

**PEMODELAN REGRESI ROBUST ESTIMASI M FUNGSI PEMBOBOT  
HUBER DALAM MENANGANI PENCILAN  
(Studi Kasus: Pemodelan Jumlah Kematian Ibu di Indonesia)**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**NURFADILAH ARASWATI**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

## **ABSTRACT**

### **ROBUST REGRESSION MODELING OF THE M ESTIMATION HUBER WEIGHTING FUNCTION IN HANDLING OUTLIERS (Case Study: Modeling The Number of Maternal Mortality in Indonesia)**

**By**

**Nurfadilah Araswati**

Outliers are observations with large residual values. Robust regression is an important tool for analyzing data contaminated with outliers. One of the commonly used methods for robust regression is the estimation of M of the Huber weighting function. In this study, we will determine a multiple linear regression model using the least squares method (MKT) and a robust regression model with an estimation of the Huber weighting function on the data on the number of maternal deaths in Indonesia in 2020. The selection of the best model is seen from the largest Adjusted R-Square value and the smallest MSE value, namely the estimation of M of the Huber weighting function.

**Keywords:** Huber Weighting Function, M Estimation, Outliers, Robust Regression.

## ABSTRAK

### PEMODELAN REGRESI ROBUST ESTIMASI M FUNGSI PEMBOBOT *HUBER* DALAM MENANGANI PENCILAN (Studi Kasus: Pemodelan Jumlah Kematian Ibu di Indonesia)

Oleh

**Nurfadilah Araswati**

Pencilan merupakan nilai residual yang besar dari pengamatan. Alat yang biasa digunakan untuk menganalisis suatu data yang terkontaminasi pencilan menggunakan regresi robust. Salah satu metode yang biasa digunakan untuk regresi robust estimasi M fungsi pembobot *huber*. Pada penelitian ini akan menentukan model regresi linear berganda dengan Metode Kuadrat Terkecil (MKT) dan model regresi robust dengan estimasi M fungsi pembobot *huber* pada data jumlah kematian ibu di Indonesia tahun 2020. Pemilihan model terbaik dilihat dari nilai *Adjusted R-Square* terbesar dan nilai MSE terkecil yaitu estimasi M fungsi pembobot *huber*.

**Kata kunci:** Estimasi M, Fungsi Pembobot *Huber*, Pencilan, Regresi Robust.

**PEMODELAN REGRESI ROBUST ESTIMASI M FUNGSI PEMBOBOT  
*HUBER* DALAM MENANGANI PENCILAN  
(Studi Kasus: Pemodelan Jumlah Kematian Ibu di Indonesia)**

**Oleh**

**Nurfadilah Araswati**

**(Skripsi)**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA MATEMATIKA**

**Pada**

**Jurusan Matematika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Lampung**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

Judul skripsi : **PEMODELAN REGRESI ROBUST  
ESTIMASI M FUNGSI PEMBOBOT *HUBER*  
DALAM MENANGANI PENCILAN (Studi  
Kasus: Pemodelan Jumlah Kematian Ibu di  
Indonesia)**

Nama Mahasiswa : Nurfadilah Araswati

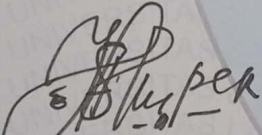
Nomor Pokok Mahasiswa : 1817031083

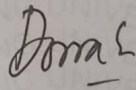
Jurusan : Matematika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

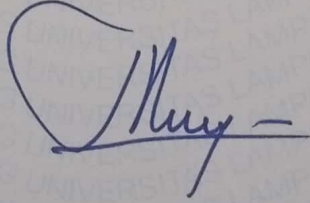


1. Komisi Pembimbing

  
**Drs. Eri Setiawan, M.Si.**  
NIP. 195811011988031002

  
**Dra. Dorrah Azis, M.Si.**  
NIP. 196101281988112001

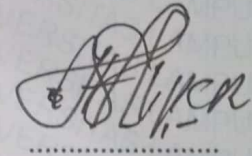
2. Ketua Jurusan Matematika

  
**Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.**  
NIP. 197403162005011001

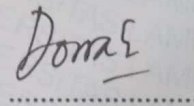
**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

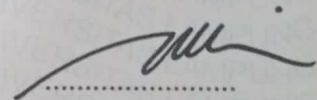
Ketua : **Drs. Eri Setiawan, M.Si.**



Sekretaris : **Dra. Dorrah Azis, M.Si.**

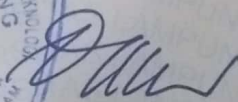


Penguji  
Bukan Pembimbing : **Ir. Netti Herawati, M.Sc., Ph.D.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**Dr. Eng. Supto Dwi Yuwono, S.Si., M.T.**  
**NIP. 197407052000031001**



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **10 Juni 2022**



## PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : **Nurfadilah Araswati**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1817031083**

Jurusan : **Matematika**

Judul Skripsi : **PEMODELAN REGRESI ROBUST  
ESTIMASI M FUNGSI PEMBOBOT *HUBER*  
DALAM MENANGANI PENCILAN (Studi  
Kasus: Pemodelan Jumlah Kematian Ibu di  
Indonesia)**

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan apabila kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku dan semua tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah karya penulisan ilmiah Universitas Lampung.

Bandar Lampung, Juni 2022  
Penulis,



**Nurfadilah Araswati**  
**NPM. 1817031083**

## RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Nurfadilah Araswati dilahirkan di Sukabumi, Provinsi Jawa Barat pada tanggal 02 November 1999. Penulis merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Hendra Mulyadi dan Ibu Sumiarti Taufiqiyah Surahman.

Penulis menempuh pendidikan di Taman Kanak-Kanak Sekar Bagus II Bayah pada tahun 2004-2006. Sekolah Dasar Negeri di SDN 2 Bayah Barat pada tahun 2006-2012. Sekolah Menengah Pertama Negeri di MTsN Bayah pada tahun 2012-2015. Sekolah Menengah Atas Negeri di MAN 1 Kota Sukabumi pada tahun 2015-2018.

Pada tahun 2018 penulis diterima sebagai mahasiswa S1 Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa penulis juga aktif dalam berorganisasi Himpunan Mahasiswa Banten (HMB) dan menjadi anggota Unit Kegiatan Mahasiswa tingkat universitas (UKM-U) Bola Voli. Pada bulan Februari – Maret 2021 penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Bandar Lampung. Pada bulan Maret – Juni 2021 penulis mengikuti kegiatan Kampus Mengajar di SD Islam Al-Anshor 1 Bandar Lampung. Pada bulan Agustus – September 2021 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di Desa Sawarna, Kecamatan Bayah, Kabupaten Lebak, Provinsi Banten. Pada tahun 2022 penulis mengikuti kegiatan Studi Independen Bersertifikat di Zenius dengan program *Accelerated Machine Learning*.



## **KATA INSPIRASI**

“Jangan tunda pekerjaanmu sampai besok, sementara kau bisa mengerjakannya hari ini”

(Benjamin Franklin)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Q.S. Al-Baqarah: 286)

“Siapa yang keluar untuk menuntut ilmu, maka dia berjuang fi sabilillah hingga dia kembali”

(HR. Tirmidzi)

“You are not alone”

(Michael Jackson)

## **PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan, serta solawat dan salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW.

Kupersembahkan karya sederhana ini untuk:

### **Bapak dan Ibu**

Terima kasih untuk doa, kasih sayang, dukungan, motivasi, dan saran dalam setiap keputusan.

### **Adik M. Ilham Taufiq R.**

Terima kasih telah memberikan semangat dan semoga menjadi motivasi untukmu.

Terima kasih kepada semua yang telah memberikan doa dan dukungan, kebahagiaan, canda, tawa, serta suka dan duka yang telah menyertai dalam langkahku.

**Almamater yang kucintai, Universitas Lampung**

## SANWACANA

Puji dan syukur kepada kehadiran Allah SWT karena berkat segala rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pemodelan Regresi Robust Estimasi M Fungsi Pembobot *Huber* dalam Menangani Pencilan (Studi Kasus: Pemodelan Jumlah Kematian Ibu di Indonesia)”.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang telah membantu memberikan bimbingan, saran, serta motivasi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Drs. Eri Setiawan, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia membimbing, memberi saran, memberikan waktu, motivasi, dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Dra. Dorrah Azis, M.Si., selaku Pembimbing II yang telah bersedia membimbing, memberi saran, motivasi serta arahan kepada penulis.
3. Ibu Ir. Netti Herawati, M.Sc., Ph.D., selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran serta evaluasi selama proses penyusunan skripsi hingga dapat menjadi lebih baik.
4. Ibu Widiarti, S.Si., M.Si., selaku dosen Pembimbing Akademik.
5. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
6. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, S.Si., M.T., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
7. Seluruh dosen, staff, karyawan Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
8. Bapak dan Ibu, Ilham, serta seluruh keluarga besar Kakek H. Dadang dan keluarga besar Abah H.Enoh yang selalu memberikan doa, dukungan, serta memberikan semangat dan motivasi yang begitu besar kepada penulis.

9. Teman-temanku yang tersayang Alifiah, Mega, Martha, Dalifa, Vinny, Nanda, Bunga, Atew, Via, Sabila, Verda, Zilly, Icin, dan Dimas yang telah menemani, memberi dukungan, memberikan kebahagiaan serta keceriaan kepada penulis.
10. Teman-teman satu bimbingan Aulia, Samuel, Yusuf, Devi, dan Rika yang telah memberikan dukungan, serta bantuan kepada penulis selama menyusun skripsi ini.
11. Teman-teman Matematika 2018 yang telah bersama selama masa perkuliahan.
12. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan karunia-Nya dan membalas segala kebaikan pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan laporan ini. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam skripsi ini dan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

Bandar Lampung, Juni 2022  
Penulis,

**Nurfadilah Araswati**  
**NPM. 1817031083**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	4
1.3 Manfaat Penelitian .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Analisis Regresi Linear.....	5
2.2 Uji Asumsi Klasik.....	7
2.2.1 Uji Normalitas.....	7
2.2.2 Uji Heteroskedastisitas .....	7
2.2.3 Uji Multikolinearitas.....	8
2.3 Pendeteksian Pencilan.....	8
2.3.1 Pengujian Pencilan dengan Uji DFFITS.....	9
2.4 Estimasi Parameter dengan MKT .....	9
2.5 Robust Robust.....	10
2.6 Robust Estimasi M Fungsi Pembobot <i>Huber</i> .....	11
2.7 Pengujian Signifikansi Parameter .....	12
2.7.1 Uji Simultan (F).....	12
2.7.2 Uji Parsial (t).....	13
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	14
3.2 Data Penelitian .....	14
3.3 Metode Penelitian .....	15
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Karakteristik Data .....	16
4.2 Uji Asumsi Klasik.....	18
4.2.1 Uji Normalitas.....	18
4.2.2 Uji Heteroskedastisitas .....	19
4.2.3 Uji Multikolinearitas.....	20
4.3 Identifikasi Pencilan .....	21

4.4	Estimasi Parameter Metode Kuadrat Terkecil (MKT) .....	24
4.5	Regresi Robust Estimasi M dengan Fungsi Pembobot <i>Huber</i> .....	25
4.6	Perbandingan Metode Terbaik.....	27
4.7	Uji Signifikansi Parameter.....	28
	4.7.1 Uji Simultan (Uji F).....	28
	4.7.2 Uji Parsial (Uji t).....	29
<b>V.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1	Kesimpulan.....	30
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	31
	<b>LAMPIRAN</b> .....	34

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Normal Probability Plot</i> .....	18
2. <i>Cook's Bar Plot</i> data Jumlah Kematian Ibu di Indonesia.....	23



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Statistik Deskriptif.....	16
2. Hasil Uji <i>Kolmogorov-Smirnov</i> .....	19
3. Hasil Uji <i>Glejser</i> .....	19
4. Hasil Uji Multikolinearitas.....	20
5. Hasil Uji Asumsi Klasik.....	21
6. Hasil Uji DFFITS .....	22
7. Hasil Nilai <i>Adjusted R-Square</i> dan MSE dengan MKT.....	25
8. Hasil Estimasi Setiap Iterasi .....	26
9. Hasil Nilai <i>Adjusted R-Square</i> dan MSE dengan Estimasi M .....	27
10. Nilai <i>Adjusted R-Square</i> dan MSE.....	27
11. Hasil Uji t.....	29

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang dan Masalah

Hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat dapat diketahui menggunakan analisis regresi linear. Antara variabel bebas yang lebih dari satu terhadap variabel terikat dapat diketahui nilainya melalui analisis regresi linear berganda. Draper & Smith (1992), menyatakan bahwa Metode Kuadrat Terkecil (MKT) atau *Ordinary Least Square* (OLS) biasa digunakan pada model regresi untuk mengetahui nilai-nilai parameter penduga. Terdapat beberapa praduga yang harus dipenuhi, yaitu distribusi normal yang diikuti oleh galat atau residual, tidak adanya auto korelasi, varian residualnya homokedastisitas, dan tetap, serta di antara variabel independennya tidak terdapat multikolinearitas. Pada berbagai kasus tidak banyak yang tidak memenuhi asumsi klasik. Penyebabnya yaitu adanya pencilan dalam data amatan.

Pengamatan suatu nilai yang besar dari residual dapat diketahui melalui pencilan. Pencilan mengakibatkan adanya parameter menjadi bias dalam model regresinya. Pencilan merupakan pendalaman yang jauh dari data pada sebagian besarnya (Staudte and Snether, 1990). Maka dari itu, diperlukan suatu regresi robust, dimana pencilan tidak akan mempengaruhi model regresinya.

Andrews (1972) merupakan tokoh yang pertama kali mengenalkan regresi robust. Menurut Wijayanti (2015), regresi robust merupakan metode yang dipakai saat residual tidak normal distribusinya, dan terdapat pencilan yang memberikan pengaruh pada model. Chen (2002), menyebutkan regresi robust adalah sebuah alat analisis data yang terdapat pencilan didalamnya. Tujuan utama dari regresi ini adalah dengan kehadiran pencilan dapat dihasilkan nilai yang stabil. Terdapat lima metode penduga untuk regresi robust, antara lain estimasi robust MM, estimasi robust M, estimasi robust *Least Trimmed Square* (LTS), estimasi robust *Least Median of Square* (LMS), dan estimasi robust S.

Regresi robust yang biasa dipakai ditemukan oleh Huber (1973) yaitu estimasi M (Fox, 2002). Prinsip metode estimasi M adalah meminimalkan fungsi residu. Nilai fungsi pembobot pada regresi robust dapat ditemukan menggunakan fungsi obyektif (Fox, 2002). Fungsi pembobot *huber* merupakan fungsi pembobot yang sering digunakan.

Hasil estimasi menyebutkan bahwa penduduk Indonesia pada tahun 2020 berjumlah 271.066.366 jiwa. Jumlah tersebut terdiri dari penduduk laki-laki 136.142.501 jiwa, serta penduduk perempuan berjumlah 134.923.865 jiwa. Jumlah penduduk Indonesia mengalami penurunan menjadi 2,99 juta dari 3,06 juta tahun 2019-2020. Angka Kematian Ibu (AKI) digunakan sebagai indikator dari program kesehatan Ibu yang dinilai berhasil (Kementerian Kesehatan RI,2021).

Wanita dengan rentan usia 15-49 tahun mengalami kematian saat proses persalinan ataupun kehamilan. Karenanya AKI digunakan sebagai indikator untuk mengetahui komposisi dari indek kulaitas hidup, atau pembangunan melalui derajat kesehatan pada perempuan.

Negara sedang berkembang memiliki kasus kematian Ibu paling tinggi, yakni mencapai 99%. Secara umum, perempuan hamil dapat dicegah akibat kematiannya, karena kelahiran yang terjadi hanya memiliki resiko kelainan obsentri tidak terlalu parah. Dari total persalinan yang terjadi, hanya 15% kelahiran komplikasi dengan perawatan emergensi dengan kondisi yang fatal (WHO, 2015).

Di bidang kesehatan, Sumarmi (2017) menyebutkan bahwa salah satu komponen indeks kualitas hidup, dan pembangunan dapat menggunakan Angka Kematian Ibu (AKI) untuk memprediksi derajat kesehatan perempuan di suatu negara. Penyebab kasus kematian ibu yaitu pendarahan, hipertensi, dan gangguan sistem peredaran darah (Kementerian Kesehatan RI, 2021). Kasus ini mengalami kenaikan tahun 2020 di Indonesia dibandingkan tahun 2019 yaitu dari 4.221 kasus menjadi 4.627 kasus.

Penelitian menggunakan regresi robust estimasi M dalam menangani pencilan sebelumnya telah dilakukan oleh Dian Putri Puryanti Simamora (2020) dengan membandingkan fungsi pembobot *welsch* dan estimasi M fungsi pembobot *bisquare* melihat keefektifan dalam menangani pencilan di Jawa Timur tahun 2018 sebagai indeks pembangunan manusia. Perbedaan dari peneliti sebelumnya yaitu penelitian ini menggunakan estimasi M fungsi pembobot *huber*, mendeteksi pencilan dengan uji DFFITS, serta uji asumsi klasik yaitu uji heteroskedastisitas menggunakan uji *glejser*. Kemudian penelitian angka kematian ibu di Indonesia sebelumnya telah dilakukan dengan menggunakan metode estimasi *Least Trimmed Squares* (LTS) (Andryani, Susanti, & Sugiyanto, 2021). Perbedaan dari peneliti sebelumnya yaitu metode estimasi yang digunakan pada penelitian ini adalah metode estimasi M fungsi pembobot *huber*. Maka pada penelitian ini akan membahas pembobot *huber* pemodelan regresi robust estimasi M fungsi dalam mengatasi pencilan (studi kasus: pemodelan jumlah kematian ibu di Indonesia) pada tahun 2020.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan model regresi linear berganda dengan model regresi robust dengan estimasi M dan metode kuadrat terkecil (MKT).
2. Memahami pencilan, dan pendeteksian adanya pencilan.
3. Mendapatkan model terbaik untuk jumlah angka kematian ibu di Indonesia tahun 2020.

## **1.3 Manfaat Penelitian**

1. Mendapat wawasan lebih mengenai regresi robust estimasi M.
2. Memudahkan dalam pengolahan dan analisis data yang mengandung pencilan.
3. Memperoleh model jumlah angka kematian ibu tahun 2020 di Indonesia menggunakan model terbaik

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Analisis Regresi Linear

Salah satu model statistika yaitu regresi linier, regresi ini biasa digunakan untuk menentukan korelasi atau model antara  $x$  (variabel bebas), dan  $y$  (variabel terikat). Analisis regresi yang memiliki  $x$  dengan satu variabel dinamakan regresi linear sederhana, sedangkan dikatakan regresi linier ganda karena memiliki  $x$  lebih dari satu. Biasanya, untuk mengetahui dan memperkirakan adanya pengaruh antara  $x$ , dan  $y$  menggunakan analisis regresi linier sederhana. Model persamaannya dapat dinotasikan seperti,

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon \quad (2.1)$$

dengan,

$Y$  = variabel terikat

$X$  = variabel bebas

$\beta_0$  = konstanta

$\beta_1$  = parameter regresi

$\varepsilon$  = galat/*error*

Regresi linear berganda merupakan analisis untuk mengetahui korelasi dua atau lebih independen variabel, dengan dependen variabel (Harlan, 2018). Model dari persamaan regresi berganda dapat dinotasikan sebagai berikut:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i \quad (2.2)$$

dengan,

$Y_i$  = variabel terikat ke- $i$

$X_{ik}$  = variabel bebas ke- $ik$

$\beta_0$  = konstanta

$\beta_k$  = parameter regresi ke- $ik$

$\varepsilon_i$  = galat/error

$i = 1, 2, \dots, n$

Matriks persamaan (2.2) menjadi sebagai berikut

$$\begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ \vdots \\ Y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1k} \\ 1 & X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2k} \\ 1 & X_{31} & X_{32} & \dots & X_{3k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & X_{n1} & X_{n2} & \dots & X_{nk} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{pmatrix} \quad (2.3)$$

Atau dapat ditulis menjadi:

$$Y_i = X' \beta + \varepsilon \quad (2.4)$$

dengan,

$Y_i$  = vektor amatan yang berukuran ( $n \times 1$ )

$X'$  = matriks berukuran ( $n \times (k + 1)$ ) yang diketahui

$\beta$  = vektor parameter yang berukuran ( $(k + 1) \times 1$ )

$\varepsilon$  = vektor residual yang berukuran ( $n \times 1$ )



## 2.2 Uji Asumsi Klasik

Algifari (2000), menyebutkan bahwa untuk metode kuadrat terkecil dapat memperoleh model regresi dengan estimator linier yang baik, dan tidak berbias. Kondisi ini harus memenuhi beberapa praduga, seperti:

### 2.2.1 Uji Normalitas

Salah satu dari uji normalitas yaitu *Kolmogorov Smirnov*, uji ini merupakan uji normalitas yang paling sering digunakan (Noeryanti, 2012). Menurut Ghozali (2018), kegunaan dari uji ini adalah untuk mengetahui variabel bebas, dan terikat, serta model regresi memiliki distribusi yang normal atau tidak. Distribusi yang memiliki kurva normal (kurva tidak menyimpang ke kanan atau kiri), dikatakan data mendekati normal, atau normal.

### 2.2.2 Uji Heteroskedastisitas

Tujuan dilakukannya uji ini adalah untuk mengetahui terdapat ketidaksamaan residual varian pada satu pengamatan menuju pengamayan lainnya dalam suatu model regresi (Ghozali, 2011). Terdapat syarat yang wajib dipenuhi pada uji ini, yaitu tidak ada gejala heteroskedastisitas dalam data dengan menggunakan *Glejser* uji.

### 2.2.3 Uji Multikolinearitas

Metode regresi dapat diketahui keberadaan multikolinearitas menggunakan nilai *Variance Inflation Factor* (VIF). Ketika didapatkan hasil  $VIF > 10$ , maka Supranto (2001), menyebut bahwa terdapat multikolinearitas pada data. Nilai VIF untuk  $x_j$  sebagai berikut:

$$VIF_j = \frac{1}{1-R_j^2} \quad (2.5)$$

Nilai koefisien determinasi  $R^2$  diperoleh dari meregresikan variabel bebas  $x_j$  dengan variabel bebas lainnya dan  $j=1,2,\dots,k$ .

### 2.3 Pendeteksian Pencilan

Pencilan merupakan pengamatan ekstrim (Montgomery & Peck, 1992), karena pencilan dapat terjadi ketika nilai mutlak residual lebih besar dari lainnya, dan terletak dari rerata simpangan bakunya. Titik-titik dalam pencilan berbeda dengan titik lainnya. Tetapi terkadang ketika titik-titik lain tidak bisa memberikan informasi data, maka pencilan dapat memberikan informasi tersebut.

### 2.3.1 Pengujian Pencilan dengan Uji DFFITS

Rumus  $DFFIT S_i$  (Montgomery & Peck, 1992), dapat dituliskan seperti dibawah ini:

$$(DFFIT S_i) = t_i \left( \frac{h_{ii}}{1-h_{ii}} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2.6)$$

Dengan  $t_i$  merupakan *studentized deleted* sisaan untuk observasi ke- $i$  dan  $h_{ii}$  Adalah nilai *leverage* untuk observasi ke- $i$ .

Neter (1997), menyebutkan bahwa banyaknya observasi ( $n$ ) dan  $p = k + 1$ , pencilan yang didapat jika nilai  $|DFFIT S_i| > 2\sqrt{p/n}$  gugus data berukuran besar, serta nilai  $|DFFIT S_i| > 1$  gugus data kecil sampai sedang (Neter,1997).

### 2.4 Estimasi Parameter dengan MKT

Metode Kuadrat Terkecil (MKT) digunakan untuk estimasi parameter. Metode ini bekerja dengan meminimumkan jumlah kuadrat dari simpangan di garis yang benar (Supranto,2001).

Model estimasi persamaan (2.2) yaitu:

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 X_{i1} + b_2 X_{i2} + \dots + b_k X_{ik} \quad (2.7)$$

Persamaan estimasi diatas apabila dinyatakan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$\hat{Y} = Xb \quad (2.8)$$

Nilai galat dan JKG diperoleh melalui persamaan:

$$e_i = Y_i - b_0 - b_1X_{i1} - b_2X_{i2} - \dots - b_kX_{ik} \quad (2.9)$$

$$JKG = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - b_0 - b_1X_{i1} - b_2X_{i2} - \dots - b_kX_{ik})^2 \quad (2.10)$$

Hasil estimasi parameter menggunakan OLS dapat ditulis dalam bentuk matriks:

$$b = (X'X)^{-1}X'Y \quad (2.11)$$

## 2.5 Regresi Robust

Dalam menganalisis data yang terdapat pencilan dapat menggunakan alat, yaitu regresi roburt (Chen, 2002). Tujuan dari regresi ini yaitu menghasilkan data yang stabil dengan adanya pencilan.

Chen (2002), terdapat beberapa metode regresi roburt, antara lain:

1. Estimasi *Least Median Squares* (LMS), yaitu metode menghasilkan penduga, untuk digunakan dalam perhitungannya dengan cara menghapuskan sisaan yang berpengaruh (Andrews, 1972). Penduga yang dihasilkan akan lebih baik jika berhadapan dengan pencilan.
2. Estimasi *Maximum Likelihood Type* (M), yaitu metode yang pertama kali dikenalkan oleh Huber (1973) merupakan sederhana untuk menganalisis suatu data yang memprediksikan bahwa pada variabel independen terdapat pencilan
3. Estimasi *Least Trimmer Squares* (LTS), merupakan suatu *high breakdown point* (Rousseeuw, 1984). *Breakdown point* yaitu data yang terdapat pencilan dalam proporsi minimal di semua data pengamatan.

4. Estimasi Scale (S), metode ini dikemukakan oleh Rousseeuw & Yohai (1984). Sama seperti LTS, S merupakan *high breakdown point*, dengan nilai *breakdown point*-nya sangat efisien dari pada LTS.
5. Estimasi *Method of Moment* (MM), dikemukakan oleh Yohai (1987), metode ini termasuk metode gabungan dari estimasi, dan estimasi S.

## 2.6 Robust Estimasi M Fungsi Pembobot *Huber*

Metode ini dikemukakan oleh Huber (1973), yang bernama estimasi M (Fox, 2002). Prinsip metode estimasi M adalah meminimalkan fungsi residu. Nilai fungsi pembobot didapatkan melalui fungsi obyektif dalam regresi robust. Fungsi pembobotannya sendiri merupakan Huber, fungsi ini sering digunakan pada estimasi M regresi robust (Fox, 2002).

Menggunakan estimasi *Iteratively Reweighted Least Square* (IRLS), sebagai parameter estimasi pada estimasi M regresi robust (Montgomery & Peck, 1992). Pada setiap iterasi, nilai  $W_i$  akan berubah, proses ini dinamakan iterasi.  $\hat{\beta}_0$  dan  $\hat{\sigma}_1$  dianggap sebagai skala estimasi robustnya saat digunakannya IRLS. Lalu, persamaan  $p = 1 + k$  yaitu:

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} W_i (y_i - \sum_{j=0}^k X_{ij} \beta_j) = 0 \quad (2.12)$$

Berdasarkan persamaan di atas, W dengan elemen diagonal  $W_{1,1}, W_{1,2}, W_{1,3}, \dots, W_{1,n}$  merupakan matriks diagonal ukuran  $n \times n$ . Adapun estimasi parameter regresi robustnya untuk  $l+1$  dengan IRLS yaitu.

$$\hat{\beta} = (X^T W^l X)^{-1} X^T W^l y \quad (2.13)$$

dengan  $l = 0, 1, 2, 3, \dots$

## 2.7 Pengujian Signifikansi Parameter

### 2.7.1 Uji Simultan (F)

Uji F dilakukan ketika ada suatu hubungan linier antara  $y$ , dan  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_k$ , untuk mengetahui signifikansinya (Montgomery & Peck, 1992).

Hipotesis:

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$  (secara simultan, seluruh variabel bebas terhadap variabel terikat tidak berpengaruh signifikan)

$H_1$ : tidak semua  $\beta_j (j = 1, \dots, k) = 0$  (secara simultan terhadap variabel terikat, minimal terdapat satu variabel bebas yang berpengaruh signifikan)

Tingkat signifikansi  $\alpha = 0.05$

Statistik Uji: 
$$F_{hitung} = \frac{R^2/k}{(1-R^2)/(n-k-1)} \quad (2.14)$$

Kriteria Uji :  $H_0$  ditolak jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$

### 2.7.2 Uji Parsial (t)

Uji ini dilakukan terhadap variabel terikat yang terpengaruh variabel bebas (Widjarjono, 2010). Rumus Uji t yaitu:

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (2.15)$$

dengan,

$r^2$ = koefisien determinasi

$r$ = koefisien korelasi

$t$ = nilai signifikan  $t_{hitung}$

$n$ = banyaknya data

Tingkat signifikansi  $\alpha=0.05$

Kriteria Uji:

$H_0$  ditolak jika  $t_{hitung} > t_{tabel}$



### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung pada semester ganjil tahun ajaran 2021/2022.

#### **3.2 Data Penelitian**

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa angka kematian ibu (AKI) tahun 2020 di Indonesia. Data ini diperoleh dari situs website <https://www.kemkes.go.id> yang merupakan data unggahan dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kemenkes RI). Variabel dependen ( $Y$ ) yaitu jumlah kematian ibu. Dengan variabel independen yang termasuk objek dari penelitian yaitu,  $X_1$  (jumlah penderita hipertensi dalam kehamilan),  $X_2$  (persentase ibu hamil yang melakukan kunjungan pertama),  $X_3$  (persalinan ditolong oleh tenaga kesehatan di fasilitas pelayanan kesehatan), dan  $X_4$  (jumlah ibu hamil positif HIV)

### 3.3 Metode Penelitian

Pengolahan data menggunakan bantuan *software* SPSS dan Rstudio, Terdapat dua tahapan untuk memodelkan angka kematian ibu, yaitu pemodelan regresi berganda dengan pemodelan regresi robust dengan M estimator, dan metode kuadrat terkecil.

Adapun -tahapan yang dilakukan yaitu sebagai berikut.

1. Penggambaran data yang berupa analisis deskriptif yaitu nilai *mean*, *median*, & *standar deviation*.
2. Pengujian asumsi-asumsi klasik berupa uji normalitas dengan uji heteroskedastisitas dengan uji *glejser*, uji multikolinearitas dengan nilai VIF, dan uji *kolmogorov-smirnov*.
3. Identifikasi pencilan dengan menggunakan uji DFFITS.
4. Pembentukan model awal regresi dengan estimasi parameter metode kuadrat terkecil.
5. Menghitung nilai menggunakan *Iteratively Reweighted Least Square (IRLS)* untuk mencari estimasi parameter regresi robust estimasi M pembobot *Huber*. Untuk mendapatkan model persamaan yang konvergen proses iterasi dibutuhkan proses iterasi, yang akan mengubah nilai di setiap iterasi.
6. Uji signifikansi parameter yaitu uji t dan uji F.
7. Menghitung nilai MSE dan nilai  $R^2$  untuk estimasi parameter MKT dan estimasi M pembobot *huber*.
8. Melakukan perbandingan hasil estimasi parameter metode kuadrat terkecil dengan estimasi M pembobot *Huber* berdasarkan nilai  $R^2$  terbesar dan nilai MSE terkecil untuk pemilihan model terbaik.

## V. KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Data jumlah kematian ibu di Indonesia tahun 2020 pada data terbaiknya memiliki nilai MSE terkecil dan *Adjusted R-Square* terbesar. Namun, karena nilai *Adjusted R-Square* lebih baik digunakan dalam pemilihan model terbaik, dibandingkan dengan metode kuadrat terkecil *Adjusted R-Square* terbesar yaitu estimasi M pembobot *Huber*.
2. Data jumlah kematian ibu tahun 2020 di Indonesia dengan model persamaan terbaik menggunakan estimasi M pembobot *huber* sebagai berikut:

$$\hat{Y} = 25,8868 + 3,3503X_1 + 0,0917X_2 - 0,2464X_3 + 0,0462X_4$$

Regresi robust estimasi M pembobot *huber* memberikan kesimpulan bahwa Jumlah Kematian Ibu di Indonesia tahun 2020 dipengaruhi oleh X1 (jumlah penderita hipertensi dalam kehamilan), X2 (persentase ibu hamil yang mendapat layanan kunjungan pertama saat hamil), X3 (persentase persalinan ditolong oleh tenaga kesehatan), dan X4 (jumlah ibu hamil positif HIV) sebesar 98,2% dan nilai MSE sebesar 452,3817.

3. Untuk variabel jumlah ibu hamil positif HIV, dan jumlah penderita hipertensi dalam kehamilan berpengaruh signifikan terhadap jumlah kematian ibu, sedangkan persentase ibu hamil yang mendapat layanan kunjungan pertama saat hamil, dan persentase persalinan ditolong oleh tenaga kesehatan tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah kematian ibu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Algifari. 2000. *Analisis Regresi: Teori, Kasus, dan Solusi*. Ed. ke-2. BPFE, Yogyakarta.
- Andrews, D.F. 1972. *Robust Estimates of Location: Survey and Advance*. Princeton University Press, New York.
- Andriany, C.D., Susanti, Y., & Sugiyanto. 2021. Estimasi Parameter Regresi Robust Dengan Metode Estimasi *Least Trimmed Squares* (LTS) Pada Kematian Ibu di Indonesia, hlm. 9-14. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST), Yogyakarta.
- Chen, C. 2002. *Robust Regression and Outlier Detection with the ROBUSTREG Procedure*. Paper 265-27. SAS Institute Inc, North Carolina.
- Draper, N.R. & Smith, H. 1992. *Analisis Regresi Terapan*. Ed. ke-2. Terjemahan Ir. Bambang Sumantri. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Ghozali, I. 2011. *Aplikasi Analisis Multivariat dengan Program SPSS*. Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.
- Ghozali, I. 2018. *Aplikasi Analisis Multivariat SPSS 25*. Ed. ke-9. Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.
- Gujarati, D. 1997. *Ekonometrika Dasar*. Terjemahan Dra. Ak. Sumarno Zain, MBA. Erlangga, Jakarta.
- Harlan, J. 2018. *Analisis Regresi Logistik*. Erlangga, Jakarta.

- Huber. P.J. 1973. Robust Regression: Asymptotics, Conjectures, and Monte Carlo. *The Annals of Statistic*. **1**(5): 799-821.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2021. *Profil Kesehatan Indonesia tahun 2020*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Kurniawan, D. 2008. *Regresi Linear*. ISBN, Austria.
- Montgomery, D.C. & Peck, E.A. 1992. *Introduction to Linear Regression Analysis*. John Wiley & Sons, New York.
- Neter, J., Wasserman, W., & Kutner, M.H. 1997. *Model Linear Terapan*. Terjemahan Ir. Bambang Sumantri. Jurusan Statistika FMIPA-IPB, Bogor.
- Noeryanti. 2012. *Metode Statistika II*. AKPRIND PRESS, Yogyakarta.
- Rousseeuw, P.J. 1984. Least Median of Squares Regression. *Journal of the American Statistical Association*. **79**(388): 871-880.
- Rousseeuw, P.J. & Yohai, V.J. 1984. *Robust Regression by Means of Sestimator*. John Wiley & Sons, New York.
- Simamora, D.P.P. 2020. Perbandingan Efektivitas Estimasi-M Menggunakan Fungsi Pembobot *Bisquare* Dengan Fungsi Pembobot *Welsch* Untuk Mengatasi Data Pencilan. Skripsi. Jurusan Matematika FMIPA Unila, Bandar Lampung.
- Staudte, R.G. & Sheather, S.J. 1990. *Robust Estimation and Testing*. Wiley, New York.
- Sugiyono. 2011. *Statistika untuk Penelitian*. Alfabeta, Bandung.

- Sumarmi. 2017. Model Sosio Ekologi Perilaku Kesehatan dan Pendekatan Continuum of Care untuk Menurunkan Angka Kematian Ibu. *The Indonesian Journal of Public Health*. **12**(1):129-141.
- Supranto, J. 2001. *Statistik: Teori dan Aplikasi*. Ed. ke-6. Erlangga, Jakarta.
- Widjarjono, A. 2010. *Analisis Statistika Multivariat Terapan*. UPP STIM YKPN, Yogyakarta.
- World Health Organization. 2015. *Data Hipertensi Global*. World Health Organization, Asia Tenggara.
- Yohai, V.J. 1987. High Breakdown Point and High Efficiency Robust Estimates for Regression. *The Annals of Statistics*. **15**(20): 642-656.