

STUDI PASANG SURUT DI PERAIRAN INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN DATA SATELIT ALTIMETRI JASON-1

Lukman Raharjanto, Bangun Muljo Sukojo

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

Email : lukmanraharjanto@gmail.com

Abstrak

Hampir 70% wilayah Indonesia adalah wilayah perairan. Indonesia menyimpan potensi kekayaan sumber daya kelautan yang masih belum dieksplorasi dan dieksploitasi secara optimal, bahkan sebagian belum diketahui potensi yang sebenarnya. Hal ini mendasari akan pentingnya informasi spasial di wilayah perairan Indonesia. Fenomena naik atau turunnya permukaan laut atau SLA (*Sea Level Anomaly*) merupakan hal yang sering mengemuka dengan perubahan gerak relatif dari materi suatu planet, bintang, dan benda-benda angkasa lainnya yang diakibatkan aksi tarik menarik atau yang sering disebut dengan pasang surut. Saat ini telah dikembangkan sistem satelit altimetri Jason-1 yang mempunyai obyek penelitian mengamati pasang surut.

Pengolahan data biner dari satelit altimetri Jason-1 dilakukan dengan menggunakan beberapa tahapan, yaitu : konversi data, pembentukan *grid*, dan pemodelan serta analisa *trend* pasang surut. Pemantauan SLA beserta *trend* dan analisa pasang surut dilakukan setiap *cycle* dalam kurun waktu empat tahun (2008-2011).

Hasil pemantauan SLA (*Sea Level Anomaly*) dengan menggunakan data satelit altimetri Jason-1 mulai dari tahun 2008 sampai 2011 diperoleh terjadinya trend pasang tertinggi dan surut terendah di wilayah perairan Indonesia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pasang tertinggi pada tahun 2008 terjadi pada *cycle* 236 yaitu sebesar 1,9982 m di Laut Arafuru dan nilai surut terendah terjadi pada *cycle* 236 yaitu sebesar -3,6954 m di Laut Arafuru. Nilai pasang tertinggi pada tahun 2009 terjadi pada *cycle* 290 sebesar 1,9325 m di Laut Arafuru dan nilai surut terendah terjadi pada *cycle* 258 sebesar -3,309 m di Laut Arafuru. Nilai pasang tertinggi pada tahun 2010 terjadi pada *cycle* 308 sebesar 2,1511 m di Laut Arafuru dan nilai surut terendah terjadi pada *cycle* 297 sebesar -2,8303 m. Nilai pasang tertinggi pada tahun 2011 terjadi pada *cycle* 345 sebesar 1,8402 m di Laut Arafuru dan nilai surut terendah terjadi pada *cycle* 348 sebesar -3,57 m. Dalam waktu empat tahun, wilayah perairan Indonesia yang mengalami nilai pasang tertinggi dan surut terendah yaitu di Laut Arafuru.

Kata Kunci : *Sea Level Anomaly*, Jason-1, BRAT, *Trend* Pasang Surut

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang sebagian besar wilayahnya terdiri dari daerah perairan. Perairan Indonesia menyimpan kekayaan sumber daya kelautan yang belum dieksplorasi dan dieksploitasi secara optimal. Kebutuhan akan data tentang kondisi wilayah perairan Indonesia seperti tinggi permukaan air laut sangat dibutuhkan, namun teknik untuk mendapatkan data-data tersebut masih sangat terbatas, sehingga sulit untuk mengetahui kondisi wilayah perairan di Indonesia.

Fenomena naik atau turunnya permukaan laut atau SLA (*Sea Level Anomaly*) merupakan hal yang sering mengemuka dengan perubahan gerak

relatif dari materi suatu planet, bintang, dan benda-benda angkasa lainnya yang diakibatkan aksi tarik menarik atau yang sering disebut dengan pasang surut. Seiring dengan perkembangan teknologi, saat ini telah dikembangkan sistem satelit altimetri *Jason-1* yang mempunyai obyek penelitian mengamati pasang surut laut. Sejalan dengan itu, muncul *software* yang khusus digunakan untuk mengolah data satelit altimetri yaitu *Basic Radar Altimetry Toolbox* (BRAT).

Berdasarkan alasan-alasan tersebut, penelitian ini dimaksudkan untuk melakukan analisa *trend* pasang surut dari data satelit *Jason-1* dengan menggunakan *software* BRAT di perairan Indonesia. Dari hasil penelitian ini diharapkan

dapat memberikan informasi tentang kondisi spasial perairan Indonesia.

Rumusan Permasalahan

Dari latar belakang diatas, maka perumusan masalah yang akan dilaksanakan dalam penelitian ini adalah studi pasang surut di Perairan Indonesia dari data satelit altimetri Jason-1 pada tahun 2008-2011 dengan menggunakan *software* BRAT dan MATLAB.

Batasan Masalah/Ruang Lingkup

Batasan permasalahan dalam penelitian ini adalah:

1. Pengamatan pasang surut di Perairan Indonesia berdasarkan data satelit altimetri Jason-1 dengan koordinat geografis 6°LU – 11°LS dan 95°BT – 141°BT.
2. Data yang digunakan adalah data satelit Altimetri Jason-1 selama 4 tahun yaitu antara tahun 2008 – 2011.
3. Hasil konversi dari *software* BRAT dibandingkan dengan hasil dari konversi *software* MATLAB.
4. Proses pemodelan dan analisa *trend* pasang surut dilakukan dengan menggunakan *software* BRAT.

Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Memahami perbedaan proses pengolahan data dari satelit altimetri Jason-1 dengan menggunakan *software* yaitu BRAT dan MATLAB.
2. Mengamati *trend* pasang surut di Perairan Indonesia dalam selang waktu 4 tahun yaitu antara tahun 2008 -2011.

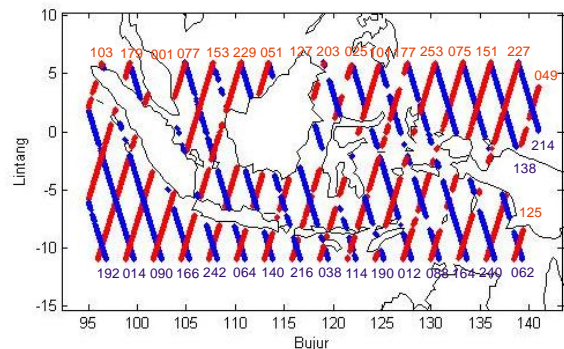
Manfaat

Adapun manfaat dari tugas akhir ini adalah untuk mendapatkan hasil analisa dari pemrosesan pasang surut yang nantinya dapat memberikan informasi mengenai *trend* pasang tertinggi dan surut terendah yang ada di wilayah perairan Indonesia kepada pihak - pihak yang berkepentingan guna mendukung keselamatan pelayaran.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian pada tugas akhir ini adalah di perairan Indonesia yang terletak pada koordinat geografis antara 6° LU - 11° LS dan 95° BT - 141° BT.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

DATA DAN PERALATAN

- Data

1. Data hasil ukuran satelit altimetri Jason-1 dalam format biner GDR (*Geophysical Data Record*) yang diproduksi oleh PODAAC dan AVISO dengan lama pengamatan empat tahun yaitu tahun 2008-2011 dari *cycle* 220 – 362.
2. Data hasil ukuran satelit altimetri Jason-1 dalam format ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*) yang diproduksi oleh RADS (*Radar Altimetry Database System*).

- Peralatan

1. Perangkat Keras (*Hardware*)
 - a. *Notebook* Toshiba seri L745.
 - b. *Printer* Canon IP 2770.
2. Perangkat Lunak (*Software*)
 - a. BRAT untuk pengolahan dan pemodelan data satelit Jason-1.
 - b. MATLAB untuk membandingkan hasil pengolahan data.
 - c. *Google Earth* untuk menentukan pass dari satelit Jason-1 yang melewati Perairan Indonesia

- d. *Microsoft Office Word dan Excel 2010* untuk penulisan laporan.

Diagram Alir

Secara umum tahap penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut:



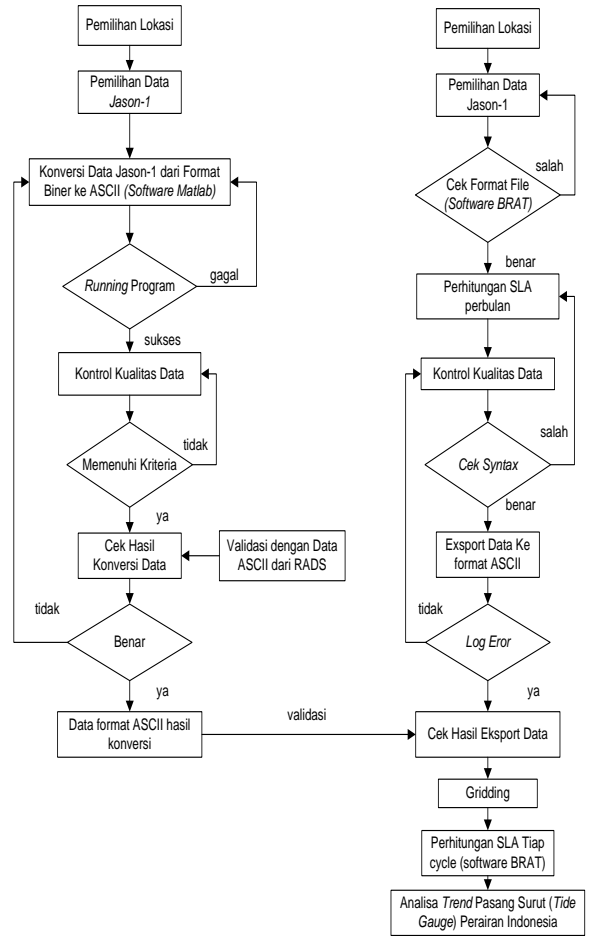
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Adapun penjelasan Gambar 2. adalah sebagai berikut :

1. Tahap Identifikasi Awal
Tahap ini terdiri dari perumusan masalah, tujuan, dan studi literatur yang terkait penelitian ini.
2. Tahap Pengumpulan Data
Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang berupa data mentah dari satelit Jason-1 dalam format biner dan data pendukung yang diperoleh dari RADS.
3. Tahap Pengolahan Data
Tahap pengolahan data merupakan tahapan utama yang dilakukan dalam penyelesaian tugas akhir ini. Adapun langkah-langkah pengolahan data pada penelitian ini dibagi menjadi dua tahap pengolahan, yaitu :
 - a. Pengolahan data dengan MATLAB.
 - b. Pengolahan data dengan BRAT.
4. Tahap Akhir
Hasil dari pengolahan data satelit Jason-1, pada tahap ini diberikan analisa. Analisa berupa pasang surut tertinggi dan terendah pada setiap tahun dari hasil pengolahan BRAT.

Pengolahan Data

Adapun langkah pengolahan data adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Diagram Alir Pengolahan Data

Proses pengolahan data pada penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu pengolahan data dengan menggunakan MATLAB dan BRAT. Adapun langkah pengolahan data dengan MATLAB adalah sebagai berikut :

1. Konversi data dilakukan untuk mengubah format biner pada data ukuran GDR menjadi format ASCII agar didapatkan parameter-parameter yang dibutuhkan dalam perhitungan SLA (*Sea Level Anomaly*).
2. Untuk mendapatkan data yang valid, maka perlu dilakukan kontrol kualitas data. Menurut AVISO dan PODAAC (2008) kualitas data yang bagus harus sesuai dengan kriteria-kriteria pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria data Jason-1

No	Macam Data	Kriteria Data
1	Jumlah pengamatan valid dalam <i>band</i> Ku	$range_numval_ku > 10$
2	RMS jarak altimeter dalam <i>band</i> Ku	$0\text{ mm} < range_rms_ku < 200\text{ mm}$
3	Altitude – Range_ku	$-130000\text{ mm} < altitude - range_ku < 10\ 000\text{ mm}$
4	Koreksi troposfer kering	$-2500\text{ mm} < model_dry_tropo_corr < -1900\text{ mm}$
5	Koreksi troposfer basah	$-500\text{ mm} < wet\ rad_wet_tropo_corr < -1\text{ mm}$
6	Koreksi ionosfer	$-400\text{ mm} < iono_corr_alt_k < 40\text{ mm}$
7	Bias Elektromagnetik (EMB)	$-500\text{ mm} < sea_state_bias_ku < 0\text{ mm}$
8	Koreksi pasang surut laut	$-5000\text{ mm} < ocean_tide_sol1 < +5000\text{ mm}$
9	Koreksi pasang surut pembebanan	$-1000\text{ mm} < solid_earth_tide < +1000\text{ mm}$
10	Koreksi pasang surut kutub	$-150\text{ mm} < pole_tide < +150\text{ mm}$
11	<i>Significant Wave Height</i>	$0\text{ mm} < swh_ku < 11\ 000\text{ mm}$
12	<i>Sigma Naught</i>	$7\text{ dB} < sig0_ku < 30\text{ dB}$
13	Kecepatan angin	$0\text{ m/s} < altimeter\ wind\ speed < 30\text{ m/s}$
14	<i>Square of off Nadir Angle from Waveforms</i>	$-0.2\text{ deg}^2 < off_nadir_angle_ku_wvf < 0.16\text{ deg}^2$

3. Menghitung *Sea Level Anomaly* (SLA)
Sea Level Anomaly (SLA) adalah fenomena naik atau turunnya permukaan laut. Perubahan permukaan laut ini Dihitung dari permukaan ellipsoid, dan telah dikurangi dengan nilai *Mean Sea Surface*. Perhitungan SLA :

$$SLA = H - \rho - \varepsilon \quad (1)$$

$$\varepsilon = \varepsilon^{io} + \varepsilon^{tro(wet)} + \varepsilon^{tro(dry)} + \varepsilon_{SSB} + \varepsilon^{ot} + \varepsilon^{et} + \varepsilon^{pt} + \varepsilon^{iB} + \varepsilon^L + \dots \mathcal{E}_{GH / MSS} \quad (2)$$

dimana :

- H = tinggi satelit di atas elipsoid (m)
- ρ = tinggi satelit altimeter di atas muka laut (m)
- ε = total koreksi (mm)
- ε^{io} = koreksi ionosfer (mm)
- $\varepsilon^{tro(wet)}$ = koreksi troposfer basah (mm)
- $\varepsilon^{tro(dry)}$ = koreksi troposfer kering (mm)
- ε^{ot} = koreksi efek pasang surut laut (mm)
- ε^{et} = koreksi efek pasang surut bumi (mm)
- ε^{pt} = koreksi efek pasang surut kutub (mm)
- ε^{iB} = koreksi efek inverse tekanan udara (mm)
- ε^L = koreksi efek ocean loading (mm)
- ε_{SSB} = koreksi gelombang permukaan (mm)
- $\mathcal{E}_{GH / MSS}$ = reduksi tinggi geoid atau *mean sea surface* (mm)

Setelah diperoleh hasil pengolahan dari MATLAB, selanjutnya, melakukan pengolahan data dengan BRAT. Adapun langkah-langkah pengolahannya adalah sebagai berikut.

1. Penentuan lokasi penelitian
 Lokasi penelitian dalam penelitian ini adalah wilayah perairan Indonesia.
2. Pemilihan data
 Pemilihan data yang sesuai dengan lokasi penelitian ini pada BRAT dilakukan pada ruang *Datasets*.
3. *Check format file*
 Pengecekan ini bertujuan untuk mengetahui apakah data-data yang terdapat dalam sebuah *datasets* memiliki format yang sama atau tidak.

4. Perhitungan nilai SLA perbulan dilakukan dengan persamaan (1) dan (2). Perhitungan ini bertujuan untuk mengurangi *noise*.
5. Kontrol kualitas data
Untuk mendapatkan data yang valid, maka perlu dilakukan kontrol kualitas data. Menurut AVISO dan PODAAC (2008) kualitas data yang bagus harus sesuai dengan kriteria-kriteria pada Tabel 1.
6. *Check Syntax*
Untuk mengetahui apakah proses penulisan rumus yang dilakukan terdapat kesalahan atau tidak, maka perlu dilakukan pengecekan *syntax*.
7. Simpan hasil dalam format ASCII
8. Selanjutnya pada ruang *log* dilihat apakah dalam *pengeksporan* data terjadi kesalahan (*error*) atau tidak. Apabila *log error* maka perlu dilakukan pengecekan kembali kontrol kualitas datanya. Pada BRAT dilakukan pada ruang *log*.
9. *Gridding*
Sebelum diadakan analisa dilakukan proses *gridding*. Dimana proses ini mampu menghasilkan nilai interpolasi *grid* yang baik pada titik estimasi yang ada pada lingkup daerah pemodelan.
10. Perhitungan SLA tiap *Cycle*
Dilakukan perhitungan SLA tiap cycle pada *software* BRAT dengan menggunakan hasil perhitungan SLA (*Sea Level Anomaly*) perbulan. Hasil dari SLA perbulan dimasukkan pada kriteria data *software* BRAT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

**Data dengan MATLAB
Konversi Data**

Tahap pertama yang dilakukan dalam pemrosesan menggunakan MATLAB adalah konversi data dari format biner (GDR Jason-1) menjadi data format ASCII. Konversi ini bertujuan untuk mendapatkan parameter-parameter yang dibutuhkan dalam menghitung SLA (*Sea Level Anomaly*).

Setelah melakukan konversi data, selanjutnya melakukan kontrol kualitas data sesuai dengan Tabel 1. Data yang sesuai dengan kriteria akan dibaca sebagai data ASCII, sedangkan data yang

tidak sesuai dengan kriteria akan dibaca sebagai NaN (*Not as Number*).

latitude;	longitude;	SSH;	-500<=Net<=-1;
-8.134078;	108.330929;	15.5033;	-148.60000;
-8.084193;	108.349193;	16.8709;	-145.10000;
-8.034305;	108.367452;	8.1622;	-145.10000;
-7.984416;	108.385706;	19.2278;	-143.00000;
-7.934525;	108.403954;	20.0694;	-141.70000;
-7.884633;	108.422197;	20.7534;	-143.90000;
-7.834739;	108.440434;	NaN;	-147.00000;
-7.784845;	108.458666;	NaN;	-150.30000;
-7.734951;	108.476898;	NaN;	-149.40000;
-7.685057;	108.495130;	NaN;	-321.20000;
-6.848368;	108.799832;	NaN;	-209.30000;
-6.798474;	108.817965;	NaN;	-160.90000;
-6.672528;	108.863685;	24.0426;	-124.30000;
-6.622634;	108.881803;	24.1378;	-122.60000;
-6.572740;	108.899921;	24.2756;	-125.30000;
-6.522846;	108.918039;	24.4334;	-137.00000;
-6.472952;	108.936157;	24.5435;	-144.60000;
-6.423058;	108.954275;	24.6747;	-144.90000;

Gambar 4. Hasil Kontrol Kualitas Data

Validasi Hasil Konversi MATLAB

Proses validasi ini dilakukan dengan meng-*overlay*-kan gambar lintasan satelit Jason-1 yang ada pada data RADS dengan lintasan yang ada pada data ASCII hasil konversi MATLAB.



**Gambar 5. Validasi Hasil Konversi MATLAB dan RADS
Cycle 220 Pass 001**

Berdasarkan Gambar 5. diketahui bahwa lintasan hasil konversi MATLAB dan data RADS saling bertampalan, maka dapat disimpulkan bahwa hasil konversi data dari MATLAB memiliki hasil yang valid.

**Pemrosesan Data dengan BRAT
Konversi Data**

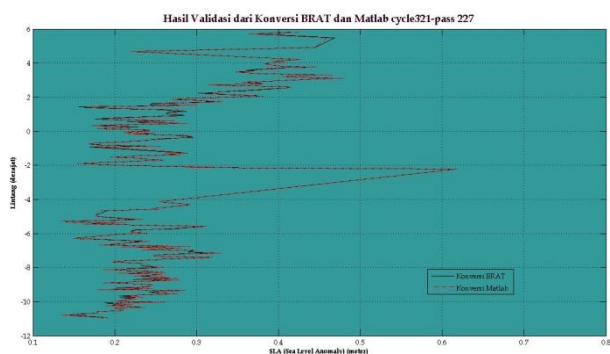
Data format biner dari satelit Jason-1 terlebih dahulu dikonversi menjadi format ASCII dengan menggunakan *software* BRAT. Adapun contoh hasil konversinya adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Konversi data biner dengan BRAT

Lintang (°)	Bujur (°)	SLA (m)
-10.961281	95.956468	0.3078
-10.911488	95.975104	0.331
-10.861692	95.993733	0.3042
-10.811895	96.012354	0.2975
-10.762096	96.030968	0.3718
-10.712295	96.049574	0.3503
-10.662492	96.068173	0.3736
-10.612687	96.086765	0.3226
-10.562881	96.105349	0.3744
-10.513072	96.123926	0.3521

Validasi Hasil Konversi BRAT

Uji validasi data hasil konversi ini dilakukan dengan melakukan *overlay* hasil konversi nilai SLA dari BRAT dan MATLAB.



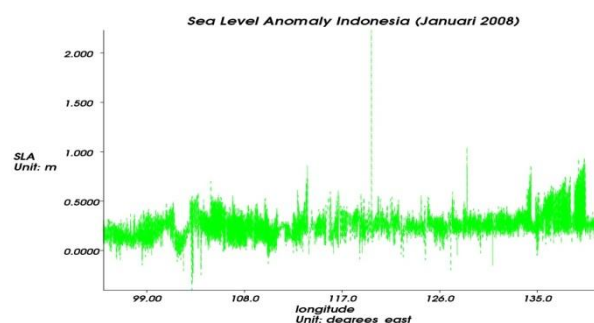
Gambar 6. Validasi Nilai SLA Hasil Konversi MATLAB dan BRAT Cycle 321 Pass 227

Berdasarkan Gambar 6. diketahui bahwa nilai SLA hasil konversi BRAT dan MATLAB saling bertampalan, maka dapat disimpulkan bahwa hasil konversi data dari BRAT memiliki hasil yang valid.

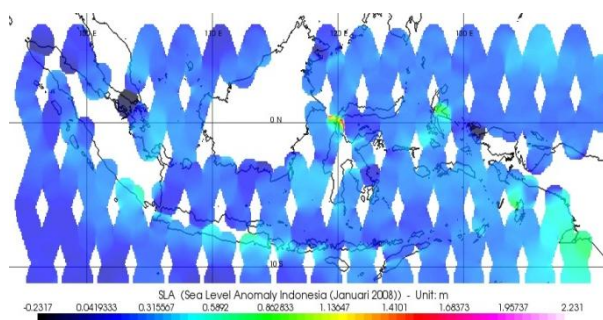
Pengeplotan Grafik Dan Visualisasi SLA dengan BRAT

Pada *software* BRAT data yang sudah diexport /dikonversi dilakukan pengeplotan yakni pengeplotan grafik hasil konversi /export data dan

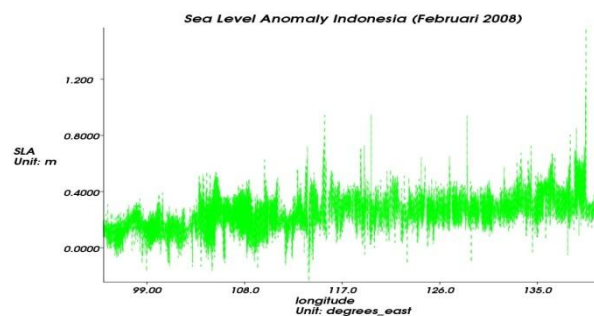
pengeplotan visualisasi hasil SLA tiap bulan. Hasil nilai SLA tiap bulan perlu dilakukan untuk dapat melakukan analisa *tide gauge* (pasang surut) dari nilai SLA untuk tiap musim serta untuk mengurangi *noise*. Proses pengeplotan pada *software* BRAT ini sebelumnya dilakukan perhitungan (*execute*) nilai SLA tiap bulan terlebih dahulu pada ruang *operations*. Kemudian untuk menampilkan hasil SLA dalam bentuk grafik dan gambar visualisasinya dapat dilihat diruang *views*. Maka diperoleh hasil seperti berikut



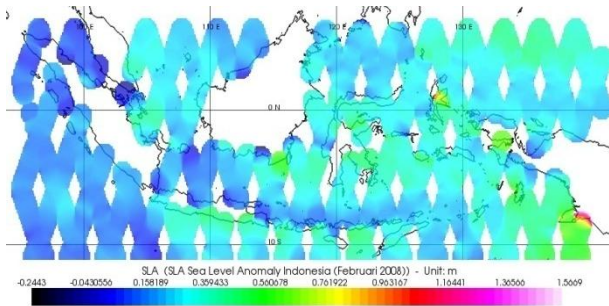
Gambar 7. Hasil Pengeplotan Grafik SLA pada Software BRAT Januari 2008



Gambar 8. Hasil Pengeplotan Visualisasi SLA pada Software BRAT Januari 2008



Gambar 9. Hasil Pengeplotan Grafik SLA pada Software BRAT Februari 2008

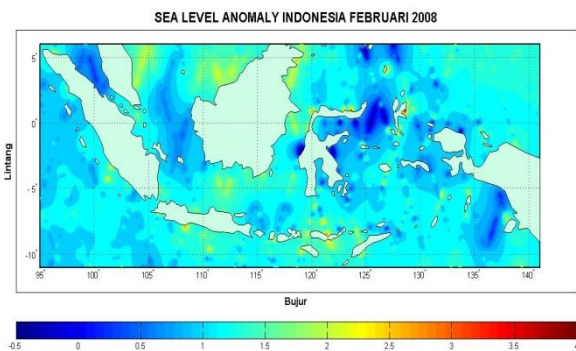


Gambar 10. Hasil Pengeplotan Visualisasi SLA pada Software BRAT Februari 2008

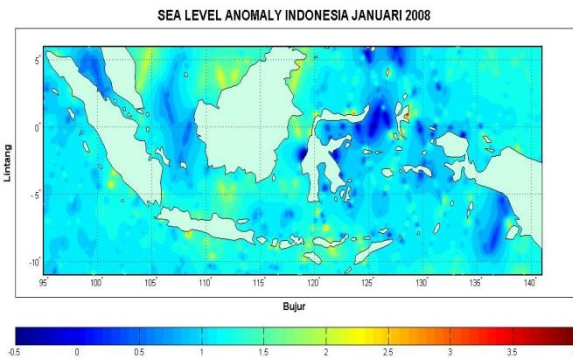
Gridding SLA dengan MATLAB

Proses *gridding* nilai SLA dilakukan untuk memperoleh gambaran visual nilai SLA di perairan Indonesia, sehingga dengan jelas dapat melihat fenomena - fenomena tertentu salah satunya *tide gauge* (pasang surut). *Gridding* dilakukan dengan menggunakan *inverse distance weighted* (IDW) yaitu suatu metode interpolasi yang dapat digunakan untuk menginterpolasi suatu nilai secara spasial dari nilai sekitarnya dengan melakukan pembebanan (Kosasih Prijatna,2006).

Dari perhitungan interpolasi maka diperoleh hasil dari *gridding* nilai SLA di wilayah perairan Indonesia selama perbulan dalam kurun waktu 4 tahun. Data nilai SLA (*Sea Level Anomaly*) tersebut kemudian diplot dengan menggunakan *software* MATLAB seperti pada gambar berikut :



Gambar 11. Sea Level Anomaly Perairan Indonesia Hasil Gridding bulan Januari 2008



Gambar 12. Sea Level Anomaly Perairan Indonesia Hasil Gridding bulan Februari 2008

Analisa

Analisa Pengolahan Data

Setelah melakukan beberapa tahap pengolahan data dengan menggunakan BRAT dan MATLAB, dapat diketahui beberapa perbedaan antara BRAT dan MATLAB. Adapun perbedaan tersebut dapat dijelaskan pada Tabel 3. berikut.

Tabel 3. Perbedaan Pengolahan Data dengan menggunakan Software BRAT dan MATLAB

Parameter	Pengolahan dengan BRAT	Pengolahan dengan MATLAB
Proses Konversi Data	Lebih Mudah	Tidak Mudah
Hasil Konversi Data	Lebih Sedikit	Lebih Banyak
Visualisasi	Kurang Menarik	Lebih Menarik
Hasil Pengeplotan	Ditampilkan Diatas Peta	Ditampilkan Diatas Hasil Pengolahan Data
Gridding	Tidak Dilakukan	Dilakukan
Lintang dan Bujur	Tidak Dapat Ditampilkan	Dapat Menampilkan

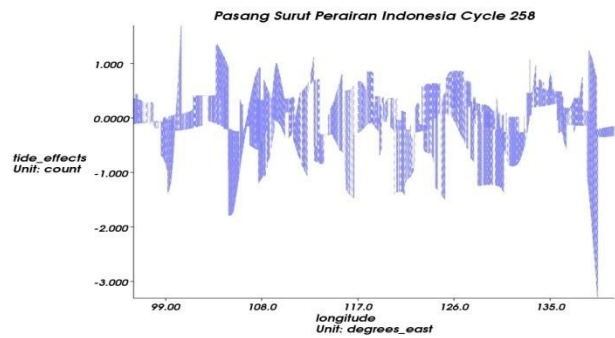
Proses pengolahan data dengan BRAT dan MATLAB juga memiliki beberapa persamaan. Adapun persamaanya adalah sebagai berikut:

1. Nilai SLA dan parameter-parameter yang dihasilkan oleh BRAT dan MATLAB memiliki nilai yang sama.
2. Hasil pemodelan antara BRAT dan MATLAB memiliki pola yang hampir sama.

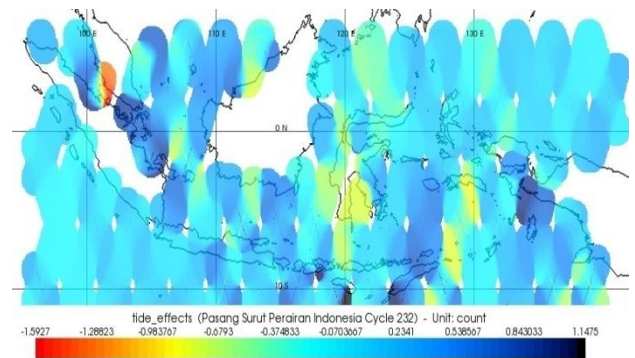
3. Hasil konversi jumlahnya tidak ada perbedaan.

Trend Pasang Surut dan Pengeplotan pada BRAT
 Setelah data SLA (*Sea Level Anomaly*) yang telah *digriding* di plot pada *software* MATLAB, dilakukan perhitungan pasang surut (*tide gauge*) pada *software* BRAT di ruang *Operations* dengan menggunakan rumus *Tide Effects* (AVISO, 2006). Selanjutnya nilai SLA yang telah dihitung secara perbulan (*monthly*) dimasukkan dalam kriteria data pada ruang *Operations*.

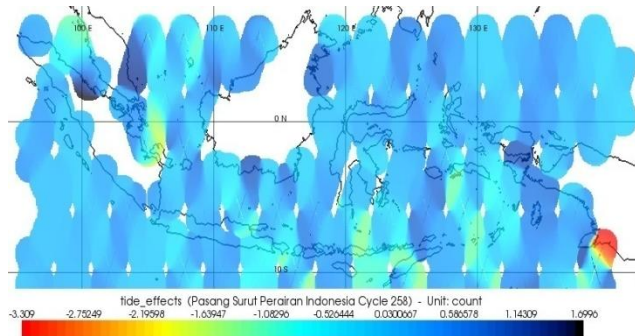
Perhitungan pasang surut ini dilakukan setiap per *cycle* (satu kali satelit Jason-1 mengukur seluruh bumi) selama empat tahun, yang bertujuan untuk dapat menganalisis setiap 10 hari laut yang mengalami pasang surut dengan menggunakan data satelit altimetri *Jason-1*. Data yang digunakan pada penelitian ini tidak semuanya diproses, karena ada beberapa *pass* pada beberapa *cycle* yang hilang. Kemudian hasil pengolahan pasang surut dilakukan pengeplotan grafik hasil perhitungan dan pengeplotan visualisasi hasil pasang surut tiap *cycle* di ruang *Views*. Adapun beberapa contoh visualisasi dan grafik pengeplotan pasang surut per *cycle* sebagai berikut :



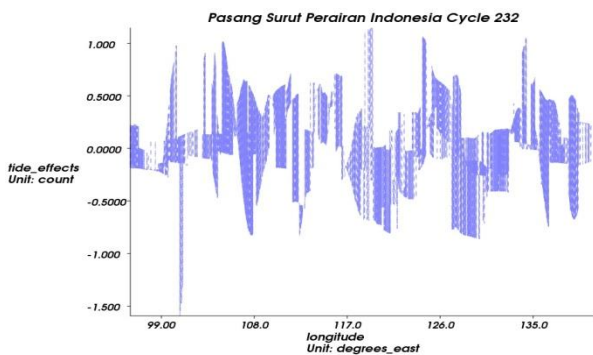
Gambar 14. Hasil Pengeplotan Visualisasi Pasang Surut dengan *Software* BRAT pada cycle 232



Gambar 15. Hasil Pengeplotan Grafik Pasang Surut dengan *Software* BRAT pada cycle 258



Gambar 16. Hasil Pengeplotan Visualisasi Pasang Surut dengan *Software* BRAT pada cycle 258



Gambar 13. Hasil Pengeplotan Grafik Pasang Surut dengan *Software* BRAT pada cycle 232

Analisa Trend Pasang Surut

Setelah didapatkan nilai pasang surut dari BRAT, selanjutnya dilakukan analisa dari pasang surut perairan Indonesia. Adapun hasil nilai pasang surut terendah dan tertinggi pada setiap tahunnya dapat dilihat pada Gambar 16.

Tahun	Pasang Surut Terendah			Pasang Surut Tertinggi				
	Cycle	Lintang(°)	Bujur(°)	PS(m)	Cycle	Lintang(°)	Bujur(°)	PS(m)
2008	236	-7.345017	138.001622	-3.6954	236	-5.577877	137.617822	1.9982
2009	258	-8.277743	139.469045	-3.309	290	-7.106693	138.481049	1.9325
2010	297	-7.075582	138.489362	-2.8303	308	-7.035243	138.501992	2.1511
2011	348	-7.025788	138.505559	-3.57	345	-8.563419	137.024414	1.2596

Gambar 17. Nilai Pasang Surut Terendah dan Tertinggi

Berdasarkan Gambar 17. dapat diambil kesimpulan bahwa pada tahun 2008, nilai pasang surut terendah terjadi pada *Cycle* 236 sebesar -3,6954 m pada tanggal 24 Juni – 3 Juli 2008 di Laut Arafura dan nilai pasang surut tertinggi terjadi pada *Cycle* 236 sebesar 1,9982 m pada tanggal 24 Juni – 3 Juli 2008 di Laut Arafura. Pada tahun 2009, nilai pasang surut terendah terjadi pada *Cycle* 258 sebesar -3,309 m pada tanggal 20 Januari – 29 Januari 2009 di Laut Arafura dan nilai pasang surut tertinggi terjadi pada *Cycle* 290 sebesar 1,9325 m pada tanggal 6 Desember – 15 Desember 2009 di Laut Arafura. Pada tahun 2010, nilai pasang surut terendah terjadi pada *Cycle* 297 sebesar -2,8303 m pada tanggal 14 Februari – 23 Februari 2010 di Laut Arafura dan nilai pasang surut tertinggi terjadi pada *Cycle* 308 sebesar 2,1511 m pada tanggal 4 Juni – 13 Juni 2010 di Laut Arafura. Pada tahun 2011, nilai pasang surut terendah terjadi pada *Cycle* 348 sebesar -3,57 m pada tanggal 29 Juli – 7 Agustus 2011 di Laut Arafura dan nilai pasang surut tertinggi terjadi pada *Cycle* 345 sebesar 1,8402 m pada tanggal 29 Juni – 8 Juli 2011 di Laut Arafura.

Dari hasil analisa *trend* pasang surut dengan menggunakan data satelit altimetri *Jason-1* di Perairan Indonesia terdapat beberapa persamaan lokasi pasang tertinggi dan surut terendah antara tahun 2008 – 2011 dan *cycle* yang sama pada tahun 2008 yang terjadi pasang tertinggi dan surut terendah. Persamaan lokasi yang terjadi pasang tertinggi dan surut terendah pada tahun 2008 – 2011 yaitu terjadi di Laut Arafura. Hal ini disebabkan terjadi proses *upwelling* terutama pada musim timur, dimana massa air dari kedalaman tertentu dengan temperatur rendah, salinitas tinggi dan kaya akan zat hara naik ke permukaan, juga pengaruh desakan massa air dari Laut Banda yang mendorong pembentukan lapisan massa air bersalinitas relatif tinggi

sehingga memungkinkan terjadinya percampuran antara massa air dengan Laut Banda dan Samudera Pasifik bagian selatan. Sedangkan, untuk *cycle* yang sama pada tahun 2008 yang terjadi pasang tertinggi dan surut terendah yaitu *cycle* 236 pada tanggal 24 Juni – 3 Juli 2008.

KESIMPULAN dan SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Proses konversi data dengan menggunakan *software* BRAT lebih mudah daripada menggunakan *software* MATLAB, namun data yang dihasilkan dengan menggunakan *software* MATLAB lebih banyak daripada menggunakan *software* BRAT.
2. Pada proses gridding (pengisian kekosongan data) hanya bisa dilakukan dengan *software* MATLAB dan untuk *software* BRAT tidak bisa dilakukan proses gridding.
3. Pola pemodelan pada pengeplotan menggunakan *software* BRAT dan MATLAB memiliki pola SLA (*Sea Level Anomaly*) yang hampir sama, namun hasil pengeplotan menggunakan *software* BRAT kurang maksimal dibandingkan *software* MATLAB.
4. Nilai pasang surut tertinggi pada tahun 2008 terjadi pada *Cycle* 236 dengan koordinat geografis lintang $-5^{\circ}34'41,3''$ dan bujur $137^{\circ}37'5,31''$ sebesar 1,998 m yaitu di Laut Arafura dan pasang surut terendah terjadi pada *Cycle* 236 dengan koordinat geografis lintang $-7^{\circ}20'43,56''$ dan bujur $138^{\circ}0'6,34''$ sebesar -3,695 m yaitu di Laut Arafura. Nilai pasang surut tertinggi pada tahun 2009 terjadi pada *Cycle* 290 dengan koordinat geografis lintang $-7^{\circ}6'25,89''$ dan bujur $138^{\circ}28'43,21''$ sebesar 1,932 m yaitu di Laut Arafura dan pasang surut terendah terjadi pada *Cycle* 258 dengan koordinat geografis lintang $-8^{\circ}16'39,78''$ dan bujur $139^{\circ}28'9,59''$ sebesar -3,309 m yaitu di Laut Arafura. Nilai pasang surut tertinggi pada tahun 2010 terjadi pada *Cycle* 308 dengan koordinat geografis lintang $-7^{\circ}2'7,32''$ dan bujur $138^{\circ}30'7,66''$ sebesar 2,151 m yaitu di Laut Arafura dan pasang surut terendah terjadi pada *Cycle* 297 dengan koordinat geografis lintang $-7^{\circ}4'32,1''$ dan bujur $138^{\circ}29'22''$

sebesar -2,830 m yaitu di Laut Arafura. Nilai pasang surut tertinggi pada tahun 2011 terjadi pada *Cycle* 345 dengan koordinat geografis lintang $-8^{\circ}11'28,26''$ dan bujur $139^{\circ}43'2,93''$ sebesar adalah 1,840 m yaitu di Laut Arafura dan pasang surut terendah terjadi pada *Cycle* 348 dengan koordinat geografis lintang $-7^{\circ}1'32,8''$ dan bujur $138^{\circ}30'20''$ sebesar adalah -3,57 m yaitu di Laut Arafura.

5. Selama empat tahun, wilayah Perairan Indonesia yang memiliki nilai pasang surut tertinggi dan terendah yaitu di Laut Arafura.

Saran

1. Perlunya diadakan studi lebih lanjut mengenai perubahan SLA (*Sea Level Anomaly*) di wilayah perairan Indonesia dari data 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.

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 : Prodi Teknik Geomatika-ITS.
- AVISO, 2006. Aviso User Handbook Sea Level Anomalies.<URL:http://podaac.jpl.nasa.gov/cdrom/mgdrb/Document/HTML/uhsec07.htm>. Dikunjungi pada tanggal 15 Februari 2012, jam 21.00.
- AVISO dan PODAAC. 2003. User Handbook IGDR and GDR Products edition 2.0. NASA dan CNES.
- Away, G.A. 2006. The Shortcut of Matlab Programming. Jakarta: Penerbit Informatika.
- Benada, J.Robert. 2007. Physical Oceanography Distributed Active Archive Center PO.DAAC Merged GDR (TOPEX/Poseidon).<URL:http://podaac.jpl.nasa.gov/cdrom/mgdrb/Document/HTML/uhsec07.htm>. Dikunjungi pada tanggal 13 Februari 2012, jam 22.00
- Benveniste, J. dkk. 2009. Radar Altimetry Tutorial. CNES dan ESA.2006. Basic Radar Altimetry Toolbox v 2.0.0 User Manual.Esa:CNES
- Destin, L. 2008. Analisa Sea Level Variability Dari Data Satelit Altimetri TOPEX/Poseidon. Surabaya: Prodi Teknik Geomatika-ITS.
- Djunarsjah,E.2005.PasutLaut.<URL:http://pasut/leastsquare.htm> Dikunjungi pada tanggal 15 Februari 2012, jam 22.00
- 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.
- Nadar,SW. 2009. Pemrosesan Data Satelit Altimetri Dan Tide Gauge untuk Pengamatan Sea Level Change; Studi Kasus Samudera Indonesia. Surabaya : Tugas Akhir Prodi Teknik Geomatika-ITS.
- Mayasari, O.S. 2009. Analisa Sea Level Rise Dari Data Satelit Altimetri Topex/Poseidon Dan Data Sea Surface Temperature. Surabaya : Tugas Akhir Prodi Teknik Geomatika-ITS
- Poerbandono dan Eka Djunarsjah. 2005. Survei Hidrografi. Bandung: Refika Aditama.
- Prijatna, Kosasih. 2007. Pemantauan Anomaly Tinggi Muka Laut Perairan Indonesia. Bandung: Jurusan Teknik Geodesi - ITB.
- RADS. 2012. Radar Altimetry Data Acquisition. <URL: http://rads.tudelft.nl/rads/data/submitradsrequest.cgi>. Dikunjungi pada tanggal 13 Januari 2012, jam 14.00
- Rhamo, Arkadia. 2009. Pemodelan Topografi Muka Air Laut (Sea Surface Topography) Perairan Indonesia Dari Data Satelit Altimetri Jason-1. Surabaya : Tugas Akhir Prodi Teknik Geomatika-ITS