

Analisa *Sea Level Rise* Dari Data Satelit Altimetri Topex/Poseidon, Jason-1 Dan Jason-2 Di Perairan Laut Pulau Jawa Periode 2000 – 2010

Hastho Wuriatmo¹, Sorja Koesuma², Mohtar Yuniarto²

¹PT EPSON BATAM. Jln. Rambutan Lot 504-508A
Batamindo Industrial Park, Mukakuning, Batam

²Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
Corresponding e-mail: sorja@uns.ac.id

Received 26-04-2012, Revised 28-04-2012, Accepted 29-04-2012, Published 30-04-2012

ABSTRACT

It has been conducted a research about sea level rise (SLR) in surrounding Jawa island by using satellite altimetry data Topex/Poseidon, Jason-1 dan Jason-2 for period 2000 – 2010. Satellite altimetry is satellite which specially design for measuring dynamics of sea water. Those satellite lauched firstly in 1992 incorporation between *National Aeronautics and Space Administration (NASA)* dan European Space Agency (ESA). There are six locations for measuring SLR i.e. Jakarta, Semarang, Surabaya, Pangandaran, Jogjakarta dan Prigi. We chose locations based on alongtrack of satellite and near the big cities in Jawa island with dimension area around $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ degrees. We found SLR rate for Jakarta (2.5 ± 0.24 mm/yr), Semarang (2.16 ± 0.20 mm/yr), Surabaya (2.72 ± 0.19 mm/yr), Pangandaran (0.71 ± 0.33 mm/yr), Jogjakarta (0.91 ± 0.38 mm/yr) and Prigi (1.3 ± 0.38 mm/yr). The average SLR rate for North coast is (2.46 ± 0.21 mm/yr) and for South coast (0.97 ± 0.36 mm/yr). This results are well correlated with data from tide gauge stations.

Keywords: Java island, sea level rise, satellite altimetry

ABSTRAK

Telah dilaksanakan penelitian mengenai kenaikan permukaan air laut (*sea level rise*) di sekitar perairan Pulau Jawa menggunakan data satelit altimetri Topex/Poseidon, Jason-1 dan Jason-2 periode tahun 2000 – 2010. Satelit altimetri merupakan satelit yang dikhususkan untuk mengukur dinamika air laut. Satelit ini diluncurkan ke angkasa kerjasama antara badan antariksa Amerika dan Eropa, yang terdiri dari satelit Topex/poseidon (1992 – 2002), Jason-1 (2002 – 2008) dan Jason-2 (2008 – sekarang). Lokasi pengukuran kenaikan permukaan laut dilakukan di 6 lokasi, yaitu di perairan laut Jakarta, Semarang, Surabaya, Pangandaran, Jogjakarta dan Prigi. Posisi pemilihan data ketinggian air laut adalah pada *track* satelit (*alongtrack*) dengan luasan $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ derajat. Berdasarkan hasil penelitian telah terjadi fenomena *sea level rise* (SLR) yang bervariasi. Diperoleh *sea level rise* di Jakarta sebesar 2.5 ± 0.24 mm/tahun, Semarang sebesar 2.16 ± 0.20 mm/tahun, Surabaya 2.72 ± 0.19 mm/tahun, Pangandaran 0.71 ± 0.33 mm/tahun, Jogjakarta 0.91 ± 0.38 mm/tahun dan Prigi 1.3 ± 0.38 mm/tahun. Sehingga rata – rata *sea level rise* di wilayah perairan laut utara pulau jawa sebesar 2.46 ± 0.21 mm/tahun dan di wilayah perairan laut selatan pulau jawa sebesar 0.97 ± 0.36 mm/tahun. Berdasarkan pola grafik altimetri dan grafik pasang surut terdapat adanya korelasi antara data altimetri dan data pasang surut, dimana terbentuk pola grafik yang sama.

Kata Kunci : Pulau Jawa, *sea level rise*, Satelit altimetri.

PENDAHULUAN

Meningkatnya suhu global bumi yang sering disebut dengan Global Warming merupakan faktor utama yang menyebabkan kenaikan tinggi muka air laut. Global warming dapat menyebabkan terjadinya perubahan kedudukan muka laut termasuk di Indonesia yang memiliki luas perairan sekitar 77% dari luas keseluruhan wilayahnya.^[1,2]

Sea level rise (kenaikan muka air laut) ini dalam waktu yang cukup lama akan mengakibatkan pemuaian air laut sehingga akan meningkatkan intensitas dan frekuensi banjir serta dapat terjadi penggenangan suatu wilayah daratan. Efek yang cukup signifikan dari adanya kenaikan muka air laut ini akan dirasakan oleh penduduk Indonesia yang mayoritas penduduknya berada di pesisir pantai. Khususnya di daerah pulau Jawa yang memiliki jumlah penduduk terbanyak di Indonesia. Dari data BPS tahun 2010 prosentase penduduk pulau Jawa sekitar 58,70% dari total jumlah penduduk Indonesia^[3].

Perubahan ketinggian permukaan air laut ini akan berpengaruh terhadap stabilitas pembangunan di pulau Jawa terutama untuk kota-kota besar yang mempunyai tingkat pembangunan yang tinggi, sehingga perencanaan pembangunan harus benar-benar matang. Oleh karena itu data-data mengenai kenaikan permukaan air laut sangat diperlukan untuk perencanaan dan pelaksanaan pembangunan di suatu daerah, khususnya daerah pesisir pantai.

Satelit altimetri merupakan wahana satelit yang dikhususkan untuk memonitor dinamika lautan. Satelit altimetri menggunakan gelombang mikro dengan frekuensi pada rentang 0,3 – 300 GHz antara gelombang inframerah dan gelombang radio.^[4] Salah satu kegunaan satelit altimetri adalah mengamati kedudukan ketinggian muka laut termasuk dalam hal ini pemantauan ketinggian muka laut di pulau Jawa. Teknologi satelit altimetri sangat bagus jika dikombinasikan dengan peralatan pasang surut tradisional di pantai dalam memantau ketinggian muka air laut^[5].

METODOLOGI

Bahan dan Alat Penelitian

Penelitian ini menggunakan data *Sea Level Anomaly (SLA) Monomission* yang diperoleh dengan cara mengunduh di salah satu server penyedia data satelit altimetri yaitu di CNES (Centre National d'Etudes Spatiales), Perancis dengan alamat www.avisioceanobs.com. Dalam proses pengolahannya menggunakan *software Matlab 7.0* dan *Origin 8*.

Metode Penelitian

a. Identifikasi Awal

Ditentukan 6 lokasi penelitian, 3 titik di pantai utara pulau Jawa dan 3 titik di pantai selatan pulau Jawa. Lokasi yang dipilih adalah berdekatan dengan kota besar di Pulau Jawa dan terletak di lintasan (*alongtrack*) satelit. Adapun keenam lokasi tersebut adalah di Jakarta, Semarang, Surabaya, Pangandaran, Jogjakarta dan Prigi. Luasan area untuk data satelit yang digunakan adalah (lintang-bujur) $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$.

b. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data satelit altimetri Topex/Poseidon, Jason-1 dan Jason-2 dari tahun 2000-2010. Data diperoleh dengan cara download dari server penyedia data satelit tersebut. Topex/poseidon untuk data SLA tahun 2000-2002, Jason-1 untuk data tahun 2002-2008 dan Jason-2 untuk data SLA tahun 2008-2010.

c. Tahap Pengolahan Data

Tahapan ini merupakan tahapan utama yang dilakukan untuk pemrosesan data agar mendapatkan hasil pada penelitian ini. Data SLA merupakan hasil perhitungan yang telah dihitung oleh Aviso Altimetry dengan persamaan: ^[6]

$$SLA = SSH - MSS - \text{koreksi}$$

dimana, SSH adalah tinggi permukaan air laut dan MSS adalah rata-rata tinggi muka air laut, sehingga nilai SLA telah dikoreksi oleh koreksi – koreksinya.

Data SLA yang sudah didownload kemudian di ekstraksi dan di konversi menggunakan *Matlab*. Untuk memperoleh data SLA yang sesuai dengan lokasi yang telah ditentukan maka dilakukan pemfilteran data dengan luasan $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$. Untuk pemilihan lokasinya yaitu :

Tabel 1. Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian	Posisi Geografis
Jakarta	5-5,5 LS dan 106-106,5 BT
Semarang	6-6,5 LS dan 109-109,5 BT
Surabaya	6,5-7 LS dan 112-112,5 BT
Pangandaran	8-8,5 LS dan 108-108,5 BT
Jogjakarta	8-8,5 LS dan 109,5-110 BT
Prigi	8,5-9 LS dan 111-111,5 BT

Pemfilteran ini dengan menambahkan perintah pada *Matlab* saat melakukan konversi data. Selanjutnya dilakukan proses penggabungan tiga *cycle* data hasil konversi untuk mendapatkan nilai SLA perbulannya. Dari nilai SLA tiap bulan tersebut dibuat plot grafik dan dihitung kenaikan tinggi muka air lautnya tiap bulan untuk kemudian mendapatkan *trendline* kenaikan tinggi muka air laut dititik-titik tersebut selama 10 tahun.

d. Tahap Analisa

Pada tahap ini dilakukan analisa hasil visualisasi sehingga dapat diketahui kecenderungan perubahan tinggi muka air laut yang kemudian dapat di analisa kenaikan tinggi muka air lautnya (*sea level rise*). Analisa dilakukan dengan mengambil 6 lokasi pengamatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data satelit Altimetri Topex/Poseidon, Jason-1 dan Jason-2 yang digunakan adalah data SLA yang merupakan data dalam format *network common* (.nc) sehingga agar data dapat diproses dilakukan konversi ke format data (.dat) terlebih dahulu, dalam proses konversi ini menggunakan *software Matlab*.

Sebelum digunakan untuk memproses data sebenarnya program yang telah dibuat di uji cobakan terlebih dahulu pada data contoh yang ada kemudian hasil konversi menggunakan program tersebut dibandingkan dengan hasil konversi data contoh, setelah seluruh data sesuai dengan yang diharapkan, program digunakan untuk konversi terhadap data lainnya. Hasil konversi yang dilakukan pada program tersebut dihasilkan data SLA.

Dari hasil pengolahan grafik tersebut dihasilkan nilai *trendline sea level rise* di perairan utara pulau Jawa yaitu di Jakarta, Semarang dan Surabaya dihasilkan nilai kenaikan per tahunnya masing – masing adalah sebagai berikut :

Tabel 2. *Sea level rise* utara pulau Jawa

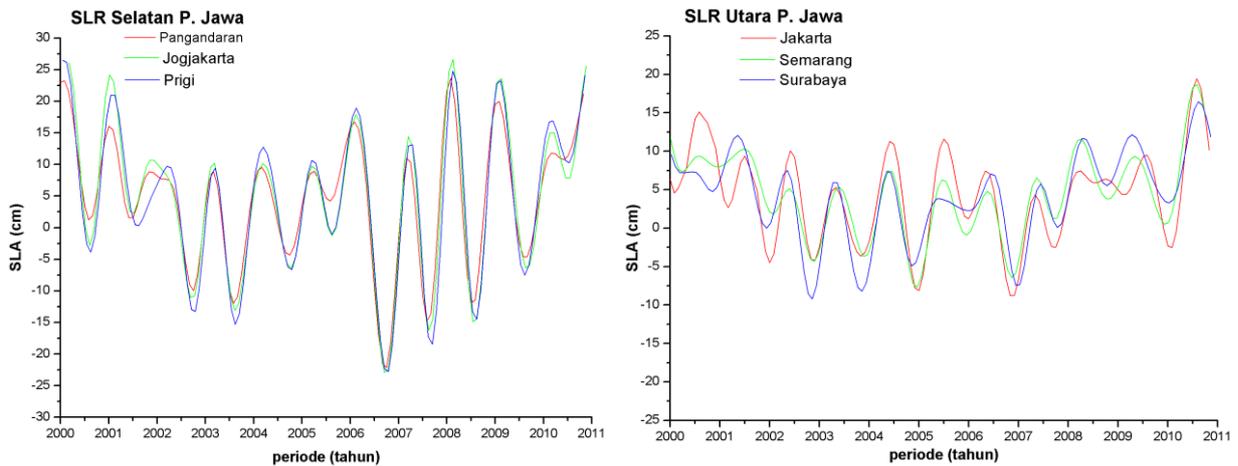
Lokasi pemantauan	Trendline (mm/thn)
Jakarta	2,50
Semarang	2,16
Surabaya	2,72
Rata-rata	2,46

Berdasarkan ketiga *trendline* tersebut nilai rata – rata kenaikan muka laut di perairan utara pulau Jawa yaitu sebesar 2,46 mm/tahun. *Trendline* yang dihasilkan dari pengolahan data untuk daerah pantai utara pulau Jawa yaitu Jakarta, Semarang dan Surabaya mempunyai nilai *sea level rise* yang hampir sama, dengan nilai kenaikan muka laut rata-rata 2,46 mm/tahun.

Nilai *trendline sea level rise* di pantai selatan pulau Jawa yaitu di wilayah perairan Pangandaran, Jogjakarta dan Prigi dihasilkan nilai kenaikan per tahunnya masing – masing adalah sebagai berikut :

Tabel 3. *Sea level rise* selatan pulau Jawa

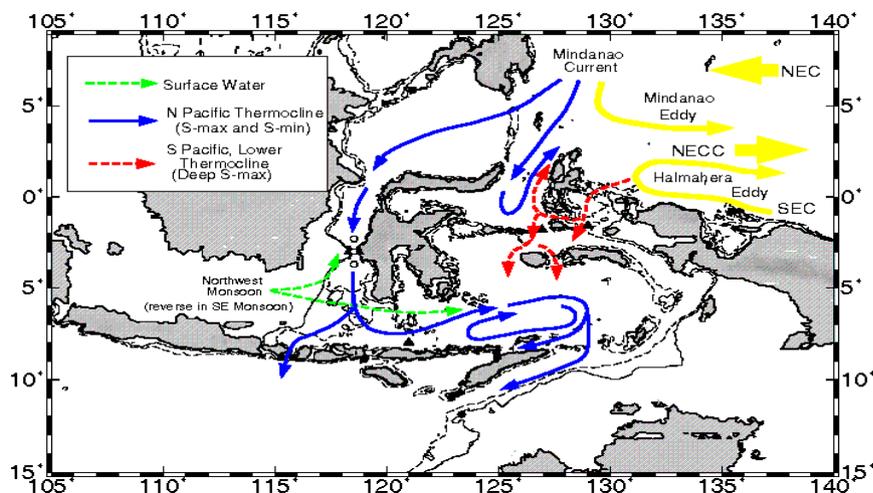
Lokasi pemantauan	Trendline (mm/thn)
Pangandaran	0,71
Jogjakarta	0,91
Prigi	1,30
Rata-rata	0,97



Gambar 1. Perbandingan grafik *sea level*

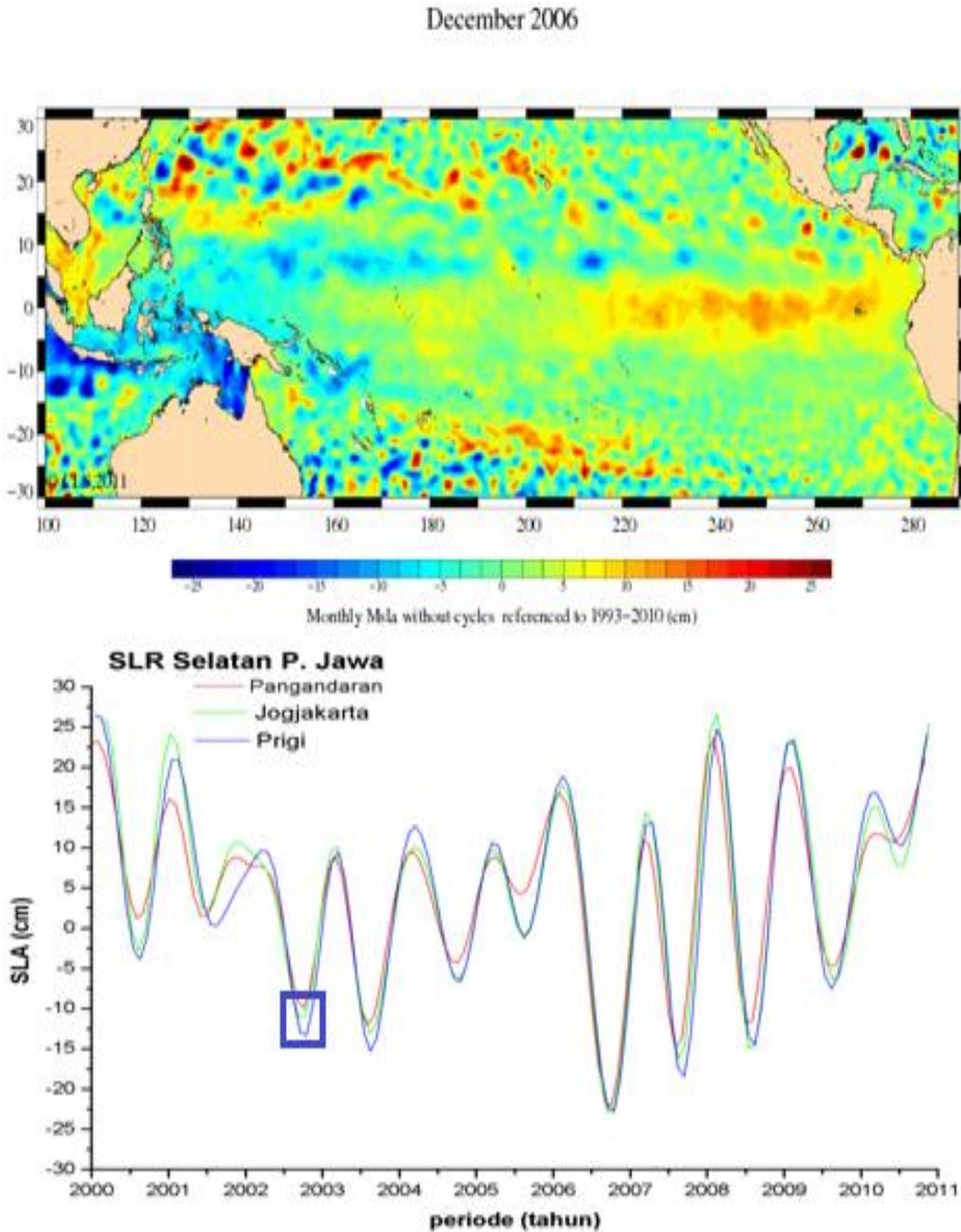
Perairan pantai selatan pulau Jawa mempunyai nilai rata – rata kenaikan muka laut sebesar 0,97 mm/tahun. Pada penelitian ini diperoleh grafik yang terdapat kesamaan pola naik turun grafik *sea level rise*-nya yang menunjukkan bahwa suatu daerah satu dengan daerah yang lain masih berada pada suatu wilayah perairan yang sama, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Dalam Solomon *et al* (2007) menunjukkan bahwa nilai *sea level rise* dari tahun 1993 – 2003 di kawasan pulau Jawa dalam rentang 0 – 3 mm/tahun. Dengan begitu nilai *sea level rise* dalam penelitian ini sesuai dengan nilai *sea level rise* yang ditunjukkan oleh Solomon *et al* (2007).^[7]

Berdasarkan dari kedua tabel diatas maka dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan nilai rata – rata kenaikan muka air laut di utara dan selatan perairan pulau Jawa. Perbedaan tersebut terjadi karena adanya pengaruh arus laut di Indonesia yang disebut dengan Arlindo. Arus laut ini diakibatkan karena adanya perbedaan tekanan, angin dan perbedaan densitas.^[8] Di perairan laut pulau Jawa, Arlindo tadi mengalir dari selatan selat Makasar menuju ke laut Jawa kemudian mengalir ke Samudera Hindia. Sehingga *sea level rise* di utara pulau Jawa lebih tinggi dibandingkan dengan *sea level rise* di selatan pulau Jawa.



Gambar 2. Arus Laut Indonesia^[9]

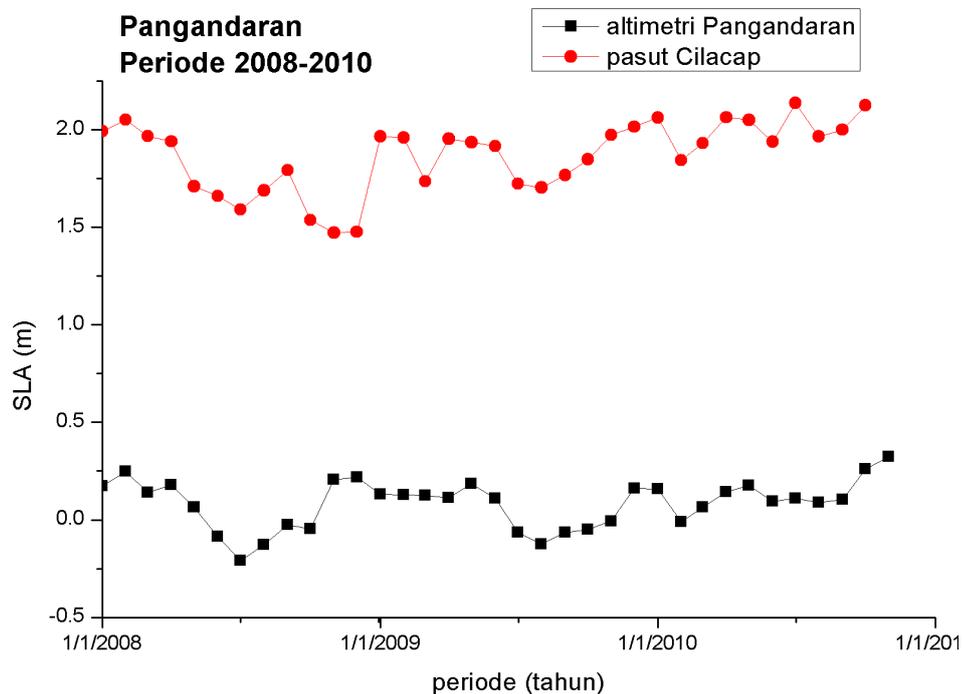
Pola naik turunnya grafik *sea level rise* juga dipengaruhi oleh adanya fenomena *El-nino* dan *La-nina*. *El-nino* adalah fenomena meningkatnya suhu permukaan laut sehingga menaikkan tinggi permukaan air laut. *La-nina* merupakan fenomena sebaliknya yaitu menurunnya suhu permukaan laut sehingga menurunkan tinggi permukaan air laut. Seperti pada tahun 2002 terjadi fenomena *El-Nino* di Samudera Pasifik daerah katulistiwa. Sehingga juga mempengaruhi SLA di perairan pulau Jawa. Untuk membuktikannya maka dilakukan perbandingan antara grafik dari data yang diperoleh dan kontur saat terjadi *El-Nino* dari CNES (*Centre National d'Etudes Spatiales*) pada tahun 2002. Seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan hasil grafik SLR dengan kontur dari CNES

Pada Gambar 3, menunjukkan kenaikan tinggi permukaan air laut pada daerah yang sedang terjadi peristiwa *El-Nino* di Samudera Pasifik. Namun terjadi penurunan permukaan air laut di Indonesia karena perbedaan suhu di perairan Indonesia dengan suhu di Samudera Pasifik, khususnya di lautan pulau Jawa. Sehingga terjadi pula perbedaan tekanannya yang mengakibatkan perubahan ketinggian permukaan air laut. Hal tersebut akan menyebabkan mengalirnya air laut dari suhu yang lebih rendah ke yang bersuhu lebih tinggi.

Untuk membuktikan grafik *sea level rise* (SLR) dari data satelit altimetri telah menunjukkan fenomena kenaikan muka air laut dengan benar, maka grafik dibandingkan dengan grafik pasang surut. Dalam penelitian ini grafik SLR di Pangandaran dibandingkan dengan grafik pasang surut di stasiun pasut Cilacap milik Bakosurtanal, yang ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan grafik altimetri dengan grafik pasang surut

Berdasarkan perbandingan tersebut menunjukkan pola grafik yang sama. Dengan begitu terbukti bahwa grafik SLR dari satelit altimetri telah menunjukkan fenomena kenaikan muka air laut dengan benar. Serta adanya korelasi antara data altimetri dan data pasang surut.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian muka laut telah terjadi fenomena *sea level rise* (SLR) yang bervariasi. Diperoleh SLR di Jakarta sebesar 2,5 mm/tahun, Semarang sebesar 2,16 mm/tahun, Surabaya 2,72 mm/tahun, Pangandaran 0,71 mm/tahun, Jogjakarta 0,91 mm/tahun dan Prigi 1,3 mm/tahun. Sehingga rata – rata sea level rise di wilayah perairan utara pulau jawa sebesar 2,46 mm/tahun dan di wilayah perairan selatan pulau jawa sebesar 0,97 mm/tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Gregory, Jonathan. 2008. *Sea Level Rise*. Spring.
- 2 UNEP. 2003. *United Nation Environment Program*
- 3 Badan Pusat Statistik. 2011. *Tabel Hasil Sensus Penduduk 2010*, www.bps.go.id
- 4 Anwar, Jamil et al. 2011. *Microwave chemistry: Effect of Ions on Dielectric Heating in Microwave Ovens*. *Arabian Journal of Chemistry*
- 5 Hassan, Ami Md Din dan Omar Kamaludin M.. 2009. *Derivation Of Sea Level Anomaly Using Satellite Altimeter*. Johor, Malaysia: Universiti Teknologi Malaysia
- 6 Aviso Altimetri. 2010. *DT CorSSH and DT SLA Product Handbook*. Perancis.
- 7 Solomon et al. 2007. *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA
http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1.html
- 8 Pariwono, John I. 1998. *Kondisi Oceanografi Perairan Pesisir Lampung*. Jakarta : Coastal Resources Center (CRC) University Rhode Island
- 9 <http://www.ilmukelautan.com>, diakses tanggal 20 Juni 2011