

Analisa Variasi Temperatur dan Salinitas Air Laut di Perairan Samudra Pasifik Akibat Pengaruh *El Nino* dan *La Nina*

Firra Hasita, Muhammad Zikra dan Suntoyo

Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

Email: mzikro@oe.its.ac.id

Abstrak—Semakin banyak fenomena alam yang menyebabkan perubahan musim, salah satunya yang terjadi belakangan ini di perairan Samudera Pasifik, seperti perubahan temperatur dan kenaikan muka air laut yang belum dapat dimengerti sepenuhnya. Perubahan temperatur biasanya dinamakan *El Nino* dan *La Nina* yang merupakan suatu penyimpangan iklim di Samudera Pasifik. Dengan adanya fenomena-fenomena alam yang terjadi di perairan Samudera Pasifik, maka dilakukan penelitian di sekitar Samudera Pasifik dengan menggunakan pelampung *Triangle Trans-Ocean Bouy Network* (TRITON). Salah satu pelampung TRITON berada pada posisi 0°N 138°E sebelah barat daya samudra pasifik. Data-data yang berasal dari pelampung tersebut berupa data temperatur dan salinitas dari tahun 2005 hingga 2011. Dari hasil analisa menunjukkan bahwa daerah di sekitar Indonesia memiliki lapisan *thermocline* dan *halocline* pada kedalaman 250 meter. Hubungan temperatur dan salinitas tidak berbanding lurus dan nilainya berubah dengan bertambahnya kedalaman. Tahun 2007 kejadian *La Nina* mengakibatkan banjir bandang di Timor Leste. Secara global kejadian *El Nino* dan *La Nina* menyebabkan turunnya tinggi permukaan air di lautan dan menambah volume air tanah yang menyebabkan banjir di Indonesia dan Australia, misalnya.

Kata kunci—*El Nino*, *La Nina*, salinitas, TRITON buoy, temperatur.

I. PENDAHULUAN

GLOBAL *warming* merupakan salah satu penyebab semakin banyaknya fenomena alam yang terjadi di dunia, seperti musim dingin ekstrim di Benua Eropa dan arus dinginnya mengalir ke wilayah Samudera Pasifik yang mengakibatkan penurunan temperatur yang menolok dan Indonesia mengalami musim kemarau yang berkepanjangan, akibat adanya perpindahan air hangat melalui wilayah selatan khatulistiwa.

Fenomena alam terjadi belakangan ini di perairan Samudera Pasifik, seperti perubahan temperatur dan kenaikan muka air laut yang belum dapat dimengerti sepenuhnya. Perubahan temperatur biasanya dinamakan *El Nino* dan *La Nina* yang merupakan suatu penyimpangan iklim di Samudera Pasifik. *El Nino* ditandai dengan kenaikan temperatur air laut dan *La Nina* dengan menurunnya temperatur air laut. Kedua peristiwa tersebut disebabkan oleh perbedaan kuat arus dan perubahan temperatur atmosfer secara mencolok di sekitar Samudera Pasifik.

Dengan adanya fenomena-fenomena alam yang terjadi di perairan Samudera Pasifik, maka dilakukan penelitian di sekitar Samudera Pasifik dengan menggunakan pelampung *Triangle Trans-Ocean Bouy Network* (TRITON). Pelampung tersebut dapat merekam pergerakan angin, temperatur atmosfer, kelembaban, curah hujan, sinar matahari, temperatur air laut, arus dan salinitas. Salah satu pelampung TRITON berada pada posisi 0°N 138°E sebelah barat daya samudra pasifik. Tugas akhir ini disusun untuk mengetahui dampak-dampak yang terjadi pada perairan Indonesia dan sekitarnya akibat pemanasan global khususnya terhadap variasi temperatur dan salinitas akibat pengaruh *El Nino* dan *La Nina*. Jika diketahui data salinitas dan temperatur, dapat diketahui pula efek yang akan terjadi pada perairan Indonesia akibat *global warming*.

II. DATA DAN METODE

Data diperoleh dari Pelampung *Triangle Trans-Ocean Bouy Network* (TRITON) yang berada di perairan Sorong, Papua Barat, pada posisi 0°N 138°E (lihat Gambar 1). Pelampung tersebut dilengkapi sensor meteorologi dan bawah air untuk mengamati variasi atmosfer dan bawah laut pada khatulistiwa. Pelampung tersebut memiliki sensor *underwater conductivity, temperatur, depth* (CTD) pada kedalaman 300 dan 750 meter dan sensor konduktivitas dan temperatur pada kedalaman 1,5, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250 dan 500 meter. Sensor CTD merupakan sebuah instrumen yang dapat mengukur karakteristik air, seperti temperatur, salinitas, tekanan, kedalaman dan densitas. Pelampung TRITON merekam setiap 10 menit.

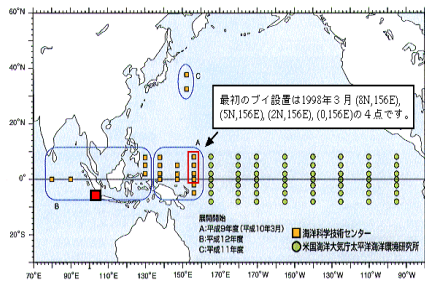
Data yang berasal dari pelampung TRITON berupa salinitas dan temperatur. Data-data yang didapatkan dari Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) berupa *Microsoft Excel* yang dapat langsung diolah untuk mencapai tujuan dari penelitian ini. Langkah pertama adalah pengelompokan data salinitas dan temperatur disetiap tahunnya menggunakan *software* Matlab.

III. PEMBAHASAN

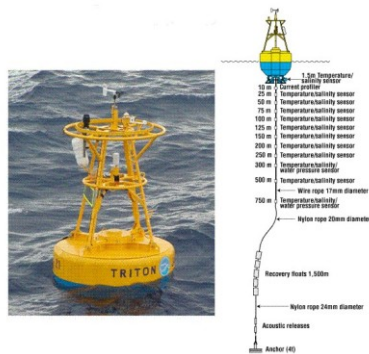
A. Pengolahan Data

Pada *software* Matlab, data-data tersebut diolah menjadi sebuah Gambar yang dapat dibandingkan rekaman tiap tahunnya. Namun ada data-data yang hilang atau tidak

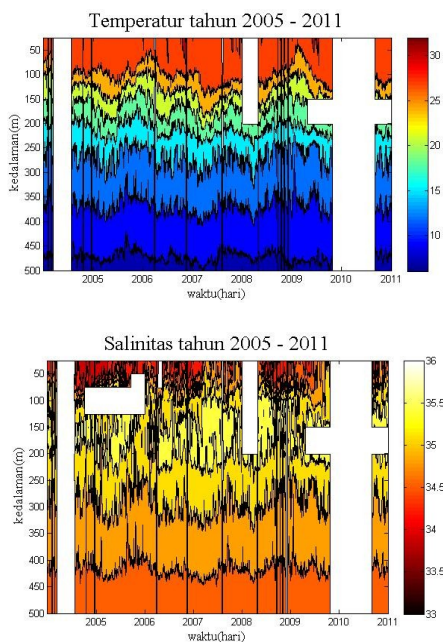
terekam, dikarenakan pergantian baterai pelampung yang cukup memakan waktu. Berikut adalah data-data temperatur dan salinitas yang sudah diolah menggunakan *software* Matlab yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar. 1. Lokasi pelampung TRITON. (sumber : <http://www.jamstec.go.jp>)



Gambar. 2. Pelampung TRITON dan letak sensornya. (sumber : <http://www.jamstec.go.jp>)

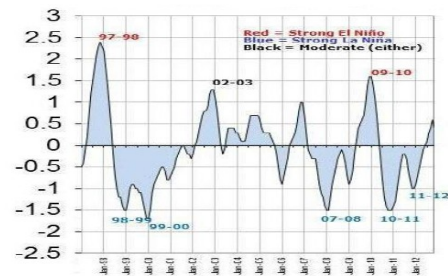


Gambar. 3. Contoh output dari *software* Matlab.

B. Analisa Data

Hasil analisa yang didapat dari data-data pelampung Triton, didukung dengan adanya Index kejadian *El Nino* dan

La Nina yang berpengaruh pada temperatur dan salinitas air laut di Samudera Pasifik. Besar dampak dari kejadian *El Nino* dan *La Nina* bergantung pada kondisi temperatur dan salinitas di masing-masing daerah.

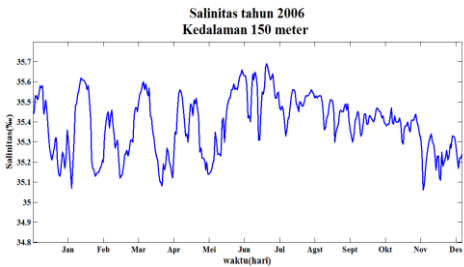
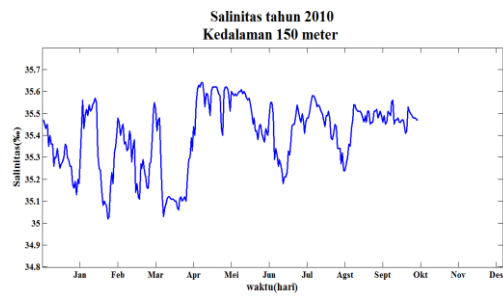
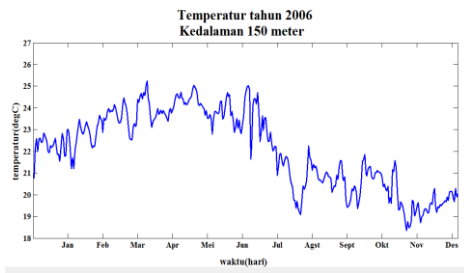


Gambar. 4. Index Kejadian *El Nino* dan *La Nina*. (sumber : <http://www.cpc.noaa.gov>)

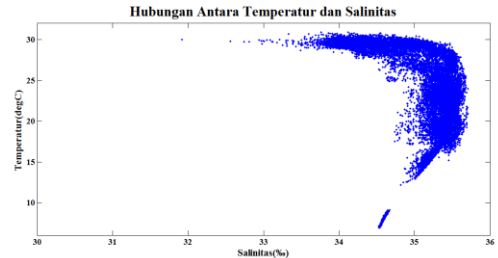
Kejadian *La Nina* pada tahun 2007, memberikan dampak yang ekstrim pada daerah Indonesia, salah satunya Timor Leste. Pada daerah tersebut terjadi banjir bandang yang diakibatkan karena meningkatnya curah hujan dari akhir tahun 2006 hingga 2007. Ribuan orang kehilangan rumah dan ratusan hektar sawah dan ladang gagal panen. Banjir bandang tersebut juga merusak infrastruktur yang ada di negara tersebut, seperti jembatan dan jalan raya. Seperti pada Ibu kota Indonesia, yaitu Jakarta juga mengalami banjir bandang yang cukup parah. Banjir tersebut sempat memutus perekonomian Jakarta dalam beberapa hari dikarenakan jalan lokasi-lokasi vital tertutup oleh banjir.

Sebenarnya dampak *La Nina* tidak akan terasa di sekitar Indonesia, jika temperatur disekitar Indonesia juga tinggi, seperti didaerah terjadi *La Nina*. Namun pada kenyataannya, pada akhir tahun 2006, temperatur di daerah Indonesia sudah cukup rendah akibat mulai memasuki musim penghujan (lihat Gambar 5), sehingga awan pembawa hujan yang berada di daerah terjadi *La Nina* berpindah ke daerah bertekanan tinggi. Perpindahan itu menyebabkan daerah di Indonesia mengalami peningkatan curah hujan yang mengakibatkan banjir. Peningkatan curah hujan ditunjukkan pula pada Gambar salinitas tahun 2006 (Gambar 5) dan tahun 2007 (Gambar 6), dimana ada penurunan kadar garam pada air laut akibat bercampurnya air hujan.

Dapat dilihat pada Gambar 7 salinitas tahun 2009 hingga 2010, terjadi naik turun kadar garam pada akhir tahun 2009 hingga 2010, kenaikan dan penurunan yang signifikan tersebut dikarenakan adanya dampak kejadian *El Nino* yang ada di musim hujan daerah sekitar Indonesia. Sejak tahun 2002/2003, belum ada kejadian *El Nino* yang berkategori kuat lagi, namun akhir tahun 2009, *El Nino* mulai meningkat hingga pertengahan 2010. *El Nino* memiliki dampak kemarau panjang pada daerah sekitar Indonesia, seperti yang terjadi pada tahun 1998, Indonesia mengalami kemarau panjang yang sangat berpengaruh pada bidang pertanian. Badan Metereologi dan Geofisika (BMG) di Jakarta memastikan bahwa dampak kejadian *El Nino* tahun 2010 ini tidak akan memberikan dampak yang sangat besar, seperti pada tahun 1998, dikarena temperatur permukaan di sekitar Indonesia juga memanas.

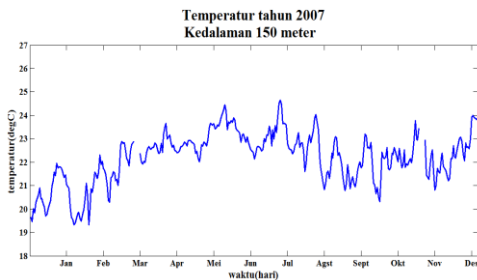


Gambar. 7. Data *time series* salinitas tahun 2009 dan 2010.



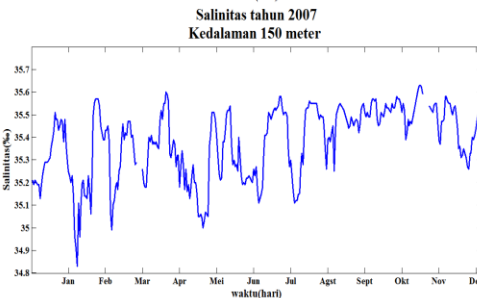
Gambar. 5. Data *time series* temperatur dan salinitas tahun 2006.

Gambar. 8. Hubungan antara temperatur dan salinitas dari data.



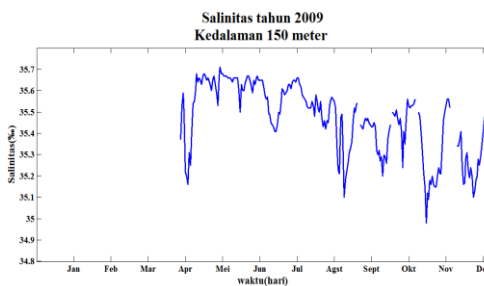
C. Hubungan Temperatur dan Salinitas

Indonesia merupakan wilayah yang memiliki kedalaman laut yang cukup dangkal, jadi sinar matahari masih dapat menembus dan mempengaruhi penguapan, selain itu curah hujan juga mempengaruhi temperatur dan salinitasnya. *Thermocline* adalah suatu lapisan yang membagi 2 massa air di perairan, lapisan ini merupakan lapisan pembatas antara air yang berada di permukaan dan yang berada di bawahnya, pada umumnya lapisan ini memiliki fluktuasi temperatur yang sangat tajam dibandingkan dengan lapisan air lainnya, sedangkan *halocline* adalah sebuah lapisan vertikal di dalam laut dimana kadar garam berubah dengan cepat sejalan dengan perubahan kedalaman. Perubahan kadar garam ini akan mempengaruhi kepadatan air sehingga lapisan ini berfungsi sebagai dinding pemisah antara air asin dan air tawar.

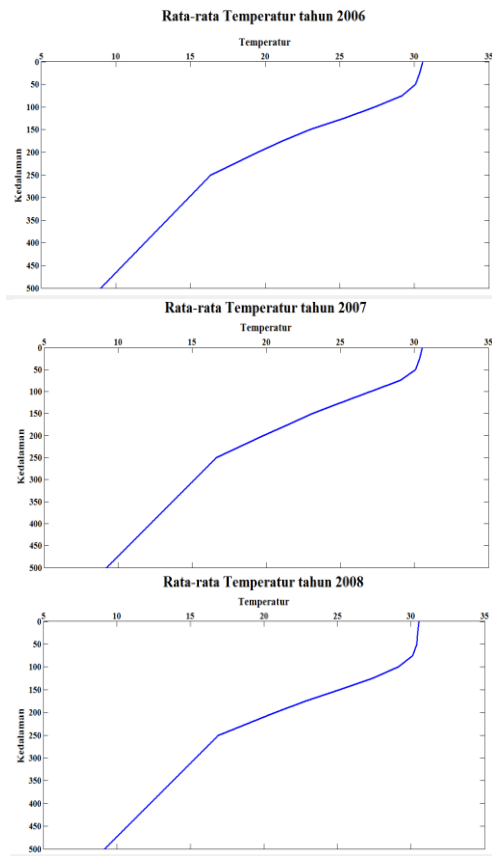


Gambar 8 menunjukkan hubungan antara temperatur dan salinitas, pada kedalaman tertentu nilai temperatur dan salinitas tidak berbanding lurus, seperti pada kondisi temperatur 30°C, memiliki nilai salinitas 33 ‰, sedangkan pada kondisi temperatur 25°C, memiliki nilai salinitas 35 ‰. Keadaan tersebut dapat dilihat pula pada Gambar 9 dan 10.

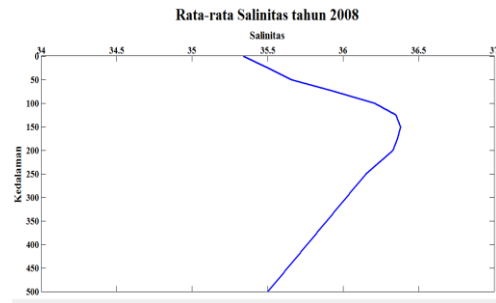
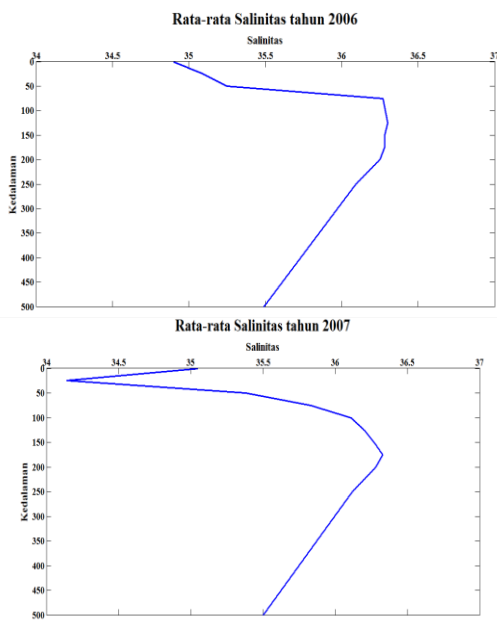
Gambar. 6. Data *time series* temperatur dan salinitas tahun 2007.



Temperatur (Gambar 11) mengalami perubahan pada setiap kedalamannya. Perubahan tersebut diakibatkan karena radiasi dari angkasa dan matahari, konduksi panas dari atmosfer dan penguapan. Nilai rata-rata temperatur pada permukaan sebesar 30,55°C, lalu semakin menurun dengan bertambahnya kedalaman dan pada kedalaman 500 meter nilainya sebesar 9°C.



Gambar. 9. Rata-rata temperatur tiap kedalaman pada tahun 2006, 2007 dan 2008.



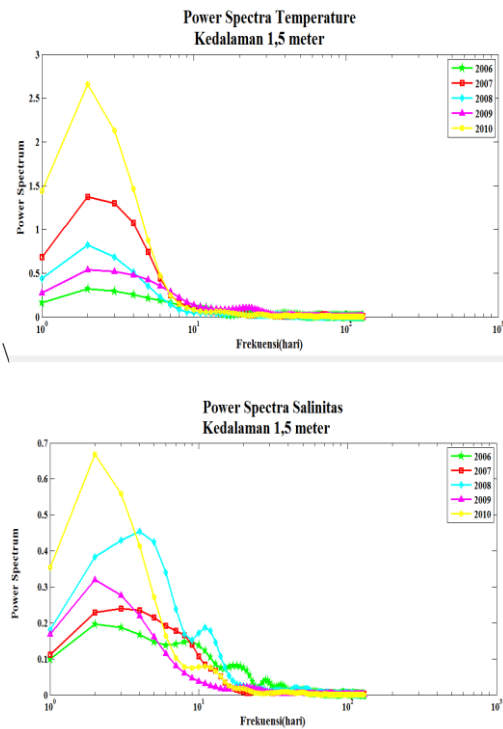
Gambar. 10. Rata-rata salinitas tiap kedalaman pada tahun 2006, 2007 dan 2008.

Menurut data-data salinitas, salinitas pada kedalaman 150 meter mengalami peningkatan dibanding pada kedalaman lainnya. Hal ini disebabkan karena adanya pertemuan material-material dari permukaan laut dengan dari dasar laut. Namun pada kedalaman 250 meter pola salinitas memasuki lapisan *halocline*, yaitu lapisan dimana salinitas berubah cepat sesuai dengan bertambahnya kedalaman. Keadaan salinitas tersebut dibuktikan dari nilai rata-rata salinitas per kedalaman pada tahun 2006, 2007 dan 2008 (lihat Gambar 12), dimulai dari permukaan salinitas memiliki nilai sebesar 35 ‰ lalu nilai tersebut membesar seiring dengan bertambahnya kedalaman dan mengecil pada kedalaman diatas 150 meter.

Lapisan *thermocline* dan *halocline* memiliki kedalaman yang berbeda sesuai dengan kondisi masing-masing daerah. Contohnya pada perairan Puerto Rico memiliki kedalaman 5000 meter, lapisan-lapisan tersebut ada pada kedalaman 1000 meter. Contoh lain pada perairan Selat Makassar, pada perairan tersebut memiliki kondisi kedalaman yang dangkal, sehingga lapisan *thermocline* dan *halocline* ada pada kedalaman 150 meter. Sedangkan pada Gambar 11 dan 12, daerah Sorong, Papua Barat, memiliki lapisan *thermocline* dan *halocline* ini terletak pada kedalaman 250 meter. Kedua daerah ini memiliki kesamaan profil hubungan temperature dan salinitas karena berada di perairan Indonesia yang memang memiliki kedalaman perairan yang dangkal.

D. Analisa Power Spectra

Anomali air laut yang terjadi di perairan Samudra Pasifik memiliki dampak yang besar pada bumi kita ini. Kejadian *El Nino* dan *La Nina* ini mengubah perputaran musim yang biasa berjalan normal. Untuk mengetahui perbedaan antara data *time series* yang ada baik data temperatur tahunan atau salinitas tahunan, maka digunakan analisa spectra untuk dapat mengetahui pengaruh kejadian tersebut. Pada tahun 2006, dimana terjadi *El Nino* dan *La Nina* dengan nilai yang tidak cukup kuat, sehingga dapat dikatakan bahwa tahun 2006 ini mengalami kejadian yang normal, yaitu dengan temperatur yang rendah saat musim hujan dan temperatur yang tinggi pada saat musim kemarau. Keadaan normal ini dapat dijadikan perbandingan dengan tahun-tahun yang lain, yaitu tahun 2007, 2008, 2009 dan 2010, dimana nilai energi power spektrumnya paling rendah.



Gambar. 11 Power spectra.

Tahun 2010 temperatur meningkat pada pertengahan tahun, dikarenakan pada pertengahan tahun ini terjadi peningkatan energi *El Nino* yang kuat (paling kuat sejak 1998). Pada Gambar 13 diatas, juga dapat dilihat bahwa tahun 2010 memiliki energi spectra yang paling tinggi. Namun dampak yang terjadi di sekitar Indonesia tidak begitu parah karena temperatur di sekitar Indonesia juga mengalami peningkatan (terjadi saat musim kemarau). Dari hasil analisa spectrum, juga dapat dikatakan bahwa nilai frekuensi baik temperature maupun salinitas, mempunyai nilai frekuensi yang hampir sama untuk setiap tahunnya.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil analisa, dapat disimpulkan bahwa hubungan antara temperatur dan salinitas tidak berbanding lurus, seperti pada kondisi temperatur 30°C, memiliki nilai salinitas 33 ‰, sedangkan pada kondisi temperatur 25°C, memiliki nilai salinitas 35 ‰. Selain itu, curah hujan yang tinggi juga mempengaruhi nilai salinitas. Nilai temperatur dan salinitas berubah sesuai dengan bertambahnya kedalaman. Namun pada kedalaman 250 meter, nilai temperatur dan salinitas berubah secara signifikan karena adanya lapisan *thermocline* dan *halocline*. Kedua lapisan tersebut bisa berubah-ubah akibat kejadian *El Nino* dan *La Nina* yang mengakibatkan penguapan dan curah hujan yang tinggi.

Kejadian *La Nina* tahun 2007 menyebabkan banjir di beberapa daerah, seperti Jakarta dan Timor Leste. Banjir tersebut sempat membuat perekonomian berhenti karena menutup akses-akses vital. Besar dampak kejadian *El Nino* dan *La Nina* bergantung pada kondisi temperatur air laut pada masing-masing daerah. Seperti pada kejadian *El Nino* tahun 2009/2010 yang menguat pada saat musim penghujan di

Indonesia, sehingga kejadian tersebut hanya mempercepat masuknya musim kemarau tetapi tidak menyebabkan kemarau panjang (seperti kejadian *El Nino* tahun 1998).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alan, B. 2012. *What Goes Down Must Come Back Up*. <http://www.nasa.gov>. (Diakses pada Juni 2013).
- [2] Australian, G. *El Nino and La Nina*. <http://www.bom.gov.au>. (Diakses pada Juni 2013).
- [3] Bendat, J.S. dan Piersol, A.G. 1986. *Random Data, Analysis And Measurement Procedures*. New York: John Wiley & Sons.
- [4] Cooley, J.W. dan Tukey, J.W. 1965. *An algorithm for the machine computation of the complex fourier series*. *Math. Computation*, 19:2978211;301.
- [5] Delphine, D. 2002. *El Nino-Southern Oscillation (ENSO) phenomenon*. <http://www.grida.no>. (Diakses pada Juni 2013).
- [6] Djunarsjah, Eka. 2005. *Hidrografi II: Bagian IV Sifat-sifat Fisik Air Laut*.
- [7] Erinaldi. *Banjir Mulai Menyebar di Indonesia*. <http://nasional.news.viva.co.id>. (Diakses pada Juni 2013).
- [8] Gross, M.G. 1990. *Oceanography : A View of Earth*. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliff. New Jersey.
- [9] Robert, H. 2005. *Introduction to Physical Oceanography*.
- [10] Ilahude, A.G. 1999. *Pengantar Ke Oseanografi Fisika*. Pusat dan Pengembangan.
- [11] Jamstec. *TRITON Buoy*. <http://www.jamstec.go.jp>. (Diakses pada Maret 2013).
- [12] Jan, N. 2013. *El Nino and La Nina Years and Intensities*. <http://www.cpc.noaa.gov>. (Diakses pada Mei 2013).
- [13] Laevastu, T. dan Hela, I. 1970. *Fisheries Oceanography*. London: Fishing News (Books) LTD.
- [14] Madriyanto. 2007. *Jakarta Under Water*. <http://madriyanto.blogspot.com>. (Diakses pada Juni 2013).
- [15] Mollweide. 2009. *World Monthly Temperature*. <http://www.zonu.com>. (Diakses pada Juni 2013).