

---

**PEMROSESAN DATA SATELIT ALTIMETRI DAN TIDE GAUGE  
UNTUK PENGAMATAN SEA LEVEL CHANGE DI INDONESIA  
STUDI KASUS SAMUDRA INDONESIA  
(Studi Kasus: Samudera Indonesia, 9° LS – 6° LU dan 95° BT - 116° BT)**

**Sonny Widyagara Nadar<sup>1</sup>, Eko Yuli Handoko<sup>1</sup>, Asmi Marintan Napitu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Geomatika, FTSP, ITS-Sukolilo, Surabaya-60111

<sup>2</sup>SEACORM-Balai Riset Dan Observasi Kelautan, Perancak

**Abstrak**

Perubahan muka laut ( Sea Level Change ) merupakan salah satu fenomena yang terjadi akibat beberapa faktor yang dapat dibidang kompleks. Perubahan ini dapat memberikan dampak yang merugikan pada manusia khususnya manusia yang tinggal didaerah pesisir apabila besar kenaikannya sangat signifikan. Dampak dari pemanasan global merupakan salah satu pemicu dari perubahan muka laut ( Sea level Change ). Teknologi yang ada saat ini sangat membantu dalam pengamatan Sea Level Change, khususnya penggunaan teknologi satelit Altimetri. Satelit Altimetri memiliki kemampuan untuk mengamati fenomena yang terjadi diwilayah perairan, seperti yang dilakukan dalam penelitian ini yang menggunakan data satelit Altimetri untuk melakukan pengamatan Sea level Change dalam selang waktu 2002 – 2005.

Penelitian ini menggunakan data biner satelit altimetri atau MGDR ( Merged Geophysical Data Record ) untuk kemudian dilakukan proses konversi dan diolah untuk mencari nilai Sea Level Anomaly pada beberapa titik pengamatan, yang merupakan parameter dalam penentuan Sea Level Change.

Hasil yang diperoleh akan dioverlaykan gambarnya dengan data pasang surut, dan diamati trend yang terjadi antara hasil yang diperoleh dengan satelit Altimetri dan Pengamatan Pasang surut. Adapun hasil yang diperoleh menunjukkan trend yang sama antara data pasang surut dan satelit altimetri dan perubahan muka laut dari tahun 2002 – 2005 sangat dinamis, yaitu terjadi kenaikan dan penurunan.

Kata Kunci :Sea Level Change, Satelit Altimetri, Pasang Surut.

**PENDAHULUAN**

*Sea level change* merupakan fenomena kenaikan muka air laut yang diakibatkan oleh meningkatnya volume air laut yang disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain mencairnya es didaerah kutub akibat pemanasan global. Kenaikan muka air laut memberikan dampak yang sangat besar bagi manusia, khususnya masyarakat Indonesia yang tinggal didaerah pesisir pantai, maupun yang tinggal di dataran – dataran rendah. Bahkan tidak jarang dampak yang disebabkan sangat besar dan merugikan manusia, baik dari materil maupun immateril.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengamatan kenaikan muka air laut diwilayah perairan indonesia pada selang waktu tertentu, dan akan diperkirakan faktor – faktor apa saja yang menyebabkan kenaikan muka air laut diwilayah

perairan tersebut, serta seberapa besar perubahannya dalam selang waktu yang telah ditentukan.

**Perumusan Masalah**, melakukan pengamatan *sea level change* atau kenaikan muka air laut di Indonesia berdasarkan selang waktu tertentu, dari data biner satelit altimetri, untuk kemudian dikonversi kedalam format ascii. Data dalam format ascii tersebut kemudian dimanfaatkan untuk mencari nilai SLA ( *Sea Level anomaly* ) yang merupakan parameter acuan untuk menentukan *sea level change*.

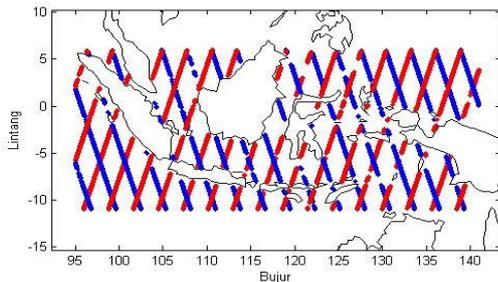
**Batasan Masalah**, pengamatan *sea level change* di samudera Indonesia dengan batasan daerah penelitian 9° LS – 6° LU dan 95° BT - 116° BT berdasarkan data satelit altimetri TOPEX/POSEIDON, Konversi data biner Topex/Poseidon

dengan menggunakan perangkat lunak Matlab 7.0, interpolasi data Topex/Poseidon dengan menggunakan perangkat lunak Matlab 7.0, Plotting data *sea level anomaly* Topex/Poseidon dengan menggunakan perangkat lunak Matlab 7.0, data yang digunakan adalah data satelit T/P selama 4 tahun yaitu antara tahun 2002 – 2005,

**Tujuan Penelitian**, memahami cara pemrosesan data dengan menggunakan satelit altimetri T/P, menentukan nilai *sea level anomaly* di wilayah perairan sekitar Indonesia berdasarkan data satelit T/P, mengamati trend kenaikan muka air laut di wilayah perairan sekitar Indonesia dalam selang waktu 4 tahun, yaitu tahun 2002 – 2005.

**LOKASI PENELITIAN**

Samudera Indonesia :9 ° LS–6° LU dan 95° BT–116° BT



Gambar 1. Area Penelitian

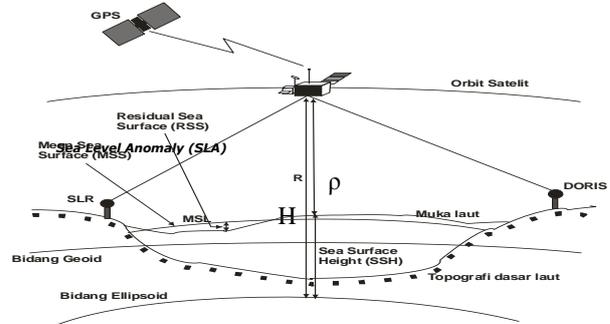
**PRINSIP PENENTUAN SEA LEVEL CHANGE**

Prinsip penentuan perubahan kedudukan muka laut dengan teknik altimetri yaitu pada dasarnya satelit altimetri bertugas mengukur jarak vertikal dari satelit ke permukaan laut. Karena tinggi satelit di atas permukaan ellipsoid referensi diketahui maka tinggi muka laut (*Sea Surface Height* atau SSH) saat pengukuran dapat ditentukan sebagai selisih antara tinggi satelit dengan jarak vertikal. Nilai SSH yang diperoleh masih mengandung efek variasi periode pendek, seperti pasut, *loading tide*, dan sebagainya. Selanjutnya, variasi muka laut periode pendek harus dihilangkan sehingga fenomena kenaikan muka laut dapat terlihat melalui analisis deret waktu (*time series analysis*).

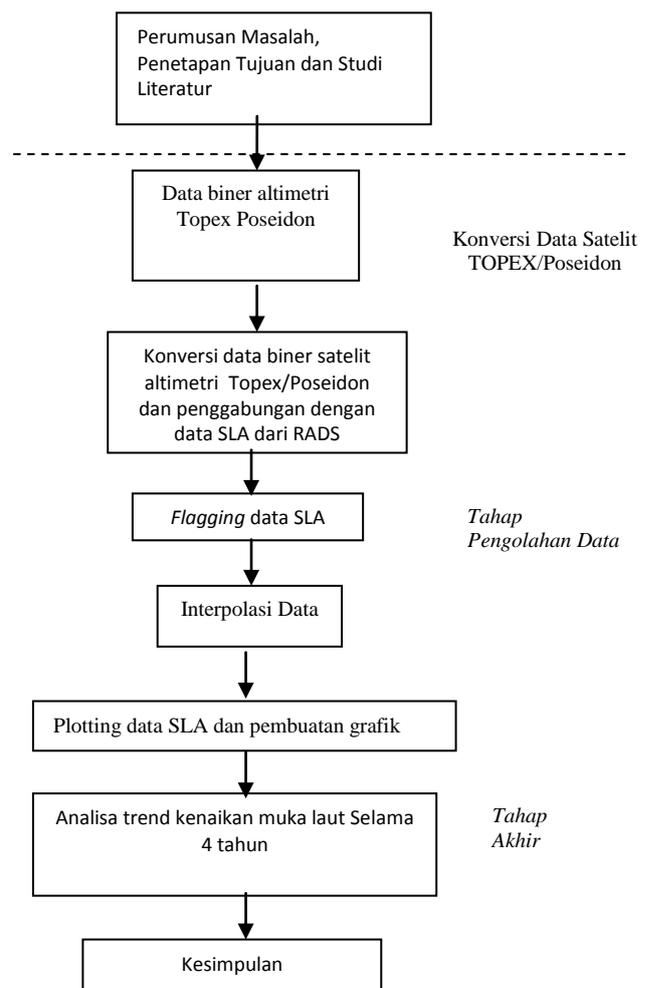
*Sea level Anomaly* didapatkan dengan menggunakan persamaan berikut (AVISO, 2004):  
 $SLA = H - \rho - \varepsilon$

Dimana :

- H = tinggi satelit di atas elipsoid
- $\rho$  = tinggi satelit altimeter di atas muka laut
- $\varepsilon$  = total koreksi



Gambar 2. Prinsip penentuan *sea level anomaly*



Gambar 3. Metodologi Penelitian

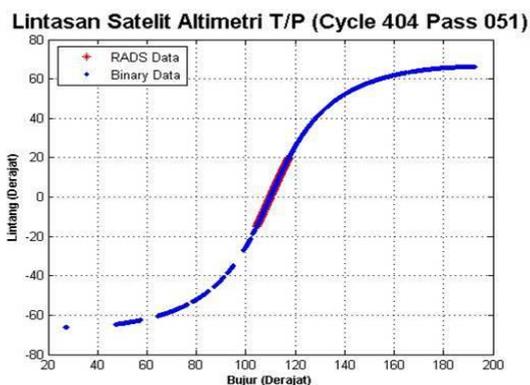
**PENGOLAHAN DATA DAN HASIL**

**KONVERSI**

Data biner satelit altimetri merupakan data mentah satelit altimetri yang belum dapat dipergunakan dalam proses perhitungan. Data ini harus diubah dulu kedalam format *-ascii* agar data – data didalamnya dapat terbaca dan dapat dipanggil satu persatu. Untuk dapat membaca data tersebut maka harus dilakukan pembuatan program konversi data biner kedalam format *-ascii* dengan menggunakan *software* Matlab 7.0 yang merupakan perangkat lunak yang sangat baik dalam pengolahan data khususnya data dalam format matrix.

**Validasi**

Untuk mengetahui kebenaran data hasil konversi maka perlu dilakukan adanya validasi terhadap data tersebut. Validasi ini dilakukan dengan cara membandingkan data yang telah dikonversi dengan data yang dikeluarkan oleh *RADS (Radar Altimetry Database System)*. Data yang diperoleh dari *RADS* tersebut dapat diperoleh dengan cara *download* dari internet dan memilih data yang sesuai dengan cycle dan pass yang sama dengan data yang telah dikonversi dari data biner. *Radar Altimetry Database System* merupakan situs resmi yang dikeluarkan oleh pihak *NASA* sehingga apabila hasil konversi telah sesuai dengan data yang ada didalam *Radar Altimetry Database System*, maka data hasil konversi dapat dikatakan telah benar dan dapat dipergunakan sesuai dengan kebutuhan.

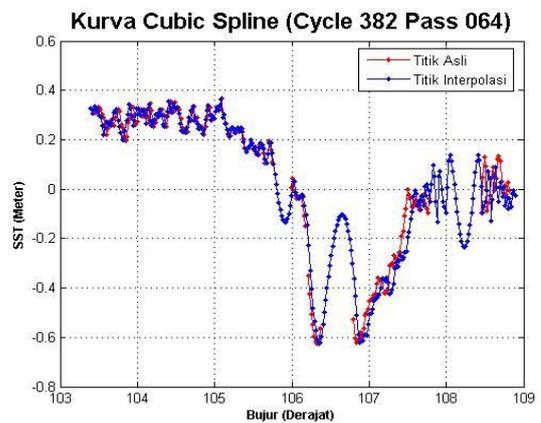


**Gambar 4. Validasi data hasil konversi**

**INTERPOLASI**

Interpolasi yang digunakan adalah interpolasi jenis *cubic spline*. Digunakan interpolasi ini karena memiliki polinomial sepotong-sepotong berderajat rendah lebih stabil dan memberikan hasil yang lebih baik untuk pencocokan data.

Untuk mengetahui apakah interpolasi yang dilakukan telah sesuai atau belum, maka perlu dilakukan validasi terhadap data – data interpolasi tersebut. Interpolasi dapat dikatakan telah sesuai apabila data – data yang dihasilkan dari proses interpolasi tidak jauh berbeda dengan sebelum di interpolasi. Interpolasi ini dilakukan lebih dengan tujuan untuk mengisi data – data yang kosong.



**Gambar 5. Validasi data hasil interpolasi**

**PENGAMATAN SEA LEVEL CHANGE**

Setelah dilakukan interpolasi data, maka akan diambil data – data yang mendekati koordinat stasiun pasut. Koordinat – koordinat tersebut adalah :

**Tabel 1. Koordinat dekat stasiun pasut**

Pass	Lokasi	Koordinat
064	Cilacap	7°45' S-109°1'E
216	Benoa	8°45' S-115°13'E
166	Sibolga	1°45' S-98°46'E

Penyortiran data berakibat pada banyaknya data yang hilang khususnya di perairan dangkal, sehingga data yang digunakan hanya data perairan dalam. Dari hal tersebut dapat diketahui jarak terdekat titik pengamatan masing-masing

pass terhadap posisi stasiun pasut Bakosurtanal, seperti yang ditunjukkan pada Tabel berikut. Jarak ini ditentukan dengan mengambil ekuivalensi  $1^\circ = 111$  km.

**Tabel 2 . Jarak Terdekat Data T/P terhadap Stasiun Pasut**

Pass	Lokasi	Jarak (km)
064	Cilacap	64,1025
216	benoa	89.54
166	Sibolga	54.205

## ANALISA DATA

Berdasarkan data perhitungan SLA dari satelit Altimetri dari tahun 2002 sampai dengan 2005, maka dapat dituliskan trend perubahan air laut di posisi tersebut adalah :

**Tabel 3. Tren perubahan air laut**

	Benoa	Sibolga	Cilacap)
2002	-23.162	8.7155	-33.0031
2003	13.05	21.2844	2.484
2004	5.93	25.083	9,121
2005	-11.705	8.6885	-2,931

Dari gambaran diatas dapat dilihat bahwa trend perubahan muka laut pada daerah penelitian memiliki trend yang konstan, yaitu menurun pada 2002, naik pada 2003, naik lagi pada 2004, kemudian turun pada tahun 2005. Namun begitu pada lokasi Sibolga terjadi kpolo yang berbeda. Hal ni dapat disebabkan karena memang terjadi perbedaan waktu pada setiap pengambilan data di tiap – tiap titik, sehingga dengan fluktuasi air laut yang berubah – ubah setiap jamnya memungkinkan ketidakkonstanan pola tersebut. Oleh karena itu perlu di tentukan nilai rata – rata pengamatan disetiap titik tiap tahunnya. Sedangkan data pasut, berdasarkan gambar memiliki trend yg hampir sama dengan hasil olahan satelit altimetri, namun karena keterbatasan data, banyak data pasut yang memang kosong sehingga susah untuk di amati trendnya sampai akhir tahun. Walaupun ada perbedaan nilai dengan hasil olahan satelit altimetri, namun hal itu disebabkan oleh lokasi penelitian yang lumayan jauh, dan tingkat

ketelitian pasut yang lebih tinggi. Data yang putus – putus atau tidak *continue* pada grafik diakibatkan hasil interpolasi yang menghasilkan data yang cukup besar sehingga perlu dilakukan pemilihan pada data – data yang di anggap terlalu besar.

**Tabel 4. Nilai rata – rata perubahan kedudukan muka laut (cm) tiap tahun dari satelit altimetri**

	Benoa	Sibolga	Cilacap)
2002	$\pm 14.817$	$\pm 9,2438$	$\pm 12,741$
2003	$\pm 13,14$	$\pm 9,8039$	$\pm 12,108$
2004	$\pm 15,805$	$\pm 13,94$	$\pm 17,574$
2005	$\pm 13,247$	$\pm 17,574$	$\pm 20,587$

## Kesimpulan

1. Terdapat berbagai permasalahan, antara lain banyaknya konversi data yang dilakukan sehingga agak memakan waktu untuk melakukannya. Selain itu pengolahan data pasang surut juga agak memakan waktu untuk menyesuaikan dengan jam yang ada pada satelit altimetri pada saat pengambilan data.
2. Nilai perubahan muka laut dalam range waktu satu tahun sangat bervariasi, namun memiliki trend yang sama, yaitu turun pada tahun 2002, naik pada tahun 2003, naik pada tahun 2004, kemudian turun pada tahun 2005. Namun begitu pada lokasi Sibolga terjadi kpolo yang berbeda. Hal ni dapat disebabkan karena memang terjadi perbedaan waktu pada setiap pengambilan data di tiap – tiap titik, sehingga dengan fluktuasi air laut yang berubah – ubah setiap jamnya memungkinkan ketidakkonstanan pola tersebut. Oleh karena itu perlu di tentukan nilai rata – rata pengamatan disetiap titik tiap tahunnya.
3. Nilai perubahannya yaitu -23,162 cm, 13,05 cm, 5,93 cm, -11,705 cm untuk lokasi Benoa dari tahun 2002 – 2005, 8.7155 cm, 21.2844 cm, 25.083 cm, 8.6885 cm untuk lokasi Sibolga dari tahun 2002 – 2005, dan -33.0031cm, 2.484 cm, 9,121cm, -2,931cm untuk lokasi Cilacap tahun 2002 – 2005.
4. Nilai fluktuasi rata – rata muka air laut tahun 2002, Benoa  $\pm 14.817$  cm, Sibolga  $\pm 9,2438$  cm, Cilacap  $\pm 12,741$ cm. Tahun 2003 Benoa

$\pm 13,14$ cm, Sibolga  $\pm 9,8039$  cm, Cilacap  $\pm 12,108$  cm. Tahun 2004 Benoa  $\pm 15,805$  cm, Sibolga  $\pm 13,94$  cm, Cilacap  $\pm 17,574$  cm. Tahun 2005, Benoa  $\pm 13,247$  cm, Sibolga  $\pm 17,574$  cm, Cilacap  $\pm 20,587$ cm.

5. Data pasut memiliki trend yang hampir sama dengan data olahan satelit altimetri, hanya nilainya saja yang berbeda. Hal ini disebabkan karena perbedaan titik pantau yang lumayan jauh sehingga menyebabkan perbedaan tersebut.
6. Berdasarkan validasi data yang dilakukan, proses konversi, dan proses interpolasi sudah memenuhi syarat. Pada proses konversi hal ini bisa dilihat dengan pencocokan data yang dilakukan antara data hasil konversi dan data dari RADS. Sedangkan untuk validasi data interpolasi dapat dilakukan dengan plotting data SLA asli dengan hasil interpolasi

#### Saran

1. Perlunya diadakan studi lebih lanjut mengenai perubahan SLA di wilayah perairan Indonesia dari data satelit altimetri.
2. Perlu adanya studi lebih lanjut lagi mengenai proses interpolasi yang terbaik untuk dipakai menginterpolasi data satelit altimetri, khususnya untuk pass yang banyak memiliki kekosongan data.
3. Data SLA perlu di kaitkan dengan data *sea surface temperature* untuk melihat hubungan antara Muka air laut dan pemanasan global.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z. 2001. *Geodesi Satelit*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Abidin H.Z. 2007. *Satelit Altimetri*. <URL : <http://geodesy.gd.itb.ac.id/hzabidin/wp-content/uploads/2007/05/geosat-9-upd.pdf>>. Dikunjungi pada 1 April 2008, jam 20.00 WIB.
- Ariefiansyah, firman. 2002. *Analisis Perbandingan Model Geoid Global di Wilayah Perairan Sekitar Indonesia Berdasarkan Model Geopotensial EGM 96 dan Satelit Altimetri Topex Poseidon*. Bandung : Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan- ITB

AVISO. 1996. *Aviso User Handbook Merged Topex/Poseidon Products (GDR-Ms)*. NASA dan CNES.

Basith, A. 2001. *Model Pemrosesan Data Satelit Altimetri Topex/Poseidon untuk Analisis Harmosik Pasang Surut*. Bandung: Prodi Oseanografi dan Sains Terapan-ITB.

Benada, J.Robert. 2007. *Physical Oceanography Distributed Active Archive Center PO.DAAC Merged GDR (TOPEX/Poseidon)*, <URL: <http://podaac.jpl.nasa.gov/cdrom/mgdr-b/Document/HTML/uhsec07.htm>>. Dikunjungi pada tanggal 4 April 2008, jam 20.00 WIB

Destin, Lessyana. 2008. *Analisa Sea Level Variability Dari Data Satelit Altimetri TOPEX/Poseidon*. Surabaya : Prodi Teknik Geomatika-ITS

Fu, Lee-Lueng. 2001. *Satellite Altimetry and Earth Sciences*. United States of America : Academic Press.

Gunadi. 1999. *Pemrosesan Topografi Muka Air Laut Dari Data Satelit Altimetri TOPEX/Poseidon*. Bandung: Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan-ITB.

Radar *Altimetry Data System*.2002.. <http://rads.tudelft.nl/rads/data/radsdata1.cgi>. Dikunjungi pada tanggal 17 Agustus 2008, jam 11.00 WIB.

Tamsil, S. 1998. *Metode Analisis Pasang Surut dari Data Satelit Altimetri Topex/Poseidon*. Bandung: Jurusan Teknik Geodesi-ITB.

University of Hawaii Sea Level Centre..1990. *University of Hawaii Sea Level Centre*. <http://uhslc.soest.hawaii.edu/>. Dikunjungi pada tanggal 30 Oktober 2008, jam 15.00 WIB.