

**VARIASI ARUS ARLINDO DAN PARAMETER OSEANOGRAFI DI LAUT
TIMOR SEBAGAI INDIKASI KEJADIAN ENSO**

**INDONESIAN THROUGHFLOW TRANSPORT VARIATIONS AND
OCEANOGRAPHIC'S PARAMETER IN TIMOR SEAS AS AN INDICATION OF
ENSO EVENTS**

M. Safitri*¹, S.Y. Cahyarini², dan M.R. Putri¹

¹*Kelompok Keahlian Oseanografi, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan, Institut
Teknologi Bandung, Bandung; email: mediana_safitri@ymail.com*

²*Kampus LIPI, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Bandung*

ABSTRACT

Variation of Indonesian Throughflow transport, salinity, and temperature at surface level of Timor Seas monthly, seasonal, and annual mean scale was studied using the datasets provided by IRI/LDEO Climate Data Library i.e Simple Ocean Data Assimilation (SODA) for the salinity. The period data used in this study was 1995-2004, ERSST for the temperature. The Indonesian Throughflow transport was obtained from Hautala et al. (2001). Result of this study showed there was influence of monsoon and ENSO on oceanographic parameters. During the South East (SE) monsoon, an emptiness on the surface water occurred in Timor Seas due to the easterly wind, which causes the upwelling. The results was also shown that during the SE monsoon the average temperature was 26.84°C, salinity was 34.35, and Indonesian Throughflow transport was -0.34 Sv. While during the North Western (NW) monsoon the average temperature was 29.6 °C, salinity was 34.22, and the Indonesian Throughflow transport was -0.27 Sv. The negative value (-) means that the flow toward the Indian Ocean. In addition, based on temporal correlation between Indonesian Throughflow transport and NINO 3.4 index was found that the annual mean variability increases (-0.18 Sv) during La Niña period and decreased (-0.13 Sv) during period El Niño. These indicated that ENSO phenomena influenced the transport across the Equatorial Pacific east-west.

Keywords: *Indonesian throughflow, salinity, temperature, SODA, Monsoon, ENSO, Timor Seas.*

ABSTRAK

Variasi transpor Arlindo, salinitas permukaan, dan data temperatur di permukaan Laut Timor bulanan, rata-rata musiman, dan rata-rata tahunan dikaji dengan menggunakan data dari IRI/LDEO Climate Data Library, antara lain Simple Ocean Data Assimilation (SODA) untuk salinitas. Periode data yang digunakan adalah 1995-2004, ERSST untuk temperatur. Transpor Arlindo diperoleh dari Hautala et al., (2001). Hasil pengolahan data menunjukkan adanya pengaruh musim dan fenomena ENSO terhadap parameter oseanografi tersebut. Selama musim timur di Laut Timor terjadi kekosongan massa air di permukaan akibat adanya angin pasat tenggara sehingga mengakibatkan terjadinya fenomena *upwelling*. Dari hasil pengolahan data juga terlihat bahwa selama musim timur rata-rata didapatkan nilai rata-rata temperatur sebesar 26,84 °C, salinitas sebesar 34,35 psu, dan transpor Arlindo sebesar -0,34 Sv. Sedangkan selama musim barat didapatkan rata-rata nilai temperatur sebesar 29,6 °C, salinitas sebesar 34,22 psu, dan transpor Arlindo sebesar -0,27 Sv. Nilai negatif (-) ini berarti aliran menuju ke Samudra Hindia. Selain itu, berdasarkan hasil korelasi temporal antara transpor Arlindo dan Indeks NINO 3.4 didapatkan rata-rata tahunan dari variabilitas transpor Arlindo meningkat pada periode La Niña sebesar -0,18 Sv dan menurun selama periode El Niño, sebesar -0,13 Sv. Hal ini mengindikasikan bahwa fenomena ENSO mempengaruhi transpor yang melewati ekuatorial Pasifik barat-timur.

Kata kunci: Transpor Arlindo, salinitas, temperatur, SODA, Muson, ENSO, Laut Timor.

I. PENDAHULUAN

Fenomena Arus Lintas Indonesia (Arlindo) menjadi salah satu ciri khas sistem arus di Indonesia. Arlindo merupakan suatu sistem sirkulasi laut di perairan Indonesia dimana terjadi lintasan arus yang membawa massa air dari Lautan Pasifik ke Lautan Hindia. Massa air Pasifik tersebut terdiri atas massa air Pasifik Utara dan Pasifik Selatan (Wyrcki, 1961 dalam Fieux *et al.*, 1996a). Terjadinya Arlindo terutama disebabkan oleh perbedaan tinggi muka laut antara Lautan Pasifik dan Lautan Hindia, yaitu permukaan bagian tropik Lautan Pasifik Barat lebih tinggi dari pada Lautan Hindia bagian timur, sehingga terjadi gradien tekanan yang mengakibatkan mengalirnya arus dari Lautan Pasifik ke Lautan Hindia (Hasanudin, 1998).

Arlindo membawa massa air Samudra Pasifik memasuki perairan Indonesia melalui dua jalur, yaitu jalur barat yang masuk melalui Laut Sulawesi lalu ke Selat Makassar, Laut Flores, dan ke Laut Banda. Jalur kedua adalah jalur timur yang melalui Laut Maluku dan Laut Halmahera lalu ke Laut Banda. Massa air ini akan keluar menuju Samudra Hindia terutama melalui Laut Timor. Jalur keluar lainnya melalui Selat Ombai, yaitu selat antara Alor dan Timor, serta melalui Selat Lombok (Fieux, *et al.*, 1996). Keberadaan dan transpor massa air Arlindo yang melewati perairan Indonesia telah dideteksi pada beberapa wilayah yang menjadi jalur lintasan arus. Dari penelitian yang telah dilakukan Wijaya, *et al* (2011) didapatkan nilai transpor berkisar 1 s/d 22 Sv (1 Sv = 1 sverdrup = 10^6 m³/s). Nilai transpor massa air ini berbeda-beda tiap lintasan dan bervariasi terhadap musim. Penelitian-penelitian banyak terkonsentrasi di lintasan-lintasan utama seperti Selat Makassar, Selat Lombok, Selat Ombai, dan Laut Banda.

Dari beberapa penelitian mengungkapkan ketergantungan suhu permukaan dan simpanan bahang (*heat*) permukaan Samudra Pasifik dan Hindia terhadap arus lintas ini. Kedua samudra tersebut akan sangat berbeda jika tanpa Arlindo (MacDonald, 1993). Ketiadaan Arlindo akan meningkatkan permukaan laut di Pasifik dan menurunkannya di Hindia sebanyak 2 s/d 10 cm. Sumber air yang dibawa oleh Arlindo berasal dari Lautan Pasifik bagian utara dan selatan. Perairan Selat Makassar dan Laut Flores lebih banyak dipengaruhi oleh massa air laut Pasifik Utara sedangkan Laut Seram dan Halmahera lebih banyak dipengaruhi oleh massa air dari Pasifik Selatan (Wyrcki, 1987).

Struktur massa air perairan Indonesia umumnya dipengaruhi karakteristik massa air Lautan Pasifik dan sistem angin muson, dimana pada Musim Barat (Desember – Februari) bertiup angin muson barat laut di bagian utara ekuator dan barat daya di selatan ekuator. Karakteristik massa air perairan Indonesia umumnya ditandai dengan salinitas yang lebih rendah, sedangkan pada Musim Timur (Juni – Agustus) bertiup angin Muson tenggara di selatan ekuator dan timur laut di utara ekuator, perairan Indonesia memiliki karakteristik dengan nilai salinitas yang lebih tinggi (Hadi, 2006).

Pada saat El Niño terjadi penurunan volume massa air yang bergerak dari Samudra Pasifik ke Samudra Hindia. Kekosongan massa air di wilayah perairan Indonesia tersebut kemudian mendorong munculnya *upwelling* yakni naiknya massa air laut dalam dengan ciri temperatur rendah, salinitas tinggi dan kaya akan nutrien, sehingga meningkatkan jumlah klorofil di perairan Indonesia yang dapat meningkatkan kesuburan perairan (Hadi, 2006).

Laut Timor adalah perpanjangan Samudra Hindia yang terletak antara pulau Timor, kini terbagi antara Indonesia dan Timor Leste, serta Teritorial Utara Australia. Luas area Laut Timor mencapai sekitar 610.000 km² dengan lebar perairan sekitar 480 km. Titik terdalamnya ialah Palung Timor di utara, yang mencapai kedalaman 3.300 m, dengan rata-rata kedalamannya kurang dari 200 m (Wagey & Arifin, 2008). Laut Timor berbatasan dengan Laut Sawu di sebelah utara. Di sebelah timur berbatasan dengan Laut Arafura. Di sebelah barat berbatasan dengan Samudra Hindia dan di sebelah selatan berbatasan dengan pantai utara-Australia.

Pada Laut Timor sering kali didominasi oleh proses pencampuran dan penyebaran air tawar. Masukan air tawar berasal dari curah hujan dan juga aliran sungai. Kondisi demikian menyebabkan terjadinya interaksi antara air tawar dengan air laut. Interaksi ini akan sangat mempengaruhi pada penyebaran temperatur, salinitas, dan faktor oseanografi lainnya. Perubahan suhu dapat menyebabkan terjadinya sirkulasi dan stratifikasi air yang secara langsung maupun tidak langsung akan berpengaruh terhadap distribusi organisme perairan.

Selain itu, Laut Timor dikenal mempunyai produktivitas ekosistem yang tinggi yang mendukung kegiatan perekonomian masyarakat pesisirnya. Laut Timor mempunyai keragaman potensi sumber daya laut yang cukup besar. Namun hingga saat ini belum dikelola secara optimal. Untuk mengatasinya, diperlukan informasi yang akurat berdasarkan hasil pengamatan lapangan. Sejauh ini informasi bidang Oseanografi di perairan Laut Timor masih sangat terbatas. Salinitas dan temperatur merupakan komposisi kimia perairan yang menyatakan kontribusi pencampuran air tawar dan air laut serta sejumlah aliran lokal. Selain itu, faktor transpor Arlindo

juga turut serta menjadi faktor penentu keberadaan dan persebaran organisme laut.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji kondisi bulanan, musiman, antar tahunan transpor Arlindo dan hubungannya dengan parameter salinitas dan temperatur di Laut Timor serta melihat pengaruh dinamika perairan juga fenomena El Niño/La Niña - *Southern Oscillation* (ENSO) di Samudra Pasifik terhadap intensitas (kekuatan) transpor Arlindo tersebut.

II. METODE PENELITIAN

Data transpor Arlindo diperoleh dari Hautala *et al.*, (2001) berupa data harian. Data tersebut berada pada kedalaman maksimum 100 meter (*upper layer*) yang merupakan transpor Geostropik berdasarkan perbedaan dari *pressure gauge* yang melintasi selat. Dengan aliran absolut ditentukan oleh pasang surut yang ada dan bagian kecepatannya dikoreksi oleh *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP).

Sedangkan untuk data salinitas dan temperatur didapatkan dari *Simple Ocean Data Assimilation* (SODA) (Carton & Giese, 2006) dengan menggunakan data versi terbaru, yakni versi 2.0.2-4, data diambil dengan batas kedalaman permukaan data adalah 5 meter. Data-data tersebut diolah untuk periode Januari 1995 – Juli 2004. Daerah studi Laut Timor adalah 10° 12' 36'' LS dan 123° 18' 36'' BT, menggunakan area pengambilan data untuk 10° - 11° LS dan 123° - 124° BT, dengan resolusi grid data 0,25° x 0,25°. Pengolahan data dilakukan dengan melakukan perata-rataan bulanan, musiman serta perata-rataan tahunan untuk melihat hubungannya dengan fenomena El Niño/La Niña-*Southern Oscillation* (ENSO) di Laut Timor.

Analisis musiman dilakukan dengan cara merata-ratakan data per-tiga

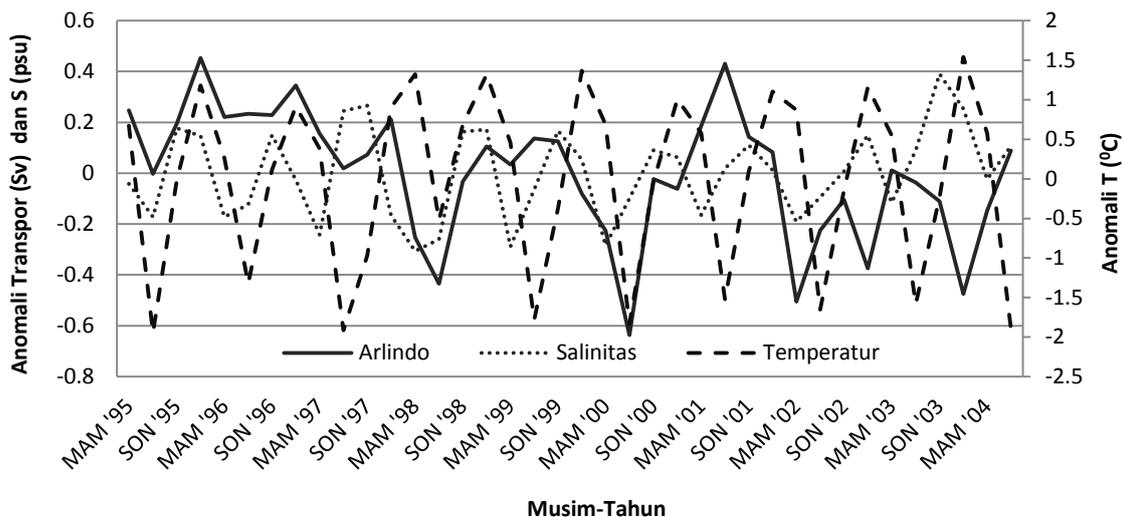
bulan selama 1995-2004, sesuai dengan periode musimannya, yaitu Musim Barat (Desember, Januari, Februari), Peralihan 1 (Maret, April, Mei), Musim Timur (Juni, Juli, Agustus), Peralihan 2 (September, Oktober, November). Sedangkan analisis tahunan dilakukan dengan cara merata-ratakan data per-tahun (12 bulan) selama periode data tersebut. Selain itu, dilakukan analisis korelasi untuk melihat hubungan antar parameter, yakni dengan menghitung nilai koefisien korelasi (R). Jika nilai koefisien korelasi (R) sama dengan satu, artinya data transpor Arlindo berkorelasi linier dengan parameter yang dianalisis.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Arlindo memiliki keragaman yang tinggi baik secara musiman maupun tahunan (Gambar 1). Keragaman musiman berkaitan dengan adanya pergantian arah angin di Indonesia (kondisi musim). Rata-rata transpor Arlindo di Laut Timor periode 1995-2004 adalah $-0,29$ Sv, tanda negatif (-) menyatakan bahwa aliran rata-rata transpor Arlindo menuju ke Samudra Hindia. Nilai maksimum transpornya

sebesar $-0,93$ Sv terjadi pada musim timur (Juni, Juli, Agustus) tahun 2000 dan bertepatan dengan periode normal. Sedangkan nilai minimumnya sebesar $-0,05$ Sv yang mengarah ke Samudra Hindia terjadi pada musim barat (Desember, Januari, Februari) tahun 1996 bertepatan pula dengan periode normal. Berdasarkan perata-rataan musiman tersebut didapatkan rata-rata transpor Arlindo pada musim timur lebih tinggi ($-0,34$ Sv) daripada saat musim barat ($-0,28$ Sv). Hal ini sesuai dengan penelitian Wyrтки (1987), bahwa aliran tertinggi ditemukan pada saat munson tenggara (musim timur), yaitu selama Juni hingga Agustus. Sedangkan aliran lintasan terendah terjadi pada saat munson barat laut (musim barat), yaitu Desember hingga Februari.

Hal ini diduga karena adanya pengaruh musim, yakni pada saat musim timur aliran arus dari timur ke barat searah dengan arah transpor Arlindo dari timur (Pasifik) ke arah barat (Hindia) pula, sehingga dapat memperkuat arus permukaan dan aliran transpor Arlindo. Hal ini berlaku sebaliknya pada saat musim barat.



Gambar 1. Anomali transpor Arlindo, salinitas dan temperatur Laut Timor 1995-2004.

Selama bulan November hingga Maret (musim barat), arus ekuator di Samudra Hindia mengalir kuat dan menyumbangkan massa air ke barat daya Sumatera dan selatan Jawa-Sumbawa yang merupakan wilayah aliran keluar Arlindo sehingga meningkatkan tinggi permukaan air laut. Akibatnya gradien tekanan dari Samudra Pasifik ke Samudra Hindia menjadi lebih kecil dan aliran transpor Arlindo menjadi minimum (Naulita, 1998). Sebaliknya selama bulan Mei hingga September (musim timur), arus di Samudra Hindia digantikan oleh arus ekuator selatan yang menyebar ke arah utara sehingga mendorong massa air menjauh dari Samudra Hindia bagian timur. Rendahnya permukaan air laut di wilayah tersebut dibandingkan Samudra Pasifik menghasilkan aliran transpor Arlindo yang maksimum (Tomczak & Godfrey, 1994 dalam Naulita, 1998). Rata-rata bulanan dan tahunan dari transpor Arlindo disajikan pada Tabel 1.

Arlindo adalah satu-satunya arus yang mengalir antara kolam Samudra Pasifik dan Samudra Hindia pada lintang-

lintang rendah (daerah tropis), oleh karena itu memainkan peranan penting dalam transpor bahang meridional dan dalam sistem iklim (Mayers, 1996). Selama periode La Niña ketika angin timuran sepanjang Samudra Pasifik ekuatorial menjadi kuat, maka tinggi muka (paras) laut di Samudra Pasifik bagian barat menjadi lebih tinggi tinggi. Menurut (Clarke and Liu, 1994), volume transpor Arlindo diperkirakan akan bervariasi menurut periode ENSO yaitu selama fasa La Niña lebih besar daripada transpor normal (Gambar 2). Pada hasil perataan tahunan didapatkan rata-rata transpor Arlindo pada saat periode La Niña lebih tinggi (-0,18 Sv) daripada saat periode El Niño (-0,13 Sv). Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya pada tahun terjadinya El Niño dan La Niña (Susanto, 1999 didalam Sudjono, 2004). Pada saat La Niña debit (volume) transpor Arlindo lebih besar karena menguatnya kolam air panas di sekitar perairan Indonesia bagian timur. Rata-rata musiman dari transpor Arlindo disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Rata-rata bulanan dan tahunan transpor Arlindo di Laut Timor 1995-2004.

Waktu	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Tahunan
1995	0,15	0,09	0,10	0,02	0,03	0,16	0,30	0,45	0,37	0,03	0,09	0,23	-0,08
1996	0,20	0,07	0,13	0,11	0,00	0,00	0,10	0,10	0,01	0,11	0,11	0,13	-0,04
1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	0,19	-0,18
1998	0,06	0,29	0,58	0,50	0,57	0,75	0,64	0,80	0,42	0,24	0,34	0,35	-0,45
1999	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,24
2000	0,46	0,29	0,20	0,35	0,25	0,11	0,17	0,20	0,16	0,14	0,22	0,39	-0,54
2001	0,49	0,41	0,45	0,44	0,68	0,94	1,02	0,85	0,41	0,27	0,29	0,18	-0,09
2002	0,05	0,12	0,20	0,14	0,00	0,01	0,21	0,20	0,02	0,13	0,32	0,48	-0,60
2003	0,70	0,68	0,77	0,78	0,85	0,64	0,62	0,31	0,26	0,29	0,66	0,64	-0,45
2004	0,79	0,84	0,52	0,44	0,10	0,03	0,43	0,55	0,47	0,26	0,50	0,70	-0,34
2004	0,35	0,30	0,36	0,48	0,50	0,22	0,20	-	-	-	-	-	-0,34
Bulanan	0,27	0,29	0,35	0,34	0,29	0,31	0,36	0,37	0,26	0,21	0,26	0,27	

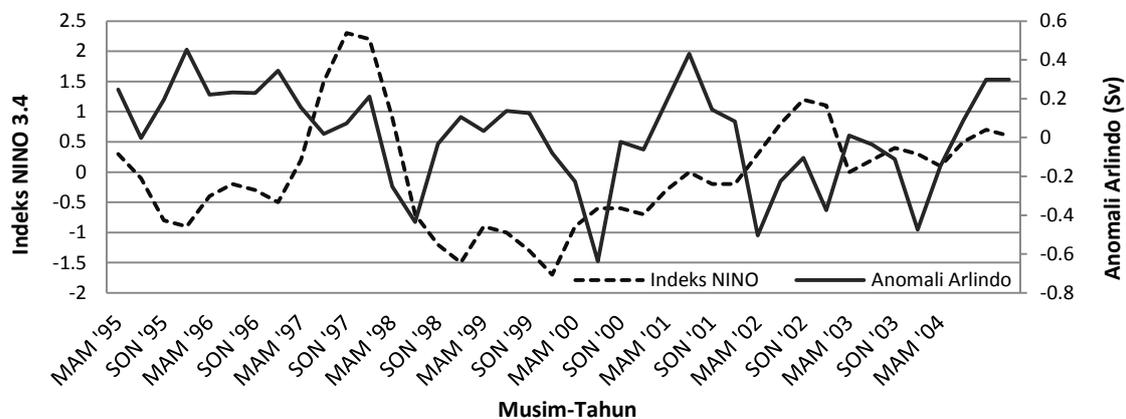
Tabel 2. Rata-rata transpor Arlindo Laut Timor pada musim peralihan 1 (Maret, April, Mei-MAM), musim timur (Juni, Juli, Agustus-JJA), musim peralihan 2 (September, Oktober, November-SON), dan musim barat (Desember, Januari, Februari-DJF).

Transpor Arlindo				
Tahun	MAM	JJA	SON	DJF
1995	-0,05	-0,30	-0,10	0,15
1996	-0,08	-0,07	-0,07	0,05
1997	-0,14	-0,28	-0,23	-0,09
1998	-0,55	-0,73	-0,33	-0,19
1999	-0,27	-0,16	-0,17	-0,38
2000	-0,53	-0,93	-0,32	-0,36
2001	-0,11	0,13	-0,16	-0,22
2002	-0,80	-0,52	-0,40	-0,67
2003	-0,29	-0,33	-0,41	-0,77
2004	-0,44	-0,21		
Rata-rata	-0,33	-0,34	-0,24	-0,28

Tabel 3. *Oceanic Niño Index* (ONI) dari anomali *sea surface temperature* (SST) pada wilayah Niño 3.4 (sumber: <http://ggweather.com/enso/oni.htm>).

Indeks NINO 3.4				
Tahun	MAM	JJA	SON	DJF
1995	0,3	-0,1	-0,8	-0,9
1996	-0,4	-0,2	-0,3	-0,5
1997	0,2	1,5	2,3	2,2
1998	0,9	-0,7	-1,2	-1,5
1999	-0,9	-1	-1,3	-1,7
2000	-0,9	-0,6	-0,6	-0,7
2001	-0,3	0	-0,2	-0,2
2002	0,3	0,8	1,2	1,1
2003	0	0,2	0,4	0,3
2004	0,1	0,5	0,7	0,6

Keterangan: merah (El- Niño), biru (La- Niña) dan hitam (normal)



Gambar 2. Perbandingan anomali transpor Arlindo dan indeks NINO 3.4 Laut Timor.

Secara statistika nilai koefisien korelasi (R) antara transpor Arlindo dan Indeks NINO 3.4 di Laut Timor sebesar 0,044. Nilai koefisien korelasi tersebut relatif kecil, hal ini dapat mengindikasikan bahwa transpor Arlindo tidak berhubungan secara langsung dengan fenomena ENSO. Seperti terlihat dalam Tabel 2 dan Gambar 2 yang menunjukkan kenaikan dan penurunan transpor Arlindo lebih signifikan terjadi pada tahun-tahun (periode) normal daripada saat periode El Niño atau La Niña.

Dari hasil perata-rataan musiman didapatkan bahwa salinitas saat musim timur lebih tinggi (34,35 psu) daripada saat musim barat (34,22 psu), dan temperatur saat musim timur lebih rendah (26,84 °C) daripada saat musim barat (29,6 °C). Hal ini didukung karena pada saat musim timur di Laut Timor terjadi fenomena *upwelling* yang membawa massa air laut dalam yang asin dan dingin (salinitas tinggi dan temperatur rendah). Sebaliknya pada saat musim barat terjadi *downwelling* akibat penumpukkan massa di permukaan, sehingga massa air turun (*sink*) ke lapisan dalam. Ilahude dan Gordon (1996) memperkirakan penyebab perubahan ini adalah penurunan kekuatan Arlindo selama musim barat, disertai pencampuran vertikal air permukaan ke bawah yang kuat, diperlemah pula oleh kenyataan bahwa massa air permukaan tersebut memiliki salinitas yang rendah selama musim barat.

Sedangkan untuk perata-rataan tahunan temperatur dan salinitas di Laut Timor didapatkan temperatur saat periode La Niña (28,77 °C) lebih tinggi daripada saat periode El Niño (28,04 °C) dan salinitas saat periode La Niña (34,29 psu) lebih rendah dari periode El Niño (34,30 psu). Hal ini dapat dijelaskan bahwa saat El Niño terjadi perpindahan kolom air panas ke daerah pantai barat Amerika, sehingga menyebabkan terjadinya kekosongan massa air di wilayah

Indonesia timur dan mengakibatkan adanya fenomena *upwelling* yang membawa massa air dari laut dalam dengan temperatur rendah dan salinitas tinggi yang kaya akan nutrien (Hadi, 2006).

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan data menunjukkan adanya pengaruh musim dan fenomena El Niño/La Niña-*Southern Oscillation* (ENSO) terhadap transpor Arlindo, salinitas dan temperatur. Rata-rata transpor Arlindo di Laut Timor periode 1995-2004 adalah -0,29 Sv. Pengaruh musim selama musim timur (Juni, Juli, Agustus) menyebabkan transpor Arlindo menjadi lebih kuat, yaitu sebesar -0,34 Sv dibandingkan saat musim barat (Desember, Januari, Februari) sebesar -0,28 Sv. Selain itu, pengaruh musim dan dinamika perairan juga terlihat pada parameter Oseanografi. Nilai rata-rata temperatur pada musim timur lebih rendah (26,84 °C) daripada saat musim barat, yaitu sebesar 29,6 °C. Sedangkan salinitas saat musim timur lebih tinggi, yaitu 34,35 psu dibandingkan pada saat musim baratnya (34,22 psu). Hal ini selanjutnya dapat mengindikasikan adanya fenomena *upwelling* dan *downwelling* di suatu perairan.

Berdasarkan hasil perata-rataan tahunan didapatkan rata-rata transpor Arlindo pada saat periode La Niña lebih tinggi (-0,18 Sv) daripada periode El Niño (-0,13 Sv). Sedangkan variasi tahunan dari temperatur menunjukkan nilai temperatur yang lebih tinggi saat periode La Niña, yaitu 28,77 °C daripada saat El Niño sebesar 28,04 °C. Sedangkan untuk salinitas lebih tinggi pada periode El Niño, yaitu 34,30 psu dibandingkan saat La Niña yaitu sebesar 34,29 psu. Hal tersebut dipengaruhi oleh sistem pergerakan dan perpindahan massa air

yang terkait dengan periode terjadinya ENSO.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Program Studi Oseanografi ITB yang mengizinkan penulis dalam melakukan kegiatan penelitian ini, terimakasih pula kepada Puslit Geoteknologi LIPI yang mengizinkan penulis dalam kerja praktek untuk melakukan penelitian ini. Penulisan paper ini didanai dari Penelitian Hibah Strategis Nasional DIKTI dengan judul "Implikasi Perubahan Iklim dan Siklus CO₂ pada Sektor Kelautan dan Perikanan: Tantangan Perumusan Kebijakan untuk Mitigasi dan Adaptasinya di Indonesia" dan dana hibah penelitian untuk SYC Program PN-9 Perubahan Iklim Puslit Geoteknologi LIPI berjudul "Rekonstruksi Iklim sampai 5000 tahun lalu berdasarkan arsip sedimen dan koral".

DAFTAR PUSTAKA

- Clarke, A.J. and X. Liu. 1994. Interannual sea level in the northern and eastern Indian ocean. *J. Phys. Oceanogr.*, 24:1224–1235.
- Fieux, M.C., E. Andrie, A.G. Charriaud, N. Ilahude, R. Metzl, Molcard, and J.C. Swallow. 1996. Hydrological and chlorofluoromethane measurements of the Indonesian throughflow entering the Indian Ocean. *J. of Geophys. Res.*, 101(C5):12433-12454.
- Mayers, G. 1996. Variation of Indonesian throughflow and the ENSO. *J. Geophys. Res.*, 101(C5):1255–1263.
- Gordon A.L., A. Field, A.G. Ilahude. 1994. Thermocline of the Flores and Banda Seas. *J. of Geophysical Research*, 99:18235-18242.
- Gordon, A.L. and R. Fine. 1996. Pathways of water between the Pacific and Indian oceans in the Indonesian Seas. *Nature*, 379(6561):146-149.
- Gordon, A.L. 2005. Oceanography of the Indonesian seas and their throughflow. *Oceanography*, 18(4):14-27.
- Hadi, S. 2006. Diktat kuliah: oseanografi fisis. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Hasanudin, M. 1998. Arus Lintas Indonesia (ARLINDO). *J. Oseana*, 23(2):1-9.
- Hautala, S.L., J. Sprintall, J. Potemra, J.C. Chong, W. Pandoe, N. Bray, and A.G. Ilahude. 2001. Velocity structure and transport of the Indonesian throughflow in the major straits restricting flow into the Indian Ocean. *J. of Geophysical Research*, 106:19527–19546.
- Ilahude, A.G., J. Banjarnahor, M. Fieux and R. Molcard. 1994. Comparison between the Sawu Sea and The Timor Sea in terms of the through flow circulation. Proceeding IOC-WESTPAC Third International Scientific Symposium on Bali. Indonesia.
- MacDonald, A.M. 1993. Property fluxes at 30°S and their implications for the Pacific–Indian throughflow and the global heat budget. *J. of Geophysical Research*, 98:6851–6868.
- Molcard R., M. Fieux, and A.G. Ilahude. 1996. The Indo-Pacific throughflow in the Timor Passage. *J. Geophys. Res.*, 101(5):12411–12420.
- Naulita, Y. 1998. Karakteristik massa air pada perairan lintasan Arlindo. Tesis Magister Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. 173 hlm.
- Susanto, D. 1999. El Niño Southern Oscillation signal in the

- Indonesian throughflow: Preliminary Arlindo results from Makassar Strait mooring. *J. Oceanica*, 5:1-14.
- Wagey, T. and Z. Arifin. 2008. Marine biodiversity review of the Arafura and Timor seas. Laporan pelayaran, Jakarta: Kementrian Kelautan dan Perikanan.
- Webster, P., V. Magana, T. Palmer, J. Shukla, R. Tomas, M. Yanai, and T. Yasunari. 1998. Monsoons: processes, predictability, and the prospects for prediction. *J. of Geophysical Research*, 103: 14451–14510.
- Wijaya, R., F. Setiawan., dan S.D. Fitriani. 2011. Fenomena Arlindo di Laut Seram dan kaitannya dengan perubahan iklim global. Presentasi Seminar Internasional Kelautan, Balai Riset Observasi Kelautan, Bali, 9-10 Juni 2011.
- Wyrtki, K. 1961. The physical oceanography of south east Asian waters. Naga Report Vol. 2. University California Press. La Jolla, California. 195p.
- Wyrtki, K. 1987. Indonesian through flow and the associated pressure gradient. *J. Geophys. Res. Oceans*, 92(C12):12941-12946.