



## Pertukaran massa air di Laut Jawa terhadap periodisitas monsun dan Arlindo pada tahun 2015

### *The water mass exchange in Java Sea due to periodicity of monsoon and ITF in 2015*

Selvita N. Siregar<sup>1\*</sup>, Lintang P. Sari<sup>2</sup>, Noir P. Purba<sup>3</sup>, Widodo S. Pranowo<sup>4</sup>,  
Mega L. Syamsuddin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran;

<sup>2</sup>Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran;

<sup>3</sup>Komitmen Research Group, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran; <sup>4</sup>Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Pesisir dan Laut, Gedung II Balitbang KP Lantai 4, Ancol Timur 14430, Jakarta, Indonesia. \*Email korespondensi: siregarselvita@gmail.com

**Abstract.** *The Java Sea with a surface area about 467.000 km<sup>2</sup>, is located in the South East Sunda Shelf with the average of depth is 40 meters, affected by several phenomena, whether physical or meteorological. This research aims to analyze the characteristics of water masses in the Java Sea and its relationship with the periodicity of the monsoon and Indonesian Throughflow Water (ITF) phenomenon. Then analyze the exchange of water masses in the Java Sea. The data used are temperature and salinity to identify the characteristics of the water masses. Ocean currents data to identify ITF patterns and winds data to identify the monsoon patterns. The data used in 2015 from the Infrastructure Development of Space Oceanography (INDESOS) sites with a resolution of 1/12°. The method used is a descriptive analysis of spatially and temporally. The results show that averaging seasonal found that southeast monsoon period salinity is higher (31-34 psu) than northwest monsoon period (29.5-33 psu), and southeast monsoon period temperature is lower (27-30.5°C) than northwest monsoon period (28.5-30.5°C). ITF phenomenon occurs in May through September and reaches its peak in June, July, and August. ITF strengthened in southeast monsoon and weakened in the northwest monsoon. ITF and monsoon have similar impacts on salinity and temperature in the Java Sea. The water masses in the Java Sea comes from the South China Sea and Makassar Strait. In the northwest monsoon, Java Sea filled by water masses of the South China Sea, while in the southeast monsoon phenomenon which coincides with ITF phenomenon, Java Sea water masses is filled by water masses from Makassar Strait. In the transition monsoon I and II, the Java Sea filled by the South China Sea and the Makassar Strait water masses.*

**Keywords:** *Monsoon, Indonesian throughflow water, Java Sea*

**Abstrak.** Laut Jawa dengan luas permukaan sekitar 467.000 km<sup>2</sup>, terletak dibagian tenggara paparan Sunda dengan kedalaman rata-rata adalah 40 meter dipengaruhi oleh beberapa fenomena, baik fisik maupun meteorologikal. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai karakteristik massa air di Laut Jawa dan hubungannya dengan periodisitas monsun serta fenomena arlindo dan menganalisis pertukaran massa air di Laut Jawa. Data yang digunakan adalah suhu dan salinitas untuk mengidentifikasi karakteristik massa air. Arus untuk mengidentifikasi pola arlindo dan angin untuk mengidentifikasi pola monsun. Data yang digunakan tahun 2012 dari situs *infrastructure development of space oceanography* (INDESOS) dengan resolusi 1/12°. Metode yang digunakan adalah deskriptif dengan pendekatan analisis secara spasial dan temporal. Berdasarkan hasil perata-rataan musiman didapatkan bahwa salinitas saat monsun timur lebih tinggi (31-34 psu) daripada saat monsun barat (29,5-33 psu), dan suhu saat monsun timur lebih rendah (27-30,5°C) daripada saat monsun barat (28,5-30,5°C). Fenomena arlindo terjadi pada bulan Mei sampai September dan mencapai puncaknya pada bulan Juni, Juli, dan Agustus. Arlindo menguat pada monsun timur dan melemah pada monsun barat. Monsun dan arlindo memiliki pengaruh yang sama terhadap salinitas dan suhu di Laut Jawa. Massa air di Laut Jawa berasal dari Laut Cina Selatan dan Selat Makassar. Pada monsun barat, Laut Jawa diisi oleh massa air Laut Cina Selatan, sedangkan pada monsun timur yang bertepatan dengan fenomena arlindo, massa air Laut Jawa diisi oleh massa air Selat Makassar. Pada monsun peralihan I dan II, Laut Jawa diisi oleh massa air Laut Cina Selatan dan juga Selat Makassar.



**Kata kunci :** Monsun, Arlindo, Laut Jawa

## **Pendahuluan**

Laut Jawa dengan terletak dibagian tenggara paparan sunda dengan luas wilayah lebih kurang 467.000 km<sup>2</sup>, kedalaman rata-rata 40 meter (Wyrcki, 1961). Massa air merupakan suatu volume air laut yang relatif besar yang terbentuk di daerah tertentu dan memiliki sifat-sifat fisika, kimia, dan biologi tertentu serta terdistribusi dalam waktu yang lama dan konstan (Mustafa, 1984). Massa air di Laut Jawa dipengaruhi oleh beberapa fenomena, baik fisikal maupun meteorologikal. Arus (pergerakan massa air) merupakan fenomena penting dalam oseanografi, karena berkaitan dengan sirkulasi atau aliran massa air. Gerakan massa air terjadi karena resultan dari berbagai macam gaya yang bekerja pada kolom massa air yang memiliki suatu percepatan (Pond dan Pickard, 1983). Gerakan-gerakan air laut disebabkan oleh beberapa faktor dan gerakan air laut ini sangat penting bagi berbagai proses alam laut, baik itu biologis atau non-biologis (Hutabarat dan Evans, 2000). Fenomena-fenomena tersebut diantaranya adalah arlindo dan monsun.

Menurut Wijaya *et al.* (2011) bahwa Arus Lintas Indonesia (Arlindo) mengontrol sebaran menegak massa air utama di kawasan timur Indonesia, sedangkan dikawasan barat Indonesia sebaran parameter oseanografi pada umumnya memiliki keragaman yang sangat kecil karena pencampuran dari angin yang dapat menyentuh dasar perairan, hingga massa air menjadi homogen (Ilahude, 1979). Transpor Arlindo diikuti oleh hembusan angin timur menimbulkan arus khatulistiwa utara dan selatan yang membawa massa air dari bagian timur khatulistiwa Pasifik ke bagian baratnya (Sverdrup, 1942). Sprintall *et al.* (2000) menyatakan bahwa karakteristik massa air yang dibawa arlindo mempengaruhi perimbangan parameter fisik perairan. Arlindo membawa karakteristik massa air yang unik karena adanya pencampuran massa air dari kedua samudra yang berbeda. Menurut penelitian (Atmadipoera *et al.*, 2009), massa air yang mengalir dari Samudera Pasifik ke Samudera Hindia melalui arlindo mengalami perubahan karakter di sepanjang perjalanannya di perairan dalam (*interior seas*) Indonesia.

Angin berhembus secara horizontal dari timur ke barat saat monsun timur dan bertiup ke arah sebaliknya saat monsun barat di Laut Jawa (Nagara *et al.*, 2007). Monsun dapat dikategorikan sebagai angin musiman secara periodik. Monsun barat laut mencapai puncaknya pada bulan Desember sampai Februari dan seringkali disertai dengan hujan dan angin, orang Indonesia biasanya menyebutnya musim hujan, sedangkan monsun tenggara mencapai puncaknya pada bulan Juni sampai Agustus dan biasanya dikategorikan sebagai curah hujan rendah, yang biasanya disebut monsun barat. Karena sifat monsun yang sangat konstan dan periodenya yang tetap, arus laut memperlihatkan karakteristik yang sama (Wyrcki, 1961). Karena itu, arus di permukaan Laut Jawa cenderung mengikuti angin pada umumnya yang berubah sepanjang tahun. Daerah monsun dibatasi oleh garis bujur 30°B dan 120°T, garis lintang 35°U dan 25°S, dan ditentukan oleh indeks monsun (Ramage, 1971). Jika ditinjau dari longitude dan latitude yang dilalui monsun, Laut Jawa dan sekitarnya merupakan suatu wilayah perairan yang dilalui oleh angin monsun. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menganalisis karakteristik dan Pertukaran Massa Air di Laut Jawa, serta menganalisis hubungan Massa Air di Laut Jawa terhadap periodisitas Monsun dan Arlindo.



**Bahan dan Metode**

**Lokasi penelitian**

Wilayah penelitian terletak di Laut Jawa dengan koordinat 3°LS - 8°LS dan 105.5°BT - 115°BT dan koordinat untuk analisis dukungan 3°LS - 8°LS dan 102.5°BT - 118°BT (Gambar 1). Laut Jawa dibagi menjadi 3 (tiga) daerah untuk mempermudah analisis secara spasial, yaitu: Laut Jawa bagian Barat (106°BT-108°BT dan 3°LS-6°LS) yang ditandai dengan area A, Laut Jawa bagian Tengah (108°BT-111°BT dan 3°LS-7°LS) yang ditandai dengan area B, dan Laut Jawa bagian Timur (111°BT-115°BT dan 3°LS-8°LS) yang ditandai dengan area C (Gambar 1). Hal tersebut dilakukan untuk melihat sejauh mana pengaruh dari masing-masing pertukaran massa air dan juga pengaruh arlindo.



Gambar 1. Peta wilayah penelitian. wilayah analisis dukungan (biru) dan Laut Jawa (biru arsir)

**Pengumpulan data**

Dataset yang digunakan pada penelitian ini adalah suhu, salinitas, arus, dan angin. Data ini diperoleh dari situs *Infrastructure Development of Space Oceanography* (INDESO) yang diunduh langsung dengan *Log In* ke *website* resminya di <http://www.indeso.web.id/>. Resolusi spasial yang digunakan untuk data monsun dan arlindo yang terdapat pada INDESO adalah 1/12° atau ukuran grid horisontal sekitar 9.25 km x 9.25 km. Untuk data massa air dan Arlindo memiliki resolusi temporal per 1 jam. Sementara untuk Monsun memiliki resolusi temporal per 3 jam (Purba dan Pranowo, 2015). Variabel yang diolah pada data monsun adalah *sowinu10* dan *sowinv10*. Data variabel yang dipilih, yaitu: *Meridian component of wind at 10m* (m/s), *Zonal component of wind at 10m* (m/s), dan *depth* (m/s). *Depth* adalah 0 meter karena



angin berhembus diatas permukaan air. Kemudian variabel tersebut dijadikan anak panah (*arrow*) untuk menunjukkan arah angin dengan komponen X dan Y. Variabel yang diolah pada data arlindo adalah U dan V. Data variabel yang dipilih, yaitu: *Eastward velocity* (m/s), *Northward velocity* (m/s), dan *depth* (m/s). *Depth* yang dipilih adalah 0 - 40.3441 yang kemudian dirata-ratakan menjadi 1 (satu) kedalaman. Kemudian variabel tersebut dijadikan anak panah (*arrow*) untuk menunjukkan arah arlindo dengan komponen X dan Y. *Output* yang dihasilkan merupakan peta spasial dan temporal.

#### **Analisis data**

*Software* yang digunakan untuk mengolah data tersebut adalah Ocean Data View (ODV). Peta spasial dan temporal yang dihasilkan kemudian dianalisis secara deskriptif berdasarkan masing-masing parameter yang digunakan. Analisis data dilakukan berdasarkan periode perataan bulanan dan musiman. Data suhu dan salinitas digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik massa air di Laut Jawa. Data arus digunakan untuk mengidentifikasi pola spasial dan pola temporal (periodisitas) Arlindo di Laut Jawa. Data angin digunakan untuk mengidentifikasi pola spasial dan pola temporal (periodisitas) Monsun di Laut Jawa.

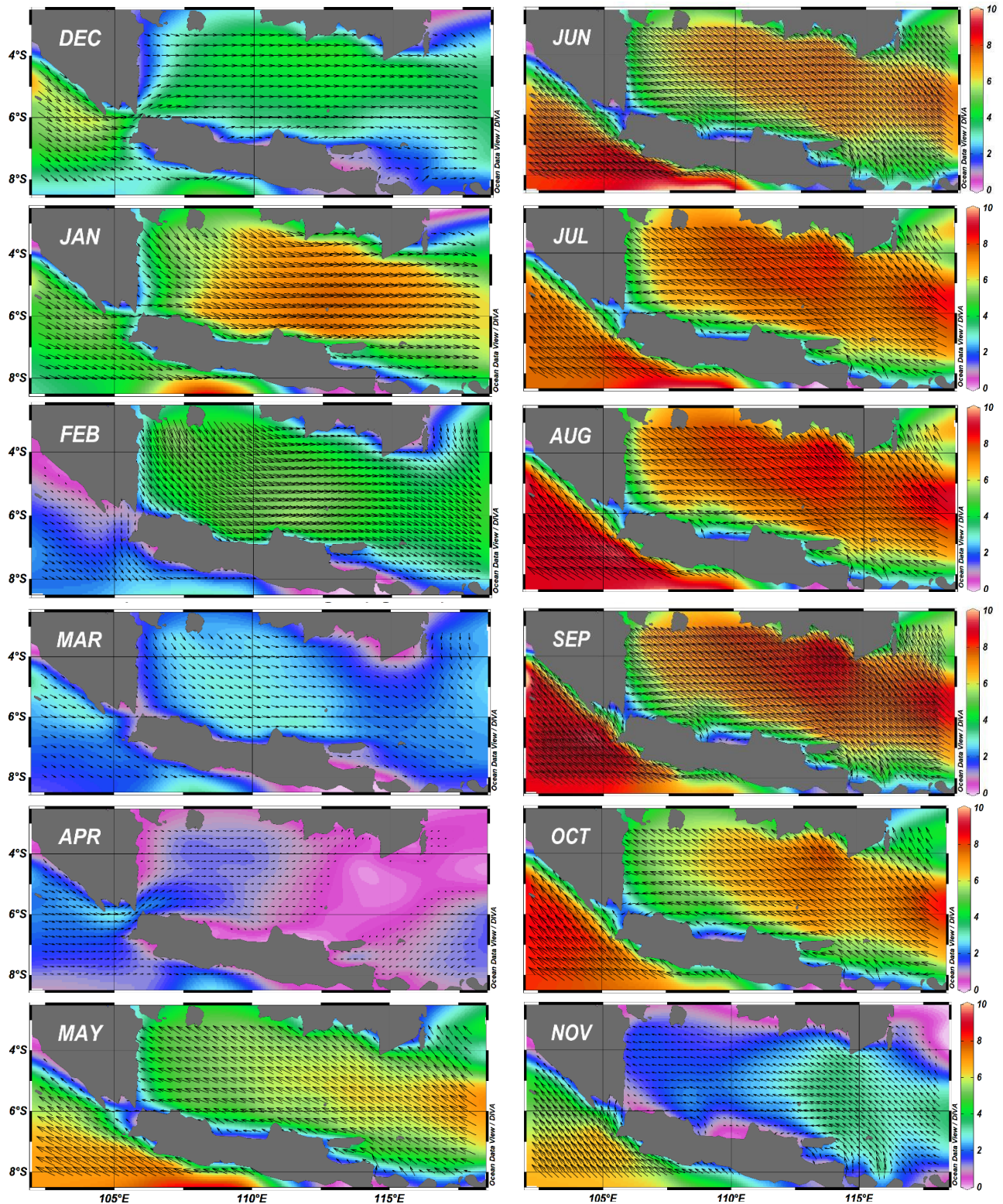
#### **Hasil dan Pembahasan**

##### **Periodisitas monsun di Laut Jawa pada tahun 2015**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, Monsun barat terjadi pada bulan Desember – Februari, monsun peralihan I terjadi pada bulan Maret – Mei, dan monsun timur terjadi pada bulan Juni – Agustus (Gambar 2).

Monsun Barat ditandai dengan pola angin yang berhembus dari Barat Laut menuju Tenggara, oleh karena itu, Monsun Barat terjadi pada bulan Desember, Januari, dan Februari (DJF) di Laut Jawa. Monsun Barat ini terjadi karena terjadi karena pusat tekanan udara tinggi berkembang diatas Benua Asia dan pusat tekanan udara rendah terjadi diatas Benua Australia sehingga angin berhembus dari barat laut menuju tenggara di Laut Jawa pada Monsun Barat. Monsun Peralihan ditandai dengan pola angin melemah dan memiliki arah yang tidak tentu, oleh karena itu bulan Maret, April, dan Mei (MAM) dan September, Oktober, dan November (SON) merupakan periode Monsun Peralihan I. Pada Monsun Peralihan I ini, pertukaran Massa Air Laut Jawa terjadi. Massa Air Laut Jawa yang tadinya berasal dari Laut Cina Selatan dan Selat Karimata pada Monsun Barat, pada Monsun Peralihan I terdapat pencampuran Massa Air dari Selat Makassar. Hal ini terjadi karena Monsun Peralihan terjadi karena matahari bergerak melintasi khatulistiwa, sehingga angin melemah dan memiliki arah yang tidak tentu. Monsun Timur ditandai dengan pola angin berhembus dari Tenggara menuju Barat Laut, oleh karena itu bulan Juni, Juli, dan Agustus (JJA) di Laut Jawa merupakan Monsun Timur. Monsun Timur terjadi karena pusat tekanan udara rendah yang terjadi diatas Benua Asia dan pusat tekanan udara tinggi diatas Benua Australia menyebabkan angin berhembus dari tenggara menuju barat laut di Laut Jawa (Wyrтки, 1961).





Gambar 2. Pola angin monsun di laut jawa terhadap kecepatan angin (m/s)

Pada bulan September – November ini, arah angin tidak berubah menjadi semestinya, hal ini dapat disebabkan karena pengaruh ENSO. ENSO menguat pada tahun 2015 dibulan September – November yang bertepatan dengan Monsun Peralihan II ini. Fenomena El-Nino Southern Oscillation (ENSO) adalah anomali antartahunan dari sistem iklim yang ditandai



dengan melemahnya pertukaran angin (Monsun Peralihan) dan meningkatnya suhu permukaan di khatulistiwa Samudera Pasifik bagian tengah dan timur. Dampak ENSO dirasakan di seluruh dunia, yaitu gangguan sirkulasi atmosfer dan pola cuaca (Wallace *et al.*, 1998).

### **Pengaruh periodisitas monsun terhadap suhu**

Hasil penelitian menunjukkan tabel sebaran Suhu di Laut Jawa berdasarkan periodisitas monsun (Tabel 1). Suhu mengalami peningkatan pada Monsun Peralihan I (Maret - April) dan mengalami penurunan pada Monsun Timur (Mei - September). Laut Jawa memiliki nilai Suhu terendah pada Monsun Timur dan Suhu tertinggi pada Monsun Barat. Hal ini dipengaruhi oleh pergerakan Angin Monsun.

Hasil penelitian (Gambar 3 dan Tabel 1) menunjukkan, nilai suhu di Laut Jawa dari Desember 2014 hingga November 2015 berkisar di antara 27-30,5°C. Nilai suhu pada monsun barat berkisar antara 28,5-30,5°C. Nilai suhu pada monsun peralihan I berkisar antara 28,5-30,5°C. Nilai suhu pada monsun timur berkisar antara 27-30,5°C. Nilai suhu pada Monsun Peralihan II berkisar antara 27-30,5°C. Nilai suhu tertinggi di Laut Jawa berdasarkan data dari INDES0 (Desember 2014 – November 2015) sekitar 30,5°C. Nilai suhu tertinggi tersebut terjadi pada monsun barat (Desember - Februari) dan monsun peralihan I (Maret - Mei). Nilai suhu terendah di Laut Jawa berdasarkan data INDES0 sekitar 27°C. Nilai suhu terendah tersebut terjadi pada monsun timur (Agustus 2015) dan monsun peralihan II (September 2015).

Tabel 1. Suhu (°C) di Laut Jawa berdasarkan periodisitas monsun

Monsun	Laut Jawa	Laut Jawa bagian barat	Laut Jawa bagian tengah	Laut Jawa bagian timur
Barat	28,5-30,5	28,5-30,5	28,5-30,5	28,5-30,5
Peralihan I	28,5-30,5	29,5-30,5	29-30,5	28,5-30,5
Timur	27-30,5	29-30	29,5-30,5	27-29,5
Peralihan II	27-30,5	28-30,5	28-30,5	27-30

Pada saat periode monsun timur, angin di Laut Jawa bergerak dari timur menuju ke barat membawa massa air dingin masuk ke Laut Jawa bagian timur menuju arah barat. Dapat terlihat dari nilai suhu pada Laut Jawa bagian tengah yang juga memiliki nilai yang rendah. Pada periode musim timur (Juni – Agustus), angin bergerak dari wilayah timur menuju barat sehingga membawa massa air yang bersuhu relatif lebih rendah dari wilayah timur menuju barat. Pada saat musim timur, suhu di wilayah timur memiliki nilai terendah yaitu berkisar antara 27-30°C. Pergerakan massa air dari wilayah timur menuju barat yang tergambar dengan pola persebaran suhu membentuk sebaran suhu yang semakin meningkat dari wilayah timur ke wilayah barat (Tabel 1). Hal ini terjadi karena, pada saat periode monsun barat, suhu cenderung lebih hangat, karena posisi matahari berada di belahan bumi bagian selatan. Laut Jawa bagian barat memiliki sebaran suhu yang paling rendah. Hal ini disebabkan pada monsun barat (Desember-Februari), massa air dari Laut Cina Selatan mengisi Laut Jawa dan mendorong air ke arah timur (Wyrтки, 1961; Nontji, 1993; Gaol dan Sadhotomo, 2007).

Pada saat periode Peralihan I, suhu di Laut Jawa mengalami peningkatan yang berkisar antara 28,5-30,5°C. Pada saat Periode Peralihan II, suhu di Laut Jawa mengalami peningkatan



di bandingkan periode sebelumnya. Berdasarkan data INDESO, suhu rata-rata berkisar antara 27-30,5°C. Laut Jawa selalu mendapatkan pengaruh dari Massa Air Laut Cina Selatan pada monsun barat dan mendapat pengaruh massa air dari Timur (selatan Selat Makassar) pada saat monsun timur. Pada saat monsun barat Laut Jawa mendapat pengaruh massa air yang lebih rendah, yang tergambar dengan nilai suhu yang rendah pada wilayah yang berbatasan dengan bagian Barat. Pada saat monsun timur menunjukkan hal yang sama, yaitu mendapat pengaruh massa air yang lebih dingin dari wilayah Timur. Gaol dan Sadhotomo (2007) juga menyatakan bahwa pengaruh massa air ini tidak terlalu besar pada lokasi Laut Jawa bagian Tengah. Dalam penelitian ini didapatkan hasil yang sesuai dengan penelitian tersebut. Hal ini dapat terlihat dari nilai sebaran suhu di Laut Jawa bagian Tengah (109°BT-111°BT dan 3°LS-7°LS) yang tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu rendah dibandingkan dengan Laut Jawa bagian Barat (106°BT-109°BT dan 3°LS-6°LS) dan Timur (111°BT-115°BT dan 3°LS-8°LS).

Berdasarkan penelitian Habibie dan Nuraini (2014), pada Monsun Barat (DJF), SPL di bumi belahan selatan (BBS) cenderung lebih hangat (28,5-29°C) dibandingkan bumi belahan utara (BBU) sekitar 28-29,5°C. Hal ini bertepatan dengan aktifnya Monsun Asia dan posisi matahari berada di BBS. Sebaliknya, pada Monsun Timur (JJA) yang bertepatan dengan periode Monsun Australia, wilayah BBS lebih dingin (27-27,5°C) dibandingkan dengan BBU (30°C). Matahari saat itu berada di BBU sehingga atmosfernya cenderung lebih hangat, hal ini diikuti oleh menghangatnya SPL di BBU. Pada Monsun peralihan, sebaran SPL di wilayah Indonesia hampir merata, tidak ada perbedaan mencolok antara BBU dan BBS. Secara umum pada periode MAM, SPL wilayah Indonesia paling hangat (29-30 °C) dibandingkan periode yang lain. Wilayah yang paling hangat meliputi Laut Jawa bagian utara. Pada periode SON, SPL wilayah Indonesia lebih dingin (28-29,5 °C) dibandingkan periode MAM.

#### **Pengaruh periodisitas monsun terhadap salinitas**

Sebaran Salinitas lebih bervariasi dibandingkan dengan sebaran Suhu pada umumnya di kawasan tropis. Dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu, presipitasi, evaporasi, masukan air tawar (*run off*), proses pengadukan (*mixing*), dan perubahan arus akibat pergantian musim.

Tabel 2. Salinitas (psu) di Laut Jawa berdasarkan periodisitas monsun

Monsun	Laut Jawa	Laut Jawa bagian barat	Laut Jawa bagian tengah	Laut Jawa bagian timur
Barat	29,5-33	30,5-31,5	30-32	29,5-33
Peralihan I	29,5-32,5	30,5-32	30,5-31,5	29,5-32,5
Timur	31-34	31-32	31-32,5	31-34
Peralihan II	31-34,5	31-32,5	32-33,5	32,5-34,5

Hasil Penelitian (Gambar 4 dan Tabel 2) menunjukkan, nilai salinitas di Laut Jawa dari Desember 2014 hingga November 2015 berkisar antara 29,5 – 34,5 psu. Nilai salinitas pada Monsun Barat berkisar antara 29,5 – 33 psu. Nilai salinitas pada monsun peralihan I berkisar antara 29,5 – 32,5. Nilai salinitas pada monsun timur berkisar antara 31 – 34 psu. Nilai salinitas pada monsun peralihan II berkisar antara 31,5 – 34,5 psu. Nilai salinitas tertinggi di Laut Jawa (Desember 2014 – November 2015) adalah sekitar 34 – 34,5 psu. Nilai Salinitas tertinggi tersebut terjadi pada monsun timur (Agustus) dan monsun peralihan II (Oktober – November). Nilai salinitas terendah di Laut Jawa berdasarkan data INDESO berkisar 29,5





psu. Nilai salinitas terendah tersebut terjadi pada monsun barat (Januari - Februari) dan monsun peralihan I (Maret).

Pada monsun barat, pusat tekanan udara tinggi berkembang diatas Benua Asia dan pusat tekanan udara rendah terjadi diatas Benua Australia sehingga angin berhembus dari Barat Laut menuju Tenggara. Matahari berada di belahan Bumi Bagian Selatan (BBS) pada monsun barat, sehingga benua Australia mengalami musim panas dan benua Asia mengalami musim dingin. Saat hal ini terjadi tekanan di benua Australia rendah, sedangkan di benua Asia tinggi. Angin berhembus dari tekanan tinggi ke tekanan rendah (Hukum Buys Ballots), sehingga angin berhembus dari benua Asia ke Australia. Laut Jawa mengalami musim hujan akibat adanya massa uap air yang dibawa oleh angin tersebut saat melewati Samudra Pasifik dan Laut Cina Selatan. Hal tersebut menyebabkan, pada monsun barat akan terjadi penurunan nilai salinitas (salinitas rendah) akibat masukan air tawar dan presipitasi dalam jumlah yang besar (Wyrтки, 1961; Ilahude, 1979).

Pada monsun timur, pusat tekanan udara tinggi berkembang diatas Benua Australia dan pusat tekanan udara rendah terjadi diatas Benua Asia. Matahari berada di belahan Bumi Bagian Utara (BBU) pada monsun timur, sehingga benua Asia mengalami musim panas dan benua Australia mengalami musim dingin. Saat hal ini terjadi tekanan di benua Asia rendah, sedangkan di benua Australia tinggi. Angin berhembus dari tekanan tinggi ke tekanan rendah (Hukum Buys Ballots), sehingga angin berhembus dari benua Australia ke Asia. Indonesia mengalami musim kemarau karena tidak terjadi banyak masukan air tawar dan mengalami banyak penguapan. Hal ini menyebabkan nilai salinitas pada monsun timur tinggi. Nilai salinitas pada monsun barat lebih rendah, yaitu berkisar antara 29,5 – 33 psu. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Ilahude, 1979) menyatakan bahwa Laut Jawa mengalami musim hujan akibat adanya massa uap air yang dibawa oleh angin tersebut saat melewati Samudra Pasifik dan Laut Cina Selatan, sehingga terjadi penurunan nilai salinitas (salinitas rendah) akibat masukan air tawar dan presipitasi dalam jumlah yang besar.

Pada saat periode peralihan I, suhu di Laut Jawa mengalami sedikit penurunan yang berkisar antara 29,5 – 32,5 psu. Pada saat Periode Peralihan II, suhu di Laut Jawa mengalami peningkatan dan penurunan di bandingkan periode sebelumnya. Nilai salinitas yang tidak beraturan ini disebabkan oleh arah angin yang berubah-ubah pada monsun peralihan I dan monsun peralihan II. Berdasarkan Gambar 8, Laut Jawa selalu mendapatkan pengaruh dari massa air Laut Cina Selatan pada monsun barat dan mendapat pengaruh massa air dari Timur (selatan Selat Makassar) pada monsun timur. Pada saat monsun barat, Laut Jawa bagian Barat (106°BT-109°BT dan 3°LS-6°LS) mendapat pengaruh massa air dengan salinitas yang lebih rendah (Gambar 3). Tergambar dengan nilai salinitas yang rendah pada wilayah yang berbatasan dengan bagian Barat. Hal ini terjadi karena angin berhembus dari arah Barat menuju ke Timur. Pada saat monsun timur menunjukkan hal yang sama, yaitu mendapat pengaruh massa air dari wilayah Timur (111°BT-115°BT dan 3°LS-8°LS) yang tergambar membentuk ujung lidah (Gaol dan Sadhotomo, 2007). Hal ini juga terjadi karena angin Monsun berhembus dari arah Timur menuju ke Barat. Sama seperti suhu, pengaruh salinitas ini tidak terlalu besar pada lokasi Laut Jawa bagian Tengah (109°BT-111°BT dan 3°LS-7°LS). Hal ini dapat terlihat dari nilai sebaran suhu di Laut Jawa bagian Tengah yang tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu rendah dibandingkan dengan Laut Jawa bagian Barat dan Timur.

#### **Pengaruh Arlindo terhadap suhu**





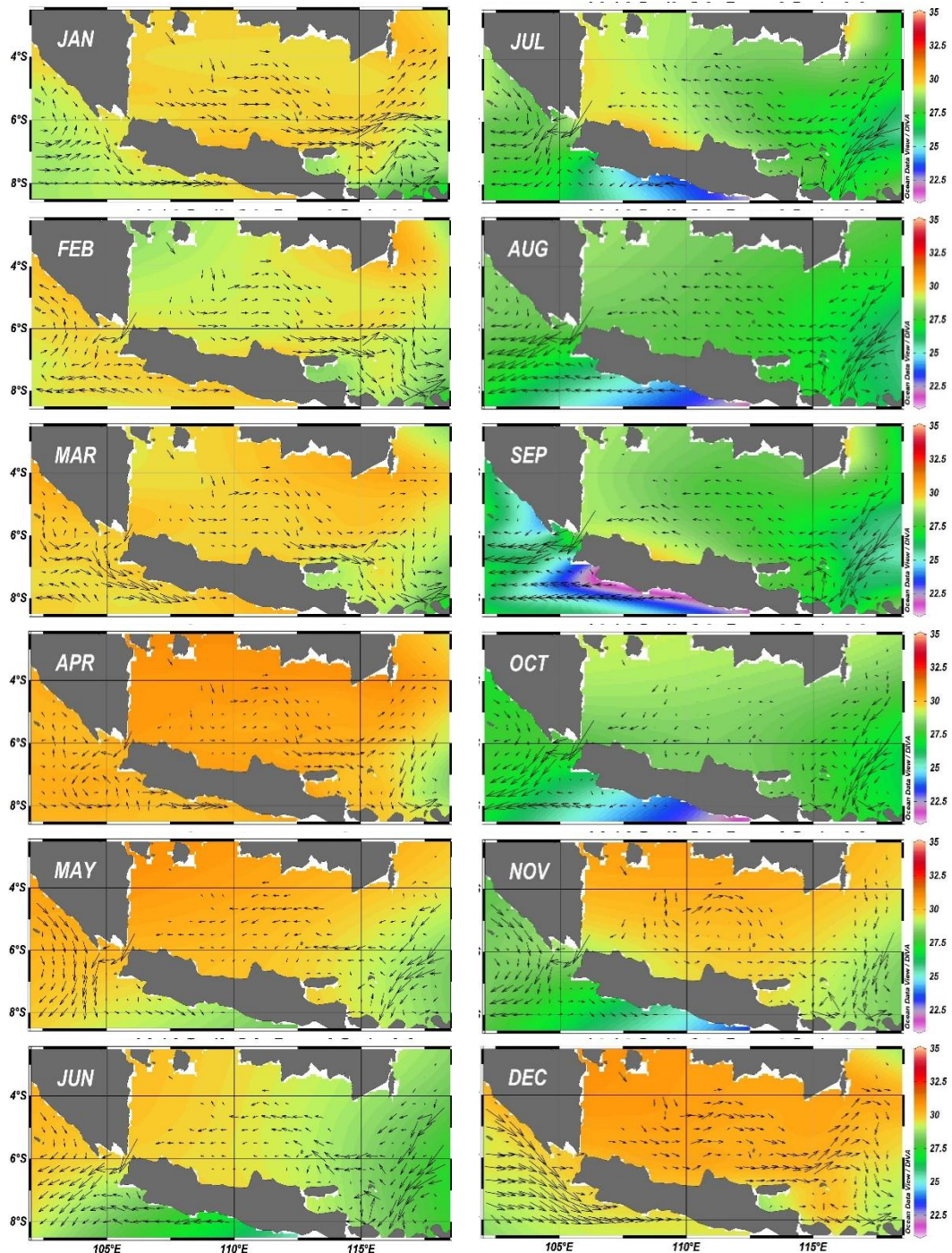
Secara umum, sebaran Suhu secara vertikal memiliki sebaran yang homogen dari permukaan hingga kedalaman 50 m (Gaol dan Sadhotomo, 2007). Hal ini dikarenakan kedalaman 20-50 m merupakan lapisan homogen (Ilahude, 1979). Homogenitas tersebut menunjukkan nilai Suhu di perairan Laut Jawa memiliki nilai yang sama hingga kedalaman 50 m. Suhu di Laut Jawa juga mendapat pengaruh dari Arlindo yang membawa air hangat dari Selat Makassar dengan skala yang besar (Waworuntu *et al.*, 2001). Pengaruh Arlindo ini ditunjukkan oleh adanya wilayah perairan panas pada saat periode Monsun Barat di Laut Jawa bagian Timur. Hasil penelitian menunjukkan peta sebaran Suhu secara spasial temporal dan hubungannya dengan Arlindo dapat (Gambar 13).

Nilai suhu di Laut Jawa dari Desember 2014 hingga November 2015 berkisar di antara 27-30,5°C (Tabel 3). Nilai suhu tertinggi di Laut Jawa berdasarkan data dari INDESO (Desember 2014 – November 2015) sekitar 30,5°C. Nilai suhu tertinggi tersebut terjadi pada bulan April, Mei, Juni, November, dan Desember. Nilai suhu terendah di Laut Jawa berdasarkan data INDESO sekitar 27°C. Nilai suhu terendah tersebut terjadi pada bulan Agustus dan September.

Hasil penelitian menunjukkan (Gambar 3), berdasarkan pola Arlindo yang terbentuk, Arlindo terlihat pada bulan Mei sampai Oktober. Arlindo mulai terbentuk pada bulan Mei dan terlihat kuat pada bulan Juni sampai September (Monsun Timur). Pada bulan Oktober mulai melemah dan mulai tidak terbentuk pada bulan Desember sampai Februari (monsun barat). Kondisi ini sesuai dengan penelitian (Gordon *et al.*, 2012) yang menyatakan bahwa, periodisitas atau siklus arlindo mencapai puncaknya pada saat monsun timur (musim kemarau), sedangkan kondisi minimum pada saat monsun barat (musim dingin).

Tabel 3 bertanda bintang (\*) menunjukkan bahwa, pada bulan Mei sampai Oktober Arlindo melintasi perairan sekitar Laut Jawa yang dapat mempengaruhi suhu dari Laut Jawa itu sendiri. Pola arlindo terlihat (Gambar 3) berdasarkan arah dari panah yang terbentuk. Arah panah yang menunjukkan keberadaan arlindo adalah anak panah yang melesat dari Selat Makassar menuju Selat Lombok (Gordon *et al.*, 2012).

Puncak dari fenomena arlindo terjadi pada bulan Juli sampai September, yang bertepatan dengan monsun timur. Suhu pada saat puncak arlindo terjadi berkisar antara 27-29,5°C. Hal ini menunjukkan bahwa saat arlindo terjadi, suhu di Laut Jawa pada kondisi yang normal. Kondisi normal adalah jika suhu berkisar antara 27,25-28,25°C menurut penelitian (Gaol dan Sadhotomo, 2007). Menurut Gordon (2005), pada saat fenomena Arlindo mencapai puncaknya, Suhu menjadi lebih rendah atau lebih dingin dari bulan lainnya. Hal tersebut dikarenakan beberapa Massa Air Arlindo masuk ke Samudra Hindia harus melalui proses *Upwelling* terlebih dahulu di wilayah Timur Indonesia. Pada saat fenomena arlindo mencapai bulan puncak, suhu menjadi lebih rendah atau lebih dingin dari bulan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa bagian Laut Jawa yang dipengaruhi oleh arlindo lebih ke bagian Timur (111°BT-115°BT dan 3°LS-8°LS). Pada saat puncak arlindo terjadi (monsun timur), bagian utara Laut Jawa, tepat sekitar pinggir pantai dari barat Pulau Kalimantan suhu berkisar 28-29°C, ini menunjukkan bahwa terdapat masuknya massa air hangat dari arah Laut Cina Selatan, melalui Selat Karimata. Faktor utama yang mempengaruhi suhu tersebut adalah masuknya massa air dingin dari arah timur yang dibawa oleh arlindo yang kemudian membuat massa air hangat terdesak ke arah Utara (Yusniati, 2006).



Gambar 3. Hubungan suhu dengan Arlindo di Laut Jawa.

Pada saat arlindo (monsun timur, Mei-Oktober), bagian barat Laut Jawa suhu berkisar antara 28-30,5°C, sedangkan di bagian timur bervariasi antara 27-30,5°C. Variasi ini terjadi karena adanya masukan massa air dengan suhu rendah dari Laut Banda dan Laut Flores yang menyebabkan suhu lebih rendah pada Laut Jawa bagian Timur (111°BT-115°BT dan 3°LS-8°LS). Adanya masukan massa air yang memiliki suhu rendah ini menyebabkan massa air yang lebih hangat terdesak ke Laut Jawa bagian Barat (106°BT-109°BT dan 3°LS-6°LS). Masuknya massa air dingin ini berasal dari Samudera Pasifik yang berasal dari timur. Beberapa jalur masuknya massa air dari Samudera Pasifik ke perairan Indonesia adalah melalui Utara



Pulau Halmahera, Laut Maluku, Selat Lifomatola, Laut Buru, Laut Banda Selatan menuju Laut Flores dan Laut Jawa (Wyrтки, 1961; Gordon *et al.*, 2012).

Tabel 3. Konsisi suhu bulanan di Laut Jawa (°C)

Bulan	Laut Jawa	Laut Jawa bagian barat	Laut Jawa bagian tengah	Laut Jawa bagian timur
Desember	29,5-30,5	30-30,5	30-30,5	29,5-30,5
Januari	29,5-30	29,5-30	29,5-30	29,5-30
Februari	28,5-29,5	28,5-29	29-29,5	28,5-29,5
Maret	28,5-30	29,5	29,5	28,5-30
April	30-30,5	30,5	30-30,5	30-30,5
Mei*	29,5-30,5	30-30,5	30-30,5	29,5-30,5
Juni*	28,5-30,5	29,5-30	29,5-30,5	28,5-29,5
Juli*	27,5-29,5	29-29,5	28,5-29,5	27,5-28,5
Agustus*	27-29	29	28-29	27-28
September*	27-29,5	28-29	27,5-29,5	27-28
Oktober*	27,5-29,5	29-29,5	28,5-29,5	27,5-29
November	29-30,5	30-30,5	30-30,5	29-30

Pada Monsun Peralihan, pola arus yang berada di Laut Jawa berubah dan arah arus tak menentu. Arus menuju ke timur melemah dan arus ke barat mulai menguat pada Monsun Peralihan I (terlihat pada bulan April dan Mei). Arus menuju ke barat melemah dan arus ke timur mulai menguat pada Monsun Peralihan II (terlihat pada bulan Oktober dan November). Pada saat fenomena arlindo melemah (monsun barat), Laut Jawa mendapat masukkan massa air dari Selat Karimata dan Laut Cina Selatan yang mengakibatkan Suhu Permukaan Laut yang ada lebih tinggi yaitu sekitar 29-30,5°C.

#### **Pengaruh Arlindo terhadap salinitas**

Salinitas dapat di analisa secara spasial dan temporal. Salinitas secara spasial temporal dan hubungannya dengan Arlindo. Hasil penelitian menunjukkan peta spasial dan temporal salinitas terhadap Arlindo (Gambar 4). Berdasarkan pola Arlindo yang terbentuk, Arlindo terlihat pada bulan Mei sampai Oktober. Arlindo mulai terbentuk pada bulan Mei dan terlihat kuat pada bulan Juni sampai September (Monsun Timur). Pada bulan Oktober mulai melemah dan mulai tidak terbentuk pada bulan Desember sampai Februari (Monsun Barat). Kondisi ini sesuai dengan penelitian (Gordon *et al.*, 2012) yang menyatakan bahwa, periodisitas atau siklus Arlindo mencapai puncaknya pada saat Monsun Timur (musim kemarau), sedangkan kondisi minimum pada saat Monsun Barat (musim dingin).

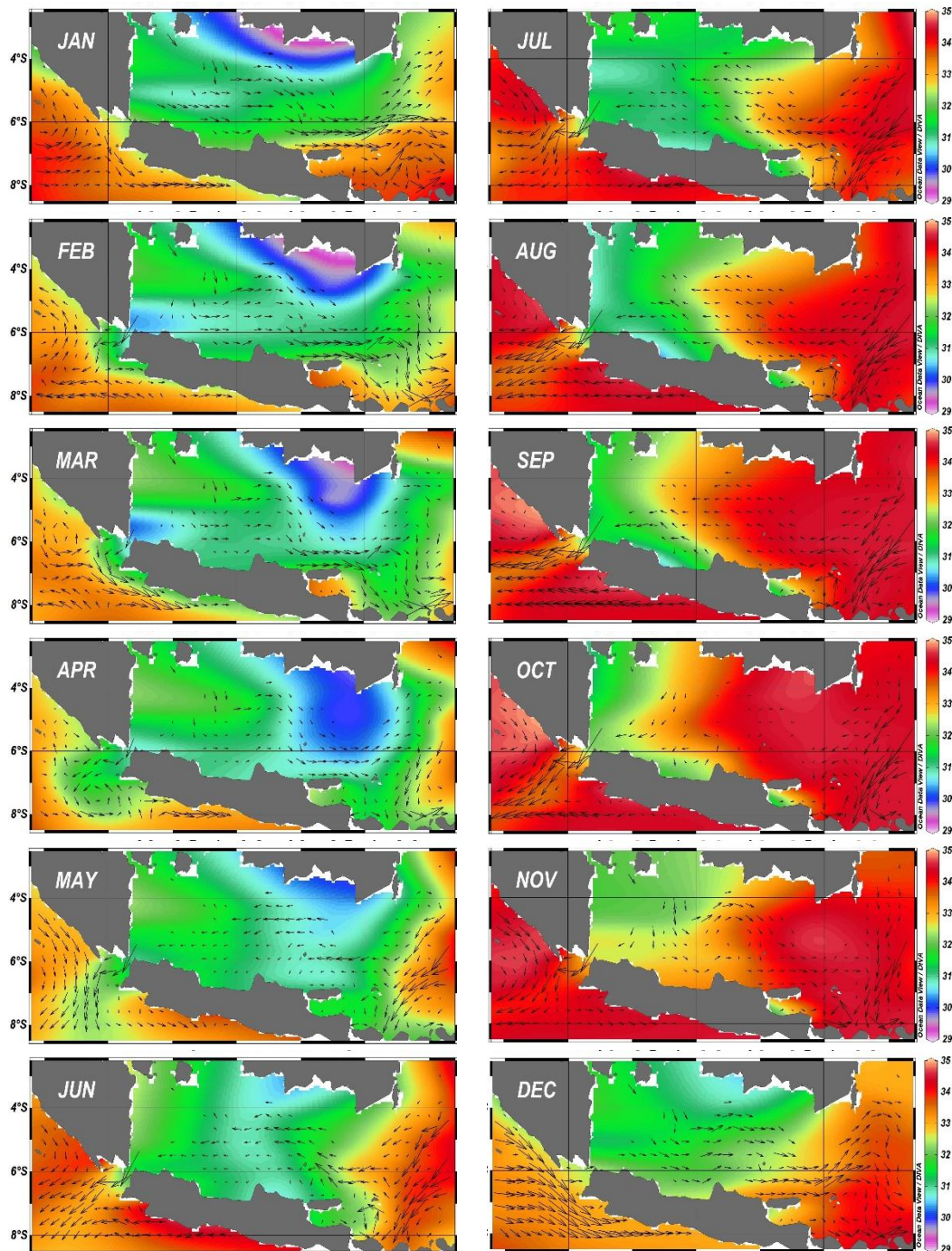
Berdasarkan pola arlindo yang terbentuk, arlindo terlihat pada bulan Mei sampai Oktober. Arlindo mulai terbentuk pada bulan Mei dan terlihat kuat pada bulan Juni sampai September (monsun timur). Pada bulan Oktober mulai melemah dan mulai tidak terbentuk pada bulan Desember sampai Februari (monsun barat) (Gambar 4). Kondisi ini sesuai dengan penelitian (Gordon *et al.*, 2012) yang menyatakan bahwa, periodisitas atau siklus arlindo mencapai puncaknya pada saat monsun timur (musim kemarau), sedangkan kondisi minimum pada saat monsun barat (musim dingin).

Nilai salinitas di Laut Jawa dari Desember 2014 hingga November 2015 berkisar di antara 29,5-34,5 psu (Tabel 4). Nilai salinitas tertinggi di Laut Jawa berdasarkan data dari





INDESO (Desember 2014 – November 2015) sekitar 34-34,5 psu. Nilai salinitas tertinggi tersebut terjadi pada bulan Agustus, September, Oktober, dan November. Nilai salinitas terendah di Laut Jawa berdasarkan data INDESO sekitar 29,5 psu. Nilai salinitas terendah tersebut terjadi pada bulan Januari, Februari, dan Maret.



Gambar 4. Hubungan salinitas dengan Arindo di Laut Jawa.

Tabel 4. Kondisi salinitas bulanan di Laut Jawa (psu)

Bulan	Laut Jawa	Laut Jawa bagian barat	Laut Jawa bagian tengah	Laut Jawa bagian timur
Januari	29,5-33	30,5-31,5	30-31,5	29,5-33



Februari	29,5-33	30,5-31,5	30-31,5	29,5-33
Maret	29,5-32,5	30,5-32	30,5-31,5	29,5-32,5
April	30,5-31,5	31-32	30,5-31,5	30-31,5
Mei*	30,5-32	31-32	30,5-31,5	30,5-31,5
Juni*	31-32	31-32	31	31-32
Juli*	31-33,5	31-31,5	31-31,5	31,5-33,5
Agustus*	31-34	31-31,5	31-32,5	32-34
September*	31-34	31-32	32-32,5	33-34
Oktober*	31,5-34,5	31,5-32,5	32,5-33,5	33,5-34,5
November	32-34,5	32-32,5	32-33	32,5-34,5
Desember	31-33	31,5	31-32	31-33

Tabel 4 bertanda bintang (\*) menunjukkan bahwa, pada bulan tersebut arlindo melintasi perairan sekitar Laut Jawa yang dapat mempengaruhi salinitas dari Laut Jawa itu sendiri. Pola arlindo terlihat (Gambar 4) berdasarkan arah dari panah yang terbentuk pada gambar. Arah panah yang menunjukkan keberadaan arlindo adalah anak panah yang melesat dari Selat Makassar menuju Selat Lombok (Gordon *et al.*, 2012).

Pada monsun barat, arus bergerak dari arah barat ke timur, hal ini disebabkan karena pada monsun barat, angin bertiup dari barat ke timur. Kedalaman di Laut Jawa tergolong tidak dalam, sehingga arus yang bergerak di Laut Jawa rata-rata terpengaruh oleh angin monsun. Terlihat pada Gambar 4 bahwa arus bergerak dari barat ke timur di Laut Jawa. Massa air pada monsun barat ini merupakan massa air dari Laut Cina Selatan yang datang dari Samudra Pasifik melewati Selat Luzon (Gordon *et al.*, 2012). Kemudian melewati Selat Karimata yang kedalamannya dibawah 45 meter, sehingga monsun barat sangat mempengaruhi arus dari Selat Karimata menuju ke Laut Jawa. Uap air yang dibawa oleh angin monsun saat melewati Laut Cina Selatan menyebabkan terjadinya penurunan nilai salinitas (salinitas rendah) akibat masukan air tawar dan presipitasi dalam jumlah yang besar (Ilahude, 1979). Arus bergerak dari Laut Jawa menuju ke timur pada monsun barat, karena pada saat monsun barat, arus ekman menekan arus permukaan dengan salinitas yg rendah dari Laut Jawa ke arah selatan Selat Makassar (Gordon *et al.*, 2003).

Pada monsun peralihan I, terlihat bahwa pada bulan Maret arus masih mengikuti monsun barat, pada bulan April arah arus di Laut Jawa bagian timur mulai berubah karena sudah berpengaruh monsun timur, dan pada bulan Mei, arah arus sebagian besar sudah berubah menjadi dari timur ke barat. Hal ini sesuai dengan penelitian (Atmadipoera *et al.*, 2009) yang menyatakan bahwa, pada bulan Mei, massa air dengan salinitas yang tinggi dari aliran arus Makassar mulai menghalangi arus dengan massa air tawar (salinitas rendah) dari Laut Jawa.

Pada monsun timur, arus dari Selat Makassar membawa massa air dengan salinitas yang tinggi ke Laut Jawa, menggantikan lapisan baru dari monsun barat. Pada monsun barat (Januari), massa air dengan salinitas rendah (air yang lebih tawar) masuk ke wilayah timur dari Laut Jawa. Selat Lombok menjadi jalur utama keluarnya massa air bersalinitas rendah akibat dorongan arus dari Laut Jawa. Massa air dengan salinitas yang tinggi mendominasi jalur keluarnya arlindo (Selat Lombok) (Atmadipoera *et al.*, 2009). Arlindo ini berasal dari Samudra Pasifik, melewati Mindanao, kemudian Laut Sulawesi, melewati Selat Makassar dan memasuki Laut Jawa (Gordon *et al.*, 2012). Arus arlindo sangat kuat pada monsun timur, sebaliknya



lemah pada saat monsun barat. Hal ini sesuai dengan penelitian Wyrcki (1987) yang menyatakan bahwa, laju transport arlindo tertinggi ditemukan pada saat monsun timur, yaitu selama bulan Juni-Agustus, sedangkan aliran lintasan terendah pada saat monsun barat laut yaitu pada bulan Desember-Februari. Hal ini juga sesuai dengan penelitian Setiawan (2013) yang menyatakan, arus pada musim timur sangat kuat dimana arus terkuat berada pada bulan Juli, sedangkan untuk arus terlemah berada pada bulan Agustus, kemudian arus pada musim peralihan II mengalami penurunan, dimana arus terkuat berada pada bulan September, sedangkan untuk arus terlemah berada pada bulan November.

Arlindo dari monsun timur masih mempengaruhi arus pada monsun peralihan II. Sehingga nilai salinitas pada monsun peralihan II masih tinggi. Hal ini menyebabkan dibutuhkan waktu 1 hingga 5 bulan untuk membentuk massa air tawar (salinitas rendah) di Laut Jawa saat monsun barat (Atmadipoera *et al.*, 2009). Pada bulan September, Laut Jawa di dominasi dengan salinitas yang tinggi. Karena aliran arlindo dari Selat Makassar langsung bergerak menuju Selat Lombok, kemudian menuju ke Laut Flores, dan Laut Jawa. Monsun timur menyalurkan arus ke arah selatan dari Selat Makassar.

### **Kesimpulan**

Hasil rata-rata musiman didapatkan bahwa salinitas saat monsun timur lebih tinggi (31-34 psu) daripada saat monsun barat (29,5-33 psu), dan suhu saat monsun timur lebih rendah (27-30,5°C) daripada saat monsun barat (28,5-30,5°C). Fenomena arlindo terjadi pada bulan Mei sampai September dan mencapai puncaknya pada bulan Juni, Juli, dan Agustus. Arlindo menguat pada monsun timur dan melemah pada monsun barat. Massa air di Laut Jawa berasal dari Laut Cina Selatan dan Selat Makassar. Pada monsun barat, Laut Jawa diisi oleh massa air Laut Cina Selatan, sedangkan pada monsun timur yang bertepatan dengan fenomena arlindo, massa air Laut Jawa diisi oleh massa air Selat Makassar. Pada monsun peralihan I dan II, Laut Jawa diisi oleh massa air Laut Cina Selatan dan juga Selat Makassar. Dapat disimpulkan bahwa monsun dan arlindo mempengaruhi karakteristik massa air Laut Jawa.

### **Ucapan Terimakasih**

Ucapan terimakasih kami ucapkan kepada Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Padjajaran atas fasilitas yang telah disediakan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan Perikanan (Balitbang KP) atas data dan fasilitas yang telah disediakan selama penelitian, dan tim INDESO yang telah menyediakan data.

### **Daftar Pustaka**

- Atmadipoera, A., R. Molcard, G. Madec, S. Wijffels, J. Sprintall, A. Koch-Larrouy, A. Supangat. 2009. Characteristics and variability of the Indonesian throughflow water. *Deep-Sea Research*, 1(56): 1942–1954.
- Cahyaningrum, A.D. 2009. Karakteristik massa air Arlindo di Pintasan Timor pada musim barat dan musim timur. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Gaol J.L., B. Sadhotomo. 2007. Karakteristik dan variabilitas parameter-parameter oseanografi Laut Jawa hubungannya dengan distribusi hasil tangkapan ikan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 3: 201-211.





- Gordon, A.L. 2005. Oceanography of the Indonesian Seas and their throughflow. *Oceanography*, 18(4): 15-27.
- Gordon, A.L., B.A. Huber, E.J. Metzger, R.D. Susanto, H.E. Hurlburt, T.R. Adi. 2012. South China Sea throughflow impact on the Indonesian throughflow. *Geophysical Research Letters*, 39: L11602.
- Gordon, A.L., R.D. Susanto, K. Vranes. 2003. Cool Indonesian throughflow as consequence of restricted surface layer flow. *Nature*, 425: 824-828.
- Hutabarat, S., S.M. Evans. 2000. Pengantar oseanografi. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Ilahude, A. G. 1979. On the hydrology of the Natuna Sea. *The Kuroshio*, 4: 332-352.
- Mustafa, B. 1984. Kondisi massa air di Laut Sulawesi, Teluk Tomini dan Laut Maluku. Jurusan Geofisika dan Meteorologi, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Nagara, G.A., N.A. Sasongko, O.J. Olakunle. 2007. Introduction to Java Sea. University of Stavanger.
- Nontji, A. 1993. Laut nusantara. Djambatan, Jakarta.
- Purba, N.P., W.S. Pranowo. 2015. Dinamika oseanografi, deskripsi karakteristik massa air, dan sirkulasi laut. Unpad Press, Bandung.
- Pond, S., G.L. Pickard. 1983. Introduction dynamical oceanography. Pergamon Press, New York.
- Ramage, C. S., 1971. Monsoon Meteorology. Academic Press, England.
- Setiawan, A.N., Y. Dhajiyat, N.P. Purba. 2013. Variasi sebaran suhu dan klorofil-a akibat pengaruh Arlindo terhadap distribusi ikan Cakalang di Selat Lombok. *Depik*, 2(2): 58-69.
- Sprintall, J., A. Gordon, R. Murtugudde, R.D. Susanto. 2000. A semiannual indian ocean forced Kelvin wave observed in the Indonesian seas in May 1997. *Journal of Geophysical Research*, 105: 17217-17230.
- Supangat, A. 2001. Pengantar oseanografi. Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Jakarta.
- Sverdrup, H.U. 1942. Oceanography for meteorologists. Prentice-Hall Inc, New York.
- Tomascik T., A.J. Mah, A. Nontji, M.K. Moosa. 1997. The ecology of Indonesia series, Volume VII: The Ecology of The Indonesian Seas, Part One. Periplus Editions, Hong Kong.
- Wallace, J.M., E. M. Rasmusson, T.P. Mitchell, V. E. Kousky, E.S. Sarachik, H. von Storch. 1998. On the structure and evolution of ENSO-related climate variability in the tropical pacific: Lessons from TOGA. *Journal of Geophysical Research*, 103(C7): 14241-14259.
- Waworuntu, J.M., S.L. Garzoli, D.B. Olson. 2001. Dynamic of the Makassar Strait. *Journal of Marine Research*, 59: 313-325.
- Wijaya, R., F. Setiawan, S.D. Fitriani. 2011. Kajian fenomena Arlindo di Laut Seram dan kaitannya dengan perubahan iklim global. Seminar Internasional Kelautan, Balai Riset Observasi Kelautan, Bali 9-10 Juni 2011. 10 pp.
- Wyrtki, K. 1961. Physical oceanography of the Southeast Asian waters. University of California, NAGA Report, No. 2, 195 pp.
- Wyrtki, K. 1987 Indonesian through flow and the associated pressure gradient. *Journal of Geophysical Research Ocean*, 92(C12): 12941-12946.



Yusniati, M. 2006. Analisis spasial suhu permukaan laut di perairan Laut Jawa pada musim timur dengan menggunakan data digital satelit NOAA16-AVHRR. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Received: 25 November 2016

Accepted: 14 February 2017

*How to cite this paper:*

Siregar, S.N., L.P. Sari, N.P. Purba, W.S. Pranowo, M.L. Syamsuddin. 2017. Pertukaran massa air di Laut Jawa terhadap periodisitas monsun dan Arlindo pada tahun 2015. *Depik*, 6(1): xx-xx.