

Pengaruh Angin Monsoon Timur Terhadap Arus Permukaan Berdasarkan Data HF Radar di Perairan Selat Sunda

Candisukma M. Serodja^{1*}, Aris Ismanto¹, Aradea R Hakim² dan Andri Ramdhani³

¹Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia

²Bandung Ocean Technology Research and Management (BOTRAM)

Jl. Kelewih No.12, Cigadung, Kota Bandung, Jawa Barat 40191, Indonesia

³Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG)

Jl. Angkasa I No.2, Jakarta Pusat, DKI Jakarta 10610, Indonesia

Email: *candisukmaa@gmail.com

Abstrak

Selat Sunda yang terletak diantara Pulau Jawa dan Samudera Hindia merupakan salah satu perairan yang cukup penting dalam sirkulasi massa air di Indonesia dengan kondisi fisik yang sangat dinamis. Hal ini berpengaruh terhadap pola arus permukaan yang terbentuk. Informasi mengenai arus permukaan laut dapat berguna sebagai acuan dalam mendukung berbagai aktifitas maritim. *High Frequency Radar* merupakan salah satu instrumen kelautan yang mampu mengukur arus permukaan dengan gelombang radio dari jarak jauh secara *real time* dan kontinyu dengan resolusi spasial dan temporal. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh angin monsoon timur pada pola arus permukaan di perairan Selat Sunda. Data pengukuran arus total dari *HF Coastal Ocean Dynamics Application Radar* (CODAR) dan data angin diperoleh dari *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF) periode bulan Mei - Juli 2019. Analisis harmonik dilakukan pada arus permukaan untuk memisahkan arus harmonik dan arus non-harmonik (residu) pada kedua titik evaluasi. Hasil penelitian menunjukkan arus permukaan di Selat Sunda teridentifikasi dominan dibangkitkan oleh pasang surut dengan nilai persentase arus harmonik (pasang surut) lebih besar dari arus residu pada masing-masing komponen zonal dan meridional. Pola arah arus residu (non pasang surut) bergerak menuju barat daya akibat adanya pengaruh gradien tekanan serta topografi dasar perairan Selat Sunda. Nilai korelasi arus residu dengan angin menunjukkan tingkat hubungan yang lemah, sehingga arus permukaan di perairan Selat Sunda pada kedua titik evaluasi tidak dipengaruhi oleh angin monsoon timur.

Kata kunci: HF Radar, Arus Permukaan, Angin, Selat Sunda

Abstract

The Effect of East Monsoon Wind on Sea Surface Currents Based on HF Radar Data in Sunda Strait Waters

The Sunda Strait, which is located between Java Island and the Indian Ocean, is one of the waters that is quite important in the circulation of water masses in Indonesia with very dynamic physical conditions. This affects the pattern of surface current that forms. Information about ocean surface currents can be useful as a reference in supporting various maritime activities. High-frequency radar is a marine instrument capable of measuring surface currents with radio waves from a distance in real time and continuously with spatial and temporal resolution. This study aims to identify the influence of the east monsoon wind on the surface current pattern in the waters of Sunda Strait. Total measurement current data from HF Coastal Ocean Dynamics Application Radar (CODAR) and wind data obtained from the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) site for the May–July 2019 period. Harmonic analysis was carried out on sea surface currents to separate harmonic currents and non-harmonic (residual) currents at both evaluation points. The results showed that the surface currents in the Sunda Strait were identified as dominantly generated by the tides with the percentage value of harmonic currents (tidal) greater than the residual currents in each zonal and meridional component. The pattern of residual (non-tidal) currents moves towards the southwest due to the influence of pressure gradients and the bottom topography of the Sunda Strait waters. The correlation value of residual currents with the wind shows a weak level of relationship, so that the surface currents in the waters of the Sunda Strait at both evaluation points are not affected by the east monsoon wind.

Keywords: HF Radar, Surface Current, Wind, Sunda Strait

PENDAHULUAN

Selat Sunda secara geografis terletak di antara Pulau Jawa dan Pulau Sumatera yang tergolong dalam jalur pelayaran laut internasional terpadat di Indonesia yaitu Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI). Selat Sunda termasuk dalam lintasan Arus Monsoon Indonesia (Armondo) serta menjadi perairan yang cukup penting dalam berbagai sektor maritim seperti transportasi, perikanan, dan perdagangan. Kondisi fisik yang dinamis dipengaruhi oleh adanya sistem angin monsoon yang berlangsung akibat pergerakan udara (Oktavia *et al.*, 2011). Salah satu faktor hidro-oseanografi yang terbentuk oleh sirkulasi massa air laut secara vertikal maupun horizontal adalah arus permukaan. Pergerakan air di permukaan laut tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti angin, perbedaan densitas, pasang surut (NOAA, 2021).

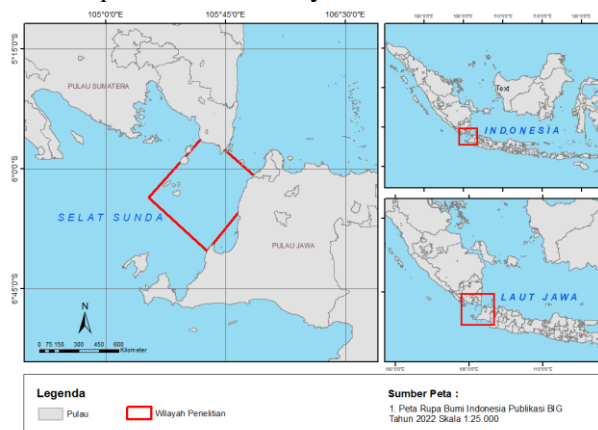
Perkembangan inovasi teknologi kelautan yang semakin maju, perekaman data arus permukaan kini dapat dilakukan dengan lebih efisien, yakni dengan pengamatan oleh HF Radar. Instrumen HF Radar telah banyak digunakan diberbagai negara guna menyediakan data pengukuran arus permukaan dengan cakupan spasial yang relatif luas dan resolusi spasial dan temporal yang tinggi dalam interval waktu yang berdekatan. Meski begitu, kesediaan data arus laut di Selat Sunda untuk kebutuhan operasional maritim tersebut masih terbatas. Salah satu HF Radar yang mampu menyediakan data pengamatan arus permukaan laut dikelola oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Pusat. Saat ini HF Radar telah terpasang pada 3 titik stasiun di Indonesia, yakni *Coastal Ocean Dynamics Applications Radar* di Selat Sunda, Selat Bali dan Perairan Labuan Bajo.

HF Radar merupakan instrumen kelautan yang mengacu pada penginderaan jauh berbasis darat yang dipasang permanen di pinggir pantai dengan kemampuan merekam kondisi perairan sejauh ~200 km area lepas pantai pada kedalaman hingga 2 m (Rubio *et al.*, 2017). HF Radar dapat mengukur pada resolusi spasial tinggi (1 – 6 km) dan resolusi temporal setiap jam atau lebih tinggi (Roarty *et al.*, 2019). Mekanisme resonansi Bragg yang digunakan HF Radar, yaitu hamburan balik yang dihasilkan dari pantulan gelombang radio. Gelombang radio yang dipancarkan pada frekuensi tertentu akan mengenai permukaan laut kemudian dipantulkan ke antenna penerima. Frekuensi yang diterima akan membentuk efek Bragg dan pergeseran Doppler.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi adanya pengaruh angin monsoon pada pola arus permukaan di perairan Selat Sunda, berdasarkan data pengukuran *High Frequency Radar* (HF Radar). Identifikasi dilakukan mengingat Selat Sunda merupakan salah satu jalur pelayaran laut terpadat di Indonesia, sehingga dengan mengkaji pola arus permukaan mampu memberikan informasi dalam pengembangan dan pemanfaatan berbagai sektor maritim di Perairan Selat Sunda.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan di perairan Selat Sunda (Gambar 1) dengan materi penelitian yang terdiri atas data primer, yaitu data pengukuran arah dan kecepatan arus permukaan dari *Coastal Ocean Dynamics Application Radar* (CODAR) kurun waktu 21 Mei hingga 28 Juli 2019. Data sekunder berupa data arah dan kecepatan angin yang diperoleh dari *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF). Ditentukan 2 titik zona penting yang dapat mewakili perairan tersebut, yaitu titik evaluasi laut dangkal dan laut dalam.



Gambar 1. Lokasi penelitian di Perairan Selat Sunda

Pengolahan dan Pengukuran Arus Permukaan

Pengukuran arus permukaan laut di lapangan dilakukan dengan menggunakan HF Radar di permukaan laut. Terdapat dua stasiun radar yang terletak pada sisi Selat, yaitu Anyer dan Labuan dengan jangkauan spasial 1 - 80 km, frekuensi 16,15 MHz dan resolusi temporal 30 menit (Gomez *et al.*, 2021). Data arus permukaan dilakukan ekstraksi dan untuk data kosong (*bad flag*) dikonversi menjadi *Not a Number* (NaN). Selanjutnya dilakukan analisis harmonik dengan *package t_tide* pada MATLAB untuk memisahkan komponen arus harmonik (pasang surut) dan arus residu (non-pasang surut) di kedua titik evaluasi, sehingga dapat diketahui jenis arus yang mendominasi di perairan Selat Sunda. Hasil analisis harmonik ditampilkan pula dalam diagram *current rose* untuk mengetahui dominasi arah arus permukaan.

Data Angin

Data angin yang digunakan berupa data bulanan (*monthly*) pada bulan Mei - Juli 2019 dengan resolusi spasial $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ dan resolusi temporal 1 jam. Parameter kecepatan angin komponen u dan v dalam satuan m/s (*meter per second*) dilakukan pengolahan melalui MATLAB untuk mengetahui kecepatan dan arah angin dominan yang disajikan dalam diagram *wind rose*.

Korelasi Pearson

Koefisien Korelasi *Pearson* (r) digunakan untuk mengukur besarnya hubungan secara linear suatu variabel dengan variabel lainnya. Nilai koefisien korelasi berada di antara $-1 < 0 < 1$, yaitu apabila $r = -1$ maka korelasi negatif tinggi dan $r = 1$ korelasi tinggi atau sangat kuat (Ismunarti *et al.*, 2020). Analisis korelasi pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antar kedua variabel, yakni kecepatan arus residu (non-pasang surut) dengan kecepatan angin. Perhitungan koefisien korelasi (r) menggunakan persamaan berikut (Ismunarti *et al.*, 2020):

$$r = \frac{\sum(x_{1i} - \bar{x}_1)(x_{2i} - \bar{x}_2)}{\sqrt{(x_{1i} - \bar{x}_1)^2} \sqrt{(x_{2i} - \bar{x}_2)^2}}$$

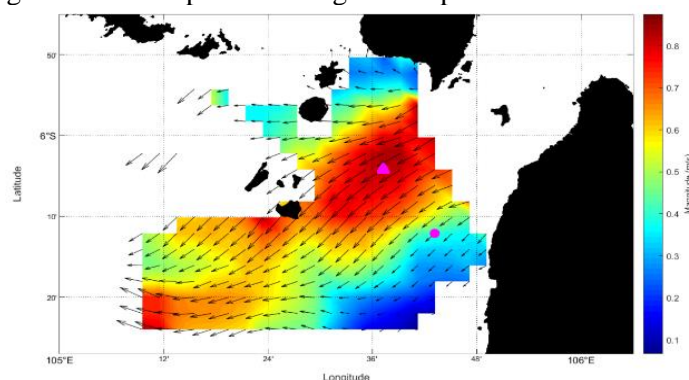
Dimana:

- r = Koefisien korelasi
- x = Variabel bebas/variabel pertama
- y = Variabel terikat/variabel kedua

HASIL DAN PEMBAHASAN

Arus Permukaan

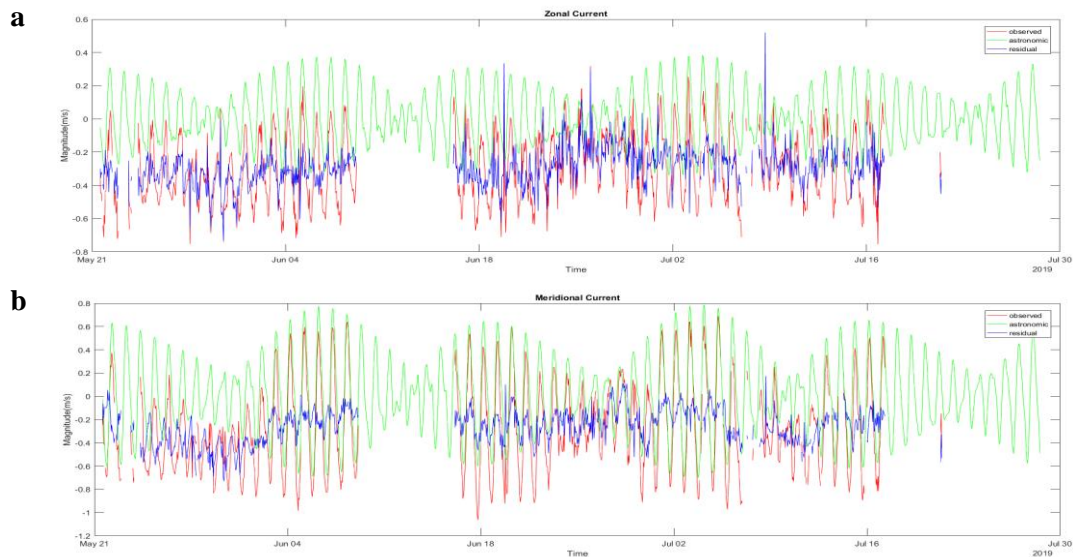
Hasil pengukuran menunjukkan arus permukaan pada bulan Mei - Juli 2019 yang merupakan musim timur bergerak ke arah barat daya dengan kecepatan rata-rata sebesar 0,53 m/s dan kecepatan arus maksimum mencapai 0,87 m/s yang berada di tengah Selat (Gambar 2). Hal ini sesuai dengan Pariwono; Rahmawitri *et al.*, (2016) pada musim timur arus di Selat Sunda mengalir dari Laut Jawa menuju Samudera Hindia. Arus kuat dengan kecepatan maksimum berada di tengah Selat atau pada titik evaluasi laut dalam yang disebabkan oleh curamnya jalur tersebut sebagai batas dasar perairan dangkal dan perairan dalam.



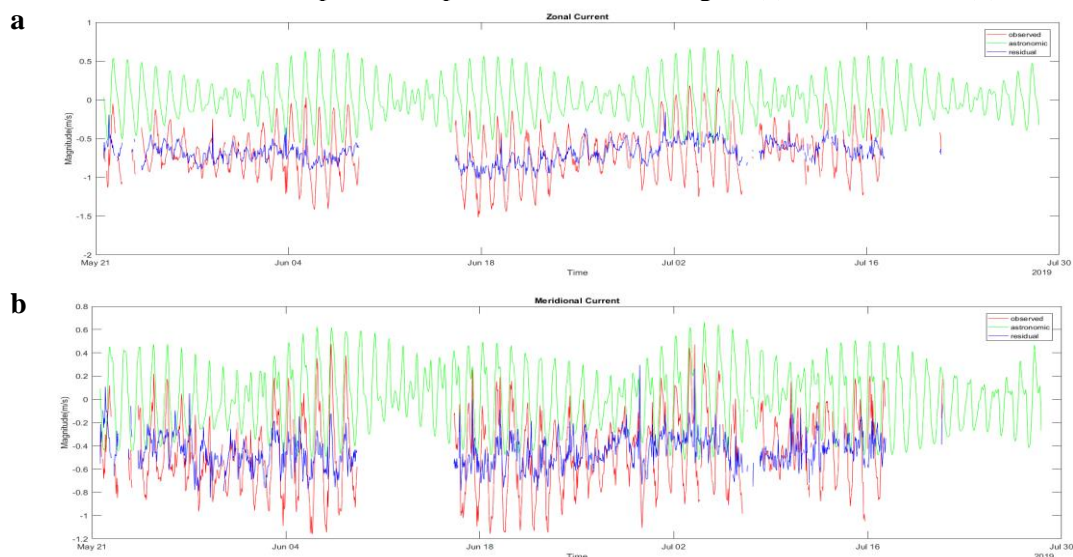
Gambar 2. Karakteristik arus permukaan di Perairan Selat Sunda

Analisa Harmonik

Analisa harmonik dilakukan pada komponen arus zonal (timur - barat) dan komponen meridional (utara - selatan) untuk memisahkan komponen arus harmonik (pasang surut) dan non harmonik (residu) pada kedua titik evaluasi, yaitu zona laut dangkal dan laut dalam. Hasil pemisahan arus menunjukkan arus yang mendominasi adalah arus yang dibangkitkan oleh pasang surut dengan nilai persentase harmonik sebesar 97,82% pada komponen zonal (timur - barat) dan 97,02% untuk komponen meridional (utara - selatan) di laut dangkal (Gambar 3a dan 3b). Sedangkan di laut dalam (Gambar 4a dan 4b) persentase arus harmonik mencapai 98,09% pada komponen zonal (timur - barat) dan 98,39% untuk komponen arus meridional (utara - selatan). Hal ini ditunjukkan pula dalam grafik arus pemisah yang memiliki pola yang sama antara arus pasang surut dengan arus pengukuran yang menandakan komponen pembangkit pasang surut memberikan pengaruh yang lebih dominan terhadap arus di kedua titik evaluasi perairan Selat Sunda.



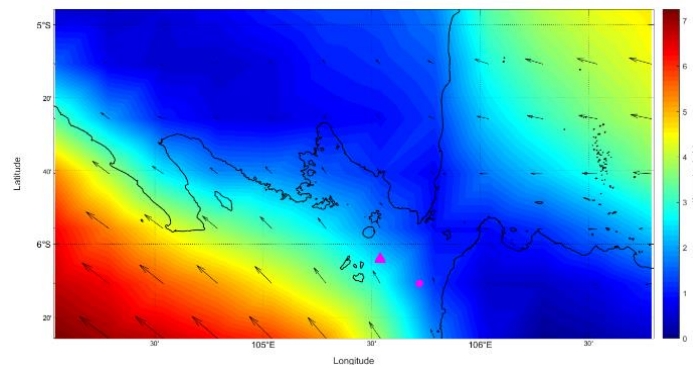
Gambar 3. Distribusi arah dan kecepatan arus permukaan di laut dangkal (a) arus zonal dan (b) arus meridional



Gambar 4. Distribusi arah dan kecepatan arus permukaan di laut dalam (a) arus zonal dan (b) arus meridional

Angin
 Pada umumnya, kondisi angin di stasiun pengamatan dipengaruhi oleh sistem angin monsoon yang mengalami perubahan arah dua kali dalam kurun waktu setahun. Bulan April hingga September disebut sebagai angin monsoon timur, sedangkan pada bulan Oktober hingga Maret yaitu angin monsoon barat (Dida *et al.*, 2016). Berdasarkan hasil analisis angin menunjukkan arah angin bergerak menuju barat laut sesuai musim

timur dengan kecepatan rata-rata angin mencapai 2,58 m/s dan kecepatan maksimum sebesar 7,25 m/s yang berada di laut lepas Samudera Hindia (Gambar 5).

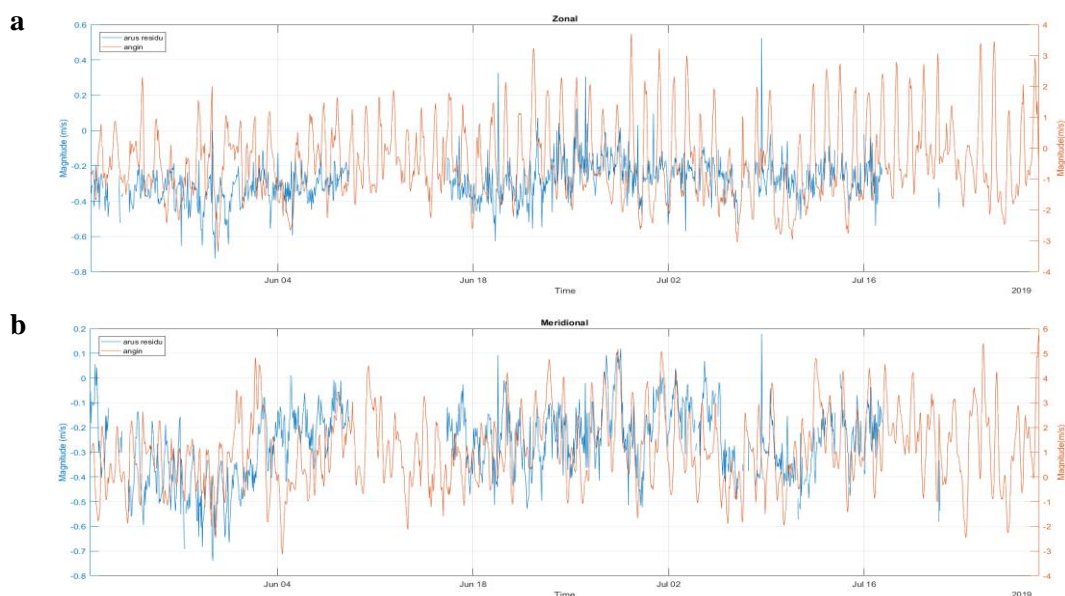


Gambar 5. Karakteristik angin di Perairan Selat Sunda

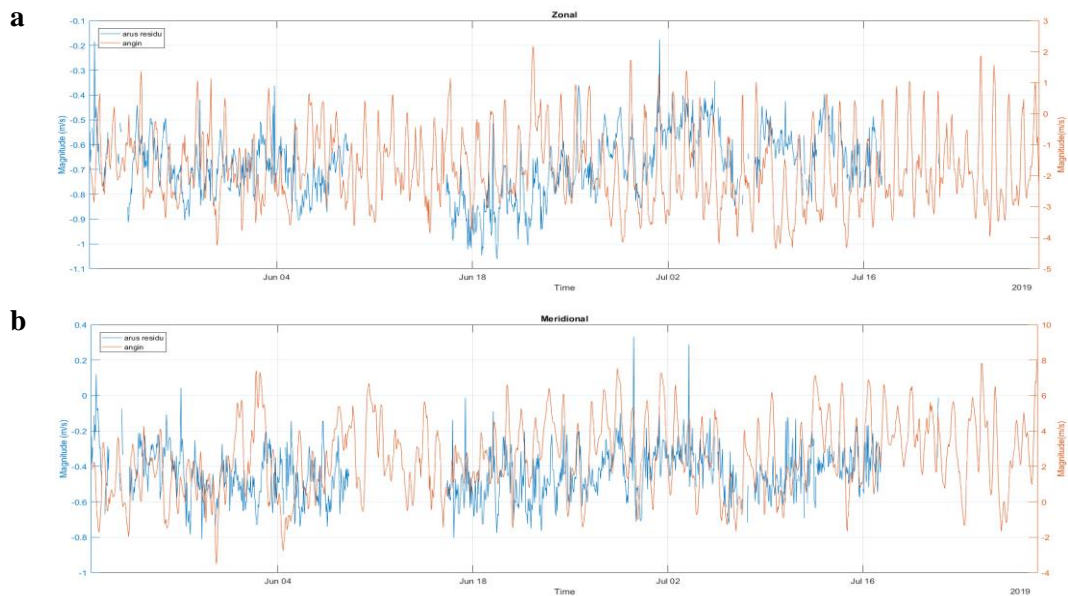
Time Series Arus Residu dan Angin

Hasil *plot grafik time series* pada masing-masing komponen zonal dan meridional ditampilkan dalam bentuk temporal (Gambar 6) sehingga dapat mengetahui fluktuasi arus residu dan angin dikedua titik evaluasi. Pada komponen zonal (timur - barat) di laut dangkal arus residu memiliki nilai maksimum sebesar 0,73 m/s arah timur dan 0,51 m/s arah barat. Sedangkan *time series* angin menunjukkan nilai maksimum mencapai 3,36 m/s arah timur dan 3,70 m/s arah barat (Gambar 6a). Sementara itu, tersaji grafik arus residu dan angin komponen meridional (utara - selatan) dengan nilai maksimum arus mencapai 0,74 m/s arah selatan dan 0,18 arah utara. Pada (Gambar 6b) menunjukkan angin memiliki nilai maksimum sebesar 3,01 m/s arah selatan dan 5,73 m/s arah utara.

Grafik *time series* arus residu dan angin di laut dalam pada komponen zonal (timur - barat) terlihat berfluktuasi acak yang ditampilkan pada Gambar 7a. Arus residu memiliki nilai maksimum sebesar 1,04 m/s arah timur dan -0,17 m/s arah barat. Sedangkan angin memiliki nilai maksimum mencapai 4,34 m/s arah timur dan 2,17 m/s arah barat. Pada Gambar 7b *time series* arus residu dan angin komponen meridional (utara - selatan) menunjukkan pola yang serupa dengan komponen zonal, yakni adanya perubahan nilai arus secara acak seiring dengan waktu yang mencapai 0,81 m/s arah selatan dan 0,33 m/s arah utara. Sedangkan nilai angin maksimum sebesar 3,50 m/s arah selatan dan 7,81 m/s arah utara. Berdasarkan hasil *plot grafik time series* diketahui arus residu dan angin berfluktuasi acak seiring dengan waktu serta adanya pengaruh dari letak titik evaluasi.



Gambar 6. Grafik *time series* arus residu dan angin komponen (a) zonal dan (b) meridional di perairan dangkal

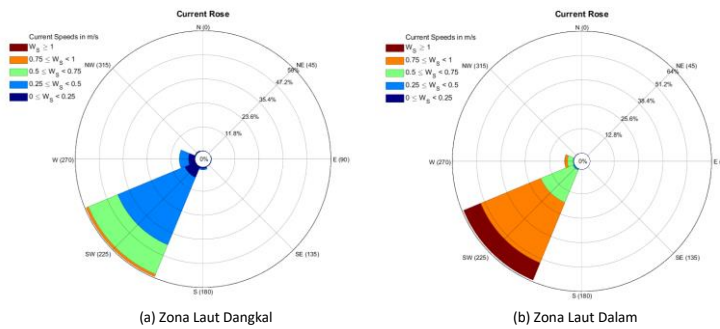


Gambar 7. Grafik *time series* arus residu dan angin komponen (a) zonal dan (b) meridional di perairan dalam

Current Rose

Pola arah arus dalam diagram *current rose* (Gambar 8) menunjukkan arus non pasang surut (residu) di kedua titik evaluasi, yakni laut dangkal dan laut dalam bergerak dominan ke arah barat daya. (Gambar 8a) menunjukkan kecepatan rata-rata arus di zona laut dangkal sebesar 0,40 m/s. Sedangkan *current rose* di zona laut dalam (Gambar 8b) memiliki kecepatan rata-rata arus sebesar 0,82 m/s. Dominasi arah arus yang bergerak dominan ke barat daya erat kaitannya dengan distribusi arus dari Laut Jawa yang melintas menuju Samudera Hindia. Hal itu juga menunjukkan adanya pengaruh dari gaya gradien tekanan akibat perbedaan tekanan yang diimbangi oleh gaya coriolis yang timbul akibat rotasi bumi. Sesuai dengan pernyataan Rahmawitri *et al.*, (2016) yang menyebutkan tinggi muka laut Laut Jawa lebih tinggi dibandingkan di Samudera Hindia, sehingga menyebabkan pola arus mengalir menuju Samudera Hindia. Berdasarkan nilai kecepatan arus rata-rata menunjukkan bahwa kecepatan arus di laut dalam lebih besar daripada di laut dangkal. Pola kecepatan yang sama juga terjadi pada penelitian di Selat Sunda pada musim timur oleh Amri *et al.*, (2014), terlihat pada lapisan dalam kecepatan lebih kuat daripada di bagian lapisan permukaan yang asumsikan akibat pengaruh yang kuat dari dorongan massa air Samudera Hindia. Selain itu, kecepatan arus residu yang lebih besar di laut dalam menandakan pula bahwa arus tidak langsung dibangkitkan oleh angin, sebab arus yang dibangkitkan oleh angin akan memiliki kecepatan tinggi pada lapisan permukaan yang digerakkan oleh stress angin. Hal tersebut sesuai yang dijelaskan oleh Aziz (2006) bahwa arus yang dibangkitkan oleh angin kecepatannya akan berkurang seiring bertambahnya kedalaman.

Adanya faktor selain angin yang berperan memberikan pengaruh terhadap kecepatan arus, yakni kondisi topografi perairan. Sesuai dengan pendapat Mahardiananta *et al.*, (2017) bahwa angin yang berhembus di permukaan laut akan membangkitkan arus permukaan. Selain itu, gerakan arus permukaan juga dipengaruhi oleh topografi dasar laut. Akibatnya, arus di zona laut dalam atau laut lepas lebih besar dibandingkan arus di laut dangkal yang dipengaruhi oleh efek gesekan dasar. Sejalan dengan hal tersebut, pada penelitian Amri *et al.*, (2014) menyebutkan bahwa topografi Selat Sunda memiliki gradasi kedalaman dari arah timur laut ke arah barat laut dan secara bertahap menuju dasar laut ke arah barat daya.

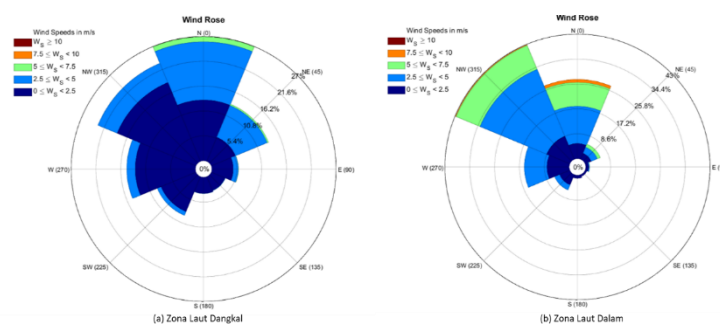


Gambar 8. Current Rose (a) laut dangkal dan (b) laut dalam di Perairan Selat Sunda

Wind Rose

Pola arah angin dikedua titik evaluasi menunjukkan dominasi arah angin yang serupa, yakni dari arah barat laut dan arah utara (Gambar 9a dan 9b). Hal ini sesuai dengan representasi musim timur di Selat Sunda, dimana variasi arah angin umumnya bertiup dari tenggara menuju barat laut. Pada titik laut dangkal angin memiliki kecepatan rata - rata sebesar 2,09 m/s dan 3,49 m/s di laut dalam. Kecepatan angin yang terjadi pada kedua titik evaluasi di Selat Sunda menunjukkan seiring bertambahnya kedalaman, maka kecepatan angin semakin tinggi pula yang disebabkan berkurangnya hambatan terhadap angin. Beberapa faktor yang dapat memberi hambatan terhadap kecepatan angin di wilayah pesisir seperti vegetasi, bangunan, dan koordinat (Triono *et al.*, 2018).

Hasil analisis secara umum menunjukkan hubungan arah dan kecepatan angin dengan arus yang terbentuk menunjukkan hasil yang berbeda dengan penelitian sebelumnya pada daerah yang sama, seperti Nuriyati *et al.*, (2019) menyebutkan bahwa perairan tersebut didominasi oleh arus yang dibangkitkan oleh arus residu. Arah dan kecepatan angin memiliki hubungan yang lemah dengan arus permukaan di Selat Sunda, sehingga pola arus tidak telalu dipengaruhi oleh pola angin musiman yang terjadi. Arus pasang surut yang teridentifikasi dominan di perairan Selat Sunda ini sesuai dengan hasil koefisien korelasi (r) pada kedua variabel, yakni kecepatan arus residu dengan kecepatan angin di laut dangkal pada komponen zonal diperoleh nilai korelasi sebesar 0,134 dan komponen meridional sebesar 0,364. sedangkan di laut dalam pada komponen zonal didapatkan nilai sebesar dan 0,294 pada komponen meridional. Menurut Ismunarti *et al.*, (2020), perhitungan korelasi menunjukkan hubungan yang sangat kuat jika korelasi berada di antara $-1 < 0 <$, apabila $r = 1$ korelasi tinggi atau sangat kuat dan $r = -1$ maka korelasi negatif tinggi. Menurut klasifikasi perhitungan korelasi tersebut menunjukkan bahwa kedua variabel memiliki tingkat hubungan yang lemah. Hal tersebut diperkuat dengan pernyataan Oktavia *et al.*, (2011) bahwa di perairan Selat Sunda yang mempunyai karakteristik sempit dan relatif dangkal di wilayah Laut Jawa mengakibatkan tingginya pengaruh pasang surut yang disebabkan oleh perbedaan tekanan hidrostatis pada badan air yang dibangkitkan oleh dinamika pasang surut, sehingga terbentuk arus.



Gambar 9. Wind Rose (a) laut dangkal dan (b) laut dalam di Perairan Selat Sunda

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di 2 titik evaluasi yang mewakili laut dangkal dan laut dalam, dapat disimpulkan bahwa arus laut permukaan di perairan Selat Sunda pada bulan Mei - Juli 2019 dominan dipengaruhi oleh pasang surut. Pola pergerakan arus harmonik mengikuti pola arus total (pengukuran) dengan persentase arus harmonik sebesar 97,82% pada komponen zonal (timur - barat) dan 97,02% untuk komponen meridional (utara - selatan) di laut dangkal. Sedangkan di laut dalam persentase arus harmonik mencapai 98,09% pada komponen zonal (timur - barat) dan 98,39% untuk komponen arus meridional (utara - selatan). Arus non pasut (residu) memiliki nilai korelasi (r) yang rendah dengan angin pada masing-masing komponen zonal dan meridional, sebesar 0,134 dan 0,364 di laut dangkal, sementara di laut dalam sebesar -0,037 dan 0,294, sehingga arus permukaan di perairan Selat Sunda pada kedua titik evaluasi tidak dipengaruhi oleh angin monsoon timur.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, K., Asep, P., dan Suprpto. 2014. Oceanographical Characteristic and Phytoplankton Abundance in Sunda Strait Waters in East Monsoon. *BAWAL*, 6 (1): 11-20.
- Dida, H. P., Sudjito S., Denny, W. 2016. Pemetaan Potensi Energi Angin di Perairan Indonesia Berdasarkan Data Satelit QuikScat dan WindSat. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 7(2): 95-101.
- Gomez, R., Thanh, H Tran., Andri Ramdhani., Rahmat Triyono. 2021. HF Radar Validation and Accuracy Analysis using Baseline Comparison Approach in the Sunda Strait. *Global Oceans 2020: Singapore - U.S. Gulf Coast*, 5-30 Oct. 2020.
- Indrayanti, E., D. N. Sugianto, Purwanto., H. S Siagian. 2021. Identifikasi Arus Pasang Surut di Perairan Kemujan, Karimunjawa Berdasarkan Data Pengukuran Acoustic Doppler Profiler. *Jurnal Kealaman Tropis*, 24(2): 247-254.
- Ismunarti, D. H., Zainuri, M., Sugianto, D. N., Saputra, S. W. 2020. Pengujian Reliabilitas Instrumen Terhadap Variabel Kontinu Untuk Pengukuran Konsentrasi Klorofil-a Perairan. *Buletin Oseanografi Marina*, 9(1):1-8.
- Mahardiananta, I. M. A., Hartati, R. S., Dharma, A. 2017. Analisa Potensi Energi Pasang Surut Air Laut di Selat Pulau Serangan. *E-Journal SPEKTRUM*, 4(1): 15-20.
- Mujiasih S., Hartanto, D., Beckers, J. M., Barth, A. 2021. Reducing the error in estimates of the Sunda Strait currents by blending HF radar currents with model results. *Continental Shelf Research*, 228, 104512.
- NOAA, 2020. What's the difference between a tide and a current? *Natl Ocean Service Website*. <https://oceanservice.noaa.gov/facts/tidescurrents.html>, 04/01/20.
- Nuriyati, N., Purwanto, P., Setiyono, H., Atmodjo, W., Subardjo, P., Ismanto, A., & Muslim, M. 2019. Potensi Energi Arus Laut di Perairan Selat Sunda. *Indonesian Journal of Oceanography*, 1(1): 45-52.
- Oktavia, R., Pariwono, J. I., dan Manurung, P. 2011. Variasi Muka Laut dan Arus Geostrofik Permukaan Perairan Selat Sunda Berdasarkan Data Pasut dan Angin Tahun 2008. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 3(2): 127-152.
- Pariwono, J. I. 1999. Kondisi Oseanografi Perairan Pesisir Lampung. Proyek Pesisir Publication, Technical Report (TE-99/12-I). *Coastal Resource Center University of Rhode Island*. Jakarta.
- Rahmawitri, H., Atmadipoera, A. S., Sukoraharjo, S. S. 2016. Pola Sirkulasi dan Variabilitas Arus di Perairan Selat Sunda. *Jurnal Kelautan Nasional*, 11(3): 141-157.
- Roarty, H., Cook, T., Hazard, L., George, D., Harlan, J., Cosoli, S., Wyatt, L., Alvarez Fanjul, E., Terrill, E., Otero, M., et al. 2019. The Global High Frequency Radar Network. *Frontiers in Marine Science*, 6, 164.
- Rubio, A., Mader, J., Corgnati, L., Mantovani, C., dll. 2017. HF Radar Activity in European coastal seas: Next steps toward a pan-european HF radar network. *Frontiers in Marine Science*, 4.
- Triono, N., Farid, M., Medrianti, R. 2018. Pembelajaran Menggunakan Media Karakteristik Sebaran Temperatur Udara dan Kecepatan Angin di Pesisir Pantai Kota Bengkulu. *PENDIPA Journal of Science Education*, 2(2): 123-130.