

ISSN 0853 - 7291

Volume 1, Edisi Khusus, Februari 2010

ILMU KELAUTAN

Indonesian Journal of Marine Sciences



IK	Vol. 1	Edisi Khusus	Hlm. 1 - 234	Semarang Februari 2010	ISSN 0853 - 7291
----	--------	--------------	--------------	------------------------	------------------



JURUSAN ILMU KELAUTAN UNIVERSITAS DIPONEGORO
KAMPUS ILMU KELAUTAN TEMBALANG, TELP./FAX. 024 7474698
SEMARANG - INDONESIA - 50239
Online Submission: www.ik-ijms.com. Accredited No. 83/DIKTI/KEP/2009



DAFTAR ISI

VOLUME 1, EDISI KHUSUS, FEBRUARI 2010

- Variabilitas Kejadian Siklon Tropis di Samudra Hindia Bagian Selatan**
Adyarto Raharjo, Ivonne M. Radjawane & Agus Setiawan Hal. 1
- Pemodelan Perubahan Garis Pantai Timur Tarakan, Kalimantan Timur**
Andhita Triwahyuni, Mulia Purba & Syamsul B. Agus Hal. 9
- Kondisi Nutrien dan PH Perairan Teluk Ambon Tahun 2009**
Donna Siahaya & Mutiara R. Putri Hal. 24
- Struktur Geologi Bawah Dasar Laut Perairan Singkawang Kalimantan Barat Berdasarkan Penafsiran Rekaman Seismik Strata Box**
Hananto Kurnio & Noor Cahyo Dwi Aryanto Hal. 36
- Variabilitas Suhu dan Salinitas di Perairan Barat Sumatera dan Hubungannya dengan Angin Muson Serta *Indian Ocean Dipole Mode (IODM)***
Holiludin & Mulia Purba Hal. 49
- Deteksi Mesoscale Eddies dari Satelit dan Hubungannya dengan Hasil Tangkapan Ikan Tuna Mata Besar (*Thunnus obesus*) di Perairan Selatan Jawa**
Jonson Lumban Gaol & Bisman Nababan Hal. 68
- Pemodelan Pola Sebaran Tumpahan Minyak pada Berbagai Jenis Minyak yang Berbeda di Pelabuhan Tanjung Priok**
Sabhan, Eko Effendi, M. Tri Hartanto & Andri Purwandani Hal. 77
- Model Elevasi Digital untuk Mendeteksi Kerusakan Terumbu Karang di Taman Wisata Alam Laut Kapoposang, Sulawesi Selatan**
Ahmad Faizal & Jamaluddin Jompa Hal. 87
- Evaluasi Citra Quickbird untuk Pemetaan Batimetri Gobah Dengan Menggunakan Data Perum: Studi Kasus Gobah Karang Lebar dan Pulau Panggang**
Vincentius Paulus Siregar & Muhammad Banda Selamat Hal. 99
- Pemantauan Konsentrasi Total Padatan Tersuspensi di Perairan Delta Cimanuk, Jawa Barat, Menggunakan Citra Landsat Multi Temporal**
Tb. Solihuddin Hal. 110

- Distribusi Spasial Karang Lunak *Sinularia Flexibilis* di Perairan Pulau-Pulau Selayar**
Abdul Haris, Syafyudin Yusuf & Husnul Fuadi Hal. 119
- Penentuan Indeks Kerentanan Ekosistem Terumbu Karang Menggunakan Pemodelan Spasial Berbasis Sel di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu**
Herkiki S. Widyayanto, Muhammad Helmi, Munasik & Sam Wouthuyzen Hal. 131
- Analisis Pertumbuhan Linear Koral Sebagai Perekam Perubahan Kondisi Lingkungan (Studi Kasus Koral Kepulauan Seribu)**
Ida Ayu Purnamasari, Sri Yudawati Cahyarini & Mutiara R. Putri Hal. 142
- Karakteristik Genetika Karang *Goniopora* spp. (Cnidaria: Scleractinia) Berdasarkan Penanda Genetik mtDNA COI dan Daerah ITS rDNA**
Neviaty P. Zamani Hal. 151
- Mikrofauna (Foraminifera) Terumbu Karang Sebagai Indikator Perairan Sekitar Pulau-Pulau Kecil**
Kresna Tri Dewi, Suhartati M. Natsir & Yudi Siswantoro Hal. 162
- Pengukuran Transmisi dan Refleksi Akustik Bawah Air di *Water Tank***
Henry M. Manik Hal. 171
- Aplikasi Metoda Pelampung GPS untuk Pengamatan Variasi Tinggi Muka Laut**
Imam Mudita Hal. 178
- Gerakan Buoy di Hubungkan dengan Lingkungan Laut Kepulauan Seribu**
James P. Panjaitan Hal. 195
- Kajian Numerik Daun Propeller Bersirip Dua untuk Kapal**
Handy Chandra Hal. 203
- Trend Suhu Permukaan Laut dan Konsentrasi Klorofil-a serta Dampaknya terhadap Penyerapan CO₂ di Perairan Indonesia**
Bisman Nababan & Jonson L. Gaol Hal. 213
- Pemetaan dan Analisis Spasial Kondisi Sumur Permukaan di Pulau Pandangan**
Muhammad Banda Selamat, Khairul Amri & Ahmad Bahar Hal. 228

Deteksi *Mesoscale Eddies* dari Satelit dan Hubungannya dengan Hasil Tangkapan Ikan Tuna Mata Besar (*Thunnus obesus*) di Perairan Selatan Jawa

Jonson Lumban Gaol^{1*} and Bisman Nababan¹

¹Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.
E-mail: jonsonrt@yahoo.com

Abstrak

Mesoscale eddy dapat terbentuk akibat ketidakstabilan barotropic massa air laut. *Cyclonic eddy* menyebabkan proses *upwelling* dan mengeksport nutrisi dari kedalaman ke zona eufotik (permukaan) sehingga memegang peranan penting dalam proses siklus biogeokimia di perairan. Formasi *eddies* yang terjadi di Samudra Hindia bagian Timur (SHBT)-perairan selatan Jawa terdeteksi dari sensor altimeter dan ocean color. Distribusi vertikal temperature di sekitar *eddy* menunjukkan bahwa isothermal 10°-15°C yang merupakan *fishing layer* bigeye tuna mengalami pendangkalan. Konsentrasi klorofil-a di sekitar *cyclonic eddy* meningkat secara signifikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendangkalan *fishing layer* dan kelimpahan fitoplankton di sekitar *cyclonic eddy* mengakibatkan adanya peningkatan *hook rate* ikan tuna mata besar secara nyata. Data altimeter menunjukkan bahwa *cyclonic eddy* yang terbentuk di SHBT dapat bertahan lebih dari satu bulan.

Kata kunci: Paras laut, *eddy*, *upwelling*, altimeter, klorofil-a, dan bigeye tuna

Abstract

A mesoscale eddy may be formed when a water mass contains a barotropic instability. An eddy-induced upwelling can export nutrient from the deep to the euphotic zone, thereby playing an important role in biogeochemical cycling. Eddy formations in Eastern Indian Ocean off Java were detected by altimeter and ocean color sensors. Vertical distribution of temperature in eddy location showed that isotherm of 10°-15°C (bigeye tuna fishing layer) was shallower. Cyclonic eddy also enhanced the chlorophyll-a concentrations significantly seen from ocean color sensor. Shallower of fishing layer and enhancement of phytoplankton in cyclonic eddy location increased the bigeye tuna hook rate significantly. Based on altimetry data, cyclonic eddy formed in Eastern Indian Ocean could have a diameter up to about 100 km and the life time of more than one month.

Key words: Sea level, *eddy*, *upwelling*, altimetry, chlorophyll-a, and bigeye tuna.

Pendahuluan

Sebuah *Mesoscale eddy* dapat terbentuk ketika ketidakseimbangan secara barotropic terjadi pada massa air laut (Carton and Chao, 1999). Faktor lain yang dapat menimbulkan terjadinya sebuah *eddy* adalah adanya perbedaan gaya gradien tekanan horizontal yang timbul akibat dari perbedaan densitas massa air dan kekuatan yang terkait dengan rotasi bumi yakni gaya Coriolis. Gaya Coriolis menyebabkan *cold eddy* di belahan bumi selatan berputar searah jarum jam (*cyclonic*

eddy) dan *warm eddy* berputar berlawanan arah jarum jam (*anticyclonic*).

Fenomena *eddy* di laut sangat menarik untuk diteliti karena merupakan “hot spot” di mana terjadi aktifitas fisika dan biologi seperti terjadinya *upwelling* yang memompa nutrisi ke zona eufotik (McGillicuddy and Robinson, 1997). Proses ini dipercaya meningkatkan produktivitas primer khususnya di daerah oligotrofik dimana nutrisi terbatas (Falkowski et al., 1991). Peningkatan produktivitas di wilayah *eddy* dapat berpengaruh terhadap

variasi kelimpahan biota lainnya seperti zooplankton dan mikronekton. Sebagai contoh, di sekitar *eddy* yang terjadi di perairan Tasmania dan Australia bagian Timur ditemukan adanya perbedaan kelimpahan dari *crustacea* yang signifikan, *Gennada gilchristi* lebih melimpah di luar *warm eddy* dibandingkan dengan di dalam *warm eddy* tersebut (Griffiths & Brant, 1983).

Para ilmuwan telah melakukan berbagai studi untuk mengkaji keberadaan *eddies* baik dengan menggunakan citra satelit (Wu *et al.*, 1999) maupun kombinasi antara pengukuran parameter-parameter lingkungan laut dengan kapal dan dari citra satelit. Penelitian terhadap *eddy Loretta* di sekitar perairan Hawaii menunjukkan hasil yang dramatis dimana kesuburan perairan meningkat secara tajam di sekitar *cold eddy*. *Cold Eddy* ini dapat bertahan selama periode bulanan dan meningkatkan nutrisi sehingga populasi plankton meningkat di permukaan lautan yang pada akhirnya menjadi sumber makanan bagi ikan (Seki *et al.*, 2001).

Penelitian terhadap *eddy* di selatan Jawa atau SHBT menjadi penting karena perairan ini merupakan *fishing ground* bagi kapal-kapal penangkap ikan tuna nelayan Indonesia seperti nelayan PT. Samoedra Besar. Analisis data survei oseanografi tahun 1990 telah menunjukkan terbentuknya *eddies* di lokasi SHBT (Purba *et al.*, 1997). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis data citra satelit untuk mempelajari proses pembentukan *eddies* di selatan Jawa SHBT dan hubungannya dengan *fishing ground* ikan tuna.

Materi dan Metode

Lokasi penelitian berada di selatan Jawa SHBT dan posisi stasiun data suhu in situ diperoleh dari *World Ocean Database* (WOD) (<http://www.nodc.noaa.gov/>) seperti tertera pada Gambar 1. Data satelit altimeter diperoleh dari basis data historis *Colorado Center for Astrodynamics Research* (CCAR) dan diproses di CCAR Universitas Colorado,

Amerika Serikat pada bulan Januari tahun 2005(eddy.colorado.edu/Volumes/RAID1/gimeno/alt_web/historical/data_grd/global/).

Pengolahan data anomali tinggi paras laut (TPL) dari satelit altimeter dilakukan dengan menggunakan algoritma CCAR (Leben *et al.*, 2000) dengan bantuan perangkat lunak Matlab V 7.0.1. Dari gradient TPL dihitung komponen *u* dan komponen *v* arus geostrofik sebagai berikut:

$$u = -(g/f) \frac{dz}{dy} \text{ dan } v = (g/f) \frac{dz}{dx} \dots\dots\dots (1)$$

$g = 980 \text{ cm/det}^2$, $f = 2 \Omega \sin \phi$, $\Omega = 7,29 \times 10^{-5} \text{ radian per detik}$ dan $\phi = \text{lintang}$

Distribusi konsentrasi klorofil-a diperoleh dari data satelit SeaWiFS level 3 dengan resolusi $9 \times 9 \text{ km}^2$ yang dikomposit menjadi rata-rata bulanan. Data konsentrasi klorofil-a diproses oleh NASA dan di *download* dalam bentuk *Hierachical Data Format* (HDF) (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/SeaWiFS/>). Proses pengolahan citra SeaWiFS dilakukan di Laboratorium Okada, Universitas Tokai, Jepang dengan menggunakan perangkat lunak SeaDAS. Algoritma yang digunakan untuk estimasi konsentrasi klorofil-a adalah OC4v4 (O'Reilly *et al.*, 2000):

$$Ca = 10^{(0,366 - 3,067R + 1,930R^2 + 0,649R^3 - 1,532R^4)}$$

dimana;

$$R = \log_{10} \left[\frac{Rrs443}{Rrs555} > \frac{Rrs490}{Rrs555} > \frac{Rrs510}{Rrs555} \right],$$

$Ca = \text{Konsentrasi klorofil-a (mg/m}^3)$, $R = \text{Rasio reflektansi}$, dan $Rrs = \text{Remote sensing reflectance}$.

Untuk mengkaji peningkatan konsentrasi klorofil-a di wilayah terbentuknya lokasi *eddy* maka dilakukan transek pada posisi $12^\circ - 14^\circ \text{LS}$ dan $117^\circ - 119^\circ \text{BT}$ (Gambar 1). Selanjutnya diamati rata-rata konsentrasi klorofil-a delapan hari dari tahun 1997 hingga 2006. Data konsentrasi klorofil-a rata-rata delapan hari

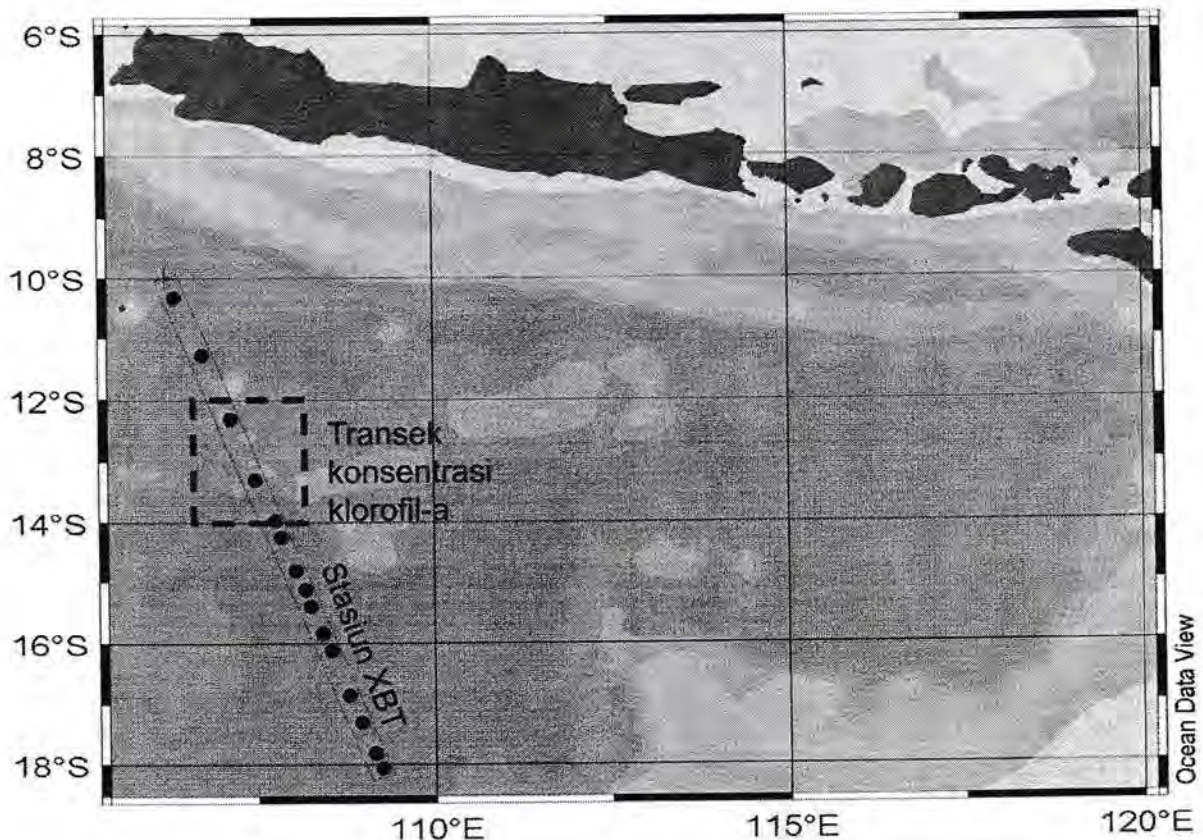
diperoleh dari basis data NASA Giovanni (<http://reason.gsfc.nasa.gov/Giovanni/>).

Hasil dan Pembahasan

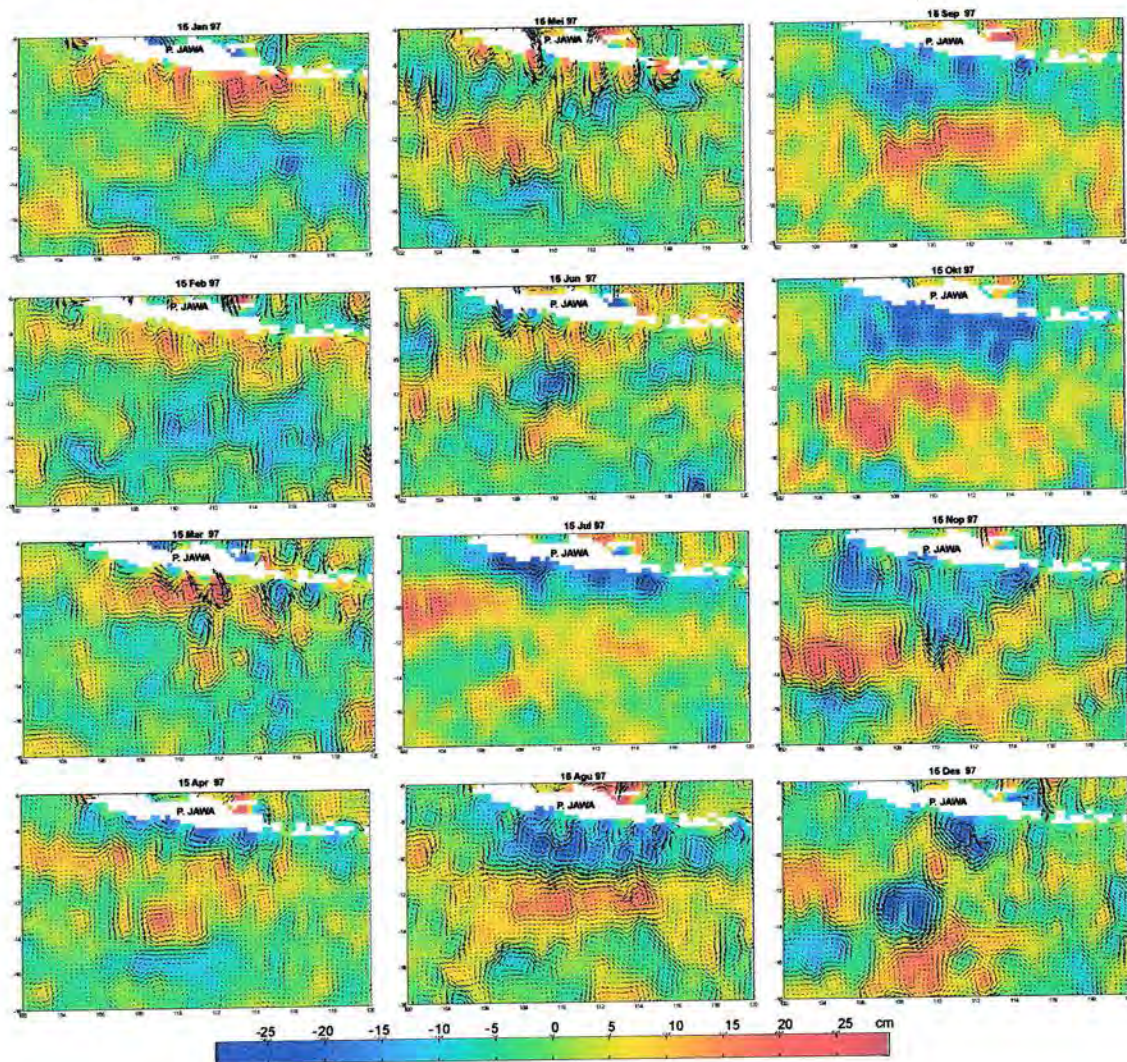
Tinggi paras laut dan konsentrasi klorofil-a

Data anomali TPL dan arus geostrofik yang diolah dari data satelit altimeter di SHBT menunjukkan variasi anomali TPL dari bulan Januari hingga Desember tahun 1997 (Gambar 2). Secara umum terlihat bahwa pada musim barat TPL di sekitar pantai selatan Jawa lebih tinggi dibandingkan dengan perairan lepas pantai. Pada waktu musim barat, arus sakal (*Equatorial Counter Current*) di samudra Hindia sebagian bergerak ke selatan Jawa yang disebut Arus Pantai Jawa (APJ)

(Soeriaatmaja, 1957). Kecepatan dan arah angin pada musim barat (Gambar 3) menyebabkan APJ mempunyai kekuatan penuh. Kekuatan APJ pada musim barat diperkirakan menjadi salah satu faktor penyebab tingginya paras laut di sepanjang pantai selatan Jawa. Perbedaan tinggi paras laut ini menyebabkan terjadinya gaya gradien tekanan sehingga menimbulkan arus *eddies*. Sebagai contoh, pada citra TPL bulan Januari 1997 di sekitar (08° - 10° LS, 104° - 106° BT) dan (10° - 12° LS; 15° - 16° BT) terjadi anomali positif dan negatif TPL yang menyebabkan pusaran air *eddy cyclonic* dan *eddy anticyclonic* (Gambar 2). Analisis data in situ juga menunjukkan bahwa di lokasi yang sama pada musim barat 1990 terbentuk *cyclonic eddy* dan *anticyclonic eddy* (Purba *et al.*, 1997).



Gambar 1. Lokasi penelitian dan titik stasiun XBT tahun 1994 dan 1997 (WOD-1998)

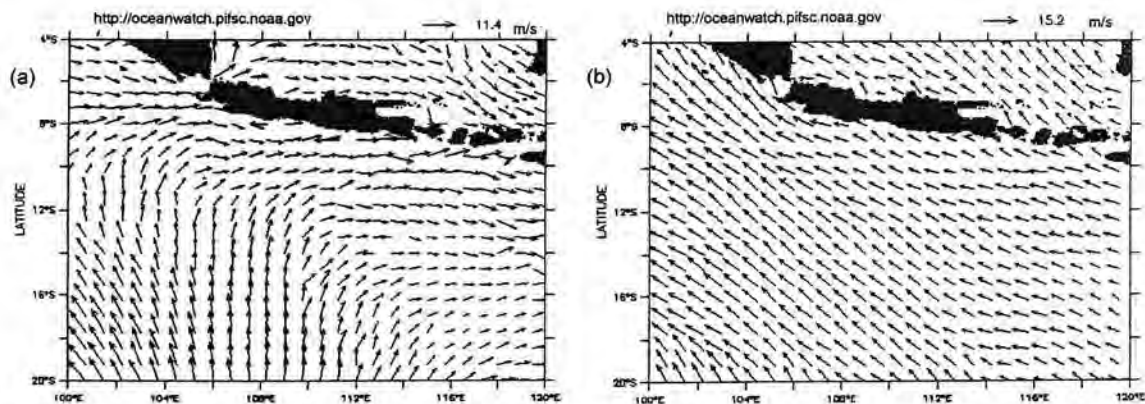


Gambar 2. Anomali tinggi paras laut dan arus geostrofik di SHBT tahun 1997.

Pada musim timur angin di atas SHBT bergerak dengan kekuatan penuh dari arah tenggara menuju barat laut (Gambar 3). Massa air di sepanjang pantai terdorong sejajar garis pantai dan akibat gaya Coriolis massa air dibelokkan ke barat barat-laut sehingga paras laut di sepanjang pantai terlihat lebih rendah pada citra TPL. Proses ini menyebabkan terjadinya *upwelling* di pantai selatan Jawa (Wirtky, 1962; Purba *et al.*, 1992).

Proses *upwelling* di selatan Jawa biasanya terjadi pada musim timur, namun pada Bulan Desember tahun 1997 proses

upwelling masih terlihat pada citra TPL (Gambar 4a). Hal ini berhubungan dengan fenomena iklim global El Nino dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) dimana terjadi anomali positif kecepatan angin di SHBT sehingga *upwelling* menjadi lebih intensif (Saji *et al.*, 1999). Data deret waktu konsentrasi klorofil-a (Gambar 4b) menunjukkan bahwa pada tahun-tahun dimana terjadi El Nino dan IOD konsentrasi klorofil-a meningkat secara tajam dan data TPL juga menunjukkan terjadi *cyclonic eddy* di lokasi transek.



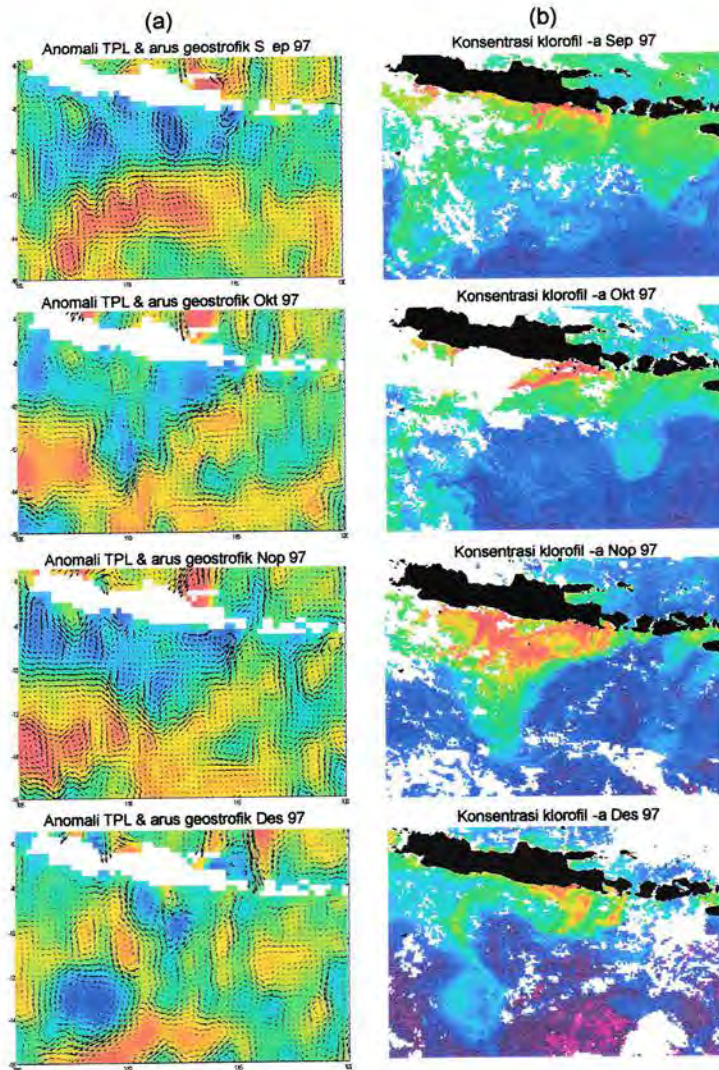
Gambar 3. Arah dan kecepatan angin di SHBT (a) barat musim timur (b) musim timur

Terjadinya proses *upwelling* di selatan Jawa sepanjang musim timur hingga bulan Desember 1997 juga terlihat dari distribusi konsentrasi klorofil-a hasil deteksi sensor *ocean color* SeaWiFS. Konsentrasi klorofil-a lebih tinggi di wilayah dimana terjadi anomali TPL negatif dibandingkan di wilayah anomali TPL positif. Dengan demikian pola distribusi konsentrasi klorofil-a mengikuti pola TPL (Gambar 4a,b).

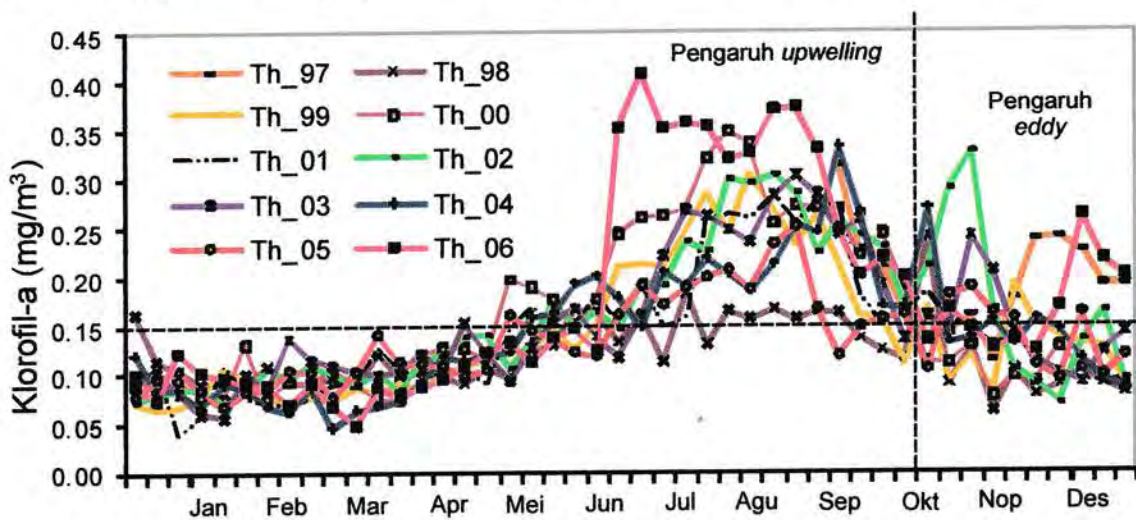
Pada citra anomali TPL bulan Desember 1997 sangat jelas terlihat bahwa *cyclonic eddy* dicirikan dengan anomali TPL negatif dan pusaran searah jarum jam. Pada citra *ocean color* bentuk pusaran *cyclonic eddy* juga terlihat secara jelas yang dicirikan dengan distribusi konsentrasi klorofil-a yang lebih tinggi di wilayah *cyclonic eddy* (Gambar 4a,b). Rata-rata konsentrasi klorofil-a 8-harian pada posisi 12°-14°LS dan 117°-119°BT mulai tahun 1997-2006 menunjukkan bahwa jika terjadi *cyclonic eddy* di wilayah tersebut maka konsentrasi klorofil-a meningkat hingga dua kali lebih tinggi. Pada umumnya rata-rata konsentrasi klorofil-a di daerah tersebut adalah 0,1 mg/m³, namun di wilayah *cyclonic eddy* konsentrasi klorofil-a meningkat menjadi 0,15 hingga 0,30 mg/m³. Peningkatan ini terjadi pada tahun 1997, 2002, 2003, 2004 dan 2006. (Gambar 5).

Peningkatan konsentrasi klorofil-a sebagai indikator produktivitas primer di wilayah *cyclonic eddy* umumnya terjadi karena pemompaan nutrisi dari lapisan perairan dalam ke lapisan eufotik yang menjadi nutrisi bagi peningkatan pertumbuhan fitoplankton (McGillicuddy and Robinson, 1997; Seki *et al.*, 2001). Distribusi konsentrasi klorofil-a pada citra satelit bulan Desember 1997 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi klorofil-a di wilayah *cyclonic eddy* juga dipengaruhi oleh konsentrasi klorofil-a yang tinggi di sekitar pantai. Arus geostrofik yang bergerak dari wilayah pantai menuju lepas pantai menghanyutkan fitoplankton ke wilayah dimana *cyclonic eddy* terbentuk. Pada umumnya *cyclonic eddy* yang terbentuk di wilayah studi menunjukkan peningkatan konsentrasi klorofil-a yang tinggi sehingga proses *eddy* menjadi penting untuk dikaji lebih jauh khususnya dalam hubungannya keberadaan sumberdaya hayati.

Data anomali TPL menunjukkan bahwa formasi *cyclonic eddy* di SHBT dapat bertahan hingga lebih dari satu bulan. Dalam waktu satu bulan diperkirakan akan terjadi proses fisika, kimia dan biologi perairan yang signifikan sehingga perlu dilakukan penelitian yang lebih dalam tentang keberadaan *cyclonic eddy* di SHBT.



Gambar 4. (a) Anomali tinggi paras laut, arus geostropik dan (b) konsentrasi klorofil-a



Gambar 5. Fluktuasi rata-rata konsentrasi klorofil-a 8 hari di (12°-14°LS:117°-119°BT) tahun (1997-2006)

Eddy dan Daerah Penangkapan Ikan Tuna

Distribusi vertikal suhu secara melintang dimana *cyclonic eddy* terbentuk menunjukkan adanya proses *upwelling*. *Upwelling* mengakibatkan pengangkatan massa air dari lapisan bawah yang akan berpengaruh terhadap proses biologi. *Overlay* antara laju hasil tangkapan (*Hook Rate*) ikan tuna mata besar dengan TPL menunjukkan bahwa *hook rate* ikan tuna mata besar di sekitar *cyclonic eddy* cukup tinggi yakni lebih besar dari 1,5 (Gambar 6). Berdasarkan hasil-hasil penelitian sebelumnya ditemukan bahwa *fishing layer* ikan tuna mata besar berada pada *isotherm* 10-15°C (Hanamoto, 1986). Distribusi vertikal suhu di sekitar *cyclonic eddy* menunjukkan adanya pendangkalan *isotherm* 10-15°C sekitar 50-100 meter (Gambar 6).

Pendangkalan *fishing layer* ikan tuna diperkirakan menjadi salah satu faktor penyebab *hook rate* yang tinggi karena peluang tertangkapnya ikan tuna mata besar lebih tinggi. Alat tangkap yang digunakan untuk menangkap ikan tuna mata besar di SHBT adalah alat tangkap *longline*. Kedalaman mata pancing *longline* bervariasi dari kedalaman 100 hingga 300 meter. Pendangkalan *isotherm* 10-15°C menyebabkan lebih banyak mata pancing yang dapat menjangkau *fishing layer* ikan tuna mata besar sehingga diharapkan lebih banyak jumlah ikan yang tertangkap.

Tingginya konsentrasi klorofil-a di sekitar *cyclonic eddy* mengindikasikan tingginya kelimpahan fitoplankton. Ketersediaan fitoplankton yang cukup tinggi umumnya menjadikan suatu wilayah menjadi *feeding ground* khususnya bagi ikan-ikan pelagis kecil. Walaupun fitoplankton tidak secara langsung dimakan oleh ikan tuna mata besar namun kelimpahan fitoplankton di sekitar *cyclonic eddy* menyebabkan mikronekton melimpah.

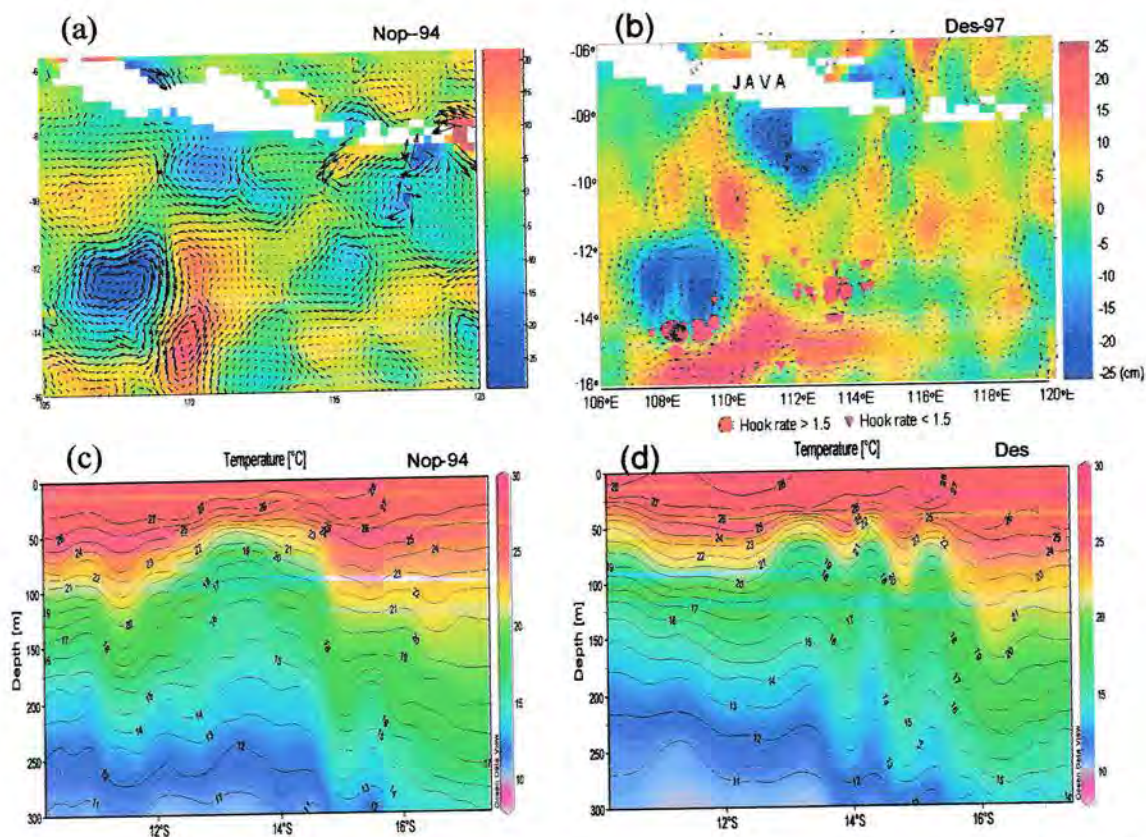
Mikronekton menjadi makanan bagi ikan tuna mata besar sehingga wilayah dimana *cyclonic eddy* terbentuk menjadi menarik bagi ikan-ikan besar seperti tuna untuk mencari makan di sekitar *eddy*. Dengan demikian selain terjadinya pendangkalan *fishing layer* tuna mata besar, peningkatan kelimpahan konsentrasi fitoplankton merupakan faktor penyebab tingginya *hook rate* ikan tuna mata besar di sekitar *cyclonic eddy*.

Kesimpulan

Data anomali TPL dari sensor altimeter menunjukkan secara jelas terbentuknya *eddies* di selatan Jawa, SHBT. Data konsentrasi klorofil-a dari *ocean color sensor* juga menunjukkan bahwa konsentrasi klorofil-a di sekitar *cyclonic eddy* lebih tinggi dari lokasi *anticyclonic eddy*. Dengan demikian baik dari sensor altimeter maupun *ocean color terdeteksi eddies* di selatan Jawa, SHBT. Pada umumnya *cyclonic eddy* terbentuk di wilayah yang sama pada saat terjadinya El Nino dan IOD.

Proses *upwelling* yang terjadi di *clyconic eddy* selain meningkatkan kesuburan perairan juga menyebabkan pendangkalan *fishing layer* ikan tuna mata besar. Pendangkalan *fishing layer* dan peningkatan kelimpahan fitoplankton pada *cyclonic eddy* diperkirakan menjadi faktor penyebab tingginya *hook rate* ikan tuna mata besar di sekitar *cyclonic eddy*. Dengan demikian *cyclonic eddy* merupakan daerah potensial untuk dijadikan daerah penangkapan ikan tuna mata besar.

Studi yang telah dilakukan masih belum lengkap khususnya karena belum didukung data *in situ* parameter-parameter fisika, kimia dan biologi perairan lainnya. Untuk penelitian-penelitian lebih lanjut perlu dilakukan kajian yang lengkap baik dengan menganalisis data citra maupun data *in situ* secara bersama-sama.



Gambar 6. Anomali TPL dan *hook rate* tuna mata besar (a & b) dan Potongan melintang suhu di *cyclonic eddy* (c & d) pada bulan Nopember 1994 dan Desember 1997.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada program POGO yang mendanai peneliti selama pengolahan data altimeter dan juga ucapan terimakasih kepada pimpinan dan staf CCAR yang telah memberikan data dan fasilitas pengolahan data. Secara khusus saya sampaikan ucapan terimakasih kepada Dr. Robert Leben yang telah bersedia menjadi pembimbing dalam pengolahan data altimeter di CCAR Universitas Colorado, Amerika Serikat.

Daftar Pustaka

Falkowski, P. G., D. Ziemann, Z. Kolber., & P. K. Bienfang. 1991. Role of eddy pumping in enhancing primary production in the ocean. *Nature*. 352: 55-58.

Carton, J.A. & Y. Chao. 1999. Caribbean Sea Eddies Inferred from TOPEX/POSEIDON Altimetry and a 1/6° Atlantic Ocean Model Simulation. *Journal of Geophys. Res.*, 104(C4):7743-7752.

Griffiths., & S. B. Brant. 1983. Mesopelagic crustacean in and around a warm-core eddy in Tasmania Sea and Eastern Australia. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* 34: 609-623.

Hanamoto. 1986. Effect of Oceanographic environment on big eye tuna distribution. Dissertation. Tokyo University.

Leben. R. R., G. H. Born., & B. R. Engebret. 2002. Operational altimeter. data processing for mesoscale monitoring. *Marine Geodesy*, 25:3-18.

McGillicuddy, D. J., & A. R. Robinson. 1997. Eddy induced nutrient supply and new

- production in the Sargasso Sea. *Deep Sea Res. Part I*, 44:1427-1449,
- McGillicuddy, D. J., Jr., A. R. Robinson., D. A. Siegel., H.W. Jannasch., R. Johnson., T. D. Dickey., J. McNeil., A. F. Michaels., & A. H. Knap. 1998. Influence of mesoscale eddies on new production in the Sargasso Sea. *Nature*, 394:263-266,
- O'Reilly, J. E., S. Maritorena, B. G. Mitchell, D. A. Siegel, K. L. Carder, S. A. Garrar, M. Kahru, C. & McClain. 2000. Ocean color chlorophyll algorithms for SeaWiFS. *J. Geophys. Res.*, 103: 24937-24954.
- Purba, M., I W. Nurjaya & S. Utaminingsih. 1992. Variasi suhu permukaan laut yang diukur dari satelit NOAA dan kaitannya dengan proses upwelling di perairan selatan Jawa. Laporan Penelitian. Fakultas Perikanan IPB. Bogor.
- Purba, M., I. N.M.N. Natih., & Y. Naulita. 1997. Karakteristik dan Sirkulasi Massa Air di Perairan Selatan Jawa-Sumbawa 5 Maret-2 April dan 23 Agustus-30 September, 1990. BPP Teknologi. Jakarta.
- Saji, N. H., B. N. Goswami., P. N. Vinayachandran, & T. Yamagata. 1999. A dipole mode in the tropical Indian Ocean. *Nature*, 401:360-363
- Soeriaatmaja. R. E. 1957. The coastal current south of Java. *Mar. Res. Indonesia*, 3:41-55.
- Wirtky. K. 1962. The upwelling in the region between Java and Australia. during the south east monsoon. *Aus. J. Mar. Freshw. Res.* 17: 217-225.
- Wu. X., W. P. Menzel., & G. S. Wade. 1999. Estimation of sea surface temperatures using GOES-8/9 radiance measurements, *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 80:1127-1138.