Jurnal Matematika UNAND
Vol. **2** No. **3** Hal. 167 – 174
ISSN : 2303–291X

REGRESI LINIER NONPARAMETRIK DENGAN METODE THEIL

ALDILA SARTI
Program Studi Matematika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas Padang,
Kampus UNAND Limau Manis Padang, Indonesia
aldilasmart@yahoo.com

Abstrak. Analisis regresi linier adalah analisis terhadap hubungan satu variabel terikat (y) dengan satu atau lebih variabel bebas (x). Pendugaan parameter biasanya diselesaikan dengan Metode Kuadrat Terkecil (MKT) yang harus memenuhi asumsi-asumsi tertentu. Salah satu asumsi yang harus dipenuhi dalam MKT adalah kenormalan dari galat, yaitu galat berdistribusi normal dengan rata-rata nol dan simpangan baku tertentu. Jika asumsi kenormalan galat tidak dapat dipenuhi, maka MKT tidak dapat digunakan. Analisis alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut adalah prosedur regresi nonparametrik, salah satunya dengan metode Theil. Metode Theil adalah metode nonparametrik yang digunakan untuk menduga parameter-parameter pada model regresi linier berdasarkan data sampel yang teramati, dengan kondisi galat tidak menyebar normal. Metode Theil menduga koefisien kemiringan *(slope)* sebagai median kemiringan dari seluruh pasangan garis dari titik-titik variabel x dan y dengan syarat semua nilai x_i harus berbeda. Pengujian hipotesis parameternya didasarkan pada statistik Tau Kendall. Interval kepercayaannya hanya untuk koefisien kemiringan *(slope)*. Penerapan Metode Theil untuk data banyak hafalan Al-Quran siswa dengan variabel terikat y_i adalah banyak hafalan Al-Quran siswa dan variabel bebas x_i adalah lama menghafal dapat disimpulkan: (1) model regresi Theil yang diperoleh adalah $\hat{y_i} = 0,9990 + 0,1667x_i$, (2) lama menghafal berpengaruh terhadap banyak hafalan Al-Quran siswa, (3) selang kepercayaan koefisien *slope* yaitu $(0.0833, 0.3)$.

Kata Kunci: Analisis Regresi Linier, Metode Kuadrat Terkecil, Regresi Nonparametrik, Metode Theil, Tau Kendall

1. Pendahuluan

Analisis regresi didefinisikan sebagai kajian terhadap hubungan satu variabel yang diterangkan atau yang disebut variabel terikat dengan satu atau lebih variabel yang menerangkan atau yang disebut variabel bebas. Analisis regresi merupakan salah satu teknik statistika yang digunakan secara luas dalam ilmu pengetahuan terapan. Disamping digunakan untuk mengetahui bentuk hubungan antara variabel regresi, analisis regresi juga dapat digunakan untuk peramalan.

Metode statistika yang digunakan untuk membentuk model hubungan antara variabel terikat y dengan satu atau lebih variabel bebas x, di mana hubungan antara variabel tersebut linier dalam parameter disebut dengan regresi linier. Persamaan model untuk regresi linier dapat ditulis sebagai berikut:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \cdots + \beta_p x_{pi} + \varepsilon_i,\ i = 1, 2, \cdots, n,$$

dengan y_i variabel terikat, x_i variabel bebas, $\beta_0, \beta_1, \cdots, \beta_p$ parameter-parameter regresi, ε_i galat. Dalam kasus parametrik, Peneliti biasanya menggunakan Metode Kuadrat Terkecil (MKT) untuk menduga parameter-parameter regresi dengan data sampel yang teramati dan melandaskan kesimpulan-kesimpulan yang menyangkut parameter-parameter populasi pada asumsi-asumsi yang harus dipenuhi. Salah satu asumsi yang harus dipenuhi adalah kenormalan distribusi galat, yaitu bahwa galat berdistribusi normal dengan rata-rata nol dan simpangan baku tertentu.

Apabila asumsi kenormalan tidak dipenuhi, analisis alternatif yang dapat digunakan adalah dengan metode regresi nonparametrik, karena statistik nonparametrik tidak menuntut terpenuhi banyak asumsi, misalnya data yang dianalisis tidak harus berdistribusi normal. Oleh karena itu statistik nonparametrik sering disebut sebagai uji bebas distribusi *(distribution free test)*.

Beberapa metode nonparametrik yang dapat digunakan untuk mencocokkan garis regresi linier dengan data sampel yang teramati adalah metode Theil, metode *Iterative Brown-Mood* dan metode *Weighted Medians*. Dari ketiga metode di atas, metode Theil adalah yang paling baik. Metode Theil menduga koefisien kemiringan *(slope)* garis regresi dengan median kemiringan dari seluruh pasangan garis dari titik-titik variabel x dan y, dengan nilai x_i harus berbeda.

2. Regresi Nonparametrik

Analisis regresi nonparametrik dikenal sebagai alat analisis statistik alternatif saat analisis parametrik tidak dapat digunakan. Analisis regresi nonparametrik adalah prosedur statistik yang tidak mengacu pada parameter tertentu.

Dalam banyak hal, data-data yang akan dikaji tidak selalu memenuhi asumsi-asumsi yang mendasari uji-uji parametrik sehingga sering sekali dibutuhkan teknik-teknik statistika dengan validitas yang tidak bergantung pada asumsi-asumsi yang kaku. Dalam hal ini, teknik-teknik dalam regresi nonparametrik memenuhi kebutuhan ini karena tetap valid walaupun tidak diperlukan pemenuhan asumsi kenormalan galat dan hanya berlandaskan asumsi-asumsi yang sangat umum.

Penggunaan regresi nonparametrik dilandasi pada asumsi:

(1) Data yang diambil bersifat acak,
(2) Data berskala nominal atau ordinal,
(3) Regresi antara variabel y dengan variabel x bersifat linier,
(4) Peubah x_i tidak berkolerasi.

3. Metode Theil

Metode Theil adalah metode nonparametrik yang digunakan untuk menduga parameter-parameter pada model regresi linier berdasarkan data sampel yang teramati, dengan kondisi galat tidak menyebar normal. Untuk mengetahui galat menyebar normal atau tidak, maka terlebih dahulu dilakukan uji kenormalan terhadap residual, yaitu sisaan atau perbedaan antara nilai hasil pengamatan variabel terikat terhadap nilai hasil dugaan variabel terikat. Metode Theil menduga koefisien kemiringan *(slope)* garis regresi dengan cara mencari median kemiringan seluruh pasangan garis dari titik-titik data (x_i, y_i), dengan syarat nilai x_i harus berbeda.

Misalkan terdapat n pasangan data $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \cdots, (x_n, y_n)$ dan dari data tersebut akan dibentuk persamaan regresi linier sebagai berikut.

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i,\ i = 1, 2, \cdots, n,$$

dengan y_i adalah nilai variabel terikat dari data ke-i, x_i adalah nilai variabel bebas dari data ke-i, β_0 adalah koefisien intersep, β_1 adalah koefisien kemiringan *(slope)* garis regresi, dan ε_i merupakan galat data ke-i.

Pada metode Theil, perkiraan kemiringan *(slope)* garis regresi merupakan median kemiringan *(slope)* dari seluruh pasangan garis yang menghubungkan pasangan titik-titik dengan nilai x yang berbeda. Metode ini dapat digunakan jika tidak ada nilai x_i yang bernilai sama, sehingga dapat ditetapkan $x_1 < x_2 < \cdots < x_n$ dan nilai-nilai ε_i saling bebas. Untuk setiap pasangan (x_i, y_i) dan (x_j, y_j) nilai kemiringannya dinotasikan dengan b_{ij} dan dirumuskan sebagai:

$$b_{ij} = \frac{y_j - y_i}{x_j - x_i},\ i < j.$$

Penduga bagi β_1 yang dinotasikan dengan $\tilde{\beta_1}$ dihitung berdasarkan median dari b_{ij} dengan mengurutkan nilai b_{ij} dari terkecil sampai terbesar yang berjumlah n. Jadi, penduga koefisien kemiringan *(slope)* dapat dinyatakan sebagai $\tilde{\beta_1} = median(b_{ij})$.

Penduga dari intersep β_0 dinotasikan dengan $\tilde{\beta_0}$. Misalkan disubstitusikan a_i ke β_0, maka akan diperoleh

$$\begin{aligned} y_i &= a_i + \tilde{\beta_1} x_i,\ i = 1, 2, \cdots, n, \\ a_i &= y_i - \tilde{\beta_1} x_i. \end{aligned}$$

Maka dapat ditentukan nilai a_i untuk semua data. Penduga $\tilde{\beta_0}$ dihitung berdasarkan median dari seluruh nilai a_i, dengan mengurutkan nilai a_i dari terkecil sampai terbesar yang berjumlah n. Sehingga penduga koefisien intersep dinyatakan sebagai $\tilde{\beta_0} = median(a_i)$, maka diperoleh dugaan model regresinya berbentuk $\tilde{y_i} = \tilde{\beta_0} + \tilde{\beta_1} x_i,\ i = 1, 2, \cdots, n$.

Pengujian koefisien kemiringan garis regresi dengan menggunakan metode Theil disusun berdasarkan statistik τ Kendall. Pada pengujian ini dinyatakan hipotesis sebagai berikut.

$$\begin{aligned} H_0 &: \beta_1 = 0, \\ H_1 &: \beta_1 \neq 0. \end{aligned}$$

H_0 bermakna tidak ada pengaruh variabel x terhadap variabel y, sedangkan H_1 bermakna terdapat pengaruh variabel x terhadap variabel y.

Statistik uji dalam pengujian ini adalah koefisien korelasi Tau Kendall yang dirumuskan sebagai:

a. Jika tidak ada nilai x dan y yang sama, maka statistik ujinya

$$\tilde{\tau} = \frac{N_c - N_d}{n(n-1)/2} = \frac{S}{n(n-1)/2},$$

dengan

$$\begin{aligned} \tilde{\tau} &: \text{ statistik uji } \tau \text{ Kendall,} \\ n &: \text{ banyaknya data yang diamati,} \\ N_c &: \text{ banyak pasangan yang serasi } \textit{(concordant)}, \\ N_d &: \text{ banyak pasangan yang tidak serasi } \textit{(discordant)}, \\ S &: \text{ selisih antara } N_c \text{ dan } N_d. \end{aligned}$$

b. Jika ada nilai y yang sama, maka statistik ujinya adalah

$$\tilde{\tau} = \frac{S}{\sqrt{\frac{1}{2}n(n-1)}\sqrt{\frac{1}{2}n(n-1) - T_y}},$$

dengan

$$\begin{aligned} T_y &: \frac{1}{2}\Sigma_{i=1}^{m}(t_y)_i((t_y)_i - 1), \\ m &: \text{ jumlah kelompok yang mempunyai angka yang sama pada variabel} y, \\ t_y &: \text{ banyak nilai} y \text{ yang sama untuk suatu data.} \end{aligned}$$

Kriteria pengambilan keputusan: untuk suatu taraf uji α tertentu, H_0 akan ditolak jika $|\tilde{\tau}| > \tau^*_{(n,\alpha/2)}$ dan tidak tolak H_0 jika $|\tilde{\tau}| \leq \tau^*_{(n,\alpha/2)}$. Titik kritis $\tau^*_{(n,\alpha/2)}$ disajikan pada tabel statistik uji τ Kendall.

Metode pembentukan selang kepercayaan terhadap koefisien kemiringan dilandaskan pada prosedur pengujian hipotesis Theil untuk β_1, asumsi-asumsi yang mendasari prosedur pengujian hipotesis ini juga berlaku pada pembentukan selang kepercayaan $(1-\alpha)100$ bagi β_1.

Selanjutnya Daniel (1989) menjelaskan bahwa untuk menentukan selang kepercayaan bagi β_1, perlu ditentukan terlebih dahulu suatu konstanta k yang dirumuskan sebagai:

$$k = \frac{nC2 - S_{(n,\alpha/2)} + 2}{2},$$

dengan k adalah konstanta untuk selang kepercayaan, $nC2$ adalah banyaknya nilai b_{ij} yang mungkin dari n data, $S_{(n,\alpha/2)}$ adalah titik kritis S dalam tabel statistik Tau Kendall untuk n data pada taraf α.

Selang kepercayaan bagi β_1 adalah $\tilde{\beta_L} < \beta_1 < \tilde{\beta_U}$ dengan $\tilde{\beta_L}$ adalah batas bawah selang kepercayaan untuk β_1 dan $\tilde{\beta_U}$ adalah batas atas selang kepercayaan untuk β_1. Misalkan $b_{(1)}, b_{(2)}, \cdots, b_{(nC2)}$ adalah nilai-nilai b_{ij} yang telah diurutkan dari terkecil sampai terbesar, maka batas bawah kepercayaan $\tilde{\beta_L}$ adalah nilai b_{ij} dalam urutan ke-k jika nilai-nilai b_{ij} tersebut disusun dari yang terkecil dan batas atas kepercayaan $\tilde{\beta_U}$ adalah nilai b_{ij} dalam urutan ke-k jika nilai-nilai b_{ij} diurutkan dari yang terbesar.

4. Analisis dan Pembahasan

Data untuk ilustrasi ini diambil dari Yayasan Perguruan Islam AR-RISALAH Kecamatan Koto Tangah Kota Padang tentang lama waktu menghafal dan banyak hafalan Al-Quran dari 25 orang siswa. Data disajikan pada Tabel 4.1. Data diasumsikan tidak berdistribusi normal dengan $\alpha = 0.05$. Variabel x yang digunakan adalah lama menghafal dan variabel y yaitu banyak hafalan Al-Quran siswa.

Siswa	Lama Menghafal (bulan)	Hafalan Al-Quran (Juz)	Siswa	Lama Menghafal (bulan)	Hafalan Al-Quran (Juz)
1	12	3	14	38	5
2	14	3	15	40	15
3	16	4	16	42	15
4	18	3	17	44	20
5	20	3	18	46	10
6	22	5	19	48	6
7	24	5	20	50	15
8	26	5	21	52	15
9	28	7	22	54	10
10	30	6	23	56	10
11	32	5	24	58	5
12	34	5	25	60	15
13	36	5			

Tabel 4.1 Data Lama Menghafal dan Banyak Hafalan Al-Quran Siswa

Dugaan model regresi linier sederhana untuk data adalah $\tilde{y}_i = \tilde{\beta}_0 + \tilde{\beta}_1 x_i$.

Untuk mendapatkan nilai koefisien regresi dari model tersebut menggunakan metode Theil, pertama-tama nilai x diurutkan dari yang kecil ke yang besar. Dengan $n = 25$, dugaan dari β_1 ditentukan dengan menghitung nilai b_{ij} sebanyak $N = nC2 = 300$.

Selanjutnya akan dihitung nilai-nilai b_{ij} sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
b_{12} &= \frac{(Y_2 - Y_1)}{(X_2 - X_1)} = \frac{3-3}{14-12} = 0,0000, \\
b_{13} &= \frac{(Y_3 - Y_1)}{(X_3 - X_1)} = \frac{4-3}{16-12} = 0,2500, \\
&\vdots \\
b_{2425} &= \frac{(Y_{25} - Y_{24})}{(X_{25} - X_{24})} = \frac{15-5}{60-58} = 5,0000.
\end{aligned}$$

Penduga bagi β_1 dinyatakan sebagai median dari nilai-nilai b_{ij}. Karena $N = 300$, maka $\tilde{\beta}_1 = median(b_{ij}) = 0,1667$. Selanjutnya nilai $\tilde{\beta}_0$ diperoleh dengan menghitung terlebih dahulu nilai-nilai $a_i = y_i - \tilde{\beta}_1 x_i$, yaitu:

$$\begin{aligned}
a_1 &= 3 - 0,1667(12) = 0,9996, \\
a_2 &= 3 - 0,1667(14) = 0,6662, \\
&\vdots \\
a_{25} &= 15 - 0,1667(60) = 4,9980.
\end{aligned}$$

Penduga bagi β_0 dinyatakan sebagai median dari nilai-nilai a_i. Karena $n = 25$, maka $\tilde{\beta_0} = median(a_i) = 0,9990$. Dengan menggunakan nilai-nilai $\tilde{\beta_0}$ dan $\tilde{\beta_1}$ di atas, diperoleh dugaan model regresinya adalah $\tilde{y_i} = 0,9990 + 0,1667x_i$.

Dari model yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa setiap kenaikan satu bulan lama menghafal, maka banyak hafalan Al-Quran siswa akan bertambah 0,1667 juz. Sedangkan koefisien intersep dari model tersebut tidak perlu diinterpretasikan karena data tidak memuat nilai nol. Model tersebut bisa digunakan untuk menyatakan hubungan antara variabel x dan variabel y jika terlebih dahulu dilakukan pengujian apakah koefisiennya berarti atau tidak dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_1 = 0,$$
$$H_1 : \beta_1 \neq 0.$$

Karena ada nilai y yang sama, maka statistik uji yang digunakan adalah

$$\tilde{\tau} = \frac{S}{\sqrt{\frac{1}{2}n(n-1)}\sqrt{\frac{1}{2}n(n-1) - T_y}} = \frac{166}{\sqrt{\frac{1}{2}(25)(25-1)}\sqrt{\frac{1}{2}(25)(25-1) - 48}} = 0,6037,$$

dengan $n = 25,\ S = 166,\ T_y = 48$.

Berdasarkan tabel statistik Tau Kendall, nilai kritis untuk $n = 25$ dengan $\alpha = 0,05$ adalah $\tau^*_{(n,\alpha/2)} = \tau^*_{(25,0.025)} = 0,287$.

Karena $\tilde{\tau} = 0,6037 > \tau^*_{(n,\alpha/2)} = 0,287$, maka diputuskan untuk tolak H_0 yang berarti pada taraf nyata 0.05 mengindikasikan bahwa koefisien *slope* berarti, sehingga variabel bebas x (lama menghafal) disimpulkan berpengaruh terhadap variabel terikat y (banyak hafalan Al-Quran siswa).

Selanjutnya akan dicari konstanta untuk selang kepercayaan koefisien *slope* sebagai berikut: Karena $nC2 = 300$ dan berdasarkan tabel statistik Tau Kendall, nilai kritis S untuk $n = 25$ dengan $\alpha = 0,05$ adalah $S_{(n,\alpha/2)} = S_{(25,0.025)} = 86$, maka $k = \dfrac{nC2 - S_{(n,\alpha/2)} + 2}{2} = 108$. Kemudian dicari batas bawah kepercayaan $\tilde{\beta_L}$ dan batas atas kepercayaan $\tilde{\beta_U}$ yaitu diperoleh $\tilde{\beta_L} = 0,0833$ dan $\tilde{\beta_U} = 0,3000$.

Jadi, selang kepercayaan koefisien *slope* akan berada pada selang $0,0833 < \beta_1 < 0,3$, artinya dengan kepercayaan 0.95 disimpulkan bahwa banyak hafalan Al-Quran siswa akan bertambah antara 0,0833 sampai 0,3 juz untuk setiap pertambahan 1 bulan lama menghafal. Kemudian untuk mengetahui seberapa besar kemampuan variabel bebas dalam menjelaskan total keragaman dari variabel terikatnya, maka akan dicari nilai koefisien determinasi R^2 menggunakan rumus:

$$R^2 = 1 - \frac{\Sigma_{i=1}^n (y_i - \tilde{y_i})^2}{\Sigma_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}.$$

Untuk mendapatkan nilai R^2 tersebut, terlebih dahulu dihitung nilai $\tilde{y}$ dengan mensubstitusikan nilai x_i ke dalam model yang telah diperoleh di atas sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\tilde{y_i} &= 0,9990 + 0,1667x_i,\\
\tilde{y_1} &= 0,9990 + 0,1667(12) = 2,9994,\\
\tilde{y_2} &= 0,9990 + 0,1667(14) = 3,3328,\\
&\vdots\\
\tilde{y_{25}} &= 0,9990 + 0,1667(60) = 11,0010.
\end{aligned}$$

Kemudian dicari:

$$\bar{y} = \frac{\Sigma y_i}{n} = 8,$$

maka

$$R^2 = 1 - \frac{\Sigma_{i=1}^{n}(y_i - \tilde{y_i})^2}{\Sigma_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2} = 0,36887.$$

Artinya persentase total keragaman variabel terikat y (banyak hafalan Al-Quran siswa) yang dapat diterangkan oleh model regresi yang diperoleh pada Persamaan (3.12) adalah sebesar 0.3689 dan sisanya sebesar 0.6311 merupakan kontribusi dari faktor-faktor lain yang mempengaruhi banyak hafalan Al-Quran.

Dalam hal ini, bukan berarti model regresi yang diperoleh tidak baik, namun ada variabel-variabel bebas lain selain lama menghafal yang tidak dimasukkan dalam penelitian ini yang mungkin memberikan kontribusi lebih besar dalam menentukan banyak hafalan Al-Quran siswa.

Jika prosedur regresi dilakukan menggunakan Metode Kuadrat Terkecil (MKT) terhadap data tersebut, dengan bantuan *software* SPSS yang outputnya diperoleh nilai $R^2 = 0.416$. Hasil Metode Kuadrat terkecil tidak terlalu jauh berbeda dengan metode Theil. Jadi dapat disimpulkan bahwa metode Theil hampir seefesien Metode Kuadrat Terkecil.

5. Kesimpulan

Metode Theil adalah metode regresi yang digunakan sebagai alternatif dari Metode Kuadrat Terkecil (MKT) pada kondisi asumsi kenormalan galat tidak terpenuhi. Metode ini digunakan hanya untuk menduga model regresi linier sederhana dengan nilai x_i yang berbeda untuk semua data. Dugaan model regresi pada metode ini adalah $\tilde{y_i} = \tilde{\beta_0} + \tilde{\beta_1}x_i$, dengan $\tilde{\beta_1} = median(b_{ij})$ dan $\tilde{\beta_0} = median(a_i)$, di mana $b_{ij} = \frac{y_j - y_i}{x_j - x_i}$ untuk satu pasangan $(x_i, y_i), (x_j, y_j)$, dengan $i < j$ dan $a_i = y_i - \tilde{\beta_1}x_i$.

Dugaan model regresi yang diperoleh dari contoh penerapan metode Theil pada data banyak hafalan Al-Quran siswa adalah $\hat{y_i} = 0,9990 + 0,1667x_i$, dengan $\hat{y_i}$ adalah nilai dugaan dari variabel terikat y_i (banyak hafalan Al-Quran siswa) dan x_i adalah variabel bebas (lama menghafal). Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada taraf nyata 0.05 lama menghafal disimpulkan berpengaruh terhadap banyak hafalan Al-Quran siswa. Kemudian selang kepercayaan 0.95 koefisien *slope* berada pada selang $0,0833 < \beta_1 < 0,3$, artinya dengan keyakinan 0.95 disimpulkan bahwa banyak hafalan Al-Quran siswa akan bertambah antara $0,0833$ sampai $0,3$ juz untuk setiap pertambahan satu bulan lama menghafal.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Izzati Rahmi HG, Ibu Hazmira Yozza, Bapak Dodi Devianto, Bapak Yudiantri Asdi dan Ibu Nova Noliza Bakar yang telah memberikan masukan dan saran sehingga jurnal ini dapat diselesaikan dengan baik.

Daftar Pustaka

[1] Conover, W.J. 1980. *Practical Nonparametric Statistics.* John Wiley and Sons, New York
[2] Daniel, W.W. 1989. *Statistika Nonparametrik Terapan.* Gramedia, Jakarta
[3] Draper, N.R dan H. Smith. 1992. *Analisis Regresi Terapan.* PT. Gramedia, Jakarta
[4] Gujarati, D. 1997. *Ekonometrika Dasar.* Erlangga, Jakarta
[5] Montgomery, P. 1991. *Introduction to Linear Regression Analysis.* New York
[6] Nachrowi, N.D. 2008. *Penggunaan Teknik Ekonometri.* PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta
[7] Sembiring, R. K. 1995. *Analisis Regresi.* ITB, Bandung
[8] Siegel, S. 1985. *Statistika Nonparametrik untuk Ilmu-ilmu Sosial.* PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
[9] Soemartini. 2008. Regresi Linier Nonparametrik Melalui Metode Theil. $\underline{http://resources.unpad.ac.id/unpadcontent/uploads/publikasi_dosen/}$ $\underline{THEIL27S20METHOD.pdf}$, diakses tanggal 28 Februari 2012
[10] Sprent, P. 1991. *Metode Statistik Nonparametrik Terapan.* Universitas Indonesia, Jakarta
[11] Walpole, R.E. 1995. *Pengantar Statistika.* PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta