

ANALISIS KORELASI SUHU PERMUKAAN LAUT, KECEPATAN ANGIN DI BENUA MARITIM INDONESIA DAN INDEKS OSILASI SELATAN

Iis Soflati

Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer-LAPAN

Jl. Dr. Junjuran 133, Bandung 40173

E-mail: sofiati07@gmail.com

ABSTRACT

Southern Oscillation Index (SOI) variabilities of is one of the important factors in determining climate conditions in Indonesian Maritime Continent. SOI is generally associated with Sea Surface temperature (SST) and wind speed. In this study analyzed the spatial distribution, temporal and correlation between SST, wind speed and SOI using statistical methods for the period 2005-2010 in Indonesia Maritime Continent (6-12) °LS; (95-142) °BT. From the results shown that the SST reaches its maximum in April and October and minimum in May to August lower than 28 °C. SST cooling occurs from May to August, the maximum appears in the eastern Indonesia and the minimum in the western. Seasonal variability of SST and wind speed is different for some regions, and both parameters were negatively correlated. From the regression analysis shows that the variability of SST has a time lag of three months behind wind speed. SST is positively correlated with SOI. SST influenced SOI one month in advance. SOI and wind speed are also negatively correlated as SST, SOI influenced wind speed one month in advance. In this study concluded that the variability of SOI quite an important role to changes in SST and wind speed, while the SST variability is caused by the interaction of southeast monsoon and winds-ocean.

Keywords : SST, wind speed, SOI, correlation analysis.

ABSTRAK

Variabilitas Indeks Osilasi Selatan (IOS) merupakan salah satu faktor penting dalam penentuan perubahan kondisi iklim di Benua Maritim Indonesia. Pada umumnya IOS berhubungan dengan Suhu Permukaan Laut (SPL) dan kecepatan angin. Pada penelitian ini dianalisa distribusi spasial, temporal dan korelasinya antara SPL, kecepatan angin dan IOS menggunakan metode statistik untuk periode 2005-2010 di Benua Maritim Indonesia (6-12) °LS; (95-142) °BT. Berdasarkan hasil terlihat bahwa SPL mencapai maksimum pada bulan April dan Oktober dan minimum pada bulan Mei sampai Agustus dibawah 28°C. Pendinginan SPL terjadi dari bulan Juni sampai Oktober, maksimum di perairan Indonesia Timur dan minimum di perairan Indonesia Barat. Variabilitas musiman SPL dan kecepatan angin berbeda untuk beberapa kawasan, dan kedua parameter tersebut berkorelasi negatif. Menurut hasil analisa regresi dapat dilihat bahwa variabilitas SPL mempunyai jeda waktu (*time-lag*) tiga bulan di belakang kecepatan angin. SPL berkorelasi

positif dengan IOS dan SPL dipengaruhi IOS satu bulan sebelumnya. IOS dan kecepatan angin berkorelasi negatif sama seperti SPL, IOS mempengaruhi kecepatan angin satu bulan sebelumnya. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa variabilitas IOS cukup berperan penting terhadap perubahan SPL dan kecepatan angin, sedangkan variabilitas SPL disebabkan oleh interaksi angin monsun tenggara dengan laut.

Kata kunci : *SPL, kecepatan angin, IOS, analisis korelasi.*

1 PENDAHULUAN

Sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, Indonesia mempunyai posisi yang strategis sehubungan dengan pola sirkulasi laut global sifat dinamis dari kepulauan menunjukkan interaksi dengan Pasifik dan Samudera Hindia dan iklim musiman, dan dapat menjelaskan keanekaragaman hayati laut secara menyeluruh untuk sebagian besar daerah. Karena iklim Indonesia berada di bawah pengaruh sistem monsun Asia-Australia, yang berdampak besar pada pola sirkulasi skala besar antara laut di intra-kepulauan dan memainkan peran penting dalam produksi ekosistem pesisir dan laut (Sachoemar, 2013). Interaksi laut-udara di atas Indonesia dianggap sebagai salah satu faktor penting dalam menjelaskan fluktuasi dan intensitas sirkulasi monsun. Perairan Indonesia merupakan wilayah strategis karena terletak antara Samudera Pasifik di sebelah timur dan Samudera Hindia di barat, dan bertindak baik sebagai penghalang gesekan dan hubungan antara dua samudera. Aliran dari Samudera Pasifik ke Samudera Hindia memberikan efek signifikan pada sirkulasi laut dan iklim global. Daerah tropis diakui memiliki pengaruh besar pada atmosfer global, dan daerah tropis sebelah barat Pasifik dan sebelah timur Samudera Hindia diakui sebagai sumber bagi banyak peristiwa iklim yang penting seperti periodik monsun, IOS dan sebagainya.

Potemra (2006) menyatakan bahwa sifat-sifat perairan Pasifik barat dan Samudera Hindia timur sangat dipengaruhi oleh lintas Indonesia dan merupakan pembawa panas dari daerah perairan hangat di Pasifik barat ke Samudera India. Perpindahan panas ini mempengaruhi tingkat kehangatan perairan di wilayah Pasifik barat. SPL dapat diperoleh dengan pengukuran langsung (*in situ*) atau menggunakan citra satelit penginderaan jauh. Sensor satelit penginderaan jauh mendeteksi radiasi elektromagnetik yang dipancarkan oleh permukaan laut untuk melihat fenomena sebaran SPL. Citra penginderaan jauh dari satelit dapat dimanfaatkan untuk pemantauan dan kajian SPL karena mempunyai *band* thermal dan resolusi temporal

yang tinggi, sehingga dinamika perubahan SPL dapat diamati secara kontinu.

Anomali SPL dapat memberikan efek besar terhadap klimatologi, sehingga penelitian yang berkaitan dengan SPL serta parameter iklim lainnya sangat penting dilakukan. Penelitian tentang SPL di perairan Indonesia, terutama berfokus pada sirkulasi laut seperti lintas Indonesia telah dilakukan oleh beberapa peneliti baik dari dalam maupun luar negeri (Potemra, 2006; Tomascik, dkk., 1997; Gordon, 2006; Wytki, 1987; Wytki, 2006; Qu, dkk., 2005; Sprintal and Liu, 2006; Annas, 2009; Ayu dkk., 2012). Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini menganalisa korelasi SPL dan kecepatan angin di Benua Maritim Indonesia dan kaitannya dengan variabilitas IOS, dan diharapkan penelitian ini memperkuat hasil penelitian sebelumnya.

2 METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data SPL harian yang diperoleh dari NOAA OI SPL V2 *High Resolution Dataset* dengan resolusi $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ dengan global *grid* (1440x720). Data diunduh dari <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.noaa.oiSPL.v2.highrs.html>. Data kecepatan angin yang digunakan diolah dari data angin zonal dan meridional level permukaan 1000 mb, dengan resolusi spasial $1^\circ \times 1^\circ$ yang merupakan data reanalisis. Data diunduh dari <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded.reanalysis.surface.html>.

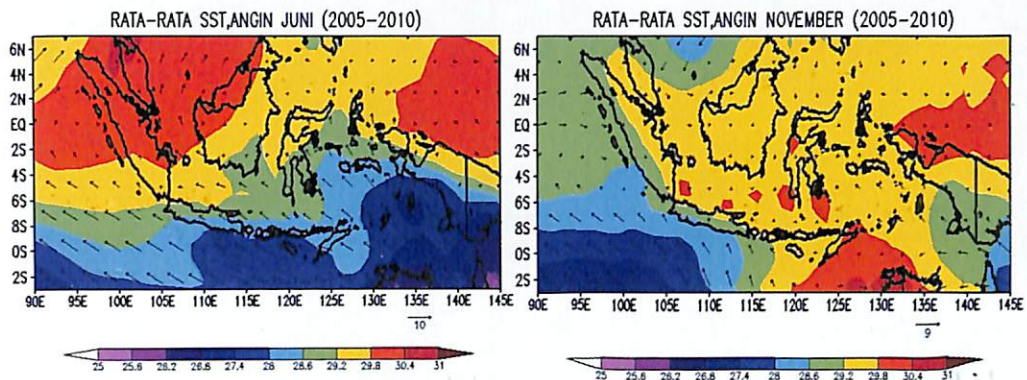
Data IOS yang digunakan merupakan data IOS harian dengan basis data 1993-1992 yang didapatkan dari <https://www.longpaddock.qld.gov.au/seasonalclimateoutlook/southernoscillationindex/soidatafiles/index.php>. Ketiga jenis data merupakan data rata-rata harian untuk periode 2005-2010, kemudian di rata-ratakan untuk *pentad* (5) harian, dan bulanan untuk wilayah Indonesia ($6-12^\circ\text{LS}$, $95-142^\circ\text{BT}$). Selanjutnya dilakukan uji-F dan uji-T untuk analisis regresi, korelasi dan *time-lag* dalam menentukan korelasi antara SPL, kecepatan angin dan IOS dengan menggunakan *software EViews*. *Time-lag* yang dimaksud adalah jeda waktu antara kejadian SST, kecepatan angin dan IOS mencapai maksimum.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Distribusi dan korelasi SPL dan kecepatan angin

SPL mempunyai peranan penting dalam mengontrol kadar panas lautan dan mengatur iklim (Qu, dkk., 2012). Gambar 1 (a) menunjukkan distribusi *pentad* SPL, dan dari hasil terlihat bahwa puncak panas SPL

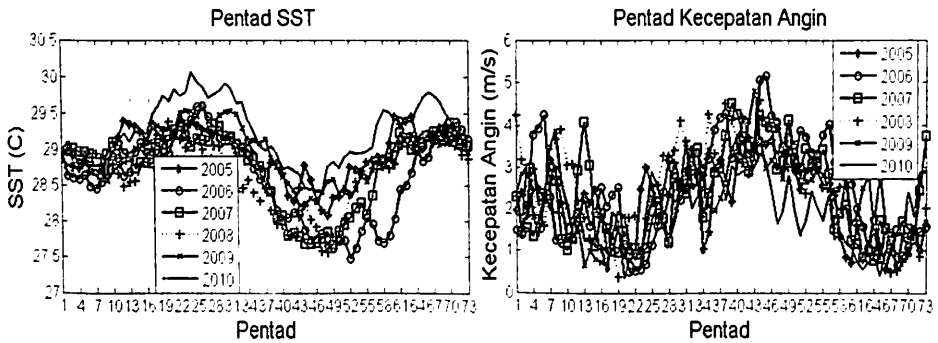
terjadi dua kali yaitu pada *pentad* ke-23 atau bergeser sampai *pentad* ke-30, dan *pentad* ke-59 atau bergeser sampai *pentad* ke-63.



Gambar 1. Distribusi spasial SPL dan angin (arah dan kecepatan) rata-rata tahun 2005-2010 untuk bulan Juni (kiri) dan November (kanan)

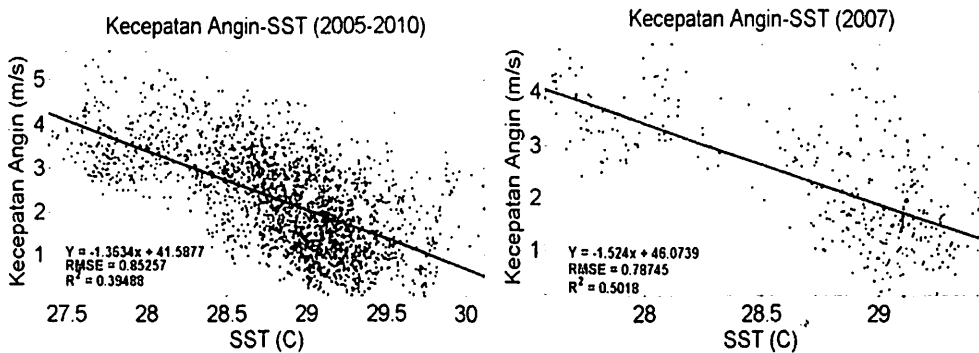
Pada umumnya di Indonesia SPL mencapai maksimum pada bulan April dan Oktober dan minimum pada bulan Mei sampai Agustus dengan suhu dibawah 28°C. SPL rata-rata tertinggi terjadi pada tahun 2010, dan terendah pada tahun 2006 seperti yang terlihat pada Gambar 1. Pendinginan SPL terjadi dari bulan Juni sampai Oktober, maksimum di perairan Indonesia Timur dan minimum di perairan Indonesia Barat seperti yang terlihat pada Gambar 1. Hasil dari penelitian ini mendukung penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa siklus musiman SPL di perairan Indonesia ditandai dengan “pendinginan” selama musim panas. Penelitian tersebut mengindikasikan bahwa angin monsun dari arah tenggara berperan penting dalam fenomena pendinginan di perairan Indonesia. Pendinginan pertama kali muncul di bulan Mei dan mencapai maksimum di bulan Agustus. Pendinginan tersebut disebabkan oleh pengaruh angin monsun yang sangat kuat di bulan Juli (Setiawan, 2010).

Kecepatan angin mencapai maksimum rata-rata terjadi pada *pentad* ke-36 sampai *pentad* ke-46 atau pada bulan Juni-Juli-Agustus (JJA), dan minimum terjadi rata-rata pada *pentad* ke-19 dan *pentad* 67 atau pada bulan Maret dan bulan November seperti yang terlihat pada Gambar 2 (b). Kecepatan angin rata-rata tertinggi terjadi pada tahun 2006, dan terendah pada tahun 2010.



Gambar 2. Distribusi SPL *pentad* (a) dan kecepatan angin (b) dari tahun 2005 sampai 2010 di wilayah Indonesia

Pada penelitian ini, diperoleh hasil bahwa korelasi antara SPL dan kecepatan angin berkorelasi negatif, dengan nilai koefisien korelasi rata-rata $r = 0,63$; RMSE = 0,85 dan tertinggi mencapai $r = 0,71$ dengan RMSE = 0,79 yang terjadi pada tahun 2007 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Nilai koefisien korelasi selengkapnya ada pada Tabel 1. Hubungan antara SPL dengan kecepatan angin telah dipelajari selama beberapa dekade. Umumnya, hasil penelitian menunjukkan bahwa SPL dan kecepatan angin berkorelasi negatif (Bjerknes, 1964; Hurrell, 1995; Shukla and Misra, 1997; Huang and Qiao, 2009; O'Neill dkk., 2010; Yu dkk., 2015).



Gambar 3. Distribusi korelasi antara SPL dan kecepatan angin dari tahun 2005 sampai 2010 (kiri) dan tahun 2007 (kanan) di wilayah Indonesia

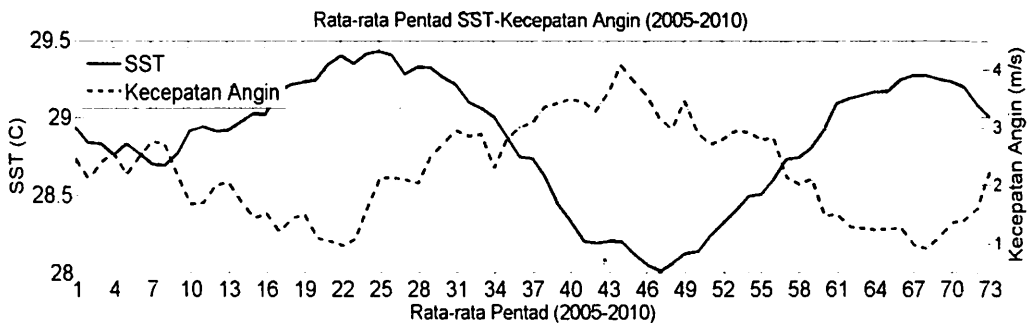
Hal ini terjadi karena fakta bahwa peningkatan kecepatan angin akan menurunkan suhu permukaan dengan memecah stratifikasi permukaan air, hal tersebut terjadi karena air bawah permukaan akan dibawa ke permukaan yang mempunyai suhu lebih dingin. Ng dkk.

(2009) menemukan bahwa emisivitas permukaan laut (*Sea Surface Emissivity*) berubah terhadap kecepatan angin, sementara SSE mempengaruhi SPL.

Tabel 1. Korelasi antara SPL, kecepatan angin, dan IOS

TAHUN	SPL-IOS		Ws-IOS		Ws-SPL	
	R2	r	R2	r	R2	r
2005	0,005	0,068	0,016	0,125	0,43	0,65
2006	0,079	0,282	0,108	0,329	0,50	0,71
2007	0,002	0,039	0,002	0,040	0,53	0,73
2008	0,001	0,039	0,031	0,175	0,45	0,67
2009	0,010	0,102	0,0009	0,032	0,36	0,60
2010	0,005	0,069	0,012	0,110	0,22	0,46
SPL- IOS	0,08	0,28				
Ws-IOS	0,03	0,16				
Ws-SPL	0,43	0,63				

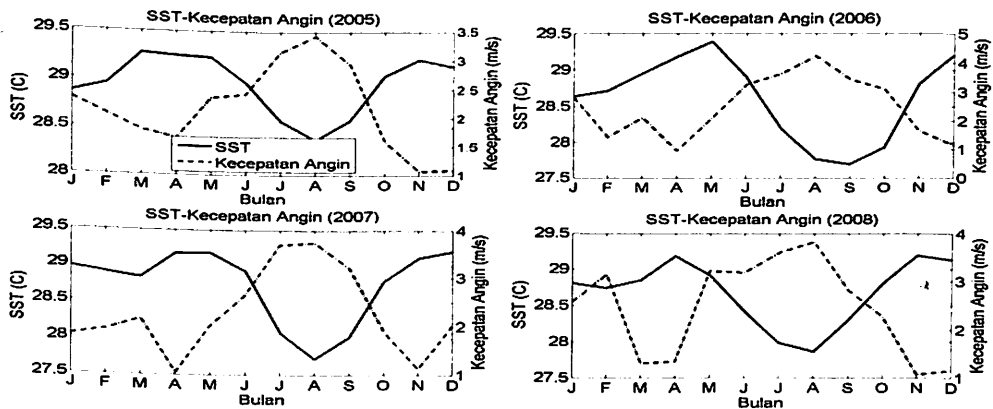
Oleh karena itu, kecepatan angin mempengaruhi keadaan SPL. Selain itu, Ng dkk. (2009) menemukan bahwa hanya kecepatan angin yang tinggi atau lebih dari 15 m/detik memiliki dampak yang signifikan terhadap SPL. Wang dkk. (1999) dan Wang (2004) dalam penelitiannya menyatakan bahwa peningkatan kecepatan angin permukaan akan menghasilkan lebih banyak penguapan dan pendinginan SPL, yang mengakibatkan peningkatan lebih lanjut dari kecepatan angin permukaan, dan sebaliknya. Penelitian lain yang dilakukan oleh Xie (2004) menyatakan bahwa SPL dan kecepatan angin berkorelasi positif dalam wilayah skala kecil, dan angin permukaan secara lokal lebih tinggi di atas perairan hangat dan lebih rendah di atas perairan dingin.



Gambar 4. Distribusi SPL rata-rata *pentad* dan kecepatan angin tahun 2005 sampai 2010 di wilayah Indonesia

Gambar 4 menunjukkan distribusi SPL rata-rata *pentad* dan kecepatan angin. SPL meningkat dari musim hujan ke musim transisi atau *pentad* ke-24, tetapi menurun kembali dan mencapai puncak dingin pada *pentad* ke-47 atau pada bulan Juli, dan meningkat kembali suhunya dan mencapai puncak panas pada *pentad* ke-67 atau pada bulan November.

Sementara kecepatan angin awalnya berkurang dari *pentad* ke-1 sampai ke-7 atau musim hujan ke *pentad* ke-22 atau musim transisi. Kemudian meningkat pada akhir musim panas dan mencapai puncaknya pada bulan Juli atau *pentad* ke-44. Korelasi negatif antara SPL dan kecepatan angin menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan angin akan mengakibatkan penurunan SPL (Qu, 2012). Distribusi SPL dan kecepatan angin bulanan yang ditunjukkan oleh Gambar 5 juga memperlihatkan hasil yang jelas, bahwa antara kedua parameter tersebut berkorelasi yang negatif. Selama periode pengamatan, terlihat bahwa pada tahun 2010 merupakan tahun yang mempunyai nilai SPL tertinggi (29,8°C) dan kecepatan angin terendah (2,7 m/det), sedangkan tahun 2006 merupakan tahun yang mempunyai nilai SPL terendah dengan kecepatan angin tertinggi (4,2 m/det). SPL dengan nilai tertinggi rata-rata terjadi pada bulan November dan Mei dan akan menyebabkan kecepatan angin mencapai nilai terendah pada bulan Maret tahun berikutnya.



Gambar 5. Distribusi bulanan SPL dan kecepatan angin tahun 2005 sampai 2008 di wilayah Indonesia

Hal ini menunjukkan bahwa di wilayah Indonesia, SPL diduga memiliki efek pada kecepatan angin beberapa minggu sampai beberapa bulan di depan.

Tabel 2. Jeda waktu (*time-lag*) maksimum antara SPL dan kecepatan angin dari tahun 2005 sampai 2010

Tahun	Puncak jeda- waktu (bulan)	Tahun	Puncak jeda-waktu (bulan)
2005	3	2008	2
2006	3	2009	2
2007	3	2010	3

Tabel 2 menunjukkan puncak jeda (waktu antara puncak ke puncak) waktu maksimum antara SPL dan kecepatan angin dari tahun 2005 sampai 2010. Ketika puncak SPL didepan kecepatan angin, maka puncak jeda-waktu bertanda positif. Jika sebaliknya, maka bertanda negatif. Hasil lain menunjukkan bahwa di wilayah selatan, kecepatan angin dipengaruhi SPL ditunjukkan dengan lebih banyak nilai negatif dari jeda waktu maksimum) dibandingkan dengan di wilayah utara (Qu, 2012). Selanjutnya dari analisa regresi dengan menggunakan *E-views* menunjukkan bahwa korelasi rata-rata SPL dengan kecepatan angin dari tahun 2005 sampai 2010 adalah:

$$T = 29,809 - 0,424 V \quad (1)$$

dimana T adalah SPL, dan V adalah kecepatan angin, dan koefisien korelasi (r) = 0,63. Untuk analisa jeda-waktu antara SPL dan kecepatan angin diperoleh persamaan:

$$T = 26,253 - 0,432 V - 0,671 V_1 - 0,732 V_2 - 0,507 V_3 \quad (2)$$

dimana V_i ($i = 1, 2, 3$) adalah kecepatan angin pada bulan i di depan dari terjadinya SPL, dan korelasi koefisien (r) = 0,71. Persamaan (2) menunjukkan bahwa SPL diduga memiliki efek pada kecepatan angin tiga bulan ke depan.

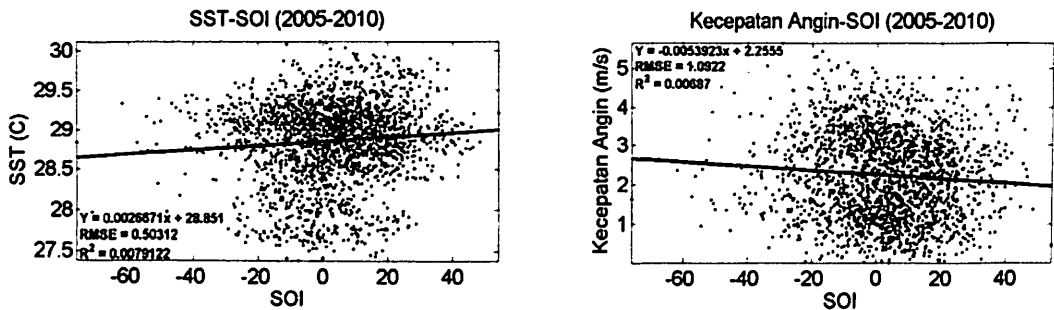
3.2 Distribusi dan korelasi SPL, kecepatan angin, dan IOS

Gambar 6 menunjukkan korelasi antara SPL, kecepatan angin, dan IOS. Berdasarkan hasil terlihat bahwa korelasi antara SPL dengan IOS berkorelasi positif, dengan koefisien korelasi (r) rata-rata = 0,09. Sedangkan korelasi antara kecepatan angin dengan IOS rata-rata berkorelasi negatif dengan koefisien korelasi (r) = 0,08. Berdasarkan hasil terlihat adanya jeda-waktu dari variasi SPL dengan IOS maupun antara kecepatan angin dengan IOS. Analisis yang sama seperti yang dilakukan terhadap SPL dengan kecepatan angin, diperoleh hasil bahwa

jeda-waktu antara SPL memiliki efek pada IOS diduga satu bulan di depan, dan persamaan yang didapat adalah:

$$T = 29,795 - 0,420 V_1 - 0,642 V_2 - 0,517 V_3 + 0,001 I_1 \quad (3)$$

dimana V_i ($i = 1, 2, 3$) adalah kecepatan angin pada bulan i di depan dari terjadinya SPL, dan I adalah indeks IOS satu bulan di depan dari terjadinya SPL.



Gambar 6. Distribusi korelasi SPL dengan IOS (kiri) dan dengan kecepatan angin (kanan) tahun 2005 sampai 2010 di wilayah Indonesia

Berdasarkan analisa regresi dapat dilihat bahwa variabilitas SPL diduga memiliki efek pada kecepatan angin tiga bulan di depan. SPL berkorelasi positif dengan IOS dan SPL dipengaruhi IOS satu bulan sebelumnya. Kejadian tersebut berhubungan dengan adanya anomali angin baratan di atas lautan Hindia Tropis yang menurunkan suhu muka laut, utamanya melalui proses umpan balik evaporasi-angin. Pendinginan ini akan membantu perkembangan kejadian monsun lemah musim panas Asia Selatan jika keadaan suhu muka laut yang dingin ini mampu terus bertahan untuk selang waktu sekitar satu tahun ke depan. Anomali suhu muka laut di lautan Pasifik Tropis bagian barat tetap hangat sampai periode musim peralihan (September, Oktober, November), yang akhirnya mendorong terjadinya monsun Australia yang lebih kuat pada periode musim basah (Desember, Januari, Februari, sekaligus sebagai awal pengaturan perkembangan kejadian monsun basah (Suryantoro, 2008). Penelitian lain mengenai korelasi antara SPL dan kecepatan angin di lintang menengah dilakukan oleh Qu (2012) yang menyatakan bahwa SPL berkorelasi negatif dengan kecepatan angin dengan jeda-waktu yang berbeda untuk setiap lintang yang berbeda. Hasil penelitian ini malahan menunjukkan SPL berpengaruh signifikan pada kecepatan angin yang mendukung penelitian

sebelumnya yang dikerjakan oleh Ng dkk. (2009) yang menemukan bahwa emisivitas permukaan laut (*Sea Surface Emissivity*) berubah terhadap kecepatan angin, sementara SSE mempengaruhi SPL.

4 KESIMPULAN

Pendinginan SPL terjadi dari bulan Mei sampai Agustus, maksimum di perairan Indonesia Timur dan minimum di perairan Indonesia Barat. Kecepatan angin mencapai maksimum rata-rata terjadi pada *pentad* ke-36 sampai *pentad* ke-46 atau pada bulan Juni-Juli-Agustus (JJA), dan minimum terjadi rata-rata pada *pentad* ke-19 dan *pentad* 67 atau pada bulan Maret dan bulan November. Variabilitas musiman SPL dan kecepatan angin berbeda untuk beberapa kawasan, dan kedua parameter tersebut berkorelasi negatif. Berdasarkan regresi dapat dilihat bahwa maksimum SPL mempunyai jeda waktu (*time-lag*) tiga bulan di belakang kecepatan angin, artinya nilai kecepatan angin maksimum terjadi tiga bulan setelah nilai maksimum SPL. SPL berkorelasi positif dengan IOS dan SPL dipengaruhi IOS satu bulan sebelumnya. Hasil lain menunjukkan bahwa hanya kecepatan angin tinggi memiliki dampak yang signifikan terhadap SPL.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sdr. Rachmawati Syahdiza S.Si. S.Si, alumni Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan, Jurusan Sains Kebumihan, Institut Teknologi Bandung (ITB) atas bantuannya.

DAFTAR RUJUKAN

- Annas, R., 2009: Pemanfaatan Data Satelit MODIS untuk Menentukan Suhu Permukaan Laut. Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Ayu, D., M.S. Bangun, dan M.J. Lalu, (2012): Studi Perubahan Suhu Permukaan Laut. Program Studi teknik Geomatika ITS.
- Bjerknes, J. 1964: Atlantic air-sea interaction. *Advances in Geophysics*, 10, 1-82. [doi:10.1016/S0065-2687(08)60005-9].
- Gordon, A., 2006: Oceanography of the Indonesian Seas and Their Throughflow. *The Official Magazine of the Oceanographic Society*. Vol 18.No. 4.14-27.
- Huang C. and F. Qiao, 2009: The relationship between sea surface temperature anomaly and wind energy input in the Pacific Ocean,

- Natural Science. Vol 19 (2009) 1409–1412.
doi:10.1016/j.pnsc.2009.03.004.
- Hurrell, J.W., 1995: Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: Regional temperatures and precipitation. *Science*, 269 (5224), 676-679. [doi:10.1126/science.269.5224.676]
- O'Neill LW, B. Dudley, DB. Chelton, S.K. Esbensen, 2010: The Effects of Sea Surface Temperature-Induced Surface Wind Speed and Direction Gradients on Midlatitude Surface Vorticity and Divergence. *American Meteorological Society*, 2010. Vol 23, 255-281.
- Ng, H.G., M.Z. MatJafri, K. Abdulah, and C.J. Wong, 2009: The effect of wind speed on Sea Surface Temperature retrieval. *Proceedings of Aerospace Conference*, 2009 IEEE.
- Potemra, J.T. 2006: Indonesian Throughflow Transport Variability Estimated from Satellite Altimetry. *The Official Magazine of the Oceanographic Society*. Vol 18. No. 4. 98-107.
- Qu, T., Y. Du, L. Strachan, G. Meyers, and J. Slingo, 2005: Sea Surface Temperature and its Variability in the Indonesian Region. *Oceanography* Vol. 18, No. 4, Dec. 2005.
- Qu Bo, A.J. Gabric, Z. Jing-nan, L. Dao-rong, Q. Feng, Z. Min, 2012: Correlation between sea surface temperature and wind speed in Greenland Sea and their relationships with NAO variability. *Water Science and Engineering*, 2012, 5 (3): 304-315. doi:10.3882/j.issn.1674-2370.2012.03.006.
- Sachoemar S.I., and T. Yanagi, 2013: Temporal and Spatial Variability of Sea Surface Temperature within Indonesian Regions Revealed by Satellite Data, *Reports of Research Institute for Applied Mechanics*. Kyushu University No.145 (37-41) September 2013.
- Shukla, J., and B.M. Misra, 1977: Relationships between sea surface temperature and wind speed over the central Arabian Sea, and monsoon rainfall over India. *Monthly Weather Review*, 105, 998-1002.
- Sprintal, J and Liu, 2006: Ekman Mass and Heat Transport in the Indonesian Seas. *The Official Magazine of the Oceanographic Society*. Vol 18.No. 4.88-97 pp.
- Suryantoro A., 2008: Analisa Korelasi Suhu Udara Permukaan dan Curah Hujan di Jakarta dan Pontianak dengan Anomali Suhu Muka Laut Samudera India dan Pasifik Tropis dalam Kerangka Osilasi Dua Tahunan Troposfer (TBO), *Jurnal Sains Dirgantara* Vol 6 No. 1, 2008, pp 1-21.
- Tomascik, T., A. J. Mah, A. Nontji, and M. K. Moosa, 1997: *The Ecology of the Indonesian Seas. Part One. The Ecology of Indonesian Series. Vol. VII* Periplus Editions (HK) Ltd.

- Walpole, R.E, 1993: Pengantar Statistika, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 22-27.
- Wang C., R.H. Weisberg, and H. Yang, 1999: Effects of the wind speed- evaporation-Sea Surface Temperature feedback on the El Niño-Southern Oscillation. *Journal of Atmospheric Sciences*, 56(10), 1391-1403.
- Wang, W., B.T. Anderson, R.K. Kaufmann, and R.B. Myneni, 2004: The relation between the North Atlantic Oscillation and Sea Surface Temperatures in the North Atlantic Basin. *Journal of Climate*, 17(24), 4752-4759. [doi:10.1175/ JCLI-3186.1]
- Wytki. K., 1987: Indonesian Throughflow and the associated pressure gradient. *Journal of Geophysical Research* 92: 12. 941-12, 946.
- , 2006: Discovering the Indonesian Throughflow. *The Official Magazine of the Oceanographic Society*. Vol 18.No. 4.28-29 pp.
- Setiawan R Y., and A. Habibi, 2010: Sea Surface Temperature Cooling in the Indonesian Seas, *Ilmu Kelautan*. Maret 2010. vol. 15 (1) 42-46. ISSN 0853-7291.
- Xie, S.P., 2004: Satellite observations of cool ocean-atmosphere interaction. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 85(2), 195-208. [doi:10.1175/BAMS-85-2-195].
- Yu L, S. Zhong, X. Bian and W.E. Heilman, 2015: Temporal and Spatial Variability of Wind Resources in the United States as Derived from the Climate Forecast System Reanalysis. *Journal of Climate*. Vol. 28, 1166-1183. DOI: 10.1175/JCLI-D-14-00322.1