

## KARAKTERISTIK ANGIN PERMUKAAN DI ATAS LAUT INDONESIA

Martono

Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer LAPAN

e-mail: mar\_japan@yahoo.com

### ABSTRACT

*Surface wind has an important role in the air-sea interaction. This research was conducted to investigate characteristics of surface wind over the Indonesian seas. Data used was pentad surface wind from 1988-2011. Method used in this research was description analysis. The results showed that duration, direction and velocity of surface wind over the Indonesian waters vary. This difference is affected by interaction between the monsoon and the trade wind. Duration of the easterly wind over the Java sea, Flores sea, Banda sea, Arafura sea and southern waters of Java reached 8 months, but the westerly wind only reached 4 months. Velocity of the easterly wind over the Java sea, Flores sea and Banda sea reached 4.5 m/s, and over the southern waters of Java and Arafura sea reached 6,2 m/s. Vice versa, velocity of the westerly wind reached 3.9 m/s over the Java sea, Flores sea and Banda sea, and reached 3.2 m/s over the southern waters of Java and Arafura sea. The southerly wind and northerly wind over the Sulawesi sea and Karimata strait have the same time duration is 6 months. Velocity of the southerly wind over the Karimata strait, Makassar strait and Sulawesi Sea reached 4 m/s, 3.5 m/s and 1,9 m/s, but the northerly wind reached 3.4 m/s, 2 m/s and 2.2 m/s.*

**Keywords** : characteristics, surface wind, direction, duration

### ABSTRAK

Angin permukaan mempunyai peranan penting dalam interaksi antara laut dan atmosfer. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik angin permukaan di atas perairan Indonesia. Data yang digunakan adalah angin permukaan *pentad* dari tahun 1988-2011. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa durasi, arah dan kecepatan angin permukaan di atas beberapa wilayah perairan Indonesia berbeda-beda. Perbedaan ini dipengaruhi oleh interaksi antara monsun dan angin pasat. Durasi angin timur di atas Laut Jawa, Laut Flores, Laut Banda, Laut Arafura dan perairan selatan Jawa mencapai 8 bulan, tetapi angin barat hanya 4 bulan. Kecepatan angin timur di Laut Jawa, Laut Flores dan Laut Banda mencapai 4,5 m/dt, dan di perairan selatan Jawa dan Laut Arafura mencapai 6,2 m/dt. Sebaliknya kecepatan angin barat mencapai 3,9 m/dt di Laut Jawa, Laut Flores dan Laut Banda dan 3,2 m/dt di perairan selatan Jawa dan Laut Arafura. Angin selatan dan angin utara di atas Laut Sulawesi dan

Selat Karimata mempunyai durasi waktu yang sama yaitu 6 bulan. Kecepatan angin selatan di atas selat Karimata, selat Makassar dan laut Sulawesi mencapai 4 m/dt, 3,5 m/dt dan 1,9 m/dt, sebaliknya kecepatan angin utara mencapai 3,4 m/dt, 2 m/dt dan 2,2 m/dt.

**Kata kunci** : karakteristik, angin permukaan, arah, durasi

## 1 PENDAHULUAN

Angin permukaan merupakan salah satu unsur iklim yang mempunyai penting dalam dinamika laut maupun proses interaksi antara laut dan atmosfer. Transfer energi angin permukaan ke laut akan menyebabkan terjadinya arus dan gelombang laut (Arief, 1994; Dahuri dkk., 1996). Informasi arus dan gelombang laut sangat dibutuhkan dalam kegiatan operasional pelayaran. Sirkulasi angin permukaan selama musim tenggara menjadi faktor utama penyebab terjadinya proses *upwelling* di bagian selatan Selat Makassar (Atmadipoera dan Widyastuti, 2014), di sepanjang pantai selatan Jawa hingga Nusa Tenggara (Ningsih dkk., 2013; Wardani dkk., 2013; Susanto and Marra, 2005). Lokasi *upwelling* merupakan daerah yang memiliki potensi ikan yang tinggi.

Pertukaran momentum, panas, air dan gas dalam interaksi antara laut dan atmosfer dipengaruhi oleh angin permukaan (Deser dkk., 2010). Proses penguapan dan aliran panas turbulen permukaan oleh angin permukaan mempengaruhi variabilitas suhu permukaan laut (Han dkk., 2006; Han dkk., 2007; Duan dkk., 2008). Variabilitas kedalaman lapisan termoklin dan suhu permukaan laut di perairan Indonesia dipengaruhi oleh kondisi angin di Samudera Pasifik dan Samudera Hindia (Qu dkk., 2005). Perubahan CO<sub>2</sub> antara laut dan atmosfer dipengaruhi oleh kecepatan angin dan koefisien gesekan kecepatan angin (Ekayanti dkk., 2009).

Mengingat peranan penting angin permukaan dalam dinamika laut dan interaksi antara laut dan atmosfer, maka penelitian mengenai angin permukaan di atas wilayah perairan laut Indonesia perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi dan waktu perubahan arah angin permukaan di atas perairan laut Indonesia.

## 2 METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian adalah perairan Indonesia yang meliputi Laut Jawa, Laut Flores, Laut Banda, Laut Arafura, Laut Sulawesi, Selat Makassar, Selat Karimata dan perairan selatan Pulau Jawa. Data yang digunakan adalah angin permukaan dari tahun 1988-2011. Data ini hasil estimasi dari berbagai sensor satelit dan mempunyai resolusi waktu lima harian (*pentad*) dan resolusi spasial  $0,25^{\circ} \times 0,25^{\circ}$ . Data ini diperoleh dari *Physical Oceanography Distributed Active Center - National Aeronautics and Space Administration (PODAAC NASA* dengan alamat <https://podaac.jpl.nasa.gov/OceanWind>.

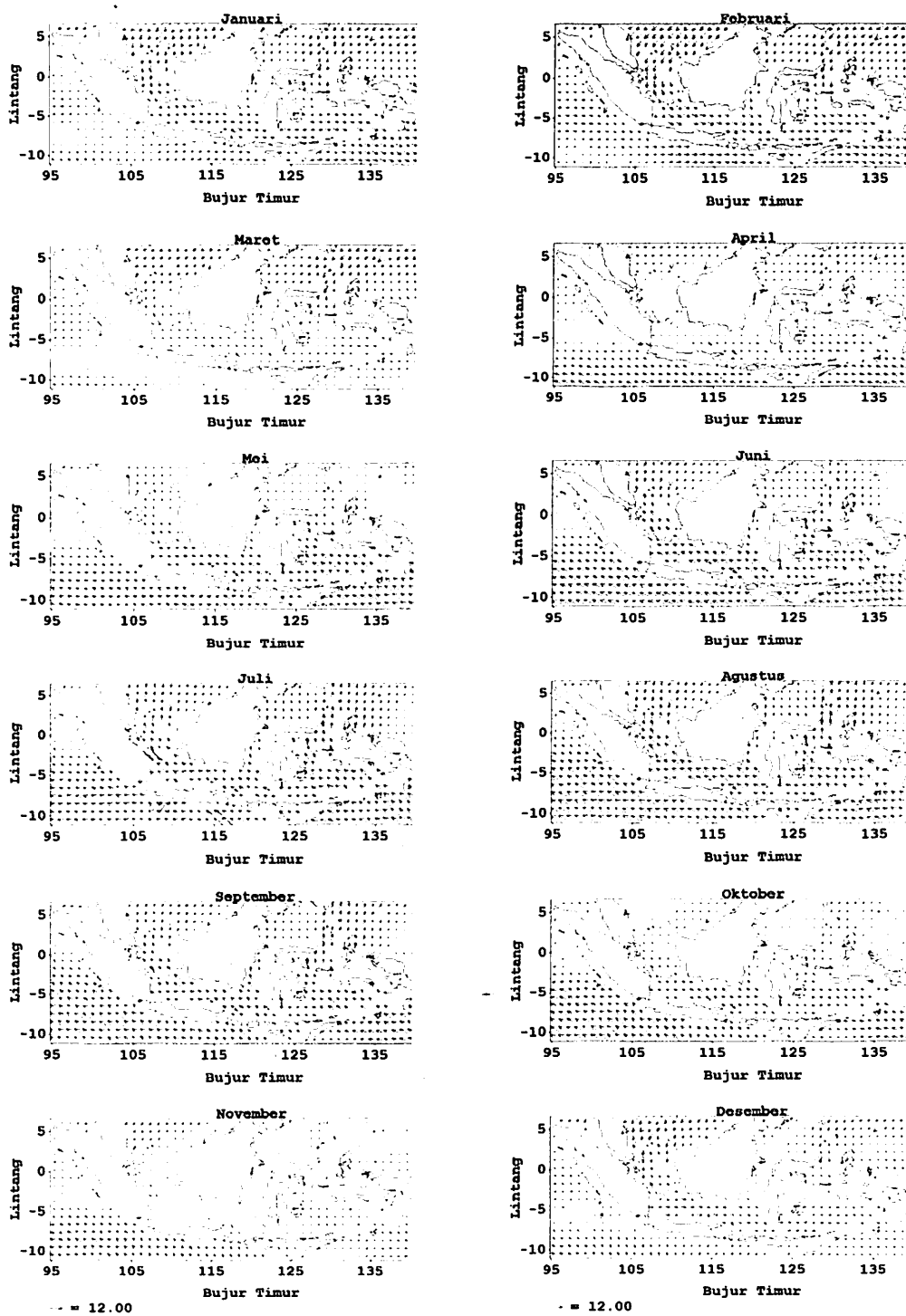
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif. Pengolahan data menggunakan metode statistik. Data angin permukaan terdiri dari komponen zonal dan meridional. Langkah pertama yang dilakukan adalah menghitung resultan angin sehingga diperoleh arah dan besar. Kedua, dilakukan perata-rataan data *pentad* menjadi data bulanan. Data bulanan ini kemudian dirata-ratakan dalam rentang waktu 24 tahun sehingga diperoleh rata-rata tahunan. Ketiga adalah menghitung resultan angin dari data rata-rata bulanan.

Analisis variasi bulanan dan waktu perubahan arah angin permukaan dilakukan di atas tiap-tiap wilayah perairan laut Indonesia. Analisis variasi bulanan angin permukaan meliputi durasi waktu arah angin, arah dan intensitas kecepatan berdasarkan vektor angin rata-rata bulanan. Analisis waktu perubahan arah angin ditentukan berdasarkan komponen utama arah angin permukaan dalam skala waktu *pentad*.

## 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola angin permukaan rata-rata bulanan di atas wilayah perairan Indonesia diperlihatkan pada Gambar 1. Pola angin permukaan bulan Desember-Maret mempunyai pola yang sama. Di atas Laut Jawa, Laut Flores, Laut Banda, Laut Arafura dan perairan selatan Jawa bertiup angin barat. Periode Desember-April di atas Laut Sulawesi, Selat Karimata dan Selat Makassar bertiup angin utara.

Pada bulan April, angin permukaan di atas Laut Jawa, Laut Flores, Laut Banda, Laut Arafura dan perairan selatan Jawa bertiup angin timur. Pola ini berlangsung hingga bulan November. Perubahan arah angin permukaan ke arah utara di atas Selat Karimata, Selat Makassar dan Laut Sulawesi terjadi pada bulan Mei.

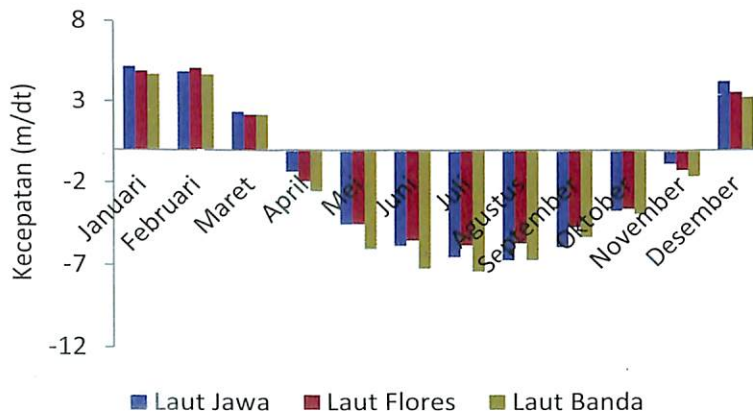


**Gambar 1.** Pola angin permukaan rata-rata bulanan

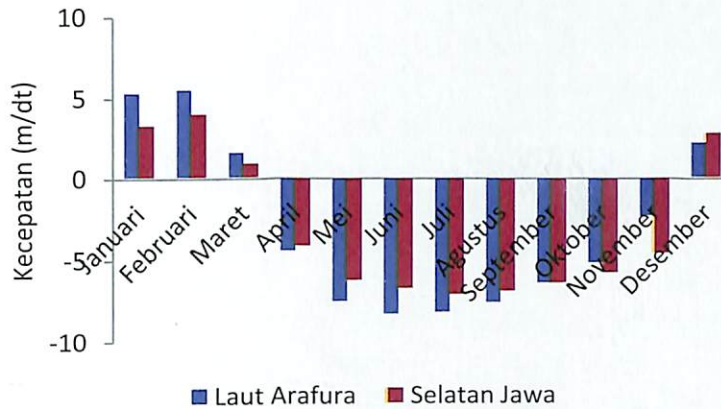
Di atas Selat Karimata dan Laut Sulawesi pola ini berlangsung hingga bulan Oktober tetapi di Selat Makassar masih berlangsung hingga bulan November. Pada bulan Desember, angin permukaan di atas Laut Jawa, Laut Flores, Laut Banda, Laut Arafura dan perairan selatan Jawa kembali bertiup angin barat. Perubahan arah angin ke selatan di Selat Karimata dan Laut Sulawesi terjadi pada bulan November, sedangkan di Selat Makassar terjadi pada bulan Desember. Secara umum perubahan arah angin permukaan di atas wilayah Indonesia terjadi pada bulan April dan Mei.

Variasi bulanan angin permukaan di atas Laut Jawa, Laut Flores dan laut Banda diperlihatkan pada Gambar 2. Di atas ketiga laut tersebut arah angin permukaan dominan bertiup ke barat dengan durasi waktu 8 bulan dari April-November dan ke arah timur selama 4 bulan dari Desember-Maret. Kecepatan rata-rata angin timur lebih besar daripada angin barat. Kecepatan angin permukaan lebih besar dari 5,5 m/dt terjadi antara bulan Juni-Agustus.

Variasi bulanan angin permukaan di atas Laut Arafura dan perairan selatan Jawa diperlihatkan pada Gambar 3. Di atas kedua laut tersebut angin permukaan dominan bertiup ke barat dengan durasi waktu selama 8 bulan dari April- November dan ke timur selama 4 bulan dari Desember-Maret. Secara umum kecepatan angin timur lebih besar daripada angin barat. Kecepatan angin lebih besar dari 6,5 m/dt terjadi antara Mei-September.



**Gambar 2.** Variasi bulanan angin permukaan di atas Laut Jawa, Laut Flores dan Laut Banda

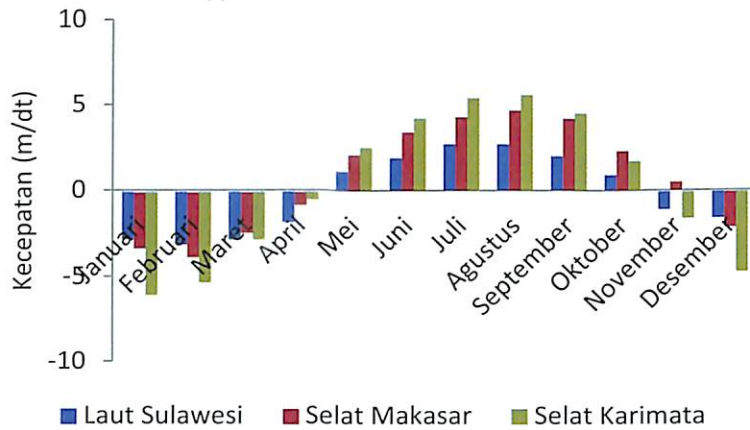


**Gambar 3.** Variasi bulanan angin permukaan di atas Laut Arafura dan perairan selatan Jawa

Variasi bulanan angin permukaan di atas Laut Sulawesi, Selat Makassar dan Selat Karimata diperlihatkan pada Gambar 4. Angin selatan dan angin utara di atas Laut Sulawesi dan Selat Karimata mempunyai durasi waktu 6 bulan dari Mei-Oktober ke utara dan November-April ke selatan. Di Selat Makassar arah tiupan angin permukaan dominan ke utara dengan durasi waktu 7 bulan dari Maret-November dan ke selatan 5 bulan dari Desember-April. Kecepatan angin selatan di atas Selat Karimata dan Selat Makassar lebih besar daripada angin utara, tetapi di Laut Sulawesi terjadi sebaliknya. Kecepatan angin lebih besar dari 5 m/dt terjadi di Selat Karimata antara bulan Januari-Februari dan bulan Juli-Agustus.

Perubahan arah gerakan angin permukaan di atas beberapa wilayah laut Indonesia diperlihatkan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Pada dasarnya waktu perubahan arah angin permukaan di atas masing-masing wilayah laut Indonesia berubah-ubah. Namun secara umum perubahan arah gerakan angin terjadi antara akhir bulan Maret sampai akhir bulan April dan antara pertengahan bulan November sampai awal bulan Desember.





**Gambar 4.** Variasi bulanan angin permukaan di atas Laut Sulawesi, Selat Makassar dan Selat Karimata

**Tabel 1.** Waktu perubahan arah angin permukaan (barat-timur)

Wilayah	Angin Timur	Angin Barat
Laut Jawa	Ke-3 April	Ke-4 November
Laut Flores	Ke-2 April	Ke-4 November
Laut Banda	Ke-2 April	Ke-5 November
Laut Arafura	Ke-6 Maret	Ke-5 November
Selatan Jawa	Ke-4 Maret	Ke-1 Desember

**Tabel 2.** Waktu perubahan arah angin permukaan (utara-selatan)

Wilayah	Angin Selatan	Angin Utara
Laut Sulawesi	Ke-6 April	Ke-3 November
Selat Makassar	Ke-5 April	Ke-6 November
Selat Karimata	Ke-3 April	Ke-3 November

Perubahan angin barat di bagian tengah wilayah laut Indonesia dimulai dari Laut Jawa menuju Laut Flores dan Laut Banda, sebaliknya perubahan angin timur dimulai dari Laut Banda menuju Laut Flores dan Laut Jawa. Di bagian selatan wilayah perairan Indonesia menunjukkan pola yang berbeda yaitu angin timur dimulai dari perairan selatan Jawa menuju Samudera Hindia tengah dan angin barat dimulai dari Laut Arafura menuju Samudera Pasifik bagian selatan. Perubahan arah angin permukaan di Selat Karimata, Selat

Makassar dan Laut Sulawesi secara umum terjadi sebelum dan sesudah perubahan arah angin di atas Laut Jawa dan Laut Flores.

Hasil analisis menunjukkan bahwa durasi waktu, arah dan kecepatan angin permukaan di atas masing-masing wilayah perairan Indonesia berbeda-beda. Perbedaan pola ini disebabkan oleh wilayah Indonesia yang berupa kepulauan, posisi geografis terletak di daerah ekuator dan diapit oleh dua benua yaitu benua Asia dan Australia dan dua samudera yaitu Samudera Hindia dan Pasifik.

Wilayah kepulauan Indonesia dikenal dengan nama Benua Maritim Indonesia (BMI). Dampak berupa wilayah kepulauan akan mempengaruhi intensitas kecepatan angin permukaan. Intensitas kecepatan angin permukaan di atas wilayah perairan yang di kelilingi kepulauan lebih kecil dibandingkan dengan wilayah perairan terbuka. Pengaruh ini berhubungan dengan adanya gesekan antara angin permukaan dengan topografi daratan.

Wilayah Indonesia terdapat di daerah tropis antara  $6^{\circ}$  LU –  $12^{\circ}$  LS. Sepanjang tahun di atas wilayah ekuator antara  $30^{\circ}$  LU –  $30^{\circ}$  LS terbentuk angin pasat timur laut di utara ekuator dan angin pasat tenggara di selatan ekuator (Barry *and* Choerly, 2003). Angin pasat ini terbentuk akibat perbedaan tekanan udara antara daerah ekuator dengan subtropis. Sepanjang tahun daerah ekuator menerima panas lebih besar daripada daerah subtropis. Hal ini menyebabkan tekanan udara di daerah ekuator lebih rendah, sehingga terjadi pergerakan angin permukaan dari daerah subtropis ke daerah ekuator. Arah gerakan angin ini dipengaruhi gaya Coriolis, sehingga angin pasat timur laut bergerak ke arah barat daya dan angin pasat tenggara bergerak ke arah barat laut.

Perubahan posisi matahari ke utara-selatan ekuator ini menyebabkan adanya perbedaan tekanan udara tinggi dan rendah di atas benua Australia dan benua Asia. Perbedaan tekanan udara ini menyebabkan terbentuknya angin musim atau monsun. Pada saat posisi matahari berada di selatan ekuator terbentuk monsun Asia yang bergerak dari benua Asia menuju benua Australia. Pada saat posisi matahari di berada utara ekuator terbentuk monsun Australia yang bergerak dari benua Australia menuju benua Asia. Gerakan monsun ini melewati wilayah Indonesia.

Pada bulan April posisi matahari berada di utara ekuator, sehingga berkembang monsun Australia. Di atas laut Indonesia bagian selatan ekuator, monsun Australia dan angin pasat tenggara searah sehingga saling memperkuat. Kondisi tersebut menyebabkan intensitas



kecepatan angin permukaan di atas laut tersebut semakin menguat. Ketika posisi matahari semakin menjauh ke utara ekuator, maka intensitas kecepatan angin permukaan ke arah barat semakin kuat.

Posisi matahari di utara ekuator sampai akhir bulan September. Pada bulan Oktober posisi matahari berada di selatan ekuator, sehingga monsun Asia mulai berkembang. Di atas laut Indonesia bagian utara ekuator, monsun Asia dan angin pasat timur laut searah sehingga saling memperkuat. Meskipun monsun Asia telah berkembang, namun arah angin permukaan di atas Laut Jawa, Laut Flores, Laut Banda masih bergerak ke arah barat, bahkan di atas perairan selatan Jawa dan Laut Arafura sampai bulan November masih bergerak ke barat.

Hal ini menunjukkan bahwa di atas perairan tersebut pengaruh angin pasat tenggara masih kuat. Kondisi ini disebabkan karena letak wilayah laut tersebut lebih dekat dengan sumber angin pasat tenggara, sehingga pengaruh angin pasat tenggara lebih kuat. Kondisi ini yang menyebabkan gerakan arah angin permukaan ke barat di atas Laut Jawa, Laut Flores, Laut Banda, Laut Arafura dan perairan selatan Jawa mempunyai durasi waktu lebih lama daripada ke arah timur.

Pada bulan November di atas Laut China Selatan bertiup monsun Asia dan angin pasat timur laut menuju Laut Jawa. Pada waktu yang bersamaan di atas Laut Flores, Laut Banda dan Laut Arafura masih bertiup angin pasat tenggara ke arah barat. Di atas Laut Jawa gerakan monsun Asia mendapat tekanan yang kuat dari angin pasat tenggara. Kondisi ini menyebabkan gerakan monsun Asia pada bulan ini hanya sampai di Selat Karimata.

Sebaliknya, pada bulan April monsun Australia di atas Laut Jawa, Laut Flores, Laut Banda dan Laut Arafura diperkuat oleh angin pasat tenggara. Pada waktu yang bersamaan, di atas Laut China Selatan dan Laut Sulawesi masih berkembang angin pasat timur laut. Kondisi tersebut menyebabkan gerakan monsun Australia dan angin pasat tenggara di atas Selat Karimata dan Selat Makassar mendapat tekanan yang kuat dari angin pasat timur laut. Mekanisme tersebut yang menyebabkan waktu perubahan arah angin permukaan di atas Laut Jawa, Laut Flores dan Laut Banda tidak sama. Gerakan angin permukaan ke timur dimulai dari barat, sedangkan perubahan ke arah barat dimulai dari timur.

Sebelah selatan perairan selatan Jawa merupakan perairan terbuka, sedangkan di sebelah selatan Laut Arafura adalah benua Australia. Ini menyebabkan pengaruh angin pasat tenggara di atas

perairan selatan Jawa lebih kuat daripada di Laut Arafura. Pada awal bulan Maret pengaruh monsun Asia di atas perairan selatan Jawa mulai melemah dan mulai berkembang monsun Australia. Sebaliknya, di atas Laut Arafura pengaruh monsun Asia masih kuat yang bersumber dari aliran angin permukaan di atas Laut Flores dan Laut Banda.

Meskipun sudah berkembang monsun Asia, tetapi sampai pada pertengahan bulan November pengaruh angin pasat tenggara di atas perairan selatan Jawa masih kuat. Sebaliknya pengaruh angin pasat tenggara di atas Laut Arafura mulai melemah karena mendapat tekanan angin permukaan dari Laut Flores dan Laut Banda. Proses tersebut yang menyebabkan waktu perubahan arah angin permukaan di atas Laut Arafura dan perairan selatan Jawa berbeda. Gerakan angin permukaan ke timur dimulai dari timur dan ke arah barat dimulai dari barat.

Kecepatan angin permukaan maksimum terjadi pada saat musim timur. Hasil yang sama dinyatakan bahwa pada bulan Juli angin permukaan di atas Samudera Hindia bergerak ke arah barat dengan kecepatan mencapai 25 knot, sedangkan pada bulan Januari di atas Pulau Jawa dan sekitarnya angin permukaan bergerak ke arah timur dengan kecepatan antara 5-15 knot (Siswanto dan Suratno, 2008). Hasil yang sama juga dinyatakan bahwa kecepatan angin permukaan di atas perairan selatan Jawa hingga Nusa Tenggara Timur antara bulan Mei-Agustus lebih besar dari 5 m/dt (Syafik dkk., 2013).

#### **4 KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa durasi, arah dan kecepatan angin permukaan di atas beberapa wilayah perairan Indonesia menunjukkan pola yang berbeda-beda. Perbedaan ini disebabkan oleh interaksi yang kuat antara monsun dengan angin pasat. Pengaruh angin pasat tenggara di atas laut Indonesia bagian selatan ekuator sangat kuat. Durasi timur mencapai 8 bulan, sedangkan angin barat hanya 4 bulan. Kecepatan rata-rata angin timur di Laut Jawa, Laut Flores dan Laut Banda 4,5 m/dt dan di perairan selatan Jawa dan Laut Arafura mencapai 6,2 m/dt. Sebaliknya angin barat mencapai 3,9 m/dt di Laut Jawa, Laut Flores dan Laut Banda dan hanya 3,2 m/dt di perairan selatan Jawa dan Laut Arafura.

Gerakan arah angin permukaan ke arah utara-selatan di atas Selat Karimata dan Laut Sulawesi mempunyai durasi waktu sama yaitu 6 bulan. Pada saat musim timur kecepatan angin permukaan ke arah

utara mencapai 2,4 m/dt, 4,1 m/dt dan 5,1 m/dt, sedangkan pada saat musim barat kecepatan angin permukaan ke arah selatan mencapai 2,3 m/dt, 2,8 m/dt dan 5,1 m/dt masing-masing di Laut Sulawesi, Selat Makassar dan Selat Karimata. Kecepatan angin selatan di atas Selat Karimata, Selat Makassar dan Laut Sulawesi mencapai 4 m/dt, 3,5 m/dt dan 1,9 m/dt, sebaliknya kecepatan angin utara mencapai 3,4 m/dt, 2 m/dt dan 2,2 m/dt.

Perubahan arah gerakan angin permukaan ke timur di atas Laut Jawa, Laut Flores dan Laut Banda dimulai dari barat yaitu dari laut Jawa pada *pentad* ke-4 November, sedangkan ke barat dimulai dari timur yaitu dari Laut Banda pada *pentad* ke-2 April. Sedangkan di atas perairan selatan Jawa dan Laut Arafura angin timur dimulai dari barat pada *pentad* ke-4 Maret dan angin barat dimulai dari timur pada *pentad* ke-5 November.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Nurzaman Adikusumah, M.Si yang telah memberikan masukan dan kepada *Physical Oceanography Distributed Active Center - National Aeronautics and Space Administration* yang telah memberikan akses data sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.

## DAFTAR RUJUKAN

- Arief, D., 1994: *Sirkulasi Arus Laut*. Jakarta, LON-LIPI, 15 pp.
- Atmadipoera, A.S dan P. Widyastuti, 2014: A Numerical Modeling Study On Upwelling Mechanism In Southern Makassar Strait. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6(2), 355-371.
- Barry, R.G., and R.J. Chorley, 2003: *Atmosphere, Weather and Climate*. London: Routledge.
- Dahuri, R., J. Rais, S.P. Ginting, dan M.J. Sitepu, 1996: *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Deser, C., M. A. Alexander, S.P. Xie, and A.S. Phillips, 2010: Sea Surface Temperature Variability: Patterns and Mechanisms, *Annu. Rev. Mar. Sci.*, (2), 115-143.
- Ibrayev, R.A., E. Ozsoy, C. Schrum, and H.I. Sur, 2010: Seasonal Variability of the Caspia Sea Three-Dimensional Circulation, Sea Level and Air-Sea Interaction. *Ocean Sci*, 6, 311-329.

- Duan, A., C. Sui, and G. Wu, 2008: Simulation of Local Air-Sea Interaction in the Great Warm Pool and Its Influence on Asia Monsoon, *Journal of Geophysics Research*, 113(D22105), 1-14.
- Ekayanti, N.W., T. Osawa, I.K. Kasa, dan A.R. As-syakur, 2009: Study of Air-Sea Interaction and CO<sub>2</sub> Exchange Process Between The Atmosphere and Ocean Using ALOS/PALSAR. *Jurnal Bumi Lestari*, 9(2), 151-158.
- Han, W., W.T. Liu, and J. Lin, 2006: Impact of Atmospheric Submonthly Oscillations on Sea Surface Temperature of The Tropical Indian Ocean. *Geophysical Research Letters*, 33(L03609), 1-4.
- Han, W., D. Yuan, W.T. Liu, and D.J. Halkides, 2007: Intraseasonal Variability of Indian Ocean Sea Surface Temperature During Boreal Winter: Madden-Julian Oscillation versus Submonthly Forcing and Processes. *Journal of Geophysical Research*, 112(C04001), 1-20.
- Liu, W.T., W. Tang, and X. Xie, 2008: Wind Power Distribution Over The Ocean. *Geophysical Research Letters*, 35(L13808), 1-6.
- Ningsih, N.S., N. Rakhmaputeri, and A.B. Harto, 2013: Upwelling Variability along the Southern Coast of Bali and in Nusa Tenggara Waters. *Ocean Sci. J*, 48(1), 49-57.
- Qu, T., Y. Du, J. Strachan, G. Meyers, and J. Slingo, 2005: Sea Surface Temperature and Its Variability in the Indonesian Region. *Oceanography*, 18(4), 50-61.
- Siswanto., and Suratno, 2008: Seasonal Pattern of Wind Induced Upwelling Over Java-Bali Sea Waters and Surrounding Area. *International J. of Remote Sensing and Earth Sciences*, 5, 46-56.
- Susanto, D., and J. Marra, 2005: Effect of the 1997/98 El Niño on Chlorophyll a Variability Along the Southern Coasts of Java and Sumatra. *Oceanography*. 18(4), 124-127.
- Syafik, A., Kunarso, dan Hariadi, 2013: Pengaruh Sebaran dan Gesekan Angin Terhadap Sebaran Suhu Permukaan Laut Di Samudera Hindia (Wilayah Pengelolaan Perikanan Republik Indonesia 573). *Jurnal Oseanografi*, 2(3), 318-328.
- Wardani, R., W.S. Pranowo, dan E. Indrayanti, 2013: Struktur vertikal upwelling – downwelling di Samudera Hindia Selatan Jawa hingga Selatan Bali berdasarkan salinitas musiman periode 2004–2010. *Depik*, 2(3), 191-199.