

**ANALISA SEA LEVEL ANOMALY MENGGUNAKAN RETRACKING WAVEFORMS
DARI DATA SATELIT ALTIMETRI JASON-2
(Studi Kasus : Pesisir Pulau Bali)**

Dwipayana Kusumawardhana, Bangun Muljo Sukojo

Program Studi Teknik Geomatika FTSP-ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111

Email : dwipayanakusuma@gmail.com, bangunms@gmail.com

Abstrak

Sea Level Anomaly (SLA) adalah perubahan sebenarnya dari topografi laut yang berhubungan dengan arus laut. Teknologi satelit altimetri yang sudah dikembangkan sejak tahun 1975 menjadi salah satu alternatif dalam memperoleh informasi tentang dinamika lautan. Salah satu misi dari satelit ini adalah dengan diluncurkannya satelit altimetri Jason-2 pada tahun 2008.

Retracking waveforms merupakan pemodelan kembali bentuk gelombang yang dihantarkan oleh satelit altimetri ke daratan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Pada dasarnya satelit altimetri memiliki ketelitian yang baik di lautan lepas, tetapi untuk di daerah pesisir mengalami gangguan dalam penerimaan gelombang di akibatkan oleh ombak, vegetasi dan bentuk pesisir pantai tersebut.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa proses retracking waveforms di wilayah pesisir Pulau Bali didapatkan nilai SLA tertinggi pada tahun 2011 adalah 1.1242 m pada bulan Desember dan nilai SLA terendahnya adalah -2.0084 m pada bulan yang sama dan untuk proses tanpa *retracking waveforms* didapatkan nilai SLA tertinggi pada tahun 2011 adalah 1.6436 m yaitu pada bulan Desember dan nilai SLA terendahnya adalah -1.5690 m pada bulan November dan Desember. Dengan melalui proses *retracking waveforms* didapatkan nilai SLA yang lebih teliti dan akurat dibandingkan tanpa melalui proses retracking waveforms terlebih dahulu.

Kata Kunci : Jason-2, Pesisir, *Sea Level Anomaly*, *Waveforms*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Bali adalah nama salah satu propinsi di Indonesia dan juga merupakan nama pulau yang menjadi bagian dari propinsi tersebut. Pulau Bali terletak di 8°3'40" - 8°50'48" Lintang Selatan dan 114°25'53" - 115°42'40" Bujur Timur. Wilayah pesisir Pulau Bali rentan terhadap efek kenaikan permukaan air laut karena perubahan iklim yang disebabkan oleh pemanasan global dan karena Pulau Bali merupakan pulau wisata, kemungkinan akan berdampak negatif langsung dari fenomena naiknya permukaan air laut sehingga akan mempertinggi abrasi pantai, erosi garis pantai, penggenangan wilayah daratan, meningkatnya frekuensi dan intensitas banjir, meningkatnya dampak badai di daerah pesisir, salinisasi lapisan *aquifer* dan kerusakan ekosistem wilayah pesisir, merusak permukiman, tambak, daerah pertanian, dan lain-lain di kawasan pantai.

Teknologi satelit altimetri yang sudah dikembangkan sejak tahun 1975 menjadi salah satu alternatif dalam memperoleh informasi tentang dinamika lautan. Salah satu misi dari satelit ini adalah dengan diluncurkannya satelit altimetri *Jason-2* pada tahun 2008. Data satelit ini didistribusikan dengan media *CD-ROM* untuk keperluan penelitian diseluruh dunia yang disebut *Merged Geophysical Data Record (MGDR)* (AVISO dan PODAAC 2008).

Salah satu obyek penelitian satelit *Jason-2* adalah untuk mengetahui *Sea Level Anomaly* dalam suatu wilayah. Salah satu informasi yang terdapat dalam *Sea Level Anomaly* adalah perubahan sebenarnya dari topografi laut yang berhubungan dengan arus laut. Dengan mengetahui *Sea Level Anomaly* yang terjadi di wilayah pesisir Pulau Bali tersebut diharapkan mampu mengatasi dampak negatif yang akan terjadi.

Gelombang micro aktif yang dipancarkan oleh satelit altimetri disebut *waveforms* dimana berfungsi untuk mengukur jarak tempuh (*range*) gelombang dari satelit ke permukaan laut. *Retracking waveforms* dilakukan di wilayah pesisir 0-10 km dari garis pantai (Thibaut, Gómez-Enri dan Deng 2001). Diharapkan dengan melakukan proses *retracking waveforms* dari data satelit *Jason-2* akan didapatkan *Sea Level Anomaly* yang lebih akurat di wilayah pesisir Pulau Bali.

Rumusan Permasalahan

Pokok permasalahan yang diangkat dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah bagaimana proses dan analisa untuk mendapatkan *Sea Level Anomaly* di wilayah pesisir Pulau Bali setelah melalui proses *retracking waveforms* dari data satelit *Jason-2*.

Batasan Masalah/Ruang Lingkup

Adapun batasan masalah yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Proses *retracking waveforms* difokuskan untuk wilayah pesisir Pulau Bali yang dilewati satelit altimetri *Jason-2* pada *pass* 025, 203 dan 216.
2. Penelitian dilakukan menggunakan data satelit altimetri *Jason-2* pada *cycle* 92 sampai *cycle* 128 selama tahun 2011.
3. Pemrosesan data menggunakan *software* Matlab 7.8 dan BRAT 3.0.1

Tujuan

Tujuan penulisan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui proses *retracking waveforms* di wilayah pesisir sehingga didapatkan *Sea Level Anomaly*.
2. Memahami proses pengolahan data *waveforms* dari satelit altimetri *Jason-2* dengan menggunakan *software* Matlab 7.8 dan BRAT 3.0.1
3. Menganalisa *Sea Level Anomaly* di pesisir Pulau Bali setelah dilakukan proses *retracking waveforms*.

Manfaat

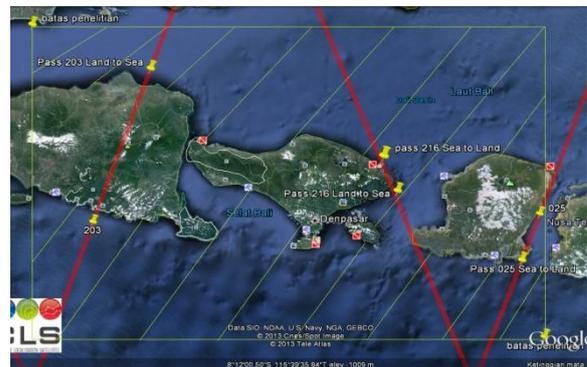
Adapun manfaat dari penelitian ini adalah mendapatkan informasi tentang *Sea Level* yang lebih baik dan lebih dini tentang perubahan anomali laut yang terjadi dipesisir pantai yang

dapat bermanfaat untuk mendukung program pemerintah seperti mitigasi bencana atau perencanaan wilayah pesisir serta memberikan wawasan mengenai pemrosesan *retracking waveforms* yang nantinya diharapkan dapat bermanfaat bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah di wilayah pesisir Pulau Bali yang dilewati oleh satelit *Jason-2* yaitu pada *pass* 025, 203, dan 216 pada koordinat 7°18'18.92" - 9°31'8.89" LS dan 113°25'55.48" - 116°39'55.13" BT seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Data Dan Peralatan

- Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Data *waveforms* 20 Hz dari satelit altimetri *Jason-2* di pesisir pulau Bali pada *pass* 025, 203, dan 216 *cycle* 92 – 128 tahun 2011 dalam format SGDR (*Scientific Geophysical Data Records*) yang diproduksi oleh PODAAC. Hal ini dikarenakan pada awal tahun 2011 dimulai pada *cycle* 92 sampai pada *cycle* 128 pada akhir tahun 2011.
2. Data satelit altimetri *Jason-2* pada *pass* 025, 203, dan 216 *cycle* 92 – 128 tahun 2011 dalam format GDR (*Geophysical Data Records*) yang diproduksi oleh AVISO. Data ini digunakan sebagai data pembanding *Sea Level Anomaly* yang akan dianalisa nantinya.

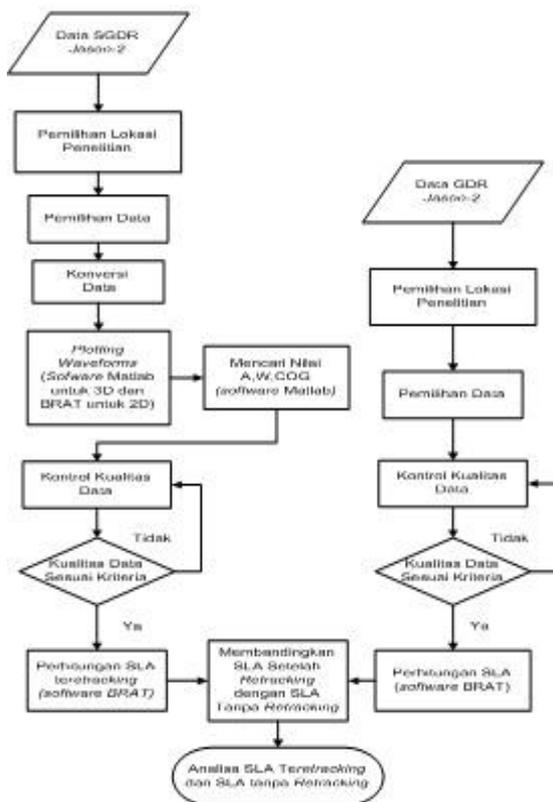
Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Perangkat Keras (*Hardware*)
 - a. *Laptop*
 - b. *Printer*
2. Perangkat Lunak (*Software*)
 - a. *MATLAB 7.8.0 2009*
 - b. *BRAT 3.0.1 2009*

Diagram Alir Pengolahan Data

Adapun untuk diagram alir pengolahan data adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Pengolahan Data

Proses pengolahan data pada penelitian ini di mulai dengan pengambilan data SGDR dari satelit *Jason-2*

1. **Pemilihan Lokasi**
Pada penelitian ini lokasi yang di ambil pada wilayah pesisir pulau Bali yang dilewati satelit *Jason-2* pada *pass* 025, 203, dan 216.
2. **Pemilihan Data**
Setelah ditetapkan lokasi penelitiannya, maka selanjutnya dilakukan pemilihan data satelit *Jason-2* yang sesuai dengan waktu penelitian

yaitu pada *cycle* 92-128 serta data *waveforms* 20 Hz.

3. **Konversi Data**
Konversi data dilakukan untuk mengubah data format biner dari satelit *Jason-2* menjadi data format ASCII. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mendapatkan parameter-parameter yang dibutuhkan untuk proses plotting *waveforms*.
4. **Plotting Waveforms**
Plotting waveforms dilakukan untuk mengetahui bentuk *waveforms* di daerah penelitian yang akan *direracking*.
5. **Mencari Nilai A, W, COG.**
Pada tahap ini melakukan perhitungan nilai *amplitude* (A), panjang gelombang (W), *Center Of Gravity* (COG) pada *waveforms*.
6. **Kontrol Kualitas Data**
Kontrol kualitas data digunakan untuk mendapatkan kualitas terbaik. Jika data telah sesuai dengan kriteria maka bisa dilanjutkan pada proses selanjutnya.
7. **Perhitungan SLA *Tereracking***
Setelah mendapatkan nilai *waveforms* (*range*) di lakukan perhitungan SLA dimana *waveforms* *tereracking* dimasukkan kedalam nilai a (jarak dari antena altimeter satelit ke permukaan laut sesaat).

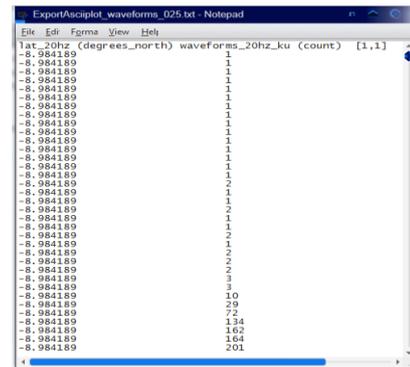
Setelah mendapatkan SLA *tereracking* dari data SGDR maka pengolahan data di lanjutkan dari data satelit *Jason-2* dengan format GDR

1. **Pemilihan Lokasi**
Pada penelitian ini lokasi yang di ambil pada wilayah pesisir pulau Bali yang dilewati satelit *Jason-2* pada *pass* 025, 203, dan 216.
2. **Pemilihan Data**
Setelah ditetapkan lokasi penelitiannya, maka selanjutnya dilakukan pemilihan data satelit *Jason-2* yang sesuai dengan waktu penelitian yaitu pada *cycle* 92-128.
3. **Kontrol Kualitas Data**
Proses ini sama seperti proses sebelumnya pada data SGDR pada proses ke-6.
4. **Perhitungan SLA**
Setelah kriteria kualitas data terpenuhi maka dilanjutkan dengan perhitungan SLA.
5. **Membandingkan SLA Setelah *Retracking* dengan SLA Tanpa *Retracking***

Setelah didapatkan SLA yang telah melalui proses *retracking waveform* dan SLA tanpa proses *retracking waveforms*, maka dapat dibandingkan pada grafik yang dihasilkan dari pengamatan SLA dari kedua proses tersebut.

6. Analisa SLA Teretracking dan SLA Tanpa Retracking

Hasil dari SLA *teretracking* dan SLA tanpa *retracking* di analisis untuk mengetahui hasil SLA mana yang lebih teliti dan baik.

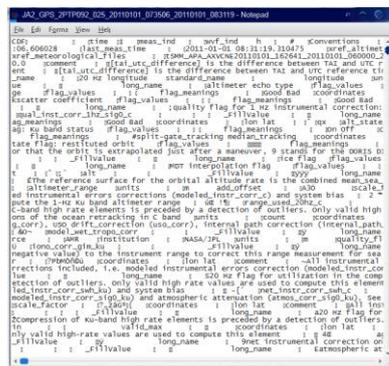


Gambar 4. Data Format ASCII Setelah Dilakukan Proses Konversi Data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konversi/Eksport Data

Data satelit Jason-2 merupakan data dalam bentuk format biner. Tahap konversi data diperlukan untuk mengubah format data biner menjadi format data ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*). Konversi data dilakukan dengan menggunakan *software* BRAT. Proses konversi data dilakukan agar menghasilkan data ASCII yang memiliki format yang dapat dibaca, sehingga akan lebih mudah untuk mengambil parameter-parameter data yang diperlukan untuk pengolahan data yang dalam kasus ini diperlukan untuk proses *plotting waveforms* nantinya.



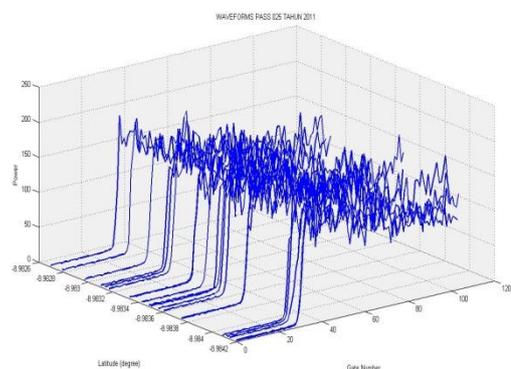
Gambar 3. Data Format Biner Sebelum Dilakukan Proses Konversi/Export Data

Data yang sudah dilakukan konversi data yakni dalam format ASCII adalah sebagai berikut:

Baris yang ada menunjukkan banyaknya data yang dihasilkan pada setiap *pass*, sedangkan kolom berfungsi memisahkan data berdasarkan pada parameter - parameter yang dihasilkan oleh program konversi tersebut.

a. Plotting Waveforms

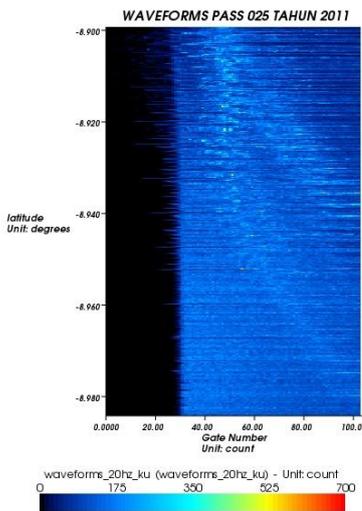
Data yang telah dikonversi/diexport ke dalam format ASCII tersebut digunakan untuk pengeplotan yakni pengeplotan *waveforms* pada tiap *pass* selama tahun 2011. Plot *waveforms* tersebut berbentuk grafik tiga dimensi dan dua dimensi, dengan tujuan memudahkan untuk melihat hasil pengeplotan yang nantinya juga memudahkan untuk mencari nilai *range* dari tiap *waveforms* pada data SGDR yang dihasilkan di setiap *cycle* pada suatu *pass* yang sedang diteliti.



Gambar 5. Hasil Pengeplotan Waveforms Tiga Dimensi Pass 025 Tahun 2011 Menggunakan Matlab

Pada Gambar di atas menunjukkan gambar grafik dengan model tiga dimensi yang terdiri dari *Gate Number*, *Waveforms Power*, dan *Latitude* (lintang). Rentang lintang pada grafik disesuaikan dengan koordinat pada lokasi penelitian pada tiap

pass. Jarak yang diambil kurang lebih 10 Km dari pesisir pantai pada masing-masing pass.



Gambar 6. Hasil Pengeplotan Waveforms Dua Dimensi Pass 025 Tahun 2011 Menggunakan BRAT

Pada Gambar di atas menunjukkan visualisasi waveforms dalam bentuk dua dimensi yang terdiri dari Latitude (lintang) dan Gate Number, sedangkan untuk Waveforms Power digambarkan pada bar berwarna yang berada dibawah gambar visualisasi tersebut.

Dengan demikian didapat hasil grafik yang sama tetapi dengan visualisasi yang berbeda dan dari hasil grafik diatas dihasilkan nilai power waveforms yang berbeda pada masing – masing pass, hal ini dikarenakan karakteristik waveforms yang berbeda pada setiap pesisir pantai yang digunakan untuk lokasi penelitian tersebut.

b. Nilai COG (Centre of Gravity) Waveforms

Perhitungan nilai COG ini dilakukan di Matlab dari data SGDR tiap cycle selama tahun 2011, dengan mengetahui nilai COG maka dapat diperoleh nilai range (a) di tiap cycle untuk perhitungan SLA pada tahapan selanjutnya. Berikut adalah tabel nilai COG dan range salah satu pass di tahun 2011 :

No	Data Percycle	A(cm)	W(cm)	COG(cm)	a (range) (cm)	a(cm) Perbulan	Bulan
1	Cycle 092_216	9074.3000	104.5683	1402.9000	70.1451	69.5686	Januari
2	Cycle 093_216	2841.0000	401.6327	1409.9000	70.4955		
3	Cycle 094_216	3226.6000	440.8930	1361.3000	68.0651		
4	Cycle 095_216	3081.3000	588.6343	1364.5000	68.2227	72.2091	Februari
5	Cycle 096_216	3081.3000	588.6343	1364.5000	68.2227		
6	Cycle 097_216	3101.9000	211.5615	1603.6000	80.1820	76.6976	Maret
7	Cycle 098_216	2921.0000	248.2579	1593.2000	79.6583		
8	Cycle 099_216	3121.6000	277.4808	1485.2000	74.2585	62.3053	April
9	Cycle 100_216	2652.0000	410.4551	1523.5000	76.1760		
10	Cycle 101_216	4805.8000	342.5424	1255.9000	62.7940		
11	Cycle 102_216	2795.5000	444.1165	1354.4000	67.7222	56.9253	Mei
12	Cycle 103_216	3317.2000	311.3606	1128.0000	56.3998		
13	Cycle 104_216	8293.8000	269.6452	1471.6000	73.5794	55.7928	Juni
14	Cycle 105_216	4270.3000	430.8968	1009.4000	50.4698		
15	Cycle 106_216	4082.5000	429.9558	934.5360	46.7268	56.9402	Juli
16	Cycle 107_216	4065.9000	330.6473	1043.6000	52.1816		
17	Cycle 108_216	8240.5000	290.2897	1110.5000	55.5258	49.5429	Agustus
18	Cycle 109_216	3256.4000	318.0974	1193.4000	59.6710		
19	Cycle 110_216	3420.4000	255.5045	1026.4000	51.3203	48.5643	September
20	Cycle 111_216	7961.1000	284.8113	1379.0000	68.9509		
21	Cycle 112_216	4470.3000	264.9703	1011.0000	50.5495	55.0425	Oktober
22	Cycle 113_216	4572.8000	332.1365	1047.8000	52.3876		
23	Cycle 114_216	2989.7000	580.3202	881.6189	44.0809	51.8555	November
24	Cycle 115_216	4055.2000	307.6652	1043.2000	52.1601		
25	Cycle 116_216	5049.0000	270.5442	1020.3000	51.0165	48.5643	September
26	Cycle 117_216	3267.1000	328.6121	972.9710	48.6485		
27	Cycle 118_216	4903.5000	298.1571	920.5585	46.0279	55.0425	Oktober
28	Cycle 119_216	4692.5000	329.7530	1026.1000	51.3060		
29	Cycle 120_216	3738.8000	486.4107	1039.4000	51.9708	51.8555	November
30	Cycle 121_216	2332.8000	342.0393	1237.0000	61.8508		
31	Cycle 122_216	4164.4000	324.0753	935.0263	46.7513	51.6559	Desember
32	Cycle 123_216	3541.6000	329.7896	990.5469	49.5273		
33	Cycle 124_216	15334.0000	61.5631	1185.8000	59.2880	51.6559	Desember
34	Cycle 125_216	14613.0000	66.9824	901.0924	45.0546		
35	Cycle 126_216	3123.7000	337.6099	1360.2000	68.0083	46.2984	Desember
36	Cycle 127_216	15064.0000	47.6376	925.9675	46.2984		
37	Cycle 128_216	13067.0000	54.5977	945.2425	47.2621		

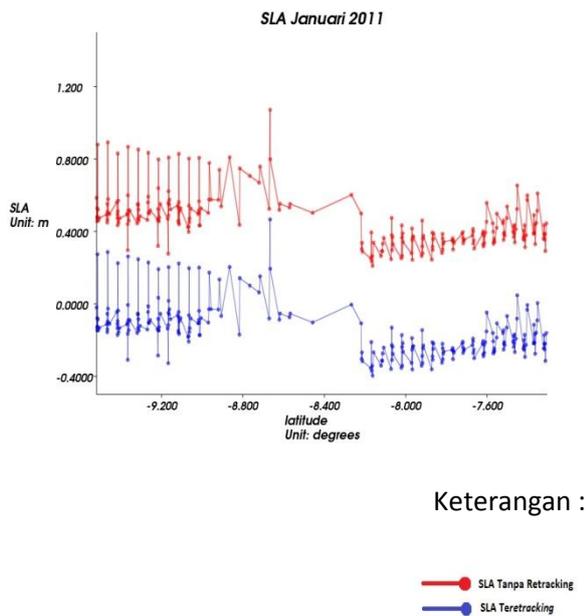
Gambar 7. Nilai COG Waveforms Tahun 2011 Pass 216

Berdasarkan gambar di atas, terdiri dari nilai A (amplitudo), W (panjang waveforms), COG (Centre of Gravity), dan a (range). Range yang diperoleh dari hasil perhitungan tiap cycle di rata – rata untuk mendapatkan nilai range perbulan, dalam satu bulan kurang lebih terdiri dari tiga cycle karena satu cycle merupakan data hasil pengukuran selama sepuluh hari. Dan selama satu tahun kurang lebih terdiri dari 37 cycle, di tahun 2011 dimulai pada cycle 92 sampai cycle 128.

c. Pengamatan Sea Level Anomaly Tahun 2011

Pengamatan Sea Level Anomaly dilakukan dengan menggunakan dua data, yaitu data SGDR Jason-2 dengan melalui proses retracking waveforms dan data GDR Jason-2 tanpa melalui retracking. Hal ini dilakukan untuk membandingkan hasil grafik SLA dengan melalui proses retracking dan grafik SLA tanpa melalui retracking di wilayah dan waktu yang sama.

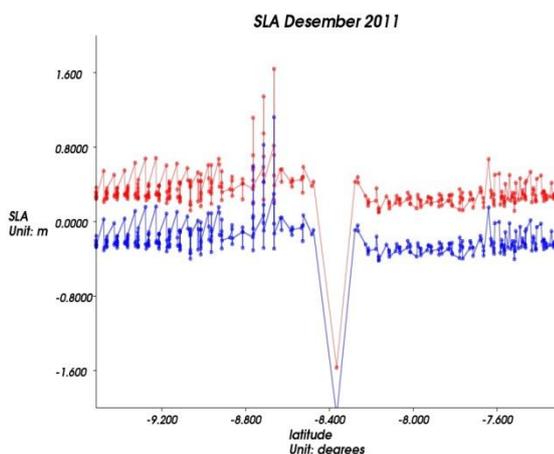
Pengamatan dilakukan tiap bulan selama tahun 2011, dari ketiga pass yang melewati wilayah pesisir Pulau Bali.



Keterangan :

—●— SLA Tanpa Retracking
—●— SLA Teretracking

Gambar 8. Grafik SLA Wilayah Pesisir Pulau Bali pada Bulan Januari 2011



Keterangan :

—●— SLA Tanpa Retracking
—●— SLA Teretracking

Gambar 9. Grafik SLA Wilayah Pesisir Pulau Bali pada Bulan Desember 2011

Berdasarkan grafik SLA di atas warna grafik membedakan antara data yang melalui proses *retracking waveforms* yaitu berwarna biru dan data tanpa melalui proses *retracking waveforms* yaitu berwarna merah, dan jelas mengalami

perbedaan nilai SLA dari kedua hasil grafik tersebut meskipun dalam waktu dan lokasi (lintang) yang sama.

d. Analisa SLA Tanpa Retracking dan SLA Teretracking

Analisa SLA pesisir Pulau Bali dilakukan pada setiap bulan selama tahun 2011 dan secara keseluruhan selama tahun 2011. Analisa ini diperlukan untuk mengetahui nilai SLA terendah dan tertinggi pada setiap bulannya dan juga membandingkan antara hasil nilai SLA tanpa proses *retracking* dengan hasil nilai SLA dengan proses *retracking*.

No	Bulan	Sea Level Anomaly (meter)			
		SLA Tanpa Retracking		SLA Teretracking	
		Min	Max	Min	Max
1	Januari	0.2090	1.0729	-0.3978	0.4661
2	Februari	0.1920	1.5694	-0.4607	0.9167
3	Maret	0.0779	1.1113	-0.5881	0.4453
4	April	0.0609	1.5723	-0.5563	0.9551
5	Mai	0.0502	0.6726	-0.4928	0.1296
6	Juni	-0.0816	1.0737	-0.6128	0.5425
7	Juli	0.0160	1.0093	-0.4762	0.5171
8	Agustus	-0.2261	0.9582	-0.7109	0.4734
9	September	-0.2524	1.1902	-0.7607	0.6819
10	Oktober	-0.1522	1.2114	-0.6532	0.7104
11	November	-1.5690	0.9979	-2.0412	0.5257
12	Desember	-1.5690	1.6436	-2.0084	1.1242

Keterangan : ■ SLA terendah

■ SLA tertinggi

Gambar 10. Nilai SLA Tanpa Retracking dan SLA Teretracking Tahun 2011

Berdasarkan gambar di atas, pada tahun 2011, nilai SLA tanpa proses *retracking waveforms*, nilai terendah terjadi pada bulan November dan Desember yang mempunyai nilai yang sama yaitu -1.5690 m dan nilai tertinggi pada bulan Desember yaitu 1.6436 m. Untuk hasil SLA dengan proses *retracking waveforms*, nilai terendah terjadi pada bulan Desember yaitu -2.0084 m, nilai tertinggi terjadi pada bulan yang sama yaitu sebesar 1.1242 m.

Dan berdasarkan hasil tersebut, nilai-nilai SLA *teretracking* lebih rendah dibandingkan nilai - nilai SLA tanpa *retracking* yang hasilnya lebih tinggi dan terjadi pada setiap bulannya, nilai tertinggi SLA pada kedua proses tersebut yaitu 1.6436 m untuk SLA tanpa *retracking* dan 1.1242 m untuk SLA *teretracking* juga menunjukkan nilai yang lebih rendah untuk SLA *teretracking*.

No	Bulan	Selisih Nilai SLA Tanpa <i>Retracking</i> dan SLA <i>Teretracking</i> (meter)
1	Januari	0.6068
2	Februari	0.6527
3	Maret	0.6660
4	April	0.6172
5	Mei	0.5430
6	Juni	0.5312
7	Juli	0.4922
8	Agustus	0.4848
9	September	0.5083
10	Oktober	0.5010
11	November	0.4722
12	Desember	0.5194

Gambar 11. Selisih Nilai SLA Tanpa *Retracking* dan SLA *Teretracking*

Berdasarkan gambar di atas nilai selisih tertinggi terjadi pada bulan Maret yaitu 0.6660 m, bisa dikatakan hampir mencapai satu meter dari nilai SLA yang dihasilkan dari proses *retracking waveforms* yang nilainya lebih rendah dari nilai SLA yang dihasilkan tanpa *retracking* terlebih dahulu.

Hal ini dikarenakan dengan proses melalui *retracking waveforms* didapatkan nilai SLA yang lebih teliti dan baik dibandingkan tanpa melalui proses *retracking* terlebih dahulu, ini disebabkan satelit altimetri memiliki ketelitian yang baik di lautan lepas akan tetapi untuk mengetahui SLA pada daerah pesisir akan mengalami gangguan dalam penerimaan gelombang di akibatkan oleh ombak, vegetasi dan bentuk pesisir pantai tersebut. Maka dengan melakukan *retracking waveforms* terlebih dahulu akan didapatkan hasil yang lebih akurat dan lebih baik seperti pada nilai yang ditunjukkan pada tabel tersebut dan terlihat secara jelas seperti pada gambar grafik SLA yang menunjukkan nilai SLA yang tidak terlalu tinggi yang ditunjukkan grafik berwarna biru.

KESIMPULAN dan SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari tugas akhir ini antara lain adalah sebagai berikut:

1. Hasil proses *retracking waveforms* di wilayah pesisir Pulau Bali dengan koordinat $7^{\circ}18'18.92'' - 9^{\circ}31'8.89''$ LS dan $113^{\circ}25'55.48'' - 116^{\circ}39'55.13''$ BT didapatkan nilai SLA tertinggi pada tahun 2011 adalah 1.1242 m yaitu pada bulan Desember dan nilai SLA terendahnya adalah -2.0084 m pada bulan yang sama.
2. Hasil tanpa proses *retracking waveforms* di wilayah pesisir Pulau Bali dengan koordinat $7^{\circ}18'18.92'' - 9^{\circ}31'8.89''$ LS dan $113^{\circ}25'55.48'' - 116^{\circ}39'55.13''$ BT didapatkan nilai SLA tertinggi pada tahun 2011 adalah 1.6436 m yaitu pada bulan Desember dan nilai SLA terendahnya adalah -1.5690 m pada bulan November dan Desember.
3. Hasil *plotting waveforms* menggunakan Matlab dan BRAT mempermudah dalam mengetahui bentuk dan visualisasi *waveforms* yang terjadi pada pesisir pantai pada lokasi penelitian.
4. Nilai SLA yang dihasilkan dari proses *retracking waveforms* nilainya lebih rendah dari nilai SLA yang dihasilkan tanpa *retracking waveforms*, hal ini dikarenakan dengan proses melalui *retracking waveforms* didapatkan nilai SLA yang lebih teliti dan baik dibandingkan tanpa melalui proses *retracking waveforms* terlebih dahulu.

Saran

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan tugas akhir ini antara lain adalah sebagai berikut :

1. Perlunya diadakan penelitian lebih lanjut mengenai perubahan SLA (*Sea Level Anomaly*) di wilayah perairan Indonesia dari satelit altimetri yang terbaru mengingat hampir sebagian populasi penduduk Indonesia tersebar di wilayah pesisir.
2. Diperlukan suatu data multi satelit (3 satelit) untuk mengetahui hasil yang lebih valid.
3. Meningkatkan beberapa obyek wisata di Kabupaten Tulungagung untuk menjadi andalan tujuan wisata minimal dalam lingkup Jawa Timur.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z. 2001. Geodesi Satelit. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Arief, A.R. 2009. Pemodelan Topografi Muka Air Laut (Sea Surface Topography) Dengan Menggunakan Data Satelit Altimetri Topex/Poseidon; Studi Kasus Samudera Indonesia. Surabaya : Tugas Akhir Prodi Teknik Geomatika-ITS.
- AVISO. 1996. Aviso User Handbook Merged Topex/Poseidon Products (GDR-Ms). NASA dan CNES.
- AVISO dan PODAAC. 2008. User Handbook IGDR and GDR Products edition 2.0. NASA dan CNES.
- Away, G.A. 2006. The Shortcut of Matlab Programming. Jakarta : Penerbit Informatika.
- Bao, L., Lu, Y. and Wang, Y. 2009. "Improved retracking algorithm for oceanic altimeter waveforms." *Progress in Natural Science* 19, no. 2: 195-203.
- Deng, X., Featherstone, W. E., Hwang, C. and Berry, P .A. M. 2002. "Estimation of Contamination of ERS-2 and POSEIDON Satellite Radar Altimetry Close to the Coasts of Australia." *Marine Geodesy*, 25:249–271.
- Deng, X., Lee Hyongki and Shum CK ., Roesler Caroly and E, William. 2005. "Retracking Of Radar Altimetri For Coastal Altimetri Application". Australia : The University of Newcastle.
- ESA dan CNES. 2009. Basic Radar Altimetry Toolbox v2.0 User Manual.
- Gunadi. 1999. Pemrosesan Topografi Muka Air Laut Dari Data Satelit Altimetri TOPEX/Poseidon. Bandung: Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan-ITB.
- Handoko, E.Y. 2004. Satelit Altimetri dan Aplikasinya dalam Bidang Kelautan. Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) 1. Surabaya: Teknik Geodesi ITS.
- Raharjanto, L. 2012. Studi Pasang Surut di Perairan Indonesia dengan Menggunakan Data Satelit Altimetri Jason-1. Surabaya : Tugas Akhir Prodi Teknik Geomatika-ITS.
- Sandwell, D., and W. Smith., 2009. "Global Marine Gravity From Retracked Geosat and ERS-1 Altimetry: Ridge segmentation versus spreading rate." *J. geophys. Res.*, 114.
- Sandwell, D.T. and W. Smith., July. 2005. "Retracking ERS-1 Altimeter Waveforms for Optimal Gravity Field Recovery." *J. geophys. Int.*, 163, 79-78.
- Vignudelli, S, dkk(Eds). 2011. Coastal Altimetry. Springer.