \bar{x}_{.2} & \dots & x_{h2} - \bar{x}_{.2} \\ x_{13} - \bar{x}_{.3} & x_{23} - \bar{x}_{.3} & x_{33} - \bar{x}_{.3} & \dots & x_{h3} - \bar{x}_{.3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{1k} - \bar{x}_{.k} & x_{2k} - \bar{x}_{.k} & x_{3k} - \bar{x}_{.k} & \dots & x_{hk} - \bar{x}_{.k} \end{bmatrix}$$

3. Menghitung matriks ragam-peragam.

$$\mathbf{S}_{lama} = (\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}})(\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}})' \quad (2.18)$$

$$\mathbf{S}_{lama} = \begin{bmatrix} x_{11} - \bar{x}_{.1} & x_{21} - \bar{x}_{.1} & x_{31} - \bar{x}_{.1} & \dots & x_{h1} - \bar{x}_{.1} \\ x_{12} - \bar{x}_{.2} & x_{22} - \bar{x}_{.2} & x_{32} - \bar{x}_{.2} & \dots & x_{h2} - \bar{x}_{.2} \\ x_{13} - \bar{x}_{.3} & x_{23} - \bar{x}_{.3} & x_{33} - \bar{x}_{.3} & \dots & x_{h3} - \bar{x}_{.3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{1k} - \bar{x}_{.k} & x_{2k} - \bar{x}_{.k} & x_{3k} - \bar{x}_{.k} & \dots & x_{hk} - \bar{x}_{.k} \end{bmatrix}$$

4. Hitung determinan dari \mathbf{S}_{lama} .

Jika \mathbf{S}_{lama} $\begin{cases} \text{singular,} & \text{maka berhenti} \\ \text{tidak singular,} & \text{maka hitung jarak Mahalanobis.} \end{cases}$

5. Menghitung Jarak Mahalanobis.

$$\mathbf{MD} = (\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}})' \mathbf{S}_{lama}^{-1} (\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}}) \quad (2.19)$$

6. Mengambil himpunan H selanjutnya dinotasikan sebagai H_{baru} .

Pilih himpunan H yang memiliki determinan matriks ragam peragam terkecil.

7. Hitung $\bar{\mathbf{X}}_{baru}$, \mathbf{S}_{baru} , dan \mathbf{MD}_{baru} . Berhenti jika $\det(\mathbf{S}_{baru}) \leq \det(\mathbf{S}_{lama})$.

8. $\bar{\mathbf{X}}_{baru} = \bar{\mathbf{X}}_{MCD}$ dan $\mathbf{S}_{baru} = \mathbf{S}_{MCD}$.

9. Menghitung jarak *robust*.

$$\mathbf{RD} = (\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}}_{MCD})' \mathbf{S}_{MCD}^{-1} (\mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}}_{MCD}) \quad (2.20)$$

10. Memberi pembobot (w_i).

$$w_i = \begin{cases} 1, & \text{jika } RD_i \leq \chi_{(1-\alpha);k}^2 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$W_{MCD} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} & \dots & w_{nn} \end{bmatrix}$$

11. Diperoleh penduga MCD melalui persamaan.

$$\hat{\beta} = (X' W_{MCD} X)^{-1} (X' W_{MCD} Y) \quad (2.21)$$

$(k+1) \times 1$ $(k+1) \times n$ $n \times n$ $n \times (k+1)$ $(k+1) \times 1$

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Sumber Data

Penelitian ini menggunakan dua data sekunder mengandung pencilaan berpengaruh dan tidak memenuhi asumsi kenormalan galat disajikan pada lampiran 1 (data 1) dan lampiran 2 (data 2) dengan rincian berikut:

Tabel 3.1. Sumber Data Penelitian

Data	Judul	Penulis	Peubah
1	Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Pendapatan Pelaku UMKM Skala Mikro di Kawasan Kampung Inggris	Kusumawati (2017)	Y = Pendapatan pelaku usaha kecil dalam satu bulan (juta rupiah) X_1 = Lama usaha (bulan) X_2 = Modal usaha (juta rupiah) X_3 = Lama pendidikan (tahun) X_4 = Jam kerja dalam sehari
2	Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Upah Minimum, Pendidikan dan Gender Terhadap Penyerapan Tenaga Kerja di Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur	Vidiasari (2016)	Y = Penyerapan tenaga kerja (jiwa) X_1 = Pertumbuhan ekonomi (%) X_2 = Upah Minimum Kerja (UMK) kabupaten/kota (rupiah) X_3 = Jumlah lulusan SMA/SMK sederajat keatas (jiwa) X_4 = Jumlah angkatan kerja laki-laki (jiwa)

3.2. Metode Analisis Data

3.2.1. Pendugaan Parameter Regresi Metode 1 (M_1) dengan MKT

Langkah pertama yang dilakukan adalah menduga parameter regresi linier berganda dengan MKT pada data lengkap dilakukan dengan meregresikan peubah respons (Y) terhadap peubah prediktor (X), kemudian melakukan turunan parsial jumlah kuadrat galat dengan koefisien regresi. Setelah itu akan didapatkan penduga parameter β .

3.2.2. Pengujian Asumsi Regresi Linier Berganda M_1

1. Melakukan pengujian asumsi kenormalan galat menggunakan uji Kolmogorov Smirnov sesuai dengan persamaan (2.10).
2. Melakukan pengujian asumsi kebebasan antar galat menggunakan uji *Durbin-Watson* (2.11).
3. Melakukan pengujian asumsi ragam galat homogen menggunakan uji *Glejser* (2.12).
4. Melakukan pengujian asumsi tidak terdapat korelasi antar peubah prediktor menggunakan kriteria VIF pada persamaan (2.13).

3.2.3. Deteksi Pencilan

1. Untuk mendeteksi pencilan pada peubah X digunakan kriteria *Leverage Value* dengan menghitung nilai h_{ii} dari setiap pengamatan kemudian membandingkan dengan kriteria pengujian.
2. Untuk mendeteksi pencilan pada peubah Y digunakan kriteria *Leverage Value* dengan menghitung nilai $|TRES|$ dari setiap pengamatan kemudian membandingkan dengan kriteria pengujian.

3.2.4. Deteksi Pengamatan Berpengaruh

1. Menghitung statistik uji $|DFITS|$ pada persamaan (2.16) kemudian membandingkan dengan kriteria pengujian.
2. Menghitung statistik uji *Cook's Distance* pada persamaan (2.17) kemudian membandingkan dengan kriteria pengujian.

3.2.5. Pendugaan Parameter Regresi Metode 2 (M_2) dengan MKT

Pada metode 2 (M_2), pengamatan mengandung pencilan pada peubah prediktor, peubah respon, serta pengamatan berpengaruh dibuang kemudian dilakukan pendugaan parameter dengan MKT.

3.2.6. Pendugaan Parameter Regresi Robust dengan Penduga MCD

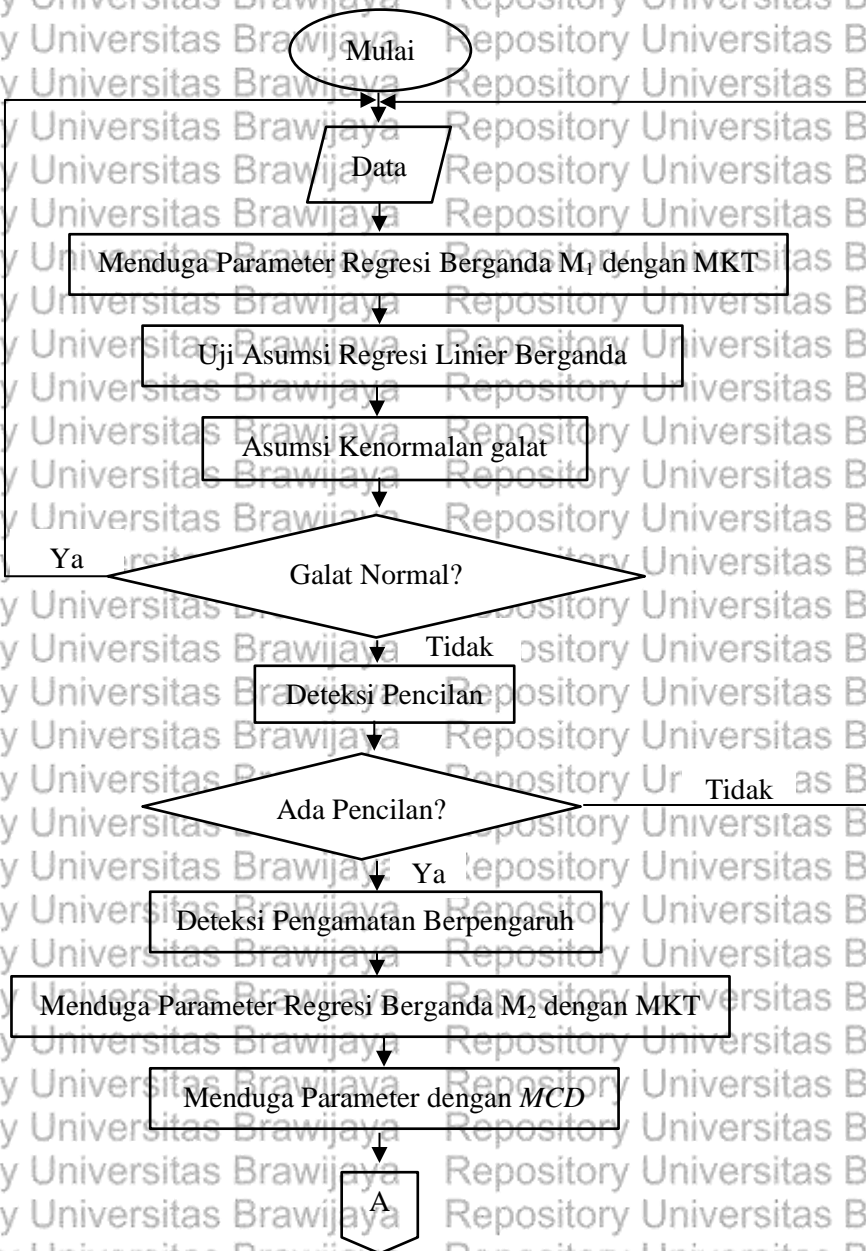
1. Mengambil sebanyak h pengamatan sebagai himpunan bagian dari matriks \mathbf{X} . Himpunan bagian tersebut disebut H_{lama} .
2. Menghitung matriks rata-rata ($\bar{\mathbf{X}}_{lama}$) dan matriks ragam-peragam (\mathbf{S}_{lama}).
3. Menghitung determinan matriks \mathbf{S}_{lama} . Jika $|\mathbf{S}_{lama}| = 0$ maka berhenti. Jika $|\mathbf{S}_{lama}| \neq 0$ maka hitung jarak Mahalanobis pada persamaan (2.19).
4. Mengambil H_{baru} yang memiliki determinan matriks ragam peragam terkecil.
5. Hitung $\bar{\mathbf{X}}_{baru}$, \mathbf{S}_{baru} , dan \mathbf{MD}_{baru} . Berhenti jika $\det(\mathbf{S}_{baru}) \leq \det(\mathbf{S}_{lama})$.
6. Menghitung Jarak *robust* pada persamaan (2.20)
7. Memberikan pembobot w_i .
8. Menghitung penduga MCD pada persamaan (2.21).

3.2.7. Pemilihan Model Terbaik

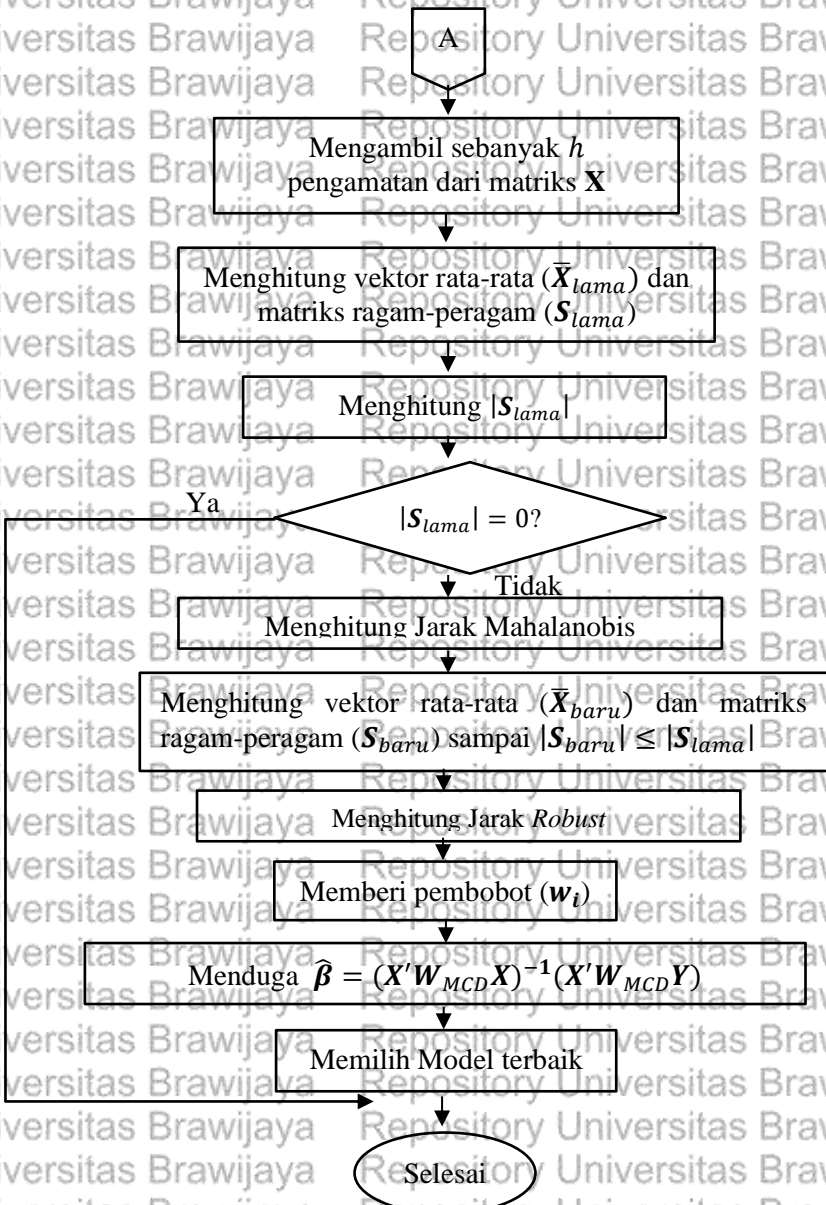
Memilih model terbaik dari 3 metode pendugaan parameter dengan kriteria R^2 disesuaikan (*Adjusted R^2*). Model terbaik adalah model dengan nilai kriteria terbesar.

3.3. Diagram Alir

Berdasarkan uraian prosedur metode analisis data, berikut disajikan diagram alir penelitian pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. (Lanjutan)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Metode 1

4.1.1. Hasil Pendugaan Parameter metode 1 (M_1)

Langkah pertama adalah menduga parameter data lengkap dengan MKT. Pada Tabel 4.1 disajikan hasil pendugaan parameter dengan metode 1.

Tabel 4.1. Hasil Pendugaan Parameter Metode 1

Data	Model	R^2 Disesuaikan
1	$Y = -27.199 - 0.215X_1 + 1.877X_2 + 1.476X_3 + 0.679X_4$	0.795
2	$Y = 62973.785 - 6374.112X_1 + 0.14X_2 - 0.319X_3 + 1.583X_4$	0.982

Dilihat dari Tabel 4.1 keragaman pendapatan pelaku UMKM di Kawasan Kampung Inggris diterangkan oleh lama usaha, modal usaha, lama pendidikan dan jam kerja sebesar 79.5%. Keragaman penyerapan tenaga kerja Kabupaten/Kota di Jawa Timur diterangkan oleh pertumbuhan ekonomi, upah minimum kerja, jumlah lulusan setidaknya SMA/SMK sederajat dan jumlah angkatan kerja laki-laki sebesar 98.2%.

4.1.2. Hasil Pengujian Asumsi Kenormalan Galat

Agar penduga parameter bersifat *BLUE* (*Best Linear Unbiased Estimator*), galat harus bersifat normal yang diuji dengan Kolmogorov-Smirnov disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Kolmogorov-Smirnov

Data	n	D	Nilai- p	Keputusan
1	30	0.175	0.019	Tolak H_0
2	38	0.154	0.023	Tolak H_0

Data 1 dan data 2 menunjukkan nilai- $p < 0.05$ sehingga H_0 ditolak. Disimpulkan bahwa galat model regresi pada data faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat pendapatan pelaku UMKM skala

mikro di Kawasan Kampung Inggris dan galat model pada data pengaruh pertumbuhan ekonomi, upah minimum, pendidikan dan gender terhadap penyerapan tenaga kerja di Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur tidak menyebar normal. Hasil pengujian asumsi lain disajikan pada Lampiran 3.

4.2. Hasil Pendeteksian Pencilan

4.2.1. Pencilan Pada Peubah Prediktor

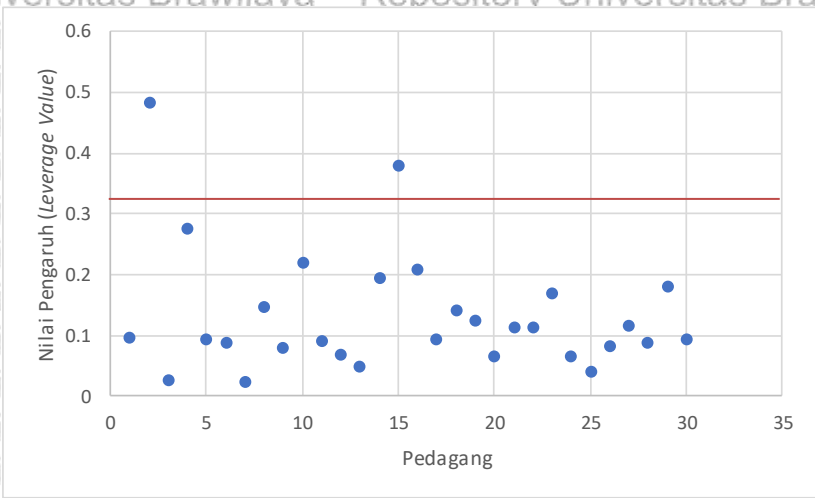
Pencilan pada peubah prediktor dideteksi dengan Nilai Pengaruh h_{ii} (*Leverage Value*) menghasilkan Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil Pendeteksian Pencilan Pada Peubah Prediktor

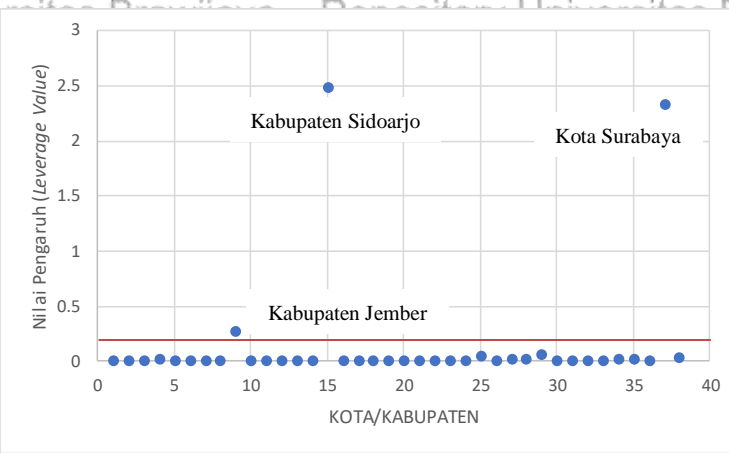
Data 1		Data 2	
i	h_{ii}	h_{ii}	h_{ii}
2	0.4825	-	-
9	-	0.27468	-
15	0.3785	2.48474	0.263
37	-	2.3313	-

Kriteria uji h_{ii} pada Tabel 4.3, data 1 terdeteksi 2 pencilan pada peubah prediktor yaitu pengamatan ke-2 dan ke-15. Pada data 2 3 pencilan pada peubah prediktor yaitu pengamatan ke-9, 15 dan 37. Hasil perhitungan kriteria matriks diagonal h_{ii} disajikan pada Lampiran 5.

Diagram titik Nilai Pengaruh h_{ii} data 1 disajikan pada Gambar 4.1 dan untuk data 2 Gambar 4.2.



Gambar 4.1. Diagram Titik Data 1 Berdasarkan *Leverage Value*



Gambar 4.2. Diagram Titik Data 2 Berdasarkan *Leverage Value*

Pedagog ke-2 dan ke-15 (data 1) merupakan pencilan pada peubah prediktor disebabkan nilai peubah prediktor lebih besar jika dibandingkan pedagang lain. Kabupaten Jember, Kabupaten Sidoarjo dan Kota Surabaya (data 2) merupakan pencilan pada peubah

prediktor karena hasil pengamatan pada peubah prediktor lebih besar jika dibandingkan Kota/Kabupaten lain di Jawa Timur.

4.2.2. Pencilan pada peubah respon

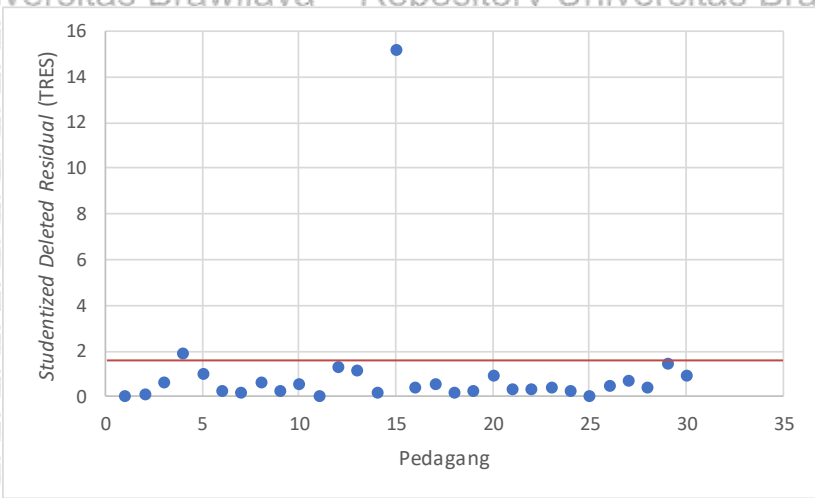
Studentized Deleted Residual (TRES) digunakan untuk mendeteksi pencilan pada peubah respon dengan hasil disajikan dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Hasil Pendeteksian Pencilan Pada Peubah Respon

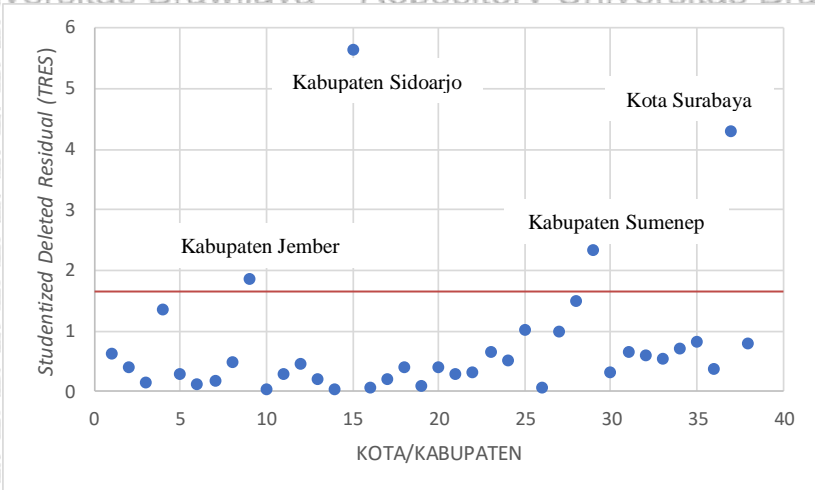
Data 1		Data 2		
i	t_i	$\frac{t_{0.1}}{2}; n-(k+1)$	$\frac{t_{0.1}}{2}; n-(k+1)$	
4	-1.9139	1.7081	-	
9	-		-1.87112	
15	15.1536		-5.6432	1.6923
29	-		2.34529	
37	-		4.30276	

Dilihat dari kriteria uji t_i pada Tabel 4.4, pada data 1 terdeteksi 2 pencilan pada peubah respon yaitu pengamatan ke-4 dan ke-15. Pada data 2 terdapat 4 pencilan yaitu pengamatan ke-9, 15, 29 dan 37. Hasil perhitungan $TRES_i$ disajikan pada Lampiran 6.

Diagram titik *Studentized Deleted Residual (TRES)* data 1 disajikan pada Gambar 4.3 dan diagram titik *TRES* data 2 disajikan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.3. Diagram Titik Data 1 Berdasarkan *Studentized Deleted Residual*



Gambar 4.4. Diagram Titik Data 2 Berdasarkan *Studentized Deleted Residual*

Pedagog ke-4 dan ke-15 (data 1) merupakan pencilan pada peubah respon disebabkan hasil pengamatan pada peubah respon lebih besar jika dibandingkan pedagog lain. Kabupaten Jember, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Sumenep dan Kota Surabaya (data 2) merupakan pencilan pada peubah respon karena hasil pengamatan

pada peubah respon lebih besar jika dibandingkan Kota/Kabupaten lain di Jawa Timur.

4.3. Hasil Pendeteksian Pengamatan Berpengaruh

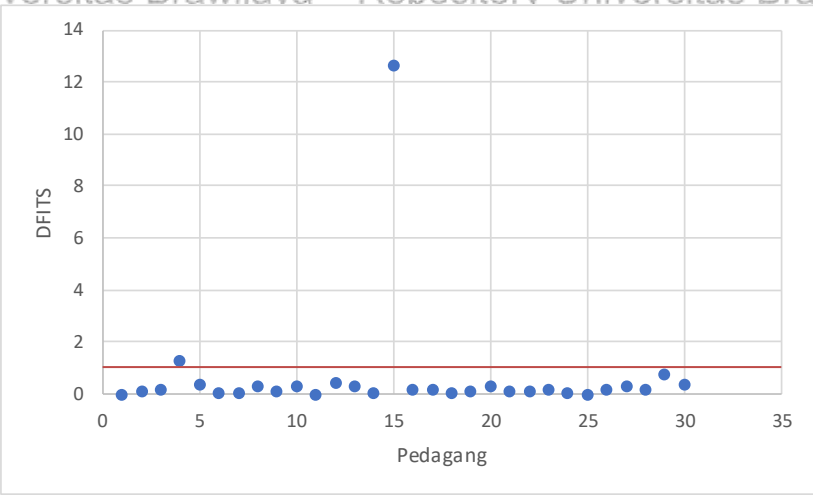
4.3.1. The Difference In Fit Statistics (DFITS)

$DFITS_i$ digunakan untuk mendeteksi apakah nilai pengamatan ke- i berpengaruh terhadap model regresi ditinjau dari nilai fit disajikan pada Tabel 4.5.

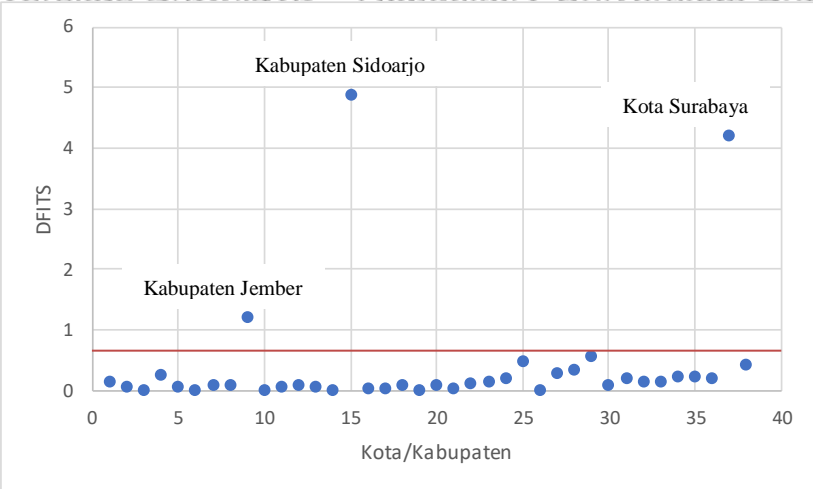
Tabel 4.5. Hasil Pendeteksian Pengamatan Berpengaruh dengan kriteria $DFITS_i$

	Data 1		Data 2	
i	$DFITS_i$	$2 \sqrt{\frac{k+1}{n}}$	$DFITS_i$	$2 \sqrt{\frac{k+1}{n}}$
4	-1.27938	0.8165	-1.21551	0.725
9	-		-4.90279	
15	12.6807		4.22392	
37	-			

Pandang kriteria uji $DFITS_i$ pada Tabel 4.5. Pada data 1 terdapat 2 pengamatan berpengaruh terhadap model regresi yaitu pengamatan ke-4 dan ke-15. Pada data 2 pengamatan ke-9, pengamatan ke-15 dan pengamatan ke-37. Hasil perhitungan $DFITS_i$ disajikan pada Lampiran 7. Diagram titik $DFITS_i$ data 1 disajikan pada Gambar 4.5 sedangkan Gambar 4.6 untuk data 2.



Gambar 4.5. Diagram Titik Data 1 Berdasarkan *The Difference In Fit Statistic*



Gambar 4.6. Diagram Titik Data 2 Berdasarkan *The Difference In Fit Statistic*

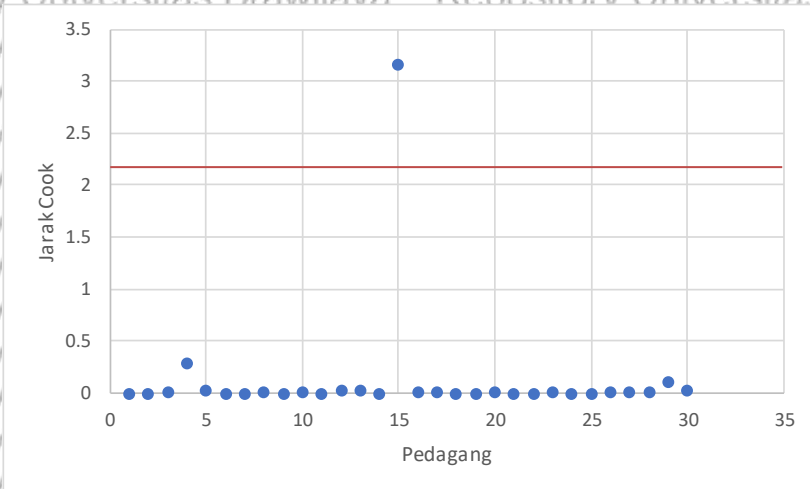
4.3.2. Jarak Cook (*Cook's Distance*)

Jarak Cook (CD_i) digunakan untuk mendeteksi apakah pengamatan ke- i berpengaruh terhadap semua penduga parameter regresi disajikan pada Tabel 4.6.

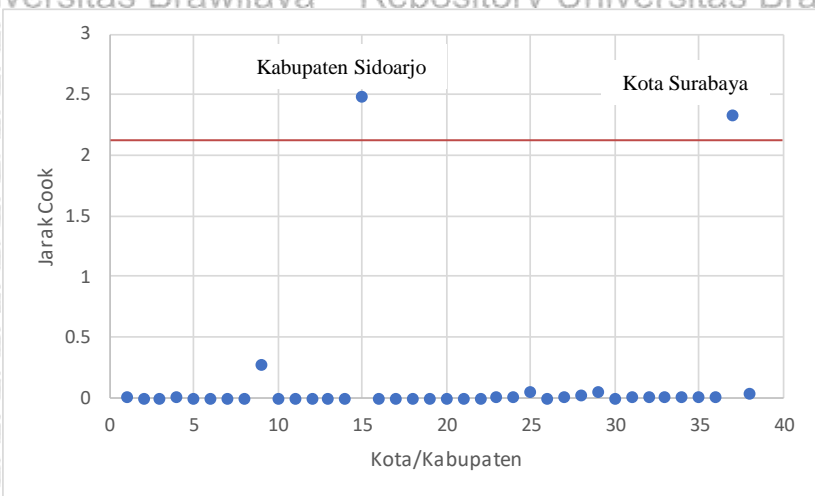
Tabel 4.6. Hasil Pendeteksian Pengamatan Berpengaruh dengan kriteria CD_i

i	Data 1		Data 2	
	CD_i	$F_{0.1(k,n-k)}$	CD_i	$F_{0.1(k,n-k)}$
15	3.1698	2.17	2.48474	2.11
37			2.33113	

Dilihat dari kriteria uji CD_i pada Tabel 4.6, pada data 1 terdapat 1 pengamatan berpengaruh terhadap penduga parameter regresi yaitu pengamatan ke-15. Pada data 2 terdapat 2 pengamatan yaitu pengamatan ke-15 dan ke-37. Hasil Perhitungan CD_i disajikan pada Lampiran 8. Diagram titik CD_i data 1 disajikan pada Gambar 4.7 Gambar 4.8 untuk data 2.



Gambar 4.7. Diagram Titik Data 1 Berdasarkan Jarak Cook



Gambar 4.8. Diagram titik Data 2 Berdasarkan Jarak Cook

4.4. Metode 2

4.4.1. Hasil Pendugaan Parameter metode 2 (M_2)

Pada metode 2 (M_2), pengamatan mengandung pencilan pada peubah prediktor, peubah respon, serta pengamatan berpengaruh dibuang kemudian dilakukan pendugaan parameter dengan MKT. Pada data 1 dibuang pengamatan ke-15 dan pada data 2 pengamatan ke-15 dan ke-37. Pada Tabel 4.7 disajikan hasil pendugaan parameter menggunakan metode 2.

Tabel 4.7. Hasil Pendugaan Parameter Metode 2

Metode	Data	Model	R^2 Disesuaikan
M_2	1	$Y = -5.294 + 0.081X_1 + 1.317X_2 + 0.939X_3 - 0.279X_4$	0.935
	2	$Y = 105974.246 - 13626.023X_1 + 0.008X_2 - 0.178X_3 + 1.546X_4$	0.987

Dilihat dari Tabel 4.7, keragaman pendapatan pelaku UMKM di Kawasan Kampung Inggris diterangkan oleh lama usaha, modal usaha, lama pendidikan dan jam kerja sebesar 93.5%. Keragaman penyerapan tenaga kerja Kabupaten/Kota di Jawa Timur diterangkan oleh pertumbuhan ekonomi, upah minimum kerja, jumlah lulusan

minimum SMA/SMK dan jumlah angkatan kerja laki-laki sebesar 98,7%.

4.4.2. Hasil Pengujian asumsi Kenormalan Galat

Setelah parameter diduga dengan metode 2, kemudian dilakukan pengujian asumsi. Tabel 4.8 menyajikan hasil pengujian Kenormalan Galat pada metode 2.

Tabel 4.8. Hasil Pengujian Asumsi Kenormalan Galat

	Data	n	D	Nilai- p	Keputusan
M_2	1	29	0.104	0.2	Terima H_0
	2	36	0.134	0.102	Terima H_0

Data 1 dan data 2 Nilai- $p > 0.05$ sehingga H_0 diterima. Dapat disimpulkan bahwa galat model regresi pada data faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat pendapatan pelaku UMKM skala mikro di kawasan kampung Inggris dan galat model pada data pengaruh pertumbuhan ekonomi, upah minimum, pendidikan dan gender terhadap penyerapan tenaga kerja di Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur menyebar normal. Hasil pengujian asumsi regresi lain disajikan pada Lampiran 11 (Metode 2).

4.5. Minimum Covariance Determinant (MCD)

Untuk mengatasi keberadaan pencilan, diperlukan metode alternatif yang kekar terhadap pencilan yaitu metode *Minimum Covariance Determinant*. Langkah pertama adalah mengambil secara acak $h = \frac{n+k+1}{2}$ pengamatan sebagai himpunan bagian dari matriks X . Data 1 sebanyak $h = \frac{30+4+1}{2} = 17$ pedagang dan data 2 sebanyak $h = \frac{38+4+1}{2} = 21$ Kota/Kabupaten tampak disajikan pada Tabel 4.8 di bawah ini.

Tabel 4.9. Pengamatan Terpilih

Data	Pengamatan										
Data 1	24	26	9	11	27	21	1	30	28	17	19
	7	16	23	8	3	10					
Data 2	23	3	5	22	13	29	4	21	27	30	28
	18	10	11	26	2	19	38	20	12	8	6

Kemudian akan didapatkan Vektor rata-rata (Tabel 4.10) dan Matriks Ragam-Peragam dari penduga MCD (Tabel 4.11).

Tabel 4.10. Vektor Rata-Rata Peubah Prediktor

Data	\bar{X}_{MCD}
Data 1	4.470588
	5.994118
	11.52941
	12.17647
Data 2	5.48
	1136581
	111602.4
	289197.8

Tabel 4.11. Matriks Ragam-Peragam MCD

Data	S_{MCD}			
Data 1	352.2353	-22.95294118	-38.2352941	120.088235
	-22.9529	254.1494118	-57.4470588	-99.482353
	-38.2353	-57.44705882	144.2352941	13.9117647
	120.0882	-99.48235294	13.91176471	241.970588
Data 2	4.3652	7.36E+05	-4.22E+04	-2.87E+05
	735693.65	4.14E+11	-1.13E+10	-2.42E+10
	42161.69	-1.13E+10	4.81E+10	8.34E+10
	-287310.74	-2.42E+10	8.34E+10	2.42E+11

Vektor rata-rata dan matriks ragam-peragam yang sudah diketahui akan digunakan untuk menghitung jarak robust. Pada Tabel 4.12 disajikan hasil perhitungan jarak *robust* (Lampiran 10).

Tabel 4.12. Jarak Robust

Pengamatan	Data 1		Data 2	
	RD^2	$\chi^2_{(1-0.1);4}$	RD^2	$\chi^2_{(1-0.1);4}$
1	0.165211	7.779	0.12011992	7.779
2	2.591788		0.04578614	

Tabel 4.12. Lanjutan

Pengamatan	Data 1		Data 2	
	RD^2	$\chi^2_{(1-0.1);4}$	RD^2	$\chi^2_{(1-0.1);4}$
3	0.333827	7.779	0.13247115	7.779
4	3.130489		0.05486210	
5	3.347649		0.09155166	
6	0.434552		0.30237172	
7	0.255216		1.82482194	
8	0.304115		0.08179302	
9	0.12839		1.30579905	
10	0.848607		0.33135703	
11	0.145472		0.06404331	
12	1.608404		0.03905668	
13	1.490878		0.31423419	
14	3.342206		3.17906158	
15	8.866824		23.63982667	
⋮	⋮		⋮	
30	0.166477		0.30044316	
31			0.37678966	
32			1.64019819	
33			0.26803207	
34			0.43243964	
35			0.29853277	
36			0.63179383	
37			29.16623369	
38			0.71243798	

Pengamatan ke-15 (data 1) dan pengamatan ke-15 dan ke-37 (data 2) memiliki Jarak *Robust* lebih dari $\chi^2_{(1-0.1);4} = 7.779$ maka diberi pembobot 0 dan selainnya 1 disajikan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13. Pembobot

Data 1				Data 2			
I	w_i	I	w_i	i	w_i	i	w_i
1	1	21	1	1	1	21	1
2	1	22	1	2	1	22	1
3	1	23	1	3	1	23	1

Tabel 4.13. (Lanjutan)

Data 1				Data 2			
I	w_i	i	w_i	i	w_i	I	w_i
4	1	24	1	4	1	24	1
5	1	25	1	5	1	25	1
6	1	26	1	6	1	26	1
7	1	27	1	7	1	27	1
8	1	28	1	8	1	28	1
9	1	29	1	9	1	29	1
10	1	30	1	10	1	30	1
11	1	31	1	11	1	31	1
12	1	32	1	12	1	32	1
13	1	33	1	13	1	33	1
14	1	34	1	14	1	34	1
15	0	35	1	15	0	35	1
16	1	36	1	16	1	36	1
17	1	37	1	17	1	37	0
18	1	38	1	18	1	38	1
19	1	39	1	19	1		
20	1	40	1	20	1		

Kemudian melakukan pendugaan parameter sesuai dengan persamaan (2.14) disajikan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14. Hasil Pendugaan Parameter MCD

Metode	Data	Model	R^2 Disesuaikan
MCD	1	$Y = -5.294 + 0.081X_1 + 1.317X_2 + 0.939X_3 - 0.279X_4$	0.935
	2	$Y = 105974.246 - 13626.023X_1 + 0.008X_2 - 0.178X_3 + 1.546X_4$	0.987

Pandang Tabel 4.14 di mana Keragaman pendapatan pelaku UMKM di Kawasan kampung inggris diterangkan oleh lama usaha, modal usaha, lama pendidikan dan jam kerja sebesar 93.5%. Keragaman penyerapan tenaga kerja Kabupaten/Kota di Jawa Timur diterangkan oleh pertumbuhan ekonomi, upah minimum kerja,

jumlah lulusan minimum SMA/SMK sederajat dan jumlah angkatan kerja laki-laki sebesar 98.7%.

4.5.1. Hasil Pengujian asumsi Kenormalan Galat

Setelah parameter diduga dengan MCD, kemudian dilakukan pengujian asumsi. Tabel 4.15 menyajikan hasil pengujian Kenormalan Galat pada metode MCD.

Tabel 4.15. Hasil Pengujian Asumsi Kenormalan Galat MCD

	Data	n	D	Nilai- p	Keputusan
MCD	1	30	0.104	0.2	Terima H_0
	2	38	0.134	0.102	Terima H_0

Data 1 dan data 2 menghasilkan nilai- $p > 0.05$ sehingga H_0 diterima. Dapat disimpulkan bahwa galat model regresi pada data faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat pendapatan pelaku UMKM skala mikro di Kawasan Kampung Inggris dan galat model pada data pengaruh pertumbuhan ekonomi, upah minimum, pendidikan dan gender terhadap penyerapan tenaga kerja di Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur menyebar normal. Hasil pengujian asumsi regresi lain disajikan pada Lampiran 12 (MCD).

4.6. Hasil Pengujian Parameter Regresi

Pengujian parameter regresi menggunakan uji F untuk mengetahui pengaruh peubah prediktor secara simultan dan uji t untuk mengetahui pengaruh peubah prediktor secara parsial. Hasil uji simultan disajikan pada Tabel 4.16 dan hasil uji parsial pada Tabel 4.17.

Tabel 4.16. Hasil Pengujian Simultan

Metode	Data	Statistik uji F	Nilai- p	Keputusan
M_1	1	2.76	0.000	Tolak H_0
	2	2.66	0.000	Tolak H_0
M_2	1	2.78	0.000	Tolak H_0
	2	2.68	0.000	Tolak H_0
MCD	1	2.78	0.000	Tolak H_0
	2	2.68	0.000	Tolak H_0

Tabel 4.17. Hasil Pengujian Parsial

Metode	Data	$\hat{\beta}_j$	Statistik uji t	Nilai-p	Keputusan
M ₁	1	$\hat{\beta}_1$	-0.670	0.509	Terima H_0
		$\hat{\beta}_2$	9.460	0.000	Tolak H_0
		$\hat{\beta}_3$	2.336	0.028	Tolak H_0
		$\hat{\beta}_4$	1.248	0.223	Terima H_0
	2	$\hat{\beta}_1$	-0.362	0.720	Terima H_0
		$\hat{\beta}_2$	0.439	0.664	Terima H_0
		$\hat{\beta}_3$	-4.603	0.000	Tolak H_0
		$\hat{\beta}_4$	29.532	0.000	Tolak H_0
M ₂	1	$\hat{\beta}_1$	0.794	0.435	Terima H_0
		$\hat{\beta}_2$	18.190	0.000	Tolak H_0
		$\hat{\beta}_3$	4.656	0.000	Tolak H_0
		$\hat{\beta}_4$	-1.535	0.138	Terima H_0
	2	$\hat{\beta}_1$	-1.055	0.300	Terima H_0
		$\hat{\beta}_2$	0.324	0.748	Terima H_0
		$\hat{\beta}_3$	-1.574	0.126	Terima H_0
		$\hat{\beta}_4$	34.477	0.000	Tolak H_0
MCD	1	$\hat{\beta}_1$	0.794	0.435	Terima H_0
		$\hat{\beta}_2$	18.190	0.000	Tolak H_0
		$\hat{\beta}_3$	4.656	0.000	Tolak H_0
		$\hat{\beta}_4$	-1.535	0.138	Terima H_0
	2	$\hat{\beta}_1$	-1.055	0.300	Terima H_0
		$\hat{\beta}_2$	0.324	0.748	Terima H_0
		$\hat{\beta}_3$	-1.574	0.126	Terima H_0
		$\hat{\beta}_4$	34.477	0.000	Tolak H_0

Pandang Tabel 4.16. Hasil pengujian simultan pada data 1 dan data 2 dengan tiga metode menghasilkan keputusan sama yaitu tolak H_0 maka dapat disimpulkan bahwa semua peubah prediktor berpengaruh secara simultan terhadap peubah respon.

Berdasarkan Tabel 4.17, hasil pengujian parsial menggunakan tiga metode menghasilkan kesimpulan yang sama yaitu peubah

modal usaha dan lama pendidikan berpengaruh secara parsial terhadap pendapatan pelaku UMKM sedangkan lama usaha dan jam kerja tidak berpengaruh secara parsial terhadap pendapatan pelaku UMKM (data 1). Pada data 2 dengan metode 1, peubah jumlah lulusan SMA/SMK sederajat keatas dan jumlah angkatan kerja laki-laki berpengaruh secara parsial terhadap penyerapan tenaga kerja sedangkan dengan metode 2 dan MCD hanya peubah jumlah angkatan kerja laki-laki yang berpengaruh secara parsial terhadap penyerapan tenaga kerja.

4.7. Pemilihan Model Terbaik

Untuk mengetahui metode terbaik digunakan kriteria *Adjusted R²* (*R²* disesuaikan) kemudian dibandingkan antar tiga metode sesuai Tabel 4.18.

Tabel 4.18. Pemilihan Model Terbaik

Data	<i>R²</i> disesuaikan		
	M ₁	M ₂	MCD
1	0.795	0.935	0.935
2	0.982	0.987	0.987

Pandang Tabel 4.17 Nilai *R²* disesuaikan tertinggi dihasilkan oleh M₂ dan MCD. Berdasarkan hasil pengujian asumsi kenormalan galat, M₂ dan MCD memenuhi asumsi kenormalan galat sedangkan M₁ tidak memenuhi asumsi. Tanda koefisien regresi M₂ dan MCD sama tetapi berbeda dengan M₁ (data 1) sedangkan pada data 2, M₁, M₂, dan MCD tidak mengalami perubahan.

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Pencilan dan pengamatan berpengaruh dapat mempengaruhi penduga parameter regresi. Hal ini terbukti dari hasil pengujian asumsi kenormalan galat pada M_1 yang tidak terpenuhi. Setelah pencilan dan pengamatan berpengaruh dihilangkan (M_2 dan MCD), galat bersifat menyebar secara normal
2. Berdasarkan kriteria nilai koefisien determinasi terkoreksi (R_{adj}^2), nilai R_{adj}^2 pada metode 1, metode 2 dan MCD berturut-turut 0.795, 0.935 dan 0.935 (data 1). Hal ini membuktikan bahwa pendugaan parameter M_2 dan MCD lebih baik diterapkan pada data mengandung pencilan dan pengamatan berpengaruh dibandingkan dengan Metode 1.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian ini, saran yang dapat diberikan yaitu keterbatasan penelitian ini adalah pada pemograman MCD yang mencari minimum determinan matriks ragam peragam dari p iterasi sedangkan seharusnya melakukan iterasi sampai syarat $\det(\mathbf{S}_{baru}) \leq \det(\mathbf{S}_{lama})$ terpenuhi. Oleh sebab itu diperlukan pemograman yang sesuai dengan seharusnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowerman, B.L. dan R.T. O'Connell. 1990. *Linear Statistical Models, an Applied Approach (Second Edition)*. PWS-KNT. Boston.
- Cook, R.D. dan S. Weisberg. 1982. *Residuals and Influence in Regression*. Chapman and Hall. New York.
- Draper, N.R. dan H. Smith. 1998. *Applied Regression Analysis*. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Gujarati, D.N. 2012. *Dasar-Dasar Ekonometrika*. Salemba Empat. Jakarta.
- Hair, J.F., W.C. Black, B.J. Babin dan R.E. Anderson. 2010. *Multivariate Data Analysis*. New Jearsey. Pearson Education.
- Kusumawati, A. 2017. *Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Pendapatan Pelaku UMKM Skala Makro*. Skripsi Jurusan Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Brawijaya Malang. Tidak dipublikasikan.
- Rousseuw, P.J. dan A.M. Leroy. 1987. *Robust Regression and Outlier Detection*. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Rousseuw, P.J. dan K.V. Drissen. 1999. *A Fast Algorithm for the Minimum Covariance Determinant Estimator*. *Technometrics*. Vol. 41 No.3 (212-223).
- Siegel, S. 1997. *Statistika Non Parametrik*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Vidiasari, E.B. 2016. *Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Upah Minimum, Pendidikan, dan Gender Terhadap Penyerapan Tenaga Kerja di Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur*. Skripsi Jurusan Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Brawijaya Malang. Tidak dipublikasikan.

Walpole, R.E. 1995. *Pengantar Statistika*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Pendapatan, Lama Usaha, Modal Usaha, Lama Pendidikan dan Jam Kerja Pelaku UMKM di Kawasan Kampung Inggris

Pengamatan	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
1	14.2	2	4.5	16	14
2	17.8	31	15	9	14
3	15.9	6	12	12	15.5
4	31.08	9	30	6	16
5	45	10	30	12	15
6	20	6	15	12	7
7	19.7	2	12	12	13
8	2.657	3	0.3	9	16
9	3	7	0.6	12	15
10	8	21	6.5	9	14
11	5	5	1	15	13.5
12	30	7	20	16	15
13	30	7	20	15	15
14	45	19	30	9	12
15	125	9	42	16	20
16	3	7	2	12	20
17	5	1	4	9	9
18	30	11	15	16	9
19	15	1	6	16	8
20	19.2	1	15	12	15
21	8.325	5	3	16	15
22	34.6	14	18	16	16
23	11.17	4	9	6	14
24	6.5	2	6	9	11

Lampiran 1. (Lanjutan)

Pengamatan	Y	X_1	X_2	X_3	X_4
25	42.234	9	24	12	12
26	16.7	2	9	12	7
27	14.4	2	9	9	7
28	17.4	4	12	9	8
29	34.967	2	25	16	8
30	14.7	2	5	13	7

Keterangan

Y = Pendapatan pelaku usaha kecil dalam bulan (juta rupiah)

X_1 = Lama usaha (bulan)

X_2 = Modal usaha (juta rupiah)

X_3 = Lama pendidikan (tahun)

X_4 = Jam kerja dalam sehari

Lampiran 2. Penyerapan Tenaga Kerja, Pertumbuhan Ekonomi, Upah Minimum Kerja, Jumlah lulusan minimum SMA/SMK sederajat dan Jumlah angkatan kerja laki-laki Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur

Kota/Kabupaten	Y	X1	X2	X3	X4
Kabupaten Pacitan	345270	5.21	1000000	56584	186390
Kabupaten Ponorogo	478260	5.28	1000000	112444	287444
Kabupaten Trenggalek	382330	5.41	1000000	60423	230457
Kabupaten Tulungagung	551480	5.45	1107000	152267	317236
Kabupaten Blitar	587403	5.01	1000000	153546	366097
Kabupaten Kediri	747065	5.3	1135000	230668	492876
Kabupaten Malang	1212028	5.7	1635000	297227	798390
Kabupaten Lumajang	500104	5.4	1120000	83496	317534
Kabupaten Jember	1103779	5.71	1270000	210174	750792
Kabupaten Banyuwangi	780835	5.91	1240000	211484	509702
Kabupaten Bondowoso	400655	5.08	1105000	85187	248833
Kabupaten Situbondo	334065	5.53	1071000	88421	213899
Kabupaten Probolinggo	592540	5.12	1353750	102398	359155
Kabupaten Pasuruan	806291	6.64	2190000	120974	502129
Kabupaten Sidoarjo	1028243	6.17	2190000	880520	872153
Kabupaten Mojokerto	532294	6.36	2050000	197455	345689
Kabupaten Jombang	577679	5.42	1500000	203832	379948
Kabupaten Nganjuk	513031	5.1	1131000	135187	332262
Kabupaten Madiun	350522	5.34	1045000	98612	216196
Kabupaten Magetan	328845	5.18	1000000	127290	195696
Kabupaten Ngawi	412831	5.61	1040000	105441	263145

Lampiran 2. (Lanjutan)

Kota/Kabupaten	Y	X1	X2	X3	X4
Kabupaten Bojonegoro	608174	6.19	1140000	142944	395766
Kabupaten Tuban	548541	5.31	1370000	137760	360112
Kabupaten Lamongan	585311	6.41	1220000	200029	373264
Kabupaten Gresik	562559	6.73	2195000	338072	368413
Kabupaten Bangkalan	446517	5.02	1102000	54101	262162
Kabupaten Sampang	496322	5.05	1120000	50872	269849
Kabupaten Pamekasan	459046	5.81	1090000	103882	247881
Kabupaten Sumenep	616145	5.7	1090000	88273	325180
Kota Kediri	134293	5.83	1165000	90538	84768
Kota Blitar	65402	5.9	1000000	41784	41233
Kota Malang	393050	5.82	1587000	222779	248207
Kota Probolinggo	107668	5.93	1250000	63475	67457
Kota Pasuruan	91212	5.71	1360000	54851	57807
Kota Mojokerto	61771	5.76	1250000	34442	38716
Kota Madiun	80613	6.62	1066000	60347	49263
Kota Surabaya	1380157	6.73	2500000	959232	966088
Kota Batu	104177	6.93	1580037	40019	66102

Keterangan

Y = Penyerapan tenaga kerja (jiwa)

X₁ = Pertumbuhan ekonomi (%)

X₂ = Upah Minimum Kerja Kabupaten/Kota (rupiah)

X₃ = Jumlah lulusan SMA/SMK sederajat keatas (jiwa)

X₄ = Jumlah angkatan kerja laki-laki (jiwa)

Lampiran 3. Hasil Pengujian Asumsi regresi Linier Berganda Metode Pendugaan MKT Data Lengkap (M_1)

a. Hasil Pengujian Asumsi Kenormalan Galat

Data	n	D	Nilai-p	Keputusan
1	30	0.175	0.019	Tolak H_0
2	38	0.154	0.023	Tolak H_0

b. Hasil Pengujian Asumsi Kebebasan Antar Galat

Data	D	DI	Du	Keputusan
Data 1	1.843	1.1426	1.7386	Terima H_0
Data 2	1.735	1.2614	1.7223	Terima H_0

c. Hasil Pengujian Asumsi Kehomogenan Ragam Galat

Data	j	t_j	Nilai-p	Keputusan
Data 1	1	-2.616	0.015	Tolak H_0
	2	5.088	0.000	Tolak H_0
	3	0.146	0.885	Terima H_0
	4	2.238	0.034	Tolak H_0
Data 2	1	0.747	0.461	Terima H_0
	2	-1.353	0.185	Terima H_0
	3	3.958	0.000	Tolak H_0
	4	-0.784	0.438	Terima H_0

Lampiran 3. (Lanjutan)

d. Hasil Pengujian Asumsi Kebebasan Antar Peubah Prediktor

Data	j	β_j	VIF	Keterangan
Data 1	1	β_1	1.251	Tidak terdapat korelasi antar peubah prediktor.
	2	β_2	1.153	Tidak terdapat korelasi antar peubah prediktor.
	3	β_3	1.064	Tidak terdapat korelasi antar peubah prediktor.
	4	β_4	1.120	Tidak terdapat korelasi antar peubah prediktor.
Data 2	1	β_1	1.996	Tidak terdapat korelasi antar peubah prediktor.
	2	β_2	3.411	Tidak terdapat korelasi antar peubah prediktor.
	3	β_3	3.959	Tidak terdapat korelasi antar peubah prediktor.
	4	β_4	3.116	Tidak terdapat korelasi antar peubah prediktor.

Lampiran 4. Hasil Pengujian Uji Kolmogorov-Smirnov M_1 (data 1)

i	$\varepsilon_{(i)}$	$(\varepsilon_i - \bar{\varepsilon})^2$	$Z_{(i)}$	f	$S(\varepsilon_{(i)})$	$F_0(\varepsilon_{(i)})$	$ S(\varepsilon_{(i)}) - F_0(\varepsilon_{(i)}) $
1	-15.8	249.73	-1.629	1	0.033	0.05164	0.0183
2	-13.4	178.84	-1.379	2	0.067	0.083998	0.0173
3	-12.6	159.57	-1.302	3	0.1	0.096412	0.0036
4	-11.2	124.45	-1.150	4	0.133	0.12506	0.0083
5	-9.85	96.991	-1.015	5	0.167	0.154981	0.0117
6	-9.43	88.957	-0.972	6	0.2	0.165441	0.0346
7	-6.37	40.535	-0.656	7	0.233	0.255796	0.0225
8	-3.45	11.925	-0.356	8	0.267	0.360915	0.0942
9	-3.34	11.144	-0.344	9	0.3	0.365365	0.0654
10	-2.83	8.0265	-0.292	10	0.333	0.385116	0.0518
11	-2.13	4.5346	-0.219	11	0.367	0.413118	0.0465
12	-1.73	2.9922	-0.178	12	0.4	0.429232	0.0292
13	-1.45	2.1022	-0.149	13	0.433	0.44059	0.0073
14	0.09	0.008	0.0092	14	0.467	0.503682	0.037
15	0.261	0.0681	0.0269	15	0.5	0.510728	0.0107
16	0.466	0.2175	0.0481	16	0.533	0.519174	0.0142
17	0.721	0.5204	0.0744	17	0.567	0.529641	0.037
18	1.682	2.8283	0.1734	18	0.6	0.568822	0.0312
19	2.102	4.4186	0.2167	19	0.633	0.585781	0.0476
20	2.117	4.4808	0.2182	20	0.667	0.586373	0.0803
21	2.682	7.1908	0.2765	21	0.7	0.608899	0.0911
22	3.98	15.843	0.4103	22	0.733	0.659224	0.0741
23	4.222	17.824	0.4352	23	0.767	0.668308	0.0984
24	4.725	22.324	0.4871	24	0.8	0.686904	0.1131
25	4.971	24.714	0.5125	25	0.833	0.695851	0.1375
26	5.512	30.386	0.5683	26	0.867	0.715078	0.1516
27	5.793	33.557	0.5972	27	0.9	0.724814	0.1752

Lampiran 4. (Lanjutan)

i	$\varepsilon_{(i)}$	$(\varepsilon_i - \bar{\varepsilon})^2$	$Z_{(i)}$	f	$S(\varepsilon_{(i)})$	$F_0(\varepsilon_{(i)})$	$\left \frac{S(\varepsilon_{(i)})}{F_0(\varepsilon_{(i)})} \right $
28	7.101	50.421	-0.732	28	0.933	0.767927	0.1654
29	9.002	81.028	-0.928	29	0.967	0.823295	0.1434
30	38.12	1453	3.9297	30	1	0.999957	4E-05
	S_ε	9.7				D	0.1752

Lampiran 5 Hasil Pendeteksian Pencilan Pada Peubah Prediktor

a. Data 1

$$2 \binom{k+1}{n} = 2 \binom{5}{30} = 0,333$$

i	h_{ii}	i	h_{ii}	i	h_{ii}
1	0.09537	11	0.09069	21	0.11397
2	0.48285	12	0.06897	22	0.11407
3	0.02583	13	0.04766	23	0.16853
4	0.2755	14	0.19361	24	0.06639
5	0.09206	15	0.37851	25	0.0412
6	0.0873	16	0.2078	26	0.08203
7	0.02412	17	0.09205	27	0.11482
8	0.14728	18	0.14001	28	0.08693
9	0.07871	19	0.12399	29	0.18137
10	0.22032	20	0.06452	30	0.09351

b. Data 2

$$2 \binom{k+1}{n} = 2 \binom{5}{38} = 0.263$$

i	h_{ii}	i	h_{ii}	i	h_{ii}	i	h_{ii}
1	0.00476	11	0.00143	21	0.00084	31	0.01024
2	0.00172	12	0.00182	22	0.00358	32	0.00616
3	0.00018	13	0.00096	23	0.00623	33	0.00496
4	0.01521	14	0.00015	24	0.01029	34	0.01247
5	0.00162	15	2.48474	25	0.05239	35	0.01306
6	0.00023	16	0.00028	26	0.00007	36	0.0099
7	0.00206	17	0.00063	27	0.0174	37	2.33113
8	0.00219	18	0.00227	28	0.02367	38	0.03844
9	0.27468	19	0.00009	29	0.05705		
10	0.00002	20	0.00291	30	0.00178		

Lampiran 6. Hasil Pendeteksian Pencilan Pada Peubah Respon

a. Data 1

$$t_{\alpha/2; (n-(k+1))} = t_{\alpha/2; (30-(4+1))} = t_{\alpha/2; (25)} = 1.7081$$

i	$TRES_i$	i	$TRES_i$	i	$TRES_i$
1	0.02621	11	0.00897	21	-0.28824
2	0.09728	12	-1.29322	22	-0.35166
3	-0.62051	13	-1.11949	23	0.41938
4	-1.91392	14	-0.15473	24	0.20942
5	-1.00834	15	15.15357	25	0.04547
6	-0.21317	16	-0.36037	26	0.49826
7	-0.1672	17	-0.55634	27	0.72949
8	0.60474	18	0.17358	28	0.42372
9	0.26728	19	0.21496	29	-1.47835
10	0.51576	20	-0.94859	30	0.91922

b. Data 2

$$t_{\alpha/2; (n-(k+1))} = t_{\alpha/2; (38-(4+1))} = t_{0.1/2; (33)} = 1.6923$$

i	$TRES_i$	i	$TRES_i$	i	$TRES_i$	i	$TRES_i$
1	0.61328	11	-0.2988	21	-0.2888	31	-0.6554
2	0.3925	12	-0.4639	22	-0.3155	32	0.588
3	-0.1365	13	0.1919	23	-0.6434	33	-0.5337
4	1.36672	14	-0.0315	24	0.50502	34	-0.7189
5	0.29781	15	-5.6434	25	1.00514	35	-0.8124
6	-0.1154	16	-0.0734	26	0.06306	36	-0.3776
7	-0.1795	17	-0.1993	27	0.99259	37	4.30276
8	-0.4928	18	-0.3980	28	1.49709	38	-0.7831
9	-1.8711	19	-0.0903	29	2.34529		
10	-0.0296	20	0.39809	30	-0.3223		

Lampiran 7. Hasil Pendeteksian Pengamatan Berpengaruh dengan DFITS

a. Data 1

$$2 \sqrt{\frac{k+1}{n}} = 2 \sqrt{\frac{5}{30}} = 0.8165$$

<i>i</i>	DFITS	<i>i</i>	DFITS	<i>i</i>	DFITS
1	0.01007	11	0.00338	21	-0.1198
2	0.10048	12	-0.43658	22	-0.14622
3	-0.1556	13	-0.33234	23	0.21091
4	-1.27938	14	-0.08384	24	0.0697
5	-0.38181	15	12.68047	25	0.0129
6	-0.07895	16	-0.20314	26	0.17993
7	-0.04128	17	0.21065	27	0.30422
8	0.28393	18	0.07949	28	0.15667
9	0.09494	19	0.09288	29	-0.77301
10	0.30067	20	-0.31241	30	0.35035

b. Data 2

$$2 \sqrt{\frac{k+1}{n}} = 2 \sqrt{\frac{5}{38}} = 0.725$$

<i>i</i>	DFITS	<i>i</i>	DFITS	<i>i</i>	DFITS	<i>i</i>	DFITS
1	0.15288	11	-0.0833	21	-0.0639	31	-0.2243
2	0.09161	12	-0.0943	22	-0.1320	32	0.1737
3	-0.02937	13	0.06816	23	-0.1749	33	-0.1557
4	0.27941	14	-0.0270	24	0.22422	34	-0.2478
5	0.08885	15	-4.9028	25	0.5119	35	-0.2542
6	-0.03331	16	-0.0367	26	0.01896	36	-0.2196
7	-0.09987	17	-0.0553	27	0.29489	37	4.22392
8	-0.10349	18	-0.1051	28	0.35043	38	-0.4358
9	-1.21551	19	-0.0205	29	0.56935		
10	-0.01004	20	0.11904	30	-0.0931		

Lampiran 8. Hasil Pendeteksian Pengamatan Berpengaruh dengan Jarak Cook

a. Data 1

$$F_{\alpha(k,n-k)} = F_{0.1(4,30-4)} = 2.17$$

i	CD_i	i	CD_i	i	CD_i
1	0.00002	11	0	21	0.00298
2	0.0021	12	0.03712	22	0.00443
3	0.00496	13	0.02187	23	0.0092
4	0.29585	14	0.00146	24	0.00101
5	0.02914	15	3.16985	25	0.00003
6	0.0013	16	0.00855	26	0.00668
7	0.00035	17	0.00913	27	0.01886
8	0.01654	18	0.00131	28	0.00508
9	0.00187	19	0.00179	29	0.1141
10	0.01863	20	0.0196	30	0.0247

b. Data 2

$$F_{\alpha(k,n-k)} = F_{0.1(4,38-4)} = 2.12$$

i	CD_i	i	CD_i	i	CD_i	i	CD_i
1	0.00476	11	0.00143	21	0.00084	31	0.01024
2	0.00172	12	0.00182	22	0.00358	32	0.00616
3	0.00018	13	0.00096	23	0.00623	33	0.00496
4	0.01521	14	0.00015	24	0.01029	34	0.01247
5	0.00162	15	2.48474	25	0.05239	35	0.01306
6	0.00023	16	0.00028	26	0.00007	36	0.0099
7	0.00206	17	0.00063	27	0.0174	37	2.33113
8	0.00219	18	0.00227	28	0.02367	38	0.03844
9	0.27468	19	0.00009	29	0.05705		
10	0.00002	20	0.00291	30	0.00178		

Lampiran 9. *Source Code* MCD

X1<-read.table('clipboard',header=T,sep = ";")
X2<-read.table('clipboard',header=T,sep = ";")
X3<-read.table('clipboard',header=T,sep = ";")
X4<-read.table('clipboard',header=T,sep = ";")
Y<-read.table('clipboard',header=T,sep = ";")
X<-cbind(X1,X2,X3,X4)
mila=function(X,j){
hasil<-matrix(0,nrow=j,ncol=1)
for(p in 1:j){
set.seed(p)
x<-X
k<-sample(nrow(x),nrow(x))
acak<-x[k,]
h<-round((nrow(X)+ncol(X)+1)/2)
x<-acak[1:h,]
##menghitung vektor rata2
l<-matrix(0,ncol(x),1)
for(i in 1:ncol(x)){
l[i,]=sum(x[,i])/h
}
l<-as.matrix(l)
##membuat matriks ragam peragam
m<-l
k<-matrix(0,nrow(x),ncol(x))
for(i in 1:ncol(x)){
k[,i]<-x[,i]-l[i,]
}

Lampiran 9. Lanjutan

```

s<-t(k)%*%k
s2<-s*m
##membuat determinan
determinan<-det(s2)
hasil[p,]=determinan
}
ks<-matrix(0,nrow=j,ncol=1)
s=0
for(o in 1:j){
  ks[o,]=s+o
  ks[o,]=ks[o,]
}
z<-cbind(ks,hasil)
mcd<-z[order(z[,2])]
cat("Hasil bootstrap determinan:", "\n")
print(hasil)
urutan<-as.matrix(sort(hasil))
terkecil<-min(urutan)
cat("Hasil bootstrap determinanurut:", "\n")
print(urutan)
cat("Hasil bootstrap determinan terkecil:", "\n")
print(terkecil)
cat("Urutan iterasi:", "\n")
print(mcd)
}
mila(X,1000)
set.seed(742)
x=X
k<-sample(nrow(x),nrow(x))
acak<-x[k,]

```


Lampiran 9. Lanjutan

```
h<-round((nrow(x)+ncol(x)+1)/2)
```

```
x<-acak[1:h,]
```

```
##menghitung vektor rata2
```

```
l<-matrix(0,ncol(x),1)
```

```
for(i in 1:ncol(x)){
```

```
  l[i,]=sum(x[,i])/h
```

```
}
```

```
l<-as.matrix(l)
```

```
##membuat matriks ragam peragam
```

```
m<-1
```

```
k<-matrix(0,nrow(x),ncol(x))
```

```
for(i in 1:ncol(x)){
```

```
  k[,i]<-x[,i]-l[i,]
```

```
}
```

```
s<-t(k)%*%k
```

```
s2<-s*m
```

```
##membuat determinan
```

```
determinan<-det(s2)
```

```
## mencari rata2 tiap kolom xkecil dr h pengamatan
```

```
l<-matrix(0,ncol(x),1)
```

```
for(i in 1:ncol(x)){
```

```
  l[i,]=sum(x[,i])/h
```

```
}
```

```
l<-as.matrix(l)
```

```
##membuat matriks ragam peragam
```

```
m<-1
```

```
k<-matrix(0,nrow(x),ncol(x))
```

```
for(i in 1:ncol(x)){
```

Lampiran 9. Lanjutan

```

k[,i]<-x[,i]-l[i,]
}
s<-t(k)%*%k
s2<-s*m
s2
## x baru
h=22
l<-matrix(0,ncol(x),1)
for(i in 1:ncol(x)){
  l[i,]=sum(x[,i])/h
}
k<-matrix(0,nrow(X),ncol(X))
for(i in 1:ncol(X)){
  k[,i]<-X[,i]-l[i,]
}
## mencari rd
rd<-(k%*%solve(s2))%*%t(k)
rdiagonal<-as.matrix(diag(rd))
## PEMBOBOT
w<-matrix(0,nrow(rdiagonal),1)
for(i in 1:nrow(rdiagonal)){
  if(rdiagonal[i,]>7.779){w[i,]=0}
  else{w[i,]=1}
}
##memasukkan pembobot ke matriks 0
wi<-matrix(0,nrow(rd),ncol(rd))
for (n in 1:nrow(rd)){

```

Lampiran 9. Lanjutan

```
wi[n,n]=w[n,n]
}
X=as.matrix(X)
Y=as.matrix(Y)
## membuat beta topi
x0=matrix(1,nrow(rd),1)
Xm=cbind(x0,X)
beta<-
solve(t(Xm)%*%wi%*%Xm)%*%(t(Xm)%*%wi%*%Y)
Beta
```

Lampiran 10. Jarak Robust

Data 1		Data 2	
Pedagang UMKM	RD^2	Kota/Kabupaten	RD^2
1	0.165211	1	0.12011992
2	2.591788	2	0.04578614
3	0.333827	3	0.13247115
4	3.130489	4	0.05486210
5	3.347649	5	0.09155166
6	0.434552	6	0.30237172
7	0.255216	7	1.82482194
8	0.304115	8	0.08179302
9	0.12839	9	1.30579905
10	0.848607	10	0.33135703
11	0.145472	11	0.06404331
12	1.608404	12	0.03905668
13	1.490878	13	0.31423419
14	3.342206	14	3.17906158
15	8.866824	15	23.63982667
16	0.262149	16	2.62179775
17	0.189461	17	0.82064834
18	0.941383	18	0.05969388
19	0.226823	19	0.05589118
20	0.677937	20	0.23788670
21	0.163647	21	0.05327944
22	1.600692	22	0.31190660
23	0.288069	23	0.26107211
24	0.081698	24	0.41319285
25	1.739179	25	5.49046533
26	0.121988	26	0.15607033
27	0.146822	27	0.17741395

Lampiran 10. (Lanjutan)

Data 1		Data 2	
Pedagang UMKM	RD^2	Kota/Kabupaten	RD^2
28	0.172029	28	0.06167170
29	2.079555	29	0.15470596
30	0.166477	30	0.30044316
		31	0.37678966
		32	1.64019819
		33	0.26803207
		34	0.43243964
		35	0.29853277
		36	0.63179383
		37	29.16623369
		38	0.71243798

Lampiran 11. Hasil Pengujian Asumsi regresi Linier Berganda Metode 2

a. Hasil Pengujian Asumsi Kenormalan Galat

Data	n	D	Nilai-p	Keputusan
1	29	0.104	0.2	Terima H_0
2	36	0.134	0.102	Terima H_0

b. Hasil Pengujian Asumsi Kebebasan Antar Galat

Data	D	dl	du	Keputusan
Data 1	2.249	1.1241	1.7426	Terima H_0
Data 2	1.731	1.2358	1.7245	Terima H_0

c. Hasil Pengujian Asumsi Kehomogenan Ragam Galat

Data	j	t_j	Nilai-p	Keputusan
Data 1	1	0.500	0.622	Terima H_0
	2	3.782	0.001	Tolak H_0
	3	0.076	0.940	Terima H_0
	4	0.001	0.999	Terima H_0
Data 2	1	0.700	0.489	Terima H_0
	2	-0.592	0.558	Terima H_0
	3	-1.139	0.263	Terima H_0
	4	1.385	0.176	Terima H_0

Lampiran 11. (Lanjutan)

d. Hasil Pengujian Asumsi Kebebasan Antar Peubah Prediktor

Data	j	β_j	VIF	Keterangan
Data 1	1	β_1	1.294	Tidak terdapat korelasi antar peubah prediktor.
	2	β_2	1.144	Tidak terdapat korelasi antar peubah prediktor.
	3	β_3	1.039	Tidak terdapat korelasi antar peubah prediktor.
	4	β_4	1.104	Tidak terdapat korelasi antar peubah prediktor.
Data 2	1	β_1	1.783	Tidak terdapat korelasi antar peubah prediktor.
	2	β_2	2.156	Tidak terdapat korelasi antar peubah prediktor.
	3	β_3	2.763	Tidak terdapat korelasi antar peubah prediktor.
	4	β_4	2.424	Tidak terdapat korelasi antar peubah prediktor.

Lampiran 12. Hasil Pengujian Asumsi regresi Linier Berganda *robust* MCD

a. Hasil Pengujian Asumsi Kenormalan Galat

Data	n	D	Nilai- p	Keputusan
1	30	0.104	0.2	Terima H_0
2	36	0.134	0.102	Terima H_0

b. Hasil Pengujian Asumsi Kebebasan Antar Galat

Data	D	dL	dU	Keputusan
Data 1	2.249	1.1241	1.7426	Terima H_0
Data 2	1.163	1.731	1.2358	Terima H_0

c. Hasil Pengujian Asumsi Kehomogenan Ragam Galat

Data	j	t_j	Nilai- p	Keputusan
Data 1	1	0.500	0.622	Terima H_0
	2	3.782	0.001	Tolak H_0
	3	0.076	0.940	Terima H_0
	4	0.001	0.999	Terima H_0
Data 2	1	0.700	0.489	Terima H_0
	2	-0.592	0.558	Terima H_0
	3	-1.139	0.263	Terima H_0
	4	1.385	0.176	Terima H_0

Lampiran 12. (Lanjutan)

d. Hasil Pengujian Asumsi Kebebasan Antar Peubah Prediktor

Data	j	β_j	VIF	Keterangan
Data 1	1	β_1	1.294	Tidak terdapat korelasi antar peubah prediktor.
	2	β_2	1.144	Tidak terdapat korelasi antar peubah prediktor.
	3	β_3	1.039	Tidak terdapat korelasi antar peubah prediktor.
	4	β_4	1.104	Tidak terdapat korelasi antar peubah prediktor.
Data 2	1	β_1	1.783	Tidak terdapat korelasi antar peubah prediktor.
	2	β_2	2.156	Tidak terdapat korelasi antar peubah prediktor.
	3	β_3	2.763	Tidak terdapat korelasi antar peubah prediktor.
	4	β_4	2.424	Tidak terdapat korelasi antar peubah prediktor.