Estimasi Parameter Regresi Linear Pada Kasus Data *Outlier* Menggunakan Metode Estimasi *Method Of Moment*

Hisyam Ihsan¹, Waidah Sanusi¹, dan Nurfadillah^{1, a)}

¹ Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Makassar

^{a)}nurfadillah684@yahoo.co.id

Abstrak. Penelitian ini membahas salah satu metode regresi robust yaitu metode estimasi *Method of Moment*. Regresi robust merupakan metode regresi yang digunakan ketika terdapat outlier pada model. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan model persamaan regresi robust menggunakan metode estimasi *Method of Moment*. Sebelum mengestimasi parameter dengan metode *Method of Moment* terlebih dahulu data diidentifikasi menggunakan metode *DfFITS* untuk mengetahui apakah data tersebut mengandung outlier. Setelah data dianalisis dan terdeteksi adanya outlier kemudian dilakukan pengestimasi parameter menggunakan metode estimasi *Method of Moment* untuk mendapatkan model regresi yang tidak terpengaruh adanya data outlier. Berdasarkan hasil analisis diperoleh persamaan model regresi metode estimasi *Method of Moment* yaitu $\hat{Y} = -34305 + 5 X_1 + 634 X_2$. dengan nilai $R^2 = 0,923$. Hal ini berarti pengaruh luas panen dan produktivitas terhadap jumlah produksi jagung sebesar 92,3% sisanya dipengaruhi oleh variabel lain.

Kata Kunci : Regresi Robust, Outlier, Estimasi *Method of Moment*.

Abstract. This research examined one of a robust regression method which was *Method of Moment* estimation method. Robust regression is a regression method used when there is an outlier on the model. The purpose of this research was to determine the model of robust regression equation using *Method of Moment* estimation method. Before estimating the parameters by *Method of Moment* method, firstly the data was identified using the *DfFITS* to determine whether the data contains an outlier. After the data was analyzed and the outlier was detected, the researcher estimated the parameter using *Method of Moment* estimation method to get the regression model that was not affected by the outlier data. Based on the analysis result, the equation of regression model of *Method of Moment* estimation method was $Y = -34305 + 5 X_1 + 634 X_2$ with the value of $R^2 = 0.923$. Thus, the effect of harvested area and productivity on the amount of corn production was 92.3% while the rest was affected by other variables.

Keyword: Robust Regression, Outlier, *Method of Moment* Estimation

PENDAHULUAN

Regresi linear merupakan metode statistika yang digunakan untuk membentuk model hubungan antara variabel *dependen* (terikat) dengan satu atau lebih variabel *independen* (bebas). *Ordinary Least Square* (OLS) merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk mendapatkan nilai-nilai penduga parameter dalam pemodelan regresi. Sebuah model sebelum digunakan seharusnya memenuhi beberapa asumsi yang biasa disebut asumsi klasik (Daniyah, 2013). Asumsi tersebut yaitu komponen sisaan memenuhi asumsi kenormalan, tidak terdapat multikolinearitas, kehomogenan ragam dan tidak terjadi autokorelasi.

Salah satu penyebab tidak terpenuhinya asumsi klasik adalah adanya *outlier*. *Outlier* adalah suatu data yang menyimpang dari sekumpulan data yang lain (Paludi, 2009). Suatu *outlier* dalam data mengakibatkan estimasi koefisien regresi yang diperoleh tidak tepat. Data *outlier* tersebut tidak boleh dibuang begitu saja karena akan mempengaruhi model prediksi serta menghasilkan estimasi parameter yang kurang tepat. Regresi *robust* merupakan metode regresi yang digunakan ketika distribusi dari *error* tidak normal dan atau adanya beberapa outlier yang berpengaruh pada model (Olive, 2005). Ada beberapa metode dalam regresi *robust* yang dapat digunakan untuk mengatasi data *outlier*, diantaranya *Least Median of Square* (LMS), *Least Trimmed Squares* (LTS), *M-estimation*, *S-Estimation* dan *MM-estimation*.

Penelitian yang pernah dilakukan mengenai regresi robust metode estimasi MM antara lain Candrawati (2013) dalam penelitiannya yang berjudul "Perbandingan Penduga *Method Of Moment* (MM) dan *Least Trimmed Square* (LTS)". Dewayanti (2016) dalam penelitiannya yang berjudul "Perbandingan Metode Estimasi M dan Estimasi MM pada Regresi *Robust* dalam Regresi *Robust* Linear Berganda".

Oleh karena itu, dilakukan penelitian mengenai estimasi MM. *MM-Estimation* adalah metode yang pertama kali diperkenalkan oleh Yohai pada tahun 1987 yaitu dengan menggabungkan suatu *high breakdown point* (50%) dengan efisiensi tinggi (mencapai 95%). Estimasi S menjamin nilai *breakdown point* tinggi dan estimasi M membuat estimator mempunyai efisiensi tinggi. Tujuan yang ingin dicapai yaitu untuk mengetahui tingkat keakuratan metode estimasi MM dalam mengestimasi data yang mengandung *outlier*.

TINJAUAN PUSTAKA

Analisis Regresi

Analisis regresi merupakan sebuah alat statistika yang memberikan penjelasan tentang pola hubungan antara dua variabel atau lebih. Regresi linear terbagi atas dua bagian yaitu regresi linear sederhana yang hanya terdiri dari satu variabel dependen dan satu variabel independen, dan regresi linear berganda yang terdiri dari dua atau lebih variabel *independent* ($X_1, X_2, \dots, X_k$) dengan variabel *dependent* (Y).

Persamaan regresi linear berganda sebagai berikut :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik} + e_i ; \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Komponen β_k merupakan parameter model regresi yang akan diduga. Y_i dan X_{ik} berturut-turut menunjukkan variabel dependen dan variabel independen, sedangkan e_i menunjukkan komponen sisaan.

Pada model regresi perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui apakah model tersebut memenuhi asumsi regresi atau tidak. Uji asumsi dilakukan pada model regresi yaitu uji normalitas, uji asumsi homokedastisitas, uji asumsi multikolinearitas, dan uji asumsi autokorelasi.

Dalam suatu analisis regresi terkadang terdapat suatu data yang mengandung outlier yang akan mempengaruhi model regresi. Munculnya outlier pada data disebabkan karena terdapatnya kesalahan prosedur dalam memasukkan data, kesalahan dalam pengukuran atau analisis, dan dikarenakan adanya keadaan yang benar-benar khusus, seperti pandangan responden terhadap sesuatu yang menyimpang dikarenakan adanya suatu alasan yang tidak diketahui oleh peneliti sendiri.

Outlier adalah pengamatan yang tidak mengikuti sebagian besar pola dan terletak jauh dari pusat data. Suatu data yang memuat outlier dapat diidentifikasi menggunakan metode grafis (*Scatterplot*), metode boxplot, *leverage values*, dan DfFITS.

Regresi Robust

Regresi robust diperkenalkan oleh Andrews (1972). Regresi *robust* merupakan metode regresi yang digunakan ketika distribusi dari *error* tidak normal dan atau adanya beberapa outlier yang berpengaruh pada model (Olive, 2005). Regresi *robust* digunakan untuk mendeteksi *outlier* dan memberikan hasil yang resisten terhadap adanya outlier (Chen, 2002). Dalam mendeteksi pencilan, metode regresi *robust* yang sering digunakan adalah Huber estimasi M, estimasi dengan *Breakdown Point*, dan gabungan dari dua metode tersebut. Jika data terkontaminasi pencilan pada variable bebas (X), estimasi M tidak dapat bekerja dengan baik. Estimasi M tidak dapat mengidentifikasi *bad observation* yang berarti tidak dapat membedakan *good leverage point* dan *bad leverage point*. Untuk mengatasi hal tersebut, estimasi *high breakdown* sangat diperlukan. Salah satu estimasi yang mempunyai nilai *high breakdown point* adalah estimasi S. bentuk estimator S dapat dilihat pada persamaan (2) (Chen, 2002).

$$\min \hat{\sigma} (e_1(\hat{\beta}), \dots, e_n(\hat{\beta})) \quad (2)$$

dengan

$$\hat{\sigma}_s = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n (e_i^2) - (\sum_{i=1}^n e_i)^2}{n(n-1)}} \quad (3)$$

Estimasi M akan menjaga ke-*Robust*-an dengan mengatasi pencilan vertikal, yaitu pencilan yang terdapat pada variable terikat (Y). Estimator M yang meminimumkan fungsi ρ (fungsi obyektif) dari residualnya. Estimator M dapat ditulis sebagai berikut:

$$\min \sum_{i=1}^n \rho(e_i) = \min \sum_{i=1}^n \rho(y_i - \sum_{j=0}^k x_{ij}\beta_j) \quad (4)$$

Estimasi *Method Of Moment* (MM) menggabungkan estimasi *High Breakdown Point* dan efisiensi statistik yang dikenalkan oleh Yohai (1987). Langkah pertama dalam estimasi ini adalah mencari Estimator S, kemudian menetapkan parameter-parameter regresi menggunakan estimasi M. Estimasi S menjamin nilai *Breakdown Point* tinggi dan estimasi M membuat estimator mempunyai efisiensi tinggi. Pada umumnya digunakan fungsi *Tukey Bisquare* β baik pada estimasi S maupun estimasi M. Bentuk dari metode estimasi *Method Of Moment* (MM) adalah:

$$\tilde{\beta}_{MM} = \arg \min \sum_{i=1}^n \rho\left(\frac{e_i}{\hat{\sigma}}\right) = \arg \min \sum_{i=1}^n \rho\left(\frac{y_i - \sum_{j=0}^k x_{ij}\beta_j}{\hat{\sigma}}\right) \quad (5)$$

Dengan fungsi pembobot tukey bisquare adalah:

$$w_i = w(e_i) = \frac{\psi(u_i)}{e_i} = \begin{cases} \left[1 - \left(\frac{u_i}{c}\right)^2\right]^2, & |u_i| \leq c \\ 0, & |u_i| > c \end{cases} \quad (6)$$

di mana $u_i = \frac{e_i}{\hat{\sigma}_s}$ dan $c = 4,685$

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data sekunder tentang jumlah produksi tanaman jagung di Sulawesi Selatan tahun 2015 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Sulawesi Selatan. Variabel terikat pada penelitian ini adalah Produksi Jagung dan variable bebas adalah luas panen (X_1) dan produktivitas (X_2).

Adapun Prosedur pelaksanaan penelitian sebagai berikut:

- Mengumpulkan referensi mengenai *outlier* dan regresi robust
- Melakukan pengambilan data

- c. Mengidentifikasi adanya pencilan pada data menggunakan metode DfFITS
- d. Melakukan estimasi koefisien regresi robust menggunakan estimasi-MM.

a) Mengestimasi parameter model regresi dengan estimasi-S

1. Menentukan estimasi awal MKT sehingga diperoleh $\hat{\beta}^0$,
2. Menghitung nilai sisaan e_i ,
3. Menghitung nilai $\hat{\sigma}_s$ dengan persamaan

$$\hat{\sigma}_s = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n (e_i^2) - (\sum_{i=1}^n e_i)^2}{n(n-1)}}$$

4. Menghitung $u_i = \frac{e_i}{\hat{\sigma}_s}$
5. Menghitung nilai pembobot w_i

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

6. Mengestimasi parameter model regresi dengan metode Weighted Least Square (WLS) dengan pembobot w_i sehingga diperoleh sisaan yang baru
7. Menjadikan sisaan langkah ke 6 sebagai sisaan awal langkah ke 2 sehingga diperoleh nilai u_i dan w_i yang baru
8. Iterasi diulang sampai nilai $\hat{\beta}_j$ yang konvergen

b) Menghitung nilai e_i dari estimasi-S

c) Menghitung nilai $\hat{\sigma}_s$

d) Menghitung $u_i = \frac{e_i}{\hat{\sigma}_s}$

e) Menghitung nilai pembobot w_i

$$w_i = \begin{cases} [1 - (\frac{u_i}{4,685})^2]^2 & , |u_i| \leq 4,685 \\ 0 & , |u_i| > 4,684 \end{cases}$$

- e. Mengestimasi parameter model regresi menggunakan WLS sehingga diperoleh sisaan yang baru
- f. Menjadikan sisaan langkah (f) sebagai sisaan awal langkah (d) sehingga diperoleh nilai u_i dan w_i yang baru
- g. Mengulang iterasi sampai nilai $\hat{\beta}_j$ yang konvergen

HASIL DAN PEMBAHASAN

Estimasi Method of Moment

Salah satu metode regresi *robust* yang digunakan adalah estimasi MM, yang diperkenalkan oleh Yohai pada tahun 1978 (Chen, 2002).

Pada umumnya, estimasi-MM meminimumkan fungsi obyektif dengan persamaan

$$\sum_{i=1}^n \rho(e_i) = \sum_{i=1}^n \rho(Y_i - X\beta) \quad (7)$$

Selanjutnya dari persamaan (7) dicari turunan parsial pertama dari ρ terhadap $\beta_j, j = 0, 1, \dots, k$ dan disamakan dengan 0, diperoleh:

$$\sum_{i=1}^n \psi(Y_i - X\beta) X^T = 0 \quad (8)$$

Dengan $\psi = \frac{\partial \rho}{\partial \beta_j} = \rho'$ dan ψ merupakan fungsi influence yang digunakan untuk memperoleh pembobot. Kemudian galatnya distandarisasi, sehingga persamaan (8) menjadi

$$\sum_{i=1}^n \psi \left(\frac{Y_i - X\beta}{\hat{\sigma}} \right) X^T = 0 \quad (9)$$

Didefinisikan suatu fungsi pembobot $w_i = \frac{\psi(e_i^*)}{e_i^*}$ dengan e_i^* adalah galat yang distandarisasi sehingga $e_i^* = \frac{e_i}{\hat{\sigma}}$. Maka persamaan (4) dapat ditulis menjadi

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n w_i \left(\frac{Y_i - X\beta}{\hat{\sigma}} \right) X^T &= 0 \\ \sum_{i=1}^n (X^T w_i Y_i - X^T w_i X \beta) &= 0 \end{aligned} \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^n X^T w_i Y_i - \sum_{i=1}^n X^T w_i X \beta = 0$$

Dalam bentuk matriks persamaan (10) dapat ditulis menjadi:

$$\hat{\beta} = (X^T W X)^{-1} \hat{\beta} X^T W Y$$

Studi Kasus

Sebelum dilakukan estimasi regresi robust dengan metode estimasi MM terlebih dahulu dilakukan pengujian untuk mengetahui apakah model regresi memenuhi asumsi atau tidak. Hasil menunjukkan bahwa data tidak berdistribusi normal serta terdapat masalah heterokedastisitas. Oleh karena itu, dilakukan identifikasi outlier untuk mengetahui data yang merupakan outlier.

Identifikasi Outlier

Pedeteksian pencilan dilakukan dengan menggunakan metode DfFITS. Suatu data dikatakan terdeteksi *outlier* apabila nilai $|DfFITS| > 2\sqrt{\frac{p}{n}}$. Hasil diagnosis metode *DfFITS* terhadap data data diperoleh nilai $DfFITS = 2\sqrt{\frac{p}{n}} = 2\sqrt{\frac{3}{24}} = 0,707$. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh bahwa data ke- 1, 2, 4, 11 dan 13 terdeteksi *outlier*.

TABEL 1.Hasil Parameter Regresi Robust Estimasi-S

Iterasi	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$
MKT	-51534	5	963
Iterasi 1	-31392	5	586
Iterasi 2	-22473	6	413
Iterasi 3	-20346	6	372
Iterasi 4	-19971	6	365
Iterasi 5	-19909	6	364
Iterasi 6	-19898	6	364
Iterasi 7	-19897	6	364
Iterasi 8	-19896	6	364
Iterasi 9	-19896	6	364

Metode Regresi Robust Estimasi MM

Hasil identifikasi *outlier* dapat disimpulkan bahwa terdapat pencilan pada data. Selanjutnya, untuk mengatasi permasalahan tersebut digunakan regresi *robust* dengan estimasi MM. Proses perhitungan estimasi MM dimulai dengan menentukan estimasi awal koefisien regresi yang diperoleh dari estimasi S. Proses perhitungan estimasi S yang iterative dimulai dengan menentukan estimasi awal koefisien regresi, yang diperoleh dari MKT yaitu $\hat{\beta}_j^0 = -5.1534 + 5X_1 + 963X_2$, kemudian berdasarkan algoritma estimasi S dihitung nilai $\hat{y}_i^0$ dan sisa $e_i^0 = y_i - \hat{y}_i^0$. Hasil iterasi estimasi S dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa koefisien regresi sudah konvergen sehingga iterasi berhenti dan diperoleh nilai estimasi parameter yaitu

$$\hat{\beta}_j^{(1)} = \begin{pmatrix} -19896 \\ 6 \\ 364 \end{pmatrix}$$

Nilai $\hat{\beta}_j^{(1)}$ merupakan parameter iterasi awal. Selanjutnya estimator dari metode S ini digunakan untuk mencari galat $e_i^{(1)}$ untuk menghitung skala estimasi $\hat{\sigma}_s$ dan dihitung pula pembobot awal $w_i^{(1)}$ estimasi MM dengan fungsi pembobot *Tukey Bisquare*. Iterasi terus dilakukan hingga memperoleh nilai $\hat{\beta}$ yang konvergen. Hasil iterasi estimasi MM dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL 2. Estimasi MM

Iterasi	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$
Estimasi-S	-19896	5	363
Iterasi 1	-32061	6	592
Iterasi 2	-33773	5	624
Iterasi 3	-34170	5	632
Iterasi 4	-34270	5	633
Iterasi 5	-34296	5	634
Iterasi 6	-34303	5	634
Iterasi 7	-34304	5	634
Iterasi 8	-34305	5	634
Iterasi 9	-34305	5	634

Berdasarkan table 2 selisih estimasi parameter pada iterasi ke-8 dan ke-9 sama dengan nol. Hal ini menunjukkan estimasi parameter telah konvergen, sehingga diperoleh model regresi *robust* dengan estimasi MM sebagai berikut:

$$\hat{Y} = -34305 + 5 X_1 + 634 X_2$$

Uji Signifikansi Parameter

1. Uji Simultan (Uji F)

i) Hipotesis

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = 0$$

ii) Statistik Uji

$$F_{hitung} = \frac{MSR}{MSE} = \frac{[\sum_{i=1}^n w_i (\hat{y}_i - \bar{y})^2] / (k)}{[\sum_{i=1}^n w_i (y_i - \hat{y}_i)^2] / (n - k - 1)}$$

$$F_{hitung} = \frac{(1,6615E + 11) / 2}{1248004757 / 21}$$

$$F_{hitung} = 1397,93$$

iii) Kriteria Uji

Tolak H_0 jika $F_{hitung} > F_{(0,05;k;n-k-1)}$

iv) Keputusan

$$F_{(0,05;2;21)} = 3,47$$

Karena $F_{hitung} > F_{(0,05;k;n-k-1)}$ yaitu $1397,93 > 3,47$ maka tolak H_0

v) Kesimpulan

Karena nilai F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} , maka H_0 ditolak artinya paling tidak, ada salah satu luas panen atau produktivitas yang berpengaruh signifikan terhadap produksi jagung di Sulawesi Selatan tahun 2015.

2. Uji Parsial (Uji T)

Uji parsial parameter digunakan untuk mengetahui pengaruh masing-masing variable predictor terhadap variable respon.

i) Hipotesis

$$H_0: \beta_j = 0 \quad :j = 1,2$$

$$H_1: \beta_j \neq 0$$

ii) Statistik Uji

$$t_{hitung(weighted)} = \frac{b_j(weighted)}{S(b_j(weighted))}$$

$$S^2(b_j) = (X'WX)^{-1}MSE$$

TABEL3.Hasil Perhitungan $S^2(b_j)$

	$S(b_0, b_0)$	$S(b_0, b_1)$	$S(b_0, b_2)$
$S(b_0, b_0)$	89050664	-20,6035	1635485
$S(b_1, b_0)$	-20,6035	0,011105	-1,94448
$S(b_2, b_0)$	-1635485	-1,94448	31454,22

$$t_{hitung} = \frac{b_j}{S(b_j)}$$

$$t_{hitung} = \frac{b_1}{\sqrt{0,011105}} = \frac{5}{0,10538} = 47,45$$

$$t_{hitung} = \frac{b_2}{\sqrt{31454,22}} = \frac{634}{177,3534} = 3,57$$

iii) Kriteria Pengujian

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

iv) Kesimpulan

Dari hasil statistik uji diperoleh bahwa nilai t_{hitung} lebih besar dari $t_{tabel} = 2,07961$ maka H_0 ditolak, artinya ada pengaruh luas panen dan produktivitas terhadap produksi jagung.

Koefisien Determinasi (R^2)

Koefisien determinasi (R^2) digunakan untuk mengetahui tingkat signifikansi atau kesesuaian hubungan antara variable bebas dengan variable terikat dalam model regresi yang dihasilkan.

$$R^2 = \frac{b_1 \sum_{i=1}^n x_{1i}y_i + b_2 \sum_{i=1}^n x_{2i}y_i}{\sum_{i=1}^n y_i^2}$$

$$R^2 = \frac{(1,606E + 11) + (1,274E + 09)}{(1,754E + 11)} = 0,923$$

Berdasarkan hasil perhitungan maka diperoleh nilai R^2 dari regresi robust estimasi MM sebesar $0,923 = 92,3\%$. Hal ini berarti pengaruh luas panen dan produktivitas terhadap produksi padi sebesar $92,3\%$, sisanya yaitu $7,7\%$ dipengaruhi oleh variabel lain.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa penyelesaian estimasi parameter β regresi robust metode estimasi MM yaitu $\beta = (X'WX)^{-1}(X'WY)$. Metode estimasi MM diperoleh suatu estimator parameter regresi tanpa harus membuang data yang mengandung outlier. Hal ini berarti estimasi MM dapat digunakan untuk mengatasi suatu data yang terdapat outlier. Model persamaan regresi robust terbaik dengan adanya data outlier dengan menggunakan metode estimasi MM yaitu:

$$\hat{y} = -34305 + 5 X_1 + 634 X_2$$

DAFTAR PUSTAKA

- Andrews, D. F. (1972). Robust Estimates of Location: Survey and Advances. *Technometrics*, 17(1), 138-139.
- Candrawati, E. D., Eni, S. (2013). Perbandingan Penduga *Method of Moment* (MM) dan *Least Trimmed Square* (LTS) dalam Regresi Robust Linear Berganda. *Jurnal Mahasiswa Statistik*, 1(1), 13-16.
- Chen, C. (2002). *Robust Regression and Outlier Detection with the ROBUSTREG Procedure. Statistics and Data Analysis*, 265(27), 1-13.
- Daniyah, H. (2013). *Pengaruh Dana Pihak Ketiga dan Performing Loan Penyaluran Kredit (PT. Bank ICB Bumiputera., Tbk)*. (Skripsi, tidak dipublikasikan). Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.
- Dewayanti, A. A., Edy, W. (2016). Perbandingan Metode Estimasi M dan Estimasi MM (*Method of Moment*) pada Regresi Robust. *Prosiding Konferensi Nasional Penelitian Matematika dan Pembelajaran (KNPMP I)*. (pp.2502-6526). Surakarta, Indonesia: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Olive, D.J. (2005). *Applied Robust Statistics*. Carbondale: Southern Illinois University.
- Paludi, S. (2009). Identifikasi dan Pengaruh Keberadaan Data Pencilon (*Outlier*) (Studi Kasus Jumlah Kunjungan Wisma dan Pengunjung Asing ke Indonesia Melalui Pintu Masuk Makasar Antara Bulan Januari 2007 s.d. Juli 2008). *Jurnal Majalah Ilmiah Panorama Nusantara*, 4, 56-52.
- Yohai, V. J. (1987). *High Breakdown Point and High Efficiency Robust Estimates for Regression. The Annals of Statistics*, 15(20), 642-656.