

**HUBUNGAN KONDISI SOUTH EQUATORIAL CURRENT (SEC) DENGAN
INDEKS NINO 3.4 DI SAMUDRA PASIFIK TAHUN 2010 – 2014**

**THE RELATIONSHIP OF SOUTH EQUATORIAL CURRENT (SEC) CONDITIONS
WITH THE NINO INDEX 3.4 IN THE PACIFIC OCEAN, 2010 – 2014**

Dyah C. Puspitasari¹, Amron¹, Gentio Harsono²

¹Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto

²Dinas Oseanografi Meteorologi Pusat Hidro-Oseanografi TNI AL
Email Address: hgentio1969@gmail.com

ABSTRAK

Samudera Pasifik merupakan tempat berkumpulnya massa air yang datang dari belahan bumi selatan melalui *South Equatorial Current* (SEC), sebelah utara Samudera Pasifik melalui *North Equatorial Current* (NEC), dan *North Equatorial Counter Current* (NECC). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi SEC saat ini di Samudera Pasifik dan menganalisis hubungan antara kondisi SEC saat ini dengan Nino3.4. Metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah metode laboratorium. Data yang diambil adalah data TRITON bouy 4 di garis khatulistiwa 156°BT. Hasil analisis harmonik dan analisis korelasi silang dalam suatu gambar grafik data. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa arus SEC Samudera Pasifik pada bouy TRITON 4 menunjukkan bahwa pada bulan Januari 2010 – Februari 2011 mempunyai kecepatan tertinggi sebesar 2,1 cm/s dengan arah arus dominan ke arah timur laut dan timur. Pada bulan Maret 2011 – Februari 2012 kecepatan arus tertinggi sebesar 1,5 cm/s dengan arah arus dominan ke arah timur dan berubah arah ke tenggara. Pada bulan Maret 2012 – Oktober 2013 kecepatan arus mulai menurun yaitu 1,5 cm/s dan arah arus menuju ke selatan kemudian membelok ke barat. Pada bulan November 2013 – Desember 2014 kecepatan tertinggi 3,8 cm/s dan arah arus berubah dari barat ke utara. Hasil korelasi silang SEC dengan NINO 3.4 menunjukkan level positif 0,62 dengan jeda waktu 2 bulan. Hal ini dapat diartikan bahwa NINO 3.4 mempengaruhi aliran SEC.

Kata Kunci: Arus Khatulistiwa Selatan, Samudera Pasifik, TRITON-JAMSTEC, NINO 3.4, Koefisien Korelasi

ABSTRACT

Pacific Ocean is a gathering place for the mass of water coming from the southern hemisphere through the South Equatorial Current (SEC), north of the Pacific Ocean via the North Equatorial Current (NEC), and the North Equatorial Counter Current (NECC). This study aims to analyze the current condition of the SEC in the Pacific Ocean and analyze the relationship between the current condition of the SEC with Nino3.4. The method used for this study is the laboratory method. The data retrieved is data TRITON bouy 4 at the equator 156°E. The results of harmonic analysis and cross-correlation analysis in a data graphic images. The results of this study indicate that the SEC currents in the Pacific Ocean on a bouy TRITON 4 shows that in January 2010 - February 2011 had a highest speed of 2.1 cm / s with the dominant current direction towards the northeast and east . In March 2011 - February 2012 the highest flow velocity of 1.5 cm / s with a dominant current direction towards the east and changed direction to the southeast . In March 2012 - October 2013 began to decline from the current speed of 1.5 cm / s and the current direction towards the south and then turned to the west . In November 2013- December 2014 the highest speed of 3.8 cm / s and the current direction changes from west to the north. The results of the cross-correlation between SEC and NINO 3.4 shows the positive level of 0.62 with a lag time of 2 months. It can be interpreted that the NINO 3.4 affecting the flow of the SEC.

Keywords: South Equatorial Current, Pacific Ocean, TRITON-JAMSTEC, NINO 3.4, Correlation Coefficient

1. PENDAHULUAN

Samudra Pasifik adalah kawasan kumpulan air terbesar di dunia, serta mencakup kira-kira sepertiga permukaan bumi. Samudra ini terletak di antara Benua Asia dan Benua Australia di sebelah barat, Benua Amerika di sebelah timur, Benua Antartika di sebelah selatan dan Samudra Arktik di sebelah utara. Perairan wilayah ini merupakan tempat berkumpulnya massa air yang datang dari bumi belahan selatan yaitu *South Equatorial Current (SEC)*, utara dari samudra pasifik melalui *North Equatorial Current (NEC)*, dan *North Equatorial Counter Current (NECC)*. Disamping itu terjadinya fenomena El Nino ditandai oleh terjadinya pergeseran kolom hangat yang biasanya berada di perairan Indonesia ke arah timur (Pasifik Tengah) yang diiringi oleh pergeseran lokasi pembentukan awan yang biasanya terjadi di wilayah Indonesia ke arah timur yaitu di Samudra Pasifik Tengah. Fenomena ENSO (*El-Nino Southern Oscillation*) yang kemudian dapat menyebabkan timbulnya arus (Mulyana, 2002).

Arus laut adalah pergerakan massa air laut secara horizontal maupun vertikal dari satu lokasi ke lokasi lain untuk mencapai kesetimbangan dan terjadi secara kontinu. Gerakan massa air laut tersebut timbul akibat pengaruh dari resultan gaya-gaya yang bekerja dan faktor yang mempengaruhinya. Berdasarkan gaya-gaya yang mempengaruhinya (Brown *et al.*, 1989), arus laut terdiri dari : arus geostropik, arus termohalin, arus pasang surut, arus ekman dan arus bentukan angin. Arus yang mengalir pada wilayah ini sangat beragam dengan arus khatulistiwa pasifik sebagai komponen utamanya. Arus Khatulistiwa Pasifik (*Equatorial Pacific Current*) terdapat pada kedua sisi garis khatulistiwa dengan arus khatulistiwa selatan (*South Equatorial Current*) dan arus khatulistiwa utara (*North Equatorial Current*) pada bagian bumi utara (BBU). Arus *South Equatorial Current (SEC)* yang mengalir ke arah barat laut dan membawa massa air dari Pasifik selatan atau massa air *South Pacific Intermediate Water (SPIW)* yang

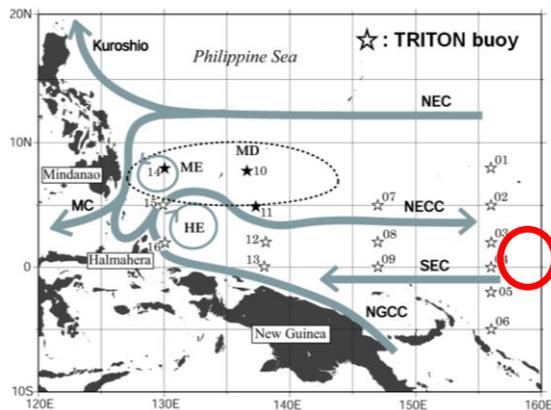
bergerak ke arah Laut Halmahera lewat utara Pulau Papua dan terletak di lapisan dalam (Tomczak dan Godfrey, 1994). *South Equatorial Current (SEC)* dipengaruhi oleh Fenomena ENSO (*El-Nino Southern Oscillation*). *South Equatorial Current (SEC)* merupakan sebaran arus yang dominan mengarah ke arah barat laut diduga masih dipengaruhi oleh arus *New Guinea Coastal Under Current (NGCUC)*. Arus *South Equatorial Current (SEC)* yang mengalir ke arah barat laut dan membawa massa air dari Pasifik selatan atau massa air *South Pacific Intermediate Water (SPIW)* yang bergerak ke arah Laut Halmahera lewat utara Pulau Papua dan terletak di lapisan dalam (Tomczak dan Godfrey, 1994 dan Ffield, 1992). Menurut Wrytki (1961) Arus khatulistiwa selatan (*South Equatorial Current*) meluas sampai kira-kira 5° LU.

Fenomena El Nino dan La Nina dapat dipelajari dari beberapa indikator yaitu indeks NINO dan SOI (*Southern Oscillation Index*) yang mengamati perubahan kondisi atmosfer di sekitar samudra Pasifik. Indikator yang digunakan dalam penelitian ini Indeks Nino 3.4. Indeks Nino 3.4 ini dihitung berdasarkan prinsip perhitungan untuk *monitoring, assessment* dan prediksi siklus ENSO. Indeks Nino 3.4 dapat digunakan untuk melihat perubahan nilai SST dari rata-rata daerah Nino 3.4. Diambil rata-rata pertiga bulan dijalankan dan dilihat nilai perubahan SST sama dengan analisis SST historis. Indeks ini digunakan untuk melihat kondisi arus di suatu tempat dalam prespektive historis (Pranowo *et al.*, 2005). Beberapa metode untuk mengetahui sinyal arus yang kuat telah dilakukan. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisa karakteristik arus adalah dengan metode Analisis Deret Waktu (*Time Series Analysis*). Kelebihan metode Analisis Deret Waktu ini antara lain adalah dapat menganalisa data acak (*Random*) yang berupa sinyal (*Spectral*) menjadi data kontinu (*Series*) berdasarkan frekuensi atau periode data tersebut. Data yang digunakan yaitu data *Triangle Trans Ocean (TRITON)* yang diambil dari *TRITON Bouy 4* dan Indeks Nino 3.4 yang akan diteliti bagaimana keterkaitannya

dengan *South Equatorial Current* (SEC). Penelitian ini bertujuan mengetahui hubungan kondisi arus SEC dengan Indeks Nino 3.4.

2. MATERI DAN METODE

Bouy TRITON (*Triangle Trans Ocean Bouy Network*) pertama dipasang disekitar 156° BT Samudra Pasifik bagian barat sejak tahun 1998 lewat program *Tropical Atmosphere Ocean* (TAO) oleh *Japan Agency For Marine-Earth Science and Technology* (JAMSTEC). Peta Letak *bouy* TRITON dan TAO dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 1. Ilustrasi Low Latitude Western Boundary Currents (LLWBCs) di ekuator Pasifik barat (Kashino *et al.*, 2013). Bulatan merah adalah lokasi Triton Bouy Nomor 04.

Program ini salah satunya bertujuan untuk mengamati fenomena-fenomena yang ada di Samudra Pasifik antara lain: variabilitas musiman dan tahunan serta dinamika arus khatulistiwa, dan proses interaksi laut dan atmosfer termasuk siklus hidrologi dengan salah satu penekanannya pada MJO (*Madden Julian Oscillation*). Proses pencapaian tujuan program TAO adalah dengan meletakkan berbagai macam sensor seperti sensor arah dan kecepatan angin, radiasi gelombang pendek, suhu udara dan kelembaban relatif, curah hujan, tekanan udara, suhu dan salinitas air, serta arah dan kecepatan arus (Kuroda, 2002).

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode laboratorium. Data yang diambil adalah data TRITON

bouy nomor 4 berupa data harian arus, yang digunakan merupakan data harian mulai dari tahun 2010 – 2014. Bouy ini terletak di posisi 0° 156°BT yang di unduh dari

http://www.jamstec.go.jp/jamstec/TRITON/real_time/ dalam bentuk file (.nc). Kemudian file (.nc) akan dirubah kedalam bentuk (.txt). Selanjutnya file difilter D dianalisis harmonik dan analisis *cross* corelasi, yang kemudian hasil data berupa gambar grafik. Untuk Indeks Nino 3.4 diunduh dari laman : https://psl.noaa.gov/gcos_wgsp/Timeseries/Nino34/.

3. ANALISIS DATA

Analisis Kondisi Arus SEC. Analisis yang digunakan untuk mengetahui kondisi arus SEC di Samudra Pasifik adalah *stick plot*. Metode ini mampu menggambarkan data vektor seperti angin dan arus kedalam bentuk garis yang langsung menunjukkan besaran kecepatan dan arahnya sekaligus pada satu plot. Prosedur alternatif untuk menggambarkan data vektor pada *time domain* adalah dengan menguraikan data tersebut menjadi komponen rectangular yaitu 'u' (komponen timur barat) dan 'v' (komponen utara selatan) (Pickard dan Emery, 1990).

Analisis Korelasi Hubungan Arus SEC dengan Indeks Nino 3.4. Hubungan arus SEC dengan Indeks Nino 3.4 dilakukan dengan menggunakan analisis regresi linear sederhana. Analisis korelasi dilakukan dengan menggunakan program Matlab. Korelasi adalah istilah statistik yang menyatakan derajat hubungan linier (searah bukan timbal balik) antara dua variabel atau lebih. Korelasi silang digunakan untuk melihat apakah ada hubungan antara fluktuasi dua parameter. Artinya apakah suatu fluktuasi dibangkitkan oleh fluktuasi lainnya spektrum korelasi silang terdiri dari spektrum densitas energi, koherensi dan beda fase antara variabel (x) dan (y) (Bendat dan Piersol, 1971).

Analisis korelasi linear adalah suatu cara untuk mengetahui keeratan hubungan dua variabel, yaitu apakah suatu kejadian berkaitan dengan kejadian lainnya

dilambangkan dengan r . Dalam penelitian ini variabel x merupakan nilai dari komponen arus SEC sedangkan variabel y merupakan Indeks Nino 3.4. Analisis korelasi tidak memberikan dugaan tentang adanya hubungan kausalitas atau hubungan sebab akibat antara variabel yang bersangkutan. Analisis korelasi bertujuan mengukur kuat atau tidaknya tingkat keeratan hubungan (korelasi) linier antara dua variabel (Walpole, 1995). Adapun rumus koefisien korelasi sederhana sebagai berikut (Walpole, 1982):

$$r = \frac{\sum_1^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_1^n (x_i - \bar{x})(x_i - \bar{x}) \sum_1^n (y_i - \bar{y})(y_i - \bar{y})}}$$

Keterangan :

- r = Koefisien Korelasi
- x = Arus SEC
- y = Indeks Nino 3.4

Nilai r^2 memperlihatkan koefisien determinasi contoh yang menjelaskan bilangan yang menyatakan variasi nilai-nilai variabel y (Indeks Nino 3.4) yang dapat dijelaskan oleh nilai-nilai variabel x (Arus SEC) melalui hubungan linear. Semakin tinggi nilai r^2 mengindikasikan bahwa hubungan antar komponen yang semakin erat (Walpole, 1995).

Kisaran nilai korelasi:

$r^2 < 50\%$, berarti korelasi antara x dan y tidak berpengaruh nyata satu sama lain

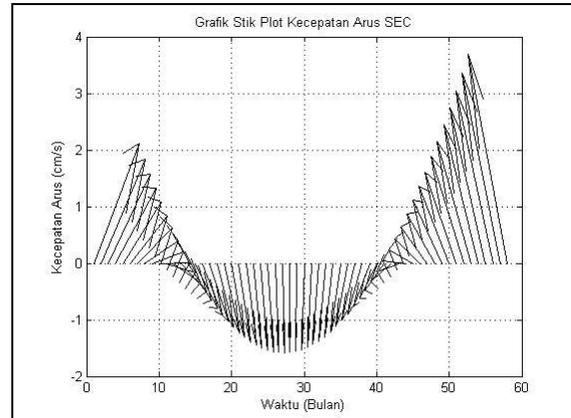
$r^2 > 50\%$, berarti korelasi antara x dan y berpengaruh nyata satu sama lain

Komputansi untuk mendapatkan korelasi antara X korelasi antara arus SEC dan Indeks Nino 3.4. dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Matlab. Fungsi dari X korelasi adalah untuk melihat jeda (*lag*) antara arus SEC dengan Indeks Nino 3.4 di Samudra Pasifik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Arus South Equatorial Current (SEC) Perairan Samudra Pasifik memiliki tiga sistem arus utama dalam sistem arus permukaan yaitu arus Khatulistiwa Selatan (*South Equatorial Current*), arus Khatulistiwa Utara (*North Equatorial Current*), dan arus sakal (*Equatorial Counter Currents*). Pengaruh ketiga arus

ini pada karakteristik arus pada TRITON *bouy* 4 berbeda-beda tergantung pada musim yang berlangsung. Pada Gambar 5 merupakan hasil kecepatan arus (cm/s) dan arah arus dari rata-rata bulanan dari tahun 2010-2014.



Gambar 2. Grafik stik plot arus SEC tahun 2010-2014

Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa mulai dari bulan Januari 2010 - Februari 2011 kecepatan arus memiliki kecenderungan menurun dengan kecepatan tertinggi 2.1 cm/s. Arah arus pada bulan tersebut dominan ke arah timur laut dan timur. Pada bulan Maret 2011 – Februari 2012 kecepatan arus mulai meningkat dengan kecepatan tertinggi 1.5 cm/s. Arah arus pada bulan tersebut dominan ke arah timur dan berubah arah ke tenggara. Pada bulan Maret 2012 – Oktober 2013 kecepatan arus mulai menurun dari 1.5 cm/s dan mengalami perubahan arah arus. Arah arus pada bulan tersebut pada awalnya ke arah selatan kemudian berubah ke arah barat. Pada bulan November 2013-Desember 2014 kecepatan arus mulai meningkat dengan kecepatan tertinggi 3.8 cm/s. Arah arus pada bulan tersebut mengalami perubahan dari arah barat menuju ke arah utara.

Angin yang bertiup di atas permukaan laut merupakan pembangkit arus dan juga pembangkit utama gelombang. Menurut Nining (2002), sirkulasi dari arus laut terbagi atas dua kategori yaitu sirkulasi di permukaan laut (*surface circulation*) dan sirkulasi di dalam laut (*intermediate or deep circulation*). Arus pada sirkulasi di permukaan laut didominasi oleh arus yang

ditimbulkan oleh angin sedangkan sirkulasi di dalam laut didominasi oleh arus termohalin. Arus termohalin timbul sebagai akibat adanya perbedaan densitas karena berubahnya suhu dan salinitas massa air laut.

Arus termohalin dapat terjadi di permukaan laut demikian juga dengan arus yang ditimbulkan oleh angin dapat terjadi hingga dasar laut. Sirkulasi yang digerakan oleh angin terbatas pada gerakan horisontal dari lapisan atas air laut. Berbeda dengan sirkulasi yang digerakan angin secara horisontal, sirkulasi termohalin mempunyai komponen gerakan vertikal dan merupakan agen dari pencampuran massa air di lapisan dalam. Arus memainkan peranan penting dalam memodifikasi cuaca dan iklim dunia (Duxbury *et al.*, 2002).

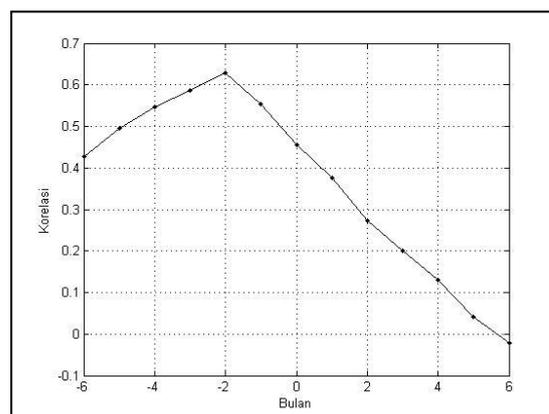
Angin merupakan salah satu gaya utama yang menyebabkan timbulnya arus laut selain gaya yang timbul akibat dari tidak samanya pemanasan dan pendinginan air laut. Arus permukaan laut umumnya digerakan oleh stress angin yang bekerja pada permukaan laut. Angin cenderung mendorong lapisan air di permukaan laut dalam arah gerakan angin. Tetapi karena pengaruh rotasi bumi atau pengaruh gaya Coriolis, arus tidak bergerak searah dengan arah angin tetapi dibelokkan ke arah kanan dari arah angin di belahan bumi utara dan arah kiri di belahan bumi selatan. Jadi angin dari selatan (di belahan bumi utara) akan membangkitkan arus yang bergerak ke arah timur laut. Arus yang dibangkitkan angin ini kecepatannya berkurang dengan bertambahnya kedalaman dan arahnya berlawanan dengan arah arus di permukaan (Azis, 2006).

4.1. Hubungan Antara Arus dan Indeks Nino 3.4

Penentuan fase ENSO dilakukan dengan melakukan analisis terhadap indeks NINO yang mengamati perubahan kondisi atmosfer di sekitar samudra Pasifik. Selain menunjukkan fase ENSO, indeks NINO juga dapat menentukan intensitas El Nino/La Nina yang terjadi. Sehingga nilai dari indeks Nino 3.4 ini di analisis dengan metode korelasi silang dengan arus SEC

komponen timur-barat yang akan menghasilkan nilai koefisien korelasi silang.

Nilai koefisien korelasi silang antara arus SEC dengan Indeks Nino 3.4 ini sangat bervariasi dan berbeda-beda pada tiap *bouy* TRITON. Data yang digunakan untuk korelasi silang ini merupakan data arus timur-barat pada *bouy* TRITON 4 pada Januari 2010 hingga Desember 2014. Nilai korelasi yang positif menunjukkan bahwa nilai Indeks Nino 3.4 diharapkan mempengaruhi arus. Seperti pada Gambar 6 yang menunjukkan korelasi silang antara arus SEC komponen timur-barat dengan indeks Nino3.4.



Gambar 3. X-Korelasi Arus SEC terhadap INDEKS NINO 3.4

Hasil dari korelasi silang antara Arus SEC dengan indeks NINO 3.4 menunjukkan nilai positif. Pada Gambar 6 puncak korelasi berada di titik -2 dengan tingkatan 0.62 (62%). Hal ini menunjukkan bahwa indeks NINO 3.4 memiliki tingkat keeratan hubungan dengan arus SEC komponen timur-barat dengan nilai 62 % dengan jeda waktu keterlambatan 2 bulan. Hal tersebut dapat diartikan bahwa indeks NINO 3.4 mempengaruhi arus SEC.

Hasil analisis korelasi silang ini dimungkinkan karena indeks NINO 3.4 yang merupakan salah satu indikator yang digunakan untuk menduga terjadinya El-Nino dan La-Nina mempengaruhi pergerakan arus SEC di Samudra Pasifik. Menurut Dupe (2000), untuk menjelaskan pemicu El Niño dan La Niña adalah melemahnya angin passat di daerah Pasifik yang berkaitan dengan osilasi selatan.

Melemahnya angin passat menyebabkan kolam hangat yang terkumpul di bagian tengah Samudera Pasifik bergerak ke arah timur Samudera Pasifik. Pemicu lainnya adalah aktifitas konveksi tropis di lautan Hndia dan terjadinya badai yang kuat. Aktifitas ini harus berlangsung minimal selama satu bulan. Oleh karena badai tropis ini bersifat geostropik, maka angin yang ditimbulkan di sekitar ekuator selalu bertiup ke arah timur. Jika badai ini cukup kuat atau berlangsung cukup lama, maka angin baratan ini cukup kuat untuk memicu El Nino. Pada waktu terjadi La Nina, angin passat kuat dan pusat konvergensi sirkulasi Walker bergeser ke arah barat di daerah Indonesia dan sekitarnya. Sehingga terjadinya fenomena El Nino dan La Nina mempengaruhi pergerakan massa air yang ada di Samudra Pasifik.

Kekuatan transpor massa air laut secara langsung sangat dipengaruhi oleh suhu, densitas dan elevasi muka air, sehingga secara tidak langsung ENSO yang terdiri atas kondisi normal, El Nino, dan La Nina mempengaruhi suhu, densitas dan elevasi muka air yang memberikan keterkaitan dengan kekuatan transpor yang bergerak. Kekuatan transpor tersebut dapat menguat ataupun melemah sesuai dengan kondisi ENSO (Muhammad *et al.*, 2012).

Fenomena El Nino atau La Nina biasanya dapat menimbulkan pergeseran pola curah hujan, perubahan besaran curah hujan dan perubahan temperatur. Akibat lebih lanjut adalah terjadinya musim kemarau yang semakin panjang, kekeringan yang menimbulkan terjadinya kebakaran hutan di daerah yang sensitif dan banjir. Kejadian El Nino biasanya diikuti dengan penurunan curah hujan dan peningkatan suhu udara, sedangkan kejadian La Nina menyebabkan kenaikan curah hujan diatas curah hujan normal (Irawan, 2006).

5. KESIMPULAN

Arus SEC di Samudra Pasifik pada *bouy* TRITON 4 menunjukkan pada bulan Januari 2010 - Februari 2011 memiliki arah arus dominan ke arah timur laut dan

timur. Pada bulan Maret 2011 – Februari 2012 arah arus dominan kearah timur dan berubah arah ke tenggara. Pada bulan Maret 2012 – Oktober 2013 arah arus kearah selatan kemudian berubah ke arah barat. Pada bulan November 2013-Desember 2014 arah arus mengalami perubahan dari arah barat menuju ke arah utara. Indeks NINO 3.4 memiliki tingkat keeratan hubungan dengan arus SEC komponen timur-barat dengan nilai 62 % dengan jeda waktu keterlambatan 2 bulan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Atmaja, Lukas Setia.2008. *Manajemen Keuangan*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Azis, M.F. 2006. Gerak Air Di Laut. *Oseana*. Vol XXXI (4) : 9-21.
- Bendat, J.S. dan A.G. Piersol. 1971. *Random Data Analysis And Measurement Procedure*. John Wiley and Sons Inc. New York. 366 hal.
- BMKG. 2015. Buletin Meteo Ngurah Rai Edisi Januari 2015. BMKG. P.
- Brown et al. 1989. *Ocean Circulation*. New York. Pergamon Press.
- Cresswell, G.R. dan J.L. Luick. 2001. Current Measuranment In The Halmahera Sea. *J. Geophysic Res.* 106(C7):13.953-13.958.
- Damayanti, I. 2008. Metode Wavelet untuk Peramalan Time Series yang Non Stasioner. Tesis yang tidak dipublikasikan. ITS.
- Dupe, Z.L. 2000. *El Nino dan La Nina Dampaknya Terhadap Cuaca dan Musim di Indonesia*. Pengetahuan Alam dan Pengembangan. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan Nasional.
- Duxbury, A., Alyn B., Duxbury C., dan Sverdrup K.A. 2002. *Fundamentals of Oceanography-4th Ed*, McGraw-Hill Publishing, New York.
- Gross, M.G. 1972. *Oceanography 6th edition*. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliff. New Jersey.
- Gross, M.G. 1990. *Oceanography : A View of Earth*. Prentice Hall. Englewood Cliff. New Jersey.

- Hadi, S. dan Radjawonce I.M. 2011. *Arus Laut*. ITB. Bandung.
- Hasan, M. Iqbal. 2002. Pokok-pokok Materi Metodologi Penelitian dan Aplikasinya. Ghalia Indonesia. Bogor.
- Herunadi, B.1996. *Metoda Komputasi Untuk Analisis Harmonik dan Ellips Pasut Harian*. Teknologi Survey Laut. Direktorat TISDA. BPPT. Jakarta.
- Irawan, B. 2006. Fenomena Anomali Iklim El Nino dan La Nina: Kecenderungan Jangka Panjang dan Pengaruhnya Terhadap Produksi Pangan. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*. Vol 24 (1): 28-45.
- Jamstec. 2016. What's TRITON. http://www.jamstec.go.jp/jamstec/TRITON/real_time/overview/po-o1. (diakses tanggal 8 Agustus 2016).
- Kashino Y, Atmadipoera A.S., Kuroda Y., dan Lukijanto. 2013. Observed feature of the Halmahera and Mindanao Eddies. *J. Geo. Res. Ocean*, 6543-6560.
- Kurniawan, M. 2004. Studi Fluktuasi Arus Permukaan Frekuensi Rendah (*Low Frequency*) di Perairan Utara Papua Pada Bulan Oktober 2001 – Agustus 2002. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 133 hal.
- Kuroda, Y. 2002. TRITON :Present Status and Future Plan. TOCS No. 5 JAMSTEC. Tropical Ocean Climate Study. Japan Marine Science and Technology Centre.
- Muhammad, Rizal S., dan Affan J.M. 2012. Pengaruh ENSO (*El Niño and Southern Oscillation*) terhadap transpor massa air laut di Selat Malaka. *Depik*, 1(1) : 61-67.
- Mulyana, Erwin. 2002. Hubungan Antara ENSO dengan Variasi Curah Hujan Di Indonesia. *Jurnal Sains dan Teknologi Modifikasi Cuaca*, Vol 3 hal 1- 4.
- Nining, S.N. 2002. Oseanografi Fisis. Kumpulan Transparansi Kuliah Oseanografi Fisika, Program Studi Oseanografi. ITB.
- Pickard, G.L., dan W.J. Emery. 1990. *Descriptive Physical Oceanography : An Introduction*, 5th Edition. Pergamon Press. New York.
- Pond dan Pickard. 1983. *Introductory Dynamical Oceanography*. Pergamon Press. Oxford. 320 hal.
- Pranowo, Widodo Setiyo, A. Rita Tisiana Dwi Kuswardhani, Terry Louise Kepel, Utami Retno Kadarwati, Salvienty Makarim, dan Semeidi Husrin. 2005. Menguak Arus Lintas Indonesia. Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumberdaya Non-hayati. Jakarta.
- Putnam, Aaron E., Joerg M. Schaefer, George H. Denton, David J. A. Barrell, Robert C. Finkel, Bjørn G. Andersen, Roseanne Schwartz, Trevor J. H. Chinn, dan Alice M. Doughty. 2012. Regional climate control of glaciers in New Zealand and Europe during the pre-industrial Holocene. *Nature Geoscience*. Vol 5 : 627 – 630 p.
- Solangi, L.N, dan Nuryadi. 2015. Hubungan Curah Hujan Dengan Fenoma Global (SOI, NINO 4, NINO3.4, dan NINO WEST) Di Wilayah Papua dan Papua Barat. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, Vol. 2 No.2.
- Stowe, K. 1987. *Essentials Of Ocean Science*. John Wiley dan Sons Inc. New York.
- Supriono. 2015. Analisa Least Square Pasang Surut Menggunakan Metode Admiralty Dan Metode Dan Perhitungan Prediksi Studi Kasus Perairan Tarakan Dan Balikpapan. *Jurnal Chart Datum*, Vol. 01 No. 01: Hal 8-18.
- Sverdrup, H.U., M.W. Johnson dan R.H. Fleming. 1942. *The Oceans, Their Physics, Chemistry, and General Biology*. Prentice Hall, New York, 1087 pp.
- Tomczak, M. dan J.S. Godfrey. 1994. *Regional oceanography: an introduction*. Pergamon Press. Oxford. 422 hal.
- Walpole, Ronald E. 1995. *Pengantar Statistika*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wyrtki, K. 1961. *Physical Oceanography of Southeast Asian Waters*. The University of California. Sandiego.

Yulihastin, Erma.2009. *Pengaruh El Nino 1997 Terhadap Variabilitas Ozon Total Indonesia*. Majalah Sains dan Teknologi Dirgantara, Vol. 4 No. 2 : Hal 75 – 85.