

*Original Research Paper**1st National Seminar of Marine and Fisheries 2017, Raja Ali Haji Maritime University, Indonesia*

Karakteristik Suhu Permukaan Laut dan Kecepatan Angin di Perairan Batam Hubungannya dengan *Indian Ocean Dipole* (IOD)

Ganda Surya^{1*}, Hanah Khoirunnisa², Muhammad Zainuddin Lubis², Wenang Anurogo², Aditya Hanafi¹, Fajar Rizki¹, Dirgan Timbang¹, Arini Dewi L. Situmorang¹, Deny Guspriyanto³, Wahyu Rizky Ramadhan³, Gio Fitra Tirta Mandala³

¹ Student of Geomatics Engineering Study Program, Batam Polytechnic, Batam, Indonesia

² Lecturer of Geomatics Engineering Study Program, Batam Polytechnic, Batam, Indonesia

³ Student of Network Multimedia Engineering Program, Batam Polytechnic, Batam, Indonesia

* Corresponding author: sayabukanganda@gmail.com

Received: May 10, 2017

Accepted: May 15, 2017

Published: June 20, 2017

Copyright © by authors and
Scientific Research Publishing Inc.

Abstract

This study aimed to observe the characteristics of sea surface temperature (SST) and wind velocity and its relation with the Indian Ocean Dipole (IOD) in the waters of Batam. The data used in this study is the SPL and the wind speed in 2016 in the waters of Batam. The method used in this research is the visual analysis using the data ocean view (ODV) to look at the spatial and temporal distribution of the SPL and the wind speed in Batam waters at different seasons. The next method is a fast Fourier transform (FFT). Transitional season one that occurred in April seen the highest wind speed seen with the value of 3.9 m/s^{**1} for components U. As for the V component has the highest value of -3.6 m/s^{**1}. Sea surface temperature (SST) Batam highs in April occurred on 19-04-2016 with a value of 304.2°C (31.05°C). West monsoon winds that occurred in January seen the highest wind speed with a value of 4.5 m/s^{**1} for components U. As for the V component has the highest value of 5.2 MS m/s^{**1} in the waters of Batam. . Sea surface temperature (SST) highest Batam in January occurred on 19-01-2016 with a value of 302.8°C (29.65°C). Based on the results of the FFT, wind speed and SPL in the waters of the island has a dominant 6-month period (semiannual).

Keywords: Sea surface temperature (SST), fast fourier transform (FFT), components U, components V

Pendahuluan

Indian Ocean Dipole (IOD) diidentifikasi sebagai salah satu mode terkemuka variabilitas di iklim tropis (Behera *et al.* 2006). Sebuah fenomena IOD positif (PIOD) ditandai dengan suhu air lebih dingin dari biasanya yang terjadi di bagian tropis timur Samudera Hindia dan memanasnya suhu air biasa di bagian barat tropis Samudera Hindia (Saji *et al.* 1999) dan menunjukkan peran dari IOD saat melemahnya hubungan *ENSO-Monsoon* (Guan *et al.* 2003). *Indian Ocean Dipole* (IOD) baru saja telah dikategorikan sebagai salah satu fenomena hubungan antara laut dan atmosfer di daerah tropis sektor Indo-Pasifik, jadi dapat dieksplorasi kemungkinan pengaruh dari *Indian Ocean Dipole* (IOD) pada *The Indian Summer Monsoon Rainfall* (ISMR) (Hermawan dan Komalaningsih 2010). Menurut pengamatan bahwa ada pengaruh suhu permukaan laut yang luar biasa di *The Equatorial Indian Ocean* dan dengan hipotesis bahwa ada pengaruh suhu permukaan laut yang timbul dari interaksi dinamis antara atmosfer-laut di Samudera Hindia. Dinamika pantai akan berpengaruh terhadap suhu permukaan laut variabilitas pada suatu perairan (Lubis dan Khoirunnisa 2016).

Pada kenyataannya, ditunjukkan oleh analisis komposit *boreal* musim panas anomali suhu permukaan laut (SPL) yang diamati selama yang kuat tahun IOD positif dan negatif bahwa ada yang signifikan dari hubungan fase antara SST di Samudera Hindia tropis bagian timur dan barat selama bertahun-tahun (Sahu *et al.* 2012). Anomali suhu permukaan laut (SPL) selama terjadinya IOD mempunyai keterkaitan dengan anomali angin permukaan yang terjadi di ekuator tengah Samudera Hindia (Saji *et al.* 1999; Harijono 2010). *El Nino* dan *La Nina* merupakan gejala yang menunjukkan perubahan iklim global yang sangatlah mempengaruhi kondisi iklim di Indonesia. *El Nino* adalah peristiwa memanasnya suhu air permukaan laut di pantai barat Peru. *La Nina* adalah kebalikan dari *El Nino*. Peristiwa itu dimulai ketika terjadi pelemahan pada *El Nino* dan air laut yang panas di pantai Peru kembali dingin. Banyak peristiwa IOD ditunjukkan terjadi secara independen dari *El Nino* (Ashok *et al.* 2003).

Dampak *El Nino* akan dirasakan signifikan jika adanya perbedaan suhu antara suhu di Indonesia dengan suhu di Samudera Pasifik. Sesuai dengan teori hukum fisika dasar, angin akan berhembus dari daerah yang bertekanan udara tinggi ke daerah bertekanan udara rendah. Meskipun

monsun terjadi secara periodik, tetapi awal musim hujan dan musim kemarau tidak selalu sama sepanjang tahun. Ini disebabkan musim di Indonesia dipengaruhi oleh fenomena global seperti *El Nino/La Nina*, Osilasi Selatan dan *Dipole Mode Event* (DME) atau *Indian Ocean Dipole* (IOD) (Muhammad et al. 2012).

Berdasarkan penelitian sebelumnya, belum terdapat pengamatan mengenai pengaruh *Indian Ocean Dipole* (IOD) pada karakteristik perairan di Batam. Oleh karena itu, penelitian ini akan membahas mengenai karakteristik dari suhu permukaan laut (SPL) dan kecepatan angin di perairan Batam dan hubungannya dengan IOD.

Metode

Lokasi yang ditetapkan untuk penelitian adalah wilayah perairan sekitar Batam (1°LU-0.5°LU dan 104°BT-104°BT). Data yang digunakan adalah data bulanan dan data tahunan selama 1 tahun yaitu (Januari-Desember 2016) dengan interval waktu 06:00:00, 12:00:00 selama 1 bulan (Gambar 1).



Gb. 1. Peta lokasi penelitian

Metode Computer Assisted Data Collection (CADC)

Pengambilan data menggunakan metode *computer assisted data collection* adalah metode pengambilan data/informasi bersumber dari internet. Data bersumber dari ECMWF (<http://www.ecmwf.int>) dengan format *grid* berukuran 0.125° x 0.125°. Data yang diambil adalah data kecepatan angin searah sumbu x (barat-timur), searah sumbu y (utara-selatan) dan data suhu permukaan laut (SPL). Dari data tekanan angin searah sumbu U rata-rata selama 1 tahun dihitung, menggunakan hubungan:

$$T = y_2 P' U_2 \tag{1}$$

$$T = y_2 P' V_2 \tag{2}$$

Dimana:

Y_2 = Koefisien hambatan

P' = Volume udara

U dan V = Kecepatan komponen angin pada ketinggian 10 m di atas permukaan laut (m/s^{**1})

Pada kekuatan angin 3 *Beaufort* atau muka laut terendah dapat diasumsikan sebagai hidrodinamis halus, dengan koefisien hambatan sekitar 0.8×10^{-3} , penurunan dengan meningkatnya kecepatan angin. Pada kekuatan angin 4 *Beaufort* dan lebih tinggi nilai konstan, $Y_2 = 2.6 \times 10^{-3}$, digunakan sesuai dengan hidrodinamis permukaan kasar (*Rosby'0*). Semua data tersebut akan diolah menggunakan *software Ocean Data View* (ODV) dan *MATLAB*.

Metode Visual Spatial dengan Ocean Data View (ODV)

Data ECMWF diolah menggunakan aplikasi ODV dengan membuat *time series*, grafik suhu (K), grafik komponen searah sumbu U (m/s^{**1}), X (m/s^{**1}) berdasarkan waktu perbulan, dan *time series* grafik suhu selama setahun. *Import* data hasil ODV ke Ms. Excel untuk dilanjutkan pembuatan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) menggunakan aplikasi *MATLAB*.

Metode Fast Fourier Transform (FFT)

Dasar untuk mempelajari karakteristik frekuensi dari sinyal adalah Transformasi *Fourier*. *Fast Fourier Transform* (FFT) adalah algoritma untuk menghitung Transformasi *Fourier*. Sebuah sinyal di domain waktu, nominal X (t) ca diubah dalam sinyal di domain frekuensi, nominal X (f). menerapkan metode FFT sebagai ditunjukkan dalam persamaan berikut. (Lubis et al. 2016):

$$x(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-2\pi i f t} dt \tag{3}$$

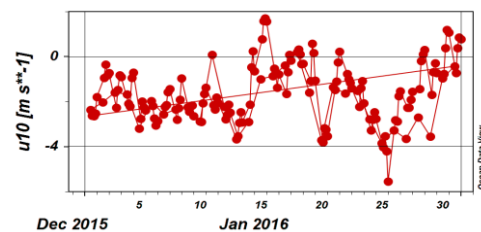
$$x(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(f)e^{2\pi i f t} df \tag{4}$$

PSD adalah variasi dari listrik (energi) sebagai fungsi dari spektrum frekuensi dalam bentuk kepadatan diperkirakan menggunakan FFT, metode PSD adalah salah satu teknik estimasi spektral yang modern diusulkan selama dekade ini (Lubis et al. 2016).

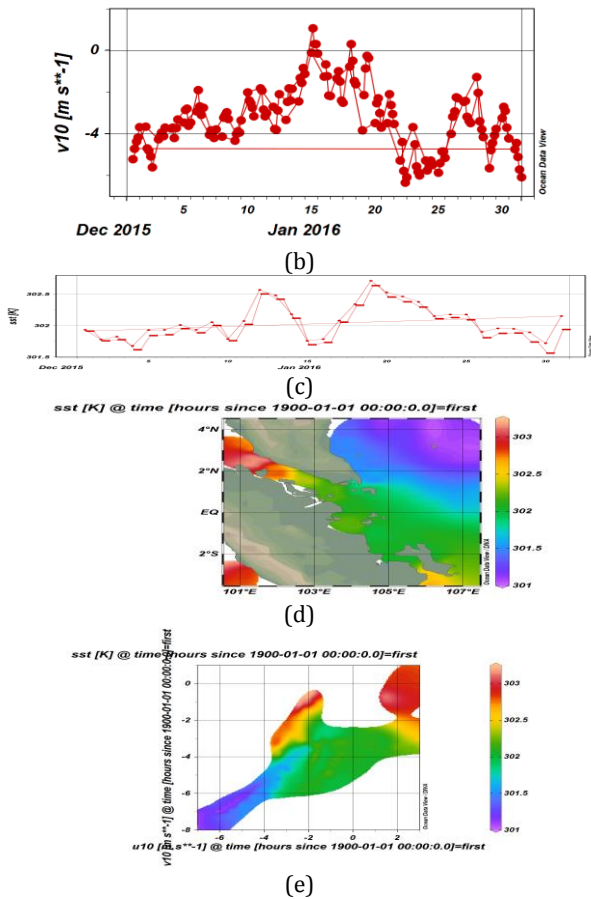
Hasil dan Pembahasan

Batam merupakan salah satu kota beriklim tropis yang terletak di Provinsi Kepulauan Riau yang memiliki luas wilayah lautnya 2.950 km² dan hanya 1.040 km² luas wilayah daratan. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Simbolon dan Halim (2005) menyatakan bahwa hasil tangkapan cakalang cenderung tinggi pada saat SPL rendah. Hasil tangkapan tinggi pada saat muson barat daya dan awal muson timur laut. Permukaan laut, pengamatan, data satelit, dan stasiun pengamat tekanan permukaan laut dan curah hujan yang digunakan untuk menggambarkan evolusi anomali suhu permukaan laut, kecepatan angin permukaan arah utara dan barat, dan pola curah hujan selama periode utama di timur dan tengah untuk wilayah tropis Pasifik (Rasmusson 1982). Untuk mengevaluasi sebab terjadi nya perubahan cuaca dan iklim di kota Batam maka diperlukan data tentang perubahan pada iklim global (*ENSO*), yang akan berdampak pada wilayah Batam. Sirkulasi air laut di perairan Indonesia dipengaruhi oleh sistem angin monsun. Oleh karena sistem angin monsun ini bertiup secara tetap, walaupun kecepatan relatif tidak besar, maka akan tercipta suatu kondisi yang sangat baik untuk terjadinya suatu pola arus (Amri et al. 2013). Pada musim barat, pola arus permukaan perairan Indonesia memperlihatkan arus bergerak dari Laut Cina Selatan menuju Laut Jawa. Laut Jawa, arus kemudian bergerak ke Laut Flores hingga mencapai Laut Banda, sedangkan pada saat monsun tenggara, arah arus sepenuhnya berbalik arah menuju ke barat yang akhirnya akan menuju ke Laut Cina Selatan (Polzin et al. 1997).

Keadaan musim di Indonesia terbagi menjadi 3. Angin ini bertiup saat matahari berada di belahan bumi selatan, yang menyebabkan Benua Australia sedang mengalami musim panas, berakibat pada tekanan minimum dan Benua Asia lebih dingin, berakibat memiliki tekanan maksimum.

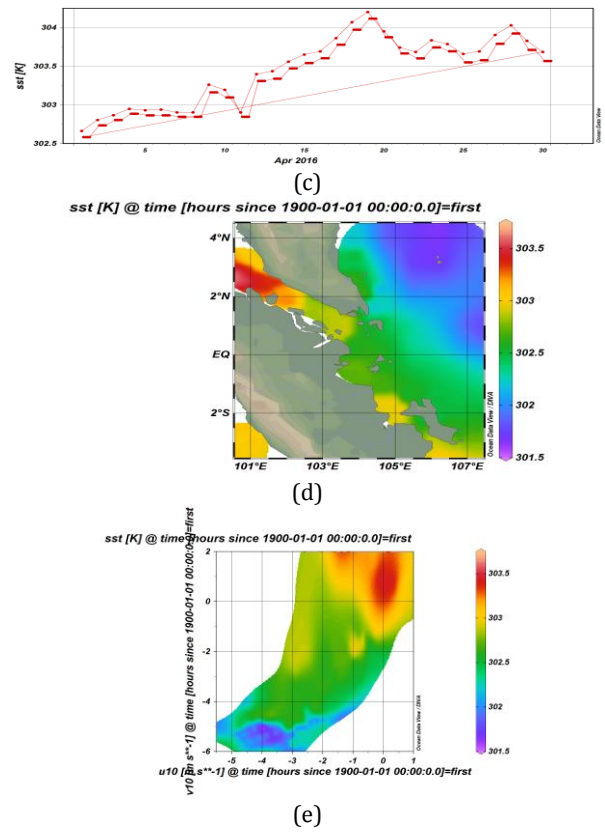
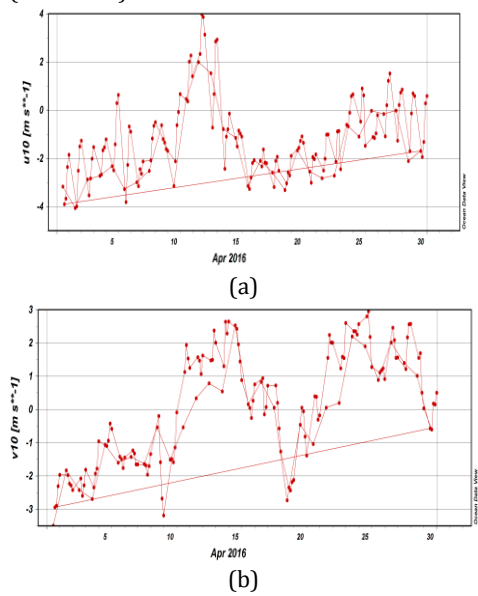


(a)



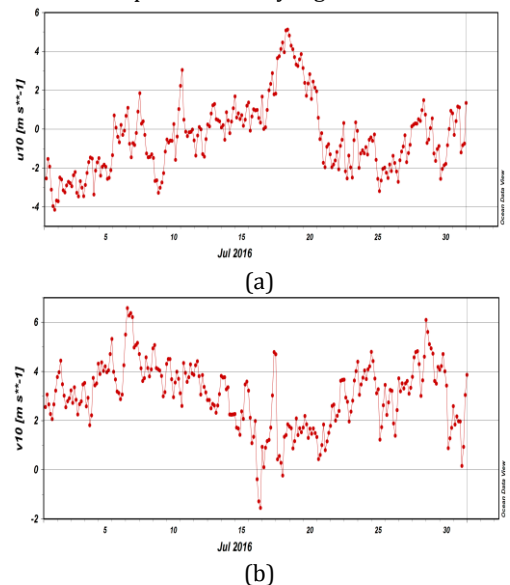
Gb. 2 (a) Kecepatan komponen U, (b) Kecepatan komponen V, (c) Grafik suhu permukaan laut perairan Batam, (d) Sebaran suhu permukaan laut (e) Kecepatan komponen searah U dan V dengan suhu permukaan laut Bulan Januari

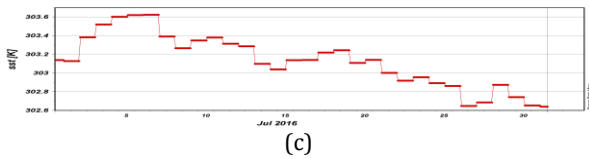
Angin muson barat yang terjadi pada bulan Januari Pada koordinat 1°5'0"N dan 104°2'0"E terlihat kecepatan angin yang paling tinggi dengan nilai 4.5 m/s⁻¹ Untuk komponen U. Komponen V memiliki nilai tertinggi 5.2 m/s⁻¹. Suhu permukaan laut (SPL) Batam tertinggi pada Bulan Januari terjadi pada tanggal 19-01-2016 dengan nilai 302.8°K (29.65°C). Musim peralihan I merupakan pergantian antara angin muson barat ke angin muson timur (Gambar 3).



Gb. 3 (a) Kecepatan komponen U, (b) Kecepatan komponen V, (c) Grafik suhu permukaan laut perairan Batam, (d) Sebaran suhu permukaan laut (e) Kecepatan komponen searah U dan V dengan suhu permukaan laut musim peralihan I

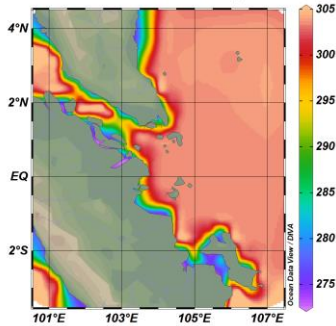
Musim peralihan I yang terjadi pada bulan April pada koordinat 1°5'0"N dan 104°2'0"E terlihat kecepatan angin yang paling tinggi terlihat dengan nilai 3.9 m/s⁻¹ untuk komponen U. Sedangkan untuk komponen V memiliki nilai tertinggi -3.6 m/s⁻¹. Suhu permukaan laut (SPL) Batam tertinggi pada Bulan April terjadi pada tanggal 19-04-2016 dengan nilai 304.2°K (31.05°C). Angin muson timur atau muson musim panas barat daya adalah angin yang bertiup pada Bulan Juli-Septermber di Indonesia. Angin ini bertiup saat matahari berada pada belahan bumi utara. Benua Asia lebih banyak menerima panas dari matahari, sehingga Benua Asia merupakan daerah yang bertekanan minimum.





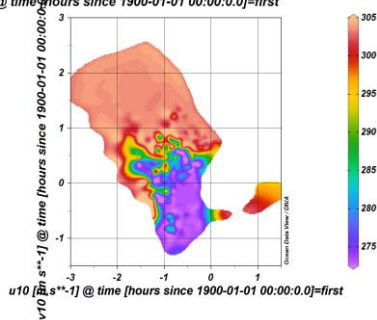
(c)

sst [K] @ time [hours since 1900-01-01 00:00:0.0]=first



(d)

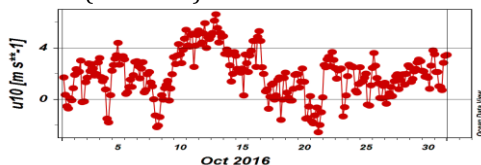
sst [K] @ time [hours since 1900-01-01 00:00:0.0]=first



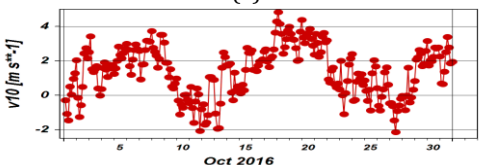
(e)

Gb. 4 (a) Kecepatan komponen U, (b) Kecepatan komponen V, (c) Grafik suhu permukaan laut perairan Batam, (d) Sebaran suhu permukaan laut (e) Kecepatan komponen searah U dan V dengan suhu permukaan laut Bulan Juli

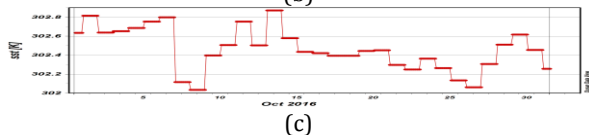
Angin Muson timur yang terjadi pada Bulan Juli Pada koordinat 1°5'0"N dan 104°2'0"E terlihat kecepatan angin yang paling tinggi terlihat dengan nilai 5.05 m/s^{**1} Untuk komponen U. Sedangkan untuk komponen V memiliki nilai tertinggi 6.08 m/s^{**1}. Suhu permukaan laut (SPL) Batam tertinggi pada Bulan Januari terjadi pada tanggal 19-03-2016 dengan nilai 303.2°K (30.05°C). Musim peralihan 2 merupakan pergantian antara angin muson timur ke angin muson barat (Gambar 5).



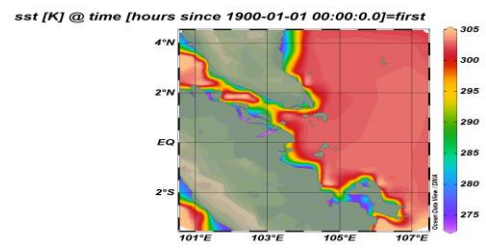
(a)



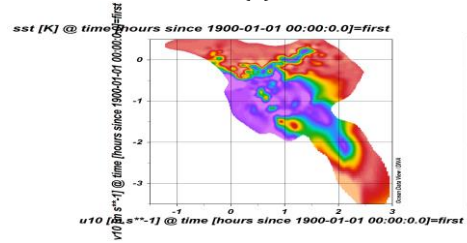
(b)



(c)



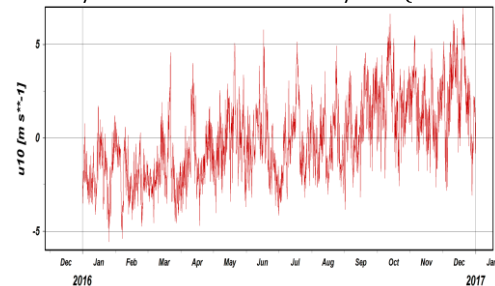
(d)



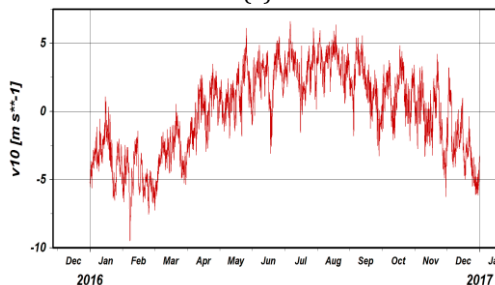
(e)

Gb. 5 (a) Kecepatan komponen U, (b) Kecepatan komponen V, (c) Grafik suhu permukaan laut perairan Batam, (d) Sebaran suhu permukaan laut (e) Kecepatan komponen searah U dan V dengan suhu permukaan laut Bulan Oktober

Musim peralihan II yang terjadi pada Bulan Oktober Pada koordinat 1°5'0"N dan 104°2'0"E terlihat kecepatan angin yang paling tinggi terlihat dengan nilai 6.6 m/s^{**1} Untuk komponen U. Sedangkan untuk komponen V memiliki nilai tertinggi 4.85 m/s^{**1}. Suhu permukaan laut (SPL) Batam tertinggi pada Bulan Januari terjadi pada tanggal 19-03-2016 dengan nilai 302.87°K (29.72°C). Pengeluaran bahang sebagai proses perpindahan bahang dari laut ke atmosfer menimbulkan pendinginan permukaan laut yang besarnya sebanding dengan besarnya penguapan. Laju penguapan sebagai perpindahan bahang dari lautan ke atmosfer rata-rata sebesar 1 m/tahun atau sekitar 3 mm/hari (Ashok 2001).



(a)

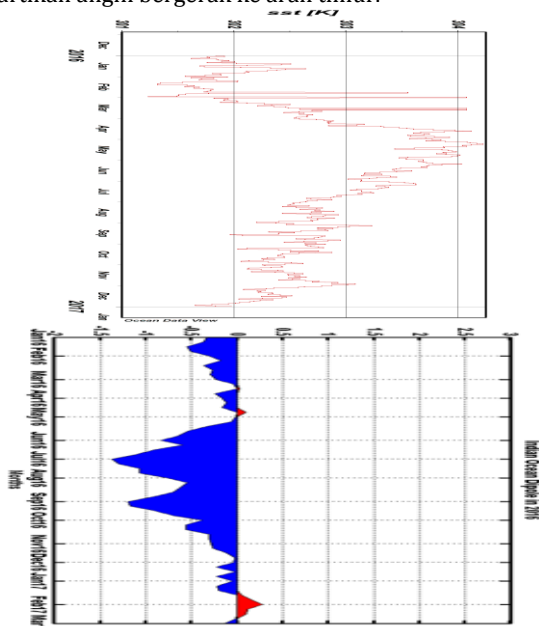


(b)

Gb. 6 (a) Grafik komponen U tahunan, (b) Grafik komponen V tahunan

Dari hasil Gambar 6 di atas terlihat bahwa komponen U identik lebih normal perubahan arah angin serta kecepatannya dibandingkan dengan komponen V. Komponen U memiliki nilai tertinggi pada Bulan Desember

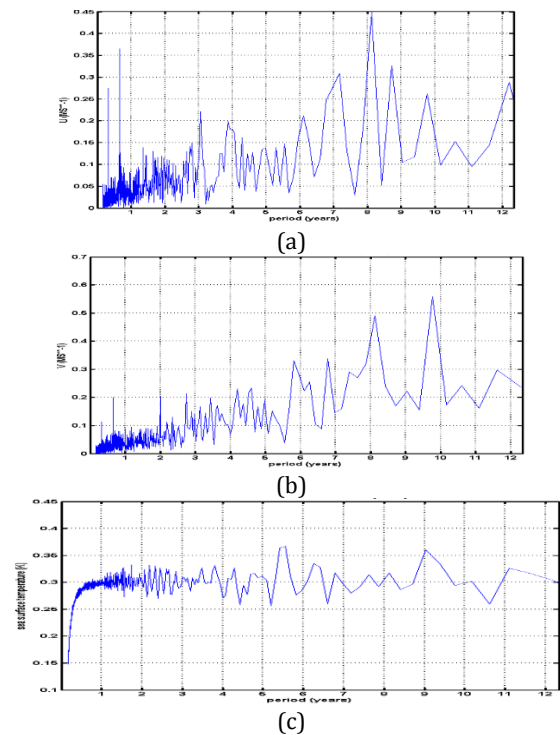
bernilai 5.26 m/s^{**1} dengan nilai positif yang diartikan bahwa angin bergerak ke arah barat. Dan untuk komponen V nilai maksimal terdapat pada Bulan Januari dengan bernilai mencapai 10 m/s^{**1} dengan nilai negatif yang diartikan angin bergerak ke arah timur.



Gb. 7 Time series Sea Surface Temperature (SST) periode tahunan dan Indian Ocean Dipole Index pada tahun 2016

Anomali suhu permukaan laut (SPL) pada perairan Batam ($1^{\circ}5'0''\text{N}$ dan $104^{\circ}2'0''\text{E}$) selama periode tahunan (Gambar 7). Selama berlangsungnya peristiwa angin muson barat wilayah perairan Batam (Januari-Februari) mempunyai suhu permukaan laut dengan nilai yang rendah. Perubahan signifikan terjadi saat berlangsungnya musim peralihan I, suhu permukaan laut di perairan Batam naik dan turun secara acak. Peristiwa berlangsungnya angin muson timur membuat suhu permukaan laut di wilayah perairan Batam mengalami kenaikan suhu, dan pada saat terjadinya musim peralihan II suhu permukaan laut di sekitar Batam mengalami penurunan suhu tidak begitu drastis. Samudera Hindia dimana SPL yang lebih rendah dari biasanya ditemukan di lepas pantai barat Sumatera dan SPL yang lebih hangat terdapat di sebagian besar barat Samudera Hindia (Gustari 2009). Massa air yang keluar dari barat Sumatera ini secara intensif keluar pada musim peralihan I, hanya pada tahun 2005 terlihat aliran dua kali musim dalam satu tahun yakni musim peralihan I dan musim peralihan II. Hal ini sesuai dengan Domingues *et al.* (2007), bahwa arus Selatan Jawa merupakan arus yang melewati pantai barat Sumatera-Selatan Jawa terjadi secara semi-tahunan, dengan arus terkuat terjadi pada musim peralihan I dan II.

Pada tahun 2016, khususnya Bulan Juni hingga November sedang terjadi IOD negatif sedang dengan index sebesar -0.65 . Saat yang bersamaan SPL di perairan Batam sedang mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa IOD negatif dapat menyebabkan penurunan SPL di Batam.



Gb. 8 Fast fourier Transform (FFT) (a) Komponen U (m/s^{**1}), (b) komponen V (m/s^{**1}) (c) Sea Surface Temperature (SST) pada tahun 2016

Gambar 8 menunjukkan distribusi periode yang dimiliki oleh kecepatan angin dan SPL di perairan Batam pada tahun 2016. Kecepatan angin di perairan Batam memiliki periode dominan 6 bulanan (semi-annual). Namun, kecepatan angin di perairan Batam juga memiliki periode yang lain, yaitu *intra-seasonal* (35-90 hari) dan 10 bulanan. Selain kecepatan angin, SPL di perairan Batam juga memiliki periode dominan semi-annual. Hal ini menunjukkan bahwa factor musiman sangat kuat mempengaruhi perubahan SPL dan angin di perairan Batam.

Kesimpulan

Hasil penelitian ini menyimpulkan karakteristik suhu dan kecepatan komponen angin yang berhubungan dengan Indian Ocean Dipole (IOD) di perairan Batam, memiliki suhu permukaan laut yang rendah. Suhu permukaan laut tertinggi pada peralihan I dan pada musim muson timur, sedangkan pada musim angin muson timur mengalami penurunan. Suhu permukaan laut tertinggi di Bulan April-Mei, dan terendah yaitu pada Bulan Februari-Maret. Komponen U tertinggi pada Bulan Desember dengan arah barat (+) dan untuk komponen V tertinggi pada Bulan Januari dengan arah selatan (-). Kondisi suhu permukaan laut di laut Batam tidak mengalami perubahan yang signifikan. Berdasarkan hasil FFT, Kecepatan angin dan SPL di perairan Batam memiliki periode dominan 6 bulanan (semi-annual).

Daftar Pustaka

Amri K, Manurung D, Gaol JL dan Baskoro MS. 2013. Karakteristik suhu permukaan laut dan kejadian upwelling fase Indian Ocean Dipole Mode positif di barat Sumatera dan selatan Jawa Barat. *J. Segara*. 9 (1): 23-35.
 Ashok K, Guan Z dan Yamagata T. 2001. Impact of the Indian Ocean Dipole on the relationship between the Indian monsoon rainfall and ENSO. *Geophysical Research Letters*. 28 (23): 4499-4502.

- Ashok K, Guan Z, Saji NH dan Yamagata T. 2004. Individual and combined influences of ENSO and the Indian Ocean Dipole on the Indian summer monsoon. *J. Climate*. 17 (16): 3141-3155.
- Behera SK, Luo JJ, Masson S, Rao SA, Sakuma H dan Yamagata T. 2006. A CGCM study on the interaction between IOD and ENSO. *J. Climate*. 19 (9): 1688-1705.
- Domingues CM, Maltrud ME, Wijffels SE, Church JA dan Tomczak M. 2007. Simulated lagrangian pathways between the leeuwin current system and the upper-ocean circulation of the southeast indian ocean. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*. 54 (8): 797-817.
- Gustari I. 2009. Analisis curah hujan pantai barat Sumatera bagian utara periode 1994-2007. *J. Meteorologi dan Geofisika*. 10 (1): 29-38.
- Harijono SWB. 2010. Analisis dinamika atmosfer di bagian utara ekuator Sumatera pada saat peristiwa El-Nino dan Dipole Mode positif terjadi bersamaan. *J. Sains Dirgantara*. 5 (2): 130-148.
- Hermawan, E., & Komalaningsih, K. 2010. Karakteristik Indian Ocean Dipole Mode Di Samudera Hindia Hubungan-Nya Dengan Perilaku Curah Hujan Di Kawasan Sumatera Barat Berbasis Analisis Mother Wavelet. *Jurnal Sains Dirgantara*, 5(2): 109-129.
- Lubis MZ dan Khoirunnisa H. 2016. Dinamika Pantai Praikalagu di Provinsi Nusa Tenggara Barat, Indonesia. *J. Integrasi*. 8 (2): 125-133.
- Lubis MZ, Wulandari PD, Pujiyati S, Hestirianoto T, Moron JR dan Mahdi DPI. 2016. Spectral analysis using haar wavelet (original signal, denoised signal, residual signal) and source level for whistle sound of dolphin (*Tursiops aduncus*). *J. Fisheries Sciences*. 10 (3): 1- 9.
- Muhammad M, Rizal S dan Affan JM. 2012. Pengaruh ENSO (El Niño and Southern Oscillation) terhadap transpor massa air laut di Selat Malaka. *Depik*. 1 (1): 61-67.
- Polzin KL, Toole JM, Ledwell JR dan Schmitt RW. 1997. Spatial variability of turbulent mixing in the abyssal ocean. *Science*. 276 (5309): 93-96.
- Rasmusson EM dan Carpenter TH. 1982. Variations in tropical sea surface temperature and surface wind fields associated with the Southern Oscillation/El Niño. *Monthly Weather Review*. 110 (5): 354-384.
- Sahu N, Behera SK, Yamashiki Y, Takara K dan Yamagata T. 2012. IOD and ENSO impacts on the extreme stream-flows of Citarum River in Indonesia. *Climate Dynamics*. 39 (7-8): 1673-1680.
- Saji NH, Goswami BN, Vinayachandran PN dan Yamagata T. 1999. A dipole mode in the tropical Indian Ocean. *Nature*. 401 (6751): 360-363.
- Simbolon D dan A Halim. 2005. Suhu permukaan laut dan kaitannya dengan hasil tangkapan ikan cakalang dan madidihang di Perairan Sumatera Barat. *Buletin Pemanfaatan Sumberdaya Perairan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.