

**PERAMALAN SUHU PERMUKAAN LAUT INDONESIA  
DENGAN METODE *BACKWARD***

***INDONESIA SEA SURFACE TEMPERATURE PREDICTION  
USING BACKWARD METHOD***

**Agus Binarso**  
(Staf Pengajar UP MKU Politeknik Negeri Bandung)

**Elmanani Simamora**  
(Staf Pengajar Jurusan Matematika MIPA Universitas Negeri Medan)

**ABSTRAK**

Perubahan suhu/temperatur pada permukaan laut (*Sea Surface Temperature/SST*) tidaklah tetap. Hal ini disebabkan faktor-faktor yang dapat memengaruhinya juga tidak tetap. Jadi, akan sangatlah sukar meramalkan secara tepat perubahan suhu tersebut pada masa yang akan datang. Pada tulisan ini, akan dibahas peramalan temperatur permukaan laut di sekitar wilayah Indonesia (*Sea Surface Temperature / SSTNINO3.4*) yang akan datang yang dipengaruhi oleh SSTNINO1+2, SSTNINO3, SSTNINO4, dan SOI (*Southern Oscillation Index*). Data berdasarkan tahun 1950 sampai 2001. Pada penelitian ini, ingin diketahui apakah SSTNINO3.4 dipengaruhi oleh SSTNINO1+2, SSTNINO3, SSTNINO4, dan SOI (*Southern Oscillation Index*) dan ditentukan mana yang signifikan dengan menggunakan metode langkah mundur (*Backward Method*) dalam penyederhanaan suatu model regresi.

**Kata kunci** : metode langkah mundur, model regresi

**ABSTRACT**

*Changes in temperature / sea surface temperature (Sea Surface Temperature / SST) is not fixed due to the factors that can influence are also not fixed. So it is very difficult to predict accurately the temperature change in the future. This essay discusses forecasting sea surface temperatures around Indonesia (Sea Surface Temperature / SSTNINO3.4) which will be influenced by SSTNINO1 +2, SSTNINO3, SSTNINO4, and SOI (Southern Oscillation Index) whose data begin from 1950 until 2001. This research is to find out whether SSTNINO3.4 is influenced by SSTNINO1 +2, SSTNINO3, SSTNINO4, or SOI (Southern Oscillation Index) and to search which SST influences significantly by using Backward method in a regression model simplification.*

**Keywords** : backward method, regression model

## LATAR BELAKANG

Pada umumnya, tujuan utama kebanyakan penelitian statistik adalah memprediksi (meramalkan). Berdasarkan prediksi yang didasarkan keterangan statistik, peneliti atau yang mengadakan penyelidikan statistik dapat mewujudkan ramalannya dengan probabilitas yang memuaskan apabila rata-rata ramalan tersebut mendekati kenyataan. Ramalan merupakan perkiraan/taksiran mengenai terjadinya suatu kejadian untuk waktu yang akan datang. Kejadian itu dapat dinyatakan dengan perubahan nilai suatu variabel.

Variabel Y, yang nilainya akan diramalkan disebut variabel tidak bebas dan variabel X yang nilainya dipergunakan untuk meramal nilai Y disebut variabel bebas atau variabel peramal (*predictor*) atau sering disebut variabel yang menerangkan (*explanatory*). Hubungan antara variabel-variabel tersebut dinyatakan dalam bentuk persamaan matematika.

Secara umum, persamaan regresi dituliskan sebagai berikut.

$$Y = XB \dots \dots \dots (1)$$

dengan

Y = variabel bebas/variabel yang diramalkan.

X = variabel tidak bebas/variabel yang diketahui/*predictor*.

B = parameter

Dalam persamaan linier, bila digambarkan secara grafis, hubungan antara dua variabel akan berdasar pada suatu garis lurus (*straight line*). Garis tersebut dinamakan garis regresi (*regression line*).

Salah satu cara untuk melakukan peramalan adalah dengan menggunakan garis regresi. Dari persamaan regresi sederhana ini, bisa

dikembangkan menjadi bentuk yang lebih kompleks, yaitu menjadi Regresi berganda/Regresi Linier Multipel.

Biasanya, pengolahan data menggunakan bantuan komputer dengan program minitab, excel, dsb.

## IDENTIFIKASI MASALAH

Perubahan suhu/temperatur permukaan laut (*Sea Surface Temperature/SST*) tidaklah tetap. Hal ini disebabkan faktor-faktor yang dapat memengaruhinya juga tidak tetap. Jadi, akan sangatlah sukar meramalkan secara tepat perubahan suhu tersebut pada masa yang akan datang. Permasalahan dalam tulisan ini adalah bagaimana meramalkan temperatur permukaan laut sekitar/bagian wilayah Indonesia (*Sea Surface Temperature / SSTNINO3.4*) pada masa datang yang dipengaruhi oleh SSTNINO1+2, SSTNINO3, SSTNINO4, dan SOI (*Southern Oscillation Index*). Data yang digunakan berdasarkan data 1950 sampai 2001. Dalam hal ini, ingin diketahui apakah SSTNINO3.4 dipengaruhi oleh SSTNINO1+2, SSTNINO3, SSTNINO4, dan SOI (*Southern Oscillation Index*) juga dicari yang signifikan.

## METODE

Metode yang digunakan dalam tugas ini adalah metode langkah mundur (*Backward Method*) dalam penyederhanaan suatu model regresi. Proses metode ini dimulai dengan pembentukan persamaan regresi multipel, yaitu:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n \dots \dots (2)$$

dengan Y adalah variabel yang akan diramalkan,  $X_i$  adalah variabel bebas/faktor yang memengaruhi,  $i = 0, \dots, n$ .

Data dianalisis untuk mengetahui variabel-variabel bebas yang kontribusinya/pengaruhnya tidak berarti sehingga data dapat dieliminasi dari model. Akhirnya, di dalam model hanya tinggal variabel-variabel bebas yang kontribusinya/pengaruhnya berarti atau tidak bisa diabaikan.

Pengolahan data mempergunakan bantuan komputer dengan Program Minitab dan Excel.

### KERANGKA PEMIKIRAN

Seperti yang sudah dijelaskan, bentuk penduga dimaksud adalah linier dan penyelesaiannya dengan metode *backward* sehingga langkah-langkah yang ditempuh adalah sebagai berikut.

Langkah 1. Membentuk persamaan regresi linier komplet, yakni yang memuat semua faktor bebas ( $x_i$ ).

Langkah 2. Memilih faktor bebas pertama yang keluar dari model. Faktor yang pertama keluar dari model adalah faktor yang mempunyai nilai  $F_{\text{parsial}}$  terkecil kemudian dibandingkan dengan  $F_{\text{tabel}}$ , atau disebut dengan pengujian keberartian koefisien regresi. Misalkan, faktor yang terpilih adalah  $x_i$ .

Langkah 3. Apabila koefisien regresi dari faktor yang terpilih pada langkah 2 berarti, proses dihentikan dan penduga dimaksud adalah persamaan penduga pada langkah 1. Apabila tidak berarti,  $x_i$  keluar dari model.

Langkah 4. Membentuk persamaan regresi linier multipel yang memuat semua faktor selain  $x_i$  ( $i \neq 1$ ).

Langkah 5. Melanjutkan proses seperti pada langkah 2, langkah 3, dan langkah 4 secara berurutan sampai berarti.

#### a. Persamaan Pendugaan

Bentuk penduga ditetapkan adalah

$$Y = X \beta$$

dengan :

Y = variabel bebas/variabel yang diramalkan.

X = variabel tidak bebas/variabel yang diketahui/*predictor*.

$\beta$  = parameter

#### b. Koefisien Relasi Determinasi (Indeks Determinasi)

Koefisien korelasi determinasi (indeks determinasi) dinyatakan dengan  $R^2$ . Koefisien ini menyatakan besar faktor yang dijelaskan oleh penduga. Harga  $R^2$  diperoleh dengan rumus

$$R^2 = \frac{JK \text{ Regresi}}{JK \text{ Total}} \dots\dots\dots(3)$$

Harga  $R^2$  diperoleh sesuai dengan variasi yang dijelaskan masing-masing faktor yang tinggal di dalam regresi. Hal ini mengakibatkan variasi yang dijelaskan penduga sering dinyatakan dalam persen. Persentase variasi penduga tersebut adalah  $R^2 \times 100\%$ .

#### c. Pertimbangan terhadap Penduga

Sebagai pembahasan suatu penduga, perlu ditanggapi atau dikomentari kecocokan dari penduga yang diperoleh. Untuk ini, ada dua hal yang dipertimbangkan, yaitu pertimbangan berdasarkan  $R^2$  dan pertimbangan berdasarkan residu (sisa).

**a) Pertimbangan Berdasarkan R<sup>2</sup>**

Diterima atau tidaknya suatu penduga yang diperoleh atas dasar pertimbangan R<sup>2</sup> bergantung kepada yang menilainya atau yang membuat keputusan. Suatu penduga sangat baik digunakan apabila persentase variasi yang dijelaskan sangat besar.

**b) Pertimbangan Berdasarkan Residu (Sisa)**

Suatu regresi berarti dan model regresinya cocok apabila kedua asumsi di bawah ini dipenuhi. Asumsi (i) Rata-rata residu ( $\bar{e}$ ) = 0 dan varian residu adalah sama atau dengan kata lain bahwa varian (e<sub>j</sub>) = varian (e<sub>k</sub>) = σ<sup>2</sup>. Asumsi ini disebut dengan asumsi homoskedastisitas. Dengan dipenuhinya asumsi ini, penduga adalah cocok linier.

Asumsi (ii) Tidak ada autokorelasi antarresidu. Hal ini dipenuhi bila *covarian* (e<sub>j</sub>,e<sub>k</sub>) = 0; j ≠ k. Dengan dipenuhinya asumsi ini, penduga yang diperoleh merupakan penduga linier tak bias (*Best Linier Unbiased Estimator*).

Kedua asumsi ini dibuktikan (ditunjukkan kebenarannya) dengan analisis residu dari penduga berdasarkan prediktor observasi. Dengan rumus

$$e_j = Y_j - \hat{Y}_j \dots\dots\dots(4)$$

**d. Asumsi**

**a) Asumsi 1**

1. Rata-rata residu sama dengan nol ( $\bar{e}$ ) = 0
2. Variansi (e<sub>j</sub>) = Variansi (e<sub>k</sub>) = σ<sup>2</sup>.

Keadaan ini dibuktikan oleh uji statistik dengan menggunakan uji korelasi *Rank Sperman*.

Untuk uji ini, data yang diperlukan

adalah *rank* (e<sub>j</sub>) dan *rank* ( $\hat{Y}_j$ )

serta selisihnya yaitu d<sub>j</sub> = *rank* ( $\hat{Y}_j$ ) – *rank*(e<sub>j</sub>). *Rank* q<sub>j</sub> menyatakan taraf peningkatan atau penurunan data q<sub>j</sub> untuk j = 1,2,3,...n.

Koefisien korelasi *rank* Sperman (r<sub>s</sub>)

$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{j=1}^n d_j^2}{n(n^2 - 1)} \dots\dots\dots(5)$$

Uji yang digunakan adalah uji t dengan

$$t_{uji} = \frac{r_s \sqrt{n - 2}}{\sqrt{1 - r_s^2}} \dots\dots\dots(6)$$

t<sub>tabel</sub> = t(n-2;1-α), dengan n-2 adalah derajat kebebasan dan 1-α adalah taraf nyata hipotesis. Dengan membandingkan t<sub>uji</sub> terhadap t<sub>tabel</sub>, diperoleh, bila t<sub>uji</sub> < t<sub>tabel</sub>, varian (e<sub>j</sub>) = varian (e<sub>k</sub>). Dengan kata lain, varian seluruh residu adalah sama atau asumsi homoskedastisitas dipenuhi. Bila ternyata hal ini dipenuhi, model yang digunakan adalah cocok.

**b) Asumsi 2**

Asumsi bahwa *covarian* (e<sub>j</sub>,e<sub>k</sub>) = 0 : j ≠ k dibuktikan dengan diagram pencar residu (plot residu). Bila plot residu menunjukkan suatu diagram yang beraturan (mengikuti pola beraturan), misalnya pola siklik, pola trend linier menaik dan menurun, pola kuadratik, dan lain-lain, disimpulkan bahwa *covarian* (e<sub>j</sub>,e<sub>k</sub>) = 0 : j ≠ k. Bila ternyata *covarian*(e<sub>j</sub>,e<sub>k</sub>) = 0 : j ≠ k, tidak terdapat autokorelasi e<sub>j</sub> terhadap e<sub>k</sub> (antar residu). Sebaliknya, ada korelasi yang berarti terhadap kekeliruan yang dibuat

penduga. Asumsi ini akan diperiksa dengan plot residu.

**e. Analisis Data untuk SSTNINO3.4**

Dari *output* Minitab, didapatkan persamaan Regresi Lengkap sebagai berikut:

$$\hat{Y} = - 2.60 - 0.167 X_1 + 0.758 X_2 + 0.489 X_3 - 0.00451 X_4 \dots\dots\dots(7)$$

dengan  $\hat{Y}$  = NINO3.4,  $X_1$  = NINO1+2,  $X_2$  = NINO3,  $X_3$  = NINO4,  $X_4$  = SOI.

Dengan harga koefisien korelasi determinasi ( $R^2$ )=0.98.

Walaupun harga  $R^2$  yang diperoleh sudah menunjukkan variasi, masing-masing faktor sangat berpengaruh terhadap responden. Bukan berarti model di atas langsung diterima, melainkan akan tetap diselidiki dan dilanjutkan penyelidikan terhadap residual(sisa). Dari *output* minitab, diperoleh residual setiap data seperti diperlihatkan dalam tabel 1. Selanjutnya, akan diperiksa apa model regresi di atas sudah sesuai dengan yang diinginkan.

Tabel 1. *Output* Minitab berikut Residual

Predictor	Coef	StDev	T	P
Constant	-2.6019	0.3368	-7.73	0.00
NINO1+2	-0.1671	0.00518	-32.28	0.00
NINO3	0.75775	0.01031	73.51	0.00
NINO4	0.48887	0.01368	35.73	0.00
SOI	-0.00451	0.00075	-5.99	0.00

S = 0.1415 R-Sq = 98.0% R-Sq(adj) = 97.9%

Tabel 2. *Analysis of Variance*

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	599.41	149.85	748.55	0.000
Residual Error	624	12.49	0.02		
Total	628	611.90			

Source	DF	SeqSS
NINO1+2	1	134.00
NINO3	1	421.31
NINO4	1	43.38
SOI	1	0.72

Secara keseluruhan, hasil perhitungan di atas dapat diinterpretasikan sebagai berikut.

1. Fungsi Regresi Ganda/Multipel
 
$$\hat{Y} = - 2.60 - 0.167 X_1 + 0.758 X_2 + 0.489 X_3 - 0.00451 X_4$$
  - 1) Jika  $X_1$  berubah dengan 1 satuan,  $\hat{Y}$  akan berubah sebesar -0.167 satuan dengan anggapan  $X_2$ ,  $X_3$  dan  $X_4$  tetap.
  - 2) Jika  $X_2$  berubah dengan 1 satuan,  $\hat{Y}$  akan berubah sebesar 0.758 satuan dengan anggapan  $X_1$ ,  $X_3$  dan  $X_4$  tetap.
  - 3) Jika  $X_3$  berubah dengan 1 satuan,  $\hat{Y}$  akan berubah sebesar 0.489 satuan dengan anggapan  $X_1$ ,  $X_2$  dan  $X_4$  tetap.
  - 4) Jika  $X_4$  berubah dengan 1 satuan,  $\hat{Y}$  akan berubah sebesar -0.00451 satuan dengan anggapan  $X_1$ ,  $X_2$  dan  $X_3$  tetap.
2. Untuk menguji apakah harga koefisien dari tiap-tiap variabel yaitu  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$ , dan  $\beta_4$  tersebut merupakan

harga yang sebenarnya ataukah harga yang ditentukan secara kebetulan saja, perlu dilakukan suatu pengujian. Hasil pengujian tersebut adalah

$$Ta_1 = \frac{-0.167097}{0.005176} = -32.28$$

$$Ta_2 = \frac{0.75775}{0.01031} = 73.51$$

$$Ta_3 = \frac{0.48887}{0.01368} = 35.73$$

$$Ta_4 = \frac{-0.0045088}{0.0007524} = -5.99$$

Simpulan dari masing-masing pengujian tersebut adalah

- 1) harga  $\beta_1$  merupakan harga yang sebenarnya dengan probabilitas kesalahan 0% (signifikan),
  - 2) harga  $\beta_2$  merupakan harga yang sebenarnya dengan probabilitas kesalahan 0% (signifikan),
  - 3) harga  $\beta_3$  merupakan harga yang sebenarnya dengan probabilitas kesalahan 0% (signifikan),
  - 4) harga  $\beta_4$  merupakan harga yang sebenarnya dengan probabilitas kesalahan 0% (signifikan).
3. Dari hasil R-Sq(Adj) (*R-Squared Adjusted*) = 97,9%, dapat dikatakan bahwa 97,9% perubahan variabel  $\hat{Y}$  (NINO3.4) disebabkan oleh perubahan variabel  $X_1$ (NINO1+2),  $X_2$  (NINO3),  $X_3$ (NINO4), dan  $X_4$ (SOI) secara bersama-sama. Sisanya, yaitu 2,1%, disebabkan oleh variabel lain yang tidak masuk dalam model.

Dari hasil pengujian atas koefisien regresi ganda/multipel, diperoleh hasil  $F_h = 7488.55$  dengan probabilitas

kesalahan 0%. Diketahui  $F_{tabel} = F(4; 624; 0,05) = 2,37$ , maka  $F_h > F_{tabel}$ . Jadi, dapat disimpulkan bahwa variabel  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  dan  $X_4$  secara bersama-sama mempunyai pengaruh terhadap variabel  $\hat{Y}$  yang sangat erat dan menakutkan. Jadi, model regresi ganda/multipel adalah

$$\hat{Y} = - 2.60 - 0.167 X_1 + 0.758 X_2 + 0.489 X_3 - 0.00451 X_4$$

Berdasarkan analisis tersebut, sebenarnya persamaan regresi kita sudah merupakan persamaan regresi terbaik. Akan tetapi, tetap dilakukan uji keberartian koefisien regresi untuk melihat apakah persamaan regresi yang sudah didapatkan bisa disederhanakan lagi.

#### f. Uji keberartian Koefisien Regresi

Uji keberartian koefisien regresi dengan hipotesis adalah

$H_0$  : Koefisien regresi  $\beta_i$  tidak berarti.

$H_1$  : Koefisien regresi  $\beta_i$  berarti.

Keputusan dari hipotesis adalah

1. bila  $F_{parsial} \geq F_{tabel}$ , tolak  $H_0$ , berarti koefisien regresi  $\beta_i$  adalah berarti sehingga  $X_i$  tetap dalam model;
2. bila  $F_{parsial} < F_{tabel}$ , terima  $H_0$ , berarti koefisien regresi  $\beta_i$  adalah tidak berarti sehingga  $X_i$  keluar dari model.

Dari hasil data dengan komputer didapat hasil sebagai berikut.

Tabel 3. *Output Minitab*

<i>Predictor</i>	<i>Coef</i>	StDev (Taksiran Kesalahan Coef)	F-Parsial
NINO 1+2	-0.167097	0.005176	59.7529
NINO 3	0.75775	0.01031	1041.9984
NINO 4	0.48887	0.01368	5403.7201
SOI	-0.0045088	0.0007524	35.8801

$$F_{\text{tabel}} = F(4,624,5\%) = 2,37.$$

Karena masing-masing  $F_{\text{Parsial}}$  dari prediktor lebih besar daripada  $F_{\text{tabel}}$ , berarti tolak  $H_0$ . Artinya, koefisien regresi yang sudah diperoleh berarti semua prediktor tetap dalam model.

Jadi, tidak ada eliminasi prediktor dari regresi multipel komplet yang sudah diperoleh.

Tabel 4. *Rank Sperman* untuk NINO3.4

No. observasi	Peduga ( $\hat{Y}_j$ )	Residu ( $e_j$ )	<i>Rank</i> ( $\hat{Y}_j$ ) $r_y$	<i>Rank</i> ( $e_j$ ) $r_e$	$d_j$ $r_y \cdot r_j$	$d_j^2$
1	25.02692	-0.016919	21	313	-292	85264
2	24.88821	0.031786	16	405	-389	151321
3	26.45079	-0.040794	198	268	-70	4900
629	27.24	-0.227975	586	45	541	292681
Jumlah						41862224

a) **Koefisien korelasi *Rank* Sperman ( $r_s$ )**

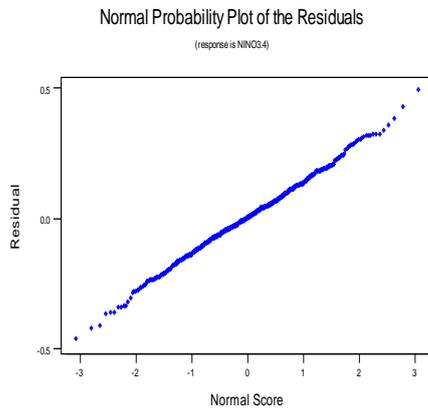
$$r_s = 1 - 6 \frac{\sum_{j=1}^n d_j^2}{n(n^2 - 1)} = 1 - 6 \frac{41862224}{629(629^2 - 1)} = -0.009306$$

Uji yang digunakan adalah uji t dengan

$$t_{\text{uji}} = \frac{r_s \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_s^2}} = \frac{-0.009306 \sqrt{629-2}}{\sqrt{1-(-0.009306)^2}} = -0.233024$$

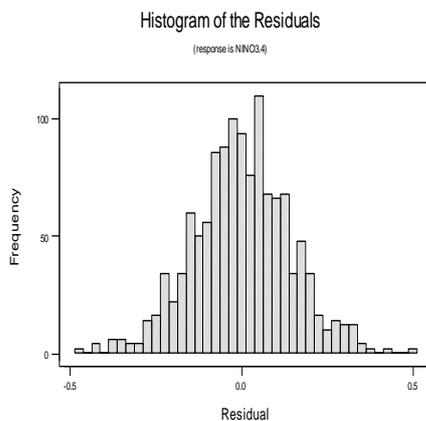
$t_{\text{tabel}} = t(n-2; 1-\alpha) = t(627; 0.95) = 1.960$ , dengan  $n-2$  adalah derajat kebebasan dan  $1-\alpha$  adalah taraf nyata hipotesis dan dengan  $\alpha = 0.05$ . Dengan membandingkan  $t_{\text{uji}}$  terhadap  $t_{\text{tabel}}$ , diperoleh  $t_{\text{uji}} < t_{\text{tabel}}$  yaitu  $-0.233024 < 1.645$ , maka varian ( $e_j$ ) = varian ( $e_k$ ). Dengan kata lain, varian seluruh residu adalah sama atau asumsi homoskedastisitas dipenuhi. Jadi, model yang digunakan adalah cocok.

## b) Plot Residu



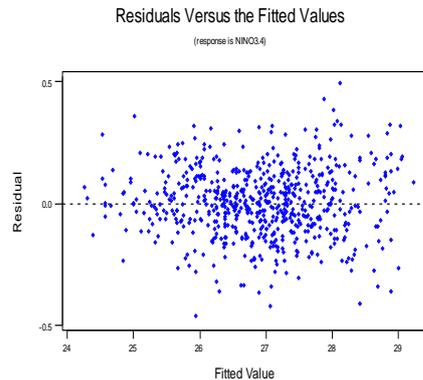
Gambar 1.

Pada Gambar 1, tampak plot membentuk garis lurus sehingga dapat disimpulkan bahwa anggapan kenormalan tidak dilanggar. Jadi, model cocok.



Gambar 2.

Pada Gambar 2, tampak plot tidak terjadi *skueness*/ kemiringan, berarti model sudah mengikuti kurva normal. Jadi, model cocok.



Gambar 3.

Pada Gambar 3, tampak plot tersebut random dan tidak membentuk sesuatu, anggapan kenormalan dipenuhi. Jadi model cocok.

## SIMPULAN

Metode langkah mundur (*Backward Method*) dalam penyederhanaan suatu model regresi bisa digunakan untuk meramalkan temperatur permukaan laut sekitar/bagian wilayah Indonesia (*Sea Surfase Temperature / SSTNINO3.4*) yang akan datang yang dipengaruhi oleh SSTNINO1+2, SSTNINO3, SSTNINO4, dan SOI (*Southern Oscillation Index*). Ada kemungkinan metode lain, selain metode langkah mundur (*Backward Method*) dalam penyederhanaan suatu model regresi yang dapat digunakan untuk meramalkan temperatur permukaan laut di sekitar/bagian wilayah Indonesia (*Sea Surfase Temperature / SSTNINO3.4*) yang akan datang yang dipengaruhi oleh SSTNINO1+2, SSTNINO3, SSTNINO4, dan SOI (*Southern Oscillation Index*).

**DAFTAR PUSTAKA**

Draper, Norman and Smith. 1998.  
*Applied Regression Analysis,  
Third Edition*. New York : John  
Wiley & Sons, Inc.

Jedamus, Paul and Frame, Taylor. 1976.  
*Statistical Analysis for Business  
Decisions*. Mc-Graw-Hill, Inc.

Sembiring, RK . 1995. *Analisis Regresi*.  
Bandung : ITB.

Sudjana. 1983. *Teknik Analisa Regresi  
dan Korelasi*. Bandung : ITB. :  
Tarsito.