

ISSN 2338-2406

PROSIDING SEMINAR NASIONAL KELAUTAN I

POSEIDON 2012

PERSEMBAHAN OSEANOGRAFI ITB UNTUK INDONESIA

Tema :

Peran Sains dan Teknologi Kelautan
Untuk Masa Depan Indonesia

Bandung, 1 November 2012



PENYELENGGARA :

Himpunan Mahasiswa Oseanografi
"TRITON" Institut Teknologi Bandung

Gedung Labtek XI Lantai 1 Jalan Ganesha 10 Bandung 40132

Email : poseidonitb.2012@ymail.com

Website : www.poseidonitb2012.com

PROSIDING SEMINAR NASIONAL KELAUTAN

PERSEMBAHAN OSEANOGRAFI ITB UNTUK INDONESIA

Bandung, 1 November 2012

Editor:

Mutiara R. Putri

Widodo S. Pranowo

2013

Diterbitkan oleh:

Penerbit ITB

Putri, M.R. dan W.S. Pranowo (editor), 2013, Prosiding Seminar Nasional Kelautan Persembahan Oseanografi ITB untuk Indonesia 2012, Bandung, 1 November 2012.

Desain cover : Afifah Hanum Amahoru dan Andaru Katri Lasrindy

Keterangan : Desain cover memperlihatkan bentuk gelombang laut.

Tata Letak : Afifah Hanum Amahoru dan Andaru Katri Lasrindy

Isi dapat dikutip dengan menyebutkan sumbernya

DAFTAR ISI

PENGEMBANGAN INDUSTRI MARITIM DALAM RANGKA MENUNJANG SISHANNEG DI LAUT Laksamana Pertama TNI Untung Suropati	1
KARAKTERISTIK PASANG SURUT DI DELTA MAHAKAM (STUDI KASUS DI BEKAPAI DAN TUNU) M. S. Widyastuti, N.S. Ningsih, dan R. Risnadi	27
PEMANTAUAN PARAMETER FISIS OSEANOGRAFI DI PERAIRAN SENUNU KABUPATEN SUMBAWA BARAT R. Savitria dan R. P. Sari	38
KONDISI OSEANOGRAFI DI SELAT SUNDA DAN SELATAN JAWA BARAT PADA MONSUN BARAT 2012 T. L. P. Yuliananingrum dan M. R. Putri	49
APAKAH YANG MENDORONG VARIABILITAS ARUS LINTAS INDONESIA DALAM SKALA GLACIAL/ INTERGLACIAL? S. W. Adhipurusa	62
KONDISI KEASAMAN (pH) LAUT INDONESIA M. Safitri dan M. R. Putri	73
ANALISIS KUALITAS AIR DENGAN PENDEKATAN STATISTIK PADA EKOSISTEM TERUMBU KARANG DI PULAU BIAWAK INDRAMAYU A. Irwan, J. Kelvin, dan G. Kamal	88
VARIABILITAS LUASAN UPWELLING INTENSITAS KUAT PADA VARIASI KEJADIAN ENSO DAN IOD DI PERAIRAN SELATAN JAWA HINGGA TIMOR Kunarso, S. Hadi, N. S. Ningsih, M. S. Baskoro	102
VARIABILITAS TRANSPOR ARUS LINTAS INDONESIA TOTAL : 1948 – 2011 A. Prianto, N. S. Ningsih, I. Sofian, F. Hanifah	114
IDENTIFIKASI <i>UPWELLING</i> BERDASARKAN DISTRIBUSI VERTIKAL SUHU, SIGMA-T, DAN ARUS DI SELATAN JAWA HINGGA NUSA TENGGARA BARAT L. Lidiawati, S. Hadi, N. S. Ningsih, M. R. Putri	128

Pendahuluan

Upwelling secara fisis merupakan peristiwa naiknya massa air dari lapisan bawah ke permukaan perairan (Nontji, 1987; Thurman, 1991; dan Stewart, 2002). Pemahaman daerah *upwelling* yang baik bisa digunakan untuk membantu dalam menentukan waktu dan lokasi *fishing ground* ikan serta upaya penentuan kebijakan dalam konservasi lingkungan laut. Beberapa hasil penelitian membuktikan daerah *upwelling* mempunyai produktivitas perikanan yang tinggi. Purba (1995), menemukan bahwa daerah dimana terjadi proses *upwelling* yang lebih kuat yang ditunjukkan dengan suhu permukaan laut yang lebih rendah dari sekitarnya dan konsentrasi nutrisi yang lebih tinggi, ternyata tangkapan tuna di lokasi tersebut lebih baik. Mathews *et al.*, (2001); telah membuktikan adanya kaitan nyata antara terjadinya *upwelling* dengan meningkatnya hasil tangkapan ikan lemuru dan cumi-cumi. Supangat dkk., (2004); Kunarso (2005); Kunarso dkk., (2007, 2008), telah membuktikan adanya kaitan nyata antara terjadinya *upwelling* dengan meningkatnya hasil tangkapan ikan tuna. Thurman (1991), menyatakan produktivitas perikanan di lokasi *upwelling* lebih tinggi daripada di lokasi *non-upwelling*. Pernyataan tersebut diperkuat oleh pernyataan Kunarso dkk., (2005, 2009), yang menjelaskan hasil tangkapan per unit usaha (CPUE/ *Catch Per Unit Effort*) ikan tuna di selatan Jawa dan barat Aceh, secara umum meningkat seiring dengan kejadian *upwelling*.

Pemahaman variabilitas *upwelling* di daerah perairan Selatan Jawa hingga Timor tidak bisa lepas dari pemahaman variabilitas anomali iklim global yang terjadi, yaitu ENSO dan IOD. Hal ini karena variabilitas ENSO dan IOD secara umum bisa menyebabkan perubahan variabilitas *upwelling* (Marsac and Le Blanc, (1998); Saji *et al.*, (1999)). Susanto *et al.*, (2001), menyimpulkan bahwa *upwelling* di selatan Jawa hingga barat Sumatera dibangkitkan oleh angin sepanjang pantai yang variabilitasnya berkaitan dengan variabilitas Monsun dan ENSO.

Berdasarkan uraian di atas, keterkaitan ENSO, IOD dan Monsun terhadap variabilitas *upwelling* khususnya di perairan Selatan Jawa hingga Timor, secara umum telah banyak diteliti. Namun, belum ada yang secara khusus meneliti tentang bagaimana variasi perubahan luasan *upwelling* akibat adanya pengaruh variasi ENSO dan IOD. Tujuan dari penelitian ini untuk mengkaji variabilitas luasan *upwelling* akibat pengaruh variasi kejadian ENSO dan IOD.

Studi Pustaka

Susanto *et al.*, (2001), menyimpulkan bahwa *upwelling* di selatan Jawa hingga barat Sumatera dibangkitkan oleh angin sepanjang pantai yang variabilitasnya berkaitan dengan variabilitas Monsun dan ENSO. Pada periode normal, *upwelling* terjadi pada awal Juni sampai pertengahan oktober, bermula dari selatan Jawa Timur dan bergerak ke barat laut dengan kecepatan 0,2 m/detik yang dipengaruhi angin sepanjang pantai (bertiup sejajar garis pantai) dan perubahan gaya Coriolis karena perubahan lintang. Angin timuran menyebabkan perluasan *upwelling* baik secara temporal maupun spasial.

Ningsih *et al.*, (2002), menunjukkan eksistensi *upwelling* mempunyai respon yang kuat terhadap Monsun. *On set* (mulai munculnya) *upwelling* terjadi pada bulan Juni. Pusat *upwelling* bergerak ke arah barat selama Monsun Tenggara (Juni – Agustus) dan juga pada periode transisi (April, Mei, September, dan Oktober). *Upwelling* tersebut hilang pada saat Monsun Barat Laut (Desember – Februari) dan pada saat periode transisi (Nopember dan Maret).

Kunarso dkk., (2009), menunjukkan adanya variasi temporal dan spasial *upwelling* berkaitan dengan adanya variasi ENSO. Pada saat El Niño *upwelling* di sepanjang perairan selatan NTT hingga barat Sumatera lebih lama waktunya dan lebih luas distribusi spasialnya daripada pada saat normal dan La Niña. Sebaliknya pada saat La Niña *upwelling* di lokasi tersebut lebih singkat waktunya dan lebih sempit distribusi spasialnya daripada saat normal dan El Niño.

Rakhmaputri (2010), menyimpulkan pada saat El Niño bersamaan dengan IOD positif, maka *upwelling* yang terjadi di selatan Bali hingga Laut Sawu menjadi kuat. Sebaliknya pada saat La Niña bersamaan dengan IOD negatif maka *upwelling* yang terjadi di lokasi tersebut menjadi lemah.

Metodologi

Metodologi yang digunakan untuk memecahkan masalah riset adalah metode deskriptif dan statistik. Metode deskriptif dilakukan dengan cara mendeskripsikan keterkaitan kejadian ENSO dan IOD dengan perubahan luasan *upwelling* yang terjadi. Analisa statistik dilakukan dengan menghitung koefisien korelasi antara indeks ENSO dan IOD dengan luasan *upwelling* yang terjadi. Pelaksanaan riset ini dibagi dalam beberapa tahapan dibawah.

Pengumpulan data primer dan sekunder

Pengumpulan data primer dan sekunder diperoleh dari beberapa situs internet, instansi, dan juga survei lapangan yang meliputi: (1). Data Variasi Iklim Global SOI (*South Oscillation Index*), anomali SST NINO-3,4 diperoleh dari: <http://www.bom.gov.au/climate/current/soihtml.shtml>; DMI (Dipole Mode Index) diperoleh dari http://www.jamstec.go.jp/frcgs/research/d1/iod/DATA/dmi_HadISST.txt. (2) Data Monsun berupa arah dan kecepatan angin secara spasial diperoleh dari <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.surface.html>. Data hasil download dalam bentuk fnl (final analysis). Data ini kemudian diolah dengan software matlab. (3) Data suhu dan klorofil-a diperoleh dari citra MODIS, didownload dari:

<http://www.oceancolor.gfsc.nasa.gov>, dalam bentuk HDF (*Hierarchical Data Format*). Data level-3 (data citra yang mengandung nilai geofisik, telah melalui proses kalibrasi, koreksi atmosfer dan algoritma serta merupakan komposit dari level dibawahnya) ini diolah dengan software SeaDAS versi 5.0.

Analisis Variabilitas ENSO dan IOD

Analisis variabilitas ENSO dan IOD dilakukan dengan *plotting* secara grafis antara nilai SOI dan DMI. Berdasarkan grafik ini kemudian diambil empat kasus kajian (1) Kasus El Niño-IOD(-), periode kajian yang diambil, yaitu Juni 2004 – Mei 2005, (2) Kasus El Niño-IOD(+), periode kajian diambil Juli 2002 – Juni 2003, (3) Kasus La Niña-IOD (-), periode kajian diambil Juni 1998 – Mei 1999, dan (4) Kasus La Niña-IOD(+) periode kajian diambil Oktober 2007 – September 2008. Alasan pengambilan periode kajian bulan-bulan beberapa tahun di atas karena pada periode-periode tersebut terdapat variabilitas ENSO dan IOD sesuai dengan kasus kajian, di samping itu yang lebih penting pada periode-periode tersebut tersedia data-data oseanografi yang cukup. Data-data tahun sebelumnya dalam kasus yang serupa, diasumsikan mempunyai karakteristik oseanografi yang sama.

Penentuan lokasi dan luasan *upwelling*

Penentuan luasan *upwelling* bulanan dilakukan dengan menggunakan software ArcGIS dengan langkah-langkah sebagai berikut: (1) Mengolah data suhu permukaan laut dan klorofil-a dengan software SeaDAS dan menyimpan output dalam bentuk ASCII. (2). Mengurutkan data ASCII yang diperoleh menurut urutan lintang dan bujurnya kemudian menyimpan dalam bentuk ekstensi teks (*.txt). (3). Mengubah data ekstensi teks (*.txt) ke dalam bentuk shape file. (4). Menginterpolasi data suhu permukaan laut dan klorofil-a dalam bentuk shape file tersebut

dengan Aplikasi ArcGIS 9.2 untuk mendapatkan distribusi nilai spasial-nya. (5). Mengklasifikasikan data spasial suhu permukaan laut dan konsentrasi khlorofil-a sesuai dengan klasifikasi yang memenuhi kriteria *upwelling* dalam Kunarso (2011) (**Tabel 1**). (6). Menghitung *shape* luasan *upwelling* sesuai dengan kriteria intensitas *upwelling* kuat.

Tabel 1. Kriteria intensitas *upwelling* (Sumber: Kunarso , 2011)

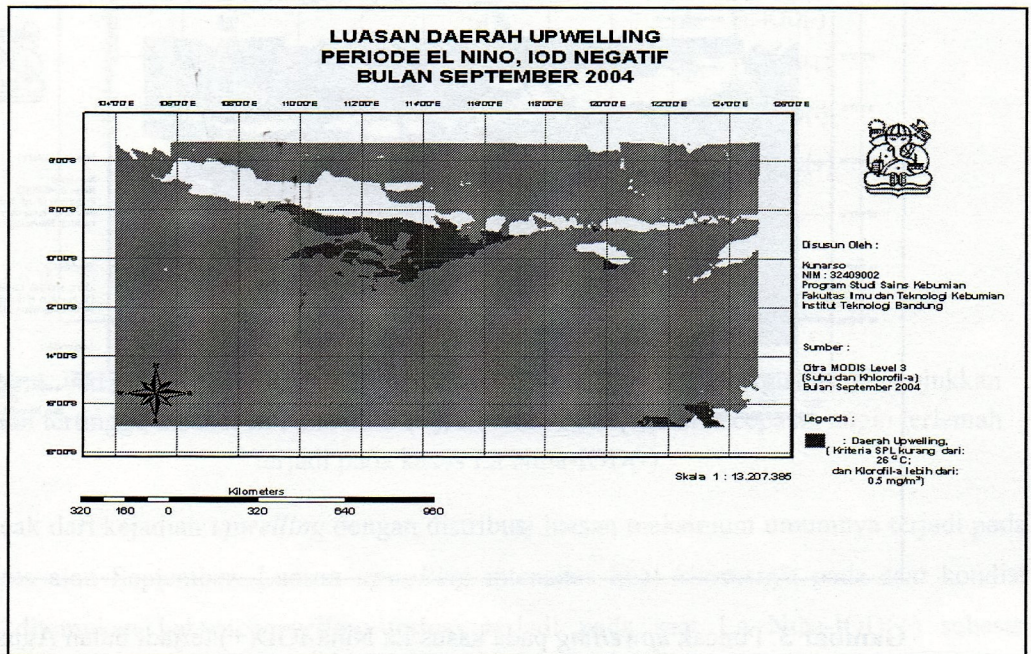
Simbol	Suhu (°C)	Klorofil-a (mg/m ³)	Kriteria <i>Upwelling</i>
•	27,5 – 28,5	< 0,5	Intensitas <i>upwelling</i> lemah
√	26 – 27,5	≥ 0,5	Intensitas <i>upwelling</i> sedang
!	≤ 26	≥ 0,5	Intensitas <i>upwelling</i> kuat

Hasil, Pembahasan dan Diskusi

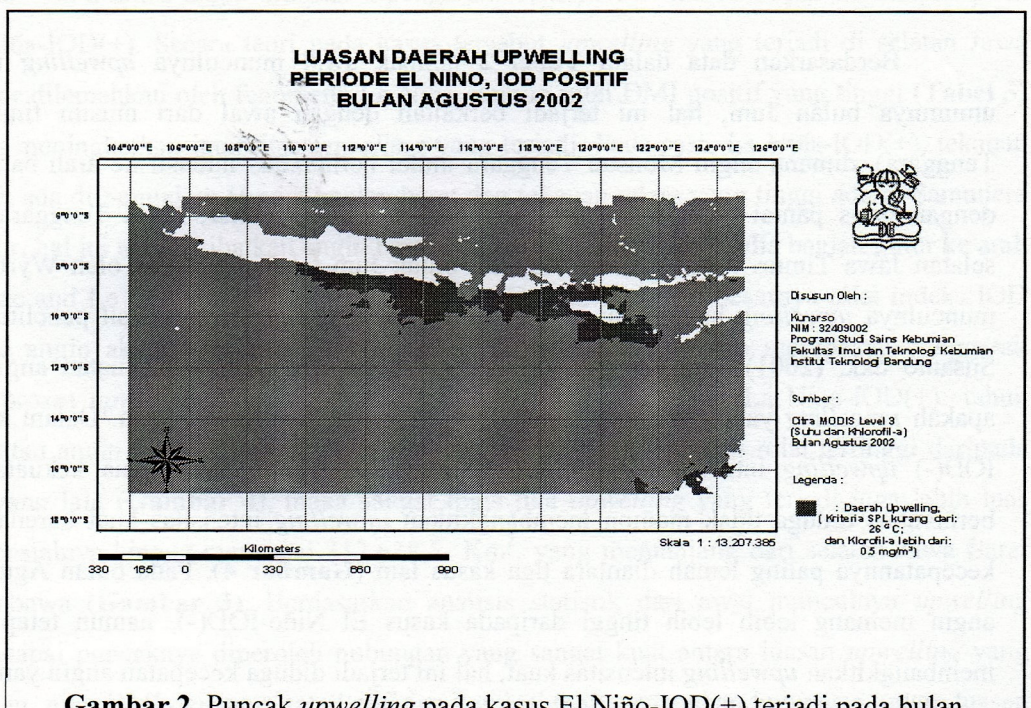
Hasil dari perhitungan luasan *upwelling* pada variasi kejadian ENSO dan IOD ditabulasi dalam **Tabel 2**. Distribusi spasial luasan *upwelling* intensitas kuat pada saat luasan mencapai maksimum didiskripsikan dalam **Gambar 1**, **Gambar 2**, dan **Gambar 3**.

Tabel 2. Perkembangan luasan *upwelling* bulanan dalam empat kasus kajian

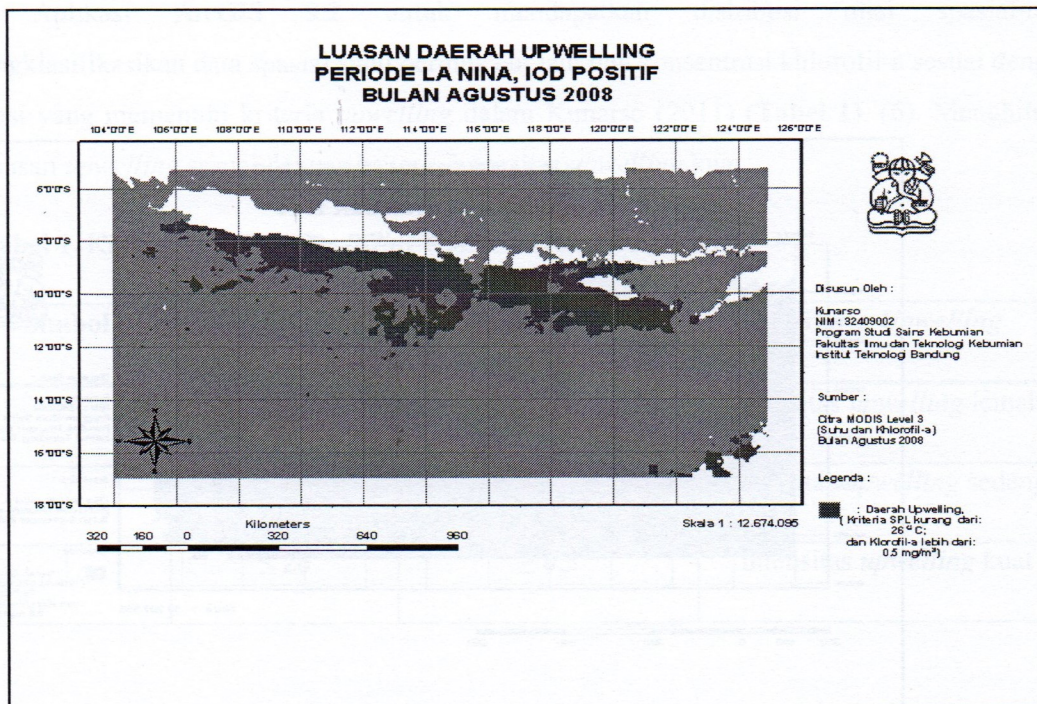
No	Bulan	Luas <i>Upwelling</i> (km ²) dalam Empat Kasus Kajian			
		El Niño- IOD(-)	El Niño- IOD(+)	La Niña- IOD(-)	La Niña- IOD(+)
1.	Juni	1.222,8	106,5	0	55.630,8
2.	Juli	1.992,5	5.731,4	0	261.344,4
3.	Agustus	53.221,6	160.921,5	0	312.638,5
4.	September	119.000,3	117.195,5	0	44.528,8
5.	Oktober	165,4	1.093,1	0	70.873,9
Koefisien korelasi IOD dan luas <i>upwelling</i> hingga puncaknya		0,955	0,95	-	0,74



Gambar 1. Puncak *upwelling* kasus El Niño-IOD(-) terjadi bulan September 2004, daerah *upwelling* memanjang dari perairan Selatan Jawa Tengah hingga selatan Lombok

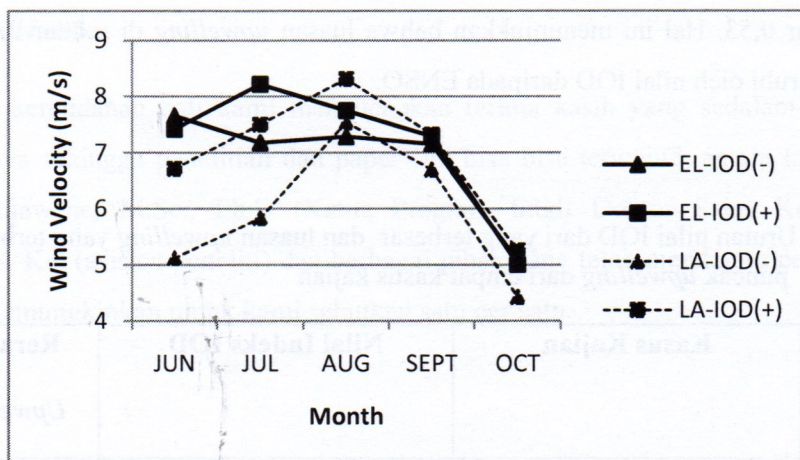


Gambar 2. Puncak *upwelling* pada kasus El Niño-IOD(+) terjadi pada bulan Agustus 2002, daerah *upwelling* memanjang dari perairan laut selatan Jawa Tengah hingga selatan Pulau Sumbawa



Gambar 3. Puncak *upwelling* pada kasus La Niña-IOD(+) terjadi bulan Agustus 2008, *upwelling* terjadi sangat panjang dari perairan Selatan Jawa Barat hingga selatan Pulau Sumbawa.

Berdasarkan data dalam **Tabel 2** tampak awal munculnya *upwelling* intensitas kuat umumnya bulan Juni, hal ini terjadi berkaitan dengan awal dari musim timuran (Monsun Tenggara), dimana angin Monsun Tenggara mulai berhembus intensif ke arah barat daya sejajar dengan garis pantai deretan pulau-pulau Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat hingga selatan Jawa Timur. Awal Musim Timuran bulan Juni telah dijelaskan oleh Wyrcki, (1961) dan munculnya *upwelling* bulan Juni juga telah sesuai dengan beberapa hasil penelitian diantaranya Susanto dkk, (2001); Ningsih dkk, (2002); dan Kunarso, (2005). Kekuatan angin menentukan apakah *upwelling* yang terbentuk mempunyai intensitas kuat atau lemah. Dalam kasus La Niña-IOD(-) *upwelling* intensitas kuat tidak dijumpai, hal ini terjadi karena kekuatan angin yang berhembus diduga tidak mampu membangkitkan *upwelling* intensitas kuat karena secara umum kecepatannya paling lemah diantara tiga kasus lain (**Gambar 4**). Pada bulan Agustus kecepatan angin memang lebih tinggi daripada kasus El Niño-IOD(-), namun tetap tidak mampu membangkitkan *upwelling* intensitas kuat, hal ini terjadi diduga kecepatan angin yang tinggi terjadi dalam periode yang singkat.



Gambar 4. Pada kasus La Niña-IOD(+) kecepatan angin mulai bulan Agustus menunjukkan kecepatan tertinggi, disusul El Niño-IOD (+), El Niño-IOD (-), dan kecepatan angin terlemah terjadi pada kasus La Niña-IOD(-).

Puncak dari kejadian *upwelling* dengan distribusi luasan maksimum umumnya terjadi pada bulan Agustus atau September. Luasan *upwelling* intensitas kuat khususnya pada saat kondisi maksimum, ditemukan bahwa *upwelling* terluas terjadi pada saat La Niña-IOD(+) sebesar 312.638,5 km², kemudian disusul pada kasus El Niño-IOD(+) sebesar 160.921,5 km², dan yang paling sempit pada kasus El Niño-IOD(-) sebesar 119.000,3 km (Tabel 1). Variabilitas luasan *upwelling* tersebut tampak berkaitan erat dengan kecepatan angin monsun yang terjadi (Gambar 4). Sedangkan variabilitas angin monsun dipengaruhi oleh ENSO dan IOD, hal ini tampak pada kasus La Niña-IOD(+). Secara teori pada kasus tersebut *upwelling* yang terjadi di selatan Jawa hingga Timor dilemahkan oleh fenomena La Niña, namun nilai DMI positif yang tinggi (Tabel 3) berpengaruh meningkatkan intensitas *upwelling* yang terjadi. Pada saat La Niña-IOD(+), tekanan udara rendah ada di Samudera Hindia bagian barat dan tekanan udara yang tinggi ada di Samudera Hindia Timur, hal ini mengakibatkan angin bertiup kuat dari Samudera Hindia bagian timur ke arah barat (Marsac and Le Blanc, 1998; Saji et al., 1999). Dengan semakin besarnya nilai indeks IOD positif maka angin akan semakin kuat berhembus ke arah barat. Angin merupakan penggerak utama dari proses *upwelling* (Susanto et al., 2001; 2006). Dalam kasus La Niña-IOD(+) tahun 2008 kecepatan angin mulai bulan Agustus hingga Oktober menunjukkan nilai tertinggi daripada tiga kasus yang lain (Gambar 4), maka sangat logis jika *upwelling* yang terjadi juga lebih luas distribusi spasialnya hingga mencapai 312.638,5 Km², yang memanjang dari selatan Jawa Barat hingga Sumbawa (Gambar 3). Berdasarkan analisis statistik dari awal munculnya *upwelling* hingga mencapai puncaknya diperoleh hubungan yang sangat kuat antara luasan *upwelling* yang terjadi dengan nilai DMI dengan rerata koefisien korelasi 0,88, sedangkan hubungan antara luasan *upwelling* yang terbentuk dengan SOI (indek ENSO) menunjukkan rerata koefisien korelasi yang

positif sebesar 0,53. Hal ini menunjukkan bahwa luasan *upwelling* di selatan Jawa hingga Timor lebih dipengaruhi oleh nilai IOD daripada ENSO.

Tabel 3. Urutan nilai IOD dari yang terbesar dan luasan *upwelling* yang terbentuk pada saat puncak *upwelling* dari empat kasus kajian

No	Kasus Kajian	Nilai Indeks IOD	Rerata Luasan <i>Upwelling</i> (km ²)
1.	La Niña-IOD positif	1,297	312.638,5
2.	El Nino IOD positif	0,781	160.921,5
3.	El Niño-IOD negatif	-0,189	119.000,3
4.	La Niña-IOD negatif	-1,406	0

Kesimpulan

Awal munculnya *upwelling* intensitas kuat di perairan Selatan Jawa hingga Sumbawa umumnya terjadi bulan Juni dan berakhir pada bulan Oktober. Luasan *upwelling* intensitas kuat maksimum umumnya terjadi pada bulan Agustus atau September dan luasan minimum terjadi pada bulan Juni atau Oktober. Dalam kasus La Niña-IOD(-) sama sekali tidak dijumpai *upwelling* kuat selama musim timur, diduga karena kecepatan angin yang terbentuk tidak mampu membangkitkan *upwelling* kuat.

Variasi kasus ENSO dan IOD berpengaruh terhadap variabilitas luasan *upwelling* yang terjadi di perairan selatan Jawa hingga Timor, namun IOD positif tampak lebih berpengaruh terhadap variabilitas luasan *upwelling* yang terjadi. Semakin tinggi nilai DMI maka semakin luas *upwelling* yang terbentuk. Hubungan antara luasan *upwelling* hingga puncaknya dengan nilai DMI sangat erat, dengan rerata nilai koefisien korelasi sebesar 0,88. Nilai SOI (indeks ENSO) berpengaruh terhadap luasan *upwelling* di lokasi tersebut dengan pengaruh yang lebih kecil, hal ini tampak dari rerata nilai koefisien korelasi yang positif sebesar 0,53.

Ucapan Terima Kasih

Dengan kerendahan hati kami mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya atas segala bantuannya sehingga penelitian dan paper ini bisa terwujud, antara lain kepada: Ibu Ivonne M. Radjawane, M.Sc., Ph.D (Ketua Program Studi Doktor Sains Kebumian ITB), Ibadurrahman, S. Kel (asisten peneliti) dan berbagai pihak yang telah membantu pelaksanaan riset ini yang tidak memungkinkan untuk kami sebutkan satu per satu.

Daftar Pustaka

- Kunarso. 2005. Kajian Penentuan Lokasi-lokasi *Upwelling* di Perairan Indonesia dan Sekitarnya Serta Kaitannya dengan *Fishing Ground* Tuna. (Tesis) Program Studi Magister Oseanografi, Sains Atmosfir, dan Seismologi, FIKTM, ITB, Bandung.
- Kunarso, S. Hadi, dan N.S. Ningsih. 2005. Kajian Lokasi *Upwelling* Untuk Penentuan Fishing Ground Potensial Ikan Tuna. *Jurnal Ilmiah Ilmu Kelautan*, **Volume 10, No 2**, hlm. 61– 67.
- Kunarso, A. Supangat, dan Wiweka. 2007. Studi Keunggulan Aplikasi Teknologi Peramalan *Fishing Ground* dengan Data *Upwelling* dan *Real Time Satellite* untuk Berburu Ikan Tuna pada Variasi Iklim Global. Kementerian Negara Riset dan Teknologi, Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro, Semarang.
- Kunarso, A. Supangat, dan Wiweka. 2008. Studi Keunggulan Aplikasi Teknologi Peramalan *Fishing Ground* dengan Data *Upwelling* dan *Real Time Satellite* untuk Berburu Ikan Tuna pada Variasi Iklim Global. Kementerian Negara Riset dan Teknologi, Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro, Semarang.
- Kunarso, S. Hadi, N.S. Ningsih, dan A. Supangat. 2009. *Upwelling* dan Fishing Ground Tuna di Laut Nusantara. Buku Referensi Hasil Penelitian. Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang. 199 hlm.
- Kunarso. 2011. Kajian Pengaruh Kejadian ENSO, IOD dan Monsun Terhadap Waktu dan Lokasi Panen Tuna di Wilayah Pengelolaan Perikanan Samudera Hindia IXC dan IXD. Laporan Kemajuan Disertasi 1. Program Doktor Sains Kebumian, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Marsac, F., and J.L. Le Blanc. 1998. Dynamics of ENSO Events in the Indian Ocean: To What Extent Would Recruitment and Catchability of Tropical Tunas be Affected?. IOTC Proceeding. No 1, 9-14 Nopember, Victoria.

- Mathews, C.P., A. Ghofar, Gede, S., N. Hendiati, D. Arief, and H. Lestiana. 2001. Effects of Frontal systems, *Upwelling*, and El-Niño on the Small Pelagic Fisheries of the Lesser Sunda Island, Indonesia. ed. T. Nishida; P.J.Kailola and C.E. Hollingworth, Fishery GIS Research Group Saitama, Japan.
- Ningsih, N.S., Hadi, S., dan Yusuf, M. 2002. *Upwelling* in the Southern Coast of Java and Its Relation to Seasonal Ocean Circulation by Using a Three-Dimensional Ocean Model. Proceeding Pan Ocean Remote Sensing Conference 2: 669-672
- Nontji. 1987. Laut Nusantara. PT. Djambatan, Jakarta.
- Purba, M. 1995. *Upwelling* in the Water South of West Java and Its Application for Fisheries. Paper presented at International Workshop on The Throughflow Studies in and around Indonesia Water, 10th-12th October 1995, Jakarta, Indonesia, p 37-47.
- Rakhmaputri, N. 2010. Kajian Variabilitas *Upwelling* di Perairan Selatan Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Laut Sawu dengan Menggunakan Penginderaan Jauh. Program Studi Oseanografi, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan, Institut Teknologi Bandung.
- Saji, N.H, B.N. Goswami, P.N. Vinayachandran, and T.Yamagata, 1999, A Dipole Mode in the Tropical Indian Ocean, *J. Nature*, **401**, 360-363.
- Stewart, R.H. 2002. Introduction to Physical Oceanography. Department of Oceanography, Texas A & M University, 341 p.
- Supangat, A, N.S. Ningsih, P.A. Winarso, M., Yusuf, dan D.N. Handiani . 2004. Model Sebaran Suhu Permukaan Laut untuk Mempelajari Pergerakan “Kolam Air Hangat” (Sebagai Tambang Tuna) di Perairan Indonesia, dan Korelasinya dengan Variabilitas Iklim. Laporan Akhir Tahun III RUT IX, Bidang Kelautan, Kebumihan dan Kedirgantaraan, LPPM-ITB, Kemenristek dan LIPI.
- Susanto, R.D., A.L. Gordon, and Q. Zheng. 2001. *Upwelling* Along the Coast of Java and Sumatra and Its Relation to ENSO. *J. Geophysical Research Letters*, American Geophysical Union. USA, **Vol. 28, No. 8**, p. 1599-1602.
- Susanto, R.D., Moore, T.S. and J. Marra. 2006. Ocean Color Variability in Indonesian Seas during the SeaWIFS Era. *Journal Geachemistry Geophysics Geosystem*, **7**: 1525 – 2027.
- Thurman, H.V. 1991. Introductory Oceanography. Sixth Edition, Macmillan Publishing Company, New York.

Wyrтки, K.A. 1961. Naga Report Volume 2: Physical Oceanography of the Southeast

<http://www.bom.gov.au/climate/current/soihtml.shtml>, (diakses tanggal 1 Februari 2011)

http://www.jamstec.go.jp/frcgs/research/d1/iod/DATA/dmi_HadISST.txt, (diakses tanggal 1 Maret 2011)

<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.surface.html>, (diakses tanggal 1 Maret 2011)

<http://www.oceancolor.gfsc.nasa.gov>, (diakses mulai tanggal 1 Januari 2011)