

ANALISA SEA LEVEL RISE DARI DATA SATELIT ALTIMETRI TOPEX/POSEIDON DAN DATA SEA SURFACE TEMPERATURE MENGGUNAKAN SOFTWARE BRAT 2.0.0; STUDI KASUS PERAIRAN INDONESIA

O.S.Mayasari, E.Y.Handoko

Program Studi Teknik Geomatika FTSP - ITS Sukolilo, Surabaya

Email : ve_2804@yahoo.co.id

Abstrak

Fenomena kenaikan muka air laut merupakan issue yang mengemuka seiring dengan terjadinya persoalan pemanasan global. Sea Level Rise belum dapat teridentifikasi secara pasti faktor penyebabnya. Pemanfaatan data satelit altimetri Topex/ Poseidon dan data Sea Surface Temperature diharapkan mampu mengkorelasikan antara perubahan kedudukan muka laut dan suhu muka laut sehingga dapat diketahui perubahan kenaikan muka laut nya.

Pengolahan data biner dari satelit altimetri Topex/ Poseidon dilakukan dengan menggunakan software Basic Radar Altimetry Toolbox (BRAT) 2.0.0. Pengolahan data yang sebelumnya dengan menggunakan software Matlab sebagai pembanding pada software BRAT. Pemantauan kenaikan muka laut dilakukan pada perairan Indonesia dalam kurun waktu empat tahun (2002-2005) dengan mengambil 14 titik sample pengamatan. Terdapat tahapan utama pekerjaan dalam proses penentuan Sea Level Rise, yaitu : konversi data, pengecekan hasil, pembentukan grid, pemodelan serta analisa trend muka laut.

Hasil penelitian tahun 2002-2005 menunjukkan bahwa kenaikan muka laut tertinggi berada di Selat Sunda yakni sebesar 27,06 mm/tahun dan Samudera Pasifik sebesar 13,93 mm/tahun sedangkan kenaikan terendah berada di Laut Flores sebesar 1,83 mm/tahun dan Selat Makassar sebesar 2,12 mm/tahun. Kenaikan temperatur terbesar berada di Laut Bangka sebesar 0,084°C/tahun sedangkan penurunan temperatur terbesar di Laut Arafuru sebesar 0,228°C/tahun.

Kata Kunci : Sea Level Rise , Sea Surface Temperature, Topex/Poseidon, Software BRAT

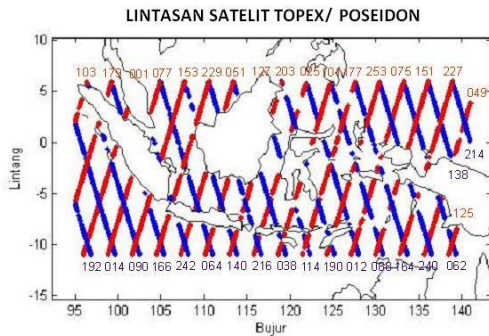
PENDAHULUAN

Meningkatnya suhu global akibat meningkatnya kadar CO₂ dan gas lain di atmosfer, telah diidentifikasi sebagai faktor utama dalam kenaikan *sea level*. Pemanasan global akan menyebabkan mencairnya es abadi di pegunungan serta di daerah Arktik dan Antartik. Teknologi satelit altimetri yang sudah dikembangkan sejak tahun 1973 menjadi salah satu alternatif dalam memperoleh informasi tinggi permukaan laut. Dalam pemrosesan data MGDR, saat ini telah berkembang *software open source* terbaru yakni *software* BRAT 2.0.0 dari data radar altimetri. Untuk mengawali pemanfaatan *software* ini maka tugas akhir ini pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *software* BRAT 2.0.0 serta *software* Matlab 7.0 sebagai pembanding dalam pemrosesan data. Pada tugas akhir ini digunakan data satelit altimetri *Topex/Poseidon* dan data *Sea Surface Temperature* untuk memantau kecenderungan

kenaikan muka laut pada 14 titik di wilayah perairan Indonesia dengan melihat korelasi antara perubahan kedudukan muka laut dan suhu muka laut sehingga dapat diketahui perubahan kenaikan muka laut. Manfaat tugas akhir ini yakni mendapatkan indikasi awal mengenai *trend* kenaikan muka laut di beberapa wilayah perairan Indonesia, memberikan wawasan tentang pemanfaatan data satelit altimetri untuk diterapkan bagi studi-studi fenomena kelautan di wilayah Indonesia dan cara pengolahan dengan berbagai perangkat lunak serta aplikasi sosial, ekonomi dan kondisi stabilitas lingkungan dari dampak kenaikan muka laut akibat adanya pemanasan global.

PENGOLAHAN DATA

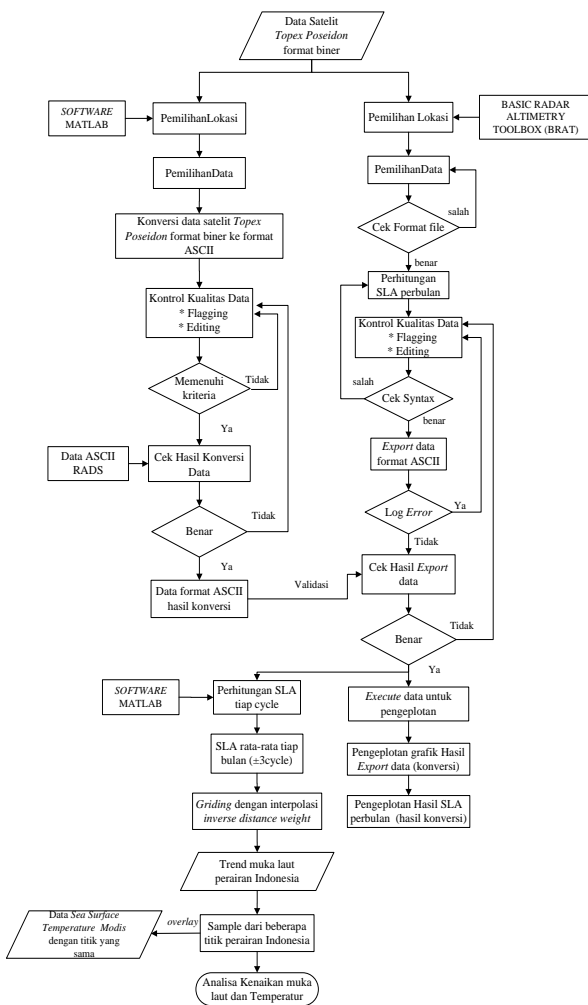
Lokasi penelitian ini mengambil beberapa titik daerah studi wilayah perairan Indonesia yang terletak di posisi geografis terbentang dari 6° LU hingga 11° LS dan dari 95° BT hingga 141°BT.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Data yang diperlukan dalam penelitian ini:

1. Data Satelit *Topex/Poseidon* format biner Tahun 2002-2005 dan format ASCII dari RADS (*Radar Altimetry Database System*)
2. Data *Sea Surface Temperature* dari Satelit Modis Tahun 2002-2005



Gambar 2. Tahap Pengolahan Data

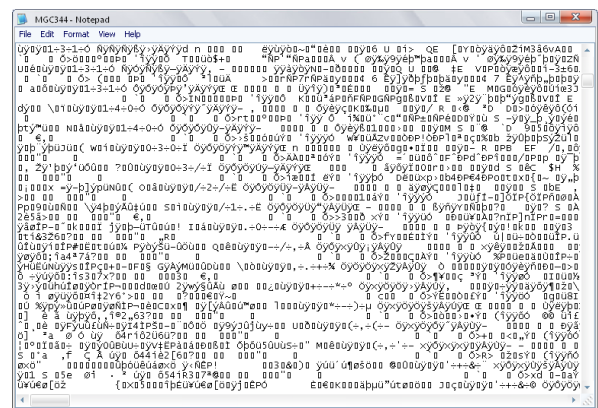
Tabel 1. Kontrol kualitas data

No	Macam Data	Kriteria Penapisan Data
1	Jumlah pengamatan valid setiap satu detik (Nval_H_Alt)	TOPEX : Nval_H_Alt ≥ 5 Poseidon : Nval_H_Alt $\geq 10 - 15$
2	RMS jarak altimeter (RMS_H_Alt)	TOPEX : RMS_H_Alt ≤ 100 mm Poseidon : RMS_H_Alt $\leq 175 - 200$ mm
3	Raw SSH/SSH kasar (HP_Sat - H_Alt)	$-130000 \text{ mm} \leq (\text{HP_Sat} - \text{H_Alt}) \leq 100000 \text{ mm}$
4	Koreksi troposfer kering (Dry_Cor)	$-2500 \text{ mm} \leq \text{Dry_Cor} \leq -1900 \text{ mm}$
5	Koreksi troposfer basah (Wet_Cor, Wet_H_Rad)	$-500 \text{ mm} \leq (\text{Wet_Cor}, \text{Wet_H_Rad}) \leq -1 \text{ mm}$
6	Koreksi ionosfer (Iono_Cor, Iono_Dor)	TOPEX : $-400 \text{ mm} \leq (\text{Iono_Cor}, \text{Iono_Dor}) \leq 40 \text{ mm}$ Poseidon : $-400 \text{ mm} \leq (\text{Iono_Cor}, \text{Iono_Dor}) \leq 0 \text{ mm}$
7	Pasang surut laut (H_Eot_CSR, H_Eot_FES)	$-5000 \text{ mm} \leq (\text{H_Eot_CSR}, \text{H_Eot_FES}) \leq 5000 \text{ mm}$
8	Pasang surut pembebanan (H_Lt_CSR)	$-500 \text{ mm} \leq (\text{H_Lt_CSR}) \leq 500 \text{ mm}$
9	Pasang surut bumi padat (H_Set)	$-1000 \text{ mm} \leq (\text{H_Set}) \leq 1000 \text{ mm}$
10	Pasang surut kutub (H_Pol)	$-15000 \leq (\text{H_Pol}) \leq 15000 \text{ mm}$
11	Bias EM (EM_Bias_Corr_K1, EM_Bias_Corr_K2)	$-500 \text{ mm} \leq (\text{EM_Bias_Corr_K1}, \text{EM_Bias_Corr_K2}) \leq 0 \text{ mm}$
12	Significant Wave Height (SWH_K)	$0 \text{ mm} \leq (\text{SWH_K}) \leq 11000 \text{ mm}$
13	Sigma 0 Band Ku (Sigma0_K)	TOPEX : $7 \text{ dB} \leq (\text{sigma0_K}) \leq 30 \text{ dB}$ Poseidon : $7 \text{ dB} \leq (\text{sigma0_K}) \leq 25 \text{ dB}$
14	Waveform attitude (Att_Wvrf)	TOPEX : $0^\circ \leq (\text{Att_Wvrf}) \leq 0,4^\circ$ Poseidon : $0^\circ \leq (\text{Att_Wvrf}) \leq 0,3^\circ$

HASIL DAN ANALISA

Konversi/Export Data

Data satelit *Topex/Poseidon* merupakan data format biner, untuk dapat membacanya maka dilakukan proses konversi ke dalam format ASCII. Adapun data format biner adalah sebagai berikut:



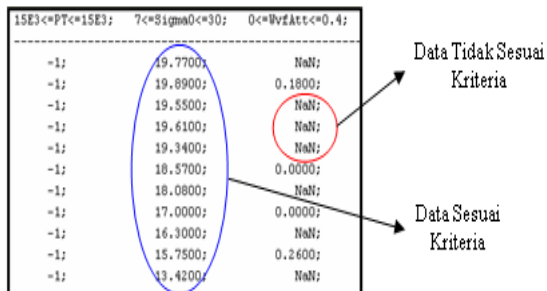
Gambar 3. Data Format Biner Sebelum Dilakukan Proses Konversi/Export Data

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

Row	Rownum	14A131444	14m131444	3000	ALTIM12	500+RMS(=3)	1200+RMS(=3000)	4500+RMS(=1200)	9+RMS(=120)	VP14A1314
8312	5.777052	504.209620	9.2650	11	-0.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8313	5.484310	504.388613	10.11800	11	-0.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8314	5.813780	504.407590	10.16000	11	-0.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8315	5.379810	504.428792	10.16000	11	-0.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8316	5.324870	504.449442	10.49400	11	-0.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8317	5.478342	504.464814	10.49400	11	-0.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8318	5.413770	504.483470	10.79000	11	-0.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8319	5.395510	504.500000	10.79000	11	-0.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8320	5.324870	504.521395	11.20000	11	-0.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8321	5.344370	504.535000	11.20000	11	-0.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8322	5.211370	504.550296	11.49000	11	-0.000000	-0.000000	-98.000000	170	180	180
8323	5.300000	504.570400	11.74000	11	-0.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8324	5.105480	504.597101	12.00000	11	-0.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8325	5.039310	504.614100	12.21000	11	-0.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8326	5.003190	504.630000	12.21000	11	-0.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8327	4.840000	504.653900	12.60000	11	-0.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8328	4.890440	504.672000	12.60000	11	-0.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8329	4.843890	504.691020	12.86000	11	-0.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8330	4.792100	504.710000	13.00000	11	-0.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8331	4.738970	504.728640	13.24000	11	-0.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8332	4.684010	504.748000	13.49000	11	-0.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8333	4.633450	504.767490	13.67000	11	-0.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8334	4.580000	504.788000	13.86000	11	-0.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8335	4.523140	504.809204	14.00000	11	-11.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8336	4.475740	504.824100	14.20000	11	-11.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8337	4.421000	504.839000	14.39000	11	-11.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8338	4.370040	504.851900	14.62000	11	-11.000000	-0.000000	-98.000000	140	160	160
8339	4.320000	504.866800	14.80000	11	-11.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8340	4.265000	504.883700	15.01000	11	-11.000000	-0.000000	-98.000000	140	160	160
8341	4.212000	504.901600	15.20000	11	-11.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8342	4.160100	504.917490	15.34000	11	-11.000000	-0.000000	-110.000000	140	160	160
8343	4.109000	504.934390	15.49000	11	-11.000000	-0.000000	-98.000000	140	160	160

Gambar 4. Data Format ASCII Sesudah Dilakukan Proses Konversi pada Software Matlab

Dalam tahap konversi data, dilakukan 2 (dua) proses kontrol kualitas data, yaitu *flagging* dan *editing*. Data yang sesuai dengan kriteria akan dibaca sebagai data ASCII, sedangkan data yang tidak sesuai dengan kriteria akan dibaca sebagai NaN (*Not as Number*).



Gambar 5. Proses Kontrol Kualitas data

Pada software BRAT data yang tidak sesuai kriteria akan dihilangkan secara otomatis. Sehingga data tersebut tidak terbaca.

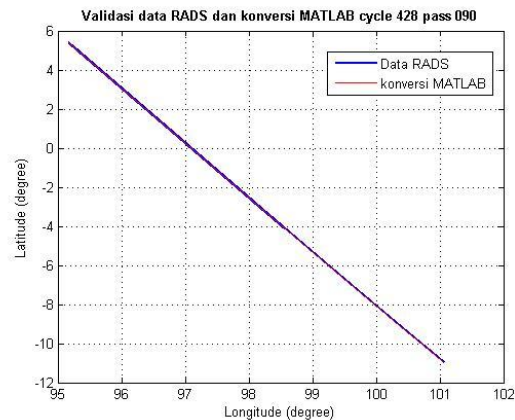
ALTIM (rownum)	Alt_wrf (rownum)	DIFF (rownum)	Exp_Corr (rownum)	R_Rst_CBR (rownum)	R_14_CBR (rownum)	R_RMS (rownum)	R_Poi (rownum)	R_Sea											
1	0.04	0.004	-2.104	-0.370	0.029	-42.484	-0.008	0.177	0.00	-0.147	-10.9931	95.9144	0.021	-0.116	-42.944	1.1	11.79	10	-0.29
1	0.08	0.004	-2.104	-0.370	0.029	-42.517	-0.008	0.177	0.00	-0.149	-10.9407	95.9144	0.021	-0.119	-42.989	1.2	11.46	10	-0.31
1	0.04	0.005	-2.106	-0.375	0.029	-42.548	-0.008	0.178	0.00	-0.143	-10.8883	95.9737	0.021	-0.132	-42.823	2	11.75	10	-0.30
1	0	0.004	-2.104	-0.374	0.029	-42.451	-0.008	0.178	0.00	-0.143	-10.8358	95.9939	0.024	-0.124	-42.719	2.1	11.42	10	-0.29
1	0.07	0.004	-2.104	-0.374	0.029	-42.333	-0.008	0.178	0.00	-0.148	-10.7834	96.0129	0.024	-0.107	-42.56	2	11.80	10	-0.30
1	0.09	0.004	-2.106	-0.373	0.029	-42.156	-0.008	0.178	0.00	-0.171	-10.731	96.0325	0.024	-0.094	-42.393	2	11.87	10	-0.30
1	0.06	0.005	-2.104	-0.373	0.029	-42.009	-0.008	0.178	0.00	-0.170	-10.6784	96.0512	0.024	-0.115	-42.245	2.1	11.79	10	-0.29
1	0.03	0.004	-2.104	-0.373	0.029	-41.875	-0.008	0.178	0.00	-0.169	-10.6242	96.0716	0.027	-0.087	-42.101	2.1	11.71	10	-0.31
1	0.02	0.005	-2.106	-0.372	0.029	-41.721	-0.008	0.178	0.00	-0.17	-10.5737	96.0912	0.021	-0.064	-41.927	2.1	11.7	10	-0.31
1	0.06	0.004	-2.104	-0.372	0.029	-41.545	-0.008	0.179	0.00	-0.170	-10.5213	96.1107	0.024	-0.054	-41.774	1.9	11.81	10	-0.31
1	0.04	0.005	-2.104	-0.371	0.029	-41.409	-0.008	0.179	0.00	-0.179	-10.4688	96.1303	0.024	-0.077	-41.623	1.9	11.82	10	-0.31
1	0.04	0.005	-2.106	-0.371	0.028	-41.244	-0.008	0.179	0.00	-0.172	-10.4165	96.1498	0.023	-0.093	-41.494	1.9	11.81	10	-0.31
1	0	0.004	-2.104	-0.37	0.028	-41.124	-0.008	0.179	0.00	-0.168	-10.364	96.1694	0.024	-0.094	-41.358	2	11.7	10	-0.31
1	0.05	0.005	-2.104	-0.37	0.028	-40.969	-0.008	0.179	0.00	-0.164	-10.3114	96.1889	0.028	-0.059	-41.164	1.9	11.87	10	-0.31
1	0.04	0.005	-2.106	-0.369	0.028	-40.611	-0.008	0.18	0.00	-0.178	-10.1543	96.2474	0.023	-0.123	-40.87	2	11.86	10	-0.31
1	0.14	0.005	-2.105	-0.368	0.028	-40.518	-0.008	0.18	0.004	-0.171	-10.1019	96.2669	0.042	-0.115	-40.744	2	12.11	10	-0.32
1	0.28	0.004	-2.105	-0.368	0.028	-40.148	-0.008	0.18	0.005	-0.171	-10.0494	96.2864	0.064	-0.108	-40.574	2.2	12.28	10	-0.32
1	0.13	0.005	-2.105	-0.367	0.028	-40.196	-0.008	0.18	0.005	-0.172	-9.9969	96.3059	0.059	-0.144	-40.469	2	12.22	10	-0.32
1	0.35	0.004	-2.105	-0.367	0.028	-40.153	-0.008	0.18	0.005	-0.179	-9.9445	96.3255	0.02	-0.14	-40.422	1.7	14.24	10	-0.32
1	0.21	0.004	-2.105	-0.367	0.028	-40.109	-0.008	0.18	0.005	-0.175	-9.8921	96.3449	0.024	-0.121	-40.358	2.1	13.72	10	-0.31
1	0.02	0.004	-2.105	-0.365	0.028	-40.097	-0.008	0.181	0.005	-0.176	-9.7347	96.4031	0.024	-0.144	-40.147	1.9	15	10	-0.31
1	0.22	0.004	-2.105	-0.364	0.028	-39.985	-0.008	0.181	0.005	-0.18	-9.6823	96.4225	0.021	-0.072	-40.103	1.9	14.94	10	-0.31
1	0.24	0.004	-2.105	-0.364	0.028	-39.944	-0.008	0.181	0.005	-0.177	-9.6298	96.442	0.04	-0.093	-40.002	2	14.89	10	-0.30
1	0	0.004	-2.105	-0.364	0.028	-39.813	-0.008	0.181	0.005	-0.175	-9.5749	96.4608	0.024	-0.154	-39.792	1.8	15.95	10	-0.30
1	0.32	0.004	-2.105	-0.363	0.028	-39.727	-0.008	0.181	0.005	-0.171	-9.4749	96.5002	0.024	-0.123	-39.574	1.8	16.7	10	-0.30
1	0.24	0.004	-2.105	-0.362	0.028	-39.696	-0.008	0.182	0.005	-0.173	-9.4178	96.519	0.054	-0.115	-39.313	1.9	17.47	10	-0.30
1	0.02	0.005	-2.105	-0.362	0.028	-39.861	-0.008	0.182	0.005	-0.179	-9.3151	96.5583	0.058	-0.219	-39.212	2.2	18.25	10	-0.30
1	0.15	0.004	-2.105	-0.361	0.027	-39.743	-0.008	0.182	0.005	-0.172	-9.2124	96.5777	0.027	-0.201	-39.044	2	19.04	10	-0.30
1	0.14	0.004	-2.105	-0.361	0.027	-39.791	-0.008	0.182	0.005	-0.174	-9.1558	96.5971	0.02	-0.198	-38.912	1.8	19.8	10	-0.31
1	0.15	0.004	-2.104	-0.36	0.027	-39.194	-0.004	0.183	0.009	-0.172	-9.1052	96.6158	0.03	-0.172	-38.671	1.8	18.04	10	-0.31
1	0.11	0.004	-2.104	-0.359	0.027	-39.047	-0.004	0.183	0.009	-0.171	-9.0474	96.6348	0.041	-0.224	-38.407	1.7	18.22	10	-0.31
1	0.24	0.004	-2.104	-0.359	0.027	-37.923	-0.004	0.183	0.009	-0.164	-8.9937	96.7131	0.044	-0.188	-38.209	2	18.4	10	-0.31

Gambar 6. Data Format ASCII Sesudah Dilakukan Export Data pada Software BRAT

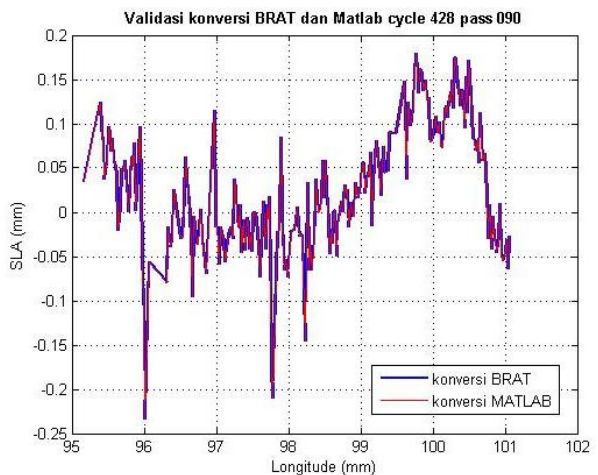
Proses konversi/export data format biner ke ASCII pada BRAT jauh lebih mudah dan cepat daripada menggunakan Matlab. Hal ini karena software BRAT memiliki kemampuan yang maksimal dalam pembacaan data biner.

Validasi Hasil Konversi/Export Data

Proses validasi pada Matlab dilakukan dengan melakukan overlay gambar lintasan satelit altimetri Topex/Poseidon yang ada pada data RADS dengan lintasan satelit altimetri Topex/Poseidon yang ada pada data ASCII dari hasil konversi. Sedangkan pada software BRAT validasi dengan melakukan overlay hasil export data dengan hasil konversi Matlab.

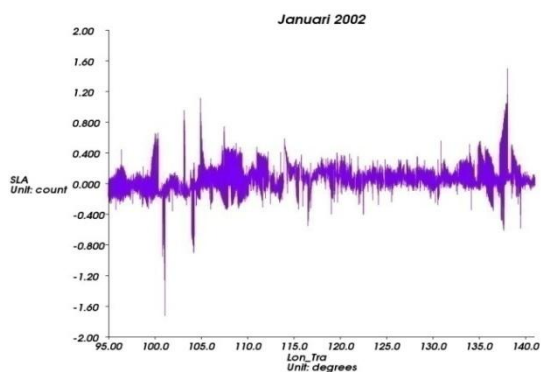


Gambar 7. Validasi Hasil Konversi Data Software Matlab dengan Data RADS Pada Cycle 428 Pass 090

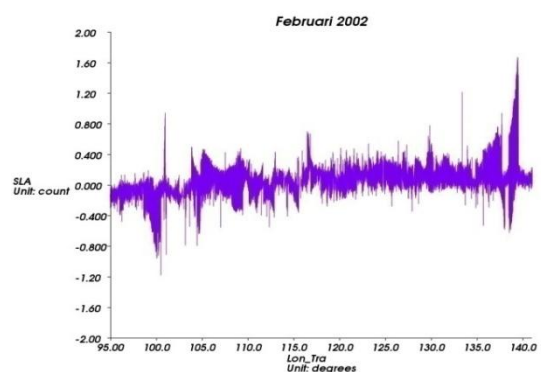


Gambar 8. Validasi Hasil Konversi Data Software Matlab dengan Export Data BRAT Pada Cycle 428 Pass 090

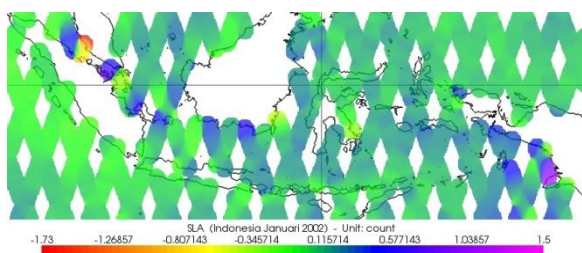
Pengeplotan pada Software BRAT



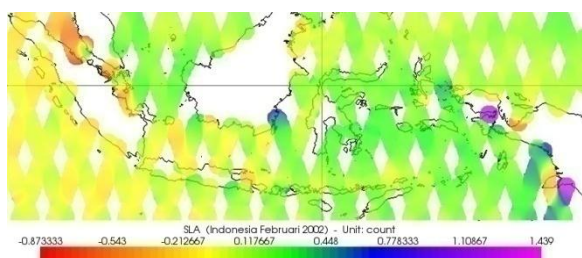
Gambar 9. Hasil Pengeplotan Grafik Sesudah Dilakukan *Export Data* pada Software BRAT pada bulan Januari 2002



Gambar 10. Hasil Pengeplotan Grafik Sesudah Dilakukan *Export Data* pada Software BRAT pada bulan Februari 2002



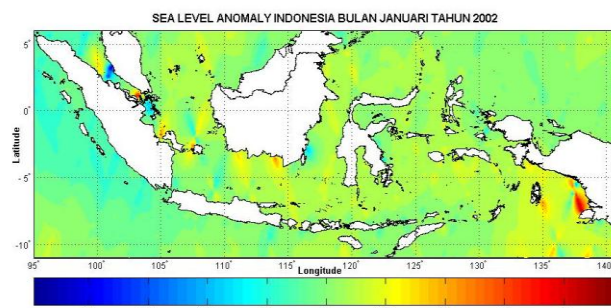
Gambar 11. Pengeplotan Hasil SLA bulan Januari 2002 Sesudah Dilakukan *Export Data* pada BRAT



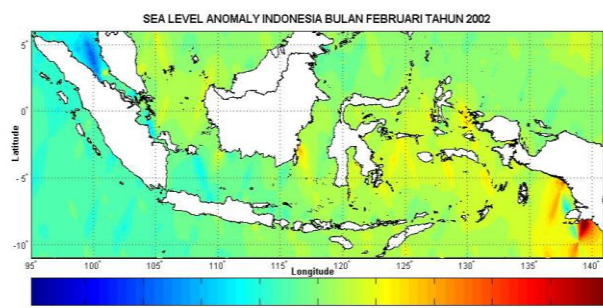
Gambar 12. Pengeplotan Hasil SLA Februari 2002 Sesudah Dilakukan *Export Data* pada BRAT

Gridding Nilai SLA dengan Matlab

Diperoleh hasil dari gridding nilai SLA berupa data tinggi muka laut di wilayah perairan Indonesia selama perbulan dalam kurun waktu 4 tahun.



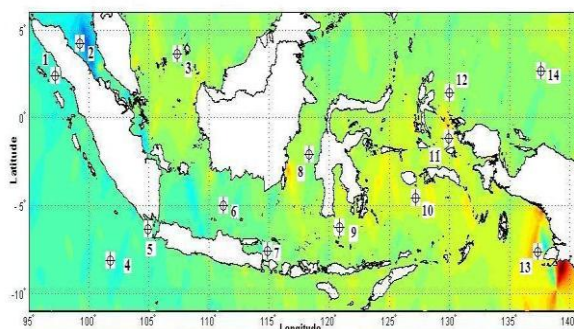
Gambar 13. Sea Level Anomaly Perairan Indonesia hasil gridding bulan Januari tahun 2002



Gambar 14. Sea Level Anomaly Perairan Indonesia hasil gridding bulan Februari tahun 2002

Trend Kenaikan Muka Laut

Dari data SLA yang telah digridding tersebut diplot dengan menggunakan grafik melihat perubahan muka laut terhadap waktu. Pemilihan daerah kajian (titik sample) berdasarkan karakteristik wilayah perairan Indonesia yang bermacam-macam.

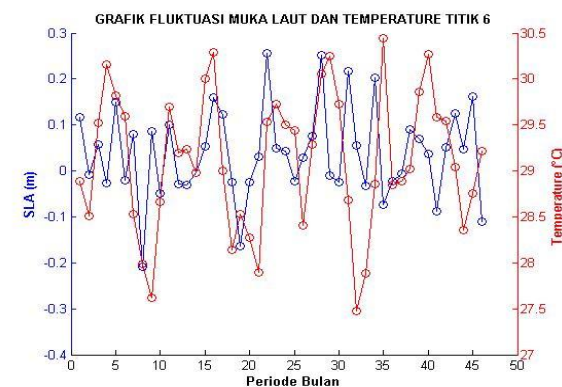
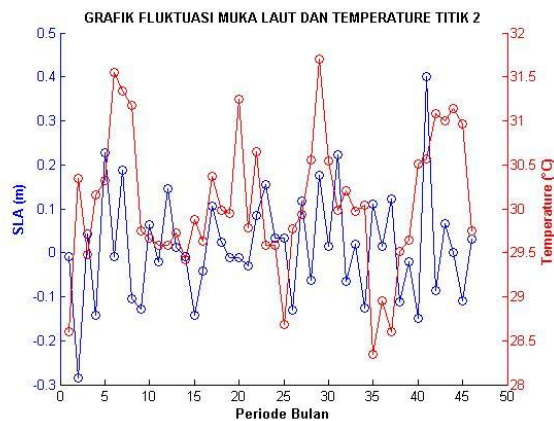
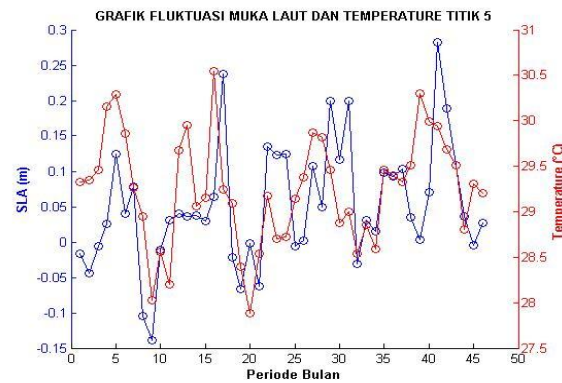
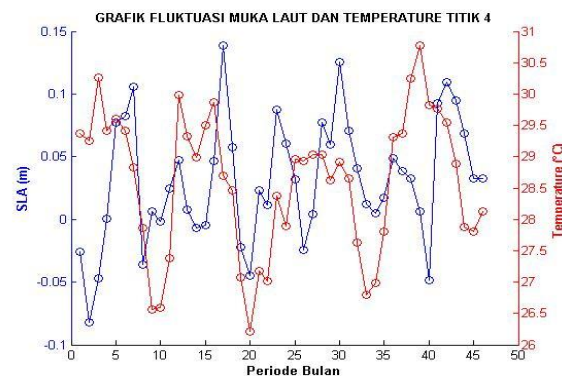
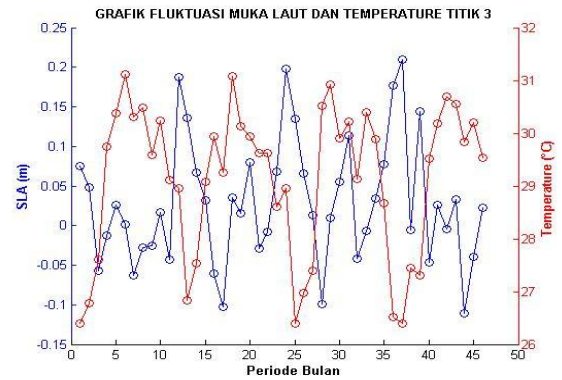
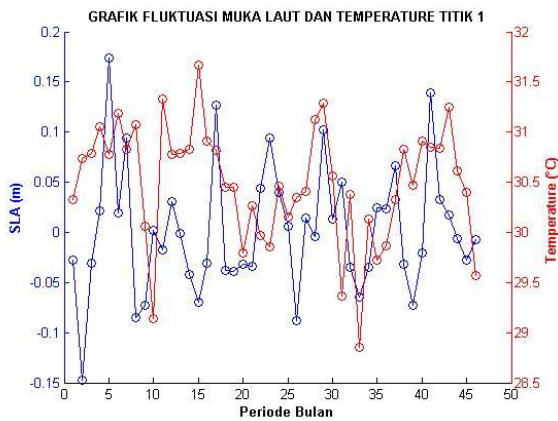


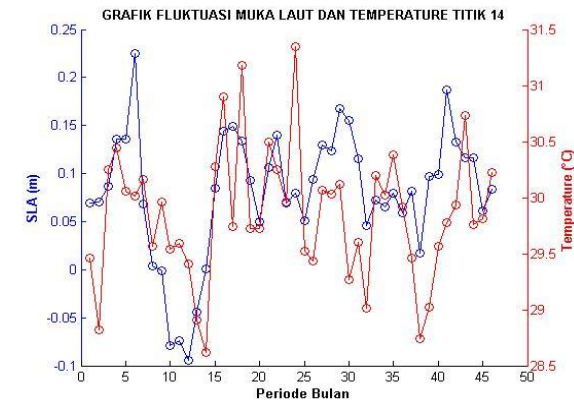
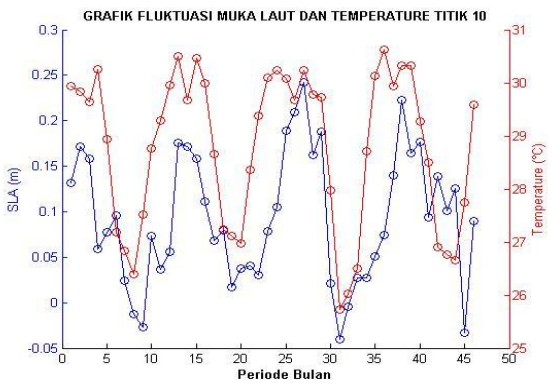
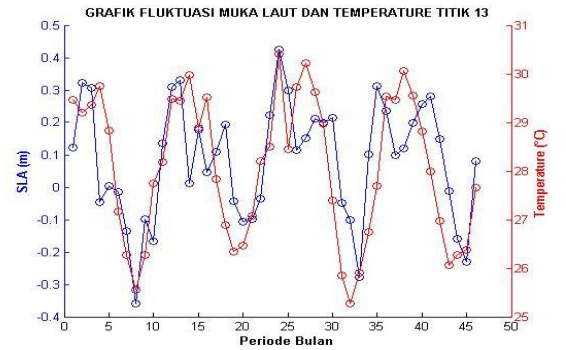
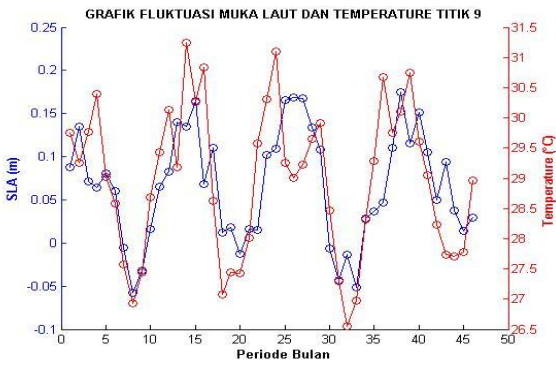
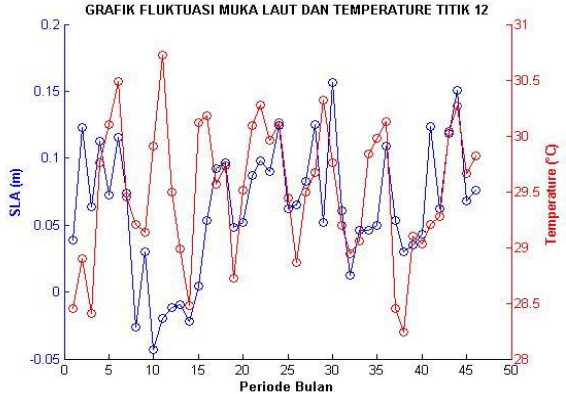
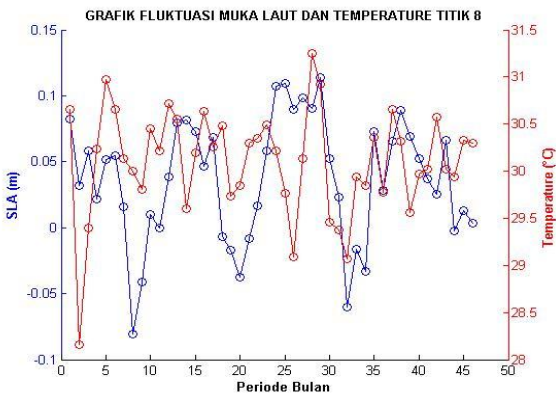
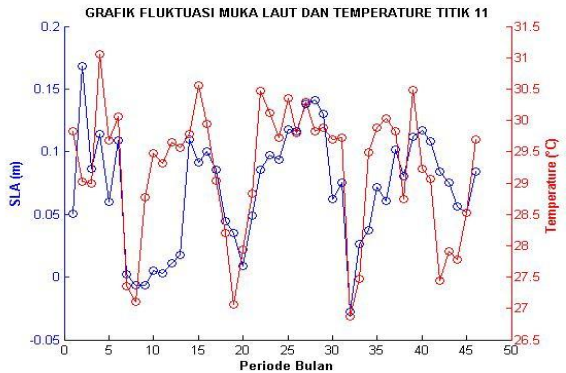
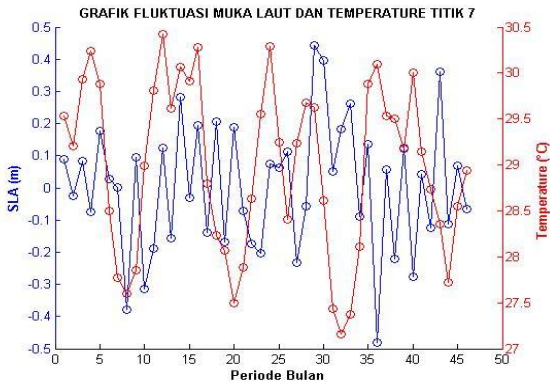
Gambar 15. 14 titik yang digunakan sebagai sample

Tabel 2. Koordinat Titik Sampel

Titik	Nama	Koordinat	
		Lintang	Bujur
1	Samudera Hindia dekat Sumatera	2 ^o LU	98 ^o BT
2	Selat Malaka	4 ^o LU	99 ^o BT
3	Laut Bangka	4 ^o LU	107 ^o BT
4	Samudera Hindia Perairan Terbuka	8 ^o LS	102 ^o BT
5	Selat Sunda	6.125 ^o LS	105.25BT
6	Laut Jawa	5 ^o LS	111 ^o BT
7	Selat Bali	7.5 ^o LS	114 ^o BT
8	Selat Makassar	2.5 ^o LS	119 ^o BT
9	Laut Flores	5 ^o LS	121.75 ^o BT
10	Laut Banda	4 ^o LS	127 ^o BT
11	Laut Seram	2 ^o LS	130 ^o BT
12	Perairan Halmahera	1 ^o LU	130 ^o BT
13	Laut Arafuru	8 ^o LS	137 ^o BT
14	Samudera Pasifik	3 ^o LU	138 ^o BT

Berikut adalah grafik fluktuasi muka laut dan temperature pada masing-masing koordinat titik tersebut:





Tabel 3. Nilai SLA minimum dan maksimum

Titik	Nama	SLA (m)			
		Min	Bulan	Max	Bulan
1	Samudera Hindia dekat Sumatera	-0,148	Feb02	+0,174	Mei02
2	Selat Malaka	-0,284	Feb02	+0,401	Mei05
3	Laut Bangka	-0,111	Agt05	+0,209	Jan05
4	Samudera Hindia Perairan Terbuka	-0,081	Feb02	+0,139	Mei03
5	Selat Sunda	-0,139	Sept02	+0,283	Mei05
6	Laut Jawa	-0,208	Agt02	+0,256	Okt03
7	Selat Bali	-0,482	Des04	+0,442	Mei04
8	Selat Makassar	-0,083	Agt02	+0,113	Mei04
9	Laut Flores	-0,057	Agt02	+0,175	Feb05
10	Laut Banda	-0,040	Juli04	+0,242	Mar04
11	Laut Seram	-0,028	Agt04	+0,168	Feb02
12	Perairan Halmahera	-0,042	Okt02	+0,156	Juni04
13	Laut Arafuru	-0,358	Agt02	+0,424	Des03
14	Samudera Pasifik	-0,094	Des02	+0,225	Juni02

Keterangan: (+) : naik, (-) : turun

Tabel 4. Temperature minimum dan maksimum

Ttk	Nama	Temperatur (°C)				Rata2
		Min	Bulan	Max	Bulan	
1	Samudera Hindia dekat Sumatera	28,85	Sept04	31,67	Mret03	30,49
2	Selat Malaka	28,34	Nov04	31,7	Mei04	30,06
3	Laut Bangka	26,4	Jan02	31,11	Juni02	29,13
4	Samudera Hindia Perairan Terbuka	26,21	Agt03	30,77	Mret05	28,60
5	Selat Sunda	27,88	Agt03	30,54	Aprl03	29,25
6	Laut Jawa	27,48	Agt04	30,44	Nov04	29,11
7	Selat Bali	27,16	Agt04	30,42	Des02	28,98
8	Selat Makassar	28,16	Feb02	31,25	Aprl04	30,10
9	Laut Flores	26,55	Agt04	31,25	Feb03	28,96
10	Laut Banda	25,72	Juli04	30,63	Des04	28,79
11	Laut Seram	26,87	Agt04	31,05	Aprl02	29,20
12	Perairan Halmahera	28,24	Feb05	30,72	Sept02	29,51
13	Laut Arafuru	25,28	Agt04	30,41	Des03	28,075
14	Samudera Pasifik	28,62	Feb03	31,35	Des03	29,85

Kemudian dari nilai SLA selama 4 tahun tersebut dicari trend linier untuk mengetahui kenaikan muka laut dan temperaturnya dengan menggunakan metode regresi linier (*trendline*). Berikut adalah rata-rata kenaikan muka laut

pertahun selama kurun waktu 4 tahun dan temperaturnya (2002-2005):

Tabel 5. Kenaikan muka laut dan temperature

Titik	Nama	Kenaikan muka laut (mm)	Perubahan Temperatur (°C)
1	Samudera Hindia dekat Sumatera	+5,4	-0,108
2	Selat Malaka	+11,2	+0,036
3	Laut Bangka	+5,08	+0,084
4	Samudera Hindia Perairan Terbuka	+13,15	-0,012
5	Selat Sunda	+27,06	+0,024
6	Laut Jawa	+6,08	+0,036
7	Selat Bali	+5,58	-0,132
8	Selat Makassar	+2,12	-0,012
9	Laut Flores	+1,83	-0,108
10	Laut Banda	+4,42	-0,144
11	Laut Seram	+6,95	-0,108
12	Perairan Halmahera	+11,02	+0,012
13	Laut Arafuru	+7,332	-0,228
14	Samudera Pasifik	+13,93	+0,012

Keterangan: (+) : naik, (-) : turun

Dari hasil diatas dinyatakan bahwa perubahan muka laut tidak hanya tergantung dari temperatur. Hal ini dapat diketahui pada grafik apabila muka airnya naik tidak selalu temperaturnya naik begitupun sebaliknya. Tinggi rendahnya kenaikan dipengaruhi topografi dan pola arus laut. Rata-rata temperatur di perairan Indonesia berkisar antara 28-30 °C. Pada perairan yang dangkal seperti titik 3,6,7,8 terjadi ketidak konsistenan antar data pada periode yang berbeda hal ini disebabkan karena penerapan model pasut global kurang sesuai untuk daerah tersebut serta masih adanya efek *noise* pada daerah tersebut. Namun pada wilayah daerah perairan dalam seperti titik 1, 2, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14 penerapan model pasut global ini sangat sesuai seperti ditunjukkan pada nilai tinggi muka laut yang konsisten.

Pada keseluruhan perairan Indonesia pola kenaikan muka laut relatif lebih besar di kawasan timur Indonesia yakni pada Laut Arafuru, Laut Seram, Perairan Halmahera, dan di kawasan barat Indonesia seperti Selat Sunda. Sedangkan kenaikan muka laut yang rendah berada pada

kawasan tengah Indonesia perairan dangkal seperti Selat Makassar dan Laut Flores. Pada perairan laut lepas kenaikan muka lautnya sangat besar seperti Samudera Hindia dan Samudera Pasifik. Pola temperatur menurun berada pada perairan Samudera Hindia dekat Sumatera, perairan selatan Jawa (Samudera Hindia perairan terbuka, Selat Bali), perairan bagian timur (Laut Arafuru, Laut Seram) hingga perairan bagian tengah yang dipengaruhi Samudera Hindia. Sedangkan temperatur naik berada pada utara Jawa (Selat Malaka, Laut Bangka, Laut Jawa), Selat Sunda dan Perairan Halmahera hingga Samudera Pasifik yang dipengaruhi oleh Samudera Pasifik.

Pada perairan Laut Arafuru terjadi perubahan muka laut yang cenderung positif. 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 pencampuran antara massa air dengan laut Banda dan samudera Pasifik bagian selatan. Nilai temperatur mencapai puncak pada saat musim barat dan menurun drastis pada musim timur.

Korelasi antara Perubahan Muka laut dan Temperatur

Tabel 3.6 Korelasi antara nilai SLA dan Temperatur

Titik	Nama	Korelasi	Signifikansi
1	Samudera Hindia dekat Sumatera	0,058	0,7
2	Selat Malaka	-0,01	0,948
3	Laut Bangka	-0,513	0,01
4	Samudera Hindia Perairan Terbuka	0,148	0,325
5	Selat Sunda	0,369	0,012
6	Laut Jawa	0,162	0,282
7	Selat Bali	-0,082	0,59
8	Selat Makassar	0,237	0,113
9	Laut Flores	0,689	0,01
10	Laut Banda	0,617	0,01
11	Laut Seram	0,573	0,01
12	Perairan Halmahera	0,289	0,052
13	Laut Arafuru	0,662	0,01
14	Samudera Pasifik	0,417	0,004
	semua titik sample	0,12	0,01

Korelasi antara perubahan muka laut dan temperatur pada perairan dalam seperti titik 9, 10, 11, 13 korelasinya kuat namun pada perairan dangkal seperti titik 6, 8 korelasinya lemah bahkan tidak ada. Dari keseluruhan titik dapat disimpulkan bahwa korelasi antara nilai SLA dan temperatur memiliki korelasi yang lemah bahkan tidak ada korelasi dan searah. Apabila korelasi searah menunjukkan bahwa jika nilai SLA tinggi/naik maka nilai temperatur juga naik. Korelasi signifikan karena nilai probabilitas/signifikansi bertaraf 0,01 maka ada hubungan antara nilai SLA dan temperatur.

$$KD = 0,12^2 \times 100\% = 1,44\%$$

Dimana:

KD=koefisien determinasi

R= nilai korelasi

KESIMPULAN

1. Pola pemodelan pada pengeplotan menggunakan *software* BRAT dan Matlab memiliki pola SLA yang hampir sama, namun hasil pengeplotan menggunakan *software* BRAT kurang maksimal dibandingkan *software* Matlab
2. Pada tahun 2002-2005 menunjukkan bahwa kenaikan muka laut tertinggi berada di Selat Sunda yakni sebesar 27,06 mm/tahun dan Samudera Pasifik sebesar 13,93 mm/tahun sedangkan kenaikan terendah berada di Laut Flores sebesar 1,83 mm/tahun dan Selat Makassar sebesar 2,12 mm/tahun. Kenaikan temperatur terbesar berada di Laut Bangka sebesar 0,084°C/tahun sedangkan penurunan temperatur terbesar di Laut Arafuru sebesar 0,228°C/tahun.
3. Pada perairan Laut Arafuru terjadi perubahan muka laut yang cenderung positif daripada perairan lainnya namun temperatur cenderung menurun.
4. Korelasi antara perubahan muka laut dan temperatur secara keseluruhan dari 14 titik pengamatan menunjukkan bahwa korelasinya sangat lemah bahkan tidak ada dan searah yakni sebesar 0,12 dengan tingkat signifikan bertaraf 0,01. Peranan/Koefisien Determinasi nilai temperatur terhadap perubahan nilai SLA sebesar 1,44%.

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/wpcontent/uploads/2007/05/geosat-9-upd.Pdf> >. Dikunjungi pada 1 Agustus 2008, jam 20.00 WIB.
- 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 dan PODAAC.1996. *AVISO User Handbook Merged Topex/Poseidon Products*.
- Away, G.A. 2006. *The Shortcut of Matlab Programming*. Jakarta : Penerbit Informatika.
- Benada, J.R. 1997.*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 5 November 2008, jam 19.00 WIB.
- CNES dan ESA.2006. *Basic Radar Altimetry Toolbox v 2.0.0 User Manual*.Esa:CNES
- Eka, K.J.2008. *Penyebab Pemanasan Global*. Dikunjungi 31 Oktober 2008 jam 13.50
- Destin, L. 2008. *Analisa Sea Level Variability Dari Data Satelit Altimetri Topex/Poseidon*. Surabaya : Tugas Akhir Prodi Teknik Geomatika-ITS.
- Fu, Lee-Lueng. 2001. *Satellite Altimetry and Earth Sciences*. United States of America : Academic Press.
- Gunadi. *Pemrosesan Topografi Muka Air Laut Dari Data Satelit Altimetri Topex/Poseidon: Studi Kasus Laut Jawa Dan Samudera Indonesia*. 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.
- Ilk,K.H.,Flury.J.,Rummel.R.2005. *Mass Transport and Mass Distribution in the Earth System*. Deutchland: Technisce Universitat Munchen.
- 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.
- Nurmaulia, S.L, Prijatna.K, dan Darmawan.D. 2005. *Studi Awal Perubahan Kedudukan Muka Laut (Sea Level Change) diPerairan Indonesia berdasarkan Data Satelit Altimetri TOPEX/Poseidon*. Bandung: Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan-ITB.
- Poerbandono dan Eka Djunasjah. 2005. *Survei Hidrografi*. Bandung : Refika Aditama.
- RADS. 2008. *Radar Altimetry Data Acquisition*, <URL: <http://rads.tudelft.nl/rads/rads.shtml>>.Dikunjungi pada tanggal 15 Juni 2009, jam 10.00 WIB.
- Rosmorduc,V., Dorandeu. J. 2006. *Basic Radar Altimetry Toolbox*.Esa:Cnes
- Roy.C. 1996. *Variability of sea surface features in the Western Indonesian archipelago: inferences from the COADS dataset* [Keragaman sifat-sifat permukaan laut di kepulauan Indonesia bagian barat: diambil dari kumpulan data COADS],hal: 15-23.
- Sarwono.J.2006.Panduan Cepat Dan Mudah SPSS 14. Jakarta: penerbit Andi
- Sarwono.J.2006.Analisis Data Penelitian Menggunakan SPSS 13. Jakarta: penerbit Andi
- Sea Level Rise*.<URL:<http://www.wikipedia.org>>. Dikunjungi 31 Januari 2009 jam 13.50
- Setyobudi, Nur Kholis. 2008. *Analisis Harmonik Pasang Surut Laut Dari Data Satelit Altimetri TOPEX/Poseidon*. Surabaya : Teknik Geomatika – ITS.
- SST Product. <URL:<http://podaac.jpl.nasa.gov>>. Dikunjungi 4 Juni 2009.
- Suriadi.M.,Siswantoro.Y. dan Dewi.R.S.2004. *Sea Surface Temperature.Inventarisasi Sumber Daya Alam dan Lingkungan Hidup*. Cibinong: Pusat Survey Sumber Daya Alam Laut-BAKOSURTANAL