



**ANALISIS KONDISI ATMOSFER-OSEANIK
PADA PERIODE ENSO (El Niño Southern Oscillation)
DAN PASCA ENSO DI LAUTAN PASIFIK TAHUN 1997**

Oleh:

SRI WAHYUNI GANI
H 221 97 029

| | |
|----------------|------------|
| Penyusun | HASANUDDIN |
| Tgl. Terbit | 7-3-2002 |
| Asal | Fak. MIPA |
| Berat | 1 kg |
| Harga | Hadiah |
| No. Inventaris | 020307.040 |
| No. Klas | |



**PROGRAM STUDI GEOFISIKA JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2001**

SKRIPSI



Oleh:

SRI WAHYUNI GANI

H22197029



**PROGRAM STUDI GEOFISIKA JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2001**



**ANALISIS KONDISI ATMOSFER-OSEANIK PADA
PERIODE ENSO (EL NIÑO SOUTHERN OSCILLATION)
DAN PASCA ENSO DI LAUTAN PASIFIK TAHUN 1997**

Oleh:

**SRI WAHYUNI GANI
H22197029**

**SKRIPSI UNTUK MELENGKAPI TUGAS DAN MEMENUHI
SYARAT MEMPEROLEH GELAR SARJANA GEOFISIKA**



**PROGRAM STUDI GEOFISIKA JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HSANUDDIN
MAKASSAR
2001**



**ANALISIS KONDISI ATMOSFER-OSEANIK PADA
PERIODE ENSO (EL NIÑO SOUTHERN OSCILLATION)
DAN PASCA ENSO DI LAUTAN PASIFIK TAHUN 1997**

Oleh

SRI WAHYUNI GANI

H22197029

Disetujui Oleh:

Pembimbing Utama

(DR. DADANG AHMAD. S)

NIP. 130 878 550

Pada tanggal, Februari 2002



PENGANTAR DAN UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah Rabbil alamin adalah kata yang paling pantas penulis ucapkan dengan ikhlas dan tulus dari keleluasaan nurani yang dalam sebagai rasa syukur yang tak terhingga, karena berkat hidayah dan petunjukNya sehingga skripsi ini dapat dirampungkan.

Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasnuddin dengan judul **“Analisis Kondisi Atmosfer - Oseanik pada Periode ENSO (El Niño Southern Oscillation) dan Pasca ENSO di Lautan Pasifik Tahun 1997”**.

Adalah tidak dapat dipungkiri bahwa skripsi ini dapat penulis selesaikan karena dorongan, motivasi dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menghaturkan terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tuaku yang telah membesarkan, mendidik dan mengorbankan segalanya demi kebaikan penulis, atas doa-doanya yang selalu menyertai setiap langkahku.

Pada kesempatan ini penulis juga menghaturkan terima kasih kepada:

- © Bapak **DR. Dadang Ahmad. S** selaku pembimbing utama yang telah mengarahkan dan memberikan petunjuk, ide serta saran-saran. Walaupun di tengah-tengah kesibukannya dan jadwalnya yang begitu padat tetapi tetap selalu memberikan waktu dan perhatian kepada penulis untuk berkonsultasi.



- © Ibu **Dra. Laras Tursilowati, M.Si** atas segala kemurahan hatinya untuk selalu membantu dan memberi masukan-masukan serta referensi-referensi yang diberikan selama penulis melakukan penelitian di Bidang Meteorologi dan Antariksa, Pengetahuan Atmosfer, LAPAN-Bandung. Juga untuk semua staf di bidang Metsa ada **Pak Teguh, Ibu Ina, ibu Leli dan Ibu Eni**.
- © Bapak **Ketua Jurusan Fisika** beserta seluruh staf dosen dan pegawai di Jurusan Fisika FMIPA UNHAS, atas segala bantuan dan kerja samanya yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
- © Bapak **Drs. Safarruddin Prasad, M.Si** dan **Drs. Sakka, M.Si** selaku penasehat akademik yang telah banyak mengarahkan penulis dalam perkuliahan.
- © Bapak **Djazim Syaifullah** dan **R. Djoko Goenawan** dari BPPT Jakarta, terima kasih atas data dan penjelasannya.
- © Bapak **Ir. Aris Pramudia** di Bogor, yang telah bersusah payah mengirimkan beberapa referensinya dan selalu meluangkan waktunya untuk berkonsultasi.
- © Bapak **Amiruddin, M.Si, Kak Lina, ade' Agung** (yang paling cakep) dan buat yang paling kecil, **Amman**. Terima kasih atas segala bantuannya yang tak terhingga dan tak terlupakan selama-lamanya saat penulis dkk melakukan penelitian di Bandung. Semoga Allah SWT membalas bantuan tulus Bapak sekeluarga. Amin.
- © Kakak-kakak sekost-an di Taman Sari 36B/56, ada **ka'Udin, ka'Usman, ka'KoE', Azis** untuk kartu teleponnya yang ilegal tapi ya lumayan, **Ulul** dan terakhir untuk **Dwi** atas kecoolannya. Terima kasih atas keramahan,

kebersamaan kalian, sehingga penulis merasa seperti berada di tengah-tengah keluarga sendiri.

- ② Keluarga di Pettarani, **Om Rullah, Tante Eda** (tanteku yang paling... Oke deh!), **Nitha** dengan passwordnya, **Icha** yang centil, **Iswar Montok** dan yang paling manja **Ashabul Kahfi**. Terima kasih atas segala kebaikan, bantuan moril dan materil, atas kebersamaan dan suasana kekeluargaan yang begitu indah semoga akan terus adanya.
- ② Sepupuku yang paling baik sedunia **ka' Narti (BOM)** atas segala bantuannya yang tak terukur oleh apapun, kesetiaan dan ketabahannya untuk menemani penulis hingga larut malam menyelesaikan skripsi ini (sampe' ikutan stress kodong), tanpa bantuanta' tidak taumi bagaimana jadinya. Sekali lagi terima kasih BOM, mudah-mudahan di lain hari dapat terbalaskan. Sorry belumpi ku traktirki yang kedua kalinya durennnnn!!!
- ② **Ka'Ceceng** yang baik hati atas bantuan komputernya, dan tidak bosan-bosannya menawarkan bantuan dan tak lupa juga buat **ka' Yana**.
- ② Para sahabat sejatiku (Angk 97): Sobatku **Zatri, Arni, Tati, Uun, Ida-Accunk** (semoga nyampe hubungan yang diRidhoNya), **Rina-Sarjana Ilo** (maju terus pantang mundur), **Biah, Lisna, Ayu, Huse, Janter-Ansar'e, Ai, Me'-Syamsul, Linda, Fiqah, Maryam, Lina, Else, Ila** (makasih Surfernya), **Hamka** (thanks for all, sorry kalo' selama ini telah jadi korbannya anak-anak), **Sarjana Amay, Amas, Iben, Aco, Ali, Jamadi**, pasangan muda **Kandar-Ros, Hasan, Dayat, Mona, Darli, Rizal, Andarias, Panrank, Zul, Iwan, Gde**. Terima kasih atas kebersamaan dan persahabatan yang telah



diberikan semoga masa-masa perkuliahan kita merupakan masa yang terindah dan menjadi satu kenangan hidup yang tak terlupakan.

- © For my best friend **Syarief Tenri Buana** yang telah memberi warna dan nuansa tersendiri dalam hidupku, makasih untuk cerita-cerita lucunya yang selalu mampu membuatku untuk tersenyum dan tertawa tak lupa makasih juga untuk lxl ta, semoga terus mewangi...
- © Kakak-kakakku senasib sepenanggungan, **ka'Mamik, ka'Jen, ka'Wayan,** dan **ka'Fate**.

Sangat disadari bahwa tulisan ini, nantinya tidak mustahil untuk menemukan kekurangan di dalamnya, dengan segala kerendahan hati penulis akan senantiasa menerima saran dan koreksi untuk perbaikan lebih lanjut.

Akhirnya penulis persembahkan skripsi ini kepada *Ayahanda H. Abdul Gani dan Ibunda Hj. St. Nuraeni* beserta adik-adikku tersayang **Andriyani, Nurfatmiyanti,** dan **(Alm) Anugrah Nurpratama**. Tak lupa keponakanku yang lucu-lucu **Kiki Imut** dan **Si Bondeng Rifki** serta **Ka' Iwan**.

Semoga keselamatan dan kesejahteraan selalu dari Rahmat dan berkah-Nya.

Wassalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Makassar, Desember 2001

Penulis



SARI BACAAN

ENSO (El Niño Southern Oscillation) merupakan fenomena interaksi udara-laut di daerah tropik lautan Pasifik yang mempengaruhi cuaca dan iklim secara global. Faktor-faktor utama yang mempengaruhi terjadinya ENSO adalah perubahan temperatur permukaan laut, tekanan muka laut (IOS), melemahnya angin pasat timur laut, perubahan tinggi muka laut dan kedalaman termoklin. Faktor-faktor utama di atas merupakan suatu kesatuan proses fisis yang menjadi faktor penting utama yang menentukan intensitas ENSO. Periode ENSO tahun 1997 merupakan peristiwa ENSO dengan intensitas kuat. Gejala ini ditandai dengan terus bertambahnya anomali SML hingga mencapai $\geq 3^{\circ}\text{C}$ pada bulan September 1997-Januari 1998 di Pasifik Timur yang menunjukkan terjadinya konveksi yang kuat. Terakumulasinya massa air hangat di Pasifik Timur menyebabkan terjadinya perubahan tinggi muka laut berkisar 28 - 32 cm dan terjadinya pendalaman termoklin sekitar 20-50 m.

Kata Kunci: Anomali SML, IOS, Angin, Tinggi Muka Laut, Termoklin



ABSTRACT

ENSO (El Niño Southern Oscillation) is a phenomenon generated by ocean/ land – atmosphere interactions which is able to effect global climate and weather. Main factors generating the ENSO are the change of Sea Surface Temperature (SST), Southern Oscillation Index (SOI) or sea surface pressure, deterioration of North East wind, the change of sea level and thermocline depth. Those processes united and integrated as a physical process to determine the ENSO intensity. Period of ENSO in 1997 appeared to be an event ENSO with strong intensity. This was associated with increasing SST anomaly up to $\geq 3^{\circ}\text{C}$ during September 1997 to January 1998 in the Eastern Pacific. This indicates that a very strong convection occurred. The accumulation warm pool at the Eastern Pacific comes to set up the sea level change ranging from 28 to 32 cms and to lower the position of thermocline depth of 20-50 ms.

Keyword: SST Anomaly, SOI, Wind, Sea Level Deviation, Thermocline



DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|----------------|
| Gambar 2.1 Alunan Indeks Osilasi Selatan dan Indeks El Niño | 15 |
| Gambar 2.2 Sirkulasi Walker dan Hadley di Indonesia | 17 |
| Gambar 2.3 Distribusi Temperatur Laut Vertikal di Perairan Tenang | 21 |
| Gambar 2.4 Distribusi Temperatur Laut Vertikal di Perairan Bergerak | 22 |



DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|----------------|
| Tabel 2.1 Urutan Musim Kemarau yang Kering di Indonesia | 10 |
| Tabel 2.2 Kawasan dan Lokasi Pengamatan El Niño | 11 |

DAFTAR LAMPIRAN



LAMPIRAN A

- A.1 Harga IOS Tahiti - Darwin Tahun 1996 - 1998
- A.2 Distribusi Anomali SML Tahun 1996 - 1998
- A.3 Perubahan Tinggi Muka Laut Pada Periode ENSO dan Pasca ENSO
- A.4 Variasi Kedalaman Termoklin Pada Periode ENSO dan Pasca ENSO

LAMPIRAN B



- B.1 Sirkuasi Angin Pada Level 850 mb Tahun 1997 – 1998
- B.2 Distribusi Anomali SML Pada Periode ENSO dan Pasca ENSO
- B.3 Perubahan Tinggi Muka Laut tahun 1997 – 1998
- B.4 Perubahan Kedalaman Termoklin Tahun 1997 – 1998
- B.5 Distribusi anomali SML Daerah Nino 1.2 dan 3.4



DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|----------------|
| Pengantar dan Ucapan terima kasih | v |
| Sari bacaan | ix |
| Abstract | x |
| Daftar Gambar | xi |
| Daftar Tabel | xii |
| Daftar Lampiran | xiii |
| Daftar Isi | xiv |
| | |
| Bab I PENDAHULUAN | |
| | |
| I.1. Latar Belakang | 1 |
| I.2. Ruang Lingkup Penelitian | 2 |
| I.3. Tujuan Penelitian | 3 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| | |
| II.1. Interaksi Daratan-Lautan dan Atmosfer di Zona Ekuatorial | 4 |
| II.2. El Niño dan Southern Oscillation | 11 |



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

| | |
|--------------------------------------|----|
| III.1. Waktu dan Tempat | 23 |
| III.2. Data | 23 |
| III.3. Metode Penelitian | 24 |
| III.4. Perolehan dan Pengolahan Data | 24 |
| III.5. Analisis | 24 |
| III.6. Bagan Alur Penelitian | 25 |

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

| | |
|---|----|
| IV.1. Analisis Kaitan Distribusi Tekanan Muka laut, Tinggi Muka Laut dan Kedalaman Termoklin | 26 |
| IV.2. Analisis Sirkulasi Angin | 27 |
| IV.3. Analisis kondisi Atmosfer-Oseanik | 29 |
| IV.4. Analisi Distribusi SML Daerah Nino 1.2 dan 3.4 | 37 |

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|----------------|----|
| V.1 Kesimpulan | 39 |
| V.2. Saran | 40 |

| | |
|-----------------------|-----------|
| Daftar Pustaka | 41 |
|-----------------------|-----------|

| | |
|-----------------|--|
| Lampiran | |
|-----------------|--|



*Bukankah kami telah melapangkan untukmu dadamu ?
Dan kami telah menghilangkan daripadamu bebanmu,
Yang memberatkan punggungmu ?
Dan kami tinggikan bagimu sebutan (nama)mu.
Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan .
Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan .
Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan)
maka kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain.
Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.*

**SKRIPSI INI KUPERSEMBAHKAN UNTUK KEDUA
ORANG TUAKU, ADIK-ADIKKU TERSAYANG DAN
KELUARGA BESAR ABDURRAHMAN SATTAR**



BAB I

PENDAHULUAN



BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Semua aktifitas manusia dipengaruhi dan mempengaruhi alam, adanya hubungan timbal balik di antara keduanya menyebabkan alam dan manusia saling membutuhkan. ENSO adalah salah satu fenomena alam yang membawa dampak yang sangat besar pada kehidupan manusia.

Pemanasan oleh ENSO tahun 82/83 di Australia menyebabkan kekeringan terburuk yang pernah dialami dan menimbulkan kebakaran luas dengan menghanguskan seluruh kota. Selain itu ENSO menyebabkan terbakarnya jutaan hektar hutan di Borneo-Kalimantan dan terjadinya kekeringan akibat musim kemarau yang berkepanjangan di hampir seluruh wilayah Indonesia. Wilayah yang biasanya kering di Peru dan Ekuador terendam air setinggi 3 meter akibat hujan lebat dan mengakibatkan jatuhnya korban jiwa serta kerusakan sejumlah infrastruktur.¹⁾

ENSO merupakan fenomena penting yang muncul akibat adanya interaksi fisis antara atmosfer dan oseanik. ENSO merupakan singkatan komponen kelautan El Niño dan komponen atmosfer Osilasi Selatan. El Niño mencerminkan proses anomali suhu permukaan laut di Pasifik tropis, sedangkan Osilasi Selatan mencerminkan pola

fluktuasi tekanan udara muka laut di Pasifik dan Hindia. Diduga bahwa El Niño dan Osilasi Selatan berhubungan positif dengan periode yang sama yaitu antara 3-4 tahunan dan keduanya dikenal sebagai dua aspek yang berbeda dalam satu fenomena alam yang dikenal sebagai El Niño Southern Oscillation (ENSO).

ENSO diduga menyebabkan terjadinya perubahan suhu muka laut, sirkulasi angin, tinggi muka laut, tekanan muka laut dan perubahan termoklin. Hal ini menyebabkan terjadinya perubahan cuaca dan iklim global. Fenomena global ini juga terasa dampaknya pada tingkat lokal yaitu terjadinya pergeseran pola masa penghujan dan kemarau.

Bertolak dari permasalahan itulah maka penelitian ini mencoba untuk melihat faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya ENSO yang mengakibatkan terjadinya perubahan atmosfer dan oseanik.

1.2. Ruang Lingkup

Penelitian ini dibatasi pada tinjauan perubahan kondisi atmosfer dan oseanik dengan melihat fenomena meteorologi dan oseanografi yang terjadi selama ENSO dan pasca ENSO.



1.3. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kondisi atmosfer-oseanik pada periode ENSO dan pasca ENSO dengan melihat aspek-aspek meteorologis dan oseanik yang meliputi suhu muka laut, tekanan muka laut (IOS), kedalaman termoklin, tinggi muka laut dan sirkulasi angin.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA





BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Interaksi Daratan-Lautan dan Atmosfer Zona Ekuatorial

II.1.1 Pengaruh Laut Tropis Terhadap Atmosfer¹⁾

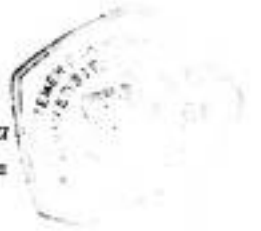
Lautan dan atmosfer merupakan faktor utama yang mengatur sistem panas global dan menentukan perubahan iklim. Kapasitas panas total lautan bernilai sekitar 1000 kali kapasitas panas atmosfer. Akibat perbedaan kapasitas panas yang besar ini maka lautan berfungsi sebagai penyimpan panas dan kontrol terhadap gerak atmosfer melalui pertukaran panas antara laut dan atmosfer.

Pemerataan panas di atmosfer diperoleh dari :

1. Pancaran ulang absorpsi radiasi matahari dari permukaan bumi.
2. Transport panas vertikal oleh proses radiasi terrestrial.
3. Perpindahan panas sensibel.
4. Perpindahan panas laten dan fluks karena panas bumi.

Untuk menghitung fluks panas sensibel , digunakan rumus Bulk Aerodinamis Manabe (1965) :

$$Q_s = \rho_s C_p C_D V_a (T_s - T_a)$$
$$= C_s (T_s - T_a) \dots \dots \dots (2.1)$$



Simbol-simbol di atas menyatakan :

Q_s = Fluks panas sensibel (1.7×10^{-6} kg det⁻³)

ρ_s = Densitas udara permukaan ($1,225$ kg m⁻³)

C_p = Panas jenis udara pada tekanan tetap ($0,001$ m² det⁻² ° C⁻¹)

C_D = Koefisien geser ($1,4 \times 10^{-3}$)

V_a = Kecepatan angin permukaan (m det⁻¹)

T_s = Temperatur permukaan (° C)

T_a = Temperatur pada ketinggian alat (° C)

C_s = Kapasitas panas (1.7×10^{-6} kg det⁻³ ° C⁻¹)

Sedangkan fluks panas laten dihitung berdasarkan persamaan :

$$\begin{aligned}
 Q_L &= \rho_s L C_D V_a (q_s - q_a) \\
 &= C_L (q_s - q_a) \dots \dots \dots (2.2)
 \end{aligned}$$

Simbol-simbol di atas menyatakan :

L = Koefisien pelepasan panas laten

q_a = Kelembaban spesifik permukaan (0.001 kg)

q_s = Kelembaban spesifik udara pada ketinggian alat (0.001 kg)

Q_L = Fluks panas laten (1.7×10^{-6} kg det⁻³)

Persamaan di atas digunakan untuk atmosfer dalam keadaan tenang.



II.1.2 Sistem pasangan Daratan-Lautan dan Atmosfer

Ditinjau dari letak dan kondisi geografisnya, Indonesia terletak di daerah tropis yang mendapat sinar matahari sepanjang tahun, berada pada posisi silang di antara benua Australia dan Asia, antara Samudera Pasifik dan Hindia, ternyata memegang peranan penting dalam pembentukan iklim dunia.⁷⁾ Karena atmosfer dunia adalah suatu sistem terbagi atas tiga bagian besar, yakni belahan utara, tengah (equator) dan belahan selatan, serangkaian kejadian yang terjadi di belahan utara berkaitan dengan bagian tengah dan selatan. Demikian juga sebaliknya.

Sebagai daerah tropis yang dikelilingi laut, lebih banyak faktor yang mempengaruhi pembentukan iklim bila dibandingkan dengan daerah subtropis yang memiliki daratan luas atau juga bila dibandingkan dengan daerah subtropis. Pada suatu daerah kepulauan dimana terdapat banyak pulau yang dikelilingi lautan di daerah tropis, bila mendapat sinar matahari maka antara daratan (pulau-pulau) dan lautan yang memiliki kemampuan penguapan berbeda, akan terjadi perbedaan pemantulan panas juga.

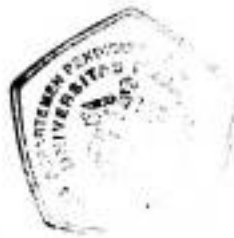
Perbedaan pemantulan panas ini menyebabkan perbedaan tekanan, terbentuk medan angin yang juga dipengaruhi oleh konveksi panas sedangkan konveksi panas sangat

Untuk atmosfer dalam keadaan labil, digunakan rumus Swinbank :

$$Q_s = 4,55 \times 10^{-9} V_a (T_s - T_a) \dots\dots\dots(2.3)$$

$$Q_L = 1,9 \times 10^{-8} V_a (q_s - q_a) \dots\dots\dots(2.4)$$

Karena temperatur permukaan laut dan evaporasi di sepanjang ekuator relatif tinggi dibandingkan dengan daerah ekstratropis, maka lautan di lintang ekuatorial merupakan sumber panas utama untuk atmosfer global. Kelembaban yang tinggi menjadi sumber energi yang mengendalikan sirkulasi atmosfer akibat pemanasan laten yang sangat tinggi. Bertambahnya pemanasan atmosfer tropis berkaitan dengan perubahan temperatur permukaan laut dapat merubah sirkulasi atmosfer, dan ini pengaruhnya sangat besar terhadap kestabilan sirkulasi cuaca global. Oleh karena anomali kenaikan temperatur permukaan laut tropis akibat mengalirnya arus panas El Niño dalam arah meridional (utara-selatan) di sepanjang lepas pantai Peru - Ekuador (daerah ekuatorial tropis), maka pengaruh El Niño merupakan salah satu faktor penyebab pergeseran cuaca secara global.



suhu uap air. Keadaan ini mengakibatkan terjadinya perpindahan panas dan uap air dari laut ke atmosfer, tetapi dalam keadaan sebaliknya tidak terjadi proses yang berlawanan.

II.1.3. Indikator Terjadinya El Niño³⁾

Dari segi meteorologi, ada beberapa hal yang digunakan sebagai indikator terjadinya El Niño yaitu:

- ◆ Indeks Osilasi Selatan
- ◆ Naiknya temperatur udara akibat anomali positif SML di Sepanjang Pasifik Ekuator Tengah sampai Timur
- ◆ Adanya perubahan arah angin yang menyebabkan perubahan arah arus laut di Samudra Pasifik Ekuatorial.
- ◆ Perubahan sirkulasi Walker dan Hadley.

Dari segi oseanografinya, kejadian El Niño bisa diramalkan dengan melihat beberapa indikator yaitu :

- ◆ Membandingkan tekanan udara permukaan di Indonesia dengan Peru dan Ekuator
- ◆ Terjadinya up-welling di wilayah Indonesia.
- ◆ Suhu air laut
- ◆ Lapisan termoklin di laut .



ditentukan oleh suhu muka laut. Dengan demikian perbedaan kemampuan penghantar panas antara daratan dan lautan menyebabkan adanya gerakan di atmosfer.

Untuk menjelaskan sistem pasangan daratan-lautan dan atmosfer ini, telah dikemukakan beberapa hipotesa, antara lain :³⁾

a. Hipotesa Ichiye Petersen (1963)

Ichiye Petersen menyatakan bahwa keadaan atmosfer pada daerah yang mengalami kenaikan Suhu Muka Laut (SML) secara menyolok bila dibandingkan dengan harga normalnya akan mengalami gangguan. Kenaikan SML yang menyolok ini menyebabkan terjadinya perpindahan panas (sensibel) dan uap air (laten) lebih besar bila dibandingkan dengan normalnya. Kenaikan perpindahan panas dan uap air ini mengakibatkan pelemahan pada arus timur yang ada, bahkan arus timur tersebut dapat berubah menjadi arus barat. Secara bersamaan pelemahan atau perubahan arah arus ini menimbulkan curah hujan. Di lain segi curah hujan yang terjadi mengakibatkan pelemahan pada up-welling di laut, dan pelemahan up-welling mengakibatkan kenaikan SML. Demikian seterusnya sehingga proses perpindahan panas dan uap air dapat berlangsung.

b. Hipotesa V. Bjerkness (1966)

Bjerkness menyatakan bahwa pada saat pemanasan laut lebih besar dibandingkan normalnya, maka SML lebih tinggi bila dibandingkan dengan suhu udara maupun



II.1.4. Intensitas El Niño (Bjerkness)²⁾

Sampai saat ini penentuan intensitas El Niño masih berdasarkan atas anomali Suhu Muka Laut di Samudra Pasifik Timur yaitu menurut penelitian Bjerkness (1924) :

- ◆ Sangat kuat bila : anomali SML $> 4^{\circ}C$
- ◆ Kuat bila : $3^{\circ}C \leq$ anomali SML $< 4^{\circ}C$
- ◆ Sedang bila : $2^{\circ}C \leq$ anomali SML $< 3^{\circ}C$
- ◆ Lemah bila : $1^{\circ}C \leq$ anomali SML $< 2^{\circ}C$
- ◆ Sangat lemah bila : anomali SML $< 1^{\circ}C$

Berkaitan dengan kekeringan yang terjadi di Indonesia , dapat dilihat intensitas El Niño yang pernah terjadi sebagaimana tertera dalam Tabel 2.1 di bawah ini :

Tabel 2.1
Urutan musim kemarau yang kering di Indonesia(1960 – 1997)

| No | Tahun | Urutan Kekeringan | El Niño | Intensitas |
|----|-------|-------------------|---------|--------------|
| 1 | 1961 | 6 | - | - |
| 2 | 1963 | 2 | El Niño | Sangat lemah |
| 3 | 1965 | 5 | El Niño | Sedang |
| 4 | 1967 | 7 | - | - |
| 5 | 1972 | 3 | El Niño | Kuat |
| 6 | 1976 | 9 | El Niño | Sedang |
| 7 | 1977 | 4 | El Niño | - |
| 8 | 1982 | 1 | El Niño | Kuat |
| 9 | 1987 | 8 | El Niño | Sangat lemah |
| 10 | 1997 | 1 | El Niño | Kuat |

Bila dilihat dari kriteria Intensitas El Niño dan kemudian juga melihat daftar urutan kekeringan, maka terlihat bahwa El Niño yang terjadi tahun 1972 (menurut pakar



meteorologi) adalah kuat²⁾, namun urutan kekeringannya masih di bawah tahun 1963 yang El Niñonya sangat lemah. Hal ini dimungkinkan karena kenaikan SML di daerah Niño 3.4 pada tahun 1972 lebih besar daripada tahun 1963, selain itu adanya pengaruh musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. El Niño tahun 1963-1964 terjadi pada musim kemarau sehingga dampak kekeringannya sangat tinggi/kuat bila dibandingkan dengan El Niño tahun 1973.

II.1.5 Kawasan dan Lokasi Pengamatan El Niño²

Berdasarkan data-data pada buletin bulanan yang dikeluarkan World Climate Programme dalam Climate System Monitoring (CSM), kawasan pengamatan El Niño di seluruh dunia dibagi atas 4 bagian dapat dilihat pada Tabel 2.2 di bawah ini:

Tabel 2.2
Kawasan dan Lokasi Pengamatan El Niño

| Kawasan | Lokasi |
|----------|---------------------------------|
| Niño 1+2 | 0° – 10°LS dan 60° – 90° BB |
| Niño 3 | 5° LU – 5°LS dan 90° – 150°BB |
| Niño 4 | 5°LU – 5°LS dan 150°BB – 160°BT |
| Niño 3.4 | 5°LU – 5°LS dan 170 – 120°BT |

Kawasan-kawasan pemantauan El Niño tersebut ditentukan berdasarkan kesepakatan internasional dalam memantau perubahan iklim dunia secara global.



II.2. El Niño dan Southern Oscillation (ENSO)

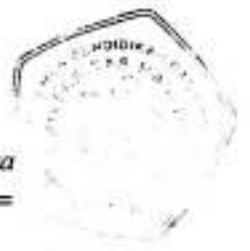
II.2.1. Osilasi Selatan (OS)

Osilasi Selatan pada dasarnya adalah peristiwa berskala besar yang didefinisikan sebagai fluktuasi tekanan udara di atas Samudra Pasifik dan Samudra Hindia. Bila tekanan udara di Samudra Pasifik tinggi maka tekanan udara di daerah Samudra Hindia dari Afrika sampai Australia akan rendah dan begitupun sebaliknya. Keadaan ini berhubungan dengan suhu yang rendah di kedua daerah tersebut.

Gejala ini diamati oleh Walker (1904) melalui pengamatan terhadap perilaku parameter atmosfer dan menemukan suatu gelombang tekanan berperiode panjang di antara India dan Australia dengan kawasan Amerika Selatan. Karena mempunyai gerak yang berosilasi maka Walker (1904) menyebutnya dengan Osilasi Selatan.³⁾ Peristiwa Osilasi Selatan ini terjadi karena adanya pertukaran massa udara antara belahan bumi utara dengan belahan bumi selatan di daerah tropik dan subtropik.

Terdapat empat sistem atmosfer utama di permukaan bumi yaitu:⁶⁾

1. Antartika Barat, merupakan sirkulasi global permanen, berubah secara musiman tetapi masih belum banyak diketahui tentang variabilitasnya.
2. Daerah Tinggi di Kepulauan Timur, merupakan sistem tekanan tinggi subtropikal terbesar di belahan selatan, sebagian besar terjadi di atas lautan, berfungsi untuk mengurangi fluktuasi tahunan dan musiman.



3. Daerah Rendah di Indonesia, terjadi di sebagian besar perairan hangat, berfungsi untuk memperbesar migrasi utara – selatan musiman.
4. Daerah Tinggi di Asia, merupakan sistem tekanan tinggi terbesar yang terjadi pada musim dingin di atas sebagian besar daratan dan merupakan fenomena musiman yang sangat jelas.

Indeks Osilasi Selatan (IOS) merupakan selisih tekanan udara muka laut rata-rata antara bagian Timur Pasifik (Tahiti) dengan bagian baratnya (Darwin, Australia) tiap bulan, dinyatakan dengan rumus pendekatan sebagai berikut:⁹⁾

$$SD - TAHITI = \frac{\sqrt{AT^2}}{N} \dots\dots\dots(2.5)$$

Simbol-simbol di atas menyatakan :

AT = Anomali Tahiti

= Tekanan Muka Laut Tahiti - Tekanan Muka Laut rata-rata tiap bulan di Tahiti

N = Banyaknya bulan

Jadi :

$$STANDAR TAHITI = \frac{AT}{SD - TAHITI}$$

$$SD - DARWIN = \frac{\sqrt{AD^2}}{N} \dots\dots\dots(2.6)$$



Simbol-simbol di atas menyatakan :

AD = Anomali Darwin

= Tekanan Muka Laut Darwin – Tekanan Muka Laut rata-rata tiap bulan di Darwin

N = Banyaknya bulan

$$\text{Jadi : } \text{STANDAR DARWIN} = \frac{AD}{SD - \text{DARWIN}} \dots\dots\dots(2.7)$$

Sehingga untuk menghitung standar deviasi setiap bulannya :

Standar Deviasi tiap bulannya

$$SD = \frac{\sqrt{ST - SD^2}}{N} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$\text{Jadi IOS} = \frac{ST - SD}{\text{STANDAR DEVIASI TIAPBULAN}} \dots\dots\dots(2.9)$$

Simbol-simbol di atas menyatakan :

ST = Standar Tahiti

SD = Standar Darwin

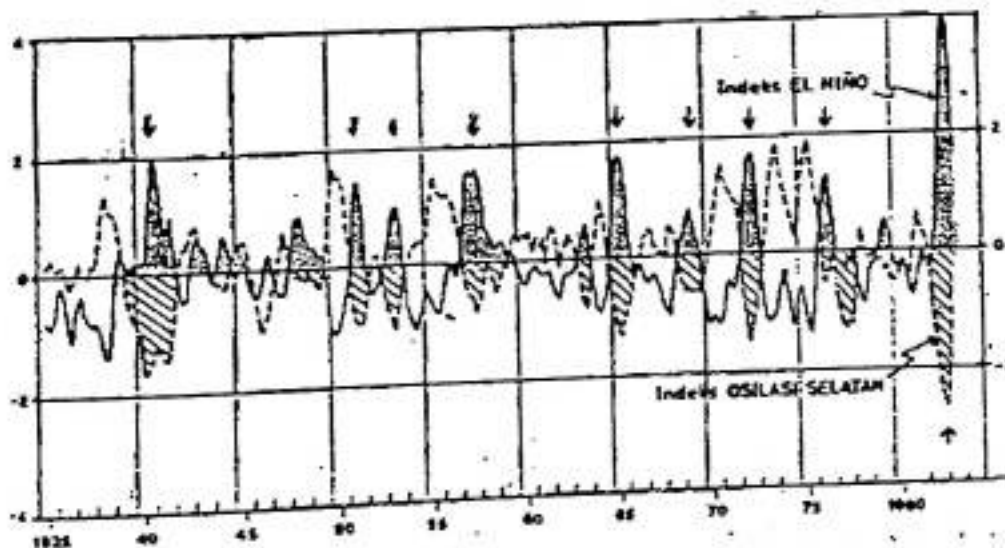
Apabila angka indeks osilasi selatan negatif, ada indikasi terjadi El Niño. Dalam keadaan demikian tekanan udara Tahiti lebih rendah dari Darwin. SOI dapat pula dijadikan petunjuk yang jelas tentang adanya osilasi tekanan udara di selatan ekuator.



II.2.2. Kaitan Antara El-Niño dengan Osilasi Selatan⁵⁾

Bjerknes (1966) menerangkan bahwa fenomena El Niño erat kaitannya dengan respon lautan Pasifik Ekuatorial terhadap melemahnya angin pasat berskala besar. Jadi El Niño merupakan fenomena fisis yang terjadi karena adanya interaksi antara atmosfer dan lautan, sama halnya dengan OS.

Ternyata El Niño dan Osilasi Selatan berhubungan positif dengan periode yang sama yaitu antara 4-5 tahun. Pada saat terjadinya El Niño atau di atas normalnya suhu muka laut di Pasifik Timur dan indeks osilasi selatan (SOI) menunjukkan negatif yang besar, maka peristiwa ini disebut ENSO kejadian ini dapat dilihat pada Gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2.1
Alunan Indeks Osilasi Selatan dan Indeks El Niño dari tahun 1935 – 1983(Rasmusson 1984)



Banyak ahli kelautan dan iklim yang meneliti rangkaian gerakan atmosfer , khususnya dikaitkan dengan terjadinya ENSO, di antaranya:⁵⁾

- V. Bjerkness (1966)

Bjerkness berpendapat bahwa anomali Suhu Muka Laut (SML) di Samudra Pasifik menyebabkan terjadinya perbedaan tekanan udara tinggi rendah di belahan selatan seperti gerak gergaji yang dikenal sebagai OS. Ternyata El Niño berhubungan positif dengan OS.

- Nitta dan Motoki (1987)

Keduanya mencari penyebab terjadinya ENSO. Diduga bahwa terjadinya ENSO dipicu dari daerah Samudra Pasifik bagian Barat (dekat Indonesia) oleh tiupan angin barat yang berasosiasi dengan badai lokal atmosferik.

- Akasima Sumi (1990)

Ia mendukung hasil penelitian Bjerkness tentang hubungan El Niño dengan Osilasi Selatan. Terdapat dua keadaan distribusi konveksi (pengaliran panas melalui atmosfer atau laut karena aktifitas laut). Keadaan pertama, yakni keadaan normal. Dalam keadaan ini konveksi berada di atas Asia Selatan pada musim panas dan di perairan benua (Indonesia) pada musim dingin. Keadaan kedua, yakni konveksi berada di tengah Samudra Pasifik yang nampaknya berkaitan dengan tingginya SML di daerah tersebut dan juga rendahnya tekanan udara di perairan benua. Pada keadaan ini SML



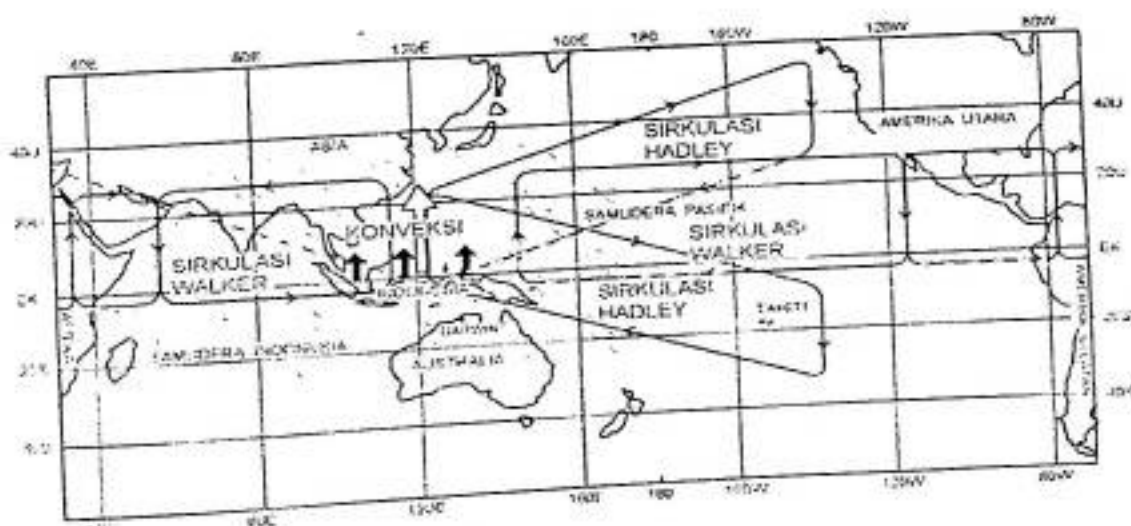
di lepas Pantai Peru distribusinya normal. Sebaliknya, konveksi bergerak ke arah timur dari posisi semula ketika ENSO terjadi.

Dari uraian di atas jelaslah ENSO merupakan aspek khusus dari keseluruhan sistem pasangan lautan dan atmosfer dianggap sebagai tingkah laku sistem pasangan daratan - lautan dan atmosfer (Coupled Land - Ocean Atmosphere atau COLA) di bawah pengaruh penyinaran tahunan matahari.

II.2.3. Sirkulasi Atmosfer di Indonesia dan Pergeserannya pada Periode ENSO

Terdapat tiga macam sirkulasi atmosfer di Indonesia yaitu:⁶⁾

1. Sirkulasi Hadley yaitu sirkulasi atmosfer dalam arah meridional (utara - selatan)
2. Sirkulasi Walker yaitu sirkulasi atmosfer dalam arah zonal (timur - barat)
3. Sirkulasi Lokal yaitu sirkulasi atmosfer yang terjadi karena sistem konveksi kuat.



Gambar 2.2.
Sirkulasi Walker dan Hadley di Indonesia



Selama periode normal, terjadi konveksi di wilayah Indonesia sedangkan subsidensi terjadi di Samudra Pasifik Tengah dan Afrika. Sebaliknya dalam periode El Niño, terjadi pergeseran sirkulasi Walker dan Hadley sedemikian sehingga di Indonesia terjadi subsidensi, sedangkan konveksi terjadi di Samudra Pasifik Tengah sampai Timur (daerah Peru dan sekitarnya).

Sirkulasi Walker terjadi di sepanjang ekuator seperti bidang vertikal. Angin pasat yang berarah ke barat secara terus menerus banyak membawa uap air. Jika udara menjadi lebih hangat maka udara yang lembab itu dapat menyebabkan turun hujan.

Pada paras yang tinggi udara yang lebih kering bergerak ke timur dan pada suatu tempat dan kondisi tertentu akan bergerak ke bawah (subsidensi) membentuk sirkulasi tertutup dengan batas awah angin baratan. Sirkulasi Walker sangat berkaitan dengan OS yaitu menyebabkan angin pasat tenggara dan tumbuhnya variasi SML di sepanjang ekuator. Dalam kondisi normal, di daerah barat lautan Pasifik Ekuatorial (terutama wilayah Indonesia) merupakan daerah sumber energi panas terbesar di wilayah tropis dengan ciri utama banyak terjadi perawanan sehingga curah hujanpun melimpah.

Terdapat dua kondisi intensitas dalam kaitannya dengan El Niño dan Osilasi Selatan. Yang pertama, selama kondisi intensitas / fasa tinggi, sistem tekanan di Daerah Tinggi di Timur adalah kuat dan di Daerah Rendah di Indonesia juga kuat maka gradien tekanan antara kedua tempat adalah kuat.

Kondisi ini menyebabkan angin pasat tenggara menguat, menguatnya up-welling di ekuator dan menguatnya arus ekuator selatan. Akibatnya adalah terjadinya penumpukan massa air hangat di Samudra Pasifik bagian Barat, penurunan termoklin dan bertambahnya tinggi muka laut. Temperatur di Samudra Pasifik Ekuator Timur dan khususnya pantai Peru adalah rendah. Perbedaan temperatur bagian timur dan bagian barat ini mempertinggi sirkulasi atmosfer dan khususnya sel Walker.

Baik lautan maupun atmosfer berada pada kondisi intensitas tinggi yang stabil dan berhubungan positif. Kondisi ini dapat berlangsung selama beberapa tahun dan bertumbuh secara lambat.

Yang kedua, selama kondisi intensitas / fasa rendah, sistem tekanan baik di Daerah Tinggi di Timur-maupun Daerah Rendah di Indonesia adalah lemah maka gradien tekanan antara kedua tempat adalah lemah / kecil. Akibatnya angin pasat tenggara melemah, up-welling di ekuator berkurang dan arus ekuator selatan juga melemah. Samudra Pasifik bagian Timur menjadi hangat. Perbedaan temperatur antara daerah timur dan barat kecil dan akibatnya sirkulasi Walker melemah, situasi seperti ini terjadi saat El Niño.



Jika El Niño terjadi selama 14 - 16 bulan dari musim panas di belahan selatan sampai musim panas berikutnya maka kondisi intensitas rendah bisa terjadi selama beberapa tahun. Hal ini terjadi setelah El Niño tahun 1957 /1958 dan sejak El Niño tahun 1976, sistem tersebut tidak berubah dari kondisi intensitas rendah ke kondisi intensitas tinggi.

Perubahan fasa antara El Niño dan Osilasi Selatan ini mengakibatkan terjadinya pergeseran sirkulasi Walker, seperti telah dijelaskan sebelumnya, yang pada kelanjutannya juga mempengaruhi sirkulasi Hadley karena subsidensi yang terjadi mengakibatkan terhalangnya konveksi, pembentukan awan – awan dan curah hujan sehingga membentuk zona kering. Hal ini menurunkan fluks energi dan momentum vertikal dari sirkulasi Hadley, sehingga menghambat transfer momentum dan energi ke daerah subtropis (dalam hal ini adalah selama periode El Niño), dan pada akhirnya mempengaruhi dan menggeser pola-pola sirkulasi atmosfer ekstratropis .

II.2.5. Temperatur Laut

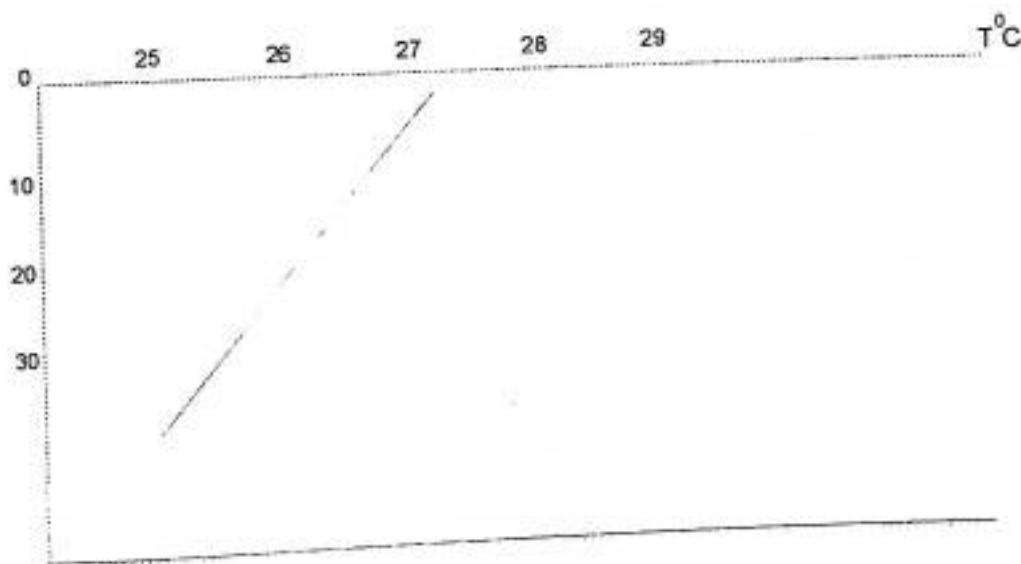
Umumnya temperatur laut di daerah tropis lebih tinggi daripada temperatur perairan di daerah subtropis karena pengaruh pemanasan matahari. Karena memiliki kapasitas panas yang besar maka laut merupakan salah satu sumber energi panas yang penting untuk atmosfer.⁹⁾



Distribusi temperatur vertikal di laut terbagi dalam dua kondisi, yaitu:⁴⁾

- Perairan tenang homogen yang dipanasi matahari

Distribusi temperatur vertikal adalah menurun secara eksponensial ke bawah, bila tidak ada gangguan pada perairan ini maka keadaan perairan akan selalu stabil karena lapisan yang paling atas yang lebih panas akan lebih rendah densitasnya daripada lapisan bawah. Kondisi tersebut di atas ditunjukkan dalam Gambar 2.3 di bawah ini.

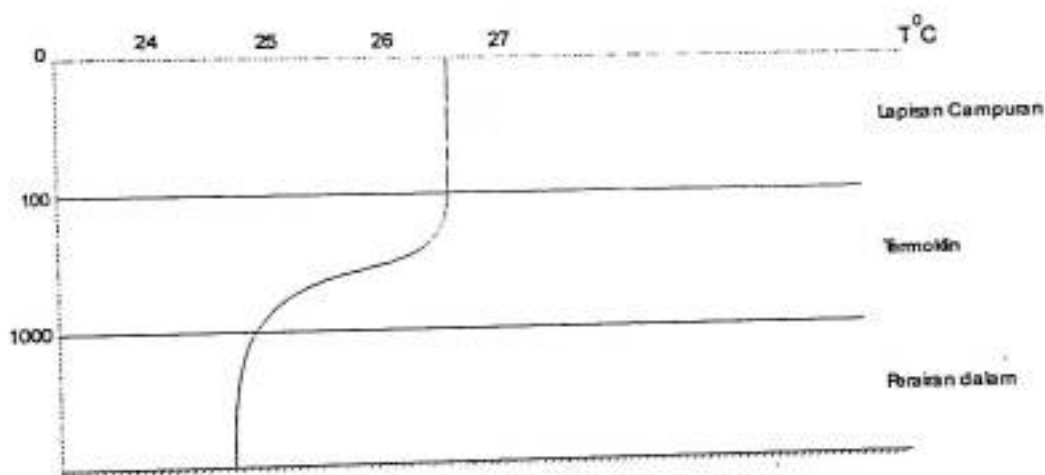


Gambar 2.3.
Distribusi Temperatur Laut Vertikal di Perairan tenang



- Jika udara di atas perairan bergerak

Jika udara di atas perairan bergerak maka lapisan bagian atas akan turut bergerak dan menyebabkan timbulnya gerakan turbulensi pada lapisan atas. Kondisi ini dapat dilihat pada Gambar 2.3 di bawah ini.



Gambar 2.3.
Distribusi Temperatur Laut Vertikal di Perairan bergerak

Dalam kondisi demikian maka secara vertikal terdapat tiga lapisan dalam perairan yaitu:

1. Lapisan permukaan atau lapisan homogen, memiliki temperatur yang sama dengan kedalaman kira-kira 100 m.
2. Termoklin, yaitu daerah yang mengalami perubahan temperatur secara menyolok dengan kedalaman kira-kira 100 - 1000 m. Termoklin ini berubah-ubah strukturnya terhadap kedalaman tergantung pada pemanasan matahari, kondisi angin permukaan dan sirkulasi arus laut.
3. Perairan dalam, yaitu daerah massa air dingin yang memiliki temperatur homogen.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN



BAB III

METODOLOGI

III.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini berlangsung selama tiga bulan yaitu pada bulan Juni - Agustus 2000 dengan obyek penelitian di Lautan Pasifik sedangkan pengolahan data dilakukan di Bidang Metsa - Pengetahuan Atmosfer, LAPAN Bandung.

III.2. Data

Data yang digunakan data penelitian ini adalah data meteorologi dan oseanografi.

Data meteorologi meliputi:

- Data Indeks Osilasi Selatan (IOS) Tahiti - Darwin tahun 1997 - 1998
- Anomali Angin paras rendah 850 mb tahun 1997 - 1998 dengan cakupan wilayah bujur 80°BT - 80°BB dan cakupan lintang 90°LS - 90°LU .

Data Oseanografi meliputi:

- Data Suhu Muka Laut (SML) dan anomalnya dengan cakupan wilayah bujur 95°BT - 80°BB tahun 1996 - 1998.
- Data Deviasi Tinggi Muka Laut tahun 1997 - 1998 dengan cakupan wilayah bujur 100°BT - 60°BB dengan lintang 30°LS - 30°LU .
- Data Variasi Kedalaman Termoklin pada bujur 140°BT - 80°BB terhadap waktu yaitu dari Januari 1996 - Oktober 1998.



III.3. Metode Penelitian

Secara umum metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode komparatif, yaitu dengan membandingkan peta anomali SML dengan indikator-indikator ENSO lainnya.

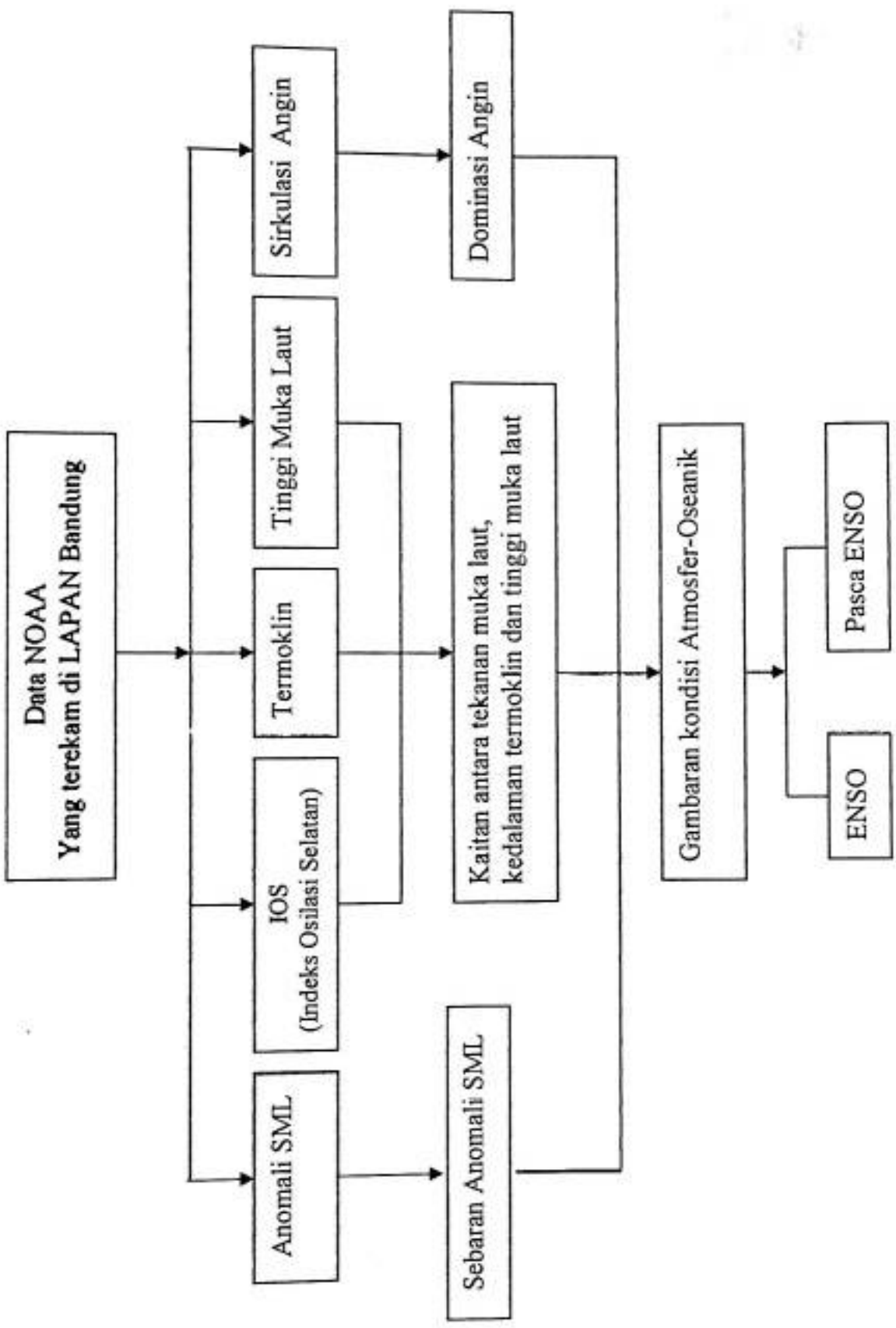
III.4. Perolehan dan Pengolahan Data

Data yang digunakan merupakan hasil pengamatan satelit NOAA dengan download data dalam format netCDF kemudian menggunakan bantuan Software Ferret ver.4.90. yang berbasis UNIX. Di dalam penggunaan software ini dilakukan proses cropping (pemotongan) citra berdasarkan lokasi penelitian yang diinginkan dengan memberikan koordinat lintang dan bujur serta waktu pengambilan yang dianggap mulai terlihat adanya gejala ENSO. Sebagai pembanding untuk data anomali SML juga diolah dengan menggunakan program Surfer.

III.5. Analisis

Data meteorologi dan data oseanografi yang ada dianalisis masing-masing untuk melihat keterkaitannya dengan adanya indikasi ENSO, proses analisis dilakukan dengan melihat perubahan warna yang ada terhadap waktu.

BAGAN ALUR PENELITIAN





BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN





BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Analisis Kaitan antara Distribusi Tekanan Muka Laut, Tinggi Muka Laut dan Kedalaman Termoklin.

Periode El Niño diawali dengan turunnya IOS Tahiti-Darwin pada bulan Maret hingga mencapai harga negatif yaitu -1.1 yang sebelumnya berharga positif pada bulan Februari sebesar +1.6 (Lampiran A.1). Hal ini disebabkan turunnya tekanan muka laut di Tahiti serta naiknya tekanan muka laut di Darwin.

Terjadinya perubahan tekanan mengakibatkan perubahan sirkulasi angin dan arus laut sehingga terjadi pergeseran massa air hangat (warm pool) yang semula terkonsentrasi di Pasifik Barat bergeser terus ke timur sehingga menyebabkan mulai terjadinya perubahan tinggi muka laut dan kedalaman termoklin.

Dari data tinggi muka laut terlihat perubahan warna yang menunjukkan terjadinya perubahan pada tinggi muka laut, ini terjadi pada puncak-puncak ENSO yaitu pada bulan Juli-Desember 1997, terlihat warna orange dan merah lebih dominan di wilayah Pasifik Timur yang mengindikasikan naiknya tinggi muka laut 8-32 cm (Lampiran B.3) di wilayah tersebut.

Sedangkan dari data kedalaman termoklin terlihat pergeseran warna yang menunjukkan perubahan distribusi kedalaman termoklin (Lampiran B.4). Pada bulan



Juli-Desember 1997 (puncak ENSO) bersamaan dengan naiknya tinggi muka laut terlihat pula dominasi warna merah dan coklat di Pasifik Timur yang menunjukkan di daerah tersebut terjadi pendalaman termoklin berkisar 20-50 m.

Sebaliknya di Pasifik Barat termasuk Indonesia dari data tinggi muka laut terlihat warna biru sangat dominan yang menunjukkan terjadinya penurunan tinggi muka laut terlebih lagi pada puncak ENSO terjadi penurunan berkisar -8 hingga -28 cm (Lampiran B.4), sedangkan pada lapisan termoklin di wilayah Pasifik Barat terjadi pendangkalan ini terlihat dari dominasi warna kuning dan biru yang menunjukkan terjadi pendangkalan hingga -30 m (Lampiran B.4).

IV.2. Analisis Sirkulasi Angin pada Periode ENSO dan Pasca ENSO

IV.2.1. Periode ENSO

Turunnya harga IOS akan menyebabkan sirkulasi angin terganggu dan mengalami perubahan arah. Ini terlihat dari anomali vektor angin barat (westerly) pada level rendah 850 mb (Lampiran B.1) sekitar bulan Desember 1996 s/d Februari 1997 di Pasifik Ekuator Barat yang semakin kuat menuju ke Pasifik Ekuator Timur, sebaliknya angin timur (easterly) mengalami pelemahan.

Memasuki pertengahan tahun 1997 yaitu pada bulan Juni-Juli-Agustus terjadi anomali angin timur (Lampiran B.1) di sepanjang Ekuator dari 120°BB sampai

150°BB dan anomali angin barat di Pasifik Ekuator Barat (140°BT - 180°BT). Kedua sistem angin zonal ini merupakan bagian dari sel Walker yang bertemu di daerah samudra Pasifik Timur sehingga menyebabkan terjadinya konveksi.

Pada bulan September-November 1997 anomali angin barat pada 850 mb yang di tunjukkan pada Lampiran B.1 makin menguat di daerah Samudra Pasifik Barat dan meluas sampai bagian tengah dan timur memperlemah anomali angin timur di daerah itu sedangkan anomali angin timur yang kuat terlihat di Samudra Hindia. Memasuki bulan Desember 1997-Februari 1998 anomali angin barat pada level 850 mb yang menguat teramati di Samudera Pasifik Ekuator.

IV.2.2. Pasca El Niño

Meskipun anomali angin zonal Ekuator pada tekanan 850 mb (Lampiran B.1) bervariasi dari bulan ke bulan, tetapi tetap terlihat kecenderungan anomali angin timur makin kuat bertambah. Sedangkan anomali angin barat makin melemah terutama di Samudra Pasifik Ekuator Barat dan Timur.



IV.3. Analisis Gambaran Kondisi Atmosfer - Oseanik Pada Periode ENSO dan Pasca ENSO

IV.3.1. Periode ENSO

Periode El Niño dimulai pada bulan Desember 1996 hingga Juni 1998. Untuk mempermudah penjelasan fenomena-fenomena apa yang menyertai dan terjadi selama periode ini, maka analisis dilakukan dengan memberi interval waktu (bulan). Adapun ciri - ciri periode ini adalah sebagai berikut :

□ Desember 1996 - Mei 1997

Periode El Niño diawali dengan turunnya IOS Tahiti-Darwin hingga mencapai harga -1,1 pada bulan Maret yang sebelumnya pada Februari +1,6 (Lampiran A.1). Hal ini disebabkan turunnya tekanan muka laut di Tahiti serta naiknya tekanan muka laut di Darwin. Harga IOS cenderung naik pada bulan April yaitu - 0,9 tetapi turun drastis pada bulan Mei menjadi - 1,8.

Turunnya harga IOS ini menyebabkan sirkulasi angin terganggu dan berubah arah yang semula dari timur ke barat menjadi barat ke timur. Ini terlihat dari anomali vektor angin barat (Westerly) pada level rendah 850 mb (Lampiran A.1) sekitar bulan Desember 1996 - Februari 1997 di Pasifik Ekuator Timur yang semakin kuat menuju ke Pasifik Ekuator Timur. Sebaliknya angin timur (Easterly) mengalami pelemahan.



Selama bulan Desember 1996-Mei 1997, terjadi penguatan angin barat sehingga kumpulan massa air hangat bergeser terus ke timur dari 120°BB sampai 180°BB (Lampiran B.2) atau yang semula terkonsentrasi di Pasifik Ekuatorial Barat bergerak menuju timur sehingga menyebabkan mulai terjadinya pendalaman termoklin sekitar 10 s/d 20 m (Lampiran A.4 dan B.4) di Pasifik Ekuatorial Tengah yang terus bergerak ke timur.

Sementara itu tinggi muka laut di Pasifik Barat dan Tengah mulai turun, sebaliknya di Pasifik Timur mulai terjadi kenaikan tinggi muka laut tepatnya pada bulan April dan Mei berkisar 8 s/d 12 cm (Lampiran A.3 dan B.3) sehingga menyebabkan terjadinya pendalaman termoklin 10-30 m (Lampiran A.4 dan B.4). Pada bulan April di Pasifik Barat dan tengah tinggi muka laut berkisar 2 s/d 8 cm di atas rata-rata tetapi pada bulan Mei mengalami penurunan 0 s/d -4 cm (Lampiran A.3 dan B.4).

Daerah anomali SML positif ($0,5^{\circ}\text{C}$ s/d 2°C) makin bergerak ke timur (Lampiran A.2 dan B.2), seiring dengan bertambahnya anomali angin baratan pada permukaan (850 mb) di Pasifik Ekuator Barat dan Timur (Lampiran B.1).

Anomali SML hangat ini meluas menuju Pasifik Ekuatorial Tengah, yang hingga pada bulan Mei telah berada pada 170°BT . Sementara itu, anomali SML di Pasifik Ekuator Timur masih berkisar $0,5^{\circ}\text{C}$ s/d -1°C di atas normal (namun cenderung makin besar) ini terjadi hingga bulan Februari (Lampiran B.2).



□ **Juni - Agustus 1997**

Harga IOS Tahiti-Darwin makin berkurang, yang sebelumnya pada bulan Mei sebesar -1,8 menjadi -2 pada bulan Juni (Lampiran A.1). Kemudian harga ini naik menjadi -1 (bulan Juli) dan turun drastis pada bulan Agustus menjadi -2,1. Ini menandakan bahwa tekanan muka laut di Tahiti di bawah normal (makin kecil) sedangkan di Darwin di atas normal (makin besar).

Pada tahap ini terjadi anomali angin timur 850 mb (Lampiran B.1) di sepanjang Ekuator dari 120°BB s/d 150°BB dan anomali angin barat 850 mb di Pasifik Ekuator Barat (140°BT - 180°BT). Adanya angin barat (850 mb) di Pasifik Ekuatorial Tengah mengindikasikan terjadinya pendalaman termoklin pada bulan-bulan selanjutnya .

Kenaikan anomali SML makin bertambah di Pasifik Ekuator Tengah dan Timur khususnya di sepanjang pantai Amerika Selatan bagian barat dimana anomali SML - nya lebih besar dari 2°C , sedangkan di Pasifik Ekuator Barat semakin turun hingga $-0,5^{\circ}\text{C}$ (Lampiran A.2 dan B.2).

Tinggi muka laut di Pasifik Ekuator Tengah dan Timur naik sekitar 16 s/d 24 cm yang menyebabkan terjadinya pendalaman termoklin 30 s/d 50m pada 100°BB s/d 130°BB (Lampiran A.3 dan B.3), sedangkan di Pasifik Ekuator Barat tinggi muka laut turun sekitar -4 s/d -12 cm (Lampiran A.3 dan B.3) dan terjadi pendangkalan termoklin sekitar 10 s/d -10 m (Lampiran A.4 dan B.4).



□ **September - November 1997**

Tahap ini ditandai oleh adanya kecenderungan IOS Tahiti - Darwin harganya makin besar tetapi tetap berharga negatif, yaitu pada bulan September -1,6 kemudian pada bulan Oktober berharga -1,9 dan turun menjadi -1,4 pada bulan November (Lampiran A.1). Hal ini menunjukkan bahwa pada periode ini penampakan atmosferik dan oseanik masih mencirikan adanya periode hangat, belum ada tanda-tanda yang menunjukkan akan normalnya kembali kondisi atmosfer juga lautan. Makin berkurangnya IOS Tahiti-Darwin, disebabkan oleh kecenderungan tekanan muka laut di Darwin makin berkurang (tetap di atas normal) sedangkan di Tahiti masih tetap di bawah normal.

Anomali angin barat pada 850 mb yang ditunjukkan pada (Lampiran B.1) makin menguat di daerah Pasifik Ekuator Barat dan meluas sampai bagian tengah dan timur sehingga memperlemah anomali angin timur di daerah itu. Anomali angin timur yang kuat terlihat di Samudera Hindia. Selain itu terlihat juga adanya anomali angin barat di Samudera Hindia. Secara umum tahap ini dicirikan oleh anomali angin timur yang makin melemah di sepanjang sabuk Ekuator Samudera Pasifik pada level 850 mb.

Anomali SML makin bertambah di Pasifik Ekuator Tengah dan Timur mencapai -3°C pada 140°BB s/d 90°BB (Lampiran A.2 dan B.2), yang menandakan terjadi hujan lebat di pantai timur.



Dilihat dari sirkulasi laut umum menunjukkan adanya pendangkalan kedalaman termoklin di Pasifik Ekuator Barat dan Tengah serta makin dalamnya termoklin di Pasifik Timur yaitu > 50 m tepatnya di daerah 80°BB - 130°BB . Hal ini sesuai dengan makin dominannya anomali angin barat di Pasifik Ekuator Barat sampai Timur pada 850 mb, sehingga massa air laut yang hangat menumpuk di bagian Pasifik Timur sampai Tengah.

Hal ini mengakibatkan tinggi muka laut (Lampiran A.3 dan B.3) di timur lebih tinggi dari normalnya hingga mencapai 24-32cm (merupakan puncak ENSO) sedangkan di bagian barat turun sampai -12 s/d -28 cm di bawah normal. Naiknya tinggi muka laut di Pasifik Timur menyebabkan terjadinya pendalaman termoklin sekitar 50 s/d 60m tetapi di Pasifik Barat terjadi pendangkalan sebesar -10 s/d -30 m (Lampiran A.4 dan B.4).

Beberapa tempat yang mengalami kenaikan tinggi muka laut adalah Amerika Tengah dan Selatan tepatnya di pantai Peru dan Ekuador, Kepulauan Galapagos dan Easter Island. Sedangkan penurunan tinggi muka laut terjadi di Samudera Pasifik Utara bagian timur, Selandia Baru, Hawaii dan juga Indonesia.



□ Desember 1997 - April 1998

Besar IOS Tahiti - Darwin makin berkurang, pada bulan Desember sebesar -1,3 bahkan mencapai minimum pada Januari 1998 yaitu -3,3 dan naik pada Februari menjadi -2,7 kemudian pada bulan Maret kembali mencapai minimum yaitu -3,5 tetapi naik lagi pada bulan April menjadi -1,9 (Lampiran A.1). Pada bulan Januari - Maret 1998 merupakan puncak kedua periode El Niño, hal ini disebabkan oleh semakin turunnya anomali tekanan muka laut di Tahiti serta makin naiknya tekanan muka laut di Darwin.

Kenaikan anomali SML makin bertambah di Pasifik Ekuator Tengah dan Timur yaitu pada 170°BB - 160°BB suhunya berkisar $+1^{\circ}\text{C}$, pada 160°BB - 140°BB sekitar $+2^{\circ}\text{C}$ dan makin ke timur SMLa (anomali SML)-nya mencapai $+3^{\circ}\text{C}$. Di Pasifik Ekuator Barat SMLa-nya masih berharga negatif tetapi pada bulan Februari di 120°BT anomalnya mulai berharga positif yaitu $0,5^{\circ}\text{C}$ s/d -1°C (Lampiran A.2 dan B.2).

Tinggi muka laut di Pasifik Ekuator Barat yang mengalami penurunan 8 s/d 12 cm dan termoklin mulai terjadi pendalaman 0 s/d -10 m (Lampiran A.4 dan B.4). Sedangkan di Pasifik Ekuator Tengah sampai Timur mulai terjadi penurunan tinggi muka laut sekitar 12 s/d -4 cm tepatnya pada bulan Februari, April, Maret dan Mei sehingga pada bulan-bulan tersebut mulai tampak terjadi pendangkalan termoklin 0 s/d -10 m (Lampiran A.4 dan B.4)



IV.3.2. Periode Pasca El Niño

Memasuki bulan Mei, kondisi atmosferik dan oseanik telah kembali normal meskipun ada beberapa parameter-parameter yang belum normal sepenuhnya namun secara umum dapat dikatakan bahwa periode El Niño tahun 1997 telah berakhir pada bulan April 1998. Untuk pertama kalinya harga IOS positif pada bulan Mei (+0,1), pada bulan-bulan selanjutnya Tahiti-Darwin terus bertambah positif hingga awal tahun 1999 (Lampiran A.1), hal ini disebabkan tekanan muka laut di Darwin dan Tahiti telah kembali normal.

Meskipun angin zonal ekuatorial pada paras 850 mb (Lampiran B.1) bervariasi dari bulan ke bulan, tetapi tetap terlihat adanya kecenderungan anomali angin timur makin bertambah dan seiring dengan hal itu anomali angin barat makin berkurang, terutama di Pasifik Ekuator Barat dan Tengah (di bagian timur bersifat lebih lemah).

Anomali SML positif makin berkurang di Pasifik Ekuator timur dan Tengah, anomali SML negatif mulai terlihat pada wilayah $170^{\circ}\text{BB} - 120^{\circ}\text{BB}$ dengan anomali suhu $-0,5^{\circ}\text{C}$ s/d -2°C (Lampiran A.2 dan B.2). Sedangkan anomali SML positif terus bergerak ke Pasifik Ekuator Tengah sampai Barat yaitu pada $150^{\circ}\text{BT} - 120^{\circ}\text{BT}$ dengan anomali suhu $0,5^{\circ}\text{C}$ s/d 2°C . Daerah pusat panas (thermal ridge) mulai bergerak kembali ke barat sampai daerah 165°BB . Anomali SML di Pasifik Ekuator Barat makin bertambah demikian juga dengan tinggi muka laut naik sekitar 12 s/d 16 cm

(Lampiran A.3 dan B.3), sebaliknya di timur makin turun 0 s/d -4 cm hingga bulan September mengalami penurunan -4 s/d - 8 cm.

Termoklin makin dalam di Pasifik Ekuator Barat sampai tengah sekitar 0 s/d 10 cm hingga memasuki bulan September pendalaman termoklin di Pasifik Barat mencapai 10 s/d 20 m, sedangkan di Pasifik Timur makin dangkal 0 s/d -10 m (Lampiran A.4 dan B.4). Demikian juga dengan tinggi muka laut yang makin bertambah di Pasifik Ekuator Barat dan Tengah, Singapura, Indonesia, pantai utara Jepang, Teluk Alaska dan Pantai Amerika Utara, kenaikannya berkisar 4 s/d 24 cm serta makin berkurang di bagian timur antara lain di sepanjang pantai Amerika Selatan dari Mexico sampai Colombia.

IV.4. Analisis Distribusi Anomali SML Daerah Nino 1.2 dan 3.4

IV. 4.1. Analisis Distribusi Anomali SML Daerah Nino 3.4

Daerah Nino 3.4 terletak di kawasan Pasifik Ekuator tepatnya pada posisi $5^{\circ}\text{LU}-5^{\circ}\text{LS}$ dan $160^{\circ}\text{BT}-90^{\circ}\text{BB}$. Variasi warna menunjukkan perbedaan anomali SML untuk tiap wilayah yang dinyatakan dalam bentuk bujur terhadap waktu.

Dari kontur distribusi anomali SML terlihat bahwa di daerah $180 - 160^{\circ}\text{BB}$ pada bulan Januari-Maret terdapat anomali negatif -0.5°C s/d -1°C sedangkan anomali positif yaitu 1°C s/d 2°C mulai terlihat di daerah $150^{\circ}\text{BB} - 90^{\circ}\text{BB}$ (Lampiran B.5).



Sedangkan bulan-bulan selanjutnya semakin terlihat tingginya anomali SML positif yang mengindikasikan terus terjadinya peningkatan suhu permukaan laut di daerah tersebut. Di daerah $130^{\circ}\text{BB} - 110^{\circ}\text{BB}$ anomalnya telah mencapai $+2,2^{\circ}\text{C}$ pada bulan Juni-September, dan anomali SML positif ini terus berlanjut hingga bulan September-Desember terlebih lagi di daerah $110^{\circ}\text{BB}-90^{\circ}\text{BB}$ yang anomalnya berkisar $2,7^{\circ}\text{C}$ s/d $2,8^{\circ}\text{C}$. Tetapi di daerah $140^{\circ}\text{BB}-180$ suhu permukaan lautnya relatif lebih rendah ini ditunjukkan dengan anomali SMLnya yang berkisar $0,5^{\circ}\text{C}$ s/d $1,5^{\circ}\text{C}$.

IV.4.2. Analisis Distribusi Anomali SML Daerah Nino 1.2

Daerah Nino 1.2 terletak pada posisi $0^{\circ}-10^{\circ}\text{LS}$ dan $60^{\circ}\text{BB}-90^{\circ}\text{BB}$ atau merupakan wilayah Amerika. Berdasarkan kontur distribusi anomali SML terlihat pada awal tahun tepatnya bulan Februari - April di daerah $60^{\circ}\text{BB}-65^{\circ}\text{BB}$ didominasi warna biru dan putih yang menunjukkan anomali negatif dan anomali positif dengan anomali suhu berkisar $-0,7^{\circ}\text{C}$ s/d $1,2^{\circ}\text{C}$, sedangkan pada bujur $66^{\circ}\text{BB}-70^{\circ}\text{BB}$ terjadi variasi anomali SML yaitu 1°C s/d 2°C dan di daerah $70^{\circ}\text{BB}-82^{\circ}\text{BB}$ pada waktu yang sama suhu permukaan laut lebih panas, ini ditunjukkan dengan makin tingginya anomali SML positif hingga mencapai $3,5^{\circ}\text{C}$ s/d 4°C (Lampiran B.5).

Pada bulan-bulan selanjutnya di daerah 62°BB-72°BB tidak terlalu banyak terjadi perubahan anomali SML di bandingkan bulan sebelumnya, tetapi di daerah 72°BB-82°BB distribusi anomali SML positifnya semakin tinggi dan meluas yang mengindikasikan bahwa suhu permukaan laut di daerah tersebut semakin tinggi.

Pada bulan Agustus-Oktober di daerah 72°BB-76°BB terbentuk kumpulan suhu permukaan laut yang lebih panas biasa disebut kumpulan massa air hangat terlihat dari kumpulan warna merah di daerah tersebut dengan anomali SML positif 4°C s/d 4,3°C yang mengindikasikan di daerah tersebut terjadi penguapan besar-besaran yang akhirnya menimbulkan curah hujan yang tinggi.

BAB V

PENUTUP



BAB V

PENUTUP



V.1. Kesimpulan

❖ Periode ENSO

Periode ENSO diawali dengan turunnya harga IOS Tahiti-Darwin pada bulan Maret 1997 yang mencapai harga -1,1 yang sebelumnya berharga +1,6. Turunnya harga IOS ini menyebabkan sirkulasi angin terganggu, pada keadaan normal angin timur lebih dominan tetapi pada periode ENSO angin barat menjadi lebih dominan. Terjadinya perubahan kondisi atmosfer ini menyebabkan terjadinya perubahan oseanik, ini ditandai dengan terjadinya pergeseran kumpulan massa air hangat yang semula berakumulasi di Pasifik Barat tetapi karena adanya perubahan sirkulasi angin maka terjadi pergeseran ke Pasifik Tengah hingga Timur.

Suhu muka laut di Pasifik Timur menjadi lebih hangat dengan anomali $0,5^{\circ}\text{C}$ hingga $3,5^{\circ}\text{C}$. Terkonsentrasinya kolam hangat di Pasifik Timur menyebabkan terjadinya kenaikan tinggi muka laut hingga mencapai 28 s/d 32 cm di atas normalnya sehingga menyebabkan terjadinya pendalaman termoklin sekitar 20-50 m.

❖ Periode Pasca ENSO

Periode ENSO mulai usai ketika memasuki bulan Mei 1998, pada bulan ini pertama kalinya harga IOS kembali positif yaitu +0,1. Mulai terlihat adanya kecenderungan anomali angin timur makin bertambah seiring dengan makin berkurangnya anomali angin barat.

Anomali SML positif makin berkurang di Pasifik Timur dan Tengah bahkan mulai terlihat anomali negatif dengan anomali suhu $-0,5^{\circ}\text{C}$ s/d -2°C . Sedangkan SMLa positif mulai terus bergerak ke Pasifik Tengah sampai Barat. Tinggi muka laut dan kedalaman termoklin mulai kembali normal, di wilayah Pasifik Barat tinggi muka lautnya naik sekitar 10 s/d 25 cm sehingga menyebabkan terjadinya pendalaman termoklin 0 s/d 20 m.

V.2. Saran

Disarankan pada penelitian berikutnya agar dapat meninjau keterkaitan ENSO dengan perubahan pola curah hujan, dan memprediksi terjadinya ENSO agar dapat dilakukan antisipasi sedini mungkin.



DAFTAR PUSTAKA

1. Cane, M.A, 2000. *Model ENSO di Pasifik bagian Tropik*. The Press Syndicate of The University of Cambridge.
2. Kartika, T.dkk, 1998. *Hubungan ENSO dengan Periodisitas Curah hujan di Pulau Jawa*. Warta Lapan-Bandung.
3. Mihardja, D.K, 1998. *Fenomena Interaksi Udara –Laut di Lautan Pasifik Selatan, Suatu Penjelasan tentang Mekanisme Kejadiannya*. Semiloka, Jurusan GM, ITB-Bandung.
4. Mihardja, D. K, 1982. *Oceanografi*, GM-ITB, Bandung.
5. Susila, A.B, 1991. *Pengaruh Elemen Cuaca di wilayah Indonesia dan kemungkinannya untuk Prediksi awal Tahun ENSO*, ITB-Bandung.
6. Trewartha, T.G. dan Horn, H.L, 1995. *Pengantar Iklim*, Edisi Kelima. Penerbit: Gadjah mada University Press.
7. Tjasyono, B, 1995. *Klimatologi Umum*, ITB, Bandung.
8. Tursilowati, L, 1999. *Aspek-Aspek Meteorologi pada Periode ENSO 1997-1999*. Warta Lapan-Bandung.
9. <ftp://ftp.cdc.noaa.gov/Datasets/coads>. *How is the SOI Calculated?*.
10. Wyrski, Klaus, 1975. *El Niño-The Dynamics of The Equatorial Pacific Ocean to atmospheric Forcing*. Departement of Oceanography, University of Hawai, Honolulu



LAMPPIRANI - LAMPPIRANI



LAMPIRAN A

- A.1 Harga IOS Tahiti - Darwin Tahun 1996 - 1998
- A.2 Distribusi Anomali SML Tahun 1996 - 1998
- A.3 Perubahan Tinggi Muka Laut Pada Periode ENSO dan Pasca ENSO
- A.4 Variasi Kedalaman Termoklin Pada Periode ENSO dan Pasca ENSO



Lampiran A.1. Harga IOS Tahiti - Darwin Tahun 1997 - 1998

| TAHUN | BULAN | IOS |
|-------|-----------|------|
| 1997 | Januari | 0.5 |
| | Februari | 1.6 |
| | Mret | -1.1 |
| | April | -0.9 |
| | Mei | -1.8 |
| | Juni | -2.0 |
| | Juli | -1.0 |
| | Agustus | -2.1 |
| | September | -1.6 |
| | Oktober | -1.9 |
| | November | -1.4 |
| | Desember | -1.3 |
| 1998 | Januari | -3.3 |
| | Februari | -2.7 |
| | Maret | -3.5 |
| | April | -1.9 |
| | Mei | 0.1 |

Lampiran A.2. Anomali SML pada Pra ENSO, Periode ENSO dan Pasca ENSO

| Bulan | Anomali SML (°C) | | |
|-----------|--------------------|------------------------|----------------------|
| | Pra ENSO (1996) | Periode ENSO (1997) | Pasca ENSO (1998) |
| Januari | -0.51 | -0.71 | 3.8 |
| Februari | 0.06 | 0.2 | 3.2 |
| Maret | 0.18 | 1.2 | 3.12 |
| April | -1.36 | 1.49 | 3.54 |
| Mei | -0.83 | 3 | 3.83 |
| Juni | -1.12 | 3.83 | 2.57 |
| Juli | -1.46 | 4.15 | 1.92 |
| Agustus | -0.94 | 4.25 | 1.21 |
| September | -0.94 | 4.11 | 0.68 |
| Oktober | -0.89 | 3.97 | 0.52 |
| November | -1.19 | 4.15 | -0.04 |
| Desember | -1.04 | 4.36 | -0.02 |



Lampiran A.3. Perubahan Tinggi Muka Laut Pada Periode ENSO dan Pasca ENSO

| Periode | Bulan | Perubahan Tinggi Muka Laut (cm) | | | |
|------------|----------------------------|---------------------------------|-----------|---------------|------------|
| | | Pasifik Timur | | Pasifik Barat | |
| | | Naik | Turun | Naik | Turun |
| ENSO | Desember 1996 - mei 1997 | 8 s/d 12 | - | - | 0 s/d -4 |
| | Juni -Agustus 1997 | 16 s/d 24 | - | - | -4 s/d -12 |
| | September - November 1997 | 24 s/d 32 | - | - | -12 s/d 28 |
| | Desember 1997 - april 1998 | - | 12 s/d -4 | 8 s/d 12 | - |
| PASCA ENSO | Mei-Agustus 1998 | - | 0 s/d -4 | 12 s/d 16 | - |
| | September - Oktober 1998 | - | -4 s/d -8 | 8 s/d 28 | - |

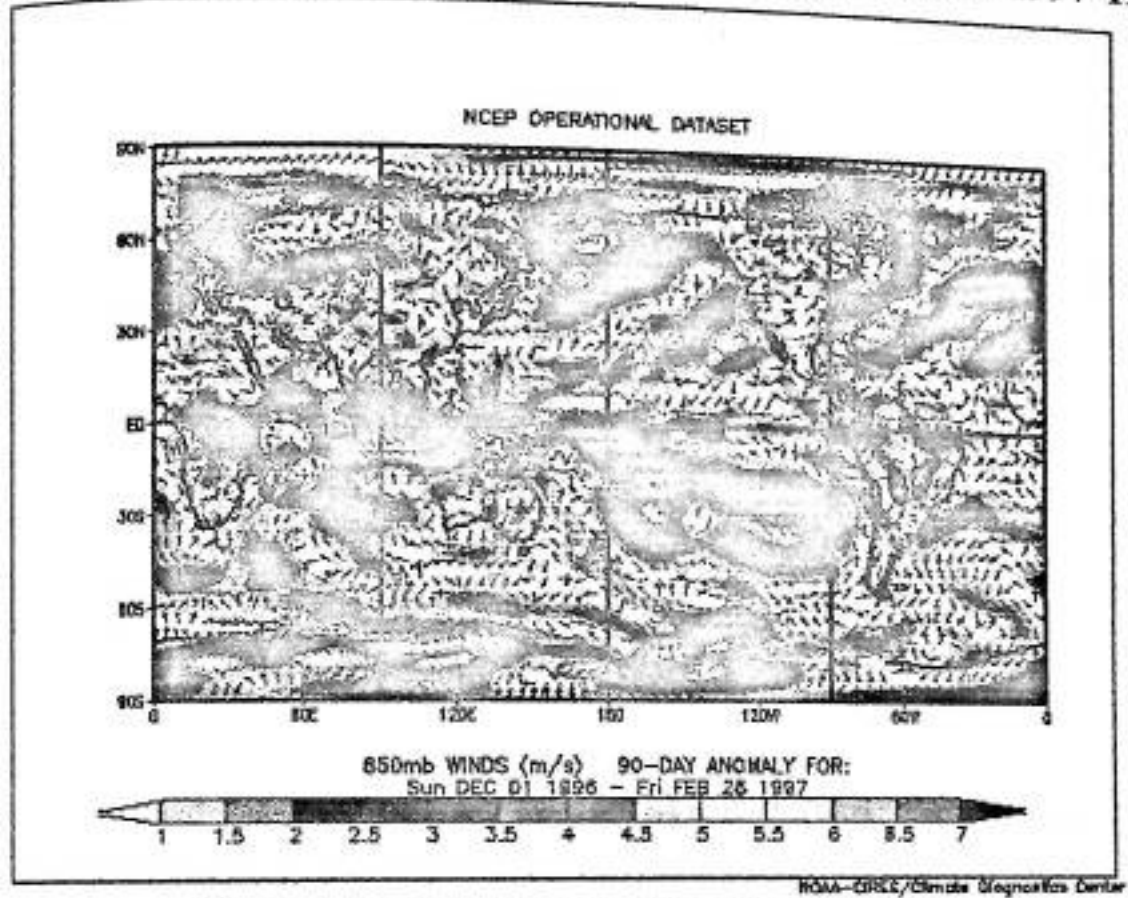
Lampiran A.4. Variasi Kedalaman Termoklin pada Periode ENSO dan Pasca ENSO

| Periode | Bulan | Perubahan Kedalaman Termoklin (m) | | | |
|------------|----------------------------|-----------------------------------|--------------|---------------|--------------|
| | | Pasifik Timur | | Pasifik Barat | |
| | | Pendalaman | Pendangkalan | Pendalaman | Pendangkalan |
| ENSO | Desember 1996 - mei 1997 | 10 s/d 30 | - | - | 0 s/d 10 |
| | Juni -Agustus 1997 | 30 s/d 50 | - | - | 10 s/d -10 |
| | September - November 1997 | 50 s/d 60 | - | - | -10 s/d -30 |
| | Desember 1997 - April 1998 | 10 s/d 30 | - | - | 0 s/d -10 |
| PASCA ENSO | Mei - Agustus 1998 | - | 0 s/d -10 | 0 s/d 10 | - |
| | September - Oktober 1998 | - | -10 s/d -20 | 10 s/d 20 | - |

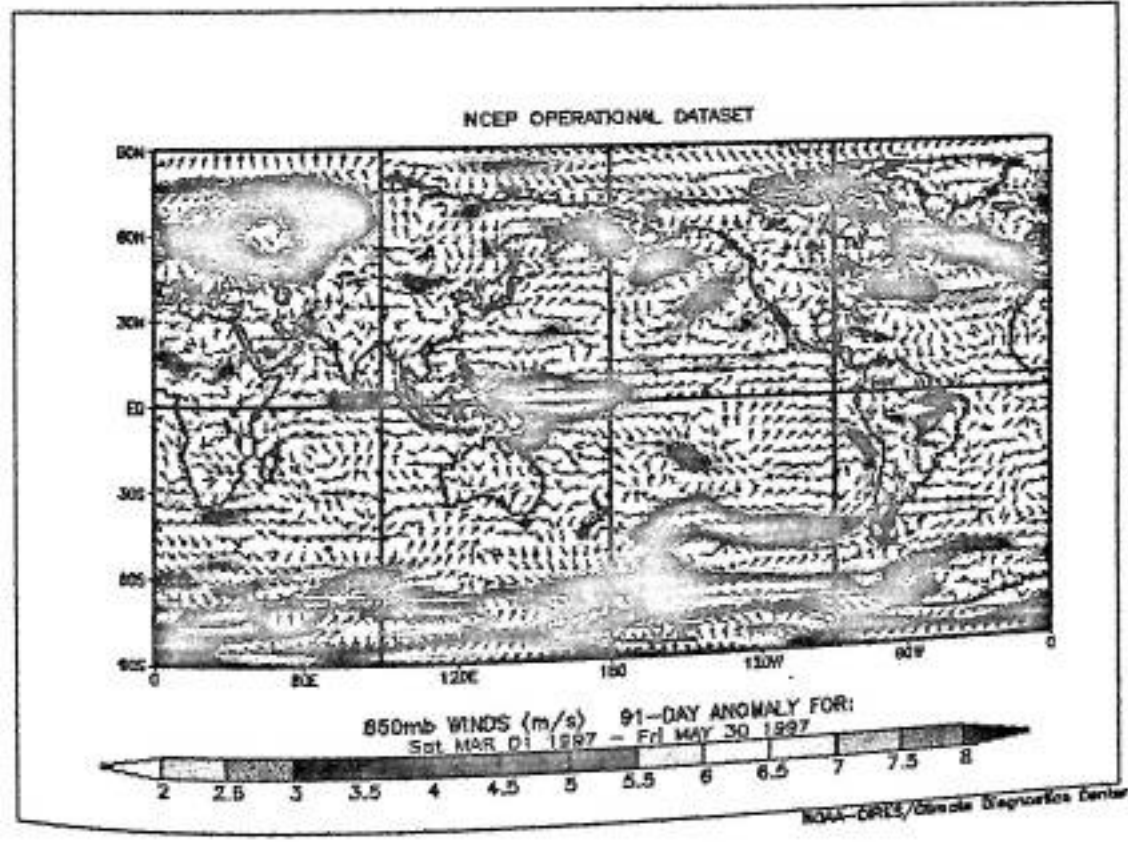
LAMPIRAN B

- B.1 Sirkulasi Angin Pada Level 850 mb Tahun 1997 – 1998
- B.2 Distribusi Anomali SML Pada Periode ENSO dan Pasca ENSO
- B.3 Perubahan Tinggi Muka Laut tahun 1997 – 1998
- B.4 Perubahan Kedalaman Termoklin Tahun 1997 – 1998
- B.5 Distribusi anomali SML Daerah Nino 1.2 dan 3.4

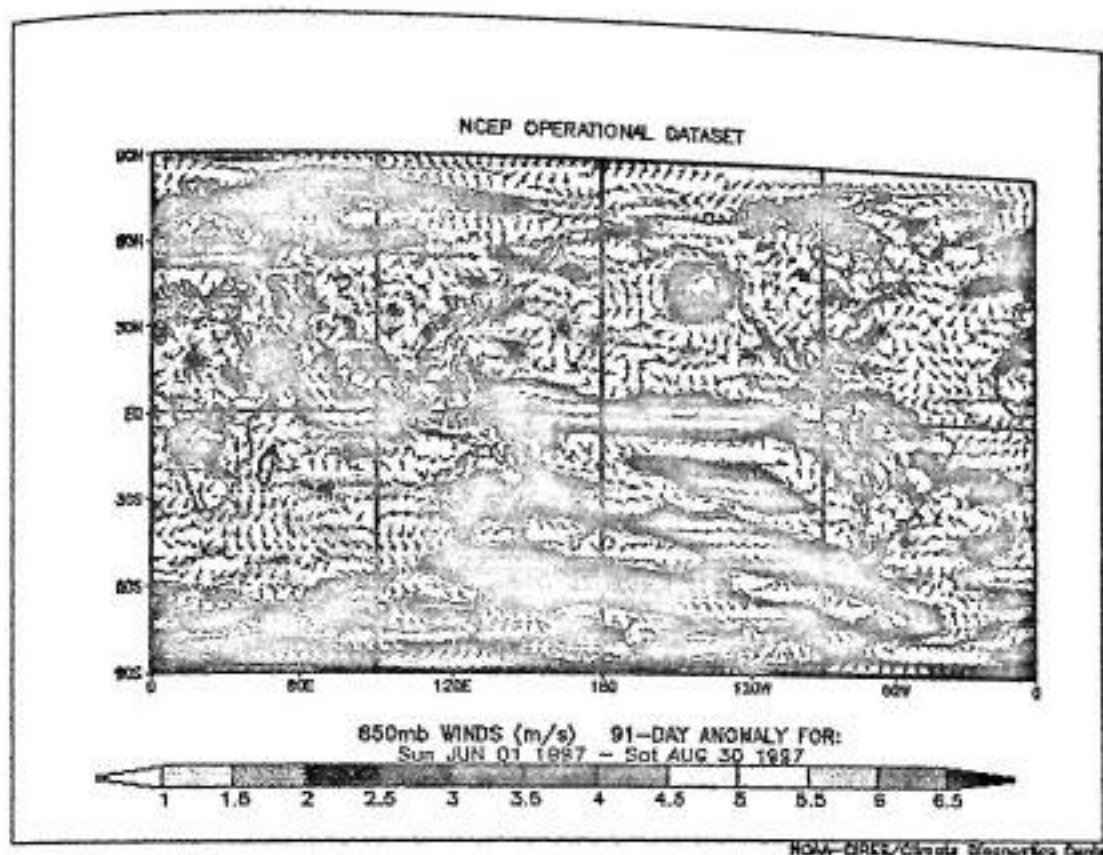
Lampiran B.1. Sirkulasi Angin Pada Level 850 mb Tahun 1997-1998



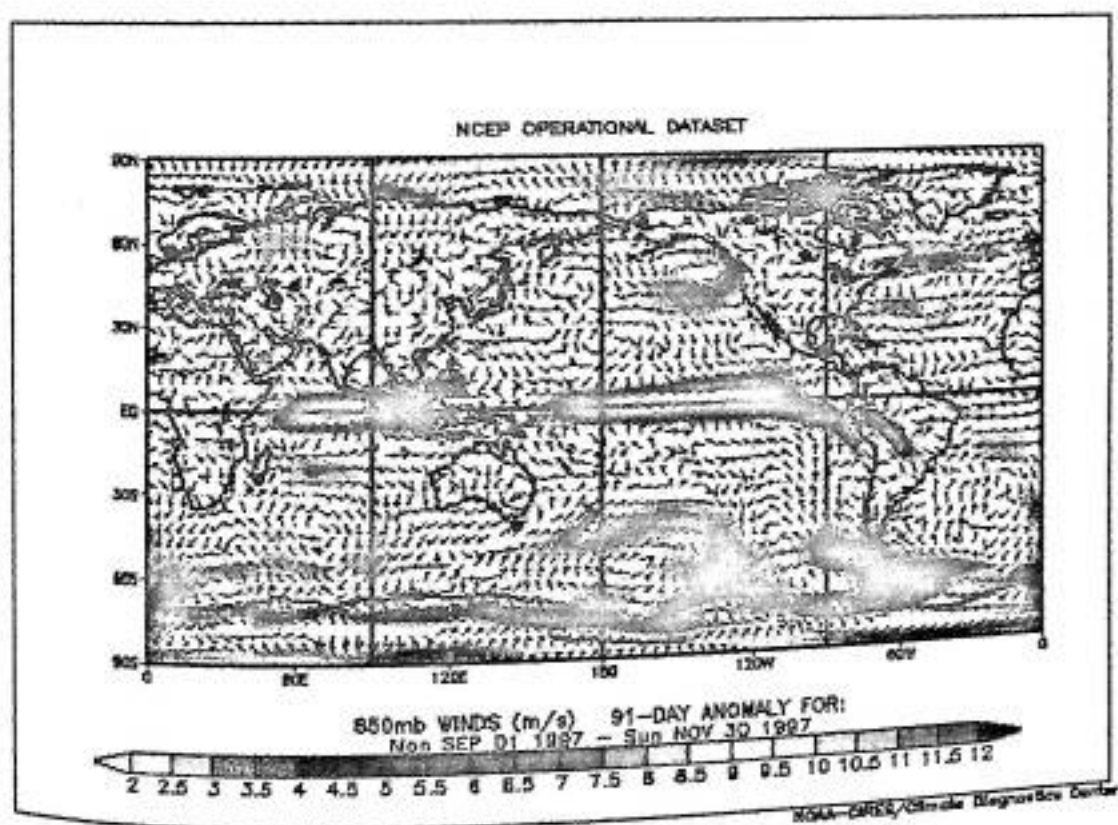
Gambar 1a: Anomali Angin 850 mb DJF 96/97



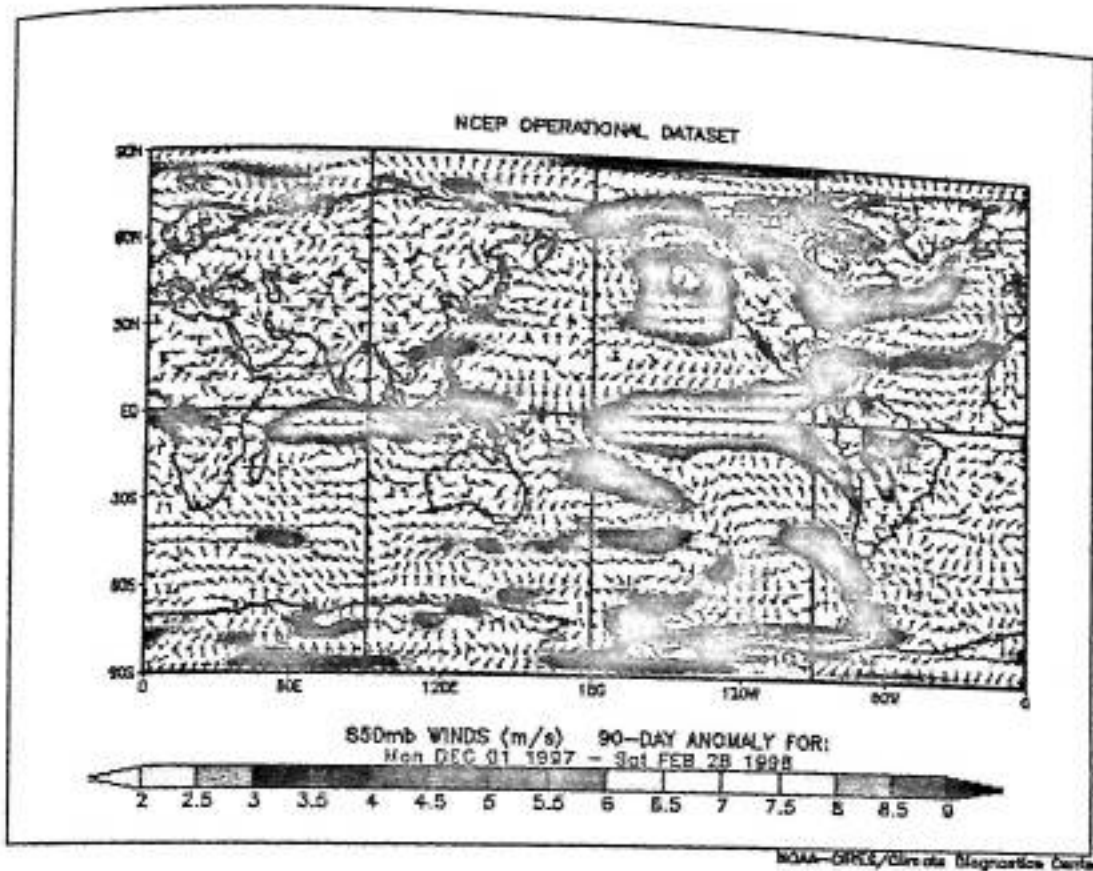
Gambar 1b: Anomali Angin 850 mb MAM 97



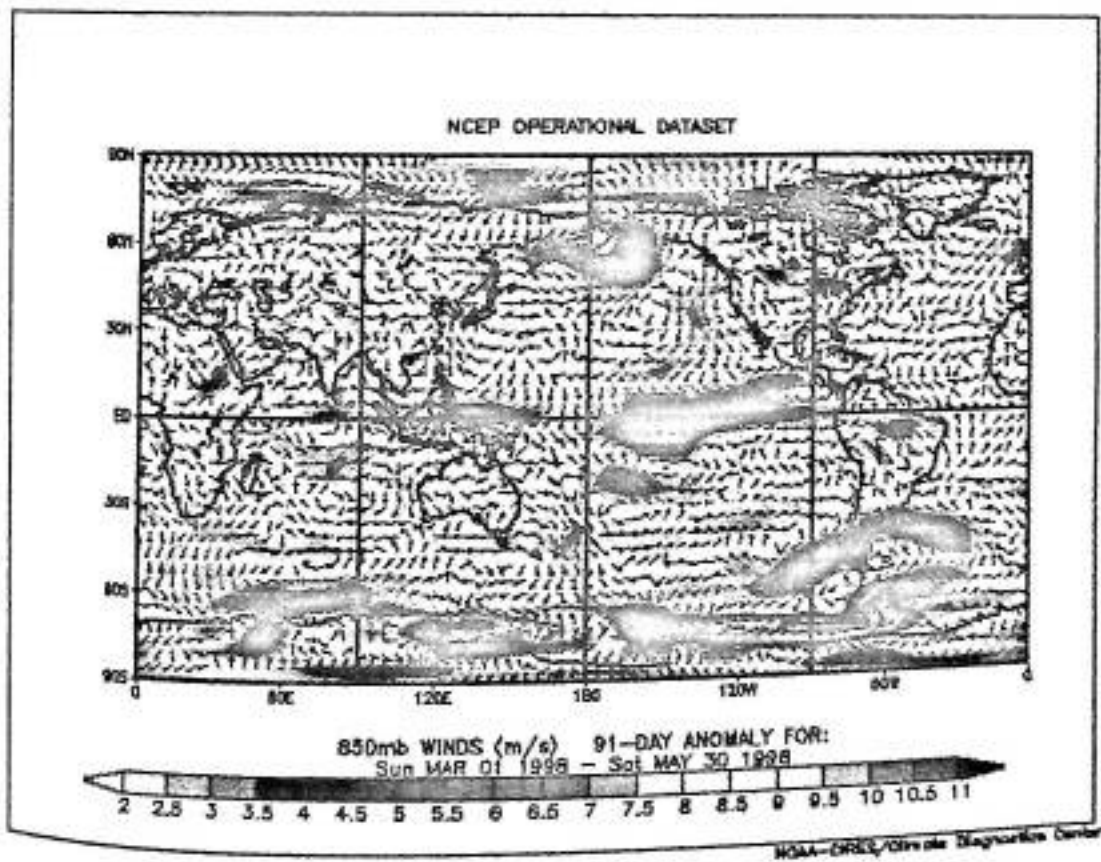
Gambar 1c: Anomali Angin 850 mb JJA 97



Gambar 1d: Anomali Angin 850 mb SON 97



Gambar 1e: Anomali Angin 850 mb DJF 97/98

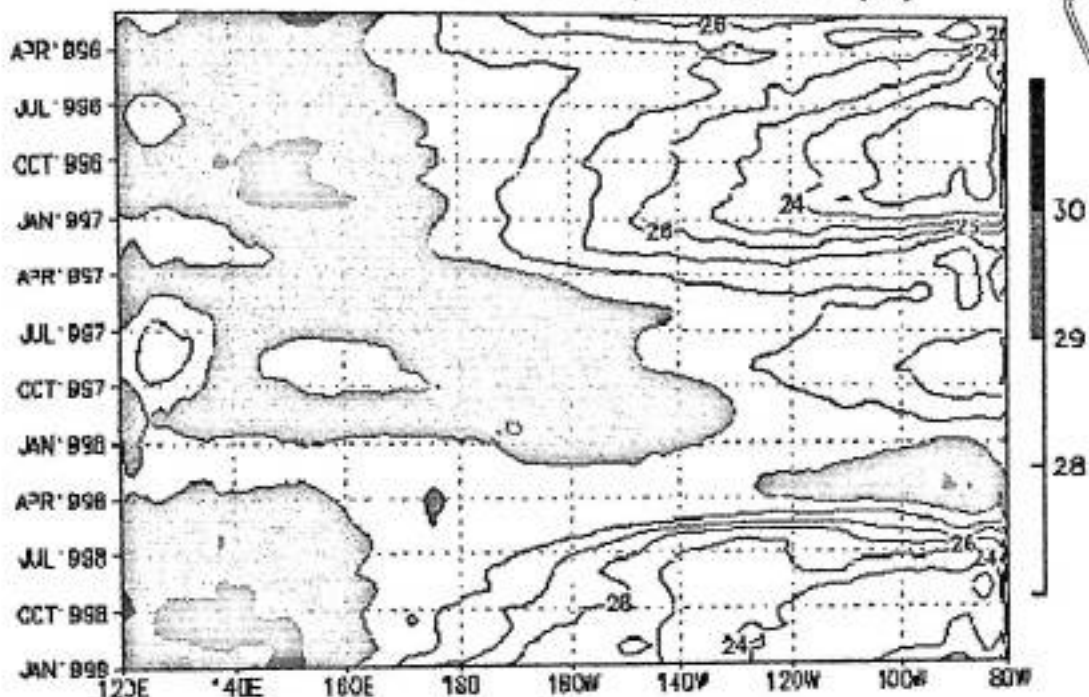


Gambar 1f: Anomali Angin 850 mb MAM 1998

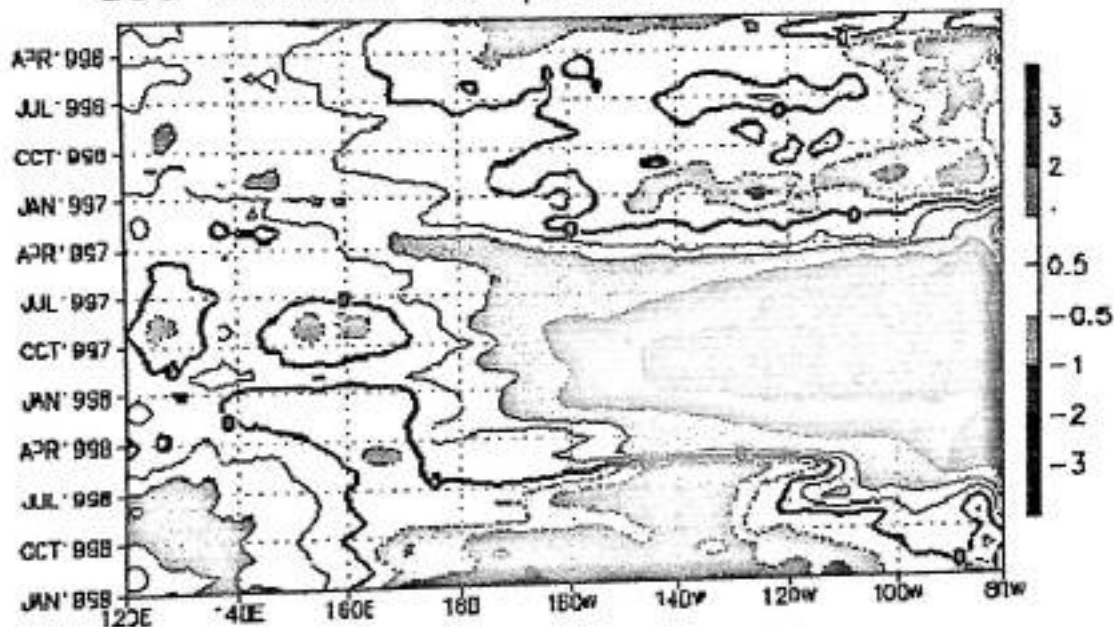
Lampiran B.2. Distribusi Anomali SML Pada Periode ENSO dan Pasca ENSO



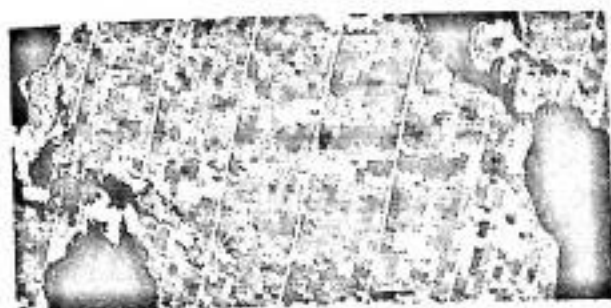
Sea-Surface Temperature (C)



Sea-Surface Temperature Anomaly (C)



Lampiran B.3. Perubahan Tinggi Muka Laut Tahun 1997 - 1998



April 1997



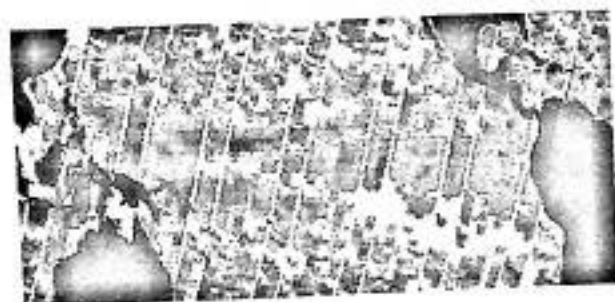
Mei 1997



Juni 1997



Juli 1997



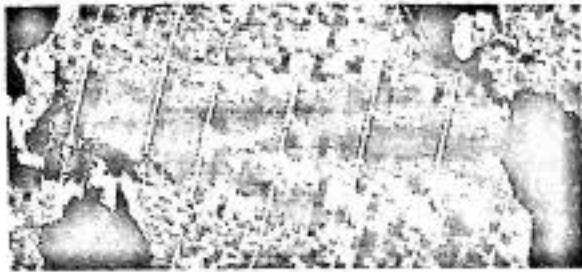
Agustus 1997



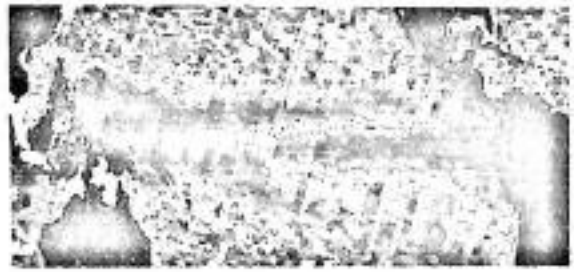
September 1997



Oktober 1997



November 1997



Desember 1997



Januari 1998



Februari 1998



Maret 1998



April 1998



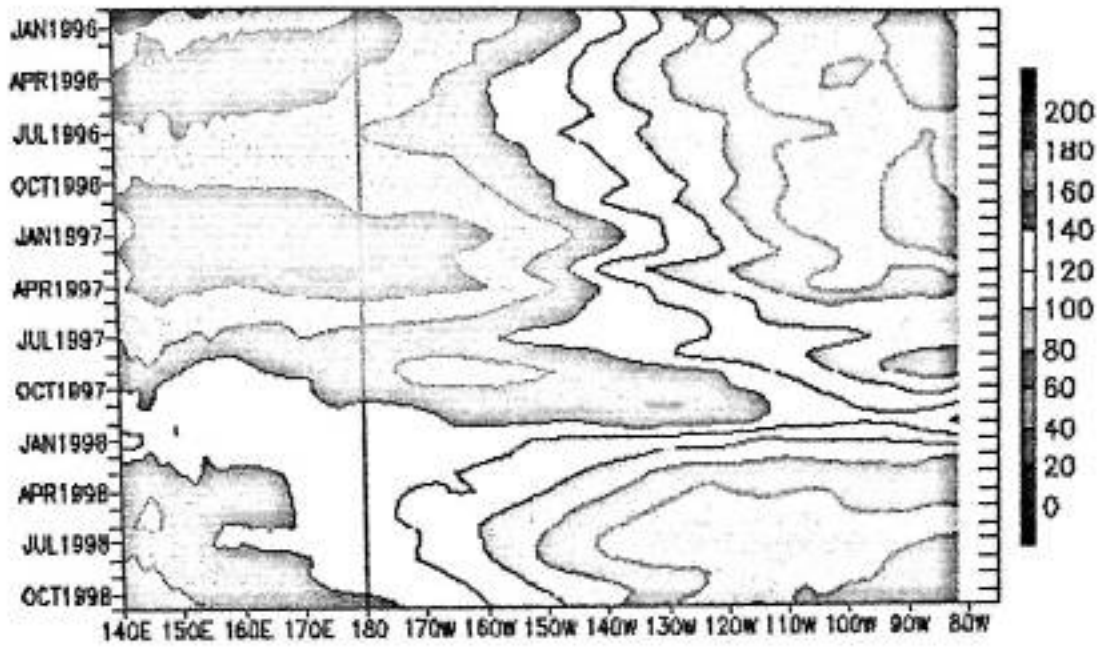
Mei 1998



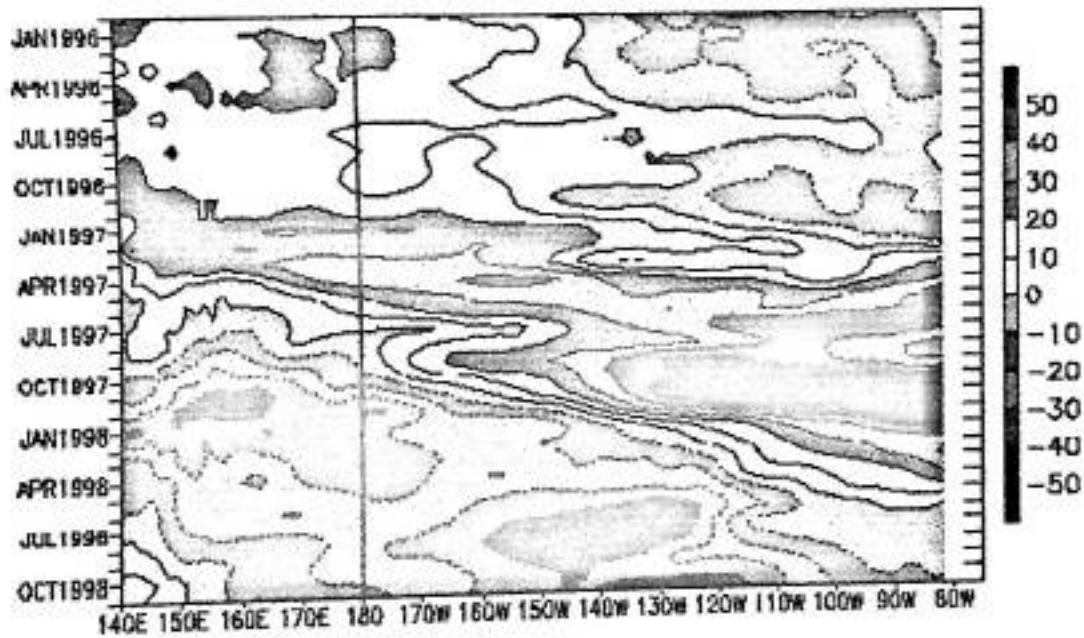
Sea Level Deviation (cm) Mei 1993 95

Lampiran B.4. Perubahan Kedalaman Termoklin

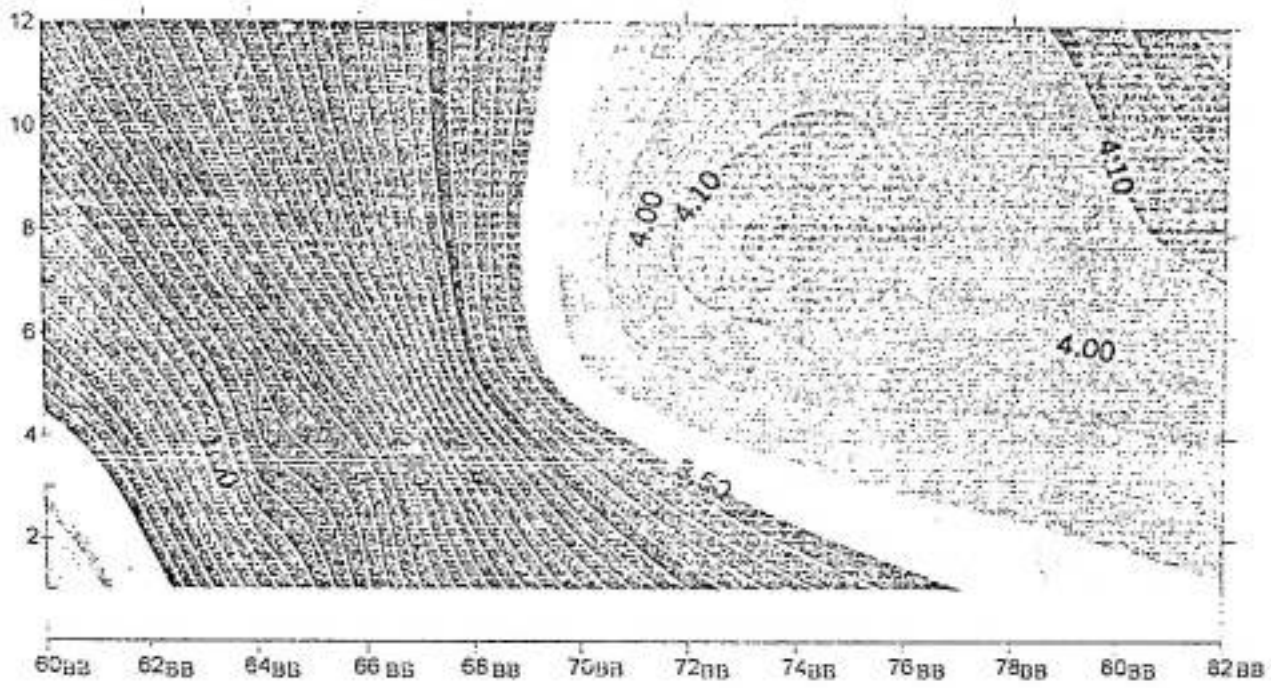
DEPTH OF THE 20C ISOTHERM



ANOMALOUS DEPTH OF 20C ISOTHERM



DISTRIBUSI ANOMALI SML DAERAH NINO 1+2



DISTRIBUSI ANOMALI SML DAERAH NINO 3.4

