

SKRIPSI
**PERBANDINGAN REGRESI *ROBUST* METODE ESTIMASI-M,
ESTIMASI-S, DAN ESTIMASI-MM PADA FAKTOR-FAKTOR YANG
MEMPENGARUHI KRIMINALITAS DI JAWA TENGAH PADA TAHUN
2021**



NINI AULIA SARI

18106010045

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
STATE ISLAMIC UNIVERSITY
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2023

**PERBANDINGAN REGRESI ROBUST METODE ESTIMASI-M, ESTIMASI-S,
DAN ESTIMASI-MM PADA FAKTOR-FAKTOR YANG
MEMPENGARUHI KRIMINALITAS DI JAWA TENGAH PADA TAHUN
2021**

Skripsi

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh derajat Sarjana Program

Matematika



NINI AULIA SARI

18106010045

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA**

YOGYAKARTA

2023

SURAT PERSETUJUAN



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Nini Aulia Sari

NIM : 18106010045

Judul Skripsi : Perbandingan Regresi *Robust* Metode Estimasi-M, Estimasi-S, dan Estimasi-MM Pada Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Kriminalitas Di Jawa Tengah Pada Tahun 2021

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Matematika.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 23 Juli 2023

Pembimbing

Dr. Epha Dian Supandi, S.Si., M.Sc.

NIP. 19750912 200801 2 015



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2290/Un.02/DST/PP.00.9/08/2023

Tugas Akhir dengan judul : PERBANDINGAN REGRESI ROBUST METODE ESTIMASI-M, ESTIMASI-S, DAN ESTIMASI-MM PADA FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGATUHI KRIMINALITAS DI JAWA TENGAH TAHUN 2021

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : NINI AULIA SARI
Nomor Induk Mahasiswa : 18106010045
Telah diujikan pada : Jumat, 11 Agustus 2023
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Epha Diana Supandi, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 64e6acc961b43



Penguji I

Mohammad Farhan Qudratullah, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 64e2c50317df7



Penguji II

Deddy Rahmadi, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 64e47ec5a5e0b



Yogyakarta, 11 Agustus 2023
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 64e6d9a590102

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nini Aulia Sari
NIM : 18106010045
Program Studi : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini menyatakan bahwa isi skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sesungguhnya skripsi ini merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri sepanjang pengetahuan penulis, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali bagian tertentu yang penulis ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 28 Juli 2023



Nini Aulia Sari

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Karya sederhana ini penulis persembahkan kepada kedua orangtua yang selalu mendukung dan mendoakan, serta menyertai setiap saat. Kemudian kepada teman-teman yang telah membantu saya sampai pada titik ini, dan juga kepada almamater tercinta Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

“sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain)”

(QS. An-Insyirah:6-7)

“Sabar, Ikhlas, Ridho dengan Qadarnya Allah. Semoga Hidup Barokah, Istiqomah, berakhir Khusnul Khotimah”

(KH. Mu'tashim Billah)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PRAKATA

Assalamu 'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan nikmat yang tak hingga dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian skripsi yang berjudul “*Perbandingan Regresi Robust Metode Estimasi-M, Estimasi-S, Dan Estimasi-Mm Pada Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kriminalitas Di Jawa Tengah Pada Tahun 2021*” ini dengan semaksimal mungkin. Shalawat beserta salam semoga senantiasa selalu tercurahkan kepada teladan umat manusia, nabi akhir zaman Rasulullah SAW. Penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat dan dapat dikembangkan lebih jauh lagi.

Penulis menyadari bahwa proses penelitian skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, motivasi, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof Dr.Phil. Al Makin, S.Ag.,M. Ag., selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Dr. Dra Hj. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Bapak Muchammad Abrori, S,Si., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta serta Dosen Penasehat Akademik.
4. Ibu Dr.Epha Diana Supandi, S.Si.,M.Sc. Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak memberikan arahan dan semangat dlam penegrjaan penelitian ini.
5. Bapak/Ibu dosen dan staff Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang banyak memberikan ilmu penegetahuan dan motivasi serta pelayanan selama proses perkuliahan hingga menyusun skripsi selesai.

6. Kepada Orang Tua tercinta, Bapak Wagiya dan Ibu Sumantiar yang telah memberikan segala dukungan, doa serta kasih sayang yang tidak pernah putus. Terimakasih kepada kedua kakak tersayang, Asih Mawarti dan Sukhron Dwi Admojo yang membuat penulis semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Noni, Dini dan Nata yang selalu setia menemani penulis dalam keseharian dan menjadi tempat cerita saat down. Ulil dan Adam yang selalu menjadi penasehat saat semangat penulis mulai hilang.
8. Rizqia, Anik dan Astri, trimakasih karena telah menjadi teman penulis sejak mahasiswa baru.
9. Keluarga besar matematika 2018 selaku saudara dan teman seperjuangan tak bisa penulis sebutkan satu persatu.
10. Teman-teman KKN 105 Pulengelo yang telah kebersamai dalam kurun waktu satu bulan.
11. Reviana, Sinta dan Rizal yang telah membantu dalam editing penulisan skripsi.
12. Keluarga besar LP2KIS Yogyakarta yang telah menjadi keluarga serta wadah belajar penulis selama di jogja.

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan dengan limpahan pahala yang berlipat ganda. Penulis menyadari masih banyak kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu diharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Namun demikian penulis tetap berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat membantu memberikan suatu informasi yang baru bagi semua orang yang membacanya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, 27 Juni 2023

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SURAT PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMBANG	xi
DAFTAR LAMBANG	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Tinjauan Pustaka	5
1.7 Sistematika Penulisan	7
BAB II LANDASAN TEORI	9
2.1 Matrik	9
2.2 Regresi Linier Berganda	13
2.3 Uji asumsi Klasik	15

2.3.1 Uji Multikolinieritas	15
2.3.2 Uji Autokorelasi	16
2.3.3 Uji Heteroskedastisitas	17
2.3.4 Uji Normalitas	19
2.4 Uji Hipotesis	21
2.4.1. Uji Simultan	21
2.4.2. Uji Parsial	22
2.5 Estimasi	23
2.5.1 Metode Ordinary Least Square	23
2.6 Outlier	28
2.6.1 Pendeteksian <i>Outlier</i>	30
2.6.2 Nilai Leverage	31
2.6.3 Breakdown Point	33
2.7 R-Square dan Adjusted R-Square	34
BAB III METODE PENELITIAN	36
3.1 Rancangan Penelitian	36
3.2 Identifikasi Variabel	37
3.3 Populasi dan Sampel	38
3.4 Metode Pengumpulan data	38
3.5 Metode pengolahan Data	39
3.6 Skema Langkah Penelitian	42
BAB IV PEMBAHASAN	43
4.1 Regresi <i>Robust</i>	43
4.2 Estimasi M	45
4.3 Estimasi S	48
4.4 Estimasi MM	52
4.5 <i>Iteratively Reweighted Least Square (IRLS)</i>	53
4.6 Pemilihan Model Terbaik	57
4.6.1 Adjusted R-Square (\bar{R}^2)	57
4.6.2 <i>Residual Standard Error (RSE)</i>	58

4.6.3 <i>Mean Square Error</i> (MSE)	59
BAB V STUDI KASUS	60
5.1 Deskripsi Data	60
5.1.1 Kriminalitas	60
5.1.2 Jumlah Penduduk	61
5.1.3 Pendidikan	62
5.1.4 Kemiskinan	64
5.1.5 Pengangguran	65
5.2 Metode Kuadrat Terkecil (MKT)	66
5.3 Uji Asumsi Klasik	69
5.3.1 Uji Autokorelasi	69
5.3.2 Uji Normalitas Residual	69
5.3.3 Uji Multikolinieritas	70
5.3.4 Uji Heteroskedastisitas	71
5.4 Identifikasi <i>Outlier</i>	71
5.5 Analisis Regresi <i>Robust</i> Estimasi-M	73
5.6 Analisis Regresi <i>Robust</i> Estimasi-S	75
5.7 Analisis Regresi <i>Robust</i> Estimasi-MM	77
5.8 Pemilihan Model Terbaik	80
5.9 Interpretasi Model	81
BAB VI PENUTUP	83
6.1 Kesimpulan	83
6.2 Saran	86
DAFTAR PUSTAKA	88
LAMPIRAN A	93
LAMPIRAN B	95

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1. Perbedaan Metode dan Objek Penelitian	6
Tabel 5. 1. Hasil Estimasi dengan Software R 4.1.0	66
Tabel 5. 2. Nilai Residual Standard Error, Mean Squared Error dan Adj. R-square ..	67
Tabel 5. 3. Output Uji T	68
Tabel 5. 4. Uji Durbin-Watson	69
Tabel 5. 5. Uji Kolmogorov-Smirnov Test	70
Tabel 5. 6. Uji Multikolinieritas	70
Tabel 5. 7. Hasil Uji Glejser	71
Tabel 5. 8. Hasil Nilai Laverage	72
Tabel 5. 9. Hasil Program R	73
Tabel 5. 10. Lanjutan	73
Tabel 5. 11. Hasil Regresi Robust Estimasi-M	74
Tabel 5. 12. Output untuk Uji T	75
Tabel 5. 13. Hasil Regresi Robust Estimasi-S	75
Tabel 5. 14. Nilai Residual Standard Error, Adj. R-Square dan Mean Square Error .	76
Tabel 5. 15. Output Uji T	77
Tabel 5. 16. Hasil Estimasi-MM	77
Tabel 5. 17. Nilai Residual Standard Error, Adj.R-Square dan Mean Square Error ..	78
Tabel 5. 18. Output Uji T	79
Tabel 5. 19. Hasil Pemilihan Outlier Terbaik	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Vertical Outlier	29
Gambar 2. 2. Good Leverage Point	30
Gambar 2. 3. Bad Leverage Points	30
Gambar 3. 1. Diagram Alur Penelitian	42
Gambar 5. 1. Grafik Jumlah Kasus Kriminalitas di Jawa Tengah Tahun 2021	61
Gambar 5. 2. Grafik Jumlah Penduduk di Jawa Tengah Tahun 2021	62
Gambar 5. 3. Grafik Tingkat Pendidikan di Jawa Tengah Tahun 2021	63
Gambar 5. 4. Grafik Tingkat Kemiskinan di Jawa Tengah Tahun 2021	65
Gambar 5. 5. Grafik Tingkat Pengangguran di Jawa Tengah Tahun 2021	66
Gambar 5. 6. Hasil Outlier	72



DAFTAR LAMBANG

$x \in R$: x anggota bilangan real
$x \in S$: x anggota ruang sampel S
A^T	: matriks transpose A
A^{-1}	: invers matriks A
σ	: variansi
μ	: mean
y	: variabel <i>dependen</i>
x	: variabel <i>independen</i>
β_0	: konstanta
β_k	: parameter variabel independen ke-k
ε	: galat (<i>error</i>)
D	: uji Kolmogorov-Smirnov atau uji normalitas
dL	: durbin-watson <i>lower</i> atau batas bawah uji Durbin-Watson
dU	: durbin-watson <i>upper</i> atau batas atas uji Durbin-Watson
$\sum_{i=1}^n a_i$: penjumlahan $a_1 + a_2 + \dots + a_n$
$A_{i \times j}$: matriks baris ke-i dan kolom ke-j
$F_0(X_i)$: distribusi frekuensi kumulatif relative distribusi normal

DAFTAR LAMBANG

$F_n(X_i)$: distribusi frekuensi kumulatif pengamatan sebanyak n sampel
$Var(X)$: variabel random X
VIF	: <i>Variance Inflation factor</i>
R^2	: Korelasi antar variabel independen
n	: banyaknya sampel
k	: banyaknya parameter yang di estimasi
h_{ii}	: leverage kasus ke-i
S_x^2	: kuadrat n kasus dari simpangan X_i terhadap <i>mean</i>
\bar{X}	: <i>mean</i> dari X
H	: matriks $n \times n$
R^2	: <i>R-square</i>
\bar{R}^2	: <i>adjusted R-square</i>
JKG	: jumlah kuadrat galat (<i>error</i>)
RSE	: <i>residual standard error</i>
SSE	: jumlah kuadrat residual
df	: derajat bebas residual (n-1)
MSE	: nilai penduga parameter
$Cov(XY)$: kovariansi variabel X dan Y

INTISARI

PERBANDINGAN REGRESI *ROBUST* METODE ESTIMASI-M, ESTIMASI-S, DAN ESTIMASI-MM PADA FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KRIMINALITAS DI JAWA TENGAH PADA TAHUN 2021

Oleh
NINI AULIA SARI
18106010045

Analisis regresi merupakan analisis statistik yang mempelajari tentang hubungan antara variabel *dependen* dengan variabel *independen*. Analisis regresi linier dengan metode kuadrat terkecil merupakan metode yang umum digunakan untuk estimasi parameter regresi. Pada data yang mengandung *outlier*, analisis regresi yang menggunakan metode kuadrat terkecil tidak dapat digunakan dengan baik. Sehingga, digunakan metode estimasi regresi *robust*. Regresi *robust* merupakan metode yang digunakan pada analisis regresi dengan prinsip mempertimbangkan keberadaan *outlier*. Pada penelitian ini model regresi *robust* yang digunakan yaitu estimasi *Maximum Likelihood (M)*, estimasi *Scale (S)*, dan estimasi *Method of Moment (MM)*. Dalam penelitian ini memiliki tujuan untuk memperoleh model terbaik dalam membentuk model estimasi parameter regresi dengan membandingkan ketiga model regresi *robust* pada data. Perbandingan metode ini ditinjau dari nilai *Residual Standard Error (RSE)* dan *Mean Square Error (MSE)* terkecil serta *Adjusted R-square* terbesar. Studi kasus dalam penelitian ini tentang faktor-faktor yang memengaruhi kriminalitas (Y), dengan variabel jumlah penduduk (X_1), pendidikan (X_2), kemiskinan (X_3), dan pengangguran (X_4) berdasarkan kabupaten dan kota di Provinsi Jawa Tengah tahun 2021. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk 35 kabupaten dan kota diamati, estimasi *Method of Moment (MM)* menghasilkan model yang terbaik dibandingkan estimasi yang lain. Hal ini dilihat berdasarkan nilai \bar{R}^2 sebesar 0.5861, nilai RSE sebesar 24.59 dan nilai MSE 225.509.

Kata Kunci : Analisis Regresi *Robust*, Estimasi Regresi *Robust*, *Outlier*.

ABSTRACT

COMPARASION OF ROBUST REGRESSION M, S AND MM ESTIMATION METHODS ON FACTORS AFFECTING CRIMINALITY IN CENTRAL JAVA IN 2021

By

NINI AULIA SARI

18106010045

Regression analysis is a statistical analysis that studies the relationship between the dependent variable and the independent variabel. Linear regression analysis using the least squares method is a commonly used method for estimating the regression parameters. In data containing outliers, regression analysis using the least square tethod cannot be used properly. Thus, the robust regression estimation method is used. Robust regression is a method used in regression analysis with the principle of considering the existence of outliers (Herawati, Nisa and Setiawan, 2011). In this study, the robust regression model used is Maximum Likelihood (M) estimation, Scale estimation (S), and Method of Moment (MM) estimation. In this study, the aim was to obtain the best model in forming a regression parameter estimation model by comparing the three robust regression models on the data. The comparasion of this method is viewd from the smallest Residual Standard Error (RSE) and Mean Square Error (MSE) values and the largest adjusted R-Square. The case study in this research is about the factors that influence crime, whit the variabels population, education, poverty, and unemployment by district and city in Central Java Province in 2021. The results show that for 35 districts and cities observed, Method of Moment estimates (MM) produces the best model compared to other estimates. This is seen based on the value of \bar{R}^2 0.5861, the RSE value of 24.59 and the MSE value of 225.509.

Keywords: Robust Regression Analysis, Robust Regression Estimation, Outliers.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Analisis regresi merupakan analisis statistik yang mempelajari tentang hubungan antara variabel *dependen* dengan variabel *independen* (Kurniawati, 2011). Dalam analisis regresi terdapat dua jenis variabel yaitu variabel yang ditaksir nilainya atau disebut dengan variabel respon (Y), sedangkan variabel untuk variable penaksir atau variable predictor (X) (Dirgantara, 2021). Analisis regresi dengan dua variabel disebut regresi linier sederhana sedangkan analisis regresi yang menggunakan lebih dari dua variabel disebut sebagai regresi linier berganda.

Metode kuadrat terkecil merupakan metode yang sering digunakan untuk estimasi parameter regresi dengan prinsip meminimalkan residual (*error*) sehingga didapatkan nilai penduga parameter. Ada beberapa syarat residual yang harus terpenuhi guna dapat menggunakan metode kuadrat kecil antara lain residual berdistribusi normal, autokorelasi, tidak terdapatnya heteroskedastisitas dan multikolinieritas. Namun dalam beberapa kasus atau kondisi tertentu bisa terjadi pelanggaran asumsi antara lain seperti residual yang tidak berdistribusi normal dikarenakan terdapat *outlier* pada data.

Outlier (pencilan) merupakan kasus atau data yang terdapat karakteristik unik di dalamnya yang terlihat jauh berbeda dari observasi-observasi lainnya yang muncul dalam bentuk nilai ekstrim. Regresi *robust* adalah metode regresi yang tepat dalam mengatasi *outlier*. berbagai faktor dapat menjadi penyebab *outlier* termasuk kesalahan sistem pengukuran (*measurement system error*), kesalahan input data (*human error*) atau kejadian yang tidak normal (seperti krisis atau terjadinya bencana).

Metode untuk mengetahui *outlier* termasuk proses analisis memperhitungkan bahwa hal itu dapat diwakili oleh beberapa banyak data lainnya dan tidak akan mengurangi informasi dan asumsi pencilan yang mungkin disebabkan oleh kesalahan, bukan oleh data yang sebenarnya. Dengan menghilangkan *outlier*, diharapkan

hilangnya pula alasan atau penyebab pelanggaran asumsi, sehingga peneliti dapat menggunakan metode analisis standar. Jika *outlier* merupakan data yang sangat berpengaruh dan menyimpan informasi penting dari pengamatan, maka peneliti tidak diperkenankan untuk membuang data *outlier* tersebut. Sehingga perlu dilakukan transformasi terhadap data dalam analisis data yang dirancang untuk memenuhi asumsi. Akan tetapi sering kali transformasi yang dilakukan tidak dapat menghilangkan atau mengurangi nilai *leverage* pencilan yang akhirnya membebaskan estimasi. Dalam hal ini metode yang umum digunakan adalah regresi *robust*.

Regresi *robust* adalah alat penting untuk menganalisis data yang terkontaminasi oleh *outlier*. Regresi *robust* digunakan untuk mendeteksi *outlier* dan memberikan hasil yang resisten terhadap adanya *outlier*. Regresi *robust* terdiri dari 5 metode yaitu Estimasi M (*Maximum Likelihood Type*), Estimasi S (*Scale*), Estimasi LST (*Least Trimmed Square*), Estimasi LSM (*Least Median of Square*) dan Estimasi MM (*Method of Moment*).

Beberapa estimator yang sering digunakan dalam regresi *robust* meliputi Estimasi M, Estimasi S, dan estimasi MM (Yohani, 1987). Indikator kekekaran (*robust*) estimator dapat diukur dari *breakdown point* dan efisiensi estimator (Lainun dan Tinungki, 2018). Estimasi-M mempunyai variansi yang kecil dibandingkan variansi estimator lainnya dengan efisiensi tinggi mencapai 95% sedangkan untuk estimasi-S itu sendiri mendasarkan estimasi terhadap skala sisaan dari estimasi-M dengan *breakdown point* yang tinggi yaitu mencapai 50% (Susanti, Pratiwi dan Sulistijowati, 2013). Selanjutnya untuk estimasi-MM memiliki dua sifat yang meliputi *breakdown point* yang tinggi mencapai 50% dengan efisiensi 95% (Yohai, 1987).

Dalam penelitian ini akan dikaji suatu analisis statistik guna mengetahui apa saja faktor yang menyebabkan terjadinya kriminalitas. Menurut catatan Badan Pusat Statistik (BPS) selama periode 2018-2020 tercatat bahwa jumlah tindak pidana atau tindak kriminalitas di Jawa Tengah menunjukkan bahwa tingkat keamanan di Jawa Tengah masih perlu ditingkatkan lagi agar angka kriminalitas bisa turun. Kejahatan atau kriminalitas dapat diidentifikasi dengan pendekatan sebagai berikut: faktor

demografi (pertumbuhan penduduk), faktor ekologi (penyebaran ruang pemukiman), faktor geografis (kelembaban suhu, perubahan iklim), faktor ekonomi (pengangguran, kemiskinan), faktor sosial (ekonomi, pendidikan, keluarga, politik, dan agama). Dalam penelitian ini akan digunakan beberapa faktor yang mempengaruhi kriminalitas yaitu jumlah penduduk, pendidikan, kemiskinan dan pengangguran.

Tingkat kejahatan dipengaruhi oleh faktor sosial yaitu kepadatan penduduk. Karena salah satu akibat negatif dari pertumbuhan penduduk yang tinggi adalah meningkatnya kemiskinan dan ketimpangan pendapatan (Kartono, 2009).

Menurut Kansil (1994) hal yang menyebabkan seseorang melakukan tindakan kriminal salah satunya adalah faktor pendidikan. Pendidikan memang berperan besar dalam pembentukan pola pikir dan perilaku seseorang dalam bermasyarakat. Semakin tinggi tingkat pendidikan seseorang maka semakin tinggi pula tingkat berpikirnya. Selain dipengaruhi oleh pendidikan, kejahatan atau kriminalitas juga dapat dipengaruhi oleh kemiskinan. Kemiskinan sering dikaitkan dengan kecemburuan sosial, yang miskin sering kesulitan memenuhi kebutuhan sehari-hari, dan yang kaya tampaknya terobsesi dengan kekayaannya, sehingga menimbulkan rasa kecemburuan sosial. Pada saat yang sama, harga kebutuhan sehari-hari juga naik dari hari ke hari. Seringkali karena kebutuhan dan kondisi ekonomi yang tidak cukup sehingga mendorong orang untuk terpaksa melakukan kejahatan atau kriminalitas.

Thomas Van Aquino (1226-1274) menyatakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi kejahatan atau kriminalitas adalah pengangguran. Jumlah angka pengangguran memiliki konsekuensi sosial yang luas karena mereka tidak memiliki pekerjaan sekaligus tidak mempunyai penghasilan. Semakin tinggi angka pengangguran maka semakin tinggi pula tingkat kerawanan sosial yang ditimbulkan seperti halnya kriminalitas. Sebaliknya, semakin rendah angka pengangguran maka semakin stabil kondisi sosial dalam masyarakat (Statistik Indonesia, 2013).

Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini guna membandingkan metode regresi *robust* menggunakan estimasi-M, estimasi-S dan estimasi-MM yang didasarkan pada R^2 *adjusted* terbesar dengan *Mean Square Error* (MSE) terkecil dengan menggunakan

data kriminalitas yang terjadi di Jawa Tengah tahun 2021 dan beberapa faktor yang mempengaruhi guna mendapatkan pemodelan Kriminalitas di wilayah Provinsi Jawa Tengah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana prosedur regresi *robust* dalam studi kasus tersebut?
2. Bagaimana perbandingan model regresi *robust* estimasi-M, estimasi-S, dan estimasi-MM

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, maka diperoleh tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui langkah-langkah regresi *robust* dengan estimasi-M, estimasi-S, dan estimasi-MM.
2. Untuk mendapatkan model terbaik dari model regresi *robust* estimasi-M, estimasi-S dan estimasi-MM.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini diantaranya adalah:

1. Memberikan pengetahuan tentang prosedur regresi *robust* dengan metode estimasi-M, estimasi-S, dan estimasi-MM.
2. Mendapatkan model terbaik dari model regresi *robust* dengan estimasi-M, estimasi-S, dan estimasi-MM.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis memberikan batasan masalah dalam pendeteksian *outlier* pada model regresi *robust* menggunakan estimasi-M, estimasi S, dan estimasi-MM.

1.6 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar dalam melakukan penelitian yang digunakan sebagai bahan kajian dalam melihat hubungan dari penelitian sebelumnya dengan penelitian yang sedang dilakukan. Adapun tujuan dari tinjauan pustaka ini adalah untuk menghindari duplikasi penulisan karya ilmiah. Berikut tinjauan pustaka dalam penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Penelitian yang berjudul “*Regresi Robust dengan Estimasi-S*” yang ditulis oleh Alifatun Nasyrochah, mahasiswi Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga pada tahun 2017. Dalam penelitian ini membahas terkait pengertian regresi *robust* dan prosedur regresi *robust* dengan estimasi-S.
2. Penelitian yang berjudul “*Perbandingan Model Regresi Robust Estimasi M, estimasi S dan Estimasi MM Pada Faktor Yang Mempengaruhi Angka Kejadian Demam Berdarah Dengue Di Provinsi Jawa Timur Tahun 2017*” yang ditulis oleh Mardiana, mahasiswa program magister Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga pada tahun 2019. Dalam penelitian ini membahas terkait perbandingan metode regresi *robust* estimasi-M, estimasi-S dan estimasi-MM berdasarkan nilai R^2 Adjusted terbesar dengan menggunakan *Mean Square Error* (MSE) terkecil dengan data yang digunakan adalah data kasus DBD yang mengandung *outlier* dan beberapa faktor yang mempengaruhi sehingga didapatkan pemodelan prediksi DBD di wilayah Jawa Timur.
3. Penelitian yang berjudul “*Perbandingan Metode Estimasi LST, Estimasi M, dan Estimasi MM Pada Regresi Robust*” yang ditulis oleh Dr. Edy Widodo, S.Si.,M.Si dan Arlinda Amalia Dewayanti, dosen dan mahasiswi Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia pada tahun 2016. Dalam penelitian ini membahas terkait perbandingan metode estimasi-LST, estimasi-M, dan estimasi MM pada regresi *robust* guna mengetahui

metode estimasi yang paling baik digunakan dalam mengestimasi data yang mengandung *outlier*.

Literatur-literatur di atas memberikan pandangan dan perbedaan tersendiri bagi peneliti dalam pengembangan penelitiannya, secara khusus perbedaan tersebut akan dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 1. 1. Perbedaan Metode dan Objek Penelitian

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Objek Penelitian
1.	Alifatun Nasyrochah (UIN SUNAN KALIJAGA)	Regresi <i>Robust</i> Dengan Estimasi-S	Metode estimasi-S menggunakan fungsi pembobot <i>Tukey Bisquare</i>	Produksi kacang hijau di Jawa Timur pada tahun 2014
2.	Mardiana (UNIVERSITAS AIRLANGGA)	Perbandingan Model Regresi <i>Robust</i> Estimasi M, estimasi S dan Estimasi MM Pada Faktor Yang Mempengaruhi Angka Kejadian Demam Berdarah Dengue Di Provinsi Jawa Timur Tahun 2017	Metode regresi <i>robust</i> estimasi-M, estimasi-S dan estimasi-MM berdasarkan nilai $R^2_{adjusted}$ terbesar dengan menggunakan <i>Mean Square Error</i> (MSE) terkecil	Kasus demam berdarah <i>dengue</i> di Provinsi Jawa Timur tahun 2017
3.	Dr. Edy Widodo, S.Si.,M.Si dan	Perbandingan Metode Estimasi	Metode estimasi-LST, estimasi-	Nilai tukar petani kedelai

	Arlinda Amalia Dewayanti (UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA)	LST, Estimasi M, dan Estimasi MM Pada Regresi <i>Robust</i>	M, dan estimasi MM	pada tahun 2015
4.	Nini Aulia Sari (UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA)	Perbandingan Regresi <i>Robust</i> Metode Estimasi-M, Estimasi-S, dan Estimasi-MM Pada Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Kriminalitas di Jawa Tengah Pada Tahun 2021	Metode estimasi-M, estimasi-S, dan estimasi-MM	Faktor-faktor yang mempengaruhi kriminalitas di Jawa Tengah pada tahun 2021

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan bertujuan untuk memudahkan pembaca dalam memahami tulisan dalam penelitian secara sederhana, rinci, runtut, dan jelas. Harapannya pembaca mudah memahami isi dari penelitian ini. Adapun sistematika penulisan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB I : Pendahuluan

Bab ini berisi tentang Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Batasan Masalah, Tinjauan Pustaka, dan Statistika Penulisan.

BAB II : Landasan Teori

Dalam BAB II ini akan membahas mengenai teori-teori yang dapat menunjang atau sebagai alat bantu serta penguat dalam penelitian yang dilakukan terkait analisis regresi *robust* dengan estimasi-M, estimasi-S, dan estimasi-MM terhadap kasus kriminalitas di Jawa Tengah tahun 2021.

BAB III : Metode Penelitian

Dalam bab ini akan dibahas mengenai cara memperoleh sumber data, cara mengolah metode yang digunakan, serta analisis yang digunakan. Selanjutnya akan dijelaskan mengenai langkah-langkah dalam menganalisis data.

BAB IV : Pembahasan

Bab ini berisi tentang metode analisis yang akan diteliti, dalam hal ini terkait dengan penerapan analisis regresi *robust* dengan metode estimasi Estimasi-S, dan estimasi-MM terhadap kasus kriminalitas di Jawa Tengah 2021.

BAB V: Studi Kasus

Bab ini berisi tentang penerapan regresi *robust* menggunakan estimasi-M, estimasi-S, serta estimasi-MM terhadap studi kasus yaitu data kriminalitas di Jawa Tengah pada tahun 2021.

BAB VI : Penutup

Bab ini berisi tentang penarikan kesimpulan dari analisis serta saran dari pokok pembahasan bab sebelumnya. Dalam bab ini juga berisi tentang kritik dan saran untuk penelitian selanjutnya yang sekiranya masih relevan dengan penelitian ini.

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil oleh penulis setelah menyelesaikan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Proses analisis regresi *robust* terhadap data yang mengandung *outlier*.
 - a) Estimasi-M
 - i. Melakukan estimasi regresi dengan metode estimasi kuadrat terkecil.
 - ii. Melakukan uji asumsi klasik analisis regresi linier. Dalam pengujianya dilakukan menggunakan uji autokorelasi, uji normalitas residual, uji multikolinieritas, dan uji heteroskedastisitas.
 - iii. Pendeteksian *outlier* dengan nilai *leverage*.
 - iv. Mengestimasi koefisien regresi *robust* dengan estimasi-M.
 - a) Menghitung parameter $\hat{\beta}$ dengan metode kuadrat terkecil.
 - b) Menghitung nilai $\varepsilon_i = Y_i - \hat{Y}_i$.
 - c) Menghitung nilai $S = \frac{\text{median}|\varepsilon_i - \text{median}(\varepsilon_i)|}{0.6754}$.
 - d) Menghitung nilai u_i .
 - e) Menghitung nilai pembobot W_i .
 - f) Mengestimasi nilai $\hat{\beta}_M$ menggunakan metode kuadrat terkecil dengan menggunakan pembobot W_i .
 - g) Melakukan langkah (b) dan (c) hingga diperoleh estimasi parameter $\hat{\beta}_M$ yang konvergen.
 - h) Melakukan uji signifikansi secara parsial (uji T),
Hipotesis pengujian:

H_0 = tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel bebas terhadap variabel terikat.

H_1 = terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel bebas terhadap variabel terikat.

Dengan kriteria penolakan jika nilai $t > t_{\alpha/2; db}$, maka H_0 ditolak.

- i) Mendapatkan pemodelan berdasarkan regresi *robust* estimasi-M
- b) Estimasi-S
- i. Melakukan estimasi regresi dengan metode estimasi kuadrat terkecil.
 - ii. Melakukan uji asumsi klasik analisis regresi linier. Dalam pengujianya dilakukan menggunakan uji autokorelasi, uji normalitas residual, uji multikolinieritas, dan uji heteroskedastisitas.
 - iii. Pendeteksian *outlier* dengan nilai *leverage*.
 - iv. Mengestimasi koefisien regresi *robust* dengan estimasi-S.
 - a) Menghitung parameter $\hat{\beta}_0$ dengan metode kuadrat terkecil.
 - b) Menghitung nilai $\varepsilon_i = Y_i - \hat{Y}_i$.
 - c) Menghitung nilai standar deviasi sisaan $\hat{\sigma}_s$.
 - d) Menghitung nilai $u_i = \frac{\varepsilon_i}{\hat{\sigma}_i}$.
 - e) Menghitung nilai pembobot W_i .
 - f) Menghitung metode kuadrat terkecil terboboti guna memperoleh penduga kuadrat terkecil terboboti $\hat{\beta}^h = (X' X W^{h-1}) X' W^{h-1} Y$.
 - g) Melakukan langkah yang sama pada (b) dan (c) hingga diperoleh estimasi parameter yang konvergen. Dengan kata lain, jika $|\hat{\beta}_j^h - \hat{\beta}_j^{h-1}|$ cukup kecil atau sama dengan 0 untuk $j = 1, 2, \dots, k$.
 - h) Melakukan uji signifikansi secara parsial (uji T),

Hipotesis pengujian:

H_0 = tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel bebas terhadap variabel terikat.

H_1 = terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel bebas terhadap variabel terikat.

Dengan kriteria penolakan jika nilai $t > t_{\alpha/2, db}$, maka H_0 ditolak.

- i) Mendapatkan pemodelan berdasarkan regresi *robust* estimasi-S
- c) Estimasi-MM
- i. Melakukan estimasi regresi dengan metode estimasi kuadrat terkecil.
 - ii. Melakukan uji asumsi klasik analisis regresi linier. Dalam pengujianya dilakukan menggunakan uji autokorelasi, uji normalitas residual, uji multikolinieritas, dan uji heteroskedastisitas.
 - iii. Pendeteksian *outlier* dengan nilai *leverage*.
 - iv. Mengestimasi koefisien regresi *robust* dengan estimasi-MM.
 - a) Menghitung parameter $\hat{\beta}_0$ dengan metode kuadrat terkecil.
 - b) Menghitung nilai $\varepsilon_i = Y_i - \hat{Y}_i$.
 - c) Menghitung nilai standar deviasi sisaan $\hat{\sigma}_s$.
 - d) Menghitung nilai $u_i = \frac{\varepsilon_i}{\hat{\sigma}_i}$.
 - e) Menghitung nilai pembobot W_i .
 - f) Menghitung metode kuadrat terkecil terboboti guna memperoleh penduga kuadrat terkecil terboboti $\hat{\beta}_{MM} = (X'XW)^{-1} X'WY$.
 - g) Melakukan langkah yang sama pada (b) dan (c) hingga diperoleh estimasi parameter yang konvergen. Dengan kata lain, jika selisih

$|\beta_{MMj}^{l+1}|$ dan $|\beta_{MMj}^l|$ cukup kecil atau sama dengan 0 untuk $j = 1, 2, \dots, k$.

h) Melakukan uji signifikansi secara parsial (uji T),

Hipotesis pengujian:

H_0 = tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel bebas terhadap variabel terikat.

H_1 = terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel bebas terhadap variabel terikat.

Dengan kriteria penolakan jika nilai $t > t_{\alpha/2; db}$, maka H_0 ditolak.

i) Mendapatkan pemodelan berdasarkan regresi *robust* estimasi-MM.

2. Model regresi *robust* yang diperoleh terhadap data kasus kriminalitas di Provinsi Jawa Tengah tahun 2021:

Estimasi-M

$$\hat{Y} = -20.2641 + 0.0001x_1 + 0.3290x_2 - 0.4141x_3 + 8.7317x_4 \quad (6.1)$$

Estimasi-S

$$\hat{Y} = 5.622 + 0.0001644x_1 - 0.5899x_2 - 0.5899x_3 + 5.181x_4 \quad (6.2)$$

Estimasi-MM

$$\hat{Y} = -6.052 + 0.00011367x_1 - 0.3655x_2 - 0,4488x_3 + 6,916x_4 \quad (6.3)$$

3. Model terbaik tingkat kriminalitas di Provinsi Jawa Tengah tahun 2021 dengan membandingkan estimasi-M, estimasi-S, dan Estimasi-MM adalah estimasi-MM dengan model regresi:

$$\hat{Y} = -6.052 + 0.00011367x_1 - 0.3655x_2 - 0,4488x_3 + 6,916x_4$$

6.2 Saran

Setelah membahas dan menganalisis regresi *robust* dengan estimasi-M, S, dan MM penulis ingin menyampaikan beberapa saran.

1. Untuk penelitian selanjutnya, dapat menggunakan metode-metode estimasi *robust* yang lain seperti Estimasi LMS (*Least Median Square*) dan LTS (*Least Trimmed Square*).
2. Tentu dalam penelitian ini masih banyak kekurangan. Diantaranya data yang digunakan bukanlah data terbaru, hendaknya untuk penelitian selanjutnya dapat memperdalam kembali faktor-faktor yang mempengaruhi kriminalitas pada data di wilayah yang mempunyai tingkat kriminalitas yang tinggi.
3. Guna mempermudah dalam melakukan analisis regresi *robust* dapat menggunakan program *software-R* dan dapat mengembangkan dengan matlab dan SPSS.

DAFTAR PUSTAKA

Ais, M. M. (2017). Penggunaan Regresi Robust dengan Estimasi-S dan Estimasi-MM dalam Pengembangan Sistem Pendukung Keputusan Guna Memprediksi Tingkat Produksi Padi.

Andriany, C. D., & Susanti, Y. (2021). Estimasi Parameter Regresi Robust Dengan Metode Estimasi Least Trimmed Squares (Lts) Pada Kematian Ibu Di Indonesia. *Prosiding Snast*, 9-14.

Anton, Howard. 1987. Aljabar Linier Elementer, edisi kelima. Jakarta: Erlangga.

Atamia, N. A., Susanti, Y., & Handajani, S. S. (2021, February). Perbandingan Analisis Regresi Robust Estimasi-S dan Estimasi-M dengan Pembobot Huber dalam Mengatasi Outlier. In *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika* (Vol. 4, pp. 673-679).

Buechler, S., 2007, *Statistical Models in R Some Examples*, Paris: University of Notre Dame Publicatio

Candraningtyas, S., Safitri, D., & Ispriyanti, D. (2013). Regresi robust MM-estimator untuk penanganan pencilan pada regresi linier berganda. *Jurnal Gaussian*, 2(4), 395-404.

Chen, C. (2002) 'Robust Regression and Outlier Detection with the ROBUSTREG Procedure', *Statistics*. doi: 10.1093/nar/gki1010.

Dermawan, Wibisono. (2003). Riset Bisnis Panduan Bagi Praktisi dan Akademisi. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Dewayanti, A. A., & Widodo, E. (2016). Perbandingan Metode Estimasi M Dan Estimasi Mm (Method Of Moment) pada Regresi Robust. *Prosiding Konferensi Nasional Penelitian Matematika dan Pembelajarannya*, 751-758.

Dirgantara, A. (2021). *Pemodelan Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Kemiskinan Di Jawa Tengah Menggunakan Perbandingan Regresi Robust Least Trimmed Square (LTS)-Estimation Dan Scale (S)-Estimation* (Doctoral dissertation, Muhammadiyah University, Semarang).

Edriani, T. S., Rahmadani, A., & Noor, D. M. M. (2021). Analisis Hubungan Kepadatan Penduduk dengan Pola Penyebaran COVID-19 Provinsi DKI Jakarta menggunakan Regresi Robust. *Indonesian Journal of Applied Mathematics*, 1(2), 51-60.

Firdaus. 2021. *Metodelogi Penelitian Kuantitatif: Dilengkapi Analisis Regresi IBM SPSS Statistics Version 26.0*. Riau: DOTPLUS Publisher.

Fox, J. and Weisberg, S. (2011) 'Robust Regression in R', *An R Companion to Applied Regression*, (December), pp. 1–17. doi: 10.1214/09-AOS762.

Ghozali, Imam (2002). *Aplikasi Analisis Multivariat dengan Program SPSS*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro m: FNRS

Ghozali, Imam. 2011. "Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program SPSS". Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.

Gio Prana Ugiana dan Irawan Dasapta Erwin. (2016). *Belajar Statistik dengan R*. Pusat Sistem Informasi (PSI) Kampus USU Jl. Universitas No. 9 Medan 20155, Indonesia.

Gujarati, D. N. (2004). *Basic Econometrics*. Fourth Edition. New York: The McGrawHill.

Istijanto. 2009. *Aplikasi Praktis Riset Pemasaran*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Johnson, R. A & Wichern, D. W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis* (6th ed). New York : Pearson Prentice Hall.

Kansil, C. S. T. 1994. *Pengantar Ilmu Hukum dan Tata Hukum Indonesia*. Balai Pustaka: Jakarta.

Kartono, K. 2009. *Patologi Sosial, Jilid 1*. PT. Raja Grafindo Persada: Jakarta

Kurniawati, L. D. (2012). Kekekaran Regresi Linier Ganda Dengan Estimasi MM (Method Of Moment) Dalam Mengatasi Pencilan. *Yogyakarta: UNY*.

Mardiana. (2019). Perbandingan Model Regresi Robust estimasi M, Estimasi S, Dan Estimasi MM Pada Faktor Yang Mempengaruhi Angka Kejadian Demam Berdarah Dengue Di Provinsi Jawa Timur Tahun 2017. *Tesis Universitas Airlangga. Surabaya*.

Madjid, A. (2009). Aplikasi Regresi Logistik Ordinal untuk menganalisis tingkat kepuasan pengguna jasa terhadap pelayanan di Stasiun Jakarta kota. *Skripsi Universitas Pakuan. Jakarta*.

Montgomery, D. C. and Elizabeth, A. P. (1992) *Introduction to linear regression analysis*. 2nd edn, *Journal of Applied Statistics*. 2nd edn. New York: John Wiley & Sons Inc. doi: 10.1080/02664763.2013.816069.

Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2006). *Introduction to Linear Regression Analysis*. 4th Ed. Canada: John Wiley & Sons.

Nasyrochah, A. (2017). *Regresi Robust Dengan Estimasi-S* (Doctoral dissertation, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta).

Nurchayadi, H. (2010). Analisis regresi pada data outlier dengan menggunakan Least Trimmed Square (LTS) dan MM-Estimasi.

NURFADILLAH S, N. S. (2018). *Estimasi Parameter Regresi Linear pada Kasus Data Outlier Menggunakan Estimasi Method of Moment (MM)* (Doctoral dissertation, FMIPA).

Perihatini, D. I. (2018). Perbandingan Metode Estimasi LTS, Estimasi M, dan Estimasi S pada Regresi Robust (Studi Kasus: Pembiayaan Mobil pada Perusahaan 'X' Tahun 2016).

Rousseeuw, P. J. (1984). Least Median of Squares Regression. *Journal of the American Statistical Association*, 871-880.

Rousseeuw, P. J. and Leroy, A. M. (1987) *Robust Regression and Outlier Detection*. New York: John Wiley & Sons Inc

Ryan, T. P. (1997). *Modern Regression Methods*. New York: Jhon Wiley & Sons.

Qudratullah, M., F.,. (2013). *Analisis Regresi Terapan: Teori, Contoh Kasus dan Aplikasi dengan SPSS. (Ed.1)*. Yogyakarta: CV Andi Offset.

Setiarini, Z. and Listyani, E. (2017) 'Analisis Regresi Robust Estimasi-S Menggunakan Pembobot Welsch dan Tukey Bisquare', *Jurnal Matematika*, 6(1), pp. 48–55.

Setiawan, S., & Dona, F. M. (2015). Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Kriminalitas di Jawa Timur dengan Analisis Regresi Spasial. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(1), 15566.

Stevens, J. P. (2009). *Applied Multivariate Statistics for The Sosial Sciences Fifth Edition*. New York: Taylor & Francis Group.

Supandi, E.D. (2018). *Handout Metode Statistika*. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga.

Suryabrata, Sumadi, 2006. *Metodologi Penelitian*, Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.

Susanti, Y., Pratiwi, H., & Sulistyowati, S. (2013, November). Optimasi Model Regresi Robust Untuk Memprediksi Produksi Kedelai Di Indonesia. In *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika*.

Winarsunu, T. 2004. *Statistik dalam Penelitian Psikologi dan Pendidikan*. Malang: UMM Press.

Widarjono, A. 2007. *Ekonometrika Teori dan Aplikasi untuk Ekonomi dan Bisnis*. Edisi kedua. Ekonisia FE UII, Yogyakarta. darjono, A. 2007. *Ekonometrika Teori dan Aplikasi untuk Ekonomi dan Bisnis*. Edisi kedua. Ekonisia FE UII, Yogyakarta.

Yohai, V. J. (1987) 'High Breakdown-Point and High Efficiency Robust Estimates For Regression', *The Annals of Statistics*, 15(4), pp. 1580–1592

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA