

## APLIKASI PENCOCOKAN KURVA (CURVE FITTING) DALAM MENGANALISIS PENGARUH SOI (SOUTHERN OSCILLATION INDEX) TERHADAP CURAH HUJAN DI WILAYAH INDONESIA

Imadudin Al Rusman<sup>1</sup>, Onoy Rohaeni<sup>2</sup>, Eti Kurniati<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Islam Bandung

<sup>1</sup>imadudin\_alrusman@yahoo.co.id, <sup>2</sup>onoy@unisba.ac.id, <sup>3</sup>eti\_k@unisba.ac.id

**Abstrak.** Skripsi ini membahas tentang penerapan metode pencocokan kurva dalam menganalisis pengaruh SOI (*Southern Oscillation Index*) terhadap curah hujan di Indonesia. Pencocokan kurva merupakan metode untuk mengestimasi kurva atau garis yang mewakili serangkaian titik-titik data. Analisis pengaruh dilakukan untuk mencari bagaimana variabel-variabel data SOI dan variabel-variabel curah hujan berhubungan pada hubungan fungsional melalui garis yang telah di-estimasi. Dalam hal ini, terdapat dua variabel yang dijadikan sebagai studi kasus untuk dianalisis melalui metode pencocokan kurva yaitu data SOI (variabel bebas) dan curah hujan di Indonesia (variabel tidak bebas). Sehingga dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa terdapat hubungan fungsional. Jika setiap nilai  $X$  (SOI) yang diketahui dimasukkan ke dalam persamaan diatas, maka akan menghasilkan suatu persamaan garis lurus yang dijadikan sebagai taksiran curah hujan yang mewakili serangkaian data-data SOI dan curah hujan hasil observasi. Dan persamaan tersebut memiliki kekuatan hubungan sebesar 0,43 dan 18,5% curah hujan di Indonesia dapat dipengaruhi oleh SOI melalui persamaan tersebut.

**Kata kunci :** EOQ, permintaan, maksimum, minimum, laju kerusakan

### 1. Pendahuluan

Setiap tahun di Indonesia mengalami dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Namun demikian ada suatu saat terjadi penurunan curah hujan sehingga mengalami kekeringan dan pada saat yang lain curah hujannya meningkat sehingga terjadi banjir. Salah satu penyebab perubahan tersebut adalah adanya perubahan suhu permukaan laut sehingga mempengaruhi atmosfer diatasnya. Indonesia, yang sebagian besar wilayahnya dikelilingi lautan dan posisinya juga berada dekat dengan Samudra Pasifik dan Samudra Hindia tentu menjadi hal yang wajar kalau cuaca di Indonesia sebagian besar dipengaruhi oleh perubahan suhu di permukaan laut. Misalnya, di Samudra Pasifik terdapat suatu fenomena ENSO (*El-Nino Southern Oscillation*) yang merupakan perubahan cuaca sampai pada kondisi yang ekstrem. ENSO terjadi akibat memanasnya atau mendinginnya suhu permukaan laut di atas rata-rata di Samudra Pasifik, sehingga dampaknya dapat dirasakan di sekitar Samudra Pasifik. Wilayah Indonesia khususnya di bagian tengah dan timur yang posisinya berada dekat dengan Samudra Pasifik diduga terkena dampak dari fenomena ENSO (*El-Nino Southern Oscillation*) yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan intensitas curah hujan.

Salah satu cara untuk mendeteksi kejadian ENSO ini adalah dengan melihat SOI (*Southern Oscillation Index*). Nilai SOI atau Indeks Osilasi Selatan merupakan nilai perbedaan antara tekanan atmosfer di atas permukaan laut di Tahiti (pasifik timur) dengan tekanan atmosfer di Darwin (pasifik barat) akibat dari perbedaan temperatur permukaan laut di kedua wilayah tersebut. Apabila nilai SOI berada dalam posisi negatif (-) maka akan menyebabkan intensitas curah hujan rendah atau di bawah rata-rata normal di daerah Pasifik Barat dekat Indonesia, sehingga berdampak pada kondisi kemarau yang berkepanjangan di daerah tersebut. Sedangkan apabila nilai SOI berada dalam posisi positif (+) maka akan menyebabkan intensitas curah hujan tinggi di daerah Pasifik Barat dekat Indonesia.

Indikasi nilai negatif dan positif pada nilai SOI dinamakan El-Nino dan La-Nina. Apabila nilai SOI memiliki nilai konstan yang negatif sepanjang tahun mengindikasikan kondisi El-

Nino. sebaliknya apabila nilai SOI memiliki nilai konstan yang positif sepanjang tahun mengindikasikan kondisi La-Nina. Berdasarkan penjelasan mengenai data SOI yang merupakan index terjadinya fenomena ENSO yang diduga mempengaruhi curah hujan di wilayah Indonesia, maka menarik untuk dikaji seperti apa hubungan fungsional antara variabel SOI dengan variabel curah hujan. Hubungan fungsional tersebut akan teruraikan dalam bentuk suatu persamaan yang diperoleh melalui grafik berbentuk garis lurus. Pencocokan Kurva (*Curve Fitting*) adalah salah satu metode dalam mengestimasi kurva/ garis yang mewakili serangkaian titik data.

## 2. Latar Belakang

Kecepatan akses data merupakan salah satu faktor terpenting pada kestabilan kinerja jaringan. Seringkali kinerja jaringan terganggu atau tidak efektif bahkan cenderung merugikan pada saat menurunnya kecepatan kinerja sistem. Penurunan ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah sistem yang bekerja pada tiap komputer, sistem pengkabelan, mekanisme pemasangan router dan hal lainnya yang mungkin menjadi penghambat kinerja jaringan. Untuk keperluan transfer data atau koneksi internet, dapat diperhitungkan jumlah kerugian baik dalam bentuk biaya, waktu, tenaga, pikiran, dan sebagainya, yang diakibatkan oleh menurunnya kecepatan kinerja jaringan.

Dengan demikian diperlukan suatu metoda untuk memastikan faktor-faktor penghambat jalur transmisi jaringan dan cara efektif untuk menghilangkan atau setidaknya meminimalkan faktor-faktor penghambat tersebut sehingga kecepatan transmisi data pada jaringan menjadi optimal.

Karena luasnya variabel-variabel yang terkait dengan faktor-faktor penghambat jaringan, maka, penulis membatasi beberapa hal. Faktor penghambat dikaji dari segi infrastruktur jaringan, yang meliputi :

- a. Topologi dan struktur jaringan
- b. Sistem transmisi data termasuk pada satuan kapasitas data transfer serta waktu tempuh (*latency*) transmisi data dengan kapasitas tertentu
- c. Setting perangkat pendukung jaringan

Tujuan yang hendak dicapai adalah untuk menjajaki faktor-faktor penghambat jaringan. Hal ini dilakukan untuk menentukan faktor-faktor apa saja yang menyebabkan kecepatan transmisi suatu jaringan menjadi lambat. Kecepatan transmisi dalam hal ini ditunjukkan dengan satuan alokasi waktu yang dibutuhkan untuk melakukan transfer data pada kapasitas tertentu. Manfaat yang diharapkan adalah sebagai tindakan langsung pengujian kualitas jaringan, terutama pada kecepatan transfer data dari satu terminal (*workstation*) ke terminal lainnya.

## 3. Penaksiran Peluang Kebangkrutan (*Ruin*)

### 3.1 Peluang *Ruin*

Pada Teori Resiko klasik, proses penaksiran *ruin* mengikuti tahapan-tahapan yang didefinisikan dalam model resiko kumpulan jangka panjang. Diantaranya menganalisa proses surplus pada model waktu kontinu, merumuskan hubungan antara teori *ruin* dan kerugian agregat maksimal, yaitu selisih terbesar antara klaim agregat dengan premi yang diterima. Selanjutnya persamaan *ruin* yang telah diperoleh akan ditransformasikan menggunakan transformasi pembangkit momen untuk mendapatkan persamaan eksplisit peluang *ruin*.

Pada bab sebelumnya telah didefinisikan kerugian agregat maksimal dengan:

$$L = \max_{t \geq 0} \{S(t) - ct\} \quad (3.1)$$

Yaitu selisih terbesar antar klaim agregat dengan premi yang diterima. Selanjutnya akan didefinisikan hubungan antara kerugian agregat maksimal dengan peluang *ruin*. Hubungan tersebut adalah

$$\begin{aligned} 1 - \psi(u) &= P[U(t) \geq 0, \forall t] \\ &= P[u + ct - S(t) \geq 0, \forall t] \\ &= P[S(t) - ct \leq u, \forall t] \\ &= P[L \leq u] \end{aligned}$$

sehingga

$$1 - \psi(u) = P[L \leq u] \text{ untuk } u \geq 0 \quad (3.2)$$

Untuk  $t = 0$ ,  $S(t) - ct = S(0) - c0 = 0$ , maka  $L \geq 0$ . Jika  $u = 0$ , maka  $1 - \psi(0) = P(L \leq 0) = P(L = 0)$ , karena  $L \geq 0$ .

Selanjutnya perhatikan proses berikut:

1) Pada saat  $t = 0$ ,  $S(0) - c0 = 0$ . Misalkan  $t_1$  adalah saat pertama  $S(t) - ct > 0$ .

Definisikan  $L_1 = S(t_1) - ct_1$ .

2) Misalkan  $t_2 > t_1$  adalah saat pertama  $S(t) - ct > L_1$ . Definisikan  $L_2 = S(t_2) - ct_2 - L_1$ .

3) Misalkan  $t_3 > t_2 > t_1$  adalah saat pertama  $S(t) - ct > L_1 + L_2$ . Definisikan  $L_3 = S(t_3) - ct_3 - (L_1 + L_2)$ , dan seterusnya.

Karena prosesnya stasioner, maka  $L_1, L_2, \dots, L_M$  saling bebas dan mempunyai distribusi identik, sehingga dapat ditulis :

$$L = L_1 + L_2 + \dots + L_M \quad (3.3)$$

Dalam hal ini  $M$  adalah *the number of record high* dari proses  $S(t) - ct$ . Karena proses Poisson majemuk mempunyai sifat kenaikan stasioner dan saling bebas, maka peluang surplus akan mencapai *new record high* adalah sama untuk semua waktu *new record high* dicapai. Peluang ini juga sama dengan peluang bahwa surplus akan kurang dari  $u = 0$ , yaitu  $\psi(0)$ . Akibatnya peluang surplus tidak akan mencapai *new record high* adalah  $1 - \psi(0)$ .

### Teorema 3.1

Jika surplus awal  $u = 0$ , maka untuk setiap  $y > 0$  berlaku

$$P[U(T) \in (-y + dy, -y) \& T < \infty] = \frac{\lambda}{c} [1 - P(y)] dy \quad (3.4)$$

Akibat Teorema 3.1:

Peluang *ruin* pada  $u = 0$  hanya tergantung pada  $\theta$ , dengan mengintegrasikan persamaan (3.4) terhadap  $y \in (0, \infty)$  menghasilkan  $P_r[T < \infty]$ , dan untuk setiap  $P(y)$  dengan rata-rata  $p_1$ , diperoleh:

$$\psi(0) = \frac{\lambda}{c} \int_0^{\infty} [1 - P(y)] dy = \frac{\lambda}{c} p_1 = \frac{1}{1 + \theta} \quad (3.15)$$

Jika diasumsikan terdapat satu *new record high*, maka distribusi dari  $L_1$  adalah

$$f_{L_1}(y) = \frac{1 - P(y)}{(1 + \theta)p_1} \frac{1}{\psi(0)} = \frac{1 - P(y)}{p_1}, \quad y > 0 \quad (3.16)$$

### Teorema 3.2

Peluang *ruin* dalam  $u$  yang diekspresikan dengan dana awal yang cukup kecil dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\psi(u) = \frac{\lambda}{c} \int_0^u [1 - P(y)] \psi(u - y) dy + \frac{\lambda}{c} \int_u^{\infty} [1 - P(y)] dy \quad (3.17)$$

Bukti :

Untuk  $T < \infty$ , akan mengakibatkan nilai surplus kurang dari modal awal. Dengan menggunakan persamaan (3.15), maka:

$$\begin{aligned} \psi(u) &= P[T < \infty] = P[T < \infty \& M > 0] \\ &= P[T < \infty | M > 0] P[M > 0] \\ &= \frac{1}{1 + \theta} \int_0^{\infty} P[T < \infty | L_1 = y] f_{L_1}(y) dy \\ &= \frac{\lambda}{c} \left\{ \int_0^u [1 - P(y)] \psi(u - y) dy + \int_u^{\infty} [1 - P(y)] dy \right\} \end{aligned}$$

dimana  $c = (1 + \theta)\lambda p_1$

Tujuan pokok dari semua infrastruktur jaringan adalah untuk mengirimkan aplikasi kepada setiap pengguna secara efektif. Peningkatan teknologi secara terus-menerus, baik pada komputer PC (*personal computer*) maupun LAN (*local area network* = jaringan komputer lokal/terbatas) atau WAN (*wide area network* : jaringan komputer luas = biasanya terdiri dari gabungan beberapa LAN) merupakan hal umum yang biasa dilakukan untuk mengatasi kelambatan sistem. Akan tetapi, memelihara kecepatan transmisi data pada jaringan komputer WAN, agar tetap berada pada level yang layak, merupakan suatu tantangan yang cukup serius.

Untuk mengatasi jaringan komputer WAN dengan sistem transmisi data yang rendah atau terganggu, maka harus disediakan beberapa peralatan pengganti, dimana harganya bisa jadi sangat mahal. Selain itu, pihak IT dipaksa untuk mem-backup data pusat dan sistem *server*, install aplikasi lokal, juga untuk semua komputer di seluruh departemen, dan terus-menerus mengeluarkan biaya tinggi untuk meningkatkan *bandwidth* (kecepatan akses data melalui

protokol TCP/IP) WAN, hanya karena aplikasi berjalan lambat dan tidak dapat mengoperasikan aplikasi sederhana.

Sebagaimana tingginya permintaan usaha yang berkaitan erat dengan integrasi globalisasi, peningkatan performansi aplikasi pada optimalisasi WAN menjadi sangat tinggi. Untuk memenuhi kebutuhan ini, maka harus dilakukan penelitian dan analisis faktor-faktor penyebab lambatnya transmisi data pada WAN. Melalui mekanisme ini maka dapat diambil suatu kebijakan untuk menstabilkan kualitas jaringan komputer melalui hal-hal sebagai berikut :

- a. Menentukan batas bandwidth (*bandwidth limitations*), yaitu menentukan batas kecepatan akses minimal dalam satuan bps untuk tiap departemen
- b. Mengukur waktu tempuh (*latency*), yaitu lamanya waktu yang digunakan pada saat transmisi paket data dari sumber (*source*) ke tujuan (*destination*). *Latency* biasanya diukur dalam satuan ms (millisecond)
- c. Konten aplikasi (*application contention*), yaitu jenis aplikasi apa yang dibuka sedemikian sehingga dapat membebani stabilitas jaringan

Penurunan yang mengejutkan dalam *bandwidth* sebagaimana jalur lalu lintas dari LAN menuju WAN adalah nyata dan mudah untuk difahami. Efek *latency* kadang-kadang kurang nyata, tetapi *latency* umumnya menunjukkan lambatnya performansi aplikasi walaupun ketika ruang *bandwidth* tersedia dengan cukup luas. Perencanaan WAN dan kerumitan disain umumnya dipusatkan pada penggunaan *bandwidth*, padahal, *latency* memegang peranan sangat penting dalam menentukan performansi aplikasi, khususnya pada jaringan WAN.

Penanggung jawab jaringan yang tidak meluangkan waktu untuk menganalisis mengenai *latency*, tidak akan memenuhi level pelayanan permintaan proses bisnis dan aplikasi global. Pada akhirnya isi aplikasi menjadi jauh lebih lazim pada batasan *bandwidth* dalam koneksi WAN, bahkan kadang-kadang lebih buruk sebagai hasil dari pembatasan *bandwidth*.

#### 4. Lintaslink: Sistem Disain dan Model Simulasi Transportasi

Local Area Network biasa disingkat LAN adalah jaringan komputer yang jaringannya hanya mencakup wilayah kecil; seperti jaringan komputer kampus, gedung, kantor, dalam rumah, sekolah atau yang lebih kecil. Saat ini, kebanyakan LAN berbasis pada teknologi IEEE 802.3 Ethernet menggunakan perangkat switch, yang mempunyai kecepatan transfer data 10, 100, atau 1000 Mbit/s. Selain teknologi Ethernet, saat ini teknologi 802.11b (atau biasa disebut Wi-fi) juga sering digunakan untuk membentuk LAN. Tempat-tempat yang menyediakan koneksi LAN dengan teknologi Wi-fi biasa disebut hotspot.

WAN adalah singkatan dari istilah teknologi informasi dalam bahasa Inggris: *Wide Area Network* merupakan jaringan komputer yang mencakup area yang besar sebagai contoh yaitu jaringan komputer antar wilayah, kota atau bahkan negara, atau dapat didefinisikan juga sebagai jaringan komputer yang membutuhkan router dan saluran komunikasi publik.

WAN digunakan untuk menghubungkan jaringan lokal (LAN) yang satu dengan jaringan lokal yang lain, sehingga pengguna atau komputer di lokasi yang satu dapat berkomunikasi dengan pengguna dan komputer di lokasi yang lain. Gabungan dari beberapa jaringan lokal (LAN) dapat disebut sebagai jaringan yang lebih luas (WAN)

Pada sebuah LAN, setiap node atau komputer mempunyai daya komputasi sendiri, berbeda dengan konsep *dump terminal*. Setiap komputer juga dapat mengakses sumber daya yang ada di LAN sesuai dengan hak akses yang telah diatur. Sumber daya tersebut dapat berupa data atau perangkat seperti printer. Pada LAN, seorang pengguna juga dapat berkomunikasi dengan pengguna yang lain dengan menggunakan aplikasi yang sesuai.

Router adalah sebuah alat jaringan komputer yang mengirimkan paket data melalui sebuah jaringan atau Internet menuju tujuannya, melalui sebuah proses yang dikenal sebagai routing.

Proses routing terjadi pada lapisan 3 (Lapisan jaringan seperti Internet Protocol) dari stack protokol tujuh-lapis OSI.

Router berfungsi sebagai penghubung antar dua atau lebih jaringan untuk meneruskan data dari satu jaringan ke jaringan lainnya. Router berbeda dengan switch. Switch merupakan penghubung beberapa alat untuk membentuk suatu Local Area Network (LAN).

Terdapat perbedaan mendasar antara router dan switch. Perbedaan fungsi dari router dan switch adalah switch merupakan suatu jalanan, dan router merupakan penghubung antar jalan. Masing-masing rumah berada pada jalan yang memiliki alamat dalam suatu urutan tertentu. Dengan cara yang sama, switch menghubungkan berbagai macam alat, dimana masing-masing alat memiliki alamat IP sendiri pada sebuah LAN.

Router sangat banyak digunakan dalam jaringan berbasis teknologi protokol TCP/IP, dan router jenis itu disebut juga dengan IP Router. Selain IP Router, ada lagi AppleTalk Router, dan masih ada beberapa jenis router lainnya. Internet merupakan contoh utama dari sebuah jaringan yang memiliki banyak router IP. Router dapat digunakan untuk menghubungkan banyak jaringan kecil ke sebuah jaringan yang lebih besar, yang disebut dengan internetwork, atau untuk membagi sebuah jaringan besar ke dalam beberapa subnetwork untuk meningkatkan kinerja dan juga mempermudah manajemennya. Router juga kadang digunakan untuk mengoneksikan dua buah jaringan yang menggunakan media yang berbeda (seperti halnya router wireless yang pada umumnya selain ia dapat menghubungkan komputer dengan menggunakan radio, ia juga mendukung penghubungan komputer dengan kabel UTP), atau berbeda arsitektur jaringan, seperti halnya dari Ethernet ke Token Ring.

Router juga dapat digunakan untuk menghubungkan LAN ke sebuah layanan telekomunikasi seperti halnya telekomunikasi leased line atau Digital Subscriber Line (DSL). Router yang digunakan untuk menghubungkan LAN ke sebuah koneksi leased line seperti T1, atau T3, sering disebut sebagai *access server*. Sementara itu, router yang digunakan untuk menghubungkan jaringan lokal ke sebuah koneksi DSL disebut juga dengan DSL router. Router-router jenis tersebut umumnya memiliki fungsi firewall untuk melakukan penapisan paket berdasarkan alamat sumber dan alamat tujuan paket tersebut, meski beberapa router tidak memilikinya. Router yang memiliki fitur penapisan paket disebut juga dengan packet-filtering router. Router umumnya memblokir lalu lintas data yang dipancarkan secara broadcast sehingga dapat mencegah adanya broadcast storm yang mampu memperlambat kinerja jaringan. Secara umum, router dibagi menjadi dua buah jenis, yakni:

- a. Static router (router statis), adalah sebuah router yang memiliki tabel routing statis yang diset secara manual oleh para administrator jaringan.
- b. Dynamic router (router dinamis), adalah sebuah router yang memiliki dan membuat tabel routing dinamis, dengan mendengarkan lalu lintas jaringan dan juga dengan saling berhubungan dengan router lainnya.

## 5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil perhitungan pada Bab IV yang dilakukan terhadap data SOI dan data curah hujan di Indonesia mulai periode Januari 1998 sampai April 2009 yang digunakan untuk menganalisis pengaruh SOI terhadap curah hujan di Indonesia melalui metode pencocokan kurva, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Bahwa data SOI sebagai variabel bebas (X) dan curah hujan di Indonesia sebagai variabel tidak bebas (Y) memiliki hubungan fungsional sebagai berikut :

$$\hat{Y} = 174,5031 + 4,2714X$$

Berdasarkan persamaan diatas, garis lurus linier tersebut memotong sumbu Y (curah hujan) setinggi 174,5031 dan setiap kenaikan satu satuan unit SOI mengakibatkan kenaikan curah hujan sebesar 4,2714. Dalam metode pencocokan kurva, jika setiap nilai X (SOI) yang diketahui dimasukkan ke dalam persamaan diatas, maka akan menghasilkan suatu persamaan garis lurus yang dijadikan sebagai taksiran curah hujan yang mewakili serangkaian data-data SOI dan curah hujan hasil observasi.

2. Berdasarkan hasil pemeriksaan asumsi-asumsi klasik, memperlihatkan bahwa semua asumsi terpenuhi dengan baik, seperti *error* yang mengikuti distribusi normal sehingga data sampel berasal dari data populasi yang berdistribusi normal, kemudian tidak terjadi autokorelasi, tidak terjadi heterokedastisitas, dan model taksiran secara signifikan bersifat linier. Dengan terpenuhinya semua asumsi klasik, maka dapat dikatakan bahwa model taksiran atau persamaan garis lurus yang terbentuk merupakan model taksiran terbaik atau disebut juga sebagai BLUE (*Best Linear Unbiased Estimator*).

3. Melalui uji t dengan taraf kepercayaan 5% dan derajat kebebasan 134 menyatakan hubungan SOI dengan curah hujan di Indonesia memiliki kekuatan hubungan linier yang cukup kuat dan signifikan yaitu sebesar 0,43. Hal tersebut menjelaskan bahwa SOI yang merupakan indeks dari terjadinya ENSO mempunyai hubungan yang signifikan terhadap perubahan curah hujan di Indonesia.

4. Dilihat dari nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,185 memberikan pengertian bahwa hanya 18,5% kemampuan model taksiran atau persamaan garis lurus

$$\hat{Y} = 174,5031 + 4,2714X$$

dalam menerangkan pengaruh SOI terhadap curah hujan di Indonesia. Secara signifikan bahwa model tersebut dapat dijadikan sebagai salah satu ukuran untuk meramalkan atau memprediksi curah hujan yang akan datang berdasarkan nilai SOI yang diketahui.

Sebagai saran, dalam artikel ini, penulis hanya menggunakan salah satu metode dalam aplikasi pencocokan kurva (*Curve Fitting*) yaitu metode kuadrat terkecil. Masih terdapat beberapa metode yang bisa digunakan dalam aplikasi pencocokan kurva, diantaranya Metode Interpolasi Polinom Newton dan Metode Interpolasi Polinom Lagrange. Sehingga penulis berharap kedepannya ada yang berminat untuk mencoba mengaplikasikan metode-metode yang lain guna memperoleh analisis yang lebih baik.

## Referensi

- Candisa, I Made. 2003. *Statistik Multivariat Disertasi Aplikasi dengan SPSS*, Singaraja : Unit Penerbitan IKIP Negeri Singaraja.
- Candisa, I Made. 2004. *Analisis Butir Disertasi Aplikasi dengan SPSS*, Singaraja : Unit Penerbitan IKIP Negeri Singaraja.
- "Climate glossary – Southern Oscillation Index (SOI)". Bureau of Meteorology (Australia). 2002-04-03.
- Djojodihardjo, Harjono. 2004. *Motoda Numerik*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Prentice Hall. 2004. *Geoscience Animation*, (Online),  
(<http://esminfo.prenhall.com/science/geoanimations/animations/26-NinoNina.html>).

- Supriyanto. 2006. *Interpolasi Lagrange*. Lab. Komputer, Departemen Fisika Universitas Indonesia (Online), (supri@fisika.ui.ac.id atau supri92@gmail.com, diakses 13 Desember 2006).
- Tjasyono, Bayong. 21004. *Klimatologi*. Cetakan Ke-2. Bandung. IPB Press.