



Majelis Guru Besar  
Institut Teknologi Bandung

Pidato Ilmiah Guru Besar  
Institut Teknologi Bandung

**Profesor Safwan Hadi**

**LAUT INDONESIA, ITB DAN  
PEMBANGUNAN BANGSA BERBASIS  
KELAUTAN**

13 Juli 2007

Balai Pertemuan Ilmiah ITB

Hak cipta ada pada penulis

Majelis Guru Besar  
Institut Teknologi Bandung

1

Prof. Safwan Hadi  
13 Juli 2007

## KATA PENGANTAR

Pertama-tama penulis ingin memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia yang dilimpahkan kepada penulis selama ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Majelis Guru Besar Institut Teknologi Bandung yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyampaikan orasi pada hari ini, tanggal 13 Juli 2007.

Sesuai dengan bidang ilmu yang penulis tekuni selama ini orasi yang berjudul “Laut Indonesia, ITB dan Pembangunan Bangsa Berbasis Kelautan” berisi 3 bagian besar. Pada bagian pertama akan disampaikan potensi kelautan Indonesia dan permasalahannya. Pada bagian kedua akan dibahas kontribusi Kelompok Keahlian Oseanografi FIKTM ITB dalam pengembangan riset kelautan dan pada bagian ketiga akan disampaikan pemikiran penulis tentang peran ITB dalam pembangunan bangsa berbasis kelautan.

Semoga tulisan yang singkat dan sederhana ini dapat memberikan gambaran kepada hadirin tentang potensi kelautan Indonesia, permasalahannya dan bagaimana ITB dapat berperan serta dalam membangun bangsa berbasis kelautan.

## DAFTAR ISI

### Kata Pengantar

|   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | Pendahuluan .....                                 | 1  |
| 2 | Laut Indonesia, Potensi dan Permasalahannya ..... | 3  |
| 3 | Peranan Perguruan Tinggi .....                    | 14 |
| 4 | Peranan Institut Teknologi Bandung .....          | 32 |
| 5 | Penutup .....                                     | 37 |
|   | Ucapan Terima Kasih .....                         | 38 |
|   | Daftar Pustaka .....                              | 41 |
|   | Curriculum vitae .....                            | 44 |

## 1. PENDAHULUAN

Dengan ditetapkannya UNCLOS 1982, Indonesia menjadi Negara kepulauan (Arhipelagic State) terbesar di dunia. Penetapan UNCLOS 1982 ini diawali oleh Deklarasi Djuanda 13 Desember 1957 yang menyatakan bahwa perairan yang berada disekitar, diantara, dan yang menghubungkan pulau-pulau yang termasuk dalam wilayah-wilayah Negara Republik Indonesia adalah merupakan bagian dari wilayah Negara Republik Indonesia. Dengan adanya Deklarasi Djuanda 1957 dan diikuti oleh penetapan UNCLOS 1982 NKRI secara teritorial telah menjadi negara kesatuan yang sesungguhnya.

Indonesia yang 70% luas wilayahnya adalah lautan, panjang garis pantainya 80.791 km, membentang sepanjang ekuator dari 95<sup>0</sup> – 141<sup>0</sup> BT dan 6<sup>0</sup> – 11<sup>0</sup> LS dan memiliki jumlah pulau lebih dari 17.000 menyimpan potensi sumberdaya kelautan yang melimpah dan mempunyai arti strategis bagi pembangunan ekonomi nasional berbasis kelautan .

Laut secara tradisional hanya dijadikan sebagai sumber makanan dan media transportasi. Dengan bertambahnya pemahaman tentang laut seiring dengan perkembangan sains dan teknologi pemanfaatan laut tidak lagi terbatas sebagai sumber makanan dan media transportasi tetapi juga sebagai sumber energi dan mineral, sumber air, obat-obatan

dan telah disadari laut sebagai penstabil iklim dunia.

Indonesia sebagai negara kepulauan menyadari benar bahwa laut nusantara adalah tumpuan masa depan bangsa. Aspek pembangunan kelautan telah menjadi fokus penting dalam pembangunan bangsa melalui optimasi pemanfaatan sumberdaya kelautan baik hayati maupun nonhayati.

Indonesia yang memiliki sumberdaya kelautan yang besar tentunya memiliki daya saing yang tinggi dibidang kelautan. Namun pemanfaatan sumberdaya kelautan di Indonesia masih belum optimal, bersifat sektoral dan secara dominan dicirikan oleh kegiatan-kegiatan yang bersifat ekstraktif atau pengurasan dan pengerukan sumberdaya kelautan yang menyebabkan kerusakan lingkungan laut.

Agar dapat mengelola dan memanfaatkan sumberdaya kelautan secara berkelanjutan salah satu faktor penting adalah penguasaan sains dan teknologi dan penerapannya secara terpadu dalam pemanfaatan sumberdaya kelautan.

Kebutuhan yang terus meningkat akan energi, makanan, produk-produk kelautan dan isu pencemaran laut, kerusakan daerah pesisir, berkurangnya biodiversiti laut, fenomena El Nino-La Nina/ENSO dan

pemanasan global yang berdampak pada kenaikan muka laut dunia, menuntut pengembangan ilmu dan teknologi kelautan yang bersifat holistik, interdisiplin dan keharusan dilakukannya kerjasama internasional.

Peranan universitas sangat diperlukan dalam menghasilkan sumberdaya manusia dan melaksanakan penelitian kelautan. Institut Teknologi Bandung sebagai institusi pendidikan dan penelitian dibidang sains, teknologi dan seni dengan potensi kepakaran berbagai disiplin mempunyai potensi yang besar dalam usaha mewujudkan pembangunan bangsa berbasis kelautan.

## **2. LAUT INDONESIA, POTENSI DAN PERMASALAHANNYA**

### **Potensi**

Secara geografis Indonesia terletak diantara dua benua : Asia dan Australia dan dua samudra : Pasifik dan Hindia. Interaksi laut-atmosfer-daratan antara benua Asia dan Australia, Samudra Pasifik, Samudra Hindia, perairan Indonesia, dan atmosfer di atasnya berpengaruh terhadap wilayah regional bahkan global. Perairan Indonesia merupakan alur lintas massa air Samudra Pasifik yang hangat dan salinitas rendah menuju Samudra Hindia. Arus yang bergerak dari Samudra Pasifik melewati selat-selat perairan Indonesia

menuju Samudra Hindia disebut sebagai Arus Lintas Indonesia (ARLINDO). Arus ini membawa nutrisi dari Samudra Pasifik memasuki perairan Indonesia.

Secara Geologi, Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng besar yaitu lempeng Pasifik, lempeng Eurasia dan lempeng Samudra Hindia-Australia. Di sebelah Barat terdapat Paparan Sunda dengan laut dangkal. Dari ujung Barat hingga ke ujung Timur terbentang jalur magnetik dan jalur seismik serta jalur anomali gravitasi negatif terpanjang di dunia dengan intensitas mencapai -224 mgl (Zen, 2000).

Dengan luas total perairan sekitar 3,1 juta km<sup>2</sup> yang terdiri 2,8 juta km<sup>2</sup> perairan pedalaman dan 0,3 juta km<sup>2</sup> berupa laut teritorial dan kondisi alam tersebut di atas, perairan Indonesia megandung potensi sumberdaya kelautan yang besar baik sumberdaya hayati maupun sumberdaya nonhayati. Indonesia merupakan tempat yang demikian banyak fenomena kebumihan yang menuntut penelitian yang mendalam agar dapat memanfaatkan sumberdaya alamnya.

Indonesia adalah salah satu pusat keanekaragaman hayati terbesar di dunia yang meliputi keanekaragaman ekosistem (habitat), keanekaragaman jenis dan genetic (varietas dan plasma nutfah) hewan, tumbuhan dan mikroorganisme. Sekitar 17% jumlah spesies dunia ada

di wilayah Indonesia (UNEP, 1992). Ekosistem kawasan pesisir Indonesia sangat bervariasi mulai dari ekosistem estuari, mangrove, terumbu karang, padang lamun, rumput laut dan ekosistem pulau-pulau kecil. Di perairan Indonesia terdapat kurang lebih 14.000 jenis terumbu karang di 214 lokasi yang tersebar dengan cakupan luas 60.000 km<sup>2</sup>, 12 jenis lamun, 39 jenis mangrove, dan 678 jenis rumput laut.

Menurut Nontji (1993, 1999) biota laut pesisir Indonesia mempunyai jumlah spesies yang tinggi seperti alga dan rumput laut sekitar 700 spesies, karang batu (Scleractinia) 350 spesies, keong laut (gastropod) 1.500 spesies, kerang laut 1.000 spesies, bunga karang (Sponge) 850 spesies, udang dan kepiting laut 1.500 spesies, ikan laut lebih dari 2.000 spesies.

Potensi sumberdaya perikanan perairan Indonesia cukup menjanjikan : Ikan pelagis besar (975.000 ton), ikan pelagis kecil (3.235.000 ton), ikan demersal (178.350 ton), ikan karang (64.000 ton), udang penied (74.000 ton), lobster (4.800 ton), dan cumi-cumi (28.250 ton). Potensi yang cukup besar ini baru dimanfaatkan sekitar 58,5%. Disamping belum optimalnya pemanfaatan sumberdaya perikanan, Indonesia mengalami kerugian sekitar 4 milyar dollar pertahun akibat pencurian ikan oleh nelayan asing (Ditjen Perikanan, 2000).



70% potensi sumberdaya nonhayati terutama minyak dan gas bumi (migas) terdapat di cekungan-cekungan tersier lepas pantai dan lebih dari setengahnya di laut dalam. Sekitar 34% hasil migas dihasilkan dari ladang minyak lepas pantai. Cekungan migas yang telah teridentifikasi berjumlah 66 buah dan sebagian besar berada di darat dan laut dangkal perairan teritorial dan hanya beberapa cekungan berada di landas kontinen (cekungan busur muka). 16 cekungan sudah berproduksi, 8 cekungan berpotensi dan 42 cekungan belum dieksplorasi.

Disamping migas, dasar perairan Indonesia mengandung berbagai jenis mineral yang terperangkap didalam lapisan sedimen. Mineral dasar laut Indonesia yang telah teridentifikasi terdiri dari : timah, fosforit, kerak dan nodul oksida yang berindikasi mangaan, kobal, pasir besi, lumpur logam besi, kromit yang berasosiasi dengan bantuan ultrabasa-ofiolit, zinkron, monosit dan karbonat (Lubis, 2007).

Dengan semakin berkurangnya cadangan minyak dan gas bumi terbuka peluang untuk memanfaatkan potensi energi yang terbarukan dari perairan Indonesia. Ada dua sumber energi terbarukan dari laut yaitu energi termal yang bersumber dari panas matahari dan eneregi mekanik dari gerak air laut seperti arus, gelombang dan pasang surut laut.

Perbedaan temperatur air laut dilapisan permukaan dan dilapisan dalam sebesar 20<sup>0</sup> C dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik yang dikenal dengan OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion). Perairan laut Banda cukup potensial untuk penerapan PLT – OTEC.

Perairan selat, perairan yang berbatasan dengan laut lepas dan perairan teluk merupakan perairan yang potensial untuk pengembangan pembangkit listrik tenaga arus, tenaga gelombang dan tenaga pasang surut. Energi yang terkandung dalam gelombang, berkisar antara 20-70 KW/m, yang diukur pada rata-rata garis depan gelombang. Gelombang pantai sepanjang 1 km dapat menghasilkan daya sekitar 20-70 MW. Jika daya tersebut dikonversikan menjadi listrik dengan efisiensi 50%, akan dihasilkan listrik sebesar 10-35 MW (Dep. ESDM, 2003).

Kepulauan Indonesia yang terletak didaerah tropis dengan keanekaragaman hayati yang tinggi, kondisi alam pesisir dan laut yang indah telah menjadikan wisata bahari sebagai salah satu produk pariwisata yang penting yang menjadi sumber devisa negara. Dengan meningkatkan kualitas pelayanan, kenyamanan dan keamanan pariwisata bahari dapat dikembangkan secara optimal.

Industri maritim merupakan salah satu industri strategis yang berpotensi dalam menjawab tantangan masa depan dan memberi nilai

tambah yang cukup tinggi seperti industri transportasi laut (galangan kapal), industri pengolahan ikan, industri bangunan lepas pantai dan industri konstruksi sipil kelautan.

Potensi sumberdaya hayati laut lainnya yang dapat dikembangkan adalah senyawa-senyawa bioaktif seperti Squalene, omega – 3 dan biopolymer. Biota laut, ganggang hijau, dari jenis aeroshiponia, cladophara, codium euteromorpha, halimeda, monostroma dan ulva mengandung zat anti bakteri sementara ganggang hijau dari jenis cauterpa mengandung zat anti fungi. Ganggang lain yang mengandung anti fungi adalah ganggamh coklat : chondria, cystosevia, dictyopteris, halopetria, dan scytosiphon, ganggang merah : laurencia dan wrangelia.

Air laut dalam (deep sea water) yang diambil dari kedalaman dibawah 200 m merupakan potensi laut Indonesia yang dapat dikembangkan. Air laut dalam kaya akan nutrien khususnya nitrat, fosfat dan silikat. Air laut dalam bebas dari polutan, kandungan bakteri sangat rendah dapat digunakan sebagai air mineral, bahan baku untuk makanan, obat-obatan dan kosmetik.

Dengan meningkatnya berbagai aktivitas pembangunan kelautan membuka peluang bagi pengembangan sektor jasa kelautan dan

kemaritiman yang berhubungan dengan sumberdaya alami kelautan, pelayaran, perdagangan, kapal, pengawakan, pencemaran laut, wisata laut, kepelabuhanan, industri dan jasa-jasa kepelabuhanan maritim.

Keunggulan sektor kelautan dan perikanan secara umum dapat diringkas sebagai berikut (Ditjen Kelautan, Pesisir & Pulau-Pulau Kecil, 2007) :

1. Keanekaragaman hayati yang tinggi
2. Memiliki daya saing yang cukup tinggi
3. Potensinya memiliki keterkaitan yang kuat terhadap perkembangan sektor lain dan bermuara pada kemakmuran rakyat dan pertumbuhan ekonomi
4. Sumberdaya yang dapat diperbaharui (renewable resources).
5. Tingkat pengembalian dan keuntungan investasi dalam kegiatan ekonomi relatif tinggi dan efisien
6. Daya serap tenaga kerja yang tinggi
7. Biaya input produksi dihitung dengan nilai rupiah, tetapi output dinilai dengan dolar.

### **Permasalahan**

Setidaknya ada lima kendala utama dalam pembangunan bangsa berbasis kelautan yaitu cara pandang yang masih berorientasi kedarat, lemahnya industri maritim, penguasaan IPTEK kelautan yang masih

terbatas, lemahnya pengelolaan wilayah pesisir dan laut, dan lemahnya sistem hukum, pertahanan dan keamanan kemaritiman.

Budaya bangsa maritim yang dulu dibangun oleh kerajaan Sriwijaya dan Majapahit telah diruntuhkan oleh VOC dan penjajah lainnya sehingga budaya dan sistem nilai bangsa Indonesia selama ini berorientasi pada darat. Sebagai bangsa maritim Indonesia seharusnya hidup dari laut dan hidup dengan laut dan seluruh wawasan bangsa harus bertitik tolak dari laut. Diperlukan transformasi cara pandang bangsa Indonesia berupa falsafah hidup "hidup dari dan dengan laut" (Zen, 2000).

Industri maritim seperti industri offshore, industri kapal, industri pelayaran, industri perikanan, industri pariwisata dan industri energi kelautan masih belum sepenuhnya berkembang. Industri offshore seperti konstruksi anjungan lepas pantai, pemasangan pipa laut, kabel laut masih kalah bersaing dengan perusahaan asing. Industri perikanan kontribusinya terhadap PDB hanya sekitar 3%. Industri pelayaran masih memprihatinkan. Sekitar 97% kegiatan ekspor – impor dan setengah kegiatan pelayaran domestik masih dilayani kapal asing. Industri pariwisata masih mengandalkan Bali sementara industri energi kelautan yang dapat menghasilkan listrik dari tenaga arus, gelombang dan pasang surut laut masih berupa wacana.

Pengelolaan wilayah pesisir dan laut masih mengalami kendala karena pemanfaatan ruang berdasarkan UU No. 24 tahun 1992 belum mengintegrasikan darat, pesisir dan laut. Penataan gugus pulau, kawasan perbatasan dan ZEE juga belum diatur.

Ditinjau dari sudut pandang iklim dan cuaca (klimatologi dan meteorologi), keadaan lautnya (oseanografi), tatanan kerak bumi (geologi dan geofisika) dan keragaman biota (biodiversiti) Indonesia adalah laboratorium alami untuk pengembangan ilmu kebumihan, sains atmosfer, ilmu hayati dan ilmu kelautan. Namun penguasaan IPTEK kelautan masih sangat terbatas disebabkan masih sedikitnya SDM kelautan karena kurangnya minat dalam mempelajari ilmu kelautan dan terbatasnya dana riset kelautan.

Sistem hukum, pertahanan dan keamanan kemaritiman masih lemah. Armada TNI – AL dalam keadaan yang memprihatinkan sehingga tidak mampu mengamankan wilayah laut nusantara yang sangat luas. Penegakan hukum dan keamanan di laut oleh satu institusi yang berwenang perlu diciptakan agar lebih efektif dan efisien. Special court untuk kemaritiman dan hukum acara pidana di laut belum tersedia. Hal yang sama juga berlaku untuk UU hipotik kapal, UU penahanan kapal, dan hukum kadester laut.

Disamping lima kendala utama tersebut diatas Indonesia juga menghadapi issue pemanasan global dan pencemaran laut. Perubahan iklim global akibat meningkatnya konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer berdampak pada pemanasan global. Pemanasan global berdampak pada naiknya permukaan laut dunia akibat pemuaiian air laut dan pencairan es di kutub. Kenaikan permukaan laut ini akan menenggelamkan daerah-daerah landai di kawasan pesisir dan pulau-pulau kecil.

Pergerakan kolam panas (warm pool) yang terpusat di katulistiwa perairan Pasifik Barat (sebelah Timur Papua), akibat melemahnya angin pasat, menuju Pantai Peru memicu terjadinya El Nino/ENSO yang berdampak pada perubahan cuaca dunia termasuk Indonesia (kemarau panjang).

Saji et al. (1999) menemukan gejala yang serupa dengan El Nino di Samudra Hindia yaitu ditemukannya perbedaan dua kutub dari anomali positif suhu permukaan laut di Samudra Hindia bagian barat dan anomali negatif di bagian timur. Gejala ini dikenal dengan Indian Ocean Dipole Mode (IOD). IOD mempunyai dua fase pembentukan yaitu fase positif dan negatif. Pada saat IOD positif suhu permukaan laut di Samudra Hindia bagian barat (pantai timur Afrika) memanaskan dan suhu permukaan laut di Samudra Hindia bagian timur (perairan

sekitar Sumatra dan Jawa) mendingin. Hal sebaliknya terjadi saat IOD negatif. Pada saat IOD positif konveksi panas ke atmosfer berkurang, sehingga wilayah India bagian timur, Bangladesh dan Indonesia mengalami kekeringan. Bila El Nino dan IOD positif terjadi bersamaan seperti pada tahun 1982 dan 1997 Indonesia mengalami musim kemarau yang sangat kering.

Semakin meningkatnya lalu lintas kapal tanker dengan ukuran raksasa di perairan selat Malaka, selat Lombok dan selat Makassar, berpotensi menimbulkan pencemaran laut akibat tumpahan minyak. Kegiatan pemboran minyak lepas pantai juga berpeluang besar menimbulkan tumpahan minyak di laut. Perairan Indonesia terutama di kota-kota besar telah banyak yang tercemar akibat buangan limbah industri dan domestik.

Pemanfaatan sumberdaya laut yang tidak mengindahkan lingkungan telah banyak menimbulkan kerusakan ekosistem laut seperti kerusakan terumbu karang, padang lamun, hutan mangrove dan erosi pantai.

Laut Indonesia yang berpotensi sebagai penggerak ekonomi nasional juga berpotensi menimbulkan bencana alam laut seperti tsunami yang terjadi pada tanggal 26 Desember 2004 di Aceh dan tanggal 17 juli 2006 di perairan Selatan Jawa telah menimbulkan kerusakan infrastruktur



dan korban jiwa yang tidak sedikit. Gelombang ekstrim yang terjadi pada minggu kedua bulan Mei 2007 yang menimbulkan kerusakan pantai Barat Sumatera dan Selatan Jawa merupakan contoh lain dari bencana alam laut.

### **3. PERANAN PERGURUAN TINGGI**

#### **Umum**

Untuk membangun bangsa berbasis kelautan pembangunan nasional harus bertumpu pada sumberdaya kelautan yang dimiliki dan diwujudkan melalui pembangunan perekonomian yang mengalami pertumbuhan dan bermuara pada pembentukan jiwa bahari dan peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Sumberdaya kelautan dan jasa kemaritiman mempunyai kedudukan dan arti yang penting dalam pembangunan perekonomian nasional karena 70% wilayah Indonesia adalah laut. Wilayah laut dan pesisir yang luas ini merupakan aset dan modal nasional dalam pembangunan sosial ekonomi bangsa.

Pengembangan jasa kelautan dan jasa kemaritiman harus dilakukan secara integratif dengan bidang lain agar dapat dilakukan secara optimal sehingga memberikan nilai tambah bagi kehidupan

masyarakat dan perekonomian. Di sini istilah kelautan dan kemaritiman mengacu pada naskah akademis UU RI kelautan.

Pengertian kelautan menurut naskah akademis UU RI kelautan:

Kelautan adalah hal-hal yang berhubungan dengan kegiatan di laut yang meliputi :

- 1) Dasar laut dan tanah di bawahnya
- 2) Landas kontinen termasuk sumber kekayaan alam yang terkandung di dalamnya
- 3) Kegiatan di permukaan laut, dan
- 4) Ruang di atasnya

Pengertian kemaritiman menurut naskah akademis UU RI kelautan :

Kemaritiman adalah bagian dari kegiatan di laut yang mengacu pada pelayaran/pengangkutan laut, perdagangan (sea borne trade), navigasi keselamatan pelayaran, kapal, pengawakan, pencemaran laut, wisata laut, kepelabuhan, baik nasional maupun internasional, industri dan jasa-jasa kepelabuhan maritim.

Butir ketujuh dari misi untuk mewujudkan visi : “Indonesia yang mandiri, maju adil dan makmur” yang tertuang didalam Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJN) tahun 2005 – 2025 (Undang-Undang No. 17 tahun 2007) disebutkan misi ketujuh adalah **Mewujudkan Indonesia menjadi negara kepulauan yang mandiri,**

**maju, kuat, dan berbasiskan kepentingan nasional.** Inti dari misi ketujuh tersebut adalah :

- 1) Pembangunan Indonesia harus berorientasi kelautan
- 2) Meningkatkan sumberdaya manusia yang kompeten dalam bidang kelautan
- 3) Mengelola wilayah laut nasional untuk mempertahankan kedaulatan dan mewujudkan kemakmuran dan
- 4) Membangun ekonomi kelautan secara terpadu dengan mengoptimalkan pemanfaatan sumberdaya laut secara berkelanjutan.

Ditjen Kelautan, Pesisir & Pulau-Pulau Kecil (2007) telah menggariskan Sasaran Kelautan dan Kemaritiman, Kebijakan Pengembangan Jasa Kelautan dan Kemaritiman, dan Strategi Pengembangan Jasa Kelautan dan Kemaritiman (JASLATIM) sebagai berikut :

#### Sasaran Kelautan dan Kemaritiman

1. Penguasaan, pengembangan dan penerapan teknologi yang dibutuhkan dalam rangka optimasi pemanfaatan dan pengelolaan sumberdaya ikan di perairan Indonesia termasuk potensi dan karakteristik wilayah pesisir, rehabilitasi habitat ikan yang sudah rusak
2. Penguasaan dan pengembangan serta penerapan bioteknologi

untuk budidaya, pengelolaan lingkungan pesisir, maupun untuk pertambangan, termasuk teknik ekstraksi bioactive substances atau marine natural product untuk industri pangan, obat-obatan dan kosmetika

3. Penguasaan dan pengembangan dan penerapan teknologi pra panen dan pasca panen untuk mewujudkan industri pengolahan produk kelautan
4. Penguasaan dan pengembangan teknik dan manajemen pemasaran produk kelautan yang lebih efisien, sehingga dapat meningkatkan posisi tawar di pasar dalam dan luar negeri
5. Penguasaan dan pengembangan serta penerapan teknologi eksploitasi sumberdaya alam tidak dapat pulih (pertambangan), serta berwawasan lingkungan
6. Penguasaan dan pengembangan serta penerapan teknologi pendayagunaan potensi sumberdaya energi non konvensional seperti OTEC, arus dan gelombang laut yang berwawasan lingkungan.

#### Kebijakan Pengembangan JASLATIM

1. Meningkatkan peran serta masyarakat dalam pengembangan, penguasaan, dan pemanfaatan teknologi serta pengelolaan sumberdaya kelautan
2. Meningkatkan pemanfaatan sumberdaya alam pesisir dan laut

secara optimal dan lestari

3. Mendorong penciptaan teknologi kelautan yang tepat guna
4. Meningkatkan pendayagunaan energi non konvensional kelautan
5. Mendorong berkembangnya industri dan jasa kelautan-kemaritiman
6. Mengembangkan teknologi eksplorasi dan eksploitasi sumberdaya alam yang tidak pulih (pertambangan) yang berwawasan lingkungan.

#### Strategi Pengembangan JASLATIM

1. Data dan Informasi yang lengkap dan komprehensif mengenai potensi jasa kelautan dan kemaritiman
2. Kebijakan-kebijakan yang terpadu dalam pengelolaan sumberdaya dan jasa kelautan
3. Sumberdaya manusia yang memiliki kompetensi dalam pengembangan teknologi jasa kelautan
4. Teknologi kelautan yang tepat guna dan ramah lingkungan
5. Kemitraan dengan lembaga atau instansi terkait baik nasional maupun internasional.

Kalau kita perhatikan butir ke tujuh dari misi mencapai Indonesia yang mandiri, maju, adil dan makmur yang tertuang didalam RPJPN tahun 2005-2025 (UU No. 17 tahun 2007) dan arahan Ditjen Kelautan, Pesisir

dan Pulau-Pulau Kecil (2007), butir-butir yang terkait erat dengan peranan perguruan tinggi adalah peningkatan kapasitas sumberdaya manusia yang berwawasan kelautan atau meningkatkan jumlah SDM kelautan yang kompeten, penguasaan IPTEK kelautan, penerapan teknologi tepat guna dan kerjasama dengan perguruan tinggi. Perguruan Tinggi dengan kapasitasnya sebagai penghasil SDM yang berkualitas dan perannya dalam penguasaan, pengembangan serta penerapan IPTEK merupakan tulang punggung pengembangan kelautan nasional.

### **Pengembangan Ilmu dan Teknologi Kelautan**

Perguruan tinggi, disamping menghasilkan sumberdaya manusia yang kompeten dalam bidang kelautan, juga mengemban misi mengembangkan IPTEK kelautan. Untuk menunjang pengembangan bidang kelautan nasional Indonesia perlu memiliki perguruan tinggi yang mengembangkan ilmu kelautan yang meliputi oseanografi (oseanografi fisika, oseanografi kimia, oseanografi biologi dan oseanografi geologi & Geofisika), rekayasa kelautan (ocean engineering), perikanan, remote sensing, hidrografi, geodesi, planologi dan bioteknologi.

Pengembangan ilmu oseanografi fisika bermanfaat dalam pemahaman dinamika arus laut secara global, dinamika upwelling, interaksi udara

dan laut yang mencakup fenomena El Nino, La Nina, Indian Ocean Dipole Mode, dan iklim gelombang laut. Gelombang internal (internal waves), edge waves, tsunami, storm surge juga merupakan kajian dari oseanografi fisika. Oseanografi fisika menjadi dasar bagi pemahaman dinamika pantai dan dinamika estuari, inlet dan rawa pantai.

Pengembangan ilmu oseanografi geologi dan geofisika bermanfaat dalam kajian sumberdaya mineral, minyak dan gas bumi yang terkandung di dasar laut. Morfologi dasar laut, revolusi lempeng tektonik, proses-proses sedimentasi dan erosi pantai, sedimen laut dalam, valuasi ekonomi sedimen dasar laut, dan laju sedimentasi merupakan kajian dari oseanografi geologi dan geofisika.

Pengembangan ilmu oseanografi biologi dan perikanan menjadi dasar dalam pemanfaatan sumberdaya hayati kelautan. Populasi organisme laut, distribusi vertikal dan kelakuan kehidupan laut dan migrasi merupakan bidang kajian oseanografi biologi.

Pengembangan ilmu oseanografi kimia bermanfaat dalam pemahaman tentang unsur-unsur kimia di laut. Siklus carbon sebagai pengontrol keasaman dan kebasaaan air laut, siklus carbon dan permasalahan kelebihan CO<sub>2</sub> dan kimia pencemaran merupakan bidang kajian dari oseanografi kimia.

Rekayasa kelautan meliputi rekayasa pantai (coastal engineering), rekayasa lepas pantai (offshore engineering), rekayasa perkapalan (naval architecture) dan rekayasa mesin kapal (marine engineering). Rekayasa pantai meliputi pengembangan wilayah pantai, proteksi pantai, pengelolaan wilayah pesisir dan lingkungan pantai, pengembangan pelabuhan dan transportasi laut, reklamasi, pengerukan dan pembuangan limbah.

Rekayasa lepas pantai meliputi bidang rekayasa rancang bangun struktur lepas pantai terutama untuk melayani eksploitasi minyak lepas pantai. Rekayasa perkapalan meliputi bidang rekayasa rancang bangun kapal atau benda terapung lainnya. Rekayasa mesin kapal merupakan bidang yang mendalami permasalahan permesinan kapal. Pengembangan rekayasa kelautan akan menopang pengembangan industri maritim.

Bioteknologi kelautan meliputi : eksplorasi senyawa bioaktif dari biota laut (invertebrata laut, rumput laut dan nikan-ikan jenis tertentu) untuk produk biofarmasi, rekayasa genetika untuk mendapatkan jenis unggul (udang, ikan, rumput laut), eksplorasi mikroorganisme dan bahan aktif untuk penanggulangan penyakit udang/ikan (probiotik, vaksin, elisakit), perbaikan nutrisi untuk meningkatkan pertumbuhan dan kualitas hasil budidaya (enzim, probiotik) dan bioremediasi untuk



mengurangi limbah.

Pengembangan bidang remote sensing kelautan bermanfaat untuk memperoleh data spasial dari parameter oseanografi seperti temperatur muka laut, salinitas, anomali muka laut, arus dan gelombang laut. Kombinasi remote sensing kelautan, ilmu perikanan dan biologi laut serta dinamika laut dapat membantu penentuan daerah penangkapan ikan (fishing ground).

Pengembangan ilmu hidrografi dan geodesi kelautan perlu untuk penentuan titik pangkal, batas wilayah, batas landas kontinen, dan pemetaan dasar laut.

Pengembangan ilmu perikanan (budidaya dan perikanan tangkap) dan teknologi pembuatan kapal ikan, teknologi operasi kapal ikan, teknologi penangkapan ikan, teknologi budidaya ikan dan teknologi hasil ikan sangat diperlukan untuk mengembangkan industri perikanan.

### **Kontribusi KK Oseanografi ITB**

Penelitian-penelitian yang dilakukan di KK Oseanografi mengacu pada issue-isue lingkungan global, regional dan lokal seperti pemanasan global dan kenaikan muka air laut, interaksi laut-atmosfer : El Nino/La

Nina, IOD dan dampaknya terhadap sirkulasi arus perairan Indonesia; hubungan antara dinamika dan sifat-sifat fisis dan kimia air laut dengan kelakuan ikan (perikanan); pencemaran perairan regional dan perairan lokal, dan bencana alam laut. Proses-proses pantai transport sedimen, erosi dan akurasi pantai, gelombang permukaan dan gelombang internal, pasang surut laut, sirkulasi arus perairan pantai, estuari dan sirkulasi arus perairan Indonesia juga merupakan bidang kajian KK Oseanografi.

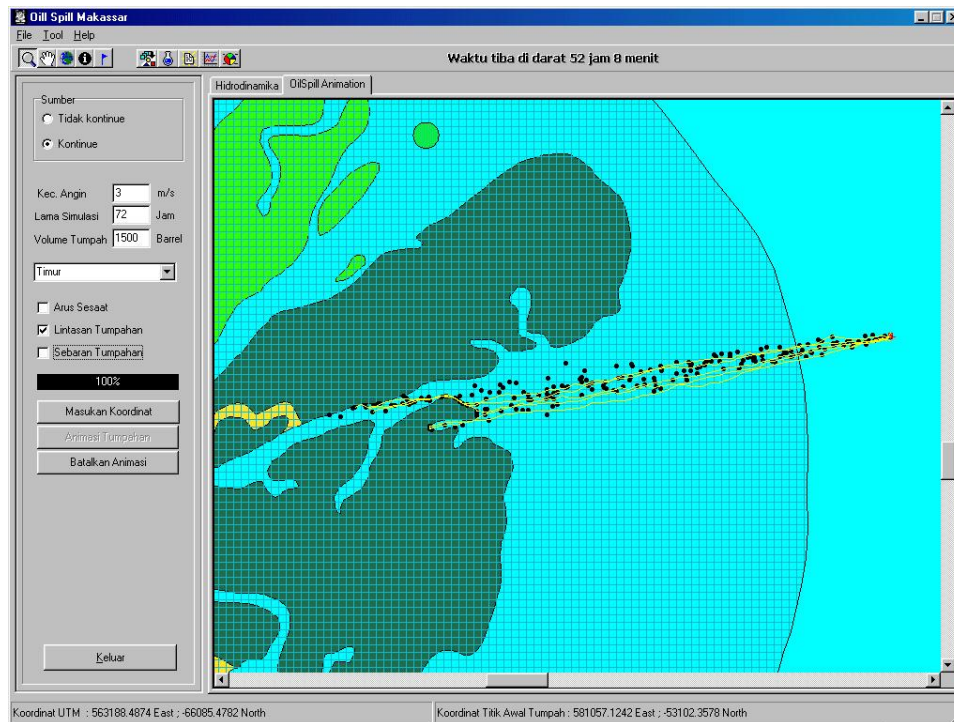
Penelitian tentang dampak pemanasan global terhadap kenaikan muka laut dilakukan di pantai utara DKI Jakarta. Beberapa skenario kombinasi laju kenaikan muka laut dan turunnya daratan (land subsidence) dilakukan untuk memprediksi daerah-daerah genangan di Pantai Utara Jakarta sampai dengan tahun 2050. (Hadi dkk, 2005).



Gambar 1. Prediksi daerah genangan di pesisir Jakarta Utara, akibat kenaikan muka laut dan turunnya daratan tahun 2050. (Hadi dkk, 2005)

Untuk mewujudkan kontribusi nyata KK Oseanografi dalam upaya penanggulangan pencemaran di laut, KK Oseanografi telah membangun model tumpahan minyak untuk memprediksi lintasan dan penyebaran tumpahan minyak di laut akibat pengaruh angin dan arus laut. Model ini terdiri dari model hidrodinamika dan model trayektori dan penyebaran tumpahan minyak. Model hidrodinamika menghasilkan medan arus yang dijadikan input bagi model trayektori/penyebaran tumpahan minyak.

Model tumpahan minyak ini telah diterapkan di perairan Selat Malaka, Selat Makassar, Selat Lombok dan Kepulauan Seribu (Hadi dkk, 2003, 2006). Model ini dapat digunakan untuk memprediksi gerakan tumpahan minyak dari lokasi kejadian (tanker yang mengalami kecelakaan atau kebocoran pipa di anjungan minyak lepas pantai) atau untuk memperkirakan sumber pencemar di tengah laut berdasarkan temuan tumpahan minyak di pantai.



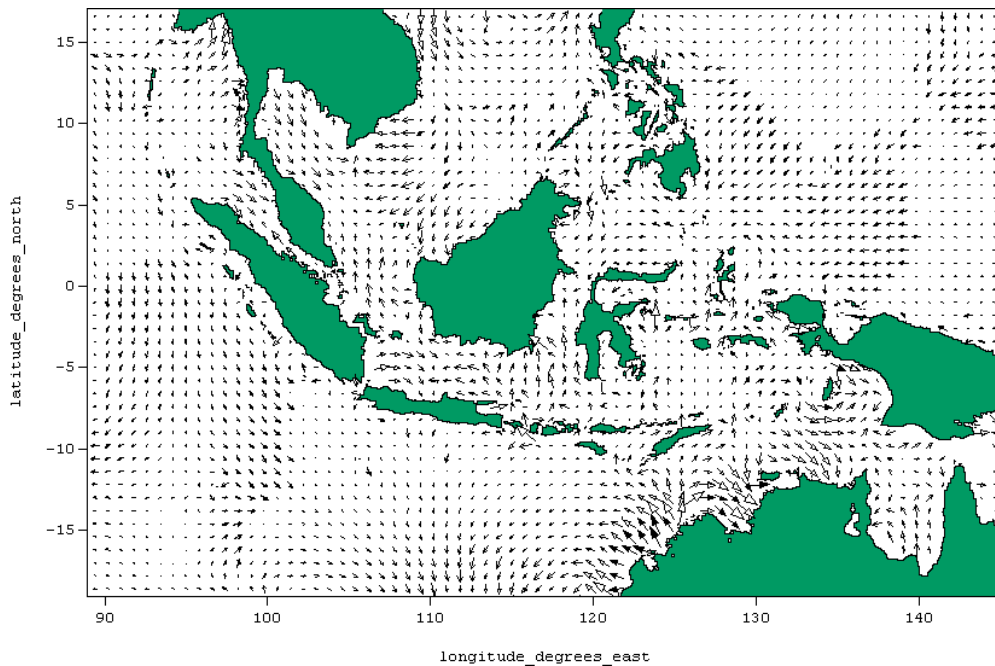
Gambar 2. Pemodelan penyebaran tumpahan minyak di Delta Mahakam  
(Hadi dkk, 2003)

Dulu untuk mempercepat proses prediksi gerakan tumpahan minyak di suatu perairan misalnya Selat Malaka kita harus menyimpan medan arus pasang surut Selat Malaka hasil simulasi model hidrodinamika dalam suatu storage yang besar. Medan arus ini dapat digunakan sewaktu-waktu bila terdapat kebutuhan prediksi gerakan tumpahan minyak misalnya akibat kecelakaan tanker di Selat Malaka.

Kini penyimpanan medan arus pasang surut hasil simulasi model hidrodinamika dalam storage yang besar tidak diperlukan lagi. Medan arus pasang surut suatu perairan yang diperlukan untuk input bagi

model trayektori/penyebaran tumpahan minyak dapat dihasilkan melalui peramalan arus pasang surut berdasarkan komponen-komponen arus pasang surut yang diturunkan dari hasil simulasi model hidrodinamika. Berdasarkan komponen-komponen arus pasang surut ini medan arus pasang surut suatu perairan, fungsi dari waktu, dapat disiapkan dengan cepat untuk keperluan prediksi gerakan tumpahan minyak di laut.

Untuk membantu pemerintah mewujudkan penyediaan dan pemanfaatan energi berkelanjutan, KK Oseanografi melakukan penelitian untuk memetakan daerah-daerah potensial bagi pembangunan pembangkit listrik tenaga arus laut dan angin melalui pemodelan arus dan angin. Hasil penelitian menunjukkan selat-selat di perairan pesisir NTB dan NTT merupakan daerah potensial bagi pengembangan PLT arus laut dan angin (Hadi dkk, 2006).



Gambar 3. Pola arus laut di perairan Indonesia kondisi pasang purnama pada saat pasang menuju surut (Hadi dkk, 2006)

Studi awal medan gelombang perairan utara dan selatan Jawa dan perairan Indonesia bagian timur telah dilakukan oleh KK Oseanografi (Hadi dkk, 2003, 2005) untuk mengantisipasi pembuatan peta-peta daerah potensial bagi pengembangan pembangkit listrik tenaga gelombang laut. Model gelombang laut yang di kopel dengan model angin yang dibangun dalam studi ini dapat dikembangkan untuk peramalan gelombang ekstrim seperti yang terjadi di pantai barat Sumatra pada minggu kedua Mei 2007.

Penentuan lokasi penangkapan ikan (fishing ground) sangat penting bagi nelayan karena dengan diketahuinya koordinat fishing ground

secara tepat akan membantu nelayan menghemat waktu dan bahan bakar dalam mengarahkan kapalnya menuju lokasi fishing ground. Keberadaan ikan di suatu perairan sangat bergantung pada kondisi perairan (temperatur dan salinitas) dan ketersediaan makanan.

Perubahan temperatur yang sangat kecil ( $\pm 0,02^\circ \text{C}$ ) dapat menyebabkan perubahan densitas populasi ikan di suatu perairan (Laevastu and Hayes, 1981). Oleh karena itu ikan-ikan selalu mencari perairan yang kondisi lingkungannya (temperatur dan salinitas) yang ideal bagi kehidupannya. Daerah-daerah front (pertemuan dua massa air yang berbeda temperatur dan salinitasnya) dan daerah upwelling merupakan daerah-daerah yang kaya akan plankton. Daerah-daerah ini merupakan daerah penangkapan yang baik. Populasi plankton yang tinggi akan mengundang ikan-ikan pelagis kecil dan keberadaan ikan pelagis kecil akan mengundang ikan pelagis besar (misalnya tuna). Penentuan daerah front dan upwelling dapat ditentukan dari data hasil pengukuran lapangan, simulasi model hidrodinamika 3D atau menggunakan citra satelit (NOAA & SeaWiFS). Studi dinamika upwelling di perairan selatan Jawa menggunakan model hidrodinamika 3D telah dilakukan KK/KBK Oseanografi oleh Ningsih dkk 2002 dan 2003. Melalui kerjasama dengan Direktorat Jendral Kelautan dan Pulau-Pulau Kecil (2003), model upwelling ini diterapkan untuk menentukan fishing ground di perairan selatan Jawa. Verifikasi

model dilakukan dengan membandingkan hasil model dengan data lapangan.

Daerah upwelling ditandai oleh konsentrasi chlorophyl-a yang tinggi, temperatur permukaan laut yang rendah ( $25^{\circ}$ - $26^{\circ}$ C) dan muka air yang rendah. Citra satelit NOAA dapat digunakan untuk mendapatkan distribusi spasial dari temperatur permukaan laut, citra satelit SeaWiFS dapat digunakan untuk mendapatkan distribusi spasial Chlorophyl-a dan citra satelit TOPEX/ERS-2 digunakan untuk mendapatkan anomali tinggi muka air negatif secara spasial. Hadi dkk 2007 melakukan studi penentuan fishing ground ikan Tuna Madidihang (Yellow Fin Tuna) di perairan Selatan Jawa dan Barat Sumatra berdasarkan citra satelit NOAA, SeaWiFS dan TOPEX/ERS-2.

Pemahaman detail tentang mekanisme pembentukan dan penjalaran gelombang internal (internal wave) di Selat Lombok telah menjadi fokus kajian KK Oseanografi sejak 2004 (Ningsih dkk, 2002, 2004, Pujiana, 2004, Rachmayani, 2007). Gelombang internal yang merupakan gelombang bawah permukaan terbentuk di permukaan piknoklin, yang amplitudonya dapat mencapai 300 m dan panjang gelombang 10-90 km berpotensi merusak anjungan lepas pantai dan membahayakan kapal selam.



Dari penelitian gelombang internal di Selat Lombok ini diketahui bahwa gelombang internal terbentuk akibat interaksi antara arus pasang surut dan sill yang terdapat di Selat Lombok. Gelombang internal ini merambat ke arah Utara (ke arah Pulau Kangean) dan ke arah Selatan (lautan Hindia) dalam bentuk paket soliton yang dapat terdeteksi oleh citra SAR.

Daerah pantai dan estuari merupakan daerah yang sangat dinamis karena disamping pengaruh alami daerah pantai dapat mengalami perubahan akibat campur tangan manusia seperti pembuatan perlindungan pantai seperti jetty, sea wall, groins yang dapat berdampak terjadinya erosi dan akresi pantai. Secara alami pantai mengalami erosi dan akresi akibat pengaruh interaksi gelombang dan arus. Intervensi manusia dapat menimbulkan erosi pantai di daerah yang tadinya tidak mengalami erosi. Sebagai contoh pembangunan runway airport Ngurah Rai Bali telah menimbulkan erosi pantai yang cukup serius.

Untuk mempelajari interaksi gelombang, arus yang timbul oleh gelombang dan bangunan pantai KK/KBK Oseanografi (Hadi dkk, 2002) telah membangun model medan gelombang di sekitar bangunan pantai.

Variasi musiman dari transport sedimen di estuari Delta Mahakam dikaji melalui simulasi model untuk melihat interaksi antara debit sungai yang bervariasi dengan musim dan kekuatan pasang surut di muara Mahakam (Hadi dkk, 2006).

Proteksi pantai menggunakan vegetasi merupakan alternatif lain dari perlindungan pantai terhadap aksi gelombang laut. Suatu kajian analitik dari efektifitas mangrove dalam meredam energi gelombang permukaan (wind waves) telah dilakukan oleh KK/KBK Oseanografi (Hadi dkk, 2003).

Model perambatan tsunami dan run up tsunami telah dibangun dan diterapkan dalam kajian tsunami yang pernah terjadi di Indonesia seperti tsunami Aceh 2006, tsunami Pancer 1994 dll. (Latief dkk, 2002, 2003).

Dampak El Nino/ENSO terhadap ARLINDO juga telah dikaji oleh Hadi dkk, 2003 dan Ningsih dkk, 2003. Kejadian El Nino/ENSO berdampak pada melemahnya ARLINDO disebabkan gerakan massa air dari daerah ekuator Pasifik Barat menuju Pasifik Timur. El Nino yang dicirikan oleh kemarau panjang berdampak positif terhadap perikanan terutama di perairan Selatan Jawa dan Barat Sumatra. Pada saat El Nino intensitas upwelling di perairan Selatan Jawa dan Barat Sumatra

meningkat sehingga meningkatkan kesuburan perairan tersebut yang berdampak meningkatnya tangkapan ikan tuna.

#### **4. PERAN INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG**

Pada pembahasan sebelumnya telah diungkapkan bahwa Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki potensi sumberdaya kelautan dan wilayah pesisir yang sangat besar yang menjadikannya tumpuan harapan masa depan. Namun pemanfaatan potensi yang besar ini sangat bergantung pada sumberdaya manusia dalam bidang kelautan yang berkualitas dan kemampuan bangsa dalam penguasaan IPTEK kelautan. Pemanfaatan dan pengelolaan sumberdaya kelautan dan pesisir harus bertumpu pada tiga poros utama yaitu Pemerintah, Swasta dan Perguruan Tinggi/Lembaga Penelitian.

Pembangunan ekonomi bangsa di masa depan (di era globalisasi) dihadapkan pada tantangan dan persaingan yang ketat terutama dalam pemanfaatan sumberdaya alam sebagai faktor produksi. Dalam upaya menjadikan sumberdaya kelautan sebagai penggerak ekonomi nasional, orientasi pembangunan ekonomi nasional harus berubah dari orientasi daratan (land based orientation) ke orientasi kelautan (ocean based orientation).

Pemanfaatan sumberdaya kelautan secara optimal menuntut

pengetahuan yang rinci tentang potensi kekayaan yang tersimpan di kawasan pesisir dan laut nusantara. Pengetahuan yang rinci ini dapat diperoleh melalui kegiatan riset, penerapan IPTEK, dan manajemen profesional. Kunci sukses pembangunan bangsa berbasis kelautan tak dapat dilepaskan dari ketersediaan SDM yang handal dan penguasaan IPTEK kelautan.

Untuk menciptakan pelaku-pelaku pembangunan kelautan yang handal dan profesional diperlukan sistem pendidikan kelautan yang berbasis riset. Pendidikan merupakan suatu investasi SDM jangka panjang yang bertujuan untuk membangun keunggulan kompetitif bangsa. Sistem pendidikan yang diperkaya dengan penelitian harus sesuai dengan tuntutan pengembangan IPTEK kelautan.

ITB berpeluang besar dalam menciptakan SDM kelautan yang handal dan pengembangan IPTEK kelautan melalui penelitian-penelitian yang bermuara pada peningkatan kemampuan bangsa dalam penguasaan dan penerapan IPTEK kelautan.

ITB yang memiliki 12 Fakultas/Sekolah dan 90 KK secara nyata dapat menjalankan fungsinya sebagai pencetak SDM kelautan yang handal dan sebagai pengembang IPTEK kelautan

ITB telah melihat pentingnya mengembangkan riset yang bertumpu pada keunggulan sumberdaya alam nasional. Dalam salah satu kebijakan riset ITB dinyatakan : “Selain memperhatikan trend teknologi di luar negeri, ITB perlu memperhatikan area riset dan pengembangan teknologi yang dilaksanakan dalam perspektif nasional/lokal/daerah, yang bertumpu pada keunggulan komparatif sumberdaya alam dan keanekaragaman hayati nusantara. Upaya untuk menjawab secara sungguh-sungguh kebutuhan teknologi pada lingkup nasional/lokal/daerah dapat menjadi sumber inspirasi untuk mengembangkan area riset baru yang berpotensi untuk menjadikan kompetitif di tingkat internasional.

Dengan kebijakan riset seperti tersebut di atas dan ditunjang oleh 90 KK yang ada, ITB dapat mengembangkan berbagai jenis penelitian antara lain :

- A) Penelitian yang berkaitan dengan pemanfaatan sumberdaya kelautan
  - a. Aplikasi teknologi penginderaan jarak jauh, Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam memetakan sumberdaya pesisir dan laut, penentuan fishing ground, pemetaan daerah pemijahan (spawning ground), daerah asuhan (nursery ground) dan migrasi ikan.
  - b. Aplikasi bioteknologi untuk ekstraksi produk alamiah (natural

- products dan bioactive substances) dari biota laut.
- c. Pengembangan model ekosistem, kajian tentang hubungan antara kondisi lingkungan laut dan variabilitasnya dengan kelakuan ikan
  - d. Pengembangan prototipe pembangkit listrik tenaga arus, gelombang dan angin
  - e. Pengembangan instrumentasi untuk pengambilan data kelautan
- B) Penelitian yang berkaitan dengan kondisi fisik, biologi, kimia dan geologi kelautan
- a. Kajian tentang sifat-sifat fisis, kimia, biologi, dan dinamika perairan Indonesia (suhu, salinitas, karakteristik biologi dan kimiawi perairan, arus, gelombang, dan pasang surut)
  - b. Interaksi udara-laut, El Nino-La Nina, IOD, dan pemanasan global
  - c. Pemetaan daerah-daerah pesisir dan pulau-pulau kecil yang rawan rendaman akibat kenaikan muka laut
  - d. Pemetaan sumberdaya migas dan mineral dasar laut dan pengembangan teknologi pemanfaatannya
  - e. Siklus carbon dan neraca carbon
  - f. Ekologi mikrobiologi laut; rantai makanan di laut
- C) Penelitian yang berkaitan dengan pengendalian pencemaran perairan pesisir dan laut, rekayasa kelautan dan tata ruang pesisir

dan laut.

- a. Aplikasi bioteknologi untuk pembersihan pencemaran pesisir dan laut
  - b. Pengembangan pemodelan transport sedimen di laut (limbah domestik, industri, tumpahan minyak)
  - c. Proteksi pantai, teknologi reklamasi, pengelolaan daerah pesisir secara terpadu, rancang bangun struktur lepas pantai
  - d. Penataan ruang kawasan pesisir dan laut, penentuan batas wilayah dan batas landas kontinen
- D) Penelitian yang berkaitan dengan bencana alam kelautan dan mitigasi bencana
- a. Pemetaan daerah rawan tsunami, peta genangan tsunami
  - b. Database tsunami
  - c. Pemetaan daerah rawan bencana gelombang ekstrim
  - d. Mitigasi bencana alam laut

Dengan potensi yang dimiliki oleh ITB, ITB sangat berpeluang untuk turut serta membangun bangsa berbasis kelautan melalui penciptaan SDM kelautan yang handal dan profesional serta penguasaan dan penerapan IPTEK KELAUTAN. Namun ini semua tergantung pada seberapa besar komitmen ITB untuk berperan aktif dalam pengembangan kelautan nasional. Ini tentunya terpulang kepada kita semua.

## 5. PENUTUP

Sumber daya alam pesisir dan laut Indonesia (hayati dan non hayati) sangat berlimpah namun pemanfaatannya belum teraktualisasi secara optimal.

Tantangan terbesar dalam pengembangan kelautan nasional adalah merubah cara pandang dari yang semula berorientasi daratan ke cara pandang yang berorientasi ke laut. Perubahan cara pandang ini akan menyadarkan bangsa Indonesia bahwa masa depan bangsa tergantung seberapa besar kemampuan bangsa dalam memanfaatkan sumberdaya alam pesisir dan lautnya untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

Kemampuan bangsa dalam memanfaatkan sumberdaya alam wilayah pesisir dan lautnya sangat bergantung pada tersedianya SDM kelautan yang berkualitas dan penguasaan IPTEK kelautan. ITB sebagai institusi pendidikan yang sedang menuju ke arah universitas berbasis riset mempunyai peluang yang sangat besar untuk berperan aktif dalam menciptakan SDM kelautan yang berkualitas dan penguasaan IPTEK kelautan.

Kerjasama antara KK yang terkait dengan kelautan perlu dibangun untuk bersama-sama menyusun suatu strategi pengembangan kelautan



yang bertumpu pada potensi kepakaran yang ada di ITB. Pemberian beasiswa pada mahasiswa S1 yang meminati oseanografi/kelautan perlu diperluas dan dijamin kontinuitasnya dan dana penelitian kelautan perlu dialokasikan serta kerjasama dengan pemerintah, swasta dan universitas/lembaga penelitian dalam dan luar negeri perlu ditingkatkan.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada ayahanda Drs. Sabaruddin Ahmad dan alm. Ibunda Mariana Sulun serta almarhum kedua mertua (Bapak Marah Syamsudin dan Ibu Djalina Saleh) yang telah menanamkan semangat untuk mencari ilmu dan menghasilkan karya-karya yang bermanfaat bagi sesama, serta kepada istri tercinta Erlina Sjam yang selalu setia mendampingi penulis dalam suka dan duka dan kedua putra penulis Qamaruzzaman dan Luthfi Rahman yang selama ini selalu menjadi inspirasi dan dukungan moril serta cinta kepada penulis untuk terus berkarya, kepada Mamanda Saiful Sulun dan Etek Yuzaini Sulun yang telah mendorong dan memfasilitasi penulis dalam menyelesaikan studi di ITB, serta kepada keluarga besar Sabaruddin Ahmad, Sulun St Malenggang serta keluarga besar Marah Syamsudin.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada guru-guru penulis Alm. Prof Susilo dan Drs Soenaryo yang telah menanamkan semangat untuk mempelajari oseanografi sehingga penulis dapat meniti karir di ITB sampai ke jenjang Guru Besar dan kepada rekan-rekan sejawat di KK Oseanografi dan di Pusat Pengembangan Kawasan Pesisir dan Laut (PPKPL) ITB serta FIKTM ITB.

Pengalaman berinteraksi dengan teman-teman sejawat di KK Oseanografi dan di PPKPL ITB, di FIKTM ITB dan teman-teman di ITB lainnya telah memberikan warna tersendiri dalam kehidupan pribadi penulis karena dari interaksi tersebut penulis belajar bagaimana caranya menghargai potensi masing-masing dan bersinergi untuk mencapai sasaran bersama; untuk itu penulis mengucapkan terima kasih.

Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada pimpinan ITB, pimpinan FIKTM ITB, Badan Meteorologi dan Geofisika, LAPAN, rekan-rekan peneliti di Departemen Kelautan dan Perikanan, dan Kementrian Negara Lingkungan Hidup.

Tidak lupa ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Prof. Lorenz Magaard dan Dr Brent Gallagher (Univ. of Hawaii, USA) yang telah membimbing penulis menyelesaikan program pendidikan doktor,

kepada Prof. Piet Hoesktra dan Dr Ton Hoitink (Utrecht University,  
Netherland) atas kesempatan untuk melakukan kerjasama selama ini.

## Daftar Pustaka

Dep. ESDM : "Kebijakan Pengembangan Energi Terbarukan dan Konversi Energi", 2003.

Ditjen Kelautan, Pesisir & Pulau-Pulau Kecil : "Kebijakan Pengelolaan Jasa Kelautan dan Kemaritiman". Lokakarya Nasional Pengelolaan Jasa Kelautan dan Kemaritiman 19 - 20 Juni 2007.

**Hadi S.**, H. Latief, Amiruddin: "Wave Field Model Around Coastal Structures". *Proceedings ITB; Jurnal Ilmiah ITB ISSN 0125-9350 Suplemen Vol. 34, No. 1, 2002.*

**Hadi S.**, H. Latief, Mulidin: "Analysis of Surface Wave Attenuation in Mangrove Forest". *Proceedings ITB on Engineering Science; ISSN: 0125 – 9350; Vol. 35 B; B, No. 2; Hal. 89 – 108, 2003.*

**Hadi S.**, Ningsih N.S., K. Pujiana: "Studi Awal Pemodelan Spektrum Energi Gelombang Laut di Perairan Timur Indonesia". *Pertemuan Ilmiah I Ahli Oseanografi Fisika, Bandung 24 April 2003.*

**Hadi S.**, H. Latief: "Integrasi Model Penyebaran Tumpahan Minyak Dengan Sistem Informasi Geografis Sebagai Alat Peringatan Dini Resiko Pencemaran Minyak Di Perairan Pantai". *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan XII Masyarakat Penginderaan Jauh Indonesia, Bandung 29–30 Juli 2003*

**Hadi S.**, W. Mardiansah, I. M. Radjawane: "Interannual Variation of Water Mass Dynamics in Eastern Indonesian Waters". *INSTANT Workshop "Oceanography of Indonesian Seas". Bali, October, 20–21, 2003.*

**Hadi S.**, Ningsih N.S., K. Pujiana: "Studi Awal Pemodelan Medan Gelombang di Laut Jawa dan Karakteristik Spektrum Energi Gelombang di Teluk Jakarta". *Indonesian Journal Marine Science, Vol. 10. No.3, September 2005; ISSN : 0853 – 7291, hal: 169 – 176.*

**Hadi S.**; Ningsih N.S., A. Tarya: "Study on Seasonal Variation of Cohesive Suspended Sediment Transport in Estuary of Mahakam Delta by using A Numerical Model". *Jurnal Teknik Sipil, Vol 13. No. 1, Januari 2006; ISSN: 0853 – 2982, halaman: 11 – 22.*

**Hadi, S.;** T. Suprijo, A. Susandi : “Studi Pemetaan Potensi Energi Bayu dan Arus Laut untuk Pembangkit Listrik Ramah Lingkungan di Indonesia”. Laporan Akhir Riset Unggulan ITB, 2006.

**Hadi, S.,** A. Susandi, I. M. Radjawane: “Studi on The Impact of Sea Level Rise and Its Economic Valuation in Coastal Zone of Jakarta Bay”. Final Report Osaka Gos Foundation Research Grand, 2005.

Leavastu and Hayes : “Fisheries Oceanography and Ecology”. Fishing Book Ltd, 1981.

Latief, H; **S. Hadi:** “Status Oseaografi Pantai dan Estuari dalam Penataan Ruang Wilayah Pesisir dan Laut di Kabupaten”. *Seminar Kelautan Dept. Geodesi-ITB, 2001*

Latief H.; **S. Hadi:** “Research on Tsunami Risk and Its Reduction in Indonesia by using Numerical Model”. *Seminar Nasional Bahaya Tsunami dan Penanggulangannya di Indonesia, Jogjakarta, 13-14 Maret 2002.*

Latief, H.; **S. Hadi,** F. Imamura: “Numerical Model for Tsunami Inundation Area and Its Sediment Transport in Pancer Bay”. *International Workshop on Tsunami Risk and Its Reduction in the Asia-Pacific Region; 2002.*

Latief H.; **S. Hadi,** H. Sunendar, A. R. Gusman: “Tsunami Assement Around The Sunda Strait”. *Proceeding International Seminar/Workshop on Tsunami, Jakarta and Anyer August 26-29, 2003.*

Lubis, S. : “Prospek Sumberdaya Energi dan Mineral Non Konvensional di Dasar Laut Perairan Indonesia”. Lokakarya Nasional Pengelolaan Jasa Kelautan dan Kemaritiman 19 – 20 Juni 2007.

Ningsih, S.N.; **S. Hadi;** M. Yusuf: “Upwelling in the Southern Coast of Java and its Relation to Seasonal Ocean Circulation by Using a Three-Dimensional Ocean Model”. *Proceedings of the Pan Ocean Remote Sensing Conference (PORSEC), Bali, Indonesia, 2002.*

Ningsih, S.N.; **S. Hadi**; M. Yusuf: "Studi variabilitas upwelling musiman di perairan Indonesia Wilayah Tengah dan Barat dengan menggunakan model hidrodinamika tiga dimensi.". *Pertemuan Ilmiah I Ahli Oseanografi Fisika*, 24 April 2003.

Ningsih, N.S., **S. Hadi**, K. Pujiana : "A Numerical Study of Generation of Internal Wave in Lombok Strait". INSTANT Workshop Bali, Indonesia, 2004.

Nontji, A.: "Laut Indonesia". Penerbit Djambatan, Cetakan II. Jakarta, 1993.

Nontji, A. : "Indonesia Potential in Developing Marine Biotechnology". Prosiding Seminar Bioteknologi Kelautan Indonesia, 13 - 22, LIPI Jakarta, 1999.

Pujiana K. : "Dinamika Gelombang Internal di Selat Lombok". Tesis Program Studi Oseanografi, Sain Atmosfer dan Seismologi, ITB, 2004.

Rachmayani, R. : "Studi Pembangkitan dan Penjalaran Gelombang Internal di Selat Lombok". Tesis Program Studi Sain Kebumihan, ITB, 2005

Saji, N. H., B. N. Goswani, P. N. Vinayachandran, and T. Yamagata : "Dipole Mode in Tropical Indian Ocean", *Nature* 401, 360 - 363, 1999.

United Nation Environment Programme (UNEP) : "Indonesian Country study on Biological Diversity". KMN-Y. LK Jakarta, 1992.

Zen M. T. : "Benua Maritim sebagai Lebensraum", *Proceeding Seminar Sehari Pemikiran ITB tentang Pengembangan Kelautan Indonesia*, 15 - 19, 2000.



## CURRICULUM VITAE

1. N a m a : Prof. Safwan Hadi, Ph.D.
2. Tempat dan tanggal lahir : Medan, 18 Maret 1947  
: 130 515 639
3. NIP : Erlina Sjam
4. Istri : Qamaruzzaman
5. Anak : Luthfi Rahman  
: Rumah :
6. Alamat : Jl. Purnawarman No. 45 Bandung 40116  
Telp. 022 – 4206872  
Kantor :
  - a). Labtek XI Lantai 2  
Jl. Ganesha No. 10 Bandung 40132  
Telp. 022 – 2500494 Fax. 022 - 2534139  
e-mail : [safwan@geoph.itb.ac.id](mailto:safwan@geoph.itb.ac.id)
  - b). Labtek VI Lantai 4  
Jl. Ganesha No. 10 Bandung 40132  
Telp./Fax. 022 – 2512436  
e-mail : [safwan@ppk.itb.ac.id](mailto:safwan@ppk.itb.ac.id)

## I. Riwayat Pendidikan

| No. | Jenjang Pendidikan | Perguruan Tinggi           | Tahun Lulus | Gelar | Bidang                    |
|-----|--------------------|----------------------------|-------------|-------|---------------------------|
| 1.  | S1                 | Institut Teknologi Bandung | 1973        | Drs   | Geofisika dan Meteorologi |
| 2.  | S2                 | University of Hawaii       | 1982        | M.Sc. | Oceanography              |
| 3.  | S3                 | University of Hawaii       | 1985        | Ph.D. | Oceanography              |

## Riwayat Jabatan Fungsional

| No. | Jabatan Fungsional  | TMT        |
|-----|---------------------|------------|
| 1.  | Asisten Ahli Madya  | 01-12-1974 |
| 2.  | Asisten Ahli        | 01-04-1986 |
| 3.  | Lektor Muda         | 01-09-1989 |
| 4.  | Lektor Madya        | 01-09-1991 |
| 5.  | Lektor              | 01-07-1996 |
| 6.  | Lektor Kepala Madya | 01-11-1999 |
| 7.  | Lektor Kepala       | 01-01-2001 |
| 8.  | Guru Besar          | 01-12-2006 |

## *Jabatan Struktur di ITB*

| No. | Jabatan Struktural                    | Tahun       | Keterangan   |
|-----|---------------------------------------|-------------|--------------|
| 1   | Ketua Jurusan Geofisika & Meteorologi | 1989 - 1992 |              |
| 1.  | Kepala PPK – ITB                      | 1999 – 2002 | Periode ke 1 |
| 2.  | Kepala PPK – ITB                      | 2002 – 2003 | Periode ke 2 |
| 3.  | Kepala PPKPL – ITB                    | 2005 – 2006 |              |



|    |   |             |  |
|----|---|-------------|--|
| 4. | Kepala Laboratorium<br>Oseanografi Pantai | 2005 – 2006 |  |
|----|---|-------------|--|

### Penelitian/Publikasi

Dalam Jurnal Internasional Bereferree Dan Diakui

1. Hamzah Latief, **Safwan Hadi**: “The Role of Forests and Trees in Protecting Coastal Areas Againsts Tsunami” Technical Paper, 2006.
2. Alam Frendy Koropitan, **Safwan Hadi**, and Ivonne M. Radjawane: “Three Dimensional Simulation of Tidal Current in Lampung Bay: Diagnostic Numerical Experiments”. International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences, Vol 3, 9 – 18, 2006.

Dalam Jurnal Nasional Terakreditasi

1. Salmawaty Arif; **Safwan Hadi**: “Approaching Analytic Wave Driven Longshore Currents”. *MIHMI Vol.9; No.1; 2003*.
2. **Safwan Hadi**, Hamzah Latief, Mulidin: “Analysis of Surface Wave Attenuation in Mangrove Forest”. *Proceedings ITB on Engineering Science; ISSN: 0125 – 9350; Vol. 35 B; B, No. 2; Hal. 89 – 108, 2003*.
3. Alan Frendy Koropitan, **Safwan Hadi**, Ivonne M. Radjawane, Ario Damar: “Study Dinamika Ekosistem Perairan di Teluk Lampung: Pemodelan Gabungan Hidrodinamika–Ekosistem (A Study on the dynamic of Aquatic Ecosystem in Lampung Bay : A Coupled Hydrodynamic–Ecosystem Modeling); *Jurnal Ilmu–ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia; ISSN: 0854 – 3194; Vol. XI; No. 1. Hal : 29 – 38, Agustus 2004*.
4. Kunarso, **Safwan Hadi**, Nining S. Ningsih: “Kajian Lokasi Upwelling untuk Penentuan Fishing Ground Potensial Ikan Tuna”. *Indonesian Journal Marine Science, Vol 10. No. 2, Juni 2005; ISSN: 0853 – 7291, hal : 61 – 67*.

5. **Safwan Hadi**, Nining S. Ningsih, Kandaga Pujiana: "Studi Awal Pemodelan Medan Gelombang di Laut Jawa dan Karakteristik Spektrum Energi Gelombang di Teluk Jakarta". Indonesian Journal Marine Science, Vol. 10. No. 3, September 2005; ISSN : 0853 – 7291, hal : 169 – 176.
6. **Safwan Hadi**, Nining Sari Ningsih, Ayi Tarya: "Study on Seasonal Variation of Cohesive Suspended Sediment Transport in Estuary of Mahakam Delta by using A Numerical Model". Jurnal Teknik Sipil, Vol. 13. No. 1, Januari 2006; ISSN : 0853 – 2982, hal. 11 – 22.

Dalam Jurnal Nasional Tidak Terakreditasi

1. Widyo N. Sulasdi; **Safwan Hadi**; Dadang K. Mihardja; Hang Tuah; Nursalam R. Nganro, dan Agus Supangat: "Potensi dan Strategi Pengembangan Kelautan di Lingkungan Institut Teknologi Bandung". *Proc. ITB; Vol. 32; No. 2; 2000; Suplemen*.
2. **Safwan Hadi**., H. Latief, Amiruddin: "Wave Field Model Around Coastal Structures". *Proceedings ITB; Jurnal Ilmiah ITB ISSN 0125-9350 Suplemen Vol. 34, No. 1, 2002*.
3. **Safwan Hadi**: "Role of Mathematical Modelling in Coastal Oceanography", *Proceeding ITB, 2004*.

Dalam *Proceeding* Seminar Internasional

1. **Safwan Hadi**: "Submarine Tailings Disposal in The Perspective of Oceanography". *Proceedings 2001 Indonesian mining Association Conference and Exhibition, Nov. 7 – 8, 2001, Jakarta*.
2. Alan F. Koropitan; Richardus Kaswadji; Ivonne M. Radjawane; **Safwan Hadi**: "Aquatic Ecosystem Modeling in Pelabuhan Ratu Bay". *Proceedings of the Pan Ocean Remote Sensing Conference (PORSEC), Bali, Indonesia, 2002*

3. Nining N.S.; **Safwan Hadi**; M. Yusuf: "Upwelling in the Southern Coast of Java and its Relation to Seasonal Ocean Circulation by Using a Three- Dimensional Ocean Model". *Proceedings of the Pan Ocean Remote Sensing Conference (PORSEC), Bali, Indonesia, 2002.*
4. H. Latief; **Safwan Hadi**, Fumihiko Imamura: "Numerical Model for Tsunami Inundation Area and Its Sediment Transport in Pancer Bay". *International Workshop on Tsunami Risk and Its Reduction in the Asia-Pacific Region; 2002.*
5. **Safwan Hadi**; Wijaya Mardiansah, Ivonne M. Radjawane: "Interannual Variation of Water Mass Dynamics in Eastern Indonesian Waters". *INSTANT Workshop "Oceanography of Indonesian Seas". Bali, October, 20 – 21, 2003.*
6. Hamzah Latief, **Safwan Hadi**, Haris Sunendar, Aditya R. Gusman: "Tsunami Assesment Around The Sunda Strait". *Proceeding International Seminar/Workshop on Tsunami, Jakarta and Anyer August 26 - 29, 2003.*

Dalam *Proceeding* Seminar Nasional

1. Widyo N. Sulasdi; **Safwan Hadi**: "Mencetak Manajer Pembangunan Wilayah Pesisir dan Laut". *Insinyur Indonesia Titian Mencerdaskan Bangsa; Edisi Mei-Juni No.1; Vol. XXII; ISSN : 0216-290, 2000.*
2. **Safwan Hadi**, Widyo Nugroho SULASDI: "Cara Pandang Pusat Penelitian Kelautan Institut Teknologi Bandung Terhadap Pembangunan Kelautan di Indonesia". *Prosiding Seminar Sehari Pemikiran ITB Tentang Pengembangan Kelautan di Indonesia, 2000.*
3. H. Latief; **Safwan Hadi**: "Status Oseaografi Pantai dan Estuari dalam Penataan Ruang Wilayah Pesisir dan Laut di Kabupaten". *Seminar Kelautan Dept. Geodesi – ITB, 2001.*

4. Hamzah Latief, **Safwan Hadi**: "Research on Tsunami Risk and Its Reduction in Indonesia by using Numerical Model". *Seminar Nasional Bahaya Tsunami dan Penanggulangannya di Indonesia, Jogjakarta, 13 – 14 Maret 2002.*
5. **Safwan Hadi**, Nining S.N., Kandaga Pujiana: "Studi Awal Pemodelan Spektrum Energi Gelombang Laut di Perairan Timur Indonesia". *Pertemuan Ilmiah I Ahli Oseanografi Fisika, Bandung 24 April 2003.*
6. Nining N.S.; **S. Hadi**; M. Yusuf: "Studi variabilitas upwelling musiman di perairan Indonesia Wilayah Tengah dan Barat dengan menggunakan model hidrodinamika tiga dimensi.". *Pertemuan Ilmiah I Ahli Oseanografi Fisika, 24 April 2003.*
7. **Safwan Hadi**; Hamzah Latief: "Integrasi Model Penyebaran Tumpahan Minyak Dengan Sistem Informasi Geografis Sebagai Alat Peringatan Dini Resiko Pencemaran Minyak Di Perairan Pantai". *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan XII Masyarakat Penginderaan Jauh Indonesia, Bandung 29–30 Juli 2003*
8. Rahmat Gernowo, **Safwan Hadi**: "Kajian Numerik Karakteristik Gelombang Kombinasi –Difraksi Disekitar Pantai". *Presentasi Nasional Matematika dan Statistika VI; ITS Surabaya , 11 Oktober 2003*

### **Pengabdian Kepada Masyarakat**

1. *Pengajar Pada Pendidikan dan Pelatihan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis Tingkat Lanjut Terampil Angkatan ke – 2 di Jakarta kerjasama dengan LAPAN, 2000*
2. *Anggota Tim Pembuatan Software Topografi Permukaan Laut Indonesia kerjasama dengan BAKOSURTANAL, 2000*
3. *Anggota Tim Penyusun Pedoman Nasional Pengelolaan Pulau–pulau Kecil kerjasama dengan Departemen Kelautan dan Perikanan, 2001*

4. *Ketua Tim Penyusunan Atlas Wilayah Pesisir dan Laut Jawa Barat Bagian Selatan kerjasama dengan Dinas Perikanan Provinsi Jawa Barat, 2001*
5. Ketua Tim Pengembangan Basis Data Pencemaran Laut dan Perencanaan Pengendalian Pencemaran Laut, kerjasama dengan Departemen Kelautan dan Perikanan, 2001
6. Ketua Tim Penelitian Pemetaan Sumberdaya Energi Non-Konvensional, kerjasama dengan Departemen Kelautan dan Perikanan, 2001
7. Anggota Tim Penyusunan Pedoman Teknis Prasarana & Sarana Fisik Wilayah Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu, kerjasama dengan Pemda DKI Jakarta, 2002
8. Anggota Tim Penyusunan Rencana Pengembangan Sentra Usaha Masyarakat, Wilayah Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu, kerjasama dengan Pemda DKI Jakarta, 2002
9. Anggota Tim Pengumpulan Data dan Informasi untuk MCMA, 2002
10. Anggota Tim Penyusun Dokumen AMDAL Pembangunan SPM Terminal Transit Utama Balongan, 2002
11. Instruktur "Analisis Mengenai Resiko Lingkungan (AMRIL)". Coremap AusAID Managed on Behalf of AusAID by Acil Australia PTY Ltd in Association with AMSAT Ltd and Ministry of Environment of Republic of Indonesia Sumatra Regional Office, 2003
12. Anggota Tim Penyusun Studi Investigasi Sumber Pencemar Lingkungan di Kabupaten Indramayu, 2003
13. Ketua Tim Analisis Dampak Kegiatan Penambangan Pasir Laut terhadap Pola Hidro –Oseanografi di Kab. Karimun, Kep. Riau dan Batam, 2003
14. Anggota Tim Kajian Mitigasi Bencana Lingkungan Pesisir Akibat Penambangan Pasir Laut. 2003
15. Anggota National Steering Committee (NSC), Southeast Asia Center For Ocean Research and

Monitoring (SEACORM) – Indonesia, 2003

16. Anggota Tim Studi Kondisi Oseanografi Perairan Pulau Kangean, 2005
17. Anggota Tim AMDAL Balongan, 2005
18. Anggota Tim AMDAL Tambang Batubara ANDARO Kalimantan Selatan, 2006