

PENGARUH TEKANAN ANGIN PERMUKAAN TERHADAP ARUS *EDDY* DI PERAIRAN BARAT SUMATERA

Martono

Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer LAPAN

Email: mar_lapan@yahoo.com

ABSTRACT

Eddy is one of the ocean phenomena that play an important role in the interaction between the ocean and the atmosphere. This research was conducted to study the effect of surface wind stress on eddy in the west waters of Sumatera. The method used was descriptive analysis. The data used in this research include bathimetri, zonal and meridional component of sea surface current and zonal and meridional component of surface wind. The results showed that Eddy formed only in certain months in the west waters of Sumatra. Eddy was formed in January, February, March and December, which represents the west season and in June, July, August and September, which represents the east season with different diameters. In general, the center of the Eddy was always located in the north of the equator and just shifted in the north-south direction. During the west season, the eddy was located approximately 0.87° S and $87,8^{\circ}$ E and during the east season, they were located approximately 1.4° N and 87.6° E.

Keywords: Eddy, Wind stress, West waters of Sumatera

ABSTRAK

Eddy merupakan salah satu fenomena laut yang mempunyai peranan penting dalam interaksi antara laut dan atmosfer. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh tekanan angin permukaan terhadap eddy di perairan barat Sumatera. Metode yang digunakan adalah analisis diskriptif. Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi bathimetri, komponen zonal dan meridional arus permukaan laut dan komponen zonal dan meridional angin permukaan. Berdasarkan hasil analisa diketahui bahwa hanya pada bulan-bulan tertentu

saja eddy di perairan barat Sumatera terbentuk. Eddy ini hanya terbentuk pada bulan Januari, Februari, Maret dan Desember yang mewakili musim barat dan bulan Juni, Juli, Agustus dan September yang mewakili musim timur dengan diameter yang berbeda-beda. Secara umum pusat eddy selalu terletak di utara ekuator dan hanya bergeser ke arah utara-selatan. Pada saat musim barat eddy terletak sekitar $0,87^{\circ}$ LS dan $87,8^{\circ}$ BT dan saat musim timur eddy terletak sekitar $1,4^{\circ}$ LU dan $87,6^{\circ}$ LS.

Kata kunci: Eddy, Tekanan angin, Perairan barat Sumatera

1 PENDAHULUAN

Kondisi arus permukaan laut, gelombang laut, suhu permukaan laut dan salinitas laut sangat dipengaruhi oleh unsur-unsur iklim seperti angin permukaan, curah hujan, tekanan atmosfer dan suhu udara permukaan (Nontji, 1987; Ningsih, 2003). Angin merupakan salah satu sumber energi utama bagi dinamika air laut (Arief, 1994). Transfer energi dari angin ke laut menyebabkan terjadinya gelombang dan arus laut terutama lapisan permukaan. *Eddy* atau olakan merupakan salah satu fenomena laut yang dibangkitkan oleh transfer energi dari tekanan angin permukaan.

Gerakan *Eddy* dapat searah maupun berlawanan dengan arah jarum jam. Di utara ekuator akan menyebabkan *downwelling* jika *Eddy* bergerak searah dengan arah jarum jam dan akan menyebabkan *upwelling* jika bergerak berlawanan arah dengan jarum jam, dan sebaliknya akan terjadi di selatan ekuator. *Upwelling* dan *downwelling* akan mengubah suhu permukaan laut. Selanjutnya perubahan suhu permukaan laut ini akan mempengaruhi tekanan udara, dan tekanan udara akan mempengaruhi sirkulasi angin. Sirkulasi angin akan membangkitkan arus permukaan laut dan gelombang laut. Proses ini berlangsung secara terus menerus dan sangat kompleks.

Penelitian mengenai *Eddy* di perairan Samudera Hindia bagian barat telah banyak dilakukan, namun di bagian timur terutama dekat dengan wilayah Indonesia masih sedikit atau bahkan belum ada. Berdasarkan hal tersebut di atas maka penelitian ini perlu dilakukan dalam rangka mendukung program penelitian mengenai proses interaksi antara laut dan atmosfer yang mempunyai dampak besar terhadap kondisi atmosfer di wilayah sekitarnya termasuk Indonesia. Penelitian ini bertujuan

untuk mengetahui pengaruh tekanan angin terhadap pembentukan *Eddy* di perairan barat Sumatera.

2 TINJAUAN PUSTAKA

Keberadaan *Eddy* sebenarnya sudah mendapat perhatian dari para pelaut lebih dari satu abad yang lalu. Meskipun demikian penelitian mengenai arus *eddies* sendiri dapat dikatakan sangat lambat. Baru dalam kurun waktu beberapa dekade terakhir ini bahwa keberadaan arus *eddies* terutama skala meso mendapat perhatian yang besar tidak hanya dari para peneliti oseanografi tetapi juga para peneliti meteorologi.

Eddy mempunyai distribusi spasial dan temporal yang berbeda-beda. Skala temporal sekali rotasi *Eddy* berkisar antara 10-30 hari dan skala spasial berkisar antara 10-100 km (Mann and Lazier, 1991). Sementara itu, Tolmazin (1985) membagi arus *Eddy* menjadi dua yaitu *small Eddy* dengan skala waktu antara jam-an sampai harian dan *large Eddy* dengan skala waktu antara mingguan sampai bulanan. *Eddy* skala meso mempunyai peranan penting dalam menentukan sirkulasi arus laut dalam skala luas dan berperanan penting dalam transfer momentum, panas, massa serta nutrisi dari satu tempat ke tempat lain (Jia *et al.*, 2010).

Beberapa *Eddy* telah diketahui terbentuk di beberapa daerah perairan Samudera Hindia. *Eddy-eddy* ini secara umum terbentuk dalam sistem arus utama seperti arus Somalia, arus Agulhas, arus Madagaskar Timur di Samudera Hindia bagian barat dan arus Leeuwin di Samudera Hindia bagian timur. Lokasi *Eddy-eddy* ini antara lain di perairan timur Somalia (Robinson, 1983), di perairan Kanal Mozambik (Backeberg *et al.*, 2008), di perairan selatan Afrika (Biaستoch and Krauss, 1999), di perairan timur Madagaskar (Quartly *et al.*, 2005) dan di perairan barat daya Australia (Morrow *et al.*, 2004).

3 DATA DAN METODOLOGI

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi bathimetri, angin permukaan bulanan dan arus permukaan laut bulanan. Sumber data berasal dari NCEP/NCAR, OSCAR-NOAA dan NGDC-NOAA dengan alamat website www.esrl.noaa.gov, www.ncdc.noaa.gov dan www.oscar.noaa.gov. Komponen zonal dan meridional angin permukaan mempunyai resolusi spasial

2,5°x2,5° dengan rentang waktu dari tahun 1977–2007, komponen zonal dan meridional arus permukaan mempunyai resolusi spasial 1°x1° dengan rentang waktu dari tahun 1993–2007 dan bathimetri mempunyai resolusi spasial 0,17°x0,17°. Komponen zonal dan meridional angin dan arus permukaan ini diolah sehingga akan diperoleh arah dan kecepatan rata-rata bulanan. Selanjutnya dari arah gerakan arus permukaan akan dianalisis apakah *Eddy* terbentuk atau tidak.

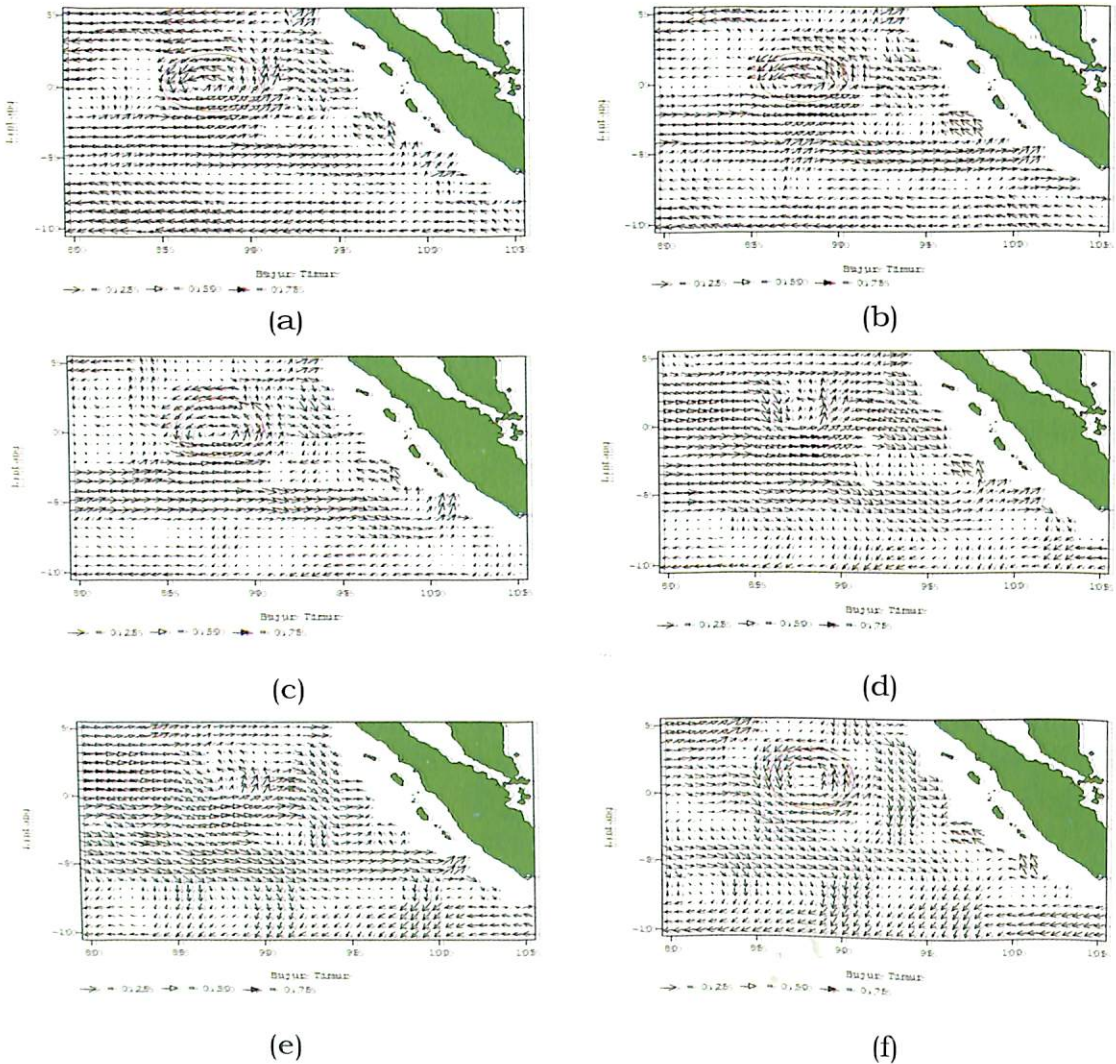
4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 HASIL

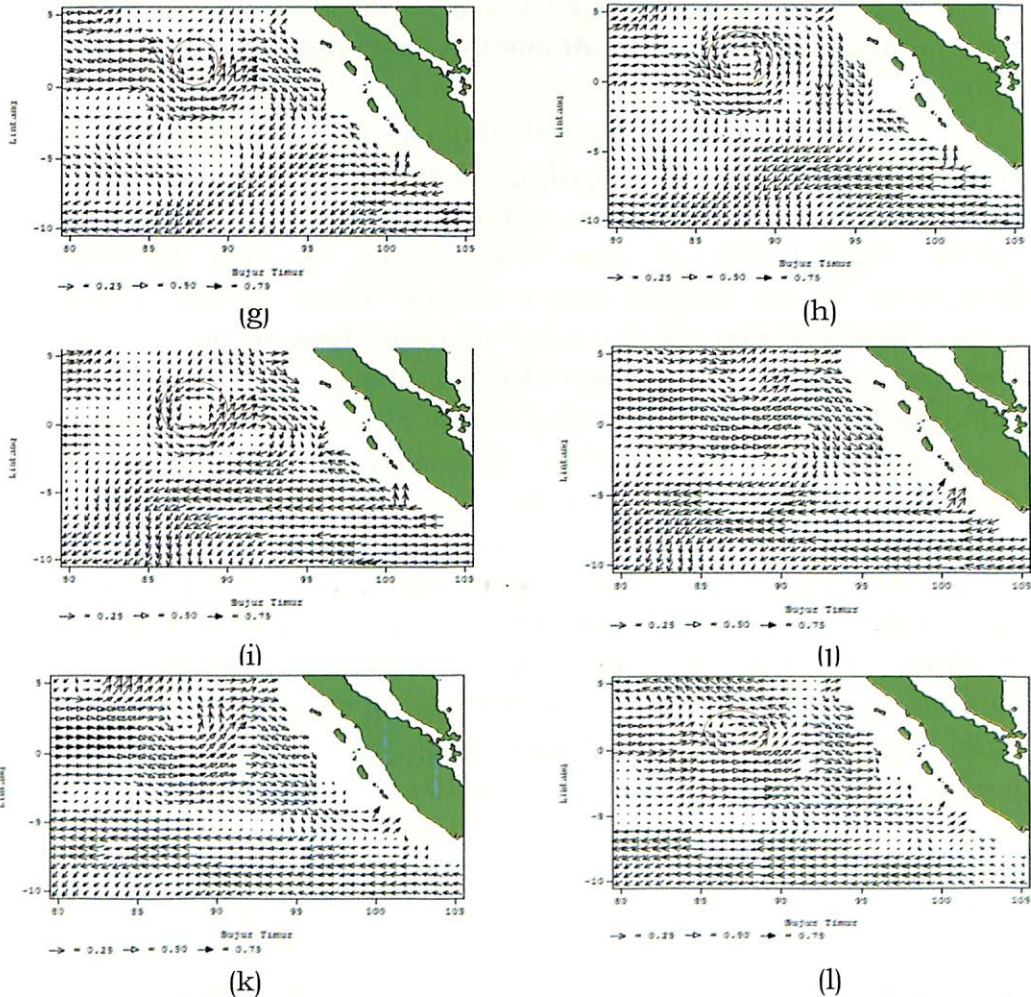
Pola arus permukaan rata-rata bulanan di perairan barat Sumatera diperlihatkan pada **Gambar 3.1 (a) - 3.1(l)** Pada bulan Januari, Februari, Maret, Juni, Juli, Agustus, September dan Desember terbentuk *Eddy* dengan gerakan berlawanan arah arah jarum jam seperti diperlihatkan pada **Tabel 1**. Sementara itu, pada bulan April, Mei, Oktober dan Nopember *Eddy* tidak terbentuk. Bulan Januari *Eddy* mempunyai diameter sekitar 550 km, kecepatan rata-rata sekitar 0,27 m/dt dan pusatnya terletak di sekitar 0,5° LU dan 87,5° BT. Pada bulan Februari mempunyai diameter sekitar 440 km, kecepatan rata-rata sekitar 0,27 m/dt dan pusatnya bergeser ke utara dan timur yang terletak di sekitar 1° LU dan 88° BT. Pada bulan maret

Pada bulan Maret mempunyai diameter sekitar 440 km, kecepatan rata-rata sekitar 0,29 m/dt dan pusatnya bergeser ke selatan yang terletak di sekitar 1° LU dan 88° BT. Bulan Juni mempunyai diameter sekitar 550 km, kecepatan rata-rata sekitar 0,19 m/dt dan pusatnya bergeser ke utara dan barat yang terletak di sekitar 1,5° LU dan 87,5° BT. Bulan Juli mempunyai diameter sekitar 220 km, kecepatan rata-rata sekitar 0,13 m/dt dan pusatnya bergeser ke utara dan barat yang terletak di sekitar 1,5° LU dan 87,5° BT.

Pada bulan Agustus mempunyai diameter sekitar 550 km, kecepatan rata-rata sekitar 0,21 m/dt dan pusatnya terletak di sekitar $1,5^{\circ}$ LU dan $87,5^{\circ}$ BT. Bulan September mempunyai diameter sekitar 440 km, kecepatan rata-rata sekitar 0,17 m/dt dan pusatnya bergeser ke selatan dan timur yang terletak di sekitar 1° LU dan 88° BT. Pada bulan Desember mempunyai diameter sekitar 220 km, kecepatan rata-rata sekitar 0,16 m/dt dan pusatnya bergeser ke utara dan barat yang terletak di sekitar 1° LU dan 88° BT.



Gambar 3.1 Pola sirkulasi arus permukaan laut bulan (a) Januari, (b) Februari, (c) Maret, (d) April, (e) Mei, (f) Juni, lingkaran menunjukkan *Eddy*



Lanjutan Gambar 3.1 Bulan (g) Juli, (h) Agustus, (i) September, (j) Oktober, (k) November, (l) Desember, lingkaran menunjukkan Eddy

4.2 PEMBAHASAN

Pola sirkulasi arus permukaan di perairan Samudera Hindia sangat kompleks dan unik karena dipengaruhi oleh angin pasat dan angin musim yang berhembus di atasnya. Hampir sepanjang tahun gerakan angin pasat relatif tetap yaitu bergerak ke arah barat daya di utara ekuator dan ke barat laut di selatan ekuator (Barry and Chorley, 2003). Angin pasat berkaitan erat dengan daerah tekanan rendah di ekuator. Sebaliknya, gerakan angin musim berganti arah satu kali dalam satu tahun yaitu sekali bergerak dari utara ekuator ke selatan ekuator dan sekali dalam arah yang berlawanan. Angin musim ini berkaitan erat dengan adanya sel tekanan tinggi dan sel tekanan rendah di atas

benua Asia dan benua Australia secara bergantian (Tjasyono, 2004).

Pengaruh angin musim terhadap sirkulasi arus permukaan terlihat jelas terutama di sebelah utara ekuator. Pada saat musim barat antara bulan Desember sampai Februari pusat tekanan udara tinggi terjadi di atas benua Asia. Di atas perairan Samudera Hindia sebelah utara ekuator angin musim secara umum bergerak dengan mantap dari timur laut ke barat daya. Gerakan angin musim ini memperkuat angin pasat timur laut, sehingga tekanan angin terhadap massa air permukaan semakin kuat. Kondisi ini menyebabkan terjadinya gerakan massa air permukaan dalam skala besar ke arah barat di utara ekuator yang dikenal dengan nama arus ekuator utara.

Sebaliknya, pada saat musim timur antara bulan Juni sampai Agustus pusat tekanan udara tinggi terjadi di atas benua Australia. Di atas perairan Samudera Hindia sebelah utara ekuator angin musim secara umum bergerak dengan mantap dari barat daya ke timur laut. Kekuatan angin musim ini lebih besar daripada angin pasat, sehingga massa air permukaan di utara ekuator bergerak mengikuti gerakan angin di atasnya yaitu ke timur laut. Oleh karena itu, pada musim timur arus ekuator utara tidak terbentuk. Pada saat musim peralihan pertama dan musim peralihan kedua arus ekuator utara juga tidak terbentuk.

Eddy di perairan barat Sumatera secara umum hanya terbentuk pada saat musim barat dan musim timur yaitu Januari, Februari, Maret, Juni, Juli, Agustus, September dan Desember seperti diperlihatkan pada **Tabel 4.1**. Terdapat dua tipe *Eddy* berdasar penyebabnya. Tipe pertama terbentuk akibat interaksi antara aliran arus dengan ketidakaturan topografi dan tipe kedua terbentuk akibat tekanan angin permukaan (Mann and Lazier, 1991).

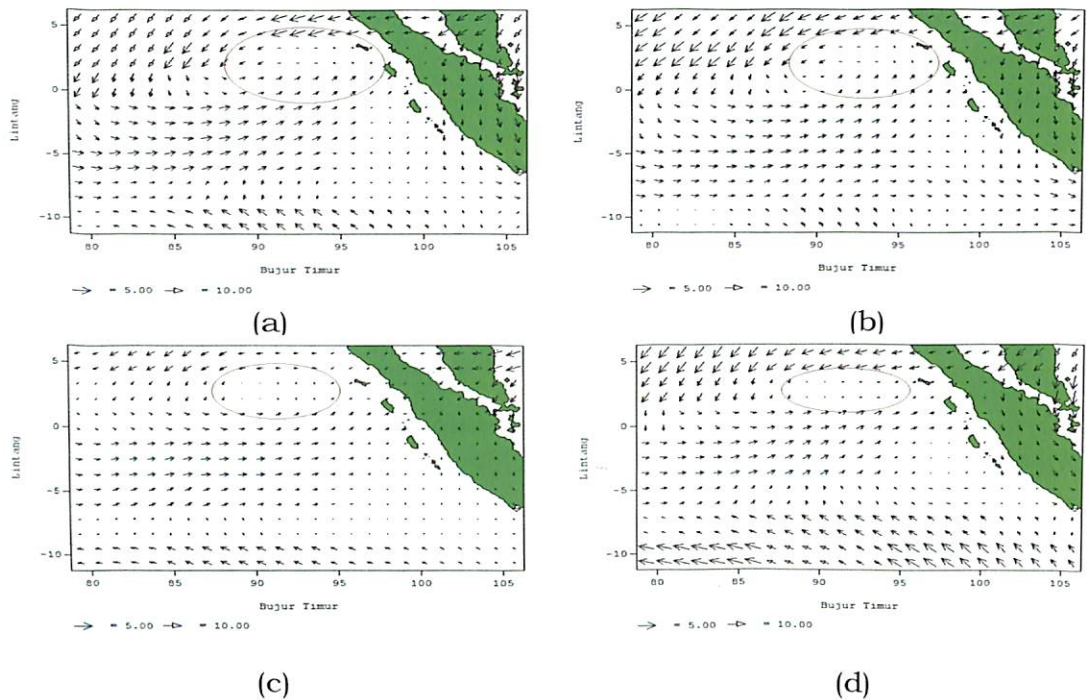
Tabel 4.1 Analisis terjadinya arus *Eddy* periode 1997-2007 di perairan barat Sumatera

Waktu Pengamatan	Arus <i>Eddy</i>	
	Terbentuk	Tidak Terbentuk
Januari	X	
Februari	X	
Maret	X	
April		X
Mei		X
Juni	X	
Juli	X	
Agustus	X	
September	X	
Oktober		X
Nopember		X
Desember	X	

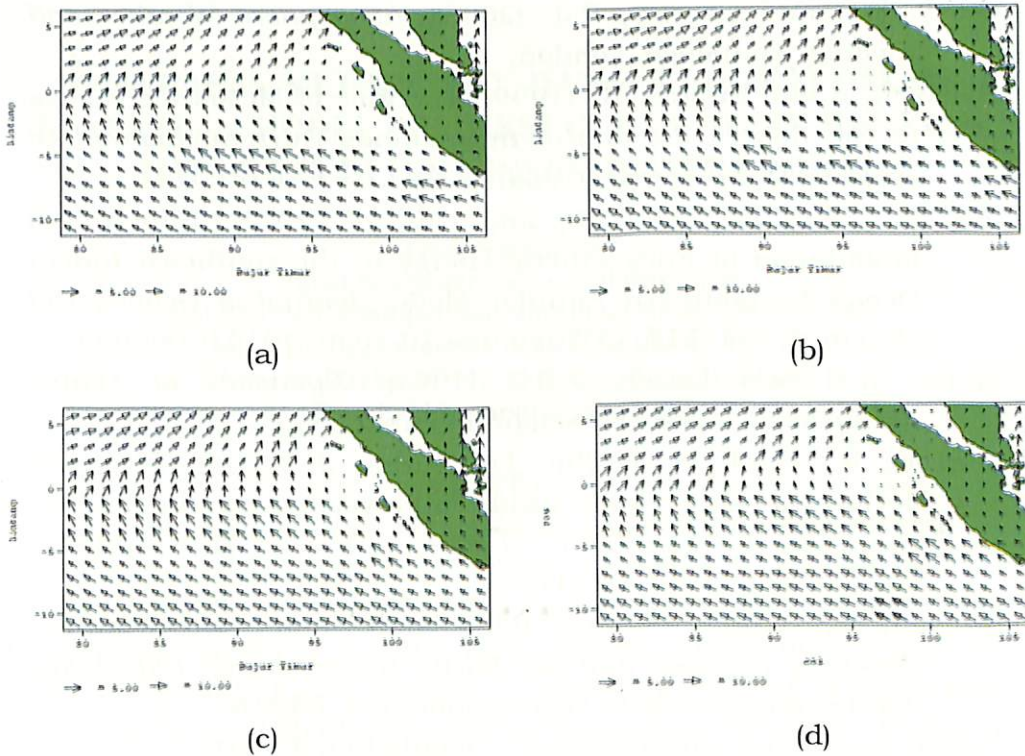
Faktor pengaruh tekanan angin permukaan terlihat dengan jelas pada bulan Januari, Februari, Maret dan Desember. Pada bulan-bulan tersebut terjadi sel tekanan tinggi di atas benua Asia dan sel tekanan rendah di atas Australia sehingga terjadi gerakan angin dari benua Asia ke benua Australia melewati perairan Samudera Hindia. Di sekitar 10° LS gerakan angin tersebut bertemu dengan angin pasat tenggara yang bergerak berlawanan arah sehingga gerakan angin dari benua Asia dibelokkan ke utara. Akibatnya pada bulan-bulan tersebut terbentuk olakan angin permukaan di atas perairan barat Sumatera seperti diperlihatkan pada **Gambar 3.2 (a) - 3.2 (d)**. Selanjutnya gerakan olakan angin permukaan ini akan mendorong massa air permukaan mengikuti polanya sehingga terbentuk *Eddy*.

Penyebab *Eddy* yang terbentuk pada bulan Juni, Juli, Agustus dan September belum diketahui dengan pasti. Pada

bulan-bulan tersebut terjadi sel tekanan tinggi di atas benua Australia dan sel tekanan rendah di atas Asia sehingga terjadi gerakan angin dari benua Australia ke benua Asia melewati perairan Samudera Hindia. Di utara ekuator angin dengan mantab bergerak ke arah timur laut dan di selatan ekuator angin bergerak ke arah barat laut seperti diperlihatkan pada **Gambar 3.3 (a)-3.3 (d)**. Meskipun di atas perairan barat Sumatera tidak terbentuk olakan angin permukaan, tetapi terbentuk *Eddy*. Kondisi ini dimungkinkan akibat interaksi antara aliran arus dengan topografi. Penelitian mengenai mekanisme pembentukan *Eddy* di perairan barat Sumatera dan dampaknya terhadap kondisi lingkungan laut maupun lingkungan atmosfer perlu dilakukan lebih lanjut.



Gambar 3.2 Pola sirkulasi angin permukaan bulan bulan (a) Januari, (b) Februari, (c) Maret, (d) Desember, lingkaran menunjukkan olakan



Gambar 3.3 Pola sirkulasi angin permukaan bulan bulan (a) Juni, (b) Juli, (c) Agustus, d) September

5 KESIMPULAN

Sirkulasi arus permukaan laut di perairan barat Sumatera dipengaruhi oleh angin musim dan angin pasat. *Eddy* di perairan barat Sumatera hanya terbentuk pada bulan Januari, Februari, Maret dan Desember yang mewakili musim barat akibat tekanan angin permukaan, sedangkan pada bulan Juni, Juli, Agustus dan September yang mewakili musim timur dimungkinkan akibat interaksi antara aliran arus dengan topografi. Secara umum pusat *Eddy* terletak di utara ekuator dan hanya bergeser ke arah utara-selatan. Pada saat musim barat terletak sekitar $0,87^{\circ}$ LS dan $87,8^{\circ}$ BT dan saat musim timur terletak sekitar $1,4^{\circ}$ LU dan $87,6^{\circ}$ LS.

DAFTAR RUJUKAN

- Arief, D. (1994): Sirkulasi Arus laut, *Diktat Kursus Oseanografi bagi Perwira TNI-AL*.
- Backeberg, B.C., Johannessen, J.A., Bertino, L., Reason, C.J. (2008): The greater Agulhas Current system: An integrated study of its mesoscale variability, *Journal of Operational Oceanography*, Volume 1, No. 1.

- Barry, R.G and Chorley, R.J. (2003): *Atmosphere Weather and Climate*, Routledge, London.
- Biastoch, A and Krauss, W. (1999): The Role of Mesoscale Eddies in the Source Regions of the Agulhas Current, *Journal Of Physical Oceanography*, Volume **29**.
- Jia, F., Wu, L., Lan, J., and Qiu, B. (2011): Interannual modulation of Eddy kinetic energy in the southeast Indian Ocean by Southern Annular Mode, *Journal of Geophysical Research*, Vol. **116**, C02029, doi:10.1029/2010JC006699.
- Mann, K.H and Lazier, J.R.N (1991): *Dynamics of Marine Ecosystems*, Blackwell Scientific Publications.
- Morrow, R., Birol, F., Griffin, D., Sudre, J. (2004): Divergent pathways of cyclonic and anti-cyclonic ocean eddies, *Geophysical Research Letters*, Vol. **31**, L24311, doi:10.1029/2004GL020974.
- Ningsih, N.S. (2003): Peranan Iklim Pada Studi-Studi Kelautan, *Prosiding Seminar dan lokakarya Kajian Aspek Klimatologi dan Lingkungan Serta Pemanfaatannya*, LAPAN.
- Nontji, A. (1987): *Laut Nusantara*, Djambatan, Jakarta.
- Quartly, G.D., Buck, J.J.H., Srokosz, M.A. (2005): *Eddy variability east of Madagascar*, *Phil. Trans. R. Soc. A* (2005) **363**, 77-79.
- Robinson, A.R. (1983): *Eddies in Marine Science*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg Germany.
- Tjasyono, B. (2004): *Klimatologi*, Penerbit ITB.
- Tolmazin, D. (1985): *Elements of Dynamic Oceanography*, Buler & Tanner Ltd.