

## ANALISIS ARUS GEOSTROPIK PERMUKAAN LAUT BERDASARKAN DATA SATELIT ALTIMETRI

Sartono Marpaung \*) dan Teguh Prayogo \*)  
\*) Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh – LAPAN  
e-mail : tono\_lapan@yahoo.com

### Abstract

Sea current is the movement of sea water horizontally and vertically to achieve equilibrium . The movement occurs as a result of the forces that affect seawater. Dominant currents occur at sea level is geostrophic currents. Geostrophic currents occurs due to the influence of pressure gradient by horizontally and the Coriolis force . With the development of remote sensing technology , geostrophic currents at the sea surface can be recorded using satellite altimetry . The velocity and direction of the geostrophic currents can be determined by calculating the resultant of two main components  $u$  and  $v$  . In this paper analysis geostrophic currents in the ocean surface of Indonesia, namely waters of the southern part of Java island using the data from multy satellite altimetry. By determining the resultant of two main components , the analysis shows that the velocity and directions of geostrophic currents were varies. Eddy currents in geostrophic currents can lead the upwelling and downwelling phenomenon . Analysis of eddy currents simultaneously with the sea level anomaly can be used to determine potential zones as fishing ground .

**Key Words** : *Geostrophic Currents, Eddy Currents and Satellite Altimetry*

### Abstrak

Arus laut adalah pergerakan air laut secara horizontal maupun vertikal untuk mencapai kesetimbangan. Gerakan tersebut terjadi akibat dari gaya yang mempengaruhi air laut. Arus geostropik adalah arus yang dominan terjadi di permukaan laut. Arus geostropik terjadi akibat pengaruh gradien tekanan mendatar dan gaya coriolis. Dengan perkembangan teknologi penginderaan jauh, arus geostropik di permukaan laut dapat direkam menggunakan satelit altimetri. Kecepatan dan arah dari arus geostropik dapat ditentukan dengan menghitung resultan dari dua komponen utama  $u$  dan  $v$ . Dalam tulisan ini dilakukan analisis arus geostropik di permukaan laut Indonesia yaitu perairan bagian selatan Pulau Jawa dengan menggunakan data gabungan dari beberapa satelit altimetri. Dengan menentukan resultan dari dua komponen utama, hasil analisis menunjukkan bahwa arus geostropik memiliki kecepatan dengan arah yang bervariasi. Arus eddy dalam arus geostropik dapat mengakibatkan fenomena upwelling maupun downwelling. Analisis arus eddy secara simultan dengan anomali tinggi muka laut dapat digunakan untuk menentukan zona yang berpotensi sebagai daerah penangkapan ikan.

**Kata Kunci** : *Arus Geostropik, Arus Eddy dan Satelit Altimetri*

## 1. Pendahuluan

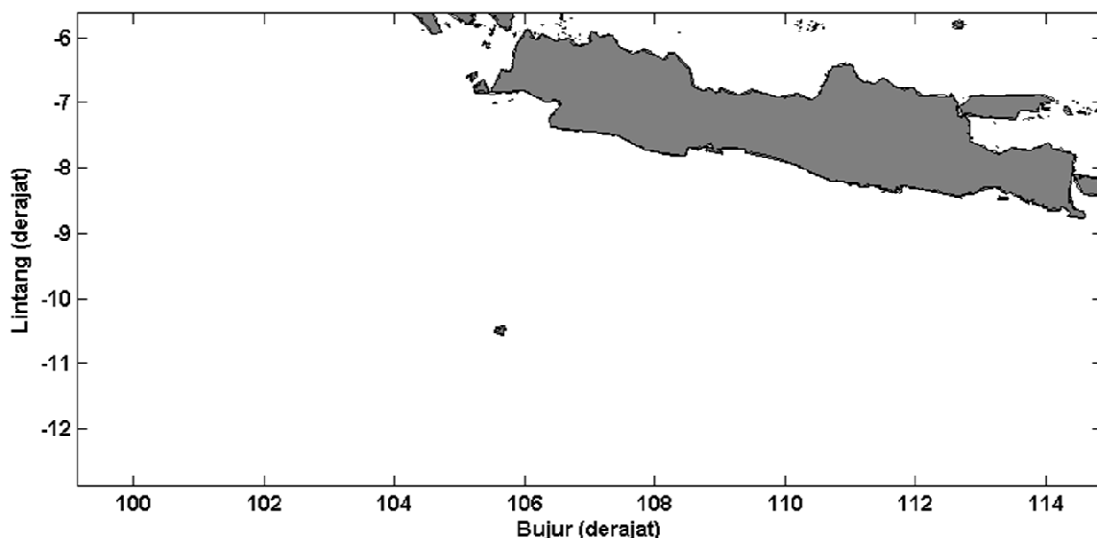
Sirkulasi atau dinamika pada air laut selalu terjadi secara kontinu. Sirkulasi dapat terjadi di permukaan maupun di kedalaman. Salah satu bentuk dari sirkulasi tersebut adalah arus laut. Arus laut adalah pergerakan massa air laut secara horizontal maupun vertikal dari satu lokasi ke lokasi lain untuk mencapai kesetimbangan dan terjadi secara kontinu. Gerakan massa air laut tersebut timbul akibat pengaruh dari resultan gaya-gaya yang bekerja dan faktor yang mempengaruhinya. Berdasarkan gaya-gaya yang mempengaruhinya (Brown et al., 1989), arus laut terdiri dari : arus geostropik, arus termohalin, arus pasang surut, arus ekman dan arus bentukan angin. Arus geostrofik adalah arus yang terjadi di permukaan laut akibat pengaruh gaya gradien tekanan mendatar dan diseimbangkan oleh gaya coriolis (Brown et al., 1989). Gaya tekanan mendatar menggerakkan arus dalam arah horizontal dan dalam pergerakannya akan dipengaruhi oleh gaya coriolis yang timbul akibat rotasi bumi. Arus geostropik tidak dipengaruhi oleh pergerakan angin (gesekan antara angin dan udara), sehingga arus geostropik digolongkan ke dalam arus tanpa gesekan (Pick dan Pond, 1983).

Satelit altimetri adalah satelit yang berfungsi untuk memantau topografi dan dinamika yang terjadi di permukaan laut. Penggunaan teknologi satelit altimetri telah dimulai sejak tahun 1975. Perkembangan satelit altimetri sebagai suatu teknik penginderaan jauh selama kurun waktu beberapa dasawarsa terakhir dapat memberikan informasi yang signifikan dalam pengembangan penelitian terkait fenomena dan dinamika yang terjadi di laut. Satelit altimetri dapat digunakan untuk pengamatan mengenai perubahan arus permukaan secara global (Digby, 1999). Dengan beroperasinya beberapa satelit altimetri dapat diperoleh data-data yang diperlukan untuk kegiatan penelitian terkait dinamika laut seperti : tinggi permukaan laut, arus geostropik, angin di permukaan laut dan gelombang laut. Data-data tersebut dipublikasi untuk digunakan oleh komunitas internasional.

Dengan ketersediaan data dari satelit altimetri dan terkait dengan pemanfaatannya, dalam makalah ini dilakukan kajian tentang arus geostropik. Arus geostropik untuk mendeteksi dan memahami fenomena yang terjadi di perairan seperti : arus eddy, upwelling dan downwelling. Analisis selanjutnya, pemanfaatan arus geostropik diarahkan untuk sektor perikanan yaitu mendeteksi zona yang berpotensi untuk daerah penangkapan ikan.

## 2. Data dan Metodologi

Bahan analisis dalam makalah ini adalah data arus geostropik permukaan laut dari satelit altimetri (gabungan) : Jason-2, Saral dan Cryosat-2. Resolusi spasial data tersebut adalah  $0,33^\circ \times 0,33^\circ$  dan resolusi temporal harian (rata-rata harian dari 7 hari). Sebagai data pendukung digunakan data tinggi muka laut dan anomalnya dari satelit altimetri yang sama. Sumber data terdapat di <ftp://avisioceanobs.com/>. Daerah kajian adalah perairan di bagian selatan Pulau Jawa dengan batas zonal dari  $99,4^\circ$  sampai  $115,3^\circ$  bujur timur dan batas meridional dari  $5,6^\circ$  sampai  $12,9^\circ$  lintang selatan. Pemilihan wilayah kajian didasarkan pada fenomena yang diamati berskala meso dan hasilnya lebih jelas di perairan terbuka. Wilayah kajian terletak di belahan bumi selatan, hal ini terkait dengan dampak dari arus eddy yang terbentuk. Secara rinci wilayah kajian ditampilkan dalam Gambar 2-1 berikut ini.



Gambar 2-1 Cakupan wilayah kajian penelitian

Arus geostropik di permukaan laut terdiri dari komponen utama yaitu  $u$  dan  $v$ . Untuk menentukan kecepatan dan arah arus geostropik dihitung resultan dari komponen  $u$  dan  $v$  menggunakan rumus :

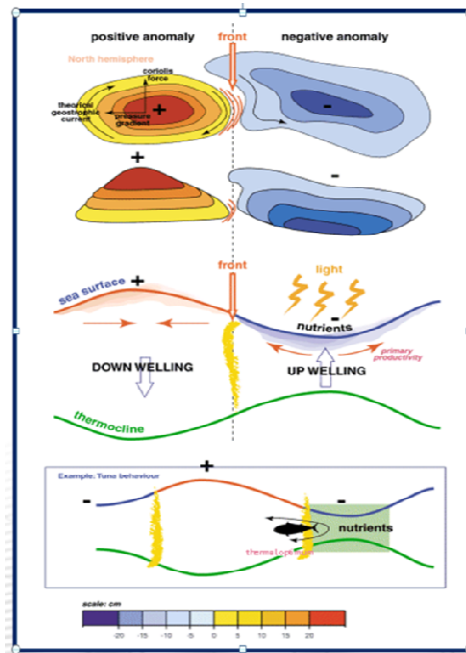
$$R = \sqrt{u^2 + v^2} \quad \text{Persamaan (2-1)}$$

$R$  : resultan dari vektor  $u$  dan vektor  $v$  (m/s).

$u$  : kecepatan arus geostropik dalam arah  $x$  (m/s)

$v$  : kecepatan arus geostropik dalam arah  $y$  (m/s)

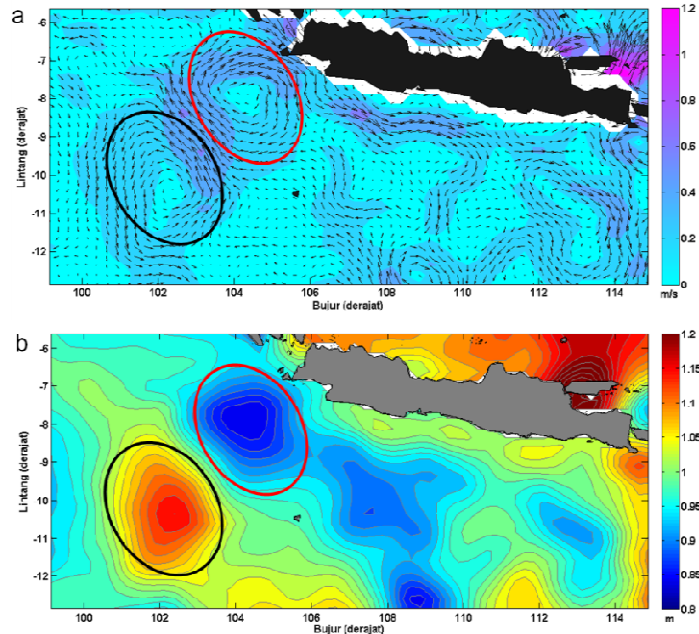
Dengan memperhatikan arah arus geostropik yang dihasilkan dapat ditentukan fenomena arus eddy ditinjau dari pusaran arus yang terbentuk pada wilayah kajian. Analisis selanjutnya, arus eddy yang terjadi dalam wilayah kajian dapat menimbulkan dampak terjadinya fenomena upwelling atau downwelling sesuai arah yang ditimbulkannya dan dilengkapi dengan analisis dari data pendukung yaitu tinggi permukaan laut. Untuk menduga wilayah atau zona potensi penangkapan ikan (ZPPI) menurut McGillicuddy et al. (1998) ditinjau dari dua kejadian arus eddy dengan arah yang berlawanan (siklonik dan antisiklonik), disertai dengan kejadian downwelling/upwelling pada pusat arus geostropik. Jika fenomena dua arus eddy tersebut berasosiasi dengan pertemuan anomali tinggi permukaan laut yang positif dengan negatif pada lokasi yang sama, maka zona pertemuan tersebut diduga sebagai zona potensi penangkapan ikan. Untuk lebih jelasnya ditampilkan dalam Gambar 2-2 berikut ini.



Gambar 2-2 Penentuan zona potensi penangkapan ikan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari analisis data yang telah dilakukan terkait dengan pemanfaatan data arus geostropik, digunakan untuk mendeteksi fenomena atau dinamika yang terjadi dipermukaan laut, seperti yang ditampilkan dalam Gambar 3-1 berikut.

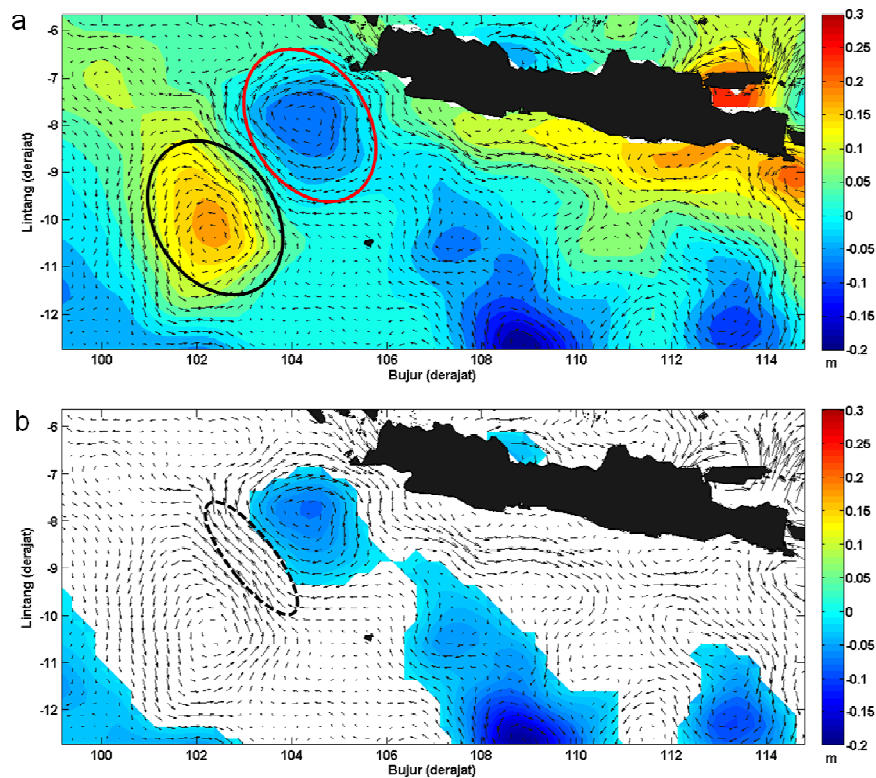


Gambar 3-1 (a) Sirkulasi arus geostropik dan (b) pola tinggi muka laut tanggal 10 s/d 16 Januari 2014 di perairan bagian selatan Pulau Jawa.

Tampilan dalam Gambar 3-1 (a) menunjukkan kecepatan dan arah arus geostropik yaitu rata-rata harian dari tujuh hari pengamatan dari tanggal 10 sampai 16 Januari 2014 di perairan bagian selatan Pulau Jawa. Kecepatan arus geostropik berkisar antara 0 sampai 1,2 m/sekon dengan arah yang bervariasi. Bulatan dengan garis warna merah dan hitam, menunjukkan dua kejadian arus eddy dengan arah yang berlawanan. Menurut (Martono, 2009a) gerakan arus eddy ada dua jenis yaitu secara siklonik (searah jarum jam) dan antisiklonik (berlawanan arah jarum jam) di belahan bumi selatan. Bulatan hitam adalah arus eddy dengan arah putaran berlawanan dengan arah jarum jam dan bulatan merah menunjukkan arus eddy dengan arah searah jarum jam. Arus eddy dapat menyebabkan terjadinya upwelling maupun downwelling sesuai dengan arah putarannya (Martono, 2009b). Arah gerakan arus eddy memiliki dampak yang berbeda di belahan bumi utara dan belahan bumi selatan. Di belahan bumi utara, eddy akan menyebabkan upwelling jika bergerak berlawanan arah jarum jam, dan menyebabkan downwelling jika bergerak searah jarum jam. Sebaliknya, di belahan bumi selatan, jika eddy bergerak searah jarum jam akan menyebabkan upwelling dan jika bergerak berlawanan arah jarum jam akan menyebabkan downwelling (Stewart 2002a). Selanjutnya Stewart (2002b) menyatakan bahwa arus eddy yang bergerak searah jarum jam di bumi bagian selatan memiliki ketinggian permukaan di pusatnya lebih rendah dibandingkan daerah sekitarnya. Sedangkan arus eddy yang bergerak berlawanan arah jarum jam ketinggian air di bagian pusatnya lebih tinggi dari daerah sekitarnya. Gambar 3-1 (b) menunjukkan pola

tinggi permukaan laut pada tanggal 10 s/d. 16 Januari 2014. Tampak bahwa di zona terjadinya arus eddy dengan arah putaran berlawanan jarum jam (bulatan hitam), di zona yang sama pada tinggi muka laut (bulatan hitam) terjadi peningkatan ketinggian permukaan laut dan ketinggian tertinggi terdapat pada pusat pusaran arus eddy. Hal ini menunjukkan bahwa kejadian arus eddy dengan arah antisiklonik berasosiasi dengan permukaan laut yang tinggi dan menunjukkan fenomena downwelling. Sebaliknya arus eddy dengan arah siklonik (bulatan merah), di wilayah yang sama terdapat tinggi muka laut yang rendah. Hasil tersebut menunjukkan kejadian arus eddy dengan arah siklonik berasosiasi dengan permukaan laut yang rendah dan menunjukkan fenomena upwelling. Hasil analisis di atas identik dengan pemaparan sebelumnya (Martono dan Stewart) bahwa di belahan bumi selatan arus eddy dengan arah siklonik menyebabkan terjadinya fenomena upwelling dan arus eddy dengan arah antisiklon mengakibatkan fenomena downwelling. Untuk analisis arus eddy di belahan bumi utara, hasilnya merupakan kebalikan dari yang terjadi di belahan bumi selatan. Gambar 3-1 (a) dan (b) menunjukkan hasil analisis dari data satelit altimetri bahwa fenomena arus eddy mengakibatkan terjadinya downwelling dan upwelling.

Untuk menduga zona yang berpotensi sebagai daerah penangkapan ikan, dilakukan analisis secara simultan dengan waktu dan lokasi yang sama antara fenomena arus eddy dengan data pendukung anomali tinggi permukaan laut, seperti ditampilkan dalam Gambar 3-2 berikut.



Gambar 3-2 (a) Tumpang susun arus geostropik dan anomali tinggi muka laut dan (b) Tumpang susun arus geostropik dan anomali tinggi muka laut yang negatif tgl 10 s/d 16 Januari 2014.

Dalam Gambar 3-3 bagian (a) tampak bahwa fenomena dua arus eddy berasosiasi dengan kejadian pertemuan anomali tinggi muka laut yang tinggi (positif) dan yang rendah (negatif). Pada bagian (b) ditampilkan secara tumpang susun antara arus geostropik dengan anomali muka laut yang negatif. Menurut McGillicuddy et al. (1998b), bahwa zona pertemuan antara dua arus eddy yang berbeda arah dan berasosiasi dengan pertemuan anomali tinggi permukaan laut yang positif dan negatif merupakan zona yang berpotensi sebagai daerah penangkapan ikan. Bulatan hitam dengan garis putus-putus dalam Gambar 3-3 bagian (b) merupakan zona potensi penangkapan ikan. Cakupan zona yang berpotensi sebagai daerah penangkapan ikan masih bersifat umum karena tidak disebutkan batas yang jelas (luas cakupan) saat terjadi pertemuan anomali positif dan negatif. Untuk menentukan batas zona tersebut dapat dilakukan dengan melakukan survei atau validasi dengan data lapangan yaitu data hasil tangkapan ikan oleh nelayan di zona tersebut.

Hasil analisis secara menyeluruh menggambarkan bahwa fenomena arus eddy dapat mengakibatkan terjadinya fenomena upwelling maupun downwelling. Tetapi sebaliknya tidak berlaku, jika terjadi fenomena upwelling/downwelling belum tentu terjadi arus eddy. Analisis secara simultan antara fenomena arus eddy yang berlawanan arah (dua kejadian) dengan parameter anomali tinggi permukaan laut dapat digunakan sebagai indikator untuk menduga zona yang berpotensi sebagai daerah penangkapan ikan.

#### 4. Kesimpulan

Fenomena arus eddy dalam arus geostropik mengakibatkan terjadinya fenomena upwelling atau downwelling sesuai dengan arah arus pusar yang terjadi. Di belahan bumi selatan, arus eddy dengan arah siklonik identik dengan fenomena upwelling dan arah antisiklon identik dengan downwelling. Penentuan zona potensi penangkapan ikan dapat dilakukan dengan mengkombinasikan analisis antara arus eddy dengan anomali tinggi permukaan laut. Dua kejadian arus eddy dengan arah berlawanan dan disertai dengan pertemuan anomali positif dengan negatif di wilayah sama dengan kejadian arus eddy, zona tersebut diduga sebagai wilayah yang berpotensi untuk daerah penangkapan ikan.

#### 5. Daftar Rujukan

- Brown et al. 1989. *Ocean Circulation*. New York. Pergamon Press.
- Digby, S. 1999. *Use of Altimeter Data*. Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, California.
- Martono. 2009. *Karakteristik dan Variabilitas Bulanan Angin Permukaan di Perairan Samudera Hindia*. Makara Sains Vol. 13 No. 2, hal 157-162.
- McGillicuddy, D. J.jr. et al. 1998. *Influence of mesoscale eddies on new production in the Sargasso Sea*. Nature, 394, 263–266.
- Pond and Pickard. 1983. *Introductory Dynamical Oceanography*. Pergamon Press, Oxford.

Stewart, R. H. 2002. *Introduction to Physical Oceanography*. Dept. of Oceanography Texas A & M University.