

11-25-2009

KARAKTERISTIK DAN VARIABILITAS BULANAN ANGIN PERMUKAAN DI PERAIRAN SAMUDERA HINDIA

Martono Martono

Bidang Pemodelan Iklim, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, Bandung 40173, Indonesia,
mar_lapan@yahoo.com

Follow this and additional works at: <https://scholarhub.ui.ac.id/science>

Recommended Citation

Martono, Martono (2009) "KARAKTERISTIK DAN VARIABILITAS BULANAN ANGIN PERMUKAAN DI PERAIRAN SAMUDERA HINDIA," *Makara Journal of Science*: Vol. 13: Iss. 2, Article 54.
Available at: <https://scholarhub.ui.ac.id/science/vol13/iss2/54>

This Article is brought to you for free and open access by the Universitas Indonesia at UI Scholars Hub. It has been accepted for inclusion in Makara Journal of Science by an authorized editor of UI Scholars Hub.

KARAKTERISTIK DAN VARIABILITAS BULANAN ANGIN PERMUKAAN DI PERAIRAN SAMUDERA HINDIA

Martono

Bidang Pemodelan Iklim, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, Bandung 40173, Indonesia

E-mail: mar_lapan@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari karakteristik dan variabilitas bulanan sirkulasi angin permukaan di atas perairan Samudera Hindia. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif. Data yang digunakan adalah arah dan kecepatan angin permukaan bulanan yang diperoleh dari *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)*. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa variabilitas sirkulasi angin permukaan di atas perairan Samudera Hindia dipengaruhi oleh pergerakan posisi matahari. Perubahan variabilitas sirkulasi angin permukaan lebih banyak terjadi di belahan bumi bagian utara, tetapi sebaliknya, sirkulasi angin permukaan di belahan bumi bagian selatan cenderung konstan sepanjang tahun. Secara umum, kecepatan sirkulasi angin permukaan paling besar terjadi pada bulan Juli dan paling lemah terjadi pada bulan April.

Abstract

Monthly Characteristic and Variability of Surface Wind Over the Indian Ocean. This research was conducted to understand monthly characteristic and variability of surface wind circulation over the Indian Ocean. The method used in this research was descriptive analysis. The data used was the monthly direction and velocity of surface wind obtained from the National Oceanic and Atmospheric Administration. The result showed that the monthly variability of surface wind circulation over the Indian Ocean is influenced by movement of the sun. The change in the variability of surface wind circulation was more in the northern hemisphere, but vice versa surface wind circulation in the southern hemisphere was constant during the year. Generally, velocity of surface wind circulation was the greatest occurred in July and was the weakness occurred in April.

Keywords: surface wind circulation, Indian Ocean, NOAA

1. Pendahuluan

Angin merupakan salah satu unsur iklim yang mempunyai peranan penting dalam interaksi antara laut dan atmosfer sehingga mendapat perhatian tidak hanya dalam penelitian meteorologi saja tetapi juga dalam penelitian kelautan. Bagi dinamika perairan laut terutama di lapisan permukaan angin merupakan sumber energi utama. Transfer energi dari angin permukaan ke laut akan menyebabkan terjadinya gelombang laut dan arus permukaan laut [1-4].

Selain sebagai pembangkit gelombang laut dan arus permukaan laut, angin dapat menyebabkan terjadinya proses *upwelling* [5]. *Upwelling* adalah proses naiknya massa air dari lapisan bawah ke lapisan permukaan. Massa air yang naik ini mempunyai suhu yang dingin, salinitas yang rendah dan membawa zat-zat hara seperti

fosfat dan nitrat yang sangat diperlukan oleh plankton. Daerah *upwelling* merupakan daerah yang memiliki potensi perikanan laut sangat besar.

Terdapat beberapa fenomena oseanografi yang terjadi di perairan Samudera Hindia karena proses interaksi laut dan atmosfer serta mempunyai pengaruh penting tidak hanya dalam masalah oseanografi tetapi juga dalam masalah atmosfer. Beberapa fenomena tersebut meliputi *Indian Ocean Dipole* [6], *upwelling* [1] dan arus *eddy* [7]. Peranan angin dalam proses interaksi laut dan atmosfer tersebut sangat besar. Fenomena *Indian Ocean Dipole* mempunyai dampak yang besar terhadap variabilitas iklim di wilayah perairan Samudera Hindia dan sekitarnya [8-10]. Suhu permukaan di daerah *upwelling* lebih rendah daripada sekitarnya sehingga mempengaruhi dinamika atmosfer di atasnya. Sementara itu, arus *eddy* dapat menyebabkan *upwelling* maupun *downwelling* sesuai dengan arah putarannya.

Jika ditinjau dari segi dinamika atmosfer, perairan Samudera Hindia mempunyai sifat yang unik dan kompleks. Sifat unik dan kompleks karena kondisi geografis yang berbeda dengan Samudera Pasifik dan Samudera Atlantik [11]. Batas utara dan selatan Samudera Pasifik dan Samudera Atlantik merupakan perairan terbuka sehingga sepanjang tahun di daerah tropis hanya berkembang angin pasat tenggara dan angin pasat timur laut. Sementara itu, bagian utara Samudera Hindia dibatasi oleh Benua Asia dan bagian selatan merupakan perairan terbuka. Kondisi ini menyebabkan di perairan ini berkembang angin pasat dan angin Monsun Asia–Australia dan Monsun India–Afrika. Kondisi ini akan menyebabkan terjadinya sirkulasi arus terutama permukaan yang cukup kompleks.

Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian mengenai sirkulasi angin permukaan di atas Perairan Samudera Hindia penting untuk dilakukan dalam rangka mendukung program penelitian mengenai proses interaksi antara laut dan atmosfer. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari dan memahami karakteristik serta variabilitas bulanan angin permukaan yang bertiup di atas perairan Samudera Hindia.

2. Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah arah dan kecepatan angin pada ketinggian 1000 mb dengan rentang waktu dari tahun 1977-2007 yang diperoleh dari NOAA. Data ini mempunyai resolusi spasial $2,5^{\circ} \times 2,5^{\circ}$ dan resolusi temporal bulanan. Kemudian data tersebut diolah dengan menggunakan metode rata-rata sehingga diperoleh rata-rata bulanan selama 30 tahun. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif yaitu memberi gambaran umum tentang pola umum sirkulasi angin permukaan berdasarkan hasil pengolahan data.

3. Hasil dan Pembahasan

Pola sirkulasi angin permukaan di atas perairan Samudera Hindia rata-rata bulan Januari diperlihatkan pada Gambar 1. Pola sirkulasi angin permukaan di belahan bumi bagian utara antara 20° LU sampai ekuator dan 40° BT– 100° BT secara umum bergerak ke arah barat laut dengan kecepatan sekitar 5 m/dt. Di belahan bumi bagian selatan sirkulasi angin menunjukkan pola yang berbeda. Dari $2,5^{\circ}$ LS– $7,5^{\circ}$ LS dan $47,5^{\circ}$ BT– 100° BT angin bergerak ke arah tenggara dan timur dengan kecepatan sekitar 2,9 m/dt. Sementara itu, antara $12,5^{\circ}$ LS– 20° LS dan 30° BT– 100° BT secara umum angin bergerak ke arah barat dan barat laut dengan kecepatan sekitar 5,8 m/dt.

Pola sirkulasi angin permukaan di atas perairan Samudera Hindia rata-rata bulan Februari diperlihatkan pada Gambar 1. Sirkulasi angin permukaan bulan ini

secara umum mempunyai pola yang sama dengan bulan Januari tetapi kekuatannya lebih rendah. Di belahan bumi bagian utara antara 20° LU sampai ekuator dan 40° BT– 100° BT secara umum angin bergerak ke arah barat laut dengan kecepatan sekitar 4,2 m/dt. Antara $2,5^{\circ}$ LS– 10° LS dan 50° BT– 100° BT angin bergerak ke arah tenggara dan timur dengan kecepatan sekitar 2,5 m/dt. Sementara itu, antara $12,5^{\circ}$ LS– 20° LS dan 30° BT– 100° BT secara umum angin bergerak ke arah barat dan barat laut dengan kecepatan sekitar 4,7 m/dt.

Pola sirkulasi angin permukaan di atas perairan Samudera Hindia rata-rata bulan Maret diperlihatkan pada Gambar 1. Pola sirkulasi angin permukaan di sebagian belahan bumi bagian utara mengalami perubahan. Di atas perairan Laut Arab dan Teluk Benggala terjadi pusaran angin yang bergerak searah dengan jarum jam. Antara $12,5^{\circ}$ LU– $2,5^{\circ}$ LU dan 40° BT– 100° BT secara umum bergerak ke arah barat laut dengan kecepatan sekitar 3,3 m/dt. Antara ekuator– $7,5^{\circ}$ LU dan $55,5^{\circ}$ BT– 100° BT angin bergerak ke arah tenggara dan timur dengan kecepatan sekitar 1,8 m/dt. Sementara itu, dari 10° LS– 20° LS dan 30° BT– 100° BT angin bergerak ke arah barat dan barat laut dengan kecepatan sekitar 4,3 m/dt.

Pola sirkulasi angin permukaan di atas perairan Samudera Hindia rata-rata bulan April diperlihatkan pada Gambar 1. Secara umum pola sirkulasi angin permukaan di belahan bumi bagian utara mengalami perubahan. Pusaran angin di atas perairan Laut Arab semakin besar tetapi pusaran angin di atas perairan Teluk Benggala tidak terbentuk. Antara 5° LU– $2,5^{\circ}$ LS dan 60° BT– $92,5^{\circ}$ BT angin bergerak ke arah timur dengan kecepatan sekitar 2,4 m/dt. Daerah antara $7,5^{\circ}$ LS– 20° LS dan 30° BT– 100° BT secara umum angin bergerak ke arah barat dan barat laut dengan kecepatan sekitar 5,4 m/dt.

Pola sirkulasi angin permukaan di atas perairan Samudera Hindia rata-rata bulan Mei diperlihatkan pada Gambar 1. Pada bulan ini pola sirkulasi angin permukaan di belahan bumi bagian utara berlawanan arah dengan belahan bumi bagian selatan. Di belahan bumi bagian utara antara 20° LU– $2,5^{\circ}$ LS dan $42,5^{\circ}$ BT– 100° BT secara umum angin bergerak ke arah timur laut dan timur dengan kecepatan sekitar 4,4 m/dt. Di belahan bumi bagian selatan antara $2,5^{\circ}$ LS– 20° LS dan 30° BT– 100° BT angin bergerak ke arah barat laut dan barat dengan kecepatan sekitar 6,6 m/dt.

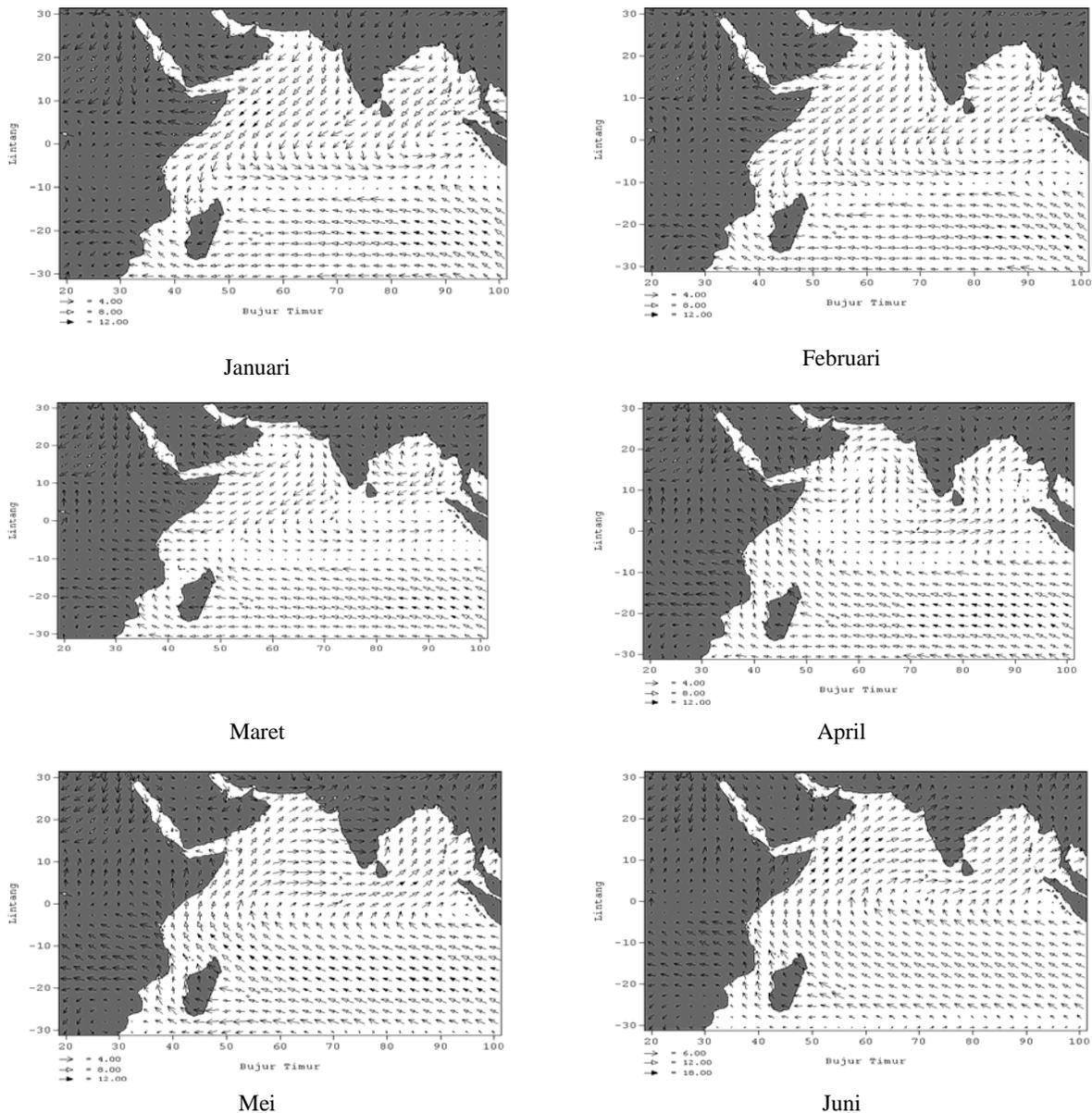
Pola sirkulasi angin permukaan di atas perairan Samudera Hindia rata-rata bulan Juni diperlihatkan pada Gambar 6. Sirkulasi angin permukaan bulan ini secara umum mempunyai pola yang sama dengan bulan Mei dengan kekuatan lebih besar. Pola sirkulasi angin permukaan di belahan bumi bagian utara antara 20° LU sampai ekuator dan $42,5^{\circ}$ BT– 100° BT secara umum

bergerak ke arah timur laut dan timur dengan kecepatan sekitar 7,7 m/dt. Di belahan bumi bagian selatan antara 2,5° LS–20° LS dan 30° BT–100° BT angin bergerak ke arah barat dan barat laut dengan kecepatan sekitar 7 m/dt.

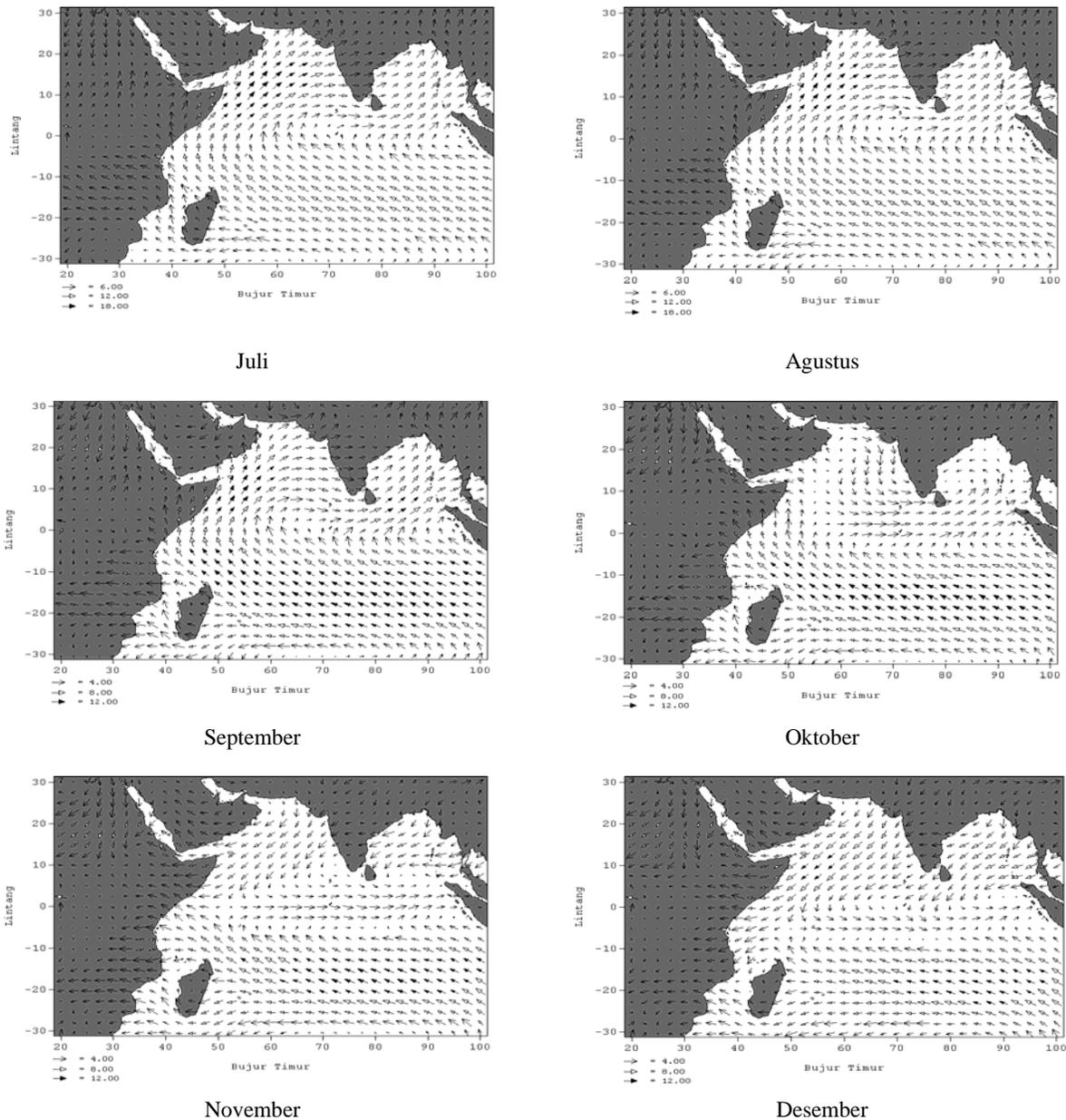
Pola sirkulasi angin permukaan di atas perairan Samudera Hindia rata-rata bulan Juli diperlihatkan pada Gambar 2. Sirkulasi angin permukaan bulan ini secara umum mempunyai pola yang sama dengan bulan Mei dan Juni dengan kekuatan lebih besar. Pola sirkulasi angin permukaan di belahan bumi bagian utara antara 20° LU–2,5° LU dan 42,5° BT–100° BT secara umum

bergerak ke arah timur dan timur laut dengan kecepatan sekitar 8,2 m/dt. Sementara itu, di belahan bumi bagian selatan antara 2,5° LS–20° LS dan 35° BT–100° BT angin bergerak ke arah barat dan barat laut dengan kecepatan sekitar 8,1 m/dt.

Pola sirkulasi angin permukaan di atas perairan Samudera Hindia rata-rata bulan Agustus diperlihatkan pada Gambar 2. Sirkulasi angin permukaan bulan ini secara umum mempunyai pola yang sama dengan bulan Juli dengan kekuatan lebih kecil di belahan bumi bagian utara dan lebih besar di belahan bumi bagian selatan. Pola sirkulasi angin permukaan di belahan bumi bagian



Gambar 1. Pola Sirkulasi Angin Permukaan di Atas Perairan Samudera Hindia pada Bulan Januari-Juni



Gambar 2. Pola Sirkulasi Angin Permukaan di Atas Perairan Samudera Hindia pada Bulan Juli-Desember

utara antara 20° LU- $2,5^{\circ}$ LU dan $42,5^{\circ}$ BT- 100° BT secara umum bergerak ke arah timur dan timur laut dengan kecepatan sekitar 7,7 m/dt. Di belahan bumi bagian selatan sirkulasi antara $2,5^{\circ}$ LS- 20° LS dan 35° BT- 100° BT angin bergerak ke arah barat dan barat laut dengan kecepatan sekitar 8,3 m/dt.

Pola sirkulasi angin permukaan di atas perairan Samudera Hindia rata-rata bulan September diperlihatkan pada Gambar 2. Sirkulasi angin permukaan bulan ini secara umum mempunyai pola

yang sama dengan bulan Agustus tetapi kekuatannya lebih kecil. Pola sirkulasi angin permukaan di belahan bumi bagian utara antara 20° LU- $2,5^{\circ}$ LU dan $42,5^{\circ}$ BT- 100° BT secara umum bergerak ke arah timur dan timur laut dengan kecepatan sekitar 5 m/dt. Di belahan bumi bagian selatan antara $2,5^{\circ}$ LS- 20° LS dan 35° BT- 100° BT secara umum angin bergerak ke arah barat dan barat laut dengan kecepatan sekitar 7,8 m/dt.

Pola sirkulasi angin permukaan di atas perairan Samudera Hindia rata-rata bulan Oktober diperlihatkan pada Gambar 2. Pola sirkulasi angin permukaan di

sebagian belahan bumi bagian utara mengalami perubahan. Di atas perairan Laut Arab dan Teluk Benggala terjadi pusaran angin permukaan. Diameter pusaran angin permukaan di atas Laut Arab lebih kecil yang bergerak searah dengan arah jarum jam, sedangkan di atas Teluk Benggala lebih besar yang bergerak berlawanan arah dengan jarum jam. Pola sirkulasi angin permukaan di belahan bumi bagian utara antara 10° LU sampai ekuator dan 55° BT– 100° BT secara umum bergerak ke arah timur dan timur laut dengan kecepatan sekitar 3,1 m/dt. Di belahan bumi bagian selatan antara 5° LS– 20° LS dan 35° BT– 100° BT angin bergerak ke arah barat dan barat laut dengan kecepatan sekitar 7,1 m/dt.

Pola sirkulasi angin permukaan di atas perairan Samudera Hindia rata-rata bulan Nopember diperlihatkan pada Gambar 2. Di atas perairan antara 5° LU– $2,5^{\circ}$ LS dan $57,5^{\circ}$ BT– 100° BT angin bergerak ke arah timur dengan kecepatan sekitar 2,2 m/dt. Di belahan bumi bagian selatan antara $7,5^{\circ}$ LS– 20° LS dan 30° BT– 100° BT secara umum angin bergerak ke arah barat dan barat laut dengan kecepatan sekitar 6,4 m/dt.

Pola sirkulasi angin permukaan di atas perairan Samudera Hindia rata-rata bulan Desember diperlihatkan pada Gambar 2. Sirkulasi angin permukaan bulan ini secara umum mempunyai pola yang sama dengan bulan Januari. Pola sirkulasi angin permukaan di belahan bumi bagian utara antara 20° LU sampai ekuator secara umum bergerak ke arah barat laut dengan kecepatan sekitar 4,6 m/dt. Antara $2,5^{\circ}$ LS– 5° LS dan $52,5^{\circ}$ BT– 100° BT angin bergerak ke arah timur dengan kecepatan sekitar 2,2 m/dt. Sementara itu, antara 10° LS– 20° LS dan 30° BT– 100° BT secara umum angin bergerak ke arah barat dan barat laut dengan kecepatan sekitar 5,6 m/dt.

Di daerah antara ekuator– 30° LU dan ekuator– 30° LS secara umum sepanjang tahun bertiup angin pasat timur laut yang bergerak ke arah barat daya dan angin pasat tenggara yang bergerak ke arah barat laut [12]. Namun demikian, berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa pola sirkulasi angin permukaan di belahan bumi bagian utara Samudera Hindia menunjukkan pola yang berbeda pada bulan-bulan tertentu. Namun sebaliknya, sirkulasi angin permukaan di belahan bumi bagian selatan Samudera Hindia sepanjang tahun berkembang angin pasat tenggara. Kondisi ini disebabkan oleh kondisi geografis perairan Samudera Hindia. Di belahan bumi bagian utara Samudera Hindia merupakan perairan tertutup yang dibatasi oleh Benua Asia, sementara itu di belahan bumi bagian selatan merupakan perairan terbuka. Akibat adanya perbedaan komposisi laut dan daratan, maka pola sirkulasi angin permukaan di belahan bumi bagian utara Samudera Hindia sangat dipengaruhi oleh sistem monsun Asia-Australia yang

bertiup di atasnya. Sistem monsun ini dipengaruhi oleh perubahan posisi matahari.

Sirkulasi angin permukaan di atas Samudera Hindia pada bulan Januari, Februari, Nopember dan Desember mempunyai pola yang hampir sama. Pada bulan tersebut posisi matahari berada di selatan ekuator sehingga energi matahari yang diterima di belahan bumi bagian selatan lebih besar daripada di belahan bumi bagian utara. Kondisi ini menyebabkan temperatur udara permukaan di belahan bumi bagian selatan lebih panas daripada di belahan bumi bagian selatan sehingga terjadi tekanan udara rendah di belahan bumi bagian selatan dan tekanan udara tinggi di belahan bumi bagian utara. Akibat perbedaan ini terjadi gerakan udara dari daerah tekanan tinggi di belahan bumi utara ke daerah tekanan rendah di belahan bumi selatan dalam hal ini dari Benua Asia ke Benua Australia. Di belahan bumi bagian utara angin yang seharusnya bergerak ke arah selatan dibelokkan ke kanan oleh gaya coriolis dan akibatnya angin bergerak ke arah barat daya. Di daerah antara ekuator sampai sekitar 10° LS angin yang seharusnya bergerak ke selatan dibelokkan ke kiri oleh gaya coriolis sehingga bergerak ke timur. Sementara itu, antara 10° LS– 30° LS bertiup angin pasat tenggara yang bergerak dengan arah yang konstan yaitu ke arah barat dan barat laut.

Pada bulan Maret, posisi matahari berada di atas ekuator sehingga energi matahari yang diterima di belahan bumi bagian utara dan di belahan bumi bagian selatan sama. Karena adanya komposisi laut dan daratan serta topografi yang bervariasi di belahan bumi bagian utara maka panas dari energi matahari yang diterima tidak sama. Seperti diketahui bahwa laut akan menyerap panas lebih lama dan menyimpan panas lebih lama daripada daratan. Akibatnya sirkulasi angin di belahan bumi bagian utara secara umum tidak teratur seperti terbentuknya siklon di atas Laut Arab dan Teluk Benggala. Sementara itu, antara 10° LS– 30° LS bertiup angin pasat tenggara yang bergerak dengan arah yang konstan yaitu ke arah barat dan barat laut.

Pola sirkulasi angin permukaan pada bulan April hampir sama dengan bulan Maret, meskipun posisi matahari sudah mulai bergeser ke utara ekuator sehingga energi matahari yang diterima di belahan bumi bagian utara lebih banyak daripada di belahan bumi selatan. Karena energi matahari yang diterima lebih besar di belahan bumi bagian utara, maka terjadi tekanan udara rendah di belahan bumi bagian utara dan tekanan udara tinggi di belahan bumi bagian selatan. Sehingga pada bulan April di sebagian belahan bumi bagian utara yaitu di Teluk Benggala angin sudah mulai bergerak ke utara meskipun di Laut Arab masih terbentuk siklon. Di belahan bumi bagian selatan antara 10° LS– 30° LS bertiup angin pasat tenggara yang bergerak dengan arah yang konstan, yaitu ke arah barat dan barat laut.

Sirkulasi angin permukaan pada bulan Mei hingga September secara umum mempunyai pola yang sama. Pada bulan tersebut posisi matahari berada di utara ekuator sehingga energi matahari yang diterima di belahan bumi utara lebih besar daripada di belahan bumi bagian selatan. Ini menyebabkan temperatur udara permukaan di belahan bumi bagian utara lebih panas daripada di belahan bumi bagian selatan sehingga terjadi tekanan udara rendah di belahan bumi bagian utara dan tekanan udara tinggi di belahan bumi bagian selatan. Akibat perbedaan tekanan terjadinya gerakan udara dari daerah tekanan tinggi di belahan bumi selatan ke daerah tekanan rendah di belahan bumi utara dalam hal ini dari Benua Australia ke Benua Asia. Angin pasat tenggara di belahan bumi bagian selatan makin melebar ke utara mencapai ekuator. Sementara itu, di belahan bumi bagian utara angin yang seharusnya bergerak ke utara dibelokkan ke kanan oleh gaya coriolis sehingga angin bergerak ke arah timur dan timur laut.

Pola sirkulasi angin permukaan pada bulan Oktober hampir sama dengan bulan April. Pada bulan ini posisi matahari mulai bergeser ke selatan ekuator sehingga energi matahari yang diterima di belahan bumi bagian selatan lebih besar daripada di belahan bumi bagian utara. Di belahan bumi bagian selatan bertiup angin pasat tenggara yang bergerak dengan arah yang konstan yaitu ke arah barat dan barat laut.

4. Simpulan

Berdasarkan data, maka dapat disimpulkan bahwa variasi bulanan angin permukaan di atas perairan Samudera Hindia terutama di belahan bumi bagian utara sangat dipengaruhi oleh sistem monsun Asia - Australia sebagai akibat pergeseran posisi matahari ke utara dan selatan ekuator. Namun sebaliknya, pola sirkulasi angin permukaan di belahan bumi bagian selatan relatif konstan sepanjang tahun, yaitu angin bergerak ke arah barat dan barat laut. Hal ini disebabkan kondisi geografis perairan Samudera Hindia, yaitu bagian utara ekuator merupakan perairan tertutup dan sebaliknya bagian selatan ekuator merupakan perairan terbuka

sehingga di belahan bumi utara terdapat komposisi laut dan daratan. Kecepatan sirkulasi angin permukaan paling kuat terjadi pada bulan Juli yang merupakan puncak musim timur, sedangkan paling lemah terjadi pada bulan April.

Daftar Acuan

- [1] K. Wyrtki, *Physical Oceanography of the Southeast Asian Waters*. Naga Report Volume 2, Scripps Institution of Oceanography, California, 1966, p.20.
- [2] A. Nontji, *Laut Nusantara*. Djambatan, Jakarta, 1987, hlm.45.
- [3] D. Arief, *Sirkulasi Arus Laut*. Diktat Kursus Oseanografi bagi Perwira TNI-AL, LON-LIPI, Jakarta, 1994, hlm.11.
- [4] R. Dahuri, J. Rais, S.P. Ginting, dan M.J. Sitepu, *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Pradnya Paramita, Jakarta, 1996, hlm.36.
- [5] K.H. Mann and J.R.N. Lazier, *Dynamics of Marine Ecosystems*. Blackwell Scientific Publications, Cambridge, 1991, p.164.
- [6] N.H. Saji, B.N. Goswami, P.N. Vinayachandran, T. Yamagata, *A Dipole Mode In The Tropical Indian Ocean*. *Nature*, Vol. 401, 1999.
- [7] A.R. Robinson, *Eddies in Marine Science*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg Germany, 1983, p.200.
- [8] K. Ashok, Z. Guan and T. Yamagata, *Geophys. Res. Lett.* 28/23 (2001) 4499-4502.
- [9] Z. Guan and T. Yamagata, *Geophys. Res. Lett.* (2002) GL016831.
- [10] T. Li, B. Wang, C.P. Chang and Y. Zhang, *Journal of the Atmospheric Sciences*, 60 (2003) 2119-2135.
- [11] D.K. Miharja, Soenaryo dan M. Ali, *Pendahuluan Oseanografi*. Jurusan Geofisika dan Meteorologi, ITB, Bandung, 1982, p.94.
- [12] R.G. Barry and R.J. Chorley, *Atmosphere, Weather and Climate*. Routledge, London, 2003, p.137.