

**Penentuan Koherensi dan Beda Fase Antara Angin dengan Arus 60m dan Arus 60m dengan Arus 100m
Menggunakan Korelasi Silang Di Selat Ombai Nusa Tenggara Timur**
Determination of Coherence and Phase Difference between Wind versus Current 60 m and Current 60 m
versus Current 100 m Using Cross Correlation in Ombai Strait, East Nusa Tenggara

Sabhan

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Tadulako Palu

Abstrak

Analisis data dilakukan untuk melihat Koherensi dan Beda Fase Antara Angin dengan Arus 60m dan Arus 60m dengan Arus 100m Menggunakan Korelasi Silang Di Selat Ombai Nusa Tenggara Timur. Komponen kecepatan U dan V angin dan arus dari data angin dan arus di filter sehingga diperoleh data baru terhadap data awal pada sembarang posisi t dari x_{t-n} sampai x_{t+m} . Hasil filter ditentukan densitas spektrum energinya untuk menelaah energi fluktuasi angin dan arus yang nyata. korelasi silang antara angin dengan arus 60 meter dan arus 60 meter dengan arus 100 meter untuk menentukan koherensi dan beda fase dari data dengan selang waktu yang sama. Nilai koherensi yang rendah pada korelasi silang antara Angin Zonal dengan Arus Zonal pada kedalaman 60 m mengindikasikan bahwa fluktuasi antara Angin Zonal dengan Arus zonal kedalaman 60 m tidak mempunyai korelasi yang kuat dengan nilai koherensi terbesar yaitu 0,55 dengan time lag 34 hari. Dengan fluktuasi arus pada kedalaman 60 m mendahului fluktuasi angin dengan beda fase 34 hari.

Kata kunci: Koherensi, Beda fase, Selat Ombai

Abstract

Data analysis was performed to see coherence and phase difference between the wind versus current 60 m and current 60 m versus current 100 m using cross correlation in Ombai Strait, East Nusa Tenggara. Velocity components U and V of wind and current of wind data and the current were filtered in order to obtain new data on the initial data at any position of t from x_{t-n} to x_{t+m} . Energy spectrum density of the filter result is determined to examine the fluctuations of wind energy and real currents. Cross-correlation between wind versus current 60 m and current 60 m versus current 100 m is to determine the coherence and the phase difference of the data with the same time interval. Low coherence values in the cross-correlation between the Zonal Wind and the Zonal current at a depth of 60 m indicates that the fluctuations between the Zonal Wind and the zonal current depth of 60 m does not have a strong correlation with the largest coherence value that is 0.55 with a time lag 34 days. With fluctuation current at a depth of 60 m precedes wind fluctuation with a phase difference of 34 days.

Keywords: coherence, phase difference, Ombai Strait

Pendahuluan

Menurut Ilahude dan Nontji (1999), di wilayah perairan Indonesia mengalir dua sistem arus utama, yaitu: Arus Munson Indonesia (Armondo) dan Arus Lintas Indonesia (Arlindo). Armondo mengalir secara rata-rata dari Laut Cina Selatan masuk ke Laut Jawa lewat Laut Natuna dan selat Karimata. Dari Laut Jawa Armondo meneruskan alirannya ke laut-laut jeluk, yakni Laut Flores dan Laut Banda.

Wyrcki (1961) menyimpulkan bahwa dari permukaan hingga kedalaman 500 meter Arlindo yang mengalir dari Samudera Pasifik ke Hindia berasal dari Arus Mindanao. Selanjutnya dari analisis massa air diselat makassar teridentifikasi massa air dari North Pacific Subtropical Water (NPSW) di atas termoklin di tandai dengan salinitas maksimum (34,7) yang kini disebut Air Sental Pasifik Utara (North Pacific Central water) dan Air Ughari pasifik Utara (North Pacific Intermediate water/NPIW) dibawah termoklin di tandai dengan salinitas minimum 34,45 (Ilahude dan Gordon, 1996).

Hautala et al. (1996) menyimpulkan bahwa dari observasi pengaruh presipitasi terhadap salinitas hingga kedalaman 200 meter ditetapkan bahwa sumber utama transfer Pasifik ke Hindia Melalui Indonesia berasal dari Pasifik Utara. Secara umum laut diperairan Indonesia merupakan jalur lintasan yang mentransfer bahang dari air tawar dari Samudra Pasifik ke Samudra Hindia. Sehingga Arlindo berperan penting dalam rantai sirkulasi termohalin, dan fenomena iklim global (Sprintall et al.,2001), yang mana bahang dan air tawar yang dibawa oleh Arlindo akan

sangat berpengaruh pada neraca basin di kedua Samudera tersebut (Bryden dan Imawaki, 2001).

Massa air dari Arlindo menurut Morey, et al. (1999) berasal dari massa air pasifik utara sebanyak 92% dan massa air Pasifik selatan sebanyak 8%. Jalur utama lintasa arlindo mengalir dengan cabang utamanya melewati Selat Makassar, kemudian berbelok ketimur melewati Selat Flores dan Laut Banda. Di bagian tenggara Laut Banda arus berbelok ke selatan dan kebarat daya, menyusuri pantai utara masuk lewat Selat Ombai dan pantai selatan Pulau Timur sepanjang Pintasan Timor dan terus ke Samudra Hindia.

Data dan Metode

Lokasi penelitian terletak di Selat Ombai yaitu selat yang memisahkan antara Pulau Timor (di sebelah tenggara) dengan gugusan pulau-pulau di sebelah barat laut seperti Pulau Alor dan Pulau Pantar.

Data yang digunakan dalam tulisan ini terdiri atas data angin dan data arus.

Data angin diperoleh dari www.ecmwf.int dengan sfesifikasi sebagai berikut:

Date : 1 Januari 1995- 31 desember 1996

Lokasi : 125.150° BT, 8.5°LS (Selat Ombai)

Parameter terukur: date, time, kecepatan dalam koponen U dan V pada ketinggian 10 m.

Data arus di peroleh dari [www. Cmrecords.net](http://www.Cmrecords.net) dengan sfesifikasi sebagai berikut:

Data merupakan data harian dengan pengambilan data tiap jam 12.00 mulai pada tanggal 28 november 1995 sampai dengan 12 November 1996.

Data angin dan data arus yang diperoleh diolah dengan prosedur sebagai berikut:

- a. Rentang data angin disesuaikan dengan data arus dengan mengubah data 6 jam menjadi data harian dengan metode *Running Mean Filter*.
- b. Data arus dan data angin yang telah disesuaikan di plot dalam stickplot dengan menggunakan program Graph 7. Untuk memperoleh plot kecepatan dan arah dari Arus dan angin.
- c. Data kecepatan angin dan arus di pisahkan dalam komponen U dan V dengan menggunakan persamaan:
 $U = v \sin \theta$
 $V = v \cos \theta$
 Dengan $v =$ Kecepatan
 $\theta =$ Arah
 $U =$ kecepatan dalam arah Zonal
 $V =$ kecepatan dalam arah

Meredional

- d. Kecepatan dalam komponen U dan V arus dan angin di plotkan untuk menganalisis Periode, Aplitudo dan arah dengan menggunakan program Excel 2007.
- e. Komponen kecepatan U dan V angin dan arus di filter sehingga diperoleh data baru terhadap data awal pada sembarang posisi t dari x_{t-n} sampai x_{t+m} diberikan oleh (Bendat dan Piersol, 1971):

$$Y_1 = \sum_{k=-n}^{k+m} w_k x_{t+k} \tag{1}$$

M dan n adalah jumlah cakupan masing-masing ke sebelah kiri dan kanan x_t , w_k adalah fungsi pembobotan Lanczos (Emery dan Thomson, 1998):

$$w_k = \frac{f_c \sin\left(\frac{\pi k f_c}{f_n}\right) \sin\left(\frac{\pi k}{m}\right)}{f_n \left(\frac{\pi k f_c}{f_n}\right) \frac{\pi k}{m}} \tag{2}$$

Dengan f_c adalah pemotongan frekuensi penapisan yakni 30 hari dan f_n adalah frekuensi

Nyquist. Filter ini di buat dalam satu paket menggunakan visual basic.

- f. Hasil filter ditentukan densitas spektrum energinya untuk menelaah energi fluktuasi angin dan arus yang nyata. Nilai densitas energi spektrum (S_x) dihitung sebagai berikut

$$S_x = \frac{2h}{N} |X(f_k)|^2 \tag{3}$$

komponen Fourier ($X(f_k)$) data dengan waktu x_t yang dicatat pada selang waktu h (1 hari) diberikan oleh (Bendat dan Piersol, 1971):

$$X(f_x) = h \sum_{t=0}^{N-1} x_t \exp \left[-i \frac{2\pi k t}{N} \right] \tag{4}$$

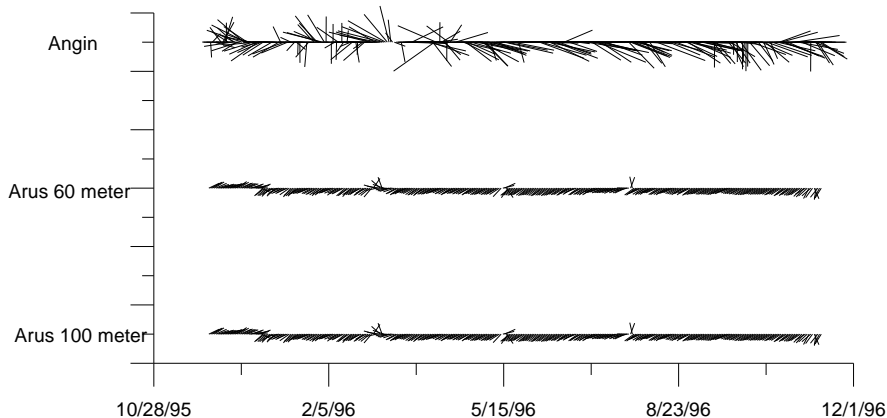
h adalah selang waktu pengambilan data (1 hari), $t = 0, 1, 2, 3, \dots, N$. N adalah jumlah pengamatan. persamaan ini tersedia dalam paket program *Statistika6*.

- g. Menganalisa korelasi silang antara angin dengan arus 60 meter dan arus 60 meter dengan arus 100 meter untuk menentukan koherensi dan beda fase dari data dengan selang waktu yang sama, koherensi dan beda fase tersedia dalam program *Statistika 6*.

Hasil dan Pembahasan

Stick Plot Angin, Arus 60 m dan Arus 100 m

Dari hasil plot terlihat bahwa arah dan kecepatan angin tidak mempunyai pola yang terkait dengan arah dan kecepatan arus sehingga dapat dikatakan bahwa pola arus yang terbentuk bukan karena pengaruh angin yang ada dipermukaan. Ketidak terkaitan antara arah dan kecepatan angin dan arah dan kecepatan arus dapat dilihat dari stratifikasi selat ombai dimana kedalaman homogen hanya sampai pada kedalaman 50 meter sehingga dapat dijelaskan bahwa pengaruh angin pada daerah tersebut berpengaruh sampai pada kedalaman 50 meter. Ini menjelaskan bahwa arus pada kedalaman 60 dan 100 meter bukan merupakan pengaruh angin.



Gambar 3. vektor plot angin, arus 60 meter dan arus 100 meter (m/s)

Fenomena ini terjadi karena menurut Sugiarto dan Birowo (1975), ketebalan lapisan homogen perairan Indonesia

berkisar antara 50- 100 m, sedangkan suhunya berkisar antara 26 °C – 30 °C. Sedangkan diperiaran selatan Jawa

kedalaman lapisan tercampur berkisar antara 40-75 meter, dan suhu permukaan laut umumnya lebih 27 °C (Purba,1995).

Densitas Energi

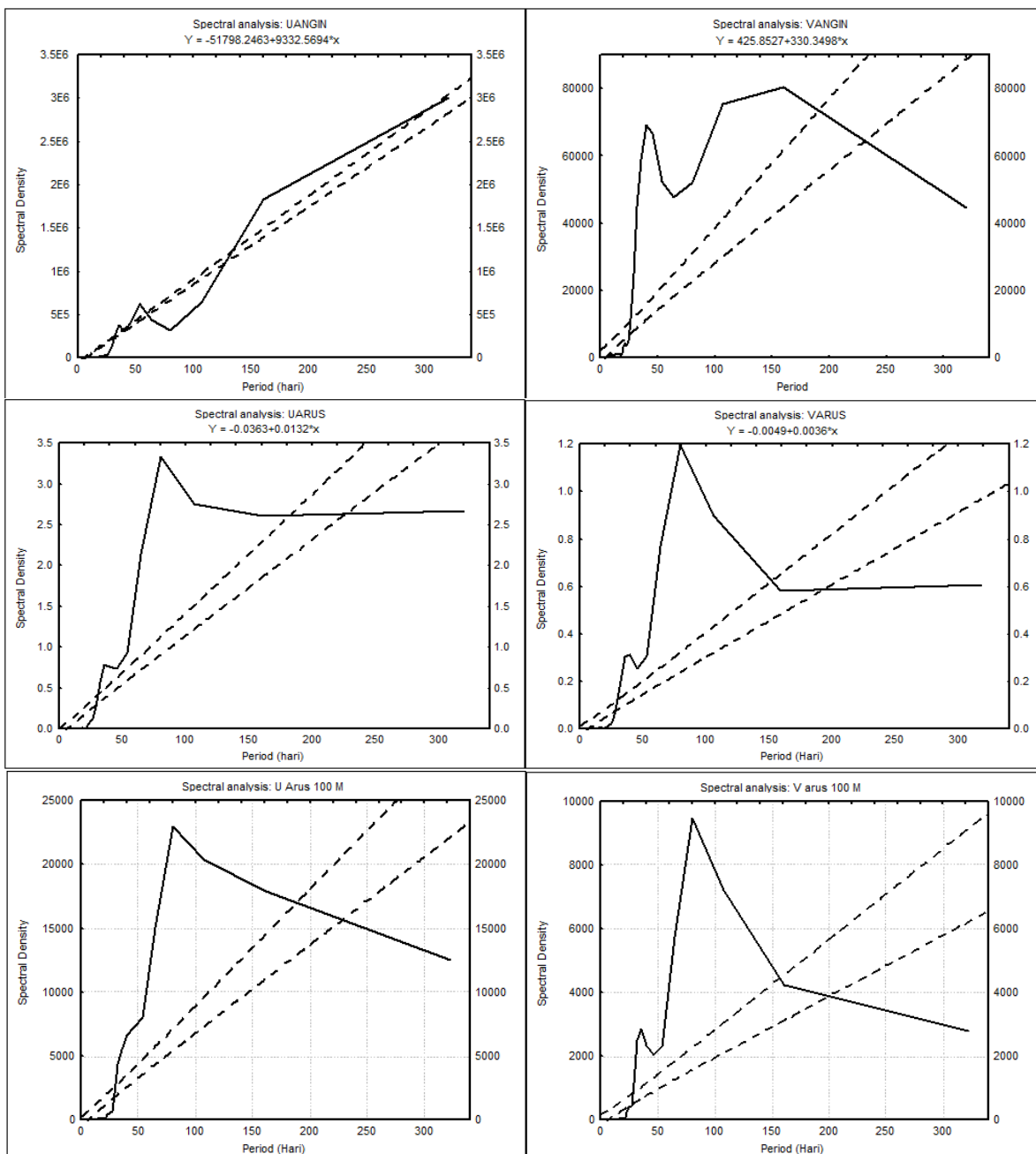
Periode berbagai fluktuasi yang nyata dan hasil spektrum densitas energi dari komponen angin zonal dan meridional komponen Arus pada kedalaman 60 meter zonal dan meridional serta komponen arus pada kedalaman 100 meter zonal dan meridional (gambar 2) pada Selat Ombai disajikan pada tabel 1.

Densitas energi untuk kedalaman 100 meter juga hampir sama dengan kedalaman 60 meter dimana energi terkuat diperoleh pada periode 3 bulanan dan 1 bulanan. Fenomena ini mungkin dipengaruhi oleh sistem muson yang mempengaruhi perairan Indonesia dan Perairan selatan Jawa yang membentuk periode 3 bulanan terhadap pola arus di selat Ombai.

Periode fluktuasi 5 bulanan dipengaruhi oleh Monsoon dimana pada November s/d Maret angin bertiup dari Timur laut (North East Monsoon) dan pada bulan Mei s/d September angin bertiup dari barat daya (*west Monsoon*)(Wyrtki,1961)

yang mana sistem ini sangat mempengaruhi perairan di teluk Ombai.

Sedangkan variasi dari arus pada kedalaman 60 meter dan kedalaman 100 meter menurut Purba,2005 adalah akibat dinamika regional di Samudra Pasifik, Samudra Hindia dan Perairan Indonesia maka aliran Arlindo mengalami variasi mulai dari skala waktu dalam semusim (30-60 hari), antar musiman sampai antar tahunan. Bagian barat daerah tropis Samudera Pasifik sangat dipengaruhi fenomena iklim El Nino Southern Oscillation (ENSO), sedangkan Samudra Hindia berasosiasi dengan sistem muson dan fenomena dipole mode (dua kutub) (Saji et al.,1999)

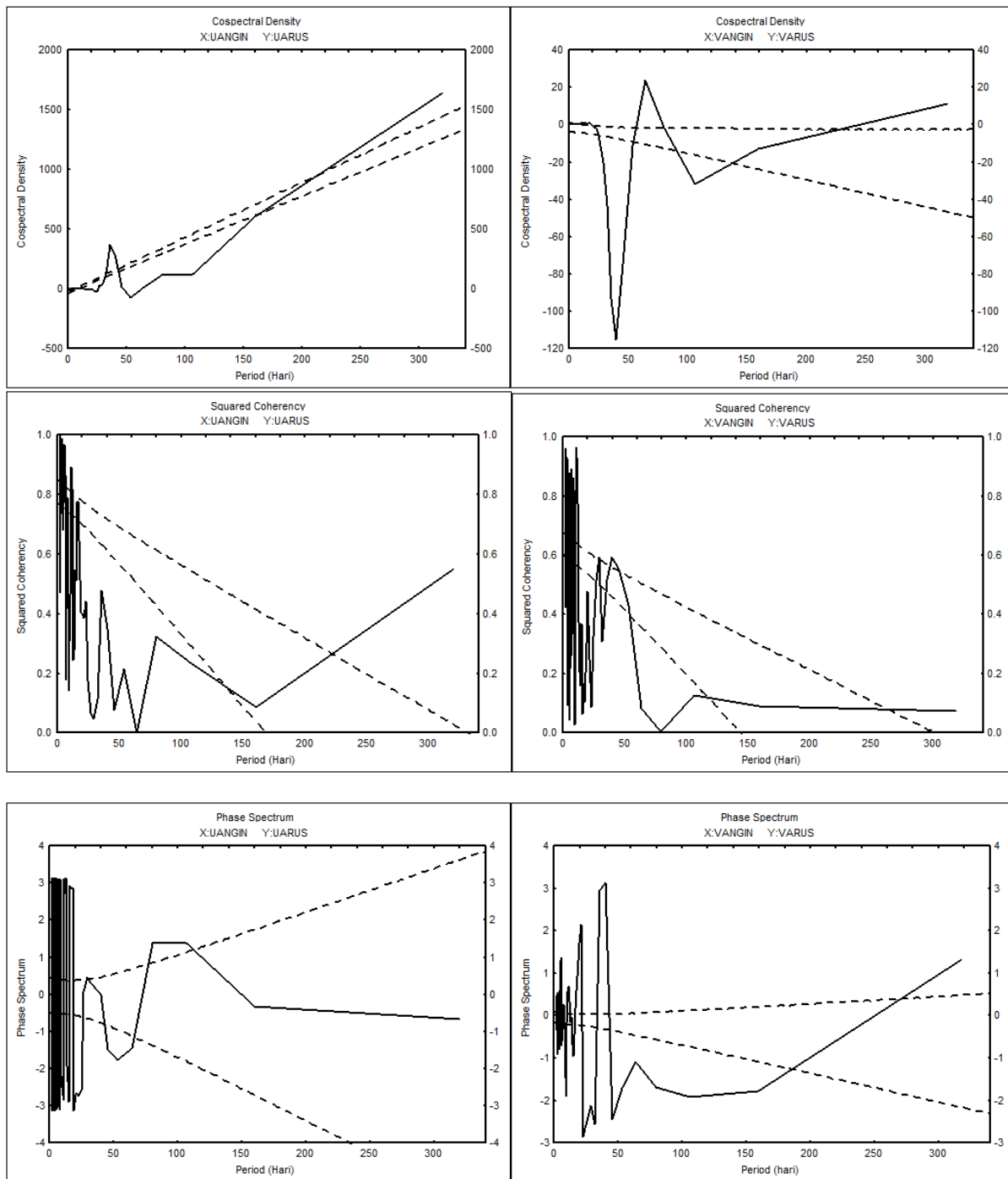


Gambar 6. Spektral densitas energi dari Fluktuasi kecepatan Angin, kecepatan arus kedalaman 60 meter dan kecepatan arus kedalaman 100 meter yang telah ditapis 30 hari.

Tabel 1. Periode dan densitas energi dari fluktuasi kecepatan Angin, kecepatan arus kedalaman 60 meter dan kecepatan arus kedalaman 100 meter yang telah ditapis 30 hari.

No	Komponen	Periode Fluktuasi (Hari)	Densitas Energi (m ² /siklus/hari)	Keterangan
1	Angin Zonal	160	1829477	5 bulanan
		106,7	640205	4 bulanan
		80	322518	3 bulanan
		64	440874	2 bulanan
2	Angin Meredional	160	80343,31	5 bulanan
		106,7	75411,77	4 bulanan
		80	52089,39	3 bulanan
		64	47654,14	2 bulanan
3	Arus 60 Meter Zonal	160	2,608932	5 bulanan
		106,7	2,749685	4 bulanan
		80	3,328806	3 bulanan
		64	2,14245	2 bulanan
4	Arus 60 Meter Meredional	159	0,580975	5 bulanan
		106	0,899119	4 bulanan
		79,5	1,198386	3 bulanan
		63,6	0,768261	2 bulanan
5	Arus 100 Meter Zonal	107,3	20327,14	4 bulanan
		80,5	22992,9	3 bulanan
		64,4	15061,23	2 bulanan
		53,7	8023,67	1,5 bulanan
6	Arus 100 Meter Meredional	107,3	7228,852	4 bulanan
		80,5	9476,334	3 bulanan
		64,4	5730,653	2 bulanan
		40,25	2350,565	1 bulanan

Korelasi Silang Angin Dengan Arus 60 Meter



Gambar 7. Kospektral densitas (Atas) dan spektral silang (Tengah) energi dan beda fase (Bawah) komponen zonal (kiri) dengan komponen meridional (kiri), antara angin dengan arus 60 meter.

Hasil korelasi silang antara angin dengan arus pada kedalaman 60 meter memperlihatkan adanya periode fluktuasi yang saling berkorelasi tapi sangat kecil. Beda fase yang terbentuk bernilai negatif yang berarti fluktuasi arus mendahului fluktuasi angin sehingga biasa dianggap bahwa arus yang terbentuk bukan merupakan pengaruh angin. Hal ini juga bisa dilihat dari kisaran kedalaman ekman yang hanya mencapai 40 meter. Jadi hasil korelasi silang yang dilakukan bukan memperlihatkan korelasi antara angin dengan arus pada kedalaman 60 meter tetapi membuktikan bahwa secara statistik juga angin sudah tidak berpengaruh terhadap arus pada kedalaman 60 meter di selat Ombai. Dominan yang mempengaruhi pergerakan

air pada daerah ini adalah oleh Arlindo (Morey, et al.,1999)

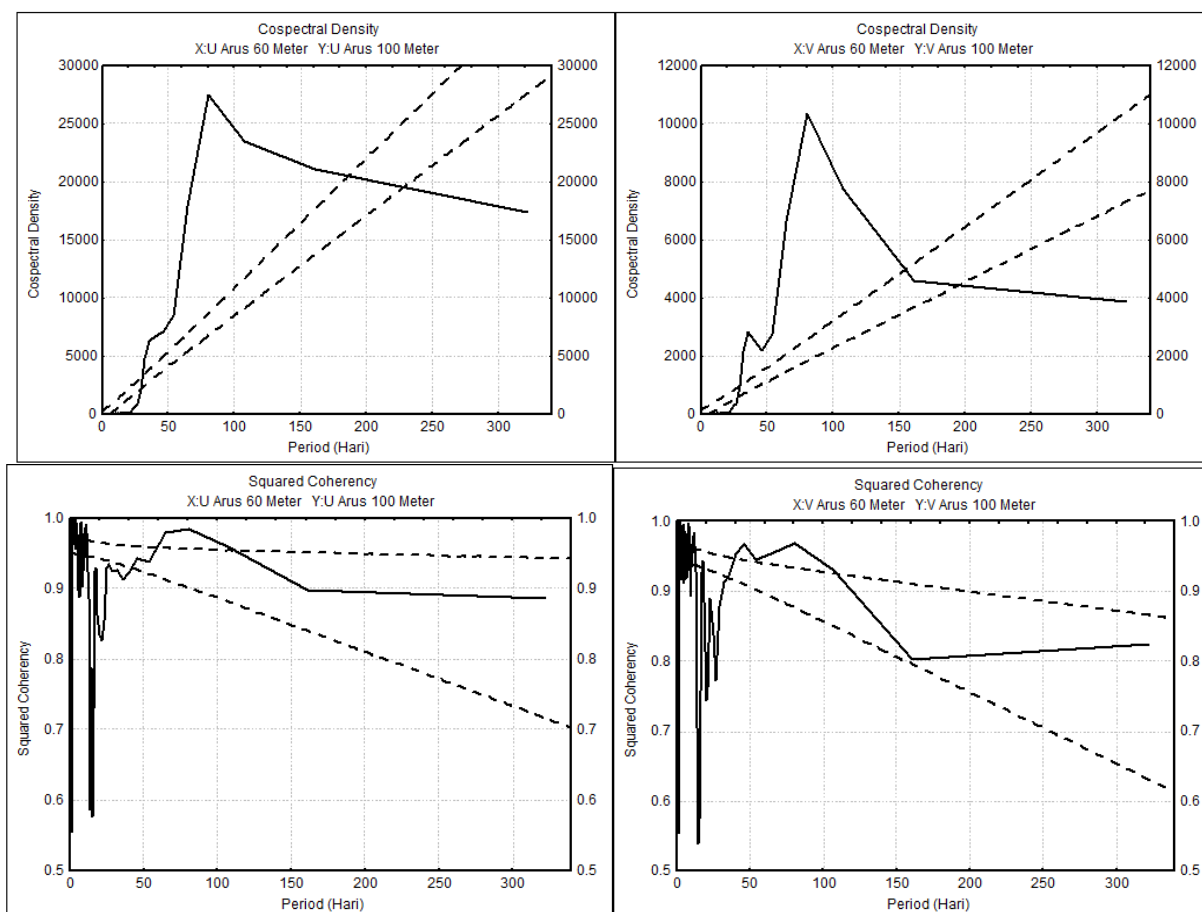
Korelasi Silang arus 60 meter dan Arus 100 meter

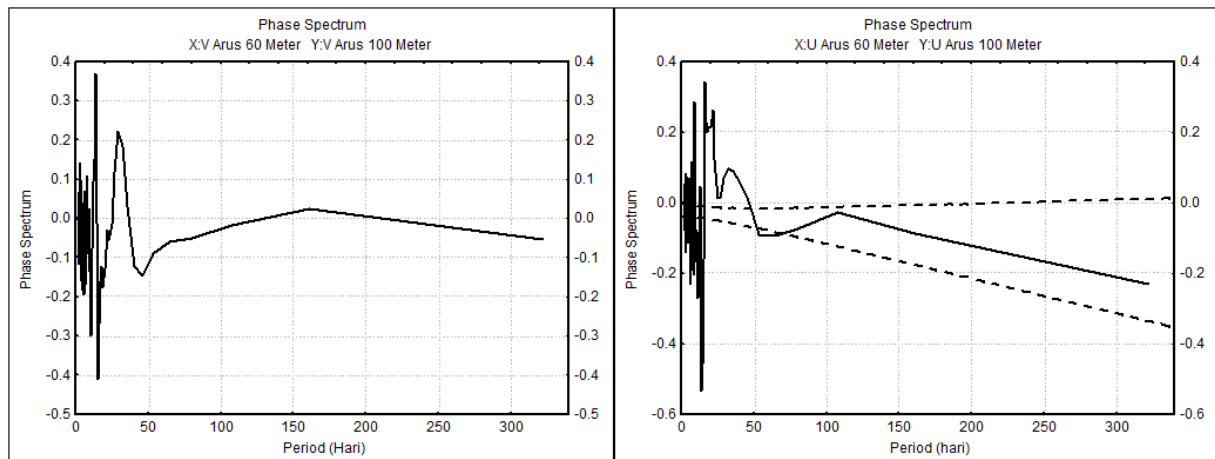
Nilai koherensi yang rendah pada korelasi silang antara Angin Zonal dengan Arus Zonal pada kedalaman 60 m mengindikasikan bahwa fluktuasi antara Angin Zonal dengan Arus zonal kedalaman 60 m tidak mempunyai korelasi yang kuat, ini dapat dilihat pada (tabel 2) dengan nilai koherensi terbesar yaitu 0,55 dengan time lag 34 hari. Dengan fluktuasi arus pada kedalaman 60 m mendahului fluktuasi angin dengan beda fase 34 hari. Ketidak terkaitan ini sudah di indikasikan lebih awal pada hasil vektor plot angin dengan arus pada kedalaman 60 m (Gambar 3) yang

mana memperlihatkan bahwa tren arah dari angin tidak terkait dengan arus pada kedalaman 60 meter.

Tabel 2. Koheren kuadrat dan beda fase dari fluktuasi angin, arus 60 m dan 100 m

No	Komponen	Periode Fluktuasi (Hari)	Koheren kuadrat	Beda Fase	
				(Tan) ⁽⁻¹⁾	Hari
1	Angin Zonal Vs Arus 60 m Zonal	320	0,55	-0,67	-34
		53,33	0,21	-1,78	-61
		35,56	0,48	0,17	10
		32	0,11	0,33	18
2	Angin Meredional Vs Arus 60 m Meredional	63,6	0,08	-1,08	-47
		31,8	0,31	-2,56	-69
3	Arus 60 m Zonal Vs Arus 100 m Zonal	80,5	0,98	-0,07	-4
		64,4	0,98	-0,09	-5
		35,78	0,91	0,09	5
		23	0,86	0,12	7
4	Arus 60 m Meredional Vs Arus 100 m Meredional	80,5	0,97	-0,05	-2,91
		64,4	0,95	-0,06	-3,39
		24,77	0,84	-0,01	-0,83
		21,47	0,76	-0,03	-1,77
		20,13	0,74	-0,13	-7,26





Gambar 8. Kospektral densitas (Atas) dan spektral silang (Tengah) energi dan beda fase (Bawah) komponen zonal (kiri) dengan komponen meridional (kiri), antara arus 60 m dengan arus 100 meter.

Kesimpulan

Nilai koherensi yang rendah pada korelasi silang antara Angin Zonal dengan Arus Zonal pada kedalaman 60 m mengindikasikan bahwa fluktuasi antara Angin Zonal dengan Arus zonal kedalaman 60 m tidak mempunyai korelasi yang kuat, dengan nilai koherensi terbesar yaitu 0,55 dengan time lag 34 hari. Dengan fluktuasi arus pada kedalaman 60 m mendahului fluktuasi angin dengan beda fase 34 hari.

Sedangkan hasil korelasi silang antara arus pada kedalaman 60 meter dengan arus pada kedalaman 100 meter memperlihatkan nilai kospektral yang signifikan dengan periode 3 bulanan yang dominan. Untuk komponen Zonal periode tiga bulanan memperlihatkan beda fase negatif sedangkan untuk periode bulanan mempunyai beda fase positif dengan time lag 7 hari. Komponen ini mempunyai nilai koherensi kuadrat 0,86. Periode bulanan dipengaruhi oleh lapisan termoklin dimana menurut Purba (1995) perairan selatan Jawa, batas atas lapisan termoklin terletak pada kedalaman 45-75 meter dan batas bawah terletak pada kedalaman 150-200 meter.

Daftar Pustaka

- Bendat, J. S. Dan A. G. Piersol. 1971. *Random Data: Analysis and Measurement procedures*. Wiley-Interscience. New York.
- Bryden, H. L. dan S. Imawaki. 2001. Ocean transfer of heat. In *Ocean Circulation and Climate*, J. Gould. Eds. Academic press
- Emery, W. J. And R. E. Thomson. 1998. *Data Analysis Methods in Physical Oceanography*. Pergamon. New York.
- Farita, Y., M. Purba, dan A. S. Atmadipoera. 2006. Variabilitas Suhu di Perairan Selatan Jawa Barat dan Hubungannya dengan Angin Muson, Indian Ocean Dipole Mode dan El Nino Southern Oscillation.

- Hautala et al., 1995. The Distribution and Mixing of Pacific water masses in Indonesian Seas. *J. Geophys. Res.*, 101 12375-12389.
- Ilahude, A.G., dan A. Nontji, 1999. *Oseanografi Indonesia dan Perubahan Iklim Global (El Nino dan La Nina)*, lokakarya AIPI, Serpong.
- Ilahude, A.G., dan A. L. Gordon. 1996. Thermocline Stratification within the Indonesian Seas. *Journal of Gophys. Research* 101, 12401-12409, 1996
- Morey et al. 1999. Effect of Halmahera on Indonesia Throughflow. *Journal of geophysi research*. Vol 104. No. C10. 1999.
- Purba, M. 1995. Evidence of Upwelling and its Generation Stage off Southern West Java during South East Monsoon. *Buletting-MARITEK ITK*. 5 (1): 21-39
- Purba, M. Dan A.S. Atmadipoera. 2005. Variabilitas Anomali Tinggi Paras laut (TPL) dan Arus Geostropik Permukaan Antara L. Sulawesi, S. Makassar dan S. Lombok Dari Data altimeter Topex/ERS2. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*. Jilid 12. No. 2 :139-152.
- Saji, N. H., B. N. Goswami, P. N. Vinayachandran, dan T. Yamagata. 1999. A dipole mode In The Tropical Indian Ocean. *Natuer*. 401: 360-363.
- Sugiarto dan Birowo. 1975. *Atlas Oseanografi Perairan Indonesia dan Sekitarnya*. No 1. LON-LIPI. Jakarta. Indonesia.
- Tomczak M. and J. Stuart Godfrey. 2001. *Regional Oceanography: an Introduction*. School of Earth studies, The flinders University of south australia. (pdf Persion 1.0)
- Wyrtki, K. 1961. *Physical Oseanogrophy of the Southeast Asian Waters*, Oceanografi La jolla, California
- Wyrtki, K. 1991. *Physical Oceanography of the Southeast Asian Waters*. The University of California Scripps Institution of Oceanography. La Jolla, California