

Sistem Informasi Peringatan Dini Gelombang Pasang Tsunami

Oleh

Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi – BPPT
Seawatch Indonesia Group
Jl. Mh. Thamrin No.8 Gedung BPPT II Lt.21 Jakarta

1. LATAR BELAKANG

Bencana gelombang Tsunami seperti yang baru terjadi di ujung pulau Sumatera (propinsi NAD), sebagian Sumatera Barat dan Utara, telah mengambil korban sebanyak 5.000 orang dan kerugian material yang sangat besar seperti hancurnya infrastruktur perekonomian, pendidikan, telekomunikasi, dan listrik. Tsunami oleh para ilmuwan didefinisikan sebagai bentuk gravitasi gelombang di lautan yang menyebabkan terjadinya gelombang pasang dalam waktu singkat. Tsunami dapat dipicu oleh berbagai hal seperti pergeseran lempengan (paparan benua), meletusnya gunung berapi dilaut dan gempa tektonik didasar laut.

Prakiraan distribusi gelombang Tsunami terjadi di perairan Indonesia sebanyak 11 % dari distribusi kejadian Tsunami di seluruh dunia (lihat lampiran). Selama 100 tahun dari tahun 1990 s/d 2001 tercatat sudah terjadi 796 kali gelombang Tsunami didunia dengan menewaskan sebanyak ratusan ribu orang, Di Indonesia terakhir dilaporkan telah terjadi gelombang Tsunami pada bulan pebruari 1994 di Perairan Pulau Jawa dengan 220 orang meninggal. Mengingat distribusi terjadi Tsunami di Indonesia cukup besar dan untuk mengantisipasi bencana gelombang Tsunami serupa pada masa mendatang maka saat ini sangat diperlukan sebuah peralatan sistem informasi yang real time atau Sistem Peringatan Dini untuk bencana Tsunami yang bekerja secara real time.

Seawatch Indonesia yang merupakan sistem informasi yang terintegrasi untuk monitoring, prakiraan dan pemodelan karakteristik lingkungan laut diharapkan dapat membantu untuk mengatasi permasalahan diatas. Seawatch Indonesia dapat melakukan pengumpulan data oseanografis dan meteorologis secara real time dengan menggunakan sensor yang dipasang pada buoy yang diletakan pada perairan laut, yang kemudian datanya dapat dikirimkan via satelit ke dalam server database untuk dilakukan analisa dan didistribusikan kepada pengguna.

Seawatch Indonesia sejak tahun 1996 telah melakukan kegiatan pemantauan lingkungan perairan laut di Indonesia dengan menggunakan 12 unit buoy yang diletakan di teluk Jakarta, Selat Malaka, Perairan Riau, Selat Makasar dan Perairan Masa Lembo. Kegiatan tersebut bekerjasama dengan P2OLUPI, DISHIDROS TNI-AL, HUBLA, Dep. Kelautan dan Perikanan, PERTAMINA, Otorita Batam, dan Pemda DKI. Hasil analisa dan informasinya telah diseminarkan melalui beberapa workshop dan didistribusikan secara online kepada pengguna.

Proposal ini menjelaskan tentang kerangka sistem informasi peringatan dini terjadinya suatu gelombang Tsunami yang real time di Indonesia, pembiayaan kegiatannya, hasil simulasi besar gelombang terjadi Tsunami di NAD, keorganisasian dan peralatan sistem Seawatch Indonesia dalam melakukan pemantauan lingkungan perairan laut. Dengan kemampuan dan peralatan sistem pemantauan perairan laut yang telah dimiliki serta tehnik pemodelan yang telah dikuasai, diharapkan sistem Seawatch Indonesia dapat membantu untuk mengantisipasi bencana kelautan Tsunami yang merugikan ini.

2. TUJUAN DAN SASARAN

Tujuan :

- a. Memperoleh kerangka *Tsunami Early Warning System* agar dapat meminimisasi dampak bencana gelombang Tsunami serta langkah – langkah antisipasi yang perlu dilakukan.

- b. Mengolah dan melakukan pemodelan data lingkungan perairan laut yang telah diperoleh guna dilakukan analisis dan penyusunan rona lingkungan awal, memperkirakan areal yang harus diprioritaskan penanganannya jika terjadi bencana gelombang Tsunami, juga sebagai data dasar untuk melihat perubahan lingkungan yang terjadi secara berkala agar dapat dilakukan pembangunan prasarana dan sarana untuk memperkecil dampak yang ditimbulkan.
- c. Mengembangkan transparansi dalam informasi bencana dengan koordinasi institusi terkait serta kecepatan respons dari pengambil kebijakan untuk melakukan evakuasi dan penanganan pasca bencana.

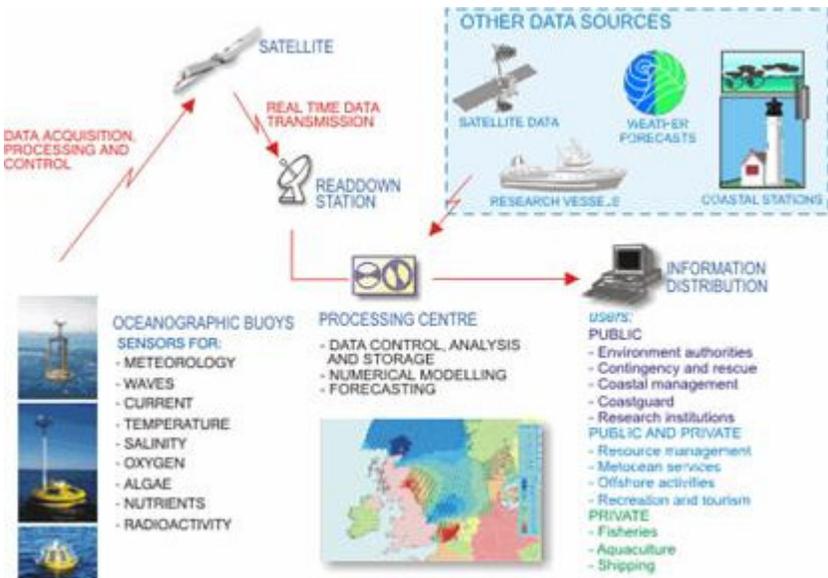
Sasaran :

Untuk dapat melaksanakan tujuan-tujuan tersebut di atas, perlu dilakukan hal-hal sebagai berikut:

- a. Memetakan tugas dan fungsi lembaga-lembaga/institusi yang dapat berperan serta dalam menangani dampak bencana gelombang Tsunami untuk selanjutnya menyusun jaringan distribusi informasi peringatan dini dan koordinasi dalam menghadapi bencana gelombang Tsunami. Selain itu, juga akan dilakukan pemetaan prasarana dan sarana yang terdapat di tiap instansi terkait.
- b. Memetakan kondisi lingkungan perairan laut secara kontinyu sebagai masukan dalam perencanaan tataruang laut dan pesisir yang kemudian diintegrasikan dengan tataruang darat dan tataruang udara untuk menghadapi bencana gelombang Tsunami.
- c. Terpasangnya beberapa *buoy* di seluruh perairan Indonesia yang rawan bencana Tsunami dengan dilengkapi berbagai macam sensor yang diperlukan dalam mengidentifikasi terjadinya gelombang Tsunami

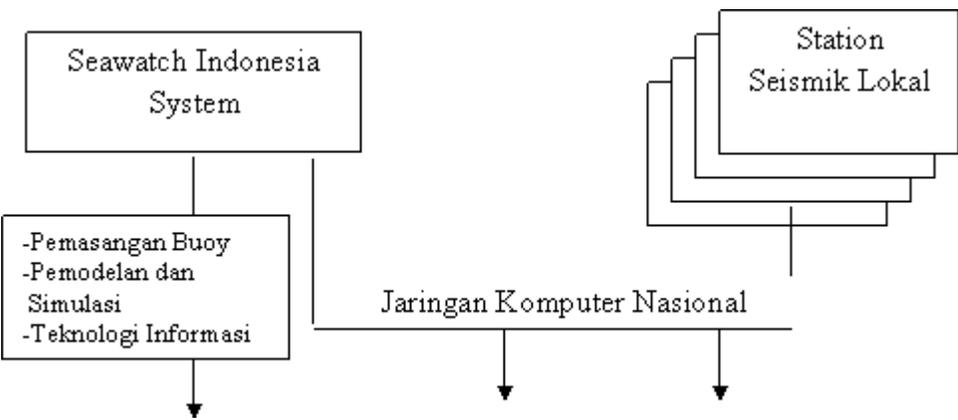
3. METODELOGI DAN STRATEGI

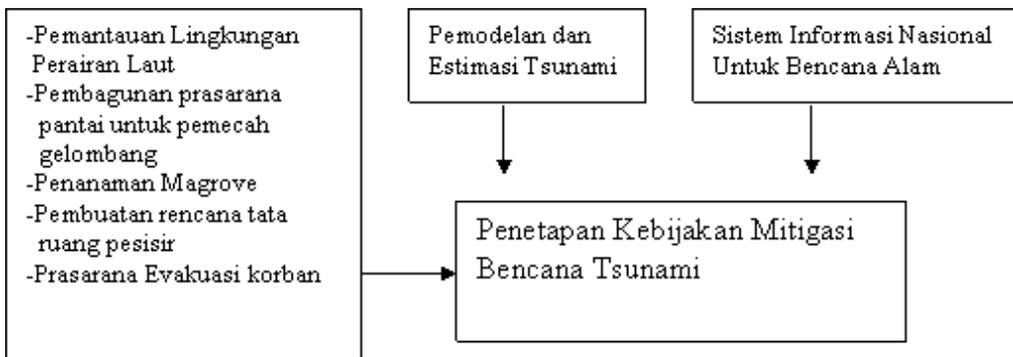
Kekuatan gelombang pasang Tsunami dan kerusakan yang akan ditimbulkan sangat sukar untuk diestimasi karena begitu cepatnya kejadian tersebut. Tsunami tidak hanya disebabkan oleh satu gelombang saja, melainkan disebabkan oleh beberapa gelombang yang berukuran besar selama waktu 10 s/d 45 menit. Untuk kembali pada besar osilasi pada gelombang laut normal diperlukan waktu yang berhari-hari. Untuk mengatasi bencana Tsunami ini banyak langkah yang bisa diambil selain menggunakan Early Warning System bisa juga dibangun sarana fisik seperti pemecah gelombang dan melakukan penanaman mangrove ditepi pantai untuk menahan gelombang serta banyak lainnya. Sedangkan untuk mendeteksi terjadinya Tsunami langkah awal dapat dilakukan dengan mengetahui kenaikan tinggi gelombang laut dan tekanannya secara kontinu. Maka dengan pengamatan yang menggunakan *real time system* hal tersebut dapat dilakukan seperti yang dilakukan dengan sistem Seawatch Indonesia yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar Seawatch Indonesia System

Ada tiga fase gelombang Seismik yang cukup signifikan pada saat terjadi gelombang Tsunami yang dapat diamati, pada fase pertama dinamakan *P-wave* yaitu gelombang yang berasal dari sumber gempa didalam lapisan bumi yang mempunyai kecepatan 8 km/dt s/d 13.5 km/dt, gelombang ini akan tercatat pada station pemantauan seismik sehingga dengan mudah dapat diketahui posisi sumber gempa tersebut. Fase kedua dinamakan *S-wave* yang merupakan gelombang yang merambat pada media air laut sebelum muncul ke permukaan, kecepatan gelombang ini sekitar 6.7 km/dt s/d 8 km/dt dan diklasifikasi sebagai *body wave*, mengetahui kekuatan gelombang ini sangat penting karena gelombang ini yang akan menentukan ukuran dari gempa yang terjadi. Sedangkan fase ketiga adalah gelombang seismik yang muncul ke permukaan laut, kekuatannya akan ditentukan dari tingginya kedalaman air laut tersebut. Kesemua fase ini akan tercatat dalam peralatan seismograph pada stasion pemantauan seismik yang besar *magnitudenya* diukur dalam bentuk skala logaritma yang dinamakan skala Richter. Oleh karena itu untuk menjadikan *Integrated Early Warning System* maka diperlukan kerjasama yang terpadu diantara lembaga-lembaga yang terkait. Untuk lebih jelasnya dapat digambarkan pada diagram dibawah ini :





Gambar Diagram Strategi Mitigasi Bencana Tsunami

4. PEMBIAYAAN KEGIATAN

No	Uraian	Jumlah
1.	Buoy dan Sensor (untuk 3 Unit) -Pembelian dan kalibrasi Sensor (50%) -Pengujian Sistem (10%) -Pengapalan dan peletakan Buoy(20%) -Perawatan Buoy (20%)	Rp. 600.000.000,-
2.	Teknologi Informasi -Pembelian dan perawatan komputer (50%) -Instalasi Base Station dan Networking (20%) -Pengembangan Website (20%) -Pemograman komputer dan pengelolaan data (10%)	Rp. 60.000.000,-
3.	Pemodelan dan Forecasting -Analisa Laboratorium (30%) -Upgrade Software (30%) -Pemograman Komputer (20%) -Seminar dan Workshop (20%)	Rp 30.000.000,-
4.	Administrasi dan Public Relation	Rp. 10.000.000,-
	Total Pembiayaan	Rp 700.000.000,-

LAMPIRAN :

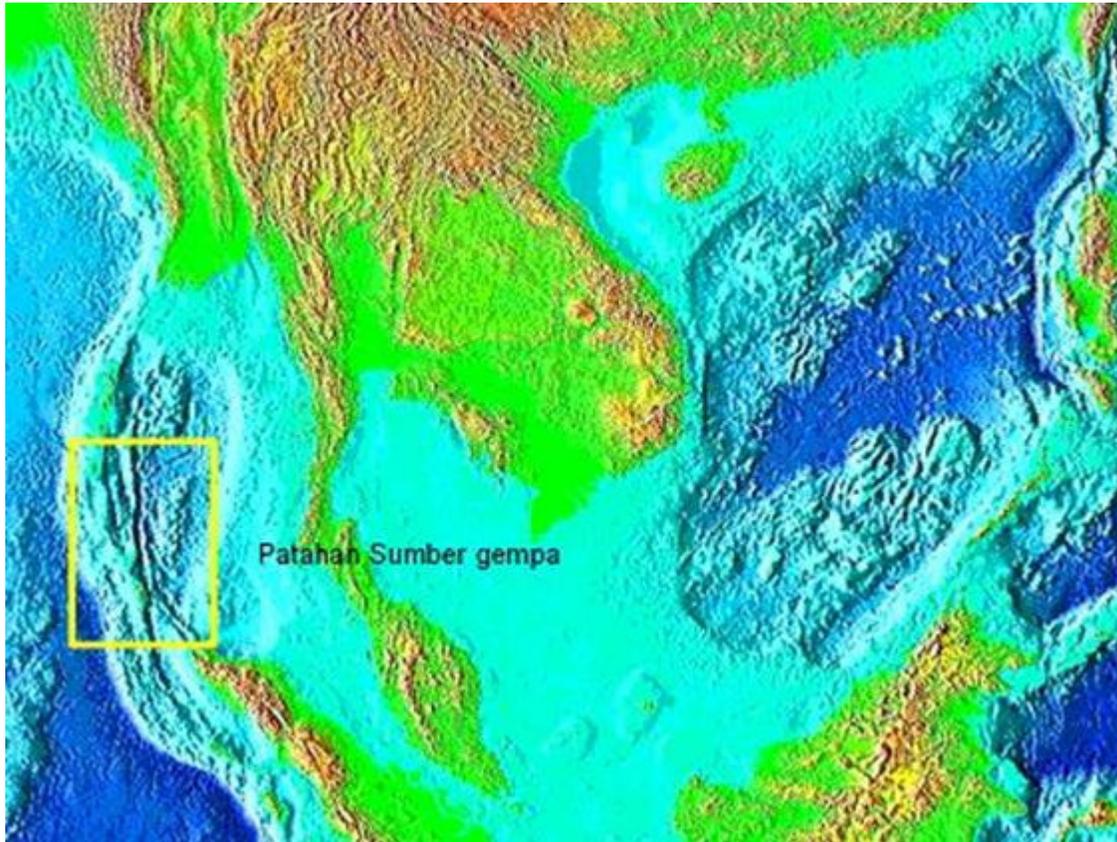
A. Tabel Distribusi Kejadian Tsunami di Dunia

No.	Area	Precent
1.	Japan	17 %
2.	South America	15 %
3.	New Guinea Solomon Island	13 %
4.	Indonesia	11 %
5.	Kuril Island and Kamchatka	10 %
6.	Mexico and central America	10 %
7.	South Asia	9 %

8.	New Zealand and Tonga	7 %
9.	Alaska and United State	7 %
10.	Hawai	3 %

Sumber : NOAA-USA

B. Hasil Estimasi Tinggi gelombang Tsunami di Perairan Laut NAD

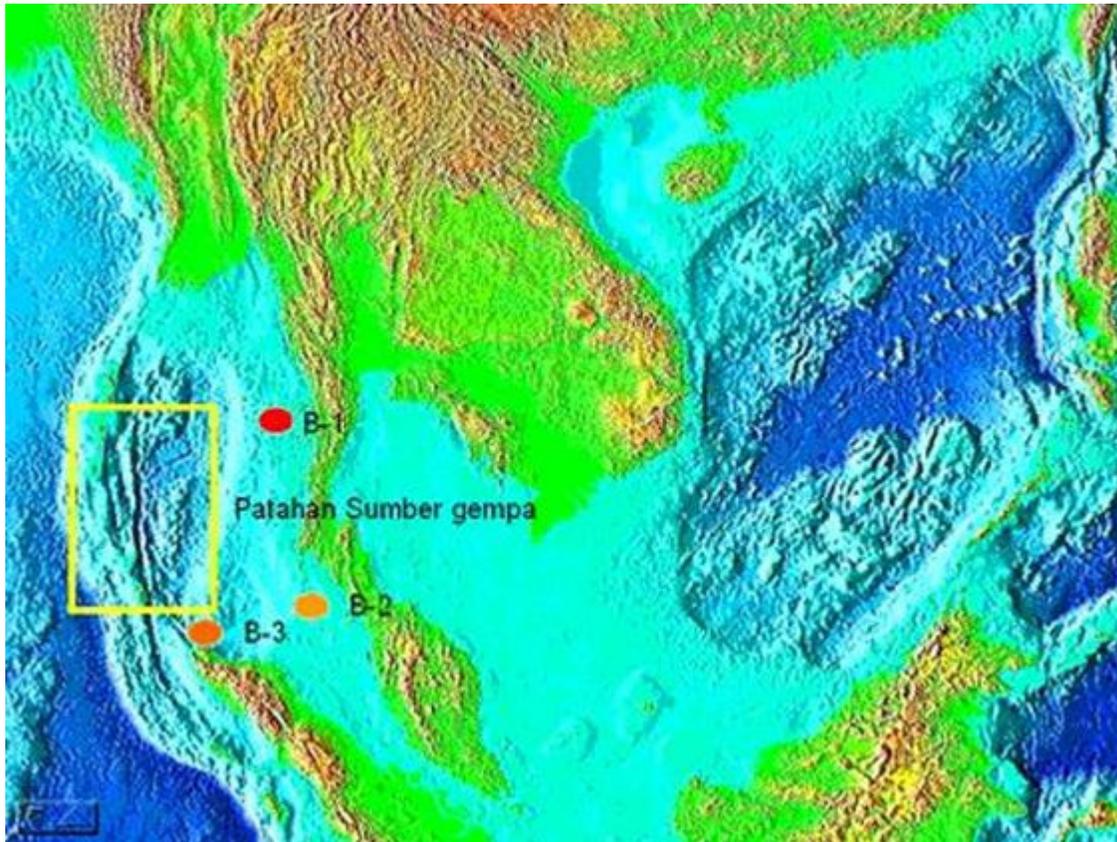


Pada gambar terlihat patahan Aceh yang teramati secara jelas pada peta dasar laut yang dikeluarkan oleh NGDC NOAA Amerika Serikat. Patahan ini merupakan potensi sumber terjadinya Tsunami, oleh karena itu antisipasi dan mitigasi bencana Tsunami dapat difokuskan pada pergerakan patahan Aceh ini. Untuk hasil simulasi komputer yang telah dilakukan untuk bencana Tsunami tgl 26 Desember 2004 dapat ditunjukkan pada tabel berikut ini :

Sumber gempa	3.26 LU	96.2 BT	Depth : 25 km	
Lokasi	Jarak dari sumber	Waktu tempuh (menit)	Tinggi Gelombang	
			Simulasi	Pengamatan
Banda Aceh	500	50	2.2 m	2 m
Lhoksemawe	550	55	2.1 m	2 m
Penang	1000	120	3.7 m	4 m
Phuket	1500	180	4.4 m	5 m
Maladewa	1000	110	3.2 m	3 m
Srilangka	3000	400	3.8 m	4 m

Sumber : Seawatch Indonesia Group

C. Usulan Peletakan Peralatan Sistem Peringatan Dini (Early Warning System)



Kemampuan mendeteksi Tsunami di perairan laut Indonesia khususnya Propinsi Nangroe Aceh Darussalam dan sekitarnya membutuhkan perangkat *real time Tsunami early warning system* dengan sistem pelampung (buoy) yang memiliki sistem komunikasi telemetri. Sistem tersebut cukup baik untuk dapat memberikan waktu sekitar 15 menit atau lebih kepada lokal authority untuk menyebar luaskan tanda bahaya dan evakuasi.

D. Organisasi Seawatch Indonesia

Untuk dapat melakukan kegiatan pemantauan lingkungan perairan laut secara berkesinambungan dan menjadikan Seawatch Indonesia dapat bekerja secara team work yang solid, diperlukan keorganisasian dan sistem kerja sebagai berikut :

KLIPING MEDIA

<http://www.geocities.com/klipingmedia>

No.	Bagian	Tugas dan Kegiatan
1.	Buoy Operation and Deployment	Melakukan perakitan, pemasangan, dan perawatan Buoy, serta melakukan pengembangan pada perangkat buoy dan teknologi sensor.
2.	Information Technology	Melakukan pengelolaan data dan mendistribusikan informasinya secara elektronik melalui teknologi berbasis jaringan komputer.
3.	Modeling and Forecasting	Melakukan analisa untuk prakiraan dan pemodelan lingkungan perairan laut dengan menggunakan perangkat lunak seawatch Indonesia.
4.	Secretaris and Project Administration	Melakukan kegiatan administrasi yang menunjang dan mendukung semua aktivitas proyek
5.	Quality Assurance and Public Relation	Melakukan analisa jaminan kualitas terhadap informasi yang didistribusikan oleh seawatch Indonesia dan menggalakkan kerjasama dengan institusi lainnya dalam rangka mengembangkan seawatch Indonesia.

Seawatch Indonesia yang merupakan sistem informasi yang terintegrasi untuk monitoring, prakiraan dan pemodelan karakteristik lingkungan laut mempunyai beberapa komponen yang dapat dikelompokkan sebagai berikut :

(i) Bouy dan Sensor

No	Jenis Alat dan Komponen Sensor	Uraian
1.	Buoy	Peralatan ini terbuat dari bahan plastik dengan kerangka besi yang berfungsi sbg pelampung yang berisi Processor, Solar sel, Sensor-sensor dan sistem komunikasi data satelit. Untuk meletakkan peralatan ini dibutuhkan penanganan yang professional, karena sifat sensitivitas sensornya.



2.	Sensor Oksigen 	Sensor ini digunakan untuk mengetahui kandungan oksigen dari air laut. Sebelum digunakan untuk melakukan pengukuran, sensor ini harus diberikan cairan Alkaline elektrolyte yang nampak pada gambar.
3.	Sensor Optisen 	Sensor Optisen dapat digunakan untuk mengukur jumlah phytoplankton, sensor ini bekerja berdasarkan Analisa spektrum cahaya. Peralatan yang terlihat disampingnya digunakan untuk melakukan pengujian sebelum sensor ini dipasangkan dan dinyatakan layak digunakan untuk mengukur.
4.	Sensor Conductivity Temperature Depth 	Sensor CTD digunakan untuk mengukur suhu air laut, sifat konduktifitasnya dan kedalamannya dari permukaan laut. Pada seawatch Indonesia sensor ini dipasang untuk setiap kedalaman 5 meter sampai sepanjang 20 meter..
5.	Sensor Radio Aktif 	Sensor ini digunakan untuk mengukur kandungan radio aktif suatu perairan laut dan dinamakan sensor RADAM
6.	Sensor Current	Sensor ini digunakan untuk mengetahui arah arus dan besarnya kekuatan arus di suatu perairan laut dan dinamakan UCM (Ultra Current Meter)



7.

Sensor Meteorologi



Sensor meteorologi pada seawatch Indonesia terdiri :
-Buoy Orientation
-Wind Direction
-Air Temperature
-Wind Speed
kesemuanya merupakan produksi AANDERAA Instrument.

8.

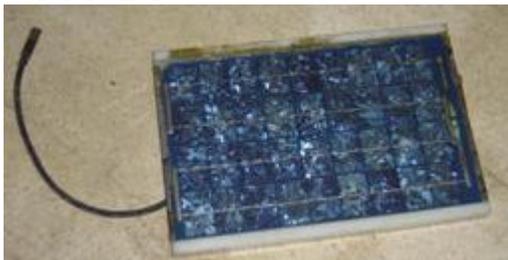
Sistem Komunikasi Data



Sistem komunikasi data yang digunakan dalam sistem seawatch Indonesia berupa perangkat transmitter dan receiver satelit ARGOS dan INMARSAT. Tampak digambar Central Processing Unit yang mengelola sistem kerja peralatan dinamakan GENI sistem.

9.

Solar Panel



Solar panel digunakan untuk memenuhi kebutuhan daya listrik sistem charge batteray. Untuk setiap Buoy dibutuhkan 6 buah panel sel solar.

10.	<p>Sensor Gelombang</p> 	<p>Gambar ini merupakan tempat diletakkannya sensor gelombang atau wave reader, kegunaannya untuk mengetahui tinggi gelombang. Fungsi lainnya tempat juga digunakan untuk menyimpan peralatan controller dan CPU supaya tidak terkena dengan air laut.</p>
11	<p>Sensor Nutrient</p>	<p>Sensor ini digunakan untuk mengetahui karakteristik nutrient yang terdapat pada perairan laut, sensor ini juga dinamakan sensor APP (Automatic Photofreter Pump)</p>
12	<p>Batteray</p> 	<p>Untuk menjalankan keseluruhan sistem Buoy diperlukan beberapa jenis baterai seperti pada gambar yaitu :</p> <ul style="list-style-type: none"> -8 Baterai untuk menyimpan listrik dari panel solar -1 Baterai untuk peralatan komunikasi satelit ARGOS -1 Baterai untuk menghidupkan lampu
13	<p>Kabel</p> 	<p>Kabel-kabel pada gambar disamping digunakan untuk mengikat buoy dan sensor CTD.</p>
14	<p>Digital GPS Monitoring</p>	<p>Digunakan untuk mengetahui posisi</p>

(ii) Software

Untuk mengelola seawatch Indonesia diperlukan beberapa software antara lain :

- SEAWATCH 3D, perangkat ini digunakan untuk memodelkan arah arus laut dan kecepatannya
- NOMAD, merupakan perhitungan numeric untuk mensimulasikan gelombang.
- OCEAN GIS, Sistem informasi spatial kelautan yang akan menyimpan semua atribut data hasil analisa
- OCEAN INFO, sistem distribusi data dan informasi lewat jaringan komputer
- OILSPILL, perangkat ini digunakan untuk mensimulasikan tumpahan minyak di laut.
- TOBIS, sistem ini digunakan dalam mengoperasikan buoy dan mengendalikan semua sensornya serta digunakan untuk pengujian keseluruhan sistem buoy.

(iii) Komputer

Untuk menunjang semua kegiatan seawatch Indonesia seperti administrasi, simulasi, pengelolaan data dan informasi dibutuhkan perangkat komputer baik hardware maupun Sistem Operasi



Seawatch Indonesia telah memiliki beberapa perangkat komputer yaitu :

- 1 buah Server Ultra Sun System
- 3 buah Workstation Sparc
- 5 buah PC Komputer

Sedangkan operating system yang digunakan adalah UNIX dan Windows.

KLIPING MEDIA

<http://www.geocities.com/klipingmedia>