



ISSN: 2339-0883

**SEMINAR TAHUNAN HASIL PENELITIAN PERIKANAN DAN KELAUTAN VI**  
**ANNUAL SEMINAR OF FISHERIES AND MARINE SCIENCE VI**

**PROSIDING**

**APLIKASI IPTEK PERIKANAN DAN KELAUTAN DALAM PENGELOLAAN,  
MITIGASI BENCANA DAN DEGRADASI WILAYAH PESISIR,  
LAUT DAN PULAU-PULAU KECIL**

**APPLICATION OF FISHERIES AND MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY  
ON MANAGEMENT, MITIGATION OF DISASTER  
AND ENVIRONMENTAL DEGRADATION  
IN COASTAL AREAS, SEAS AND SMALL ISLANDS**

**SEMARANG, 12 NOVEMBER 2016**

**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
JUNI, 2017**

## KATA PENGANTAR

Tahun 2016 merupakan seminar tahunan ke VI yang diselenggarakan oleh FPIK UNDIP. Kegiatan seminar ini telah dimulai sejak tahun 2007 dan dilaksanakan secara berkala. Tema kegiatan seminar dari tahun ketahun bervariasi mengikuti perkembangan isu terkini di sektor perikanan dan kelautan.

Kegiatan seminar ini merupakan salah satu bentuk kontribusi perguruan tinggi khususnya FPIK UNDIP dalam upaya mendukung pembangunan di sektor perikanan dan kelautan. IPTEK sangat diperlukan untuk mendukung pembangunan sehingga tujuan pembangunan dapat tercapai dan bermanfaat bagi kemakmuran rakyat.

Dalam implementasi pembangunan selalu ada dampak yang ditimbulkan. Untuk itu, diperlukan suatu upaya agar dampak negatif dapat diminimalisir atau bahkan tidak terjadi. Oleh karena itu, Seminar ini bertemakan tentang **Aplikasi IPTEK Perikanan dan Kelautan dalam Mitigasi Bencana dan Degradasi Wilayah Pesisir, Laut dan Pulau-Pulau Kecil**. Pada kesempatan kali ini, diharapkan IPTEK hasil penelitian mengenai pengelolaan, mitigasi bencana dan degradasi wilayah pesisir, laut dan pulau-pulau kecil dapat terpublikasikan sehingga dapat dimanfaatkan untuk pembangunan yang berkelanjutan dan dapat menjaga kelestarian lingkungan. Seminar Tahunan Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan ke-VI merupakan kolaborasi FPIK UNDIP dan Pusat Kajian Mitigasi Bencana dan Rehabilitasi Pesisir (PKMBRP) UNDIP.

Pada kesempatan ini kami selaku panitia penyelenggara mengucapkan terimakasih kepada pemakalah, reviewer, peserta serta Pertamina EP Asset 3 Tambun Field yang telah mendukung kegiatan Seminar Tahunan Penelitian Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan VI sehingga dapat terlaksana dengan baik. Harapan kami semoga hasil seminar ini dapat memberikan kontribusi dalam upaya mitigasi bencana dan rehabilitasi pesisir, laut dan pulau-pulau kecil.

Semarang, Juni 2017

Panitia



## SUSUNAN PANITIA SEMINAR

- Pembina : Dekan FPIK Undip  
Prof. Dr. Ir. Agus Sabdono, M.Sc
- Penanggung jawab : Wakil Dekan Bidang IV  
Tita Elvita Sari, S.Pi., M.Sc., Ph.D
- Ketua : Dr.Sc. Anindya Wirasatriya, ST, M.Si., M.Sc
- Wakil Ketua : Dr.Ir. Suryanti, M.Pi
- Sekretaris I : Faik Kurohman, S.Pi, M.Si
- Sekretaris II : Wiwiet Teguh T, SPi, MSi
- Bendahara I : Ir. Nirwani, MSi
- Bendahara II : Retno Ayu K, S.Pi., M.Sc
- Kesekretariatan : 1. Dr. Agus Trianto, ST., M.Sc  
2. Dr. Denny Nugroho, ST, M.Si  
3. Kukuh Eko Prihantoko, S.Pi., M.Si  
4. Sigit Febrianto, S.Kel., M.Si  
5. Lukita P., STP, M.Sc  
6. Lilik Maslukah, ST., M.Si  
7. Ir. Ria Azizah, M.Si
- Acara dan Sidang : 1. Dr. Aristi Dian P.F., S.Pi., M.Si  
2. Dr. Ir. Diah Permata W., M.Sc  
3. Ir. Retno Hartati, M.Sc  
4. Dr. Muhammad Helmi, S.Si., M.Si
- Konsumsi : 1. Ir. Siti Rudiyantri, M.Si  
2. Ir. Sri Redjeki, M.Si  
3. Ir. Ken Suwartimah, M.Si
- Perlengkapan : 1. Bogi Budi J., S.Pi., M.Si  
2. A. Harjuno Condro, S.Pi, M.Si



**DEWAN REDAKSI  
PROSIDING  
SEMINAR NASIONAL TAHUNAN KE-VI  
HASIL-HASIL PENELITIAN PERIKANAN DAN KELAUTAN**

- Diterbitkan oleh : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
bekerjasama dengan Pusat Kajian Mitigasi Bencana dan  
Rehabilitasi Pesisir serta Pertamina EP Asset 3 Tambun Field
- Penanggung jawab : Dekan FPIK Undip  
(Prof. Dr. Ir. Agus Sabdono, M.Sc)  
Wakil Dekan Bidang IV  
(Tita Elvita Sari, S.Pi., M.Sc., Ph.D)
- Pengarah : 1. Dr. Denny Nugroho, ST, M.Si (Kadept. Oceanografi)  
2. Dr. Ir. Diah Permata W., M.Sc (Kadept. Ilmu Kelautan)  
3. Dr. Ir. Haeruddin, M.Si (Kadept. Manajemen SD. Akuatik)  
4. Dr. Aristi Dian P.F., S.Pi., M.Si (Kadept. Perikanan Tangkap)  
5. Dr. Ir. Eko Nur C, M.Sc (Kadept. Teknologi Hasil Perikanan)  
6. Dr. Ir. Sardjito, M.App.Sc (Kadept. Akuakultur)
- Tim Editor : 1. Dr. Sc. Anindya Wirasatriya, ST, M.Si., M.Sc  
2. Dr. Ir. Suryanti, M.Pi  
3. Faik Kurohman, S.Pi, Msi  
4. Wiwiet Teguh T, S.Pi., M.Si  
5. Ir. Nirwani, Msi  
6. Retno Ayu K, S.Pi., M.Sc  
7. Dr. Aristi Dian P.F., S.Pi., M.Si  
8. Dr. Ir. Diah Permata W., M.Sc  
9. Ir. Retno Hartati, M.Sc  
10. Dr. Muhammad Helmi, S.Si., M.Si
- Reviewer : 1. Dr. Agus Trianto, ST., M.Sc  
2. Dr. Denny Nugroho, ST, M.Si  
3. Sigit Febrianto, S.Kel., M.Si  
4. Lukita P., STP, M.Sc  
5. Ir. Ria Azizah, M.Si  
6. Lilik Maslukah, ST., M.Si  
7. Ir. Siti Rudiyantri, M.Si  
8. Ir. Sri Redjeki, M.Si  
9. Ir. Ken Suwartimah, M.Si  
10. Bogi Budi J., S.Pi., M.Si  
11. A. Harjuno Condro, S.Pi, M.Si
- Desain sampul : Kukuh Eko Prihantoko, S.Pi., M.Si  
Layout dan tata letak : Divta Pratama Yudistira  
Alamat redaksi : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275  
Telpn/ Fax: 024 7474698



## DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
SUSUNAN PANITIA SEMINAR .....	iii
DEWAN REDAKSI.....	iv
DAFTAR ISI .....	v

### Aplikasi IPTEK Perikanan dan Kelautan dalam Pengelolaan dan Pemanfaatan Sumberdaya Wilayah Pesisir, Laut dan Pulau-pulau Kecil (Pemanfaatan Sumberdaya Perairan)

1. Research About Stock Condition of Skipjack Tuna ( <i>Katsuwonus pelamis</i> ) in Gulf of Bone South Sulawesi, Indonesia .....	1
2. Keberhasilan Usaha Pemberdayaan Ekonomi Kelompok Perajin Batik Mangrove dalam Perbaikan Mutu dan Peningkatan Hasil Produksi di Mangkang Wetan, Semarang .....	15
3. Pengelolaan Perikanan Cakalang Berkelanjutan Melalui Studi Optimalisasi dan Pendekatan Bioekonomi di Kota Kendari .....	22
4. Kajian Pengembangan Desa Pantai Mekar, Kecamatan Muara Gembong, Kabupaten Bekasi sebagai Kampung Wisata Bahari .....	33
5. Kajian Valuasi Ekonomi Hutan Mangrove di Desa Pantai Mekar, Kecamatan Muara Gembong, Kabupaten Bekasi.....	47
6. Studi Pemetaan Aset Nelayan di Desa Pantai Mekar, Kecamatan Muara Gembong, Kabupaten Bekasi .....	55
7. Hubungan Antara Daerah Penangkapan Rajungan ( <i>Portunus pelagicus</i> ) dengan Parameter Oseanografi di Perairan Tegal, Jawa Tengah .....	67
8. Komposisi Jenis Hiu dan Distribusi Titik Penangkapannya di Perairan Pesisir Cilacap, Jawa Tengah.....	82
9. Analisis Pengembangan Fasilitas Pelabuhan yang Berwawasan Lingkungan ( <i>Ecoport</i> ) di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Pengembangan, Jembrana Bali.....	93
10. Anallisis Kepuasan Pengguna Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Pengembangan, Jembrana Bali .....	110
11. Effect of Different Soaking Time in Coconut Shell Liquid Smoke to The Profile of Lipids Cats Fish ( <i>Clarias batrachus</i> ) Smoke.....	124



## Rehabilitasi Ekosistem: Mangrove, Terumbu Karang dan Padang Lamun

1. Pola Pertumbuhan, Respon Osmotik dan Tingkat Kematangan Gonad Kerang *Polymesoda erosa* di Perairan Teluk Youtefa Jayapura Papua ..... 135
2. Pemetaan Pola Sebaran *Sand Dollar* dengan Menggunakan Citra Satelit Landsat di Pulau Menjangan Besar, Taman Nasional Karimun Jawa ..... 147
3. Kelimpahan dan Pola Sebaran *Echinodermata* di Pulau Karimunjawa, Jepara ..... 159
4. Struktur Komunitas Teripang (*Holothiroidea*) di Perairan Pulau Karimunjawa, Taman Nasioanl Karimunjawa, Jepara ..... 173

## Bencana Wilayah Pesisir, Laut dan Pulau-pulau Kecil: Ilmu Bencana dan Dampak Bencana

1. Kontribusi Nutrien N dan P dari Sungai Serang dan Wisu ke Perairan Jepara ..... 183
2. Kelimpahan, Keanekaragaman dan Tingkat Kerja Osmotik Larva Ikan pada Perairan Bervegetasi Lamun dan atau Rumput Laut di Perairan Pantai Jepara ..... 192
3. Pengaruh Fenomena Monsun, El Nino Southern Oscillation (ENSO) dan Indian Ocean Dipole (IOD) Terhadap Anomali Tinggi Muka Laut di Utara dan Selatan Pulau Jawa..... 205
4. Penilaian Pengkayaan Logam Timbal (Pb) dan Tingkat Kontaminasi Air Ballast di Perairan Tanjung Api-api, Sumatera Selatan ..... 218
5. KajianPotensi Energi Arus Laut di Selat Toyapakeh, Nusa Penida Bali ..... 225
6. Bioakumulasi Logam Berat Timpal pada Berbagai Ukuran Kerang *Corbicula javanica* di Sungai Maros ..... 235
7. Analisis Data Ekstrim Tinggi Gelombang di Perairan Utara Semarang Menggunakan *Generalized Pareto Distttribution* ..... 243
8. Kajian Karakteristik Arus Laut di Kepulauan Karimunjawa, Jepara ..... 254
9. Cu dan Pb dalam Ikan Juaro (*Pangasius polyuronodon*) dan Sembilang (*Paraplotosus albilabris*) yang Tertangkap di Sungai Musi Bagian Hilir, Sumatera Selatan..... 264
10. Kajian Perubahan Spasial Delta Wulan Demak dalam Pengelolaan Berkelanjutan Wilayah Pesisir..... 271
11. Biokonsentrasi Logam Plumbum (Pb) pada Berbagai Ukuran Panjang Cangkang Kerang Hijau (*Perna viridis*) dari Perairan Teluk Semarang..... 277



12. Hubungan Kandungan Bahan Organik Sedimen dengan Kelimpahan <i>Sand Dollar</i> di Pulau Cemara Kecil Karimunjawa, Jepara .....	287
13. Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) dalam Air, Sedimen, dan Jaringan Lunak Kerang Hijau ( <i>Perna viridis</i> ) di Perairan Sayung, Kabupaten Demak.....	301
<b>Bioteknologi Kelautan: Bioremediasi, Pangan, Obat-obatan .....</b>	
1. Pengaruh Lama Perendaman Kerang Hijau ( <i>Perna viridis</i> ) dalam Larutan Nanas ( <i>Ananas comosus</i> ) Terhadap Penurunan Kadar Logam Timbal (Pb) .....	312
2. Biodiesel dari Hasil Samping Industri Pengalengan dan Penepungan Ikan Lemuru di Muncar .....	328
3. Peningkatan Peran Wanita Pesisir pada Industri Garam Rebus .....	339
4. Pengaruh Konsentrasi Enzim Bromelin pada Kualitas Hidrolisat Protein Tinta Cumi-cumi ( <i>Loligo sp.</i> ) Kering.....	344
5. Efek Enzim Fitase pada Pakan Buatan Terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan Laju Pertumbuhan Relatif dan Kelulushidupan Ikan Mas ( <i>Cyprinus carpio</i> ).....	358
6. Substitusi Silase Tepung Bulu Ayam dalam Pakan Buatan Terhadap Laju Pertumbuhan Relatif, Pemanfaatan Pakan dan Kelulushidupan Benih Ikan Nila Larasati ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) .....	372
7. Stabilitas Ekstrak Pigmen Lamun Laut ( <i>Enhalus acoroides</i> ) dari Perairan Teluk Awur Jepara Terhadap Suhu dan Lama Penyimpanan.....	384
8. Penggunaan Kitosan pada Tali Agel sebagai Bahan Alat Penangkapan Ikan Ramah Lingkungan .....	401
9. Kualitas Dendeng Asap Ikan Tongkol ( <i>Euthynnus sp.</i> ), Tunul ( <i>Sphyrna sp.</i> ) dan Lele ( <i>Clarias sp.</i> ) dengan Metode Pengeringan <i>Cabinet Dryer</i> .....	408
<b>Aplikasi IPTEK Perikanan dan Kelautan dalam Pengelolaan dan Pemanfaatan Sumberdaya Wilayah Pesisir, Laut dan Pulau-pulau Kecil (Manajemen Sumberdaya Perairan)</b>	
1. Studi Karakteristik Sarang Semi Alami Terhadap Daya Tetas Telur Penyu Hijau ( <i>Chelonia mydas</i> ) di Pantai Paloh Kalimantan Barat .....	422
2. Struktur Komunitas Rumput Laut di Pantai Krakal Bagian Barat Gunung Kidul, Yogyakarta .....	434
3. Potensi dan Aspek Biologi Ikan Nila ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) di Perairan Waduk Cacaban, Kabupaten Tegal.....	443



4. Morfometri Penyu yang Tertangkap secara <i>By Catch</i> di Perairan Paloh, Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat.....	452
5. Identifikasi Kawasan <i>Upwelling</i> Berdasarkan Variabilitas Klorofil-A, Suhu Permukaan Laut dan Angin Tahun 2003 – 2015 (Studi Kasus: Perairan Nusa Tenggara Timur).....	463
6. Hubungan Kelimpahan Fitoplankton dan Zooplankton di Perairan Pesisir Yapen Timur Kabupaten Kepulauan Yapen, Papua.....	482
7. Analisis Hubungan Kandungan Bahan Organik dengan Kelimpahan Gastropoda di Pantai Nongsa, Batam .....	495
8. Studi Morfometri Ikan Hiu Tikusan ( <i>Alopias pelagicus</i> Nakamura, 1935) Berdasarkan Hasil Tangkapan di Pelabuhan Perikanan Samudera Cilacap, Jawa Tengah.....	503
9. Variabilitas Parameter Lingkungan (Suhu, Nutrien, Klorofil-A, TSS) di Perairan Teluk Tolo, Sulawesi Tengah saat Musim Timur.....	515
10. Keanekaragaman Sumberdaya Teripang di Perairan Pulau Nyamuk Kepulauan Karimunjawa .....	529
11. Keanekaragaman Parasit pada Kerang Hijau ( <i>Perna viridis</i> ) di Perairan PPP Morodemak, Kabupaten Demak .....	536
12. Model Pengelolaan Wilayah Pesisir Berbasis Ekoregion di Kabupaten Pemalang Provinsi Jawa Tengah .....	547
13. Ektoparasit Kepiting Bakau ( <i>Scylla serrata</i> ) dari Perairan Desa Wonosari, Kabupten Kendal.....	554
14. Analisis Sebaran Suhu Permukaan Laut, Klorofil-A dan Angin Terhadap Fenomena <i>Upwelling</i> di perairan Pulau Buru dan Seram...	566
15. Pengaruh Pergerakan Zona Konvergen di Equatorial Pasifik Barat Terhadap Jumlah Tangkapan Skipjack Tuna ( <i>Katsuwonus pelamis</i> ) Perairan Utara Papua – Maluku.....	584
16. Pemetaan Kandungan Nitrat dan Fosfat pada Polip Karang di Kepulauan Karimunjawa .....	594
17. Hubungan Kandungan Bahan Organik dengan Distribusi dan Keanekaragaman Gastropoda pada Ekosistem Mangrove di Desa Pasar Banggi Kabupaten Rembang.....	601

**Aplikasi IPTEK Perikanan dan Kelautan dalam Pengelolaan dan Pemanfaatan Sumberdaya Wilayah Pesisir, Laut dan Pulau-pulau Kecil (Budidaya Perairan)**

1. Pengaruh Suplementasi <i>Lactobacillus</i> sp. pada Pakan Buatan Terhadap Aktivitas Enzim Pencernaan Larva Ikan Bandeng ( <i>Chanos chanos</i> Forskal).....	611
2. Inovasi Budidaya Polikultur Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> ) dan Ikan Koi ( <i>Cyprinus carpio</i> ) di Desa Bangsri, Kabupaten Brebes: Tantangan dan Alternatif Solusi.....	621



3. Pertumbuhan dan Kebiasaan Makan Gelondongan Bandeng ( <i>Chanos chanos</i> Forskal) Selama Proses Kultivasi di Tambak Bandeng Desa Wonorejo Kabupaten Kendal .....	630
4. Analisis Faktor Risiko yang Mempengaruhi Serangan <i>Infectious Myonecrosis Virus</i> (IMNV) pada Budidaya Udang Vannamei ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) secara Intensif di Kabupaten Kendal .....	640
5. Respon Histo-Biologis Pakan PST Terhadap Pencernaan dan Otak Ikan Kerapu Hibrid ( <i>Epinephelus fuscoguttatus</i> x <i>Epinephelus polyphekadon</i> ).....	650
6. Pengaruh Pemberian Pakan <i>Daphnia</i> sp. Hasil Kultur Massal Menggunakan Limbah Organik Terfermentasi untuk Pertumbuhan dan Kelulushidupan ikan Koi ( <i>Carassius auratus</i> ).....	658
7. Pengaruh Aplikasi Pupuk NPK dengan Dosis Berbeda Terhadap Pertumbuhan <i>Gracilaria</i> sp. ....	668
8. Pengaruh Vitamin C dan <i>Highly Unsaturated Fatty Acids</i> (HUFA) dalam Pakan Buatan Terhadap Tingkat Konsumsi Pakan dan Pertumbuhan Ikan Patin ( <i>Pangasius hypophthalmus</i> ) .....	677
9. Pengaruh Perbedaan Salinitas Media Kultur Terhadap Performa Pertumbuhan <i>Oithona</i> sp. ....	690
10. Mitigasi Sedimentasi Saluran Pertambakan Ikan dan Udang dengan Sedimen Emulsifier di Wilayah Kecamatan Margoyoso, Pati .....	700
11. Performa Pertumbuhan <i>Oithona</i> sp. pada Kultur Massal dengan Pemberian Kombinasi Pakan Sel Fitoplankton dan Organik yang Difermentasi.....	706
12. Respon Osmotik dan Pertumbuhan Juvenil Abalon <i>Haliotis asinina</i> pada Salinitas Media Berbeda.....	716
13. Pengaruh Pemuasaan yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Nila ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) .....	728



**Bencana Wilayah Pesisir, Laut dan Pulau-  
pulau Kecil: Ilmu Bencana dan Dampak  
Bencana**



## PENGARUH FENOMENA MONSUN, EL NIÑO SOUTHERN OSCILLATION (ENSO) DAN INDIAN OCEAN DIPOLE (IOD) TERHADAP ANOMALI TINGGI MUKA LAUT DI UTARA DAN SELATAN PULAU JAWA

Ahmad Fadlan<sup>1,4</sup>, Denny Nugoroho Sugianto<sup>2,3</sup>, Kunarso<sup>2,3</sup>, Muhammad Zainuri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Jl. Prof. Soedarto, SH. UNDIP, Tembalang, Semarang, 50275, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Jl. Prof. Soedarto, SH. UNDIP, Tembalang, Semarang, 50275, Indonesia

<sup>3</sup>Pusat Kajian Mitigasi dan Rehabilitasi Bencana Pesisir, Universitas Diponegoro. Jl. Prof. Soedarto, SH. UNDIP, Tembalang, Semarang, 50275, Indonesia

<sup>4</sup>Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Jl. Angkasa I No. 2, Kemayoran, Jakarta 10610, Indonesia  
Email: afadlan0@gmail.com

### ABSTRAK

Akibat dari lokasinya yang berada di antara dua benua dan dua samudera menjadikan perairan utara dan selatan Jawa sangat rentan terhadap pengaruh fenomena-fenomena atmosfer seperti monsun, *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD). Selain mempengaruhi kondisi atmosfer, fenomena ini juga mempengaruhi parameter oseanografi. Salah satu parameter oseanografi yang banyak menjadi perhatian para peneliti terkait dampaknya terhadap kerentanan pesisir di Pulau Jawa adalah perubahan tinggi muka laut (TML). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh fenomena monsun, ENSO dan IOD terhadap perubahan TML di perairan utara dan selatan Jawa. Metode yang digunakan adalah analisis spasial pada setiap fenomena terkait berlangsung dengan menggunakan data anomali TML hasil pengamatan satelit altimetri selama 23 tahun dari tahun 1993-2015. Selain itu juga dilakukan uji korelasi pada setiap fenomena terhadap anomali TML untuk mengetahui wilayah mana saja yang dipengaruhi oleh fenomena-fenomena tersebut. Hasil rata-rata bulanan selama 23 tahun memperlihatkan pengaruh monsun terhadap anomali TML dimana pada saat monsun baratan anomali TML umumnya bernilai positif di wilayah selatan dan bernilai negatif di utara Jawa serta begitupun sebaliknya pada saat monsun timuran. Perubahan TML yang terjadi akibat aktivitas monsun umumnya berkisar antara -0.15 m hingga 0.17 m. Adapun pada saat terjadi fenomena El Niño dan IOD+, TML di wilayah perairan Jawa mengalami penurunan hingga mencapai -0.35 m. Pada saat La Niña dan IOD- berlangsung terjadi kenaikan anomali TML hingga mencapai +0.4 m khususnya di perairan selatan Jawa. Faktor utama yang berperan dalam perubahan tinggi muka laut di perairan utara dan selatan Jawa adalah perpindahan massa air permukaan akibat fenomena ENSO dan IOD.

**Kata Kunci:** Perairan utara dan selatan Jawa, Anomali tinggi muka laut, Monsun, ENSO, IOD.

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki kawasan kepulauan yang sangat unik dan tidak memiliki kesamaan dengan kawasan lain di dunia. Selain berada di kawasan tropis, kawasan ini juga berada di antara dua samudera dan dua benua yang menjadikannya sebagai pusat dari aktivitas sirkulasi atmosfer dan sirkulasi laut global (Aldrian, 2008). Kondisi ini sangat berperan dalam mempengaruhi dinamika oseanografi di wilayah perairan Indonesia.



Salah satu dari parameter oseanografi yang cukup banyak diteliti terkait dengan dinamika fisis yang terjadi di sebuah kawasan perairan yaitu anomali tinggi muka laut. Anomali tinggi muka laut adalah besarnya penyimpangan yang terjadi terhadap kondisi rata-rata tinggi muka laut. Tinggi muka laut (TML) yang dikenal dengan istilah *sea surface height* (SSH) adalah jarak antara permukaan laut dengan referensi *elipsoid* bumi (Marpaung dan Harsanugraha, 2014). Perubahan TML pada saat ini banyak dikaitkan dengan adanya fenomena pemanasan global (Gregory, 2008) yang menyebabkan melelehnya volume es yang ada di daerah kutub sehingga meningkatkan TML pada suatu perairan (Unnikrishnan and Shankar, 2007). Selain fenomena pemanasan global, variabilitas perubahan TML juga dipengaruhi oleh fenomena *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) (Sofian dan Antonius, 2008; Sofian, 2007) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) (Antomy *et al.*, 2014).

Fenomena ENSO yang didalamnya termasuk fenomena El Niño dan La Niña merupakan fenomena yang terbentuk akibat adanya anomali suhu permukaan laut di wilayah Samudera Pasifik Ekuator. Sedangkan fenomena IOD merupakan fenomena yang terjadi di Samudera Hindia akibat adanya perbedaan anomali suhu permukaan laut antara wilayah Samudera Hindia bagian Barat dan wilayah Samudera Hindia bagian Timur.

Untuk mengetahui karakteristik TML dibutuhkan dukungan oleh ketersediaan data yang memadai secara temporal maupun spasial dari parameter-parameter oseanografi khususnya data TML yang diperlukan dalam penelitian. Kehadiran teknologi satelit altimetri menjadi solusi yang tepat dalam memenuhi kebutuhan data-data oseanografi khususnya data TML baik yang bersifat global maupun regional (Handoko, 2004). Satelit altimetri ini merupakan wahana satelit yang dikhususkan untuk memonitor dinamika lautan.

Perairan utara Pulau Jawa dan perairan selatan Pulau Jawa memiliki dinamika atmosfer dan lautan yang dipengaruhi oleh beberapa fenomena atmosfer yang diantaranya adalah fenomena Monsun, ENSO dan IOD (Kunarso, *et al.*, 2011). Selain itu Pulau Jawa juga memiliki banyak kota-kota besar yang sebagian besar diantaranya terletak di wilayah pesisir baik di sebelah utara maupun di sebelah selatan. Kondisi ini membuat kota-kota tersebut cukup rentan terhadap perubahan yang terjadi pada TML. Perubahan ini pada umumnya sangat berdampak pada wilayah yang berhadapan langsung dengan pesisir seperti pada kota-kota besar di utara dan selatan pesisir Jawa yang memiliki masalah dengan fenomena banjir pasang atau rob. Berdasarkan kondisi tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah ingin mengetahui seberapa besar pengaruh fenomena-fenomena



Monsun, ENSO dan IOD terhadap variabilitas tinggi muka laut di perairan utara dan selatan Jawa berdasarkan anomalnya.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode analisis spasial dan analisis deret waktu. Pada analisis spasial dilakukan pemetaan terkait kondisi anomali TML pada saat fenomena Monsun, ENSO dan IOD berlangsung. Analisis ini bertujuan dalam menampilkan sebaran anomali tinggi permukaan laut dan dapat digunakan dalam melihat karakteristik TML di wilayah tersebut. Analisis deret waktu adalah analisis yang berdasarkan pada asumsi bahwa nilai-nilai yang berurutan pada data yang diambil pada pengukuran dengan selang waktu yang sama. Salah satu penggunaan analisis deret waktu adalah untuk mengamati fenomena yang ada seperti variabilitas musiman dan fenomena lainnya. Metodologi penelitian yang dipaparkan diatas dibagi dalam beberapa tahapan sebagai berikut.

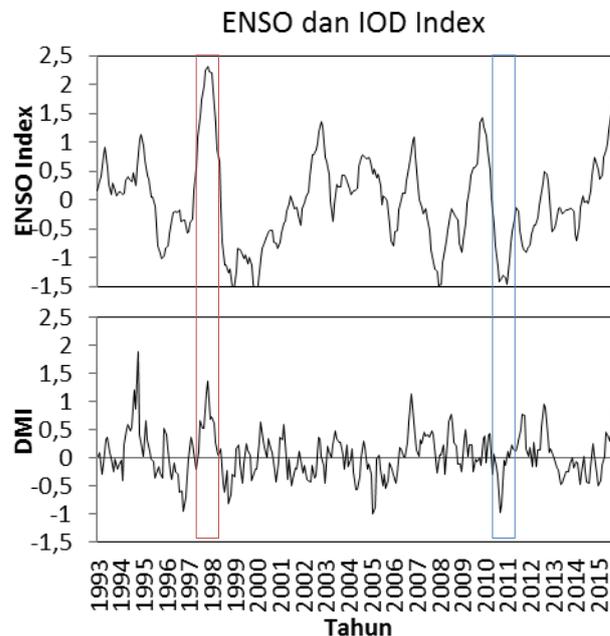
### Pengumpulan Data

Data utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah data anomali tinggi muka laut yang bersumber dari satelit altimetri. Data satelit yang digunakan merupakan data multi-misi satelit dari tahun 1993-2015 (23 tahun) yang tersedia di situs AVISO (<ftp://ftp.avisio.altimetry.fr/global/delayedtime/grids/climatology/monthlymean/>). Data ini berupa data grid anomali TML dengan resolusi  $1/4^{\circ} \times 1/4^{\circ}$ . Penggunaan satelit dalam penelitian ini dikarenakan ketersediaan data pengamatan yang cukup panjang tidak tersedia untuk dapat mengamati kejadian pada masa lampau. Selain itu penelitian Fu, *et al.*, (2003) menjelaskan bahwa dengan mengkombinasikan empat satelit altimetri akan menghasilkan pengukuran topografi permukaan laut dengan akurasi yang sangat tinggi sedangkan pada penelitian ini digunakan penggabungan dari semua misi satelit yang pernah berjalan. Dengan demikian penggunaan data satelit altimetri dapat mempresentasikan perubahan tinggi muka laut pada kondisi sebenarnya.

Data anomali suhu permukaan laut (SPL) pada wilayah NINO 3.4 ( $120^{\circ} \text{W} - 170^{\circ} \text{W}$ ,  $5^{\circ} \text{N} - 5^{\circ} \text{S}$ ) didapatkan dari [cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/](http://cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/). Data ini digunakan untuk mengetahui waktu fenomena ENSO terjadi. Jika anomali SPL bernilai positif maka fenomena yang terjadi adalah El Niño dan sebaliknya jika anomali SPL bernilai negatif maka fenomena yang terjadi adalah La Niña. Data Dipole Mode Index (DMI) yang digunakan untuk mengetahui kejadian IOD didapatkan dari [extreme.kishou.go.jp/itacs5/](http://extreme.kishou.go.jp/itacs5/) (ITACS 5). Data DMI merupakan hasil selisih antara anomali SPL di wilayah barat



Samudera Hindia ( $10^{\circ}\text{N} - 10^{\circ}\text{S}$ ,  $50^{\circ}\text{E} - 70^{\circ}\text{E}$ ) dengan wilayah timur Samudera Hindia ( $0^{\circ} - 10^{\circ}\text{S}$ ,  $90^{\circ}\text{E} - 110^{\circ}\text{E}$ ).



Gambar 1. Index ENSO dan IOD tahun 1993-2015

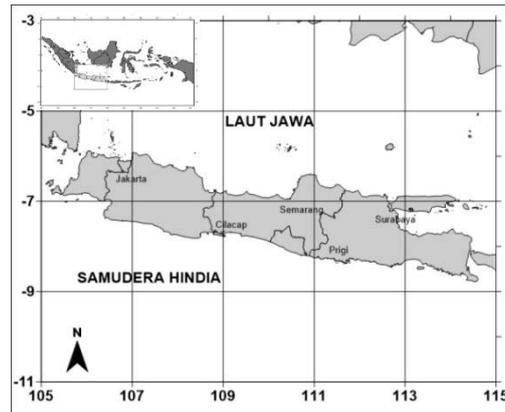
Berdasarkan grafik indeks ENSO dan IOD pada gambar 1, pada penelitian ini diambil 2 kasus kejadian meliputi:

1. El Niño – IOD (+) pada tahun 1997-1998
2. La Niña – IOD (-) pada tahun 2010-2011

Alasan pengambilan periode kajian pada tahun tersebut karena pada periode tersebut terdapat kejadian fenomena-fenomena ENSO dan IOD dengan intensitas yang kuat jika dilihat dari nilai indeksnya dan tahun-tahun yang lain.

Adapun untuk mengetahui kejadian monsun dilakukan perataan angin permukaan (10 meter) bulanan selama 23 tahun (1995-2015) dengan menggunakan data komponen angin permukaan U (timur-barat) dan V (utara-selatan) yang bersumber dari *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)* <http://apps.ecmwf.int/datasets/data/>. Hasil rata-rata angin bulanan ini nantinya *overlay* dengan hasil rata-rata anomali TML bulanan selama 23 tahun.

Wilayah penelitian yang akan diteliti merupakan wilayah perairan utara dan selatan Pulau Jawa dengan kordinat  $\pm 3^{\circ} - 11^{\circ} \text{S}$  and  $105^{\circ} - 115^{\circ} \text{E}$ .



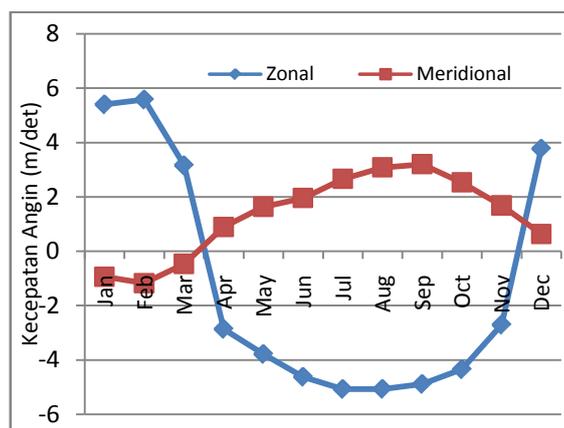
Gambar 2. Lokasi Penelitian di perairan utara dan selatan Pulau Jawa

Pemilihan lokasi penelitian ini dikarenakan wilayah pulau Jawa berada di tengah-tengah wilayah Indonesia dan berbatasan langsung Samudera Hindia sehingga masih dipengaruhi oleh fenomena ENSO yang terjadi di Samudera Pasifik dan fenomena IOD di Samudera Hindia. Selain itu, pesisir Pulau Jawa pada umumnya merupakan kota-kota besar yang memiliki pembangunan di wilayah pesisir yang cukup tinggi sehingga sangat dipengaruhi oleh perubahan kondisi fisik lautan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

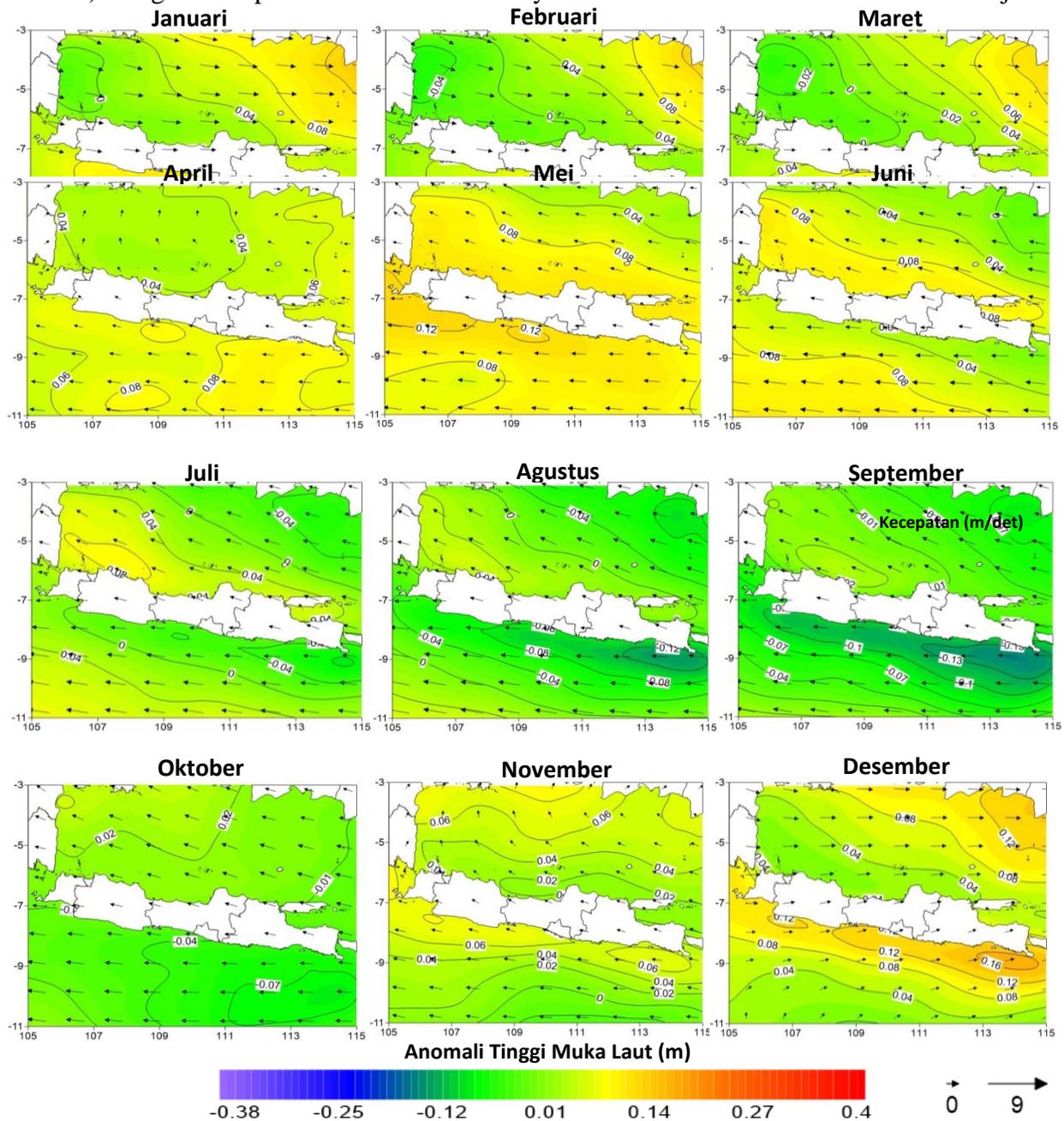
### Fenomena Monsun terhadap anomali tinggi muka laut

Fenomena Monsun di wilayah penelitian yakni di perairan utara dan selatan Jawa dapat diketahui berdasarkan komponen angin yang menggambarkan profil arah angin di wilayah tersebut. Adapun kondisi angin di wilayah penelitian selama 23 tahun (1993-2015) terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Komponen angin zonal dan meridional di wilayah penelitian selama 23 tahun (1993-2015)

Pada wilayah penelitian, angin zonal umumnya lebih dominan dari pada angin meridional dan masing-masing memiliki pola unimodial. Pola angin zonal dari bulan Desember sampai bulan Maret adalah *westerly* (angin baratan) dengan kecepatan rata-rata terbesar yaitu 5.58 m/det dan berbalik arah menjadi *easterly* (angin timuran) pada bulan April hingga bulan November dengan kecepatan rata-rata terbesar yaitu 5.07 m/det. Pola angin meridional pada bulan Januari hingga bulan Maret umumnya adalah *northerly* (dari utara) dengan kecepatan rata-rata terbesar yaitu 1.18 m/det dan berbalik arah menjadi



Gambar 4. Rata-rata anomali tinggi muka laut dan dan rata-rata angin permukaan di perairan utara dan selatan Jawa selama 23 tahun (1993-2015)

Berdasarkan kondisi angin pada wilayah penelitian tersebut dapat diketahui bahwa monsun Asia terjadi pada bulan Desember hingga bulan Maret sedangkan monsun Australia terjadi pada bulan April hingga November. Adapun transisi perubahan arah angin terjadi pada bulan April dan November.

Terkait dengan pengaruhnya terhadap anomali tinggi muka laut, maka dilakukan pemetaan antara rata-rata angin bulanan dan rata-rata anomali tinggi muka laut yang tertera pada Gambar 3. Berdasarkan hasil pengolahan tersebut, diperoleh hasil analisa yang menjelaskan bahwa rata-rata anomali tinggi muka laut bulanan di perairan utara dan selatan Jawa selama 23 tahun berkisar antara -0.15 hingga 0.17 m.

Hasil serupa terkait anomali tinggi muka laut di wilayah perairan utara dan selatan Pulau Jawa juga telah di paparkan oleh Marpaung dan Harsanugraha (2014). Penelitian tersebut memiliki hasil yang tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian ini, akan tetapi terdapat perbedaan pada peta spasial dimana hasil penelitian sebelumnya mendapatkan nilai anomali terbesar terjadi pada bulan Mei sedangkan pada penelitian ini, nilai anomali tertinggi terjadi pada bulan Januari yakni mencapai 0.17 m. Perbedaan ini muncul dikarenakan penggunaan data anomali tinggi muka laut pada penelitian sebelumnya hanya menggunakan data pada tahun 1993 hingga 2008.

Pengaruh angin terhadap kondisi laut tidak lepas dari fenomena transport Ekman. Berdasarkan teori Ekman, angin yang bergerak dari utara di pantai bagian selatan di wilayah bumi bagian selatan (*Southern Hemisphere*) akan menyebabkan fenomena *downwelling* di wilayah pantai yang dilaluinya, sedangkan angin yang bergerak dari selatan akan menyebabkan fenomena *upwelling*. Sebaliknya, pada pantai bagian utara akan mengalami *upwelling* saat angin bergerak dari utara dan *downwelling* pada saat angin bergerak dari selatan. Hadi (2010), dalam bukunya juga menjelaskan bahwa di perairan selatan Jawa *upwelling* terbentuk saat monsun tenggara dan *downwelling* terbentuk saat monsun barat laut.

Fenomena *upwelling* dan *downwelling* secara langsung akan mempengaruhi tinggi muka laut pada suatu wilayah. Pada saat *upwelling*, terjadi kekosongan massa air di daerah pantai sehingga mengakibatkan tinggi muka lautnya akan beranomali negatif, sedangkan pada saat *downwelling* terjadi penumpukan massa air di sekitar pantai yang membuat tinggi muka lautnya beranomali positif

Pada bulan-bulan angin barat laut (monsun Asia) yakni Desember hingga Maret pada umumnya angin bertiup dari barat laut yang membuat wilayah pantai selatan Jawa mengalami *downwelling*, sedangkan di utara pulau Jawa mengalami *upwelling*. Yoga, et



al(2014) menyebutkan pada musim baratan fenomena *downwelling* terfokus pada wilayah selatan Jawa Timur dan Tubalawony (2008) juga menambahkan bahwa mekanisme *downwelling* paling besar terjadi di selatan Jawa Tengah hingga perairan selatan Jawa Timur. Hal ini mengakibatkan anomali tinggi muka laut di wilayah tersebut lebih tinggi dibandingkan wilayah pantai selatan lainnya dengan rata-rata anomali tertinggi mencapai 0.17 m pada bulan Januari. Adapun pada pada perairan utara Pulau Jawa, terjadi mekanisme *upwelling* yang menyebabkan anomali tinggi muka lautnya cenderung lebih rendah

Pada bulan-bulan angin tenggara (monsun Australia) yakni Juni hingga Oktober pada umumnya angin bertiup dari tenggara yang membuat wilayah pantai selatan Jawa mengalami *upwelling* dan pantai utara mengalami *downwelling*. Berdasarkan penelitian Yoga, *et al.*, (2014) dan Purba (2007), dari karakteristik fisik dan biologi yang diteliti, ditemukan indikasi fenomena *upwelling* juga terfokus di selatan Jawa Timur dibandingkan wilayah pantai selatan lainnya. Hasil serupa juga dijelaskan oleh Kunarso *et al.*, (2011) dan Susanto *et al.*, (2001) yang menyatakan pada bulan Juni hingga Agustus dimana intensitas angin monsun tenggara sangat tinggi mengakibatkan intensitas *upwelling* akan semakin menguat seiring bertambahnya bulan. Hal ini yang mengakibatkan pada musim tenggara, anomali tinggi muka laut di wilayah Selatan Jawa cenderung lebih rendah di wilayah pantai Selatan Jawa Timur dengan anomali terendah mencapai -0.15 m pada bulan September.

Pada musim transisi baik transisi monsun barat laut ke tenggara (peralihan I) pada bulan April dan Mei serta pada transisi musim tenggara ke barat laut pada bulan November (peralihan II), kondisi arah dan kecepatan angin tidak dominan dan sekuat pada saat musim tenggara dan barat laut. Hal ini mengakibatkan mekanisme *upwelling* dan *downwelling* menjadi tidak merata sehingga perubahan tinggi muka laut secara spasial menjadi sama antara semua wilayah baik perairan utara maupun selatan Pulau Jawa.

### **Fenomena El Niño dan IOD+ terhadap anomali tinggi muka laut.**

Pada tahun 1997-1998 diketahui telah terjadi fenomena El Niño kuat yang bersamaan dengan terjadinya IOD+ kuat. Kondisi ini membuat beberapa wilayah di Indonesia mengalami musibah kekeringan. Selain berdampak pada wilayah daratan, fenomena ini juga berdampak pada kondisi perairan seperti pada perubahan tinggi muka laut. Berdasarkan hasil pengolahan anomali tinggi muka laut di tahun terjadinya fenomena El Niño yang bersamaan dengan dengan terjadinya IOD+ ditemukan bahwa pada wilayah penelitian terjadi penurunan anomali tinggi muka laut yang cukup signifikan. Hampir

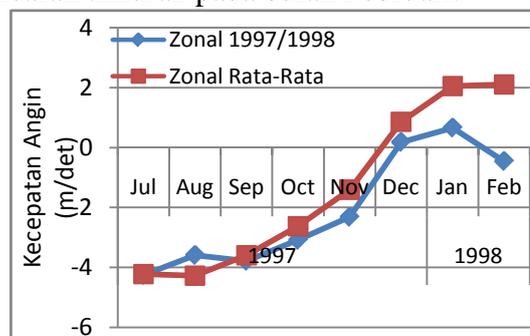


diseluruh wilayah penelitian anomalnya bernilai negatif. Penurunan anomali tinggi muka laut yang paling signifikan terjadi di sepanjang wilayah selatan pulau Jawa. Penurunan anomali tinggi muka laut mulai terjadi pada bulan Juli 1997 hingga Februari 1998 dimana kondisi ini sama dengan lamanya fenomena El Niño dan IOD+ berlangsung.

Berdasarkan Gambar 5 diketahui bahwa pada saat fenomena El Niño dan IOD+ berlangsung penurunan anomali tinggi muka laut berkisar antara -0.01 m hingga -0.35 m. Anomali terendah terjadi di wilayah selatan Jawa Timur dengan nilai anomali mencapai -0.35 m. Jika dikaitkan antara kondisi anomali tinggi muka laut pada saat fenomena El Niño dan IOD+ dengan kondisi rata-rata anomalnya ditemukan hal yang menarik yaitu pada bulan Desember dan Januari tahun 1997/1998. Secara umum anomali rata-rata tinggi muka laut selama 23 tahun bernilai positif hingga 0.17 m pada bulan Desember dan Januari sedangkan pada tahun 1997/1998 anomali tinggi muka laut umumnya berikisar antara -0.1 m hingga -0.16 m. Kondisi ini memperlihatkan begitu kuatnya dampak yang ditimbulkan dari fenomena El Niño dan IOD+ pada tahun 1997/1998.

Penurunan anomali tinggi muka laut pada saat El Niño dan IOD+ ini terjadi karena adanya kekosongan massa air di sekitar permukaan perairan akibat perpindahan massa air di perairan Indonesia ke setaip sisi Samudera Hindia Barat dan Samudera Pasifik Timur.

Hal ini juga yang mengakibatkan intensitas *upwelling* menjadi meingkat. Amir, *et al*, (2013) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa pada tahun 1997 merupakan fase El Niño yang kuat sehingga massa air *upwelling* masih terlihat pada bulan Desember hingga bulan Februari tahun 1998. Peningkatan intensitas *upwelling* pada saat fenomena El Niño dan IOD+ tahun 1997/1998 disebabkan karena adanya penguatan angin timuran dan pelemahan angin baratan. Berdasarkan Gambar 6, terlihat Pada bulan September hingga November 1997 terjadi peningkatan kecepatan angin zonal dari arah timuran dan pada bulan Desember 1997 hingga Februari 1998 terjadi pelemahan angin zonal baratan dan cenderung kembali kearah timuran pada bulan Februari.



Gambar 6. Rata-rata bulanan angin zonal pada tahun 1997 dan 1998 terkait fenomena El Niño dan IOD+ di wilayah perairan utara dan selatan Pulau Jawa.

Kunarso *et al.*, (2011) menjelaskan bahwa luasan fenomena upwelling ditentukan oleh peningkatan kecepatan angin. Semakin meningkatnya kecepatan angin timuran yang intensif akan meningkatkan intensitas *upwelling* yang berevolusi umumnya dari selatan Bali ke arah barat. Hal ini juga yang menjelaskan penurunan anomali semakin lebih intensif ke arah barat Sumatera seiring bergantinya bulan di tahun 1998.

### **Fenomena La Niña dan IOD- terhadap anomali tinggi muka laut.**

Pada tahun 2010/2011 juga diketahui telah terjadi fenomena La Niña yang bersamaan juga dengan terjadinya IOD-. Fenomena ini berlangsung hampir sama dengan fenomena sebelumnya yakni dari bulan Juli 2010 hingga Februari tahun 2011. Berbeda dengan fenomena El Niño dan IOD+ yang menyebabkan kekeringan di sebagian besar wilayah di Indonesia, fenomena La Niña dan IOD- umumnya dikaitkan dengan kejadian hujan lebat dan cuaca buruk lainnya yang menyebabkan banjir di sebagian besar wilayah di Indonesia. Demikian juga dengan kondisi perairannya, terjadi perbedaan antara fenomena sebelumnya dan fenomena La Niña dan IOD- khususnya pada kondisi anomali tinggi muka laut di perairan utara dan selatan pulau Jawa.

Berdasarkan hasil pengolahan data anomali tinggi muka laut di wilayah utara dan selatan Jawa didapatkan hasil berupa peningkatan anomali tinggi muka laut di hampir seluruh perairan baik bagian utara dan selatan pulau Jawa pada saat fenomena La Niña dan IOD+ berlangsung. Peningkatan tinggi muka laut mulai signifikan terjadi pada bulan Juli 2010 hingga februari 2011. Berdasarkan Gambar 7, pada bulan juli hingga September 2010, peningkatan anomali tinggi muka laut umumnya terfokus di utara pulau Jawa dan mulai terjadi peningkatan di selatan Jawa pada bulan Oktober 2010 hingga Februari 2011. Sedangkan Pada bulan Oktober 2010 hingga Januari 2011 terjadi peningkatan yang cukup signifikan diseluruh wilayah penelitian yakni di wilayah perairan bagian utara dan selatan

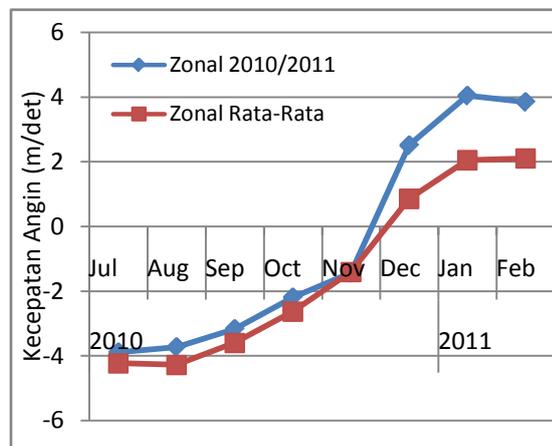
Peningkatan anomali tinggi muka laut di wilayah penelitian selama fenomena La Niña dan IOD- tahun 2010/2011 berlangsung berkisar antara 0.02 m hingga 0.4 m dengan Anomali tertinggi terjadi di wilayah selatan Jawa timur pada bulan Januari 2011 yang mencapai 0.4 m. adapun pada bagian utara pulau Jawa, anomali tertinggi mencapai 0.2 m di utara Jawa Timur. Sama halnya dengan pada tahun 1997/1998, pada tahun ini juga terdapat hal yang menarik untuk diketahui dimana pada saat fenomena La Niña dan IOD- berlangsung, hampir tidak ditemukan adanya anomali yang bernilai negatif. Padahal pada bulan Juli hingga Oktober jika dilihat dari kondisi rata-ratanya merupakan bulan-bulan yang mengindikasikan adanya penurunan tinggi muka laut akibat aktivitas monsun timuran. Umumnya pada bulan-bulan tersebut anomali dapat turun hingga -0.17 m



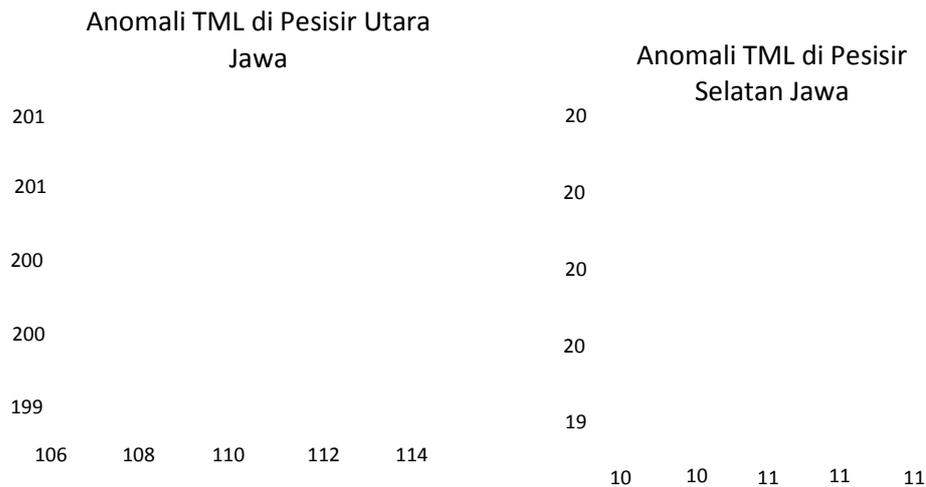
dibawah normal tinggi muka laut di wilayah selatan Pulau Jawa. Sedangkan pada tahun 2010, pada bulan Juli hingga Oktober, tinggi muka laut dapat mencapai 0.3 m.

Peningkatan anomali tinggi muka laut pada saat La Niña dan IOD- ini tidak lepas dari faktor penumpukan massa air yang berpindah dari samudera Hindia barat dan Pasifik Timur ke wilayah perairan Indonesia khususnya di wilayah utara dan selatan Jawa. Kondisi menyebabkan intensitas *downwelling* di perairan sekitar Pulau Jawa meningkat. Hasil penelitian Yoga, *et al* (2014) menjelaskan bahwa pada tahun 2010 terjadi fenomena penurunan massa air ke lapisan dalam (*downwelling*) yang lebih intensif dan dengan durasi yang lebih lama di perairan selatan Jawa.

Peningkatan intensitas *downwelling* di perairan utara dan selatan Jawa selain dikarenakan adanya penumpukan masa air akibat aktivitas La Niña dan IOD- di sebagian besar wilayah Indonesia, selain itu kondisi angin juga mendukung untuk meningkatkan intensitas tersebut. Berdasarkan kondisi angin zonal pada saat fenomena La Niña dan IOD- berlangsung, terjadi pelemahan angin timuran dari bulan Juli hingga November serta peningkatan angin baratan pada bulan Desember hingga Februari. Kondisi ini bertanggung jawab atas pelemahan *upwelling* di selatan Jawa dan meningkatkan intensitas *downwelling* di wilayah utara maupun selatan Jawa.



Gambar 8. Rata-rata bulanan angin zonal pada tahun 2010 dan 2011 terkait fenomena La Niña dan IOD- di wilayah perairan utara dan selatan Pulau Jawa



Gambar 9. Deret waktu anomali tinggi muka laut di pesisir utara dan selatan Pulau Jawa pada tahun 1993-2015.

Berdasarkan deret waktu variabilitas anomali tinggi muka laut di pesisir utara dan selatan Jawa diketahui bahwa peningkatan anomali tinggi muka laut di pesisir selatan Jawa umumnya lebih signifikan dibandingkan dengan pesisir utara Jawa. Selain itu, perubahan anomali tinggi muka laut bulanan umumnya mengikuti terjadinya fenomena-fenomena seperti IOD (IOD+ dan IOD-) dan ENSO (El Niño dan La Niña), hal ini dapat terlihat dari siklus peningkatan dan penurunan tinggi muka laut yang mengikuti waktu-waktu terjadinya fenomena tersebut. Dari beberapa kasus fenomena ENSO dan IOD yang terjadi selama 23 tahun, fenomena El Niño dan IOD+ pada tahun 1997/1998 merupakan anomali terendah yang pernah terjadi dan fenomena La Niña dan IOD- pada tahun 2010/2011 merupakan anomali tertinggi yang pernah terjadi dalam kurun tahun 1993-2015.

Terkait dampak yang dapat ditimbulkan, peningkatan tinggi muka laut akibat aktivitas La Niña dan IOD- lebih memiliki dampak yang signifikan bagi wilayah pesisir dibandingkan dengan penurunan tinggi muka laut pada saat El Niño dan IOD+. Hal ini disebabkan karena dengan adanya peningkatan tinggi muka laut yang cukup signifikan di wilayah pesisir baik di utara maupun di selatan pulau Jawa dapat memperkuat potensi terjadinya banjir pasang atau rob di wilayah pesisir pulau Jawa. Terlebih lagi jika pada bulan-bulan tersebut terjadi *spring tide* atau pasang maksimum dan ditambah dengan kondisi cuaca buruk yang sering terjadi pada saat La Niña dan IOD- berlangsung.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa anomali tinggi muka laut di utara dan selatan Jawa umumnya dipengaruhi oleh kondisi pola monsun dimana pada saat monsun baratan anomali tinggi muka laut dapat mencapai 0.17 m dan pada saat monsun timuran anomali tinggi muka laut dapat mencapai -0.15 m. Adapun pada saat fenomena El



Niño dan IOD+ tahun 1997/1998 anomali tinggi muka laut mengalami penurunan mencapai -0.35 m sedangkan pada saat fenomena La Niña dan IOD- tinggi muka laut mengalami peningkatan mencapai 0.4 m. selanjutnya, variabilitas rata-rata anomali tinggi muka laut bulanan selama 23 tahun cenderung berubah mengikuti aktivitas fenomena-fenomena iklim seperti ENSO yang mencakup El Niño dan La Niña serta IOD yang mencakup IOD+ dan IOD-, serta faktor utama yang berperan dalam perubahan tinggi muka laut adalah perpindahan massa air permukaan akibat fenomena ENSO dan IOD

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, E. 2008. *Meteorologi Laut Indonesia*. BMKG: Jakarta
- Amir, K., Manurung, D., Gaol, J. L., Baskoro, M. S. 2013. Karakteristik Suhu Permukaan Laut Dan Kejadian Upwelling Fase Indian Ocean Dipole Mode Positif Di Barat Sumatera dan Selatan Jawa Barat. *Jurnal Segara*. 9(1):23-25
- Antomy, P., Jumarang, M. I., Ihwan, A. 2014. Kajian Elevasi Muka Air Laut di Selat Karimata Pada Tahun Kejadian El Niño dan Dipole Mode Positif. *Prima Fisika*. 2(1): 01-05
- Fu, L.L., Stammer, D., Leben, R.R., Chelton, D.B. 2003. Improved Spatial Resolution of Ocean Surface Topography From The T/P Jason-1 Altimeter Mission. *EOS, Transaction American Geophysical Union*. 84(26): 241-248
- Gregory, J. 2013. *Projection of Sea Level Rise*. IPCC AR5
- Hadi, S. 2010. *Pengantar Oseanografi Fisis*. ITB : Bandung
- Handoko, E.Y. 2004. Satelit Altimetri dan Aplikasinya Dalam Bidang Kelautan Scientific. *Journal Pertemuan Ilmiah Tahunan I. Teknik Geodesi – ITS: Surabaya*, 137-144.
- Kunarso, Hadi, S., Ningsih, N. S., Baskoro, M. S. 2011. Perubahan Kedalaman dan Ketebalan Termoklin Pada Variasi Kejadian ENSO, IOD dan Monsun di Perairan Selatan Jawa Hingga Pulau Timor. *Ilmu Kelautan*. 17(2): 87-98
- Marpaung, S., Harsanugraha, W. K. 2014. Karakteristik Sebaran Anomali Tinggi Muka Laut di Perairan Bagian Selatan dan Utara Pulau Jawa. Seminar Nasional Pengindraan Jauh. *Prosiding Sinasindraja*. 2014. LAPAN, 569-575.
- Purba, M. 2007. Dinamika Perairan Selatan P. Jawa – P. Sumbawa Saat Muson Tenggara. *Torani*, 17(2):140-150.
- Sofian, I. 2007. Simulation of The java Sea using an Oceanic Feneral Circulation Model. *Jurnal Ilmiah Geomatika*. 13(2): 1- 14.
- Sofian, I., dan Antonius, B. W. 2008. Proyeksi Kenaikn Tinggi Muka Laut di Jakarta Berdasarkan Skenario IPCC AR4. *Jurnal Ilmiah Geomatika*. 14(2): 71-80
- Susanto, R.D., Gordon and Zheng. 2001. Upwelling along the coasts of Java and Sumatra and its relation to ENSO. *Geophysical Research Letters*. 28(8) :1599-1602.
- Tubalawony, S. 2008. Dinamika Massa Air Lapisan Ekman Perairan Selatan Jawa – Sumbawa Selama Muson Tenggara. *Torani*. 17(2):140-150.
- Unnikrishnan, A.S. and Shankar D. (2007) Are sea level rise trends along the coasts of north Indian Ocean coasts consistent with global estimates? *Global and Planetary Change*, 57:301-307.
- Yoga, R. B., Setyono, H., Harsono, G. 2014. Dinamika Upwelling dan Downwelling Berdasar Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-A di Perairan Selatan Jawa. *Jurnal Oseanografi*. 3(1):57-66



