

Arah Dan Kecepatan Angin Musiman Serta Kaitannya Dengan Sebaran Suhu Permukaan Laut Di Selatan Pangandaran Jawa Barat

Ulha Fadika, Aziz Rifai, Baskoro Rochaddi

Program Studi Oseanografi Jurusan Ilmu Kelautan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedharto, SH Tembalang Semarang 50239 Telp. 024-7460044
papahrifa@yahoo.com; b.rochaddi@yahoo.com

Abstrak

Perairan Selatan Pangandaran merupakan perairan yang dipengaruhi oleh sistem angin Muson. Pergerakan angin berpengaruh terhadap dinamika pergerakan arus permukaan. Arus permukaan dapat berpengaruh terhadap sebaran suhu permukaan laut yang berada di perairan Selatan Pangandaran. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui perubahan arah dan kecepatan angin setiap musim yang bertiup di perairan Selatan Pangandaran, dan untuk mengetahui sebaran suhu permukaan laut oleh arus permukaan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2013. Metode kuantitatif digunakan dalam analisa data penelitian secara statistik untuk mengetahui nilai error suhu permukaan laut dari citra MODIS. Berdasarkan hasil pengolahan data diketahui bahwa pada musim Barat angin dominan bertiup dari arah Barat Daya menuju ke Timur Laut dengan kecepatan 5,7 – 8,8 knot menyebabkan arus permukaan bergerak ke Timur dengan kecepatan rata – rata 0,4 knot. Pada musim Timur angin yang bertiup dari arah Timur menuju Barat dengan kecepatan 8,8 – 11,1 knot menggerakkan arus permukaan ke Barat Laut dengan kecepatan rata – rata 0,18 knot. Sedangkan pada musim Peralihan arah angin tidak berpengaruh terhadap arah arus permukaan. Pada musim Peralihan didapatkan suhu permukaan laut yang maximum yaitu 31,7°C dan minimum yaitu 25,4°C sepanjang tahun.

Kata kunci : *Selatan Pangandaran, Angin, Suhu Permukaan Laut*

Abstract

The Southern Pangandaran water are being affected by Monsoon wind. The speed and direction of Monsoon wind will affect the dynamics of sea surface current. The sea surface current will affect the distribution of sea surface temperature at Sourthen Pangandaran waters. The purpose of research was to determine the change of Mosoon wind speed and direction, and to describe the distribution of sea surface temperature in relation with sea surface current at Southern Pangandaran waters. The research was conducted on August 2013. The quantitative method was used to analyse the data statistically to obtain the mean relative error value on MODIS satellite. Image the result showed that in the west Monsoon, the dominant wind direction was Southern with speed 5,7 – 8,8 knot. Caused the surface current moved to East with speed average 0,4 knot. In the east Monsoon, the dominant wind dirrection was east with speed average 8,8 – 11,1 knot. Caused the surface current moved to Northwest with speed average 0,18 knot. During the Transition periode, the wind direction have no relation with surface current direction. The transition period have the maximum and minimum sea surface temperature i.e. 31.7 °C and 25.4°C respectively.

Keywords : *Southern Pangandaran , Wind , Sea Surface Temperature*

1. Pendahuluan

Wilayah Indonesia merupakan daerah yang berada di wilayah tropis dan dilintasi garis khatulistiwa. Gerak semu matahari, yang melintasi khatulistiwa menyebabkan Indonesia mengalami dua musim yang berbeda yaitu Musim Barat dan Musim Timur (Hutabarat, 2006). Musim Barat terjadi pada bulan Desember, Januari, dan Februari.

Sedangkan Musim Timur terjadi pada bulan Juni, Juli, dan Agustus. Angin yang bertiup di Indonesia dipengaruhi oleh musim sehingga sistem angin ini disebut angin Musim atau angin Muson.

Perairan Selatan Jawa merupakan perairan yang dipengaruhi oleh sistem angin muson. Sistem angin Muson berpengaruh terhadap fluktuasi karakteristik perairan seperti angin, arus, serta sebaran suhu.

McPhaden dan Hayes (1991) menyatakan bahwa pergerakan angin akan mempengaruhi karakteristik massa air di laut, salah satunya adalah terjadinya perubahan arah arus permukaan. Pergerakan angin yang kencang juga dapat mempengaruhi terjadinya pencampuran massa air pada lapisan atas yang mengakibatkan sebaran suhu menjadi homogen.

Berdasarkan penelitian Putra (2004) diketahui bahwa pada saat Musim Timur, di selatan pulau Jawa angin bertiup dari benua Australia menuju ke Barat. Hal ini menyebabkan pergerakan massa air permukaan dari Selatan pulau Jawa menuju bagian Barat samudera Hindia. Pergerakan massa air permukaan menyebabkan naiknya massa air dari bagian dalam yang bersuhu rendah, menggantikan massa air permukaan yang berpindah.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui arah dan kecepatan angin yang bertiup setiap musim di perairan Selatan Pangandaran Jawa Barat serta mengetahui sebaran suhu permukaan laut yang dipengaruhi arus permukaan di perairan Selatan Pangandaran Jawa Barat.

2. Materi dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Perairan Selatan Pangandaran. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer berupa nilai suhu permukaan laut yang diukur secara insitu sebagai verifikasi data citra. Sedangkan data sekunder berupa data arah dan kecepatan angin, arus permukaan serta citra MODIS Terra level III bulanan tahun 2013.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif. Metode kuantitatif digunakan karena analisis data penelitian yang menggunakan statistik untuk mengetahui nilai *error* dari citra MODIS.

a. Metode Pengambilan Data

Data Citra MODIS

Citra MODIS yang digunakan adalah citra Terra MODIS level 3, bulanan selama satu tahun untuk tahun 2013 dengan resolusi 4 km. Citra Terra MODIS yang didapatkan dari situs NASA (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov>).

Data SPL Insitu Sebagai Verifikasi Data Citra

Pengambilan data lapangan dilakukan di perairan Pangandaran Jawa Barat pada 12 titik sampling. Data ini diukur menggunakan digital pocket termometer dengan pengulangan sebanyak tiga kali.

Data Angin

Data angin yang digunakan adalah data yang didapatkan dari Instansi Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Meteorologi Cilacap Jawa Tengah. Data angin yang didapatkan berupa titik koordinat, arah, dan kecepatan angin yang bertiup di Selatan Pangandaran.

Arus Permukaan

Data arus permukaan didapatkan dari Instansi Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Meteorologi Cilacap Jawa Tengah. Data arus permukaan yang

didapatkan berupa titik koordinat, arah, dan kecepatan angin yang bertiup di Selatan Pangandaran.

b. Metode Pengolahan dan Analisis Data

Metode Pengolahan data Angin

Data angin mendapatkan dua *output*. Pertama arah dan kecepatan angin dominan permusim di Selatan Pangandaran dengan menggunakan *software WRPLOT View*. Kedua berupa vektor angin di Pangandaran. Diolah menggunakan *software ArcGIS 9.3* berdasarkan angin bulanan.

Metode Pengolahan Data Arus Permukaan

Data arus permukaan dipetakan menggunakan *software ArcGIS 9.3*. Sehingga dapat menampilkan berupa arah perubahan arus permukaan setiap musimnya.

Metode pengolahan data SPL citra Terra MODIS

Data SPL dari satelit Terra MODIS. Nilai suhu permukaan laut diolah menggunakan *software ENVI 5.0, Microsoft Excel 2010 dan ArcGis 9.3*.

c. Analisis Verifikasi Data Citra dengan Data Lapangan

Analisis verifikasi dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antara data suhu permukaan laut berdasarkan nilai rekaman citra satelit Terra MODIS dengan data suhu permukaan laut yang diambil secara insitu.

Menurut Triatmodjo (2010) Verifikasi data dilakukan dengan menghitung MRE. Koreksi kesalahan relatif dapat dihitung dengan cara :

$$RE = \left[\frac{X - C}{X} \right] \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

$$MRE = \frac{\sum_1^n RE}{n} \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan :

- RE : kesalahan relatif (Relative Error)
- MRE : rata-rata kesalahan relatif (Mean Relative Error)
- X : data SPL hasil pengukuran di lapangan
- C : data SPL citra
- n : jumlah data

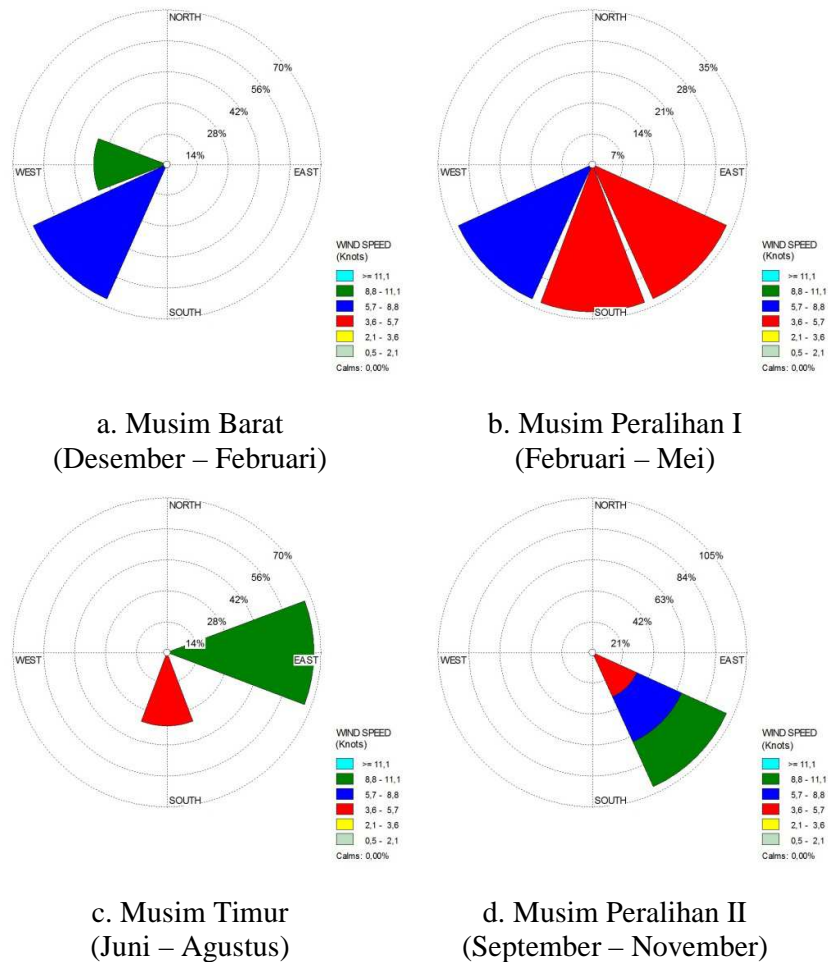
d. Analisis Data SPL Citra dengan Data Arus Permukaan

Analisis data sebaran suhu permukaan laut dan data arus permukaan digunakan untuk mengetahui kaitan sebaran suhu permukaan laut dan arus permukaan yang terjadi di perairan selatan Pangandaran Jawa Barat. Hasil analisa disajikan berbentuk overlay dari pola sebaran suhu permukaan laut dan arah arus permukaan.

3. Hasil dan Pembahasan

a. Data Angin

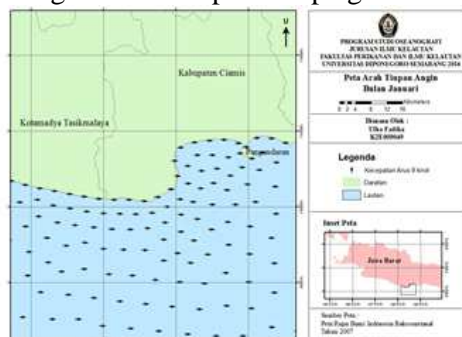
Data angin permukaan yang diperoleh dari instansi Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Cilacap didapatkan hasil berupa arah dan kecepatan angin. *Software WRPLOT View* memperlihatkan arah angin yang dominan setiap musimnya. Hasil yang didapatkan adalah sebagai berikut :



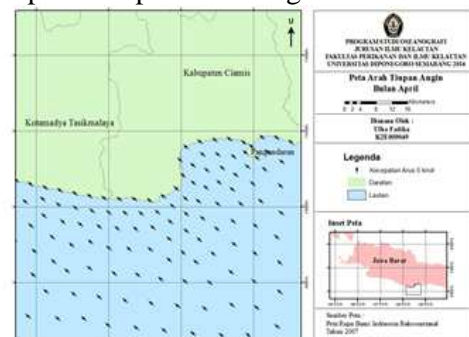
Gambar 1. Windrose Permusim Tahun 2013

Gambar 1 menunjukkan arah angin yang dominan pada setiap musimnya. Pada musim Barat ditunjukkan oleh gambar 10.a angin berhembus dominan dari arah Barat Daya dengan kecepatan 5,7 – 8,8 knot. Pada musim Peralihan I yang ditunjukkan oleh gambar 10.b angin berhembus dari tiga arah, yaitu Tenggara, Selatan, dan Barat Daya, dengan kecepatan angin 2,6 – 5,7 knot. Pada musim Timur yang ditunjukkan oleh gambar 10.c angin dominan berhembus dari arah Timur, dengan kecepatan 8,8 – 11,1 knot. Sedangkan pada musim Peralihan II yang ditunjukkan oleh gambar 10.d angin dominan berhembus dari arah Tenggara dengan kecepatan 2,6 – 11,1 knot.

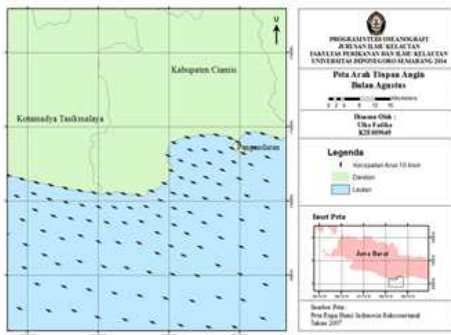
Data angin diproses dengan menggunakan *software ArcGIS 9.3*, sehingga akan menghasilkan output berupa gambar angin yang bertiup di atas perairan Pangandaran.



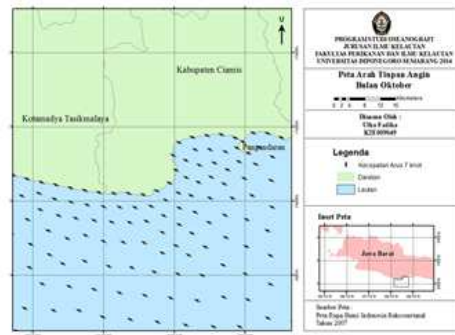
Gambar 2. Peta Arah Tiupan Angin Pada Musim Barat



Gambar 3. Peta Arah Tiupan Angin Pada Musim Peralihan I



Gambar 4. Peta Arah Tiupan Angin Pada Musim Timur

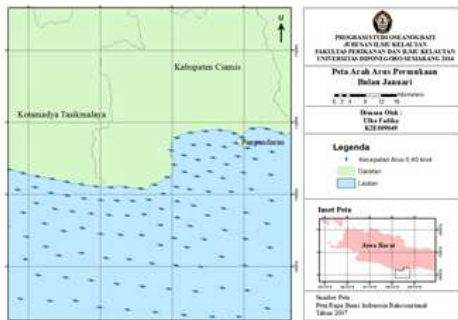


Gambar 5. Peta Arah Tiupan Angin Pada Musim Peralihan II

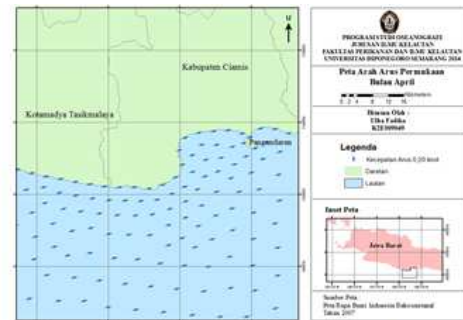
Gambar 2 sampai dengan 5 merupakan hasil visualisasi data angin menggunakan *software ArcGIS 9.3*. Pada musim Barat yang diwakili bulan Januari, angin bertiup ke arah Timur dengan kecepatan rata – rata 9 knot. Pada musim Peralihan I diwakili oleh bulan April, angin bertiup menuju arah Barat Laut dengan kecepatan rata – rata 5 knot. Pada musim Timur yang diwakili oleh bulan Agustus, angin bertiup menuju arah Barat dengan kecepatan rata – rata 10 knot. Pada musim Peralihan II yang diwakili oleh bulan Oktober, angin bertiup menuju arah Barat Laut dengan kecepatan rata – rata 7 knot.

b. Data Arus Permukaan

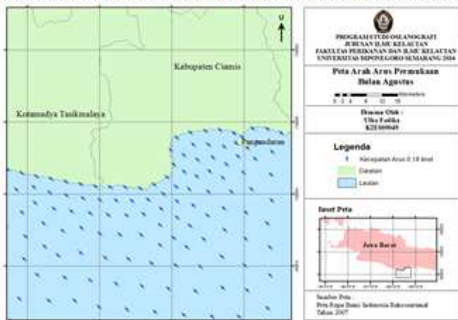
Gambar 6 sampai dengan 9 menunjukkan vektor arus permukaan. Data ini didapatkan dari instansi Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Meteorologi Cilacap.



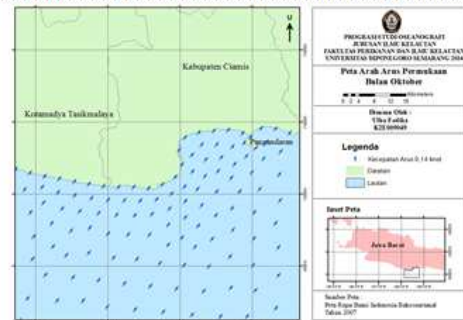
Gambar 6. Peta Arus Permukaan Musim Barat



Gambar 7. Peta Arus Permukaan Musim Peralihan I



Gambar 8. Peta Arus Permukaan Musim Timur



Gambar 9. Peta Arus Permukaan Peralihan II

Dapat dilihat pada gambar 15 sampai dengan 18 pergerakan dan perubahan arus permukaan setiap musimnya. Arus permukaan berubah arah setiap pergantian musim. Pada musim Barat arus permukaan bergerak menuju arah Timur dengan kecepatan 0,40 knot. Pada musim Peralihan I arus permukaan bergerak menuju arah Timur dengan kecepatan 0,20 knot. Memasuki musim Timur arus permukaan berubah arah menuju kearah Barat Laut dengan kecepatan 0,18 knot. Sedangkan untuk musim Peralihan II arus permukaan bergerak menuju arah Timur Laut dengan kecepatan 0,14 knot.

c. Data Suhu Permukaan laut

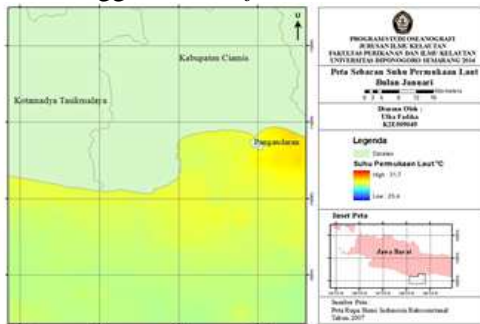
Data suhu permukaan laut didapatkan berdasarkan analisa suhu permukaan laut dari citra MODIS. Data tersebut kemudian diverifikasi dengan data suhu permukaan laut hasil pengukuran dilapangan. Hasil verifikasi ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 1. Tabel Perbandingan Suhu insitu dan Suhu dari Citra

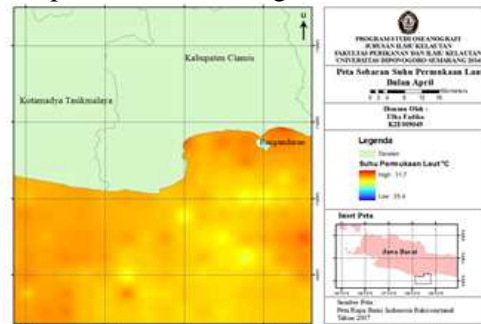
No	Koordinat		Suhu Insitu			Rata Rata SPL	Rata Rata Pixel	SPL Citra	error
	Lintang	Bujur	1	2	3				
1	-7,708	108,673	28	27,5	27,3	27,6	27,7	27,9	0,66%
2	-7,700	108,679	28,4	27,6	27,5	27,8			
3	-7,711	108,684	27,7	27,3	27,2	27,4	27,4	28,0	2,15%
4	-7,701	108,687	27,5	27,3	27,3	27,4			
5	-7,705	108,692	27,7	27,4	27,3	27,5			
6	-7,714	108,693	27,6	27,5	27,3	27,5	27,6	28,1	1,81%
7	-7,725	108,693	27,8	27,7	27,5	27,7			
8	-7,732	108,682	27,9	27,6	27,5	27,7	27,7	28,0	1,08%
9	-7,734	108,662	27,9	27,7	27,5	27,7			
10	-7,716	108,642	27,6	27,5	27,4	27,5	27,5	27,8	1,09%
11	-7,710	108,633	27,7	27,6	27,5	27,6	27,5	27,7	0,67%
12	-7,705	108,620	27,5	27,4	27,4	27,4			
Jumlah									7,46%
								MRE	1,24%

Tabel 1 menunjukkan data insitu suhu permukaan laut pada 12 titik pengamatan dengan pengulangan sebanyak tiga kali di perairan Pangandaran, serta data suhu permukaan laut berdasarkan citra MODIS. Hasil verifikasi menunjukkan nilai koreksi kesalahan relatif dengan rata – rata presentase kesalahan 1,24%. Dari nilai koreksi kesalahan relatif tersebut dapat disimpulkan bahwa data citra satelit Terra MODIS dapat digunakan dalam penelitian untuk mengetahui persebaran suhu permukaan laut di perairan Selatan Pangandaran.

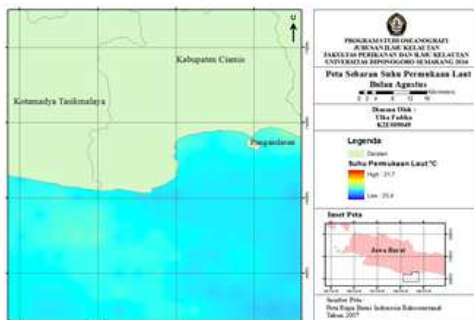
Hasil pengolahan sebaran suhu permukaan citra satelit MODIS di visualisasikan menggunakan *software ArcGIS 9.3*. Hasil yang ditampilkan adalah sebagai berikut:



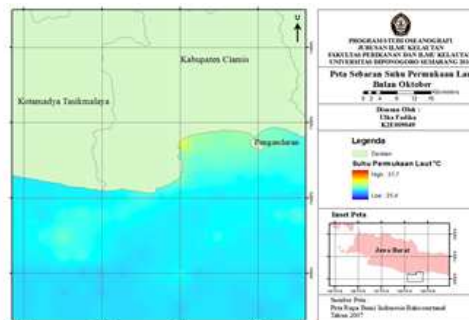
Gambar 10. Peta Sebaran SPL Musim Barat



Gambar 11. Peta Sebaran SPL Musim Peralihan I



Gambar 12. Peta Sebaran SPL Musim Timur



Gambar 13. Peta Sebaran SPL Musim Peralihan II

Gambar 10 sampai dengan 13 menunjukkan sebaran suhu permukaan laut yang didapatkan dari citra MODIS di perairan Selatan Pangandaran. Pada musim Barat suhu permukaan laut memiliki nilai rata-rata minimum $26,8^{\circ}\text{C}$ dan maximum $31,3^{\circ}\text{C}$. Pada musim Peralihan I suhu permukaan laut memiliki nilai minimum $29,2^{\circ}\text{C}$ dan nilai maximum $31,7^{\circ}\text{C}$. Musim Timur suhu permukaan laut nilai minimum 27°C dan nilai maximum 31°C . Musim Peralihan II suhu permukaan laut memiliki nilai minimum $25,4^{\circ}\text{C}$ dan nilai maximum $31,1^{\circ}\text{C}$.

d. Variabilitas Pergerakan Angin Permukaan

Pada gambar 10.a dapat dilihat pada musim Barat angin yang bertiup dominan dari arah Barat Daya. Pada musim Barat selain angin yang bertiup dari arah Barat Daya yang mendominasi, terdapat pula angin yang bertiup dari arah Barat, sehingga pada musim Barat menyebabkan angin bergerak menuju Timur dan Timur Laut. Pergerakan angin dari Barat menuju Timur dapat disebabkan karena tekanan udara di daerah sebelah Barat lebih tinggi dari pada di daerah sebelah Timur.

Pada musim Peralihan I angin didominasi oleh angin yang bertiup dari arah Utara dan Tenggara. Selain dari arah Tenggara dan Utara, ada pula angin yang bertiup dari arah Barat Daya. Hal tersebut disebabkan karena pada musim ini merupakan musim Peralihan dari musim Barat menuju musim Timur.

Pada musim Timur didominasi oleh angin yang bertiup dari arah Timur. Selain dari arah Timur, pada musim Timur angin juga bertiup dari arah Tenggara dan Utara. Hal tersebut dapat disebabkan oleh pusat tekanan di daerah Timur lebih tinggi dari pada di daerah Barat.

Memasuki musim Peralihan II angin dominan bertiup dari arah Tenggara. Hal tersebut ditandai sebagai berakhirnya musim Timur. Pada musim ini terdapat sisa dari musim Timur yaitu terdapat angin yang bergerak dari arah Timur. Hal tersebut menyebabkan angin bergerak menuju arah Barat Laut.

Maka dapat dilihat dari gambar 11 sampai dengan 14 bahwa daerah perairan Selatan Pangandaran pun masih terkena pengaruh oleh sistem Muson. Dengan variabilitas angin yang bertiup diatas perairan akan mempengaruhi dinamika perairan yang dilalui oleh angin tersebut.

e. Pengaruh Angin Terhadap Pergerakan Arus Permukaan

Pada musim Barat ini diwakilkan dengan bulan Januari. Pada bulan Januari angin bertiup menuju arah Timur dengan kecepatan rata – rata 9 knot. Sedangkan arus permukaan bergerak rata – rata menuju arah Timur dengan rata – rata kecepatan 0,40 knot. Dari gambar 15 dan 17 terlihat bahwa arus permukaan bergerak searah dengan tiupan angin. Sehingga dapat disimpulkan bahwa arus permukaan pada musim Barat dipengaruhi oleh angin yang bertiup diatas permukaan perairan Pangandaran.

Pada musim Peralihan I diwakilkan dengan bulan April. Pada periode ini angin bertiup menuju arah Barat Laut dengan kecepatan rata – rata 5 knot. Sedangkan arus permukaan bergerak rata – rata menuju arah Timur Laut dengan rata – rata kecepatan

0,20 knot. Dari hasil analisis arus permukaan yang bergerak diperairan Selatan Pangandaran tidak didominasi oleh pengaruh angin. Hal ini dikarenakan kecepatan angin yang bertiup di atas permukaan laut terlalu kecil. Diduga arus permukaan yang terjadi diakibatkan oleh pengaruh pasang surut.

Musim Timur diwakilkan oleh bulan Agustus. Pada periode ini angin bertiup menuju arah Barat Laut dengan kecepatan rata – rata 10 knot. Sedangkan arus permukaan bergerak rata – rata menuju arah Barat Laut dengan rata – rata kecepatan 0,18 knot. Arus permukaan yang bergerak di perairan Selatan Pangandaran searah dengan bertiupnya angin. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa arus permukaan pada musim Timur di Selatan Pangandaran dipengaruhi oleh angin yang bertiup di atas permukaan laut.

Musim Peralihan II diwakilkan oleh bulan Oktober. Pada periode ini angin bertiup menuju arah Barat Laut dengan kecepatan rata – rata 7 knot. Sedangkan arus permukaan bergerak rata – rata menuju arah Timur Laut dengan rata – rata kecepatan 0,14 knot. Dapat disimpulkan bahwa nilai rata – rata kecepatan arus permukaan lebih rendah daripada nilai kecepatan angin yang bergerak di atas permukaan air. Arus permukaan yang bergerak diperairan Selatan Pangandaran tidak didominasi oleh pengaruh angin. Hal ini dikarenakan kecepatan angin yang bertiup di atas permukaan laut terlalu kecil, dan diduga arus permukaan yang terjadi dibangkitkan oleh pasang surut.

f. Pengaruh Arus Permukaan Terhadap Sebaran Suhu Permukaan Laut

Pada musim Barat arus permukaan bergerak menuju arah Timur. Sedangkan sebaran suhu permukaan laut pada musim ini massa air yang lebih rendah berada di perairan sebelah Selatan, semakin menuju ke daratan suhu permukaan laut semakin tinggi. Sehingga pada musim Barat belum tampak adanya keterkaitan antara sebaran suhu permukaan laut dengan arah gerak arus permukaan.

Pada musim Peralihan I dapat dilihat bahwa sebaran suhu permukaan laut mengalami perubahan. Pada musim ini belum tampak keterkaitan antara sebaran suhu permukaan laut dengan arah gerak arus permukaan. Musim Peralihan I nilai suhu permukaan laut cenderung lebih tinggi daripada saat musim Barat. Pada musim ini memiliki nilai paling tinggi dalam kurun waktu satu tahun yaitu 31,7o C.

Musim Timur nilai suhu permukaan laut cenderung mengalami penurunan daripada musim Barat dan musim Peralihan I. Pada musim ini terlihat bahwa arus permukaan bergerak menuju Barat Laut dengan mengangkut massa air yang bersuhu rendah. Selain itu pada musim Timur paparan sinar Matahari minimum, sehingga mempengaruhi suhu permukaan laut yang terkena paparan sinar Matahari. Diketahui bahwa pada musim Timur suhu permukaan laut tidak minimum, hal tersebut dikarenakan air membutuhkan waktu dalam melepaskan panas.

Pada musim peralihan II dapat dilihat dari bulan ke bulan cenderung memiliki nilai suhu permukaan laut yang relatif sama. Pada musim ini pola pergerakan arus bergerak ke arah Timur Laut mengangkut massa air yang bersuhu lebih rendah ke arah Timur Laut. Pada musim ini masih terkena pengaruh pada musim Timur, air membutuhkan waktu dalam melepaskan panas. Akibat dari pergerakan arus tersebut maka pada musim ini memiliki nilai minimum sepanjang tahun 2013 yaitu 25,4°C.

4. Kesimpulan dan Saran

Perubahan arah dan kecepatan angin musiman di perairan selatan Pangandaran berpengaruh terhadap perubahan arah dan kecepatan arus permukaan pada musim Barat dan musim Timur. Pada musim Barat angin yang dominan bertiup dari arah Barat Daya menuju ke Timur Laut dengan kecepatan 5,7 – 8,8 knot menyebabkan arus permukaan

bergerak ke Timur dengan kecepatan rata – rata 0,4 knot. Pada musim Timur angin yang bertiup dari arah Timur menuju Barat dengan kecepatan 8,8 – 11,1 knot menggerakkan arus permukaan bergerak ke Barat Laut dengan kecepatan rata – rata 0,18 knot. Sedangkan pada musim Peralihan, perubahan arah dan kecepatan angin tidak berpengaruh terhadap arah dan kecepatan arus permukaan.

Pada musim Barat sebaran suhu permukaan laut cenderung semakin ke arah daratan (Utara) suhunya semakin tinggi. Pada musim Peralihan I sebaran suhu permukaan cenderung lebih merata ke segala arah. Pada musim Timur sebaran suhu permukaan laut mengikuti arah gerak arus permukaan. Pada musim Peralihan II sebaran suhu permukaan laut cenderung mengikuti arah gerak arus permukaan.

Daftar Pustaka

- Hutabarat, S. dan SM. Evans. 2006. Pengantar Oseanografi. UI Press. Jakarta.
- Iskandar, I., M T Tozuka., H. Sasaki., Y. Masumoto and T. Yamagata. 2006. Intraseasonal Variations of Surface and Subsurface Current Off Java As Simulated in High - Resolution Ocean General Circulation Model. *Geophys. Res. Lett.*, 111:15 pp.
- McPhaden, and S. P. Hayes, 1991. On The Variability of Winds, Sea Surface Temperature, and Surface Layer Heat Content in The Western Wquatorial Pasific. *J. Geophys. Res.* 96: 3331 – 3342
- Putra, E. 2004. Variabilitas Angin dan Paras Laut Serta Interaksina di Perairan Utara dan Selatan Pula Jawa. Bogor. Intitut Pertanian Bogor
- Susanto, D., A.L. Gordon, and Q. Zheng. 2001. Upwelling Along The Coast of Java and Sumatera and Its Relation to ENSO. *Geophys. Res. Lett.* 28(8):1599 –1602.
- Triatmodjo, Bambang. 2010. Metode Numerik. Yogyakarta. Beta Offset
- Tubalawony, S., Kusmanto E., Muhadjirin. 2012. Suhu dan Salinitas Permukaan Merupakan Indikator Upwelling Sebagai. LIPI. Jakarta. Vol 17