

PENENTUAN KOMPONEN KOMPONEN PASANG SURUT DARI DATA SATELIT JASON DENGAN ANALISIS HARMONIK METODE KUADRAT TERKECIL

Bernadet Srimurniati Ningsih, Ir.Sutomo Kahar,M.Si *, LM Sabri, ST., M.T*

Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang Semarang Telp. (024) 76480785, 76480788

Abstrak

Aplikasi satelit altimetri salah satunya adalah mengamati fenomena pasang surut laut. Teknologi satelit altimetri menjawab tantangan akan pemenuhan kebutuhan data pasang surut dalam skala yang luas. Tetapi dalam pengolahannya membutuhkan strategi yang tepat terutama yang berkaitan dengan koreksi-koreksi satelit altimetri seperti tidak diterapkannya koreksi pasang surut dalam penentuan komponen-komponen pasang surut. Dalam tugas akhir ini, akan dibahas penggunaan data satelit altimetri Jason dengan analisis harmonik teknik kuadrat terkecil untuk menentukan komponen-komponen pasang surut di perairan Indonesia.

Kata kunci : Satelit altimetri, Least Square, Komponen Pasang Surut, JASON

ABSTRACT

The application of satellite altimetry which is to observe the phenomenon of tidal sea. The technology of satellite altimetry will answer the challenge of tidal data needs in a large scale. But in its processing requires proper strategy particularly with regard to satellite altimetry corrections such as tidal correction not applied in the determination of tidal components. This paper investigate the application of Jason altimetry data using harmonic analysis of least squares techniques to determine the components of the tidal waters in Indonesia.

Key words : satellite altimetry, Least Square, Tidal Components, JASON

I. PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Permukaan bumi mempunyai luas kurang lebih 510 juta kilometer persegi yang terdiri dari bagian daratan dengan luas sekitar 148 juta kilometer persegi dan bagian lautan luas kurang lebih 362 juta kilometer. Melihat kenyataan ini, maka komponen terbesar dari bumi berupa lautan sehingga perlu adanya upaya-upaya untuk menggali dan memanfaatkan sumber daya alam yang terkandung di dalamnya. Pengetahuan tentang pasang surut laut merupakan salah satu pengetahuan tentang kelautan yang banyak diperlukan untuk berbagai kegiatan pekerjaan di laut.

Pengamatan pasang surut laut merupakan fungsi dari lamanya waktu pengamatan dan mempunyai cara pengamatan yang disesuaikan dengan teknik pengambilan data yang akan digunakan. Teknik pengambilan data dapat dilakukan secara oseanografik dilakukan di tepi pantai dimana data pengamatan pasang surut berupa ketinggian permukaan laut yang diambil dengan interval waktu tertentu yaitu sekitar setengah atau satu jam. Persoalan yang dijumpai dalam teknik pengambilan data secara oseanografik (*tide gauge* atau palem pasang surut) adalah jika berkaitan dengan skala spasial yang lebih besar yaitu jika ingin mengetahui fenomena pasang surut secara global. Dengan perkembangan satelit buatan yang cukup pesat sekarang ini membawa dampak yang besar dalam kegiatan survei pemetaan. Salah satu teknologi satelit yang berhubungan erat dalam kegiatan geodesi kelautan khususnya dalam mempelajari fenomena pasang surut laut adalah satelit yang dilengkapi dengan radar altimeter, sehingga disebut satelit altimetri.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pendahuluan di atas, maka dapat diambil suatu perumusan masalah sebagai berikut :

1. Apakah komponen-komponen pasang surut dapat ditentukan dari data satelit altimetri dengan menggunakan analisis harmonik teknik kuadrat terkecil?
2. Berapakah jumlah pengamatan dan parameter yang optimal dalam memilih komponen pasang surut?

I.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui cara menentukan konstanta pasut laut berupa komponen harmonik semi diurnal, diurnal, dan periode panjang memanfaatkan data pengamatan satelit altimetri Jason dengan menggunakan metode analisis harmonik teknik kuadrat terkecil.
2. Mengetahui jumlah komponen pasut di titik pengamatan dengan menggunakan uji hipotesis *one tailed test*.

I.4 Ruang Lingkup

1. Lokasi pengamatan satelit altimetri Jason di lakukan di 2 titik pengamatan yang terletak di utara Laut Jawa. Titik 1 perairan Cirebon yang terletak pada 6.6267 LS 108.8793 BT dan titik 2 perairan Jawa Tengah yang terletak 6.4628 LS 111.7776 BT.
2. Data pengamatan misi satelit altimetri Jason-1 (2002-2008) dan data satelit Jason-2 (2008-2012) yang diperoleh dari basis data RADS altimetri.
3. Penggunaan metode analisis harmonik dalam penentuan konstanta pasut laut yang diakibatkan efek astronomis dan uji hipotesis *one tailed test* dalam pemilihan komponen pasut.

II. METODOLOGI PENELITIAN

II.1 Data Penelitian

1. Data ASCII satelit altimetri Jason 1 (2002-2008) dan Jason 2 (2008-2012) didownload dari *website RADS (Radar Altimeter Data Acquisition)*.
2. Data periode komponen pasut sebagai acuan yang digunakan pada *Group Training Course in Hydrographic Service Japan*

Peralatan Penelitian

Peralatan penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. *Software Matlab 9.0*
2. *Microsoft Excel 2007*

II.2 Lokasi Pengamatan



Gambar 1. Lokasi Penelitian

No	Koordinat Geodetik	Deskripsi Geografis
1	6.6267 LS 108.8793 BT	Laut Jawa, perairan cirebon, sempit dan dangkal
2	6.4628 LS 111.7776 BT	Laut Jawa, perairan jawa tengah, sempit dan dangkal

III. Pelaksanaan Penelitian

III.1 Pengumpulan Data Satelit Altimetri Jason

Radar Altimetry Database System (RADS) merupakan sebuah sistem basis data yang menyediakan data satelit altimetri berformat ASCII dari berbagai misi satelit altimetri seperti GEOSAT, ERS-1, ERS-2, TOPEX/Poseidon, Jason 1, Jason 2 dan sebagainya. RADS dikembangkan oleh *Delft Institute for Earth-Oriented Space Research* dan *NOAA Laboratory for Satellite Altimetry*. Rads menyediakan portal web yang bisa diakses untuk mendapatkan data altimetri, dengan mengakses ke alamat <http://rads.tudelft.nl>.

Penentuan konstanta pasut menggunakan *Sea Level Anomaly* dari satelit Jason, dimana koreksi pasut laut yang biasanya diperoleh dari model pasut global tidak dilibatkan. Dengan tidak dilibatkannya koreksi pasut laut diharapkan sinyal-sinyal pasut laut yang ada bisa dianalisis sehingga dapat diperoleh konstanta pasut laut Adapun koreksi-koreksi pada data altimetri yang pilih adalah :

Tabel 1. Koreksi pada Data Altimetri

Orbit	CNES EIGN-GL04C orbital altitude
Geophysical Corrections	
Dry tropospheric correction	ECMWF ERA-int model dry tropospheric correction
Wet tropospheric correction	ECMWF ERA-int model wet tropospheric correction
Ionospheric correction	smoothed dual-frequency ionosphere correction
Tides Corrections	
Inverse Barometer Correction	local inverse barometer correction
Solid Earth Tide	Yes
Ocean Tide	No
Load Tide	GOT4.9 ocean tide
Pole Tide	Yes
Sea State bias	
Sea State bias	CLS sea state bias
Reference surface	CNES-CLS11 mean sea surface height

Dikarenakan adanya variasi *groundtrack* satelit altimetri setiap periode pengulangannya maka data *Sea Level Anomaly* yang digunakan dalam input analisis harmonik kuadrat terkecil sebaiknya diinterpolasikan diatas titik normal pengamatan yang telah ditetapkan. Dalam tugas akhir ini dipilih metode interpolasi *Distance Weighted*.

III.2 Periode Alias Komponen Pasang Surut

Orbit satelit Jason telah didesain agar frekuensi komponen pasut tidak teralias menjadi nol, setengah tahunan atau bahkan tahunan. Interval pencuplikan data Jason adalah 9.9156 hari yang jauh lebih besar dibandingkan dengan interval pencuplikan data pasut umumnya yaitu setiap 1 jam. Dengan pengamatan $\Delta t = 1$ jam akan mencerminkan karakter fenomena pasut, sedangkan data ≥ 1 jam maka semakin tidak menggambarkan fenomena pasut sebenarnya. Hal ini dikatakan sebagai fenomena aliasing frekuensi komponen pasut, yaitu berubahnya frekuensi asli komponen pasut menjadi frekuensi palsu (alias) yaitu nol, setengah tahunan, maupun tahunan. Input yang digunakan dalam analisis harmonik kuadrat terkecil adalah periode komponen pasut yang telah teralias.

III.3 Sistem Waktu Satelit Altimetri Jason

Waktu pengamatan data Jason yang di simpan dalam database RADS (Radar Altimeter Database System) bereferensi ke waktu UTC pada tanggal 1 Januari 1985 pukul 00:00:00. Waktu pengamatan dalam detik ini diperlukan untuk analisis harmonik pasut laut. Parameter analisis harmonik pasut laut yang terpengaruh oleh sistem waktu pengamatan yang digunakan adalah fase laut. Referensi waktu standar yang digunakan dalam perhitungan komponen pasut laut adalah pada tanggal 1 Januari 1900 pukul 00:00:00 waktu UTC. Oleh karena

itu dalam tugas akhir ini, waktu pengamatan yang diperoleh dari database RADS , terlebih dahulu sehingga bereferensi kepada sistem waktu standar tersebut.

III.4 Interpolasi Titik Normal

Satelit altimetri mempunyai jarak antar lintasan yang renggang, yaitu dengan lebar bujur sekitar 3^0 atau sekitar 315 km pada ekuator dan jarak antar titik pengamatan di atas permukaan laut sepanjang lintasan ± 7 km. Walaupun orbit telah dirancang mengulang tempat yang sama, namun tetap saja terdapat variasi posisi tiap groundtrack yaitu ± 1 km.

III.5 Perhitungan Analisis Harmonik dan Uji Hipotesis *One Tailed Test*

Tahap pertama :

Dilakukan analisis harmonik untuk mendapatkan perbandingan variansi aposteriori dan standar deviasi dengan menggunakan 38 ,21 dan 9 komponen pasut dengan menggunakan jumlah data pengamatan 300,200,100, dan 50 data. Penentuan komponen pasut diambil dari nilai standar deviasi yang kecil dari perbandingan ketiga data dengan menggunakan parameter yang berbeda kemudian di cek apakah nilai χ^2 hitung masuk uji hipotesis *one tailed test* atau tidak.

Tahap kedua:

Dilakukan analisis harmonik dengan menggunakan 38 komponen pasut dengan jumlah data pengamatan yang bervariasi mulai dari 300 ,200,100,dan 50 data. Hal ini dilakukan untuk melihat berapa jumlah data yang optimal untuk menentukan 38 komponen pasut dengan uji hipotesis *One Tailed Test* dengan mencari nilai $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$ dengan tingkat probabilitas 95 %. Hal ini dilakukan jika hasil dari perbandingan tahap.

Jika hasil dari tahap pertama variansi bernilai kecil terletak pada 21 atau 9 komponen pasut, dilakukan uji hipotesis *One Tailed Test* lagi dengan mencari nilai $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$ dengan tingkat probabilitas 95 % untuk melihat apakah nilai masuk dalam wilayah penerimaan atau tidak.

IV. Hasil dan Pembahasan

Untuk TITIK PENGAMATAN 1

6.6267 LS 108.8793 BT

Laut Jawa, perairan cirebon,sempit dan dangkal

IV.1 Pengujian untuk Titik Pengamatan 1

IV.1.1 Pengujian *One Tailed Test* untuk 38 komponen pasut

Tabel 2 Pengujian *hipotesis one tailed test* untuk 38 komponen pasut

tingkat probabilitas 95 %				Komponen		38
				standar bako	S (standar deviasi)	σ^2 (variansi aposteriori)
					0.2	0.04
Jumlah data Pengamatan	V (degree of freedom)	S (standar deviasi)	σ^2 (variansi aposteriori)	χ^2 hitung	χ^2 tabel (0.95)	kondisi
300	223	0.11067	0.01225	68.27724439	173.782	Diterima
200	123	0.12334	0.01521	46.77960071	95.853	Diterima
100	23	0.14417	0.02078	11.95107937	13.091	Diterima
90	13	0.15653	0.02450	7.962789507	5.892	Ditolak
85	8	0.15870	0.02519	5.037240231	2.733	Ditolak
81	4	0.19908	0.03963	3.963331964	0.711	Ditolak
80	3	0.21623	0.04675	3.506508322	0.352	Ditolak
79	2	0.13018	0.01695	0.847284519	0.103	Ditolak
78	1	0.01929	0.00037	0.009305647	0.004	Ditolak

Dari hasil uji , terlihat bahwa hanya dengan data pengamatan 300,200,100 nilai χ^2 *hitung* lebih kecil dari χ^2 *tabel* yaitu 68,2773, 46.7796, 13.091 disimpulkan bahwa nilai masuk dalam wilayah penerimaan *One tailed Test*. Hasil dari uji *one tailed test* nanti akan dibandingkan dengan parameter yang berbeda.

IV.1.2 Pengujian *One Tailed test* untuk 21 komponen pasut

Tabel 3 Pengujian *hipotesis one tailed test* untuk 21 komponen pasut

tingkat probabilitas 95 %				Komponen		21
				standar bako	S (standar deviasi)	σ^2 (variansi aposteriori)
					0.2	0.04
Jumlah data Pengamatan	V (degree of freedom)	S (standar deviasi)	σ^2 (variansi aposteriori)	X ² hitung	X ² tabel (0.95)	kondisi
300	257	0.112889919	0.01274	81.88106026	200.278	Diterima
200	157	0.120570959	0.01454	57.05912255	122.349	Diterima
100	57	0.137766703	0.01898	27.04602188	44.420	Diterima
50	7	0.086008614	0.00740	1.294559294	2.167	Diterima
49	6	0.063052143	0.00398	0.596335915	1.635	Diterima
48	5	0.069012489	0.00476	0.59534046	1.145	Diterima
47	4	0.075697279	0.00573	0.573007811	0.711	Diterima
46	3	0.07058024	0.00498	0.37361777	0.352	Ditolak
45	2	0.082906891	0.00687	0.343677633	0.103	Ditolak
44	1	0.055248993	0.00305	0.076311282	0.004	Ditolak

Dari hasil uji *One tailed test*, jumlah data pengamatan yang diterima untuk 21 komponen pasut adalah 300 ,200,100,50,49,48 data. Untuk data berjumlah 44,45, dan 46 tidak masuk dalam wilayah penerimaan H_0 .

IV.1.3 Pengujian *One Tailed test* untuk 9 komponen pasut

Tabel 4 Pengujian *hipotesis one tailed test* untuk 9 komponen pasut

tingkat probabilitas 95 %				Komponen		9
				standar bako	S (standar deviasi)	σ^2 (variansi aposteriori)
					0.2	0.04
Jumlah data Pengamatan	V (degree of freedom)	S (standar deviasi)	σ^2 (variansi aposteriori)	X ² hitung	X ² tabel (0.95)	kondisi
300	281	0.119394903	0.014255	100.1423782	218.980	Diterima
200	181	0.129398463	0.016744	75.7664296	141.051	Diterima
100	81	0.132052701	0.017438	35.31177966	63.122	Diterima
50	31	0.108793463	0.011836	9.172913613	24.158	Diterima
25	6	0.063553749	0.004039	0.605861853	1.635	Diterima
24	5	0.069047017	0.004767	0.595936313	1.145	Diterima
23	4	0.076315621	0.005824	0.582407405	0.711	Diterima
22	3	0.064626843	0.004177	0.313247163	0.352	Diterima
21	2	0.073383901	0.005385	0.26925985	0.103	Ditolak
20	1	0.10368309	0.010750	0.268754581	0.004	Ditolak

Untuk data berjumlah 300,200,100, dan 50 masuk dalam wilayah penerimaan uji hipotesis.

IV.2 Pengujian untuk Titik Pengamatan 2

Untuk TITIK PENGAMATAN 2

6.4628 LS 111.7776 BT

Laut Jawa, perairan jawa tengah,sempit dan dangkal,terbuka

IV.2.1 Pengujian One Tailed test untuk 38 komponen pasut

Tabel 5 Pengujian hipotesis one tailed test untuk 38 komponen pasut

tingkat probabilitas 95 %				Komponen		38
				standar bako	S (standar deviasi)	σ^2 (variansi aposteriori)
					0.2	0.04
Jumlah data Pengamatan	V (degree of freedom)	S (standar deviasi)	σ^2 (variansi aposteriori)	χ^2 hitung	χ^2 tabel (0.95)	kondisi
300	223	0.14800	0.0219033	122.1110092	173.782	Diterima
200	123	0.16881	0.0284974	87.62936467	95.853	Diterima
100	23	0.16243	0.0263849	15.17134053	13.091	Ditolak
90	13	0.12915	0.0166803	5.421100235	5.892	Diterima
85	8	0.14377	0.0206694	4.133873344	2.733	Ditolak
81	4	0.17273	0.0298361	2.983607394	0.711	Ditolak
80	3	0.18690	0.0349321	2.619904449	0.352	Ditolak
79	2	0.21193	0.0449156	2.245778504	0.103	Ditolak
78	1	0.15348	0.0235556	0.58888956	0.004	Ditolak

Dari hasil uji hipotesis one tailed test, untuk 38 komponen pasut titik pengamatan 2 yang diterima hanya nilai data dari 300 data, 200 data,dan 90 data yaitu 122.111, 87.629 dan 5.421.

IV.2.2 Pengujian One Tailed test untuk 21 komponen pasut

Tabel 6 Pengujian hipotesis one tailed test untuk 21 komponen pasut

tingkat probabilitas 95 %				Komponen		21
				standar bako	S (standar deviasi)	σ^2 (variansi aposteriori)
					0.2	0.04
Jumlah data Pengamatan	V (degree of freedom)	S (standar deviasi)	σ^2 (variansi aposteriori)	χ^2 hitung	χ^2 tabel (0.95)	kondisi
300	257	0.145212069	0.021086545	135.4810521	200.278	Diterima
200	157	0.162789832	0.026500529	104.0145783	122.349	Diterima
100	57	0.177515063	0.031511598	44.90402662	44.420	Ditolak
50	7	0.083959802	0.007049248	1.233618457	2.167	Diterima
49	6	0.089878342	0.008078116	1.211717458	1.635	Diterima
48	5	0.081625258	0.006662683	0.832835336	1.145	Diterima
47	4	0.061978212	0.003841299	0.38412988	0.711	Diterima
46	3	0.068717152	0.004722047	0.354153527	0.352	Ditolak
45	2	0.02215904	0.000491023	0.024551153	0.103	Diterima
44	1	0.007571088	0.00005732	0.001433034	0.004	Diterima

Dari hasil uji *one tailed test*, untuk 21 komponen pasut terlihat bahwa untuk data pengamatan berjumlah 100 dan 46 tidak masuk dalam wilayah penerimaan H_0 . Untuk data 300,200, dan 50 masuk dalam wilayah penerimaan H_0 .

IV.2.3 Pengujian *One Tailed test* untuk 9 komponen pasut

Tabel 7 Pengujian *hipotesis one tailed test* untuk 9 komponen pasut

tingkat probabilitas 95 %				Komponen		9
				standar bako	s	σ^2
					0.2	0.04
Jumlah data Pengamatan	V (degree of freedom)	S (standar deviasi)	σ^2 (variansi aposteriori)	χ^2 hitung	χ^2 tabel (0.95)	kondisi
300	281	0.146139024	0.021357	150.0302151	218.980	Diterima
200	181	0.16637636	0.027681	125.2569473	141.051	Diterima
100	81	0.192258286	0.036963	74.8505779	63.122	Ditolak
50	31	0.143851761	0.020693	16.03733002	24.158	Diterima
25	6	0.158113023	0.025000	3.749959229	1.635	Ditolak
24	5	0.172637134	0.029804	3.725447503	1.145	Ditolak
23	4	0.1845111	0.034044	3.404434589	0.711	Ditolak
22	3	0.152472304	0.023248	1.743585254	0.352	Ditolak
21	2	0.066084916	0.004367	0.218360809	0.103	Ditolak
20	1	0.092764368	0.008605	0.215130699	0.004	Ditolak

Dari hasil uji *one tailed test*, untuk 9 komponen pasut terlihat bahwa untuk data pengamatan berjumlah 20,21,22,23,24,25,dan 100 tidak masuk dalam wilayah penerimaan H_0 . Untuk data 300,200, dan 50 masuk dalam wilayah penerimaan H_0 .

Hal ini ditentukan oleh kualitas data altimetri itu sendiri yang tidak terlalu baik.

IV.3 Perbandingan variansi aposteriori untuk memilih komponen pasut dengan melihat hasil uji *One Tailed Test*

IV.3.1 Untuk titik pengamatan 1 (perairan Cirebon)

Tabel 8 Hasil perbandingan variansi titik 1 terhadap hasil uji *One Tailed Test*

TITIK PENGAMATAN 1- PERAIRAN CIREBON

Percobaan	Jumlah Komponen	PASS 51 (300 data pengamatan)		Hasil Uji <i>One Tailed Test</i>
		Variansi aposteriori	Standar deviasi	
1	38	0.01224704	0.110666342	Diterima
2	21	0.01274413	0.112889919	Diterima
3	9	0.01425514	0.119394903	Diterima
Percobaan	Jumlah Komponen	PASS 51 (200 data pengamatan)		Hasil Uji <i>One Tailed Test</i>
		Variansi aposteriori	Standar deviasi	
1	38	0.0152129	0.123340497	Diterima
2	21	0.0145374	0.120570959	Diterima
3	9	0.0167440	0.129398463	Diterima
Percobaan	Jumlah Komponen	PASS 51 (100 data pengamatan)		Hasil Uji <i>One Tailed Test</i>
		Variansi	Standar deviasi	

		aposteriori		
1	38	0.0207845	0.144168255	Diterima
2	21	0.0189797	0.137766703	Diterima
3	9	0.0174379	0.132052701	Diterima
Percobaan	Jumlah Komponen	PASS 51 (50 data pengamatan)		Hasil Uji <i>One Tailed Test</i>
		Variansi aposteriori	Standar deviasi	
1	21	0.0073975	0.086008614	Diterima
2	9	0.0118360	0.108793463	Diterima

Dari hasil perbandingan menggunakan 300, 200, 100, dan 50 data pengamatan serta menggunakan 38, 21, dan 9 parameter. Nilai variansi aposteriori dan standar deviasi terkecil telah bisa didapatkan dari 50 pengamatan untuk pemilihan 21 komponen pasut yaitu 0.0073975 dan 0.086008614. Dari hasil ini maka untuk titik pengamatan 1, komponen yang dipilih adalah 50 data pengamatan dengan 21 komponen pasut.

IV.3.2 Untuk titik pengamatan 2 (perairan Jateng)

Tabel 9 Hasil perbandingan variansi titik 2 terhadap hasil uji *One Tailed Test*

TITIK PENGAMATAN 2- PERAIRAN JATENG

Percobaan	Jumlah Komponen	PASS 127 (300 data pengamatan)		Hasil Uji <i>One Tailed Test</i>
		Variansi aposteriori	Standar deviasi	
1	38	0.02190332	0.147997703	Diterima
2	21	0.02108655	0.145212069	Diterima
3	9	0.02135661	0.146139024	Diterima
Percobaan	Jumlah Komponen	PASS 127 (200 data pengamatan)		Hasil Uji <i>One Tailed Test</i>
		Variansi aposteriori	Standar deviasi	
1	38	0.0284974	0.168811594	Diterima
2	21	0.0265005	0.162789832	Diterima
3	9	0.0276811	0.16637636	Diterima
Percobaan	Jumlah Komponen	PASS 127 (100 data pengamatan)		Hasil Uji <i>One Tailed Test</i>
		Variansi aposteriori	Standar deviasi	
1	38	0.0263849	0.162434418	Ditolak
2	21	0.0315116	0.177515063	Ditolak
3	9	0.0369632	0.192258286	Ditolak
Percobaan	Jumlah Komponen	PASS 127 (50 data pengamatan)		Hasil Uji <i>One Tailed Test</i>
		Variansi aposteriori	Standar deviasi	
1	21	0.0070492	0.083959802	Diterima
2	9	0.0206933	0.143851761	Diterima

Dari hasil perbandingan, diketahui bahwa untuk 100 data pengamatan tidak diterima dalam wilayah penerimaan uji one tailed test 95 %. Hal ini dikarenakan kualitas dari data altimetri itu sendiri yang kurang begitu baik. Variansi aposteriori dan standar deviasi yang paling kecil nilainya dan lolos uji *One Tailed test* adalah dengan 50 data pengamatan untuk menentukan 21 komponen pasut.

IV.4 Analisa terhadap hasil 100 data pengamatan yang ditolak

Dilakukan hasil uji *Fisher* terhadap 100 data pengamatan pertama, kedua, dan ketiga, dimana 100 data pengamatan ketiga yang digunakan dalam penentuan uji hipotesis *one tailed test*.

Tabel 10 Pengujian terhadap 100 data pengamatan

Untuk 100 data pengamatan 1			
No	batas bawah	nilai uji F	batas atas
1	1/(F0.025,23,57)	0.971893005	F0.025,57,23
	0.496557946		2.051666134
2	1/(F0.025,23,81)	0.691628225	F0.025,81,23
	0.367485856		1.411613206
3	1/(F0.025,57,81)	0.711630006	F0.025,81,57
	0.465148053		1.125087039
Untuk 100 data pengamatan 2			
No	batas bawah	nilai uji F	batas atas
1	1/(F0.025,23,57)	0.799554192	F0.025,57,23
	0.408506888		1.6878589
2	1/(F0.025,23,81)	0.545270752	F0.025,81,23
	0.289721098		1.112897605
3	1/(F0.025,57,81)	0.681968473	F0.025,81,57
	0.445760163		1.078192156
Untuk 100 data pengamatan 3			
No	batas bawah	nilai uji F	batas atas
1	1/(F0.025,23,57)	0.837308865	F0.025,57,23
	0.427796443		1.767559015
2	1/(F0.025,23,81)	0.713815512	F0.025,81,23
	0.379274725		1.456897461
3	1/(F0.025,57,81)	0.85251159	F0.025,81,57
	0.557233538		1.347820824

Dari hasil uji F diketahui bahwa variasi set sampel yang digunakan berasal dari populasi yang sama, diketahui bahwa nilai berada dalam batas penerimaan uji *Fisher*.

Ditolaknya 100 data pengamatan diasumsikan karena adanya kesalahan noise atau orbit, cuaca seperti curah hujan yang menyebabkan data menjadi tidak terlalu bagus. Perlu nya ada *filtering* data yang tepat untuk memilih data dengan kuantitas yang besar.

IV.5 Komponen Pasang Surut

IV.5.1 Komponen di Titik Pengamatan 1

Dari percobaan diatas untuk titik pengamatan 1 disimpulkan bahwa, variansi aposteriori dan standar deviasi terbesar terdapat ketika data pengamatan yang digunakan adalah 100 data dengan 38 komponen. Tetapi nilai hitung tidak lolos uji *One Tailed Test* dengan probabilitas 95 %. Simpangan baku terkecil yaitu didapat 0.086008614, ketika menggunakan jumlah pengamatan 50 data pengamatan dengan 21 komponen . Dapat kita

simpulkan bahwa untuk titik pengamatan 1 sudah cukup menggunakan 50 data untuk mendapatkan komponen pasut berjumlah 21.

Berdasarkan seleksi yang telah dilakukan, maka di dapatlah komponen pasang surut di titik pengamatan 1 yang berada 6.6267 LS 108.8793 BT sekitar Laut Jawa, perairan cirebon, sempit dan dangkal.

Tabel 11 Komponen Pasang Surut di Titik pengamatan 1

Komponen pasut	amplitudo	fase
Sa	0.084	285.50
Ssa	0.312	48.62
Mm	0.033	55.33
Mf	0.061	11.92
Q1	0.100	62.38
O1	0.027	47.34
NO1	0.010	290.60
P1	0.061	68.35
S1	0.011	33.90
K1	0.240	75.84
J1	0.024	314.28
OO1	0.018	59.66
2N2	0.044	306.46
MU2	0.027	37.00
N2	0.228	64.56
NU2	0.341	74.66
M2	0.479	50.66
L2	0.013	77.57
T2	0.219	5.20
S2	0.157	344.90
K2	0.138	302.08

Untuk titik pengamatan 1 (Perairan Cirebon)

Zo	0.11028552		
	Simbol	Perhitungan	Hasil
Higher High Water Level	HHWL	$Z_0 + (M_2 + S_2 + K_2 + K_1 + O_1 + P_1)$	1.2121
Mean High Water Level	MHWL	$Z_0 + (M_2 + K_1 + O_1)$	0.8570
Mean Sea Level	MSL	Z_0	0.1103
Mean Low Water Level	MLWL	$Z_0 - (M_2 + K_1 + O_1)$	-0.6364
Chart Datum Level	CDL	$Z_0 - (M_2 + S_2 + K_1 + O_1)$	-0.7930
Lower Low Water Level	LLWL	$Z_0 - (M_2 + S_2 + K_2 + K_1 + O_1 + P_1)$	-0.9915

Setelah mendapatkan nilai amplitudo pada titik pengamatan 1 (perairan cirebon) untuk menganalisa jenis pasut yang terdapat di daerah tersebut, terlihat dari bilangan rasio F yang merupakan penjumlahan amplitudo K1 dan O1 dibagi dengan penjumlahan amplitudo M2 dan S2. Nilai F pada titik pengamatan 1 adalah 0.4211.

Nilai F terletak diantara 0.25 dan 1.5 dalam klasifikasi tipe pasut yang berarti tipe pasut di titik 1 yang berada di sekitar perairan Cirebon adalah pasang campuran berganda yaitu terdapat dua pasang dalam sehari, tinggi pasang berbeda, interval waktu pasang naik dan transit bulan tidak sama dan nilai tunggang pasutnya adalah 2.2036.

IV.5.2 Komponen di Titik Pengamatan 2

Dari percobaan diatas untuk titik pengamatan 2 disimpulkan bahwa, variansi aposteriori dan standar deviasi terbesar terdapat ketika data pengamatan yang digunakan adalah 100 data dengan 9 komponen. Tetapi nilai hitung tidak lolos uji *One Tailed Test* dengan probabilitas 95 %. Simpangan baku terkecil yaitu didapat 0.083959802, ketika menggunakan jumlah pengamatan 50 data pengamatan dengan 21 komponen. Dapat kita simpulkan bahwa untuk titik pengamatan 1 sudah cukup menggunakan 50 data untuk mendapatkan komponen pasut berjumlah 21.

Berdasarkan seleksi yang telah dilakukan , maka di dapatlah komponen pasang surut di titik pengamatan 2 yang berada 6.4628 LS 111.7776 BT sekitar Laut Jawa, perairan Jateng, sempit dangkal, dan terbuka.

Tabel 12 Komponen Pasang Surut di Titik pengamatan 2

Komponen pasut	amplitudo	fase
Sa	0.143	57.295
Ssa	0.227	89.042
Mm	0.044	11.992
Mf	0.079	72.557
Q1	0.063	75.956
O1	0.269	359.345
NO1	0.110	7.191
P1	0.186	3.395
S1	0.036	71.942
K1	0.195	83.029
J1	0.061	72.202
OO1	0.091	82.562
2N2	0.092	287.412
MU2	0.028	59.222
N2	0.020	283.384
NU2	0.176	15.338
M2	0.123	303.359
L2	0.069	39.075
T2	0.058	337.819
S2	0.136	289.842
K2	0.092	320.46

Untuk titik pengamatan 2 (Perairan Jateng)

Zo

0.204893196

	Simbol	Perhitungan	Hasil
Higher High Water Level	HHWL	$Z_0 + (M_2 + S_2 + K_2 + K_1 + O_1 + P_1)$	1.2053
Mean High Water Level	MHWL	$Z_0 + (M_2 + K_1 + O_1)$	0.7911
Mean Sea Level	MSL	Z_0	0.2049
Mean Low Water Level	MLWL	$Z_0 - (M_2 + K_1 + O_1)$	-0.3814
Chart Datum Level	CDL	$Z_0 - (M_2 + S_2 + K_1 + O_1)$	-0.5176
Lower Low Water Level	LLWL	$Z_0 - (M_2 + S_2 + K_2 + K_1 + O_1 + P_1)$	-0.7955

Setelah mendapatkan nilai amplitudo pada titik pengamatan 2 (perairan Jateng-Jatim) untuk menganalisa jenis pasut yang terdapat di daerah tersebut, terlihat dari bilangan rasio F yang merupakan penjumlahan amplitudo K1 dan O1 dibagi dengan penjumlahan amplitudo M2 dan S2. Nilai F pada titik pengamatan 1 adalah 1.7915

Nilai F terletak antara 1,5 dan 3, dalam klasifikasi tipe pasut sehingga bisa disimpulkan bahwa untuk titik pengamatan 2 yang berada di sekitar perairan Jawa tengah-Jawa Timur adalah tipe pasang surut harian campuran condong ke harian tunggal, dan terjadi pasang kadang satu atau dua dalam sehari, tinggi pasang naik jika ada dua sangat berbeda, interval waktu pasang naik dan transit bulan sangat berbeda serta nilai tunggang pasutnya adalah 2.0008.

IV.6 Analisa Pasang Surut Pada Pulau Jawa

Pasang surut (pasut) merupakan gerakan permukaan air laut yang teratur secara periodik. Walaupun secara umum pergerakan pasang dan surut ini dapat dipengaruhi oleh posisi bulan dan matahari, namun karakter perairan pantai seperti wilayah kepulauan dan kedalaman juga memberikan sumbangan terhadap sifat pasut secara lokal. Kompleksitas faktor fisik ini menyebabkan perubahan sifat pasut yang bervariasi dari wilayah satu ke wilayah lainnya. Paling tidak pengaruh posisi bulan dapat dicirikan dengan adanya pasang purnama dan pasang perbani, sedangkan karakteristik pantai akan mempengaruhi tipe pasut seperti sifat diurnal, semidiurnal, dan campuran (baik yang mengarah ke diurnal atau ke diurnal atau ke bentuk semidiurnal).

Perbedaan hasil tunggang pasut di perairan Semarang yang penulis peroleh dari data altimetri dengan hasil tunggang pasut dari peneliti lain yaitu Aditya Dedy Kurniawan. Dianggap masih memiliki karakteristik yang sama.

Tabel 13 Perbandingan dengan penelitian lain di perairan Jawa Tengah

Simbol	<i>Dari data altimetri Jason 2 (2010-2012)-CNES Mean Sea Surface</i>	<i>Dari dataPelindo tide gauge pasut (2010-2011)-above chart daum</i>
HHWL (Higer High water level)	1.21	1.7
MSL (Mean Sea level)	0.2	1.2
LLWL (Lower Low Water Level)	-0.8	0.7
Tunggang pasut	2.01	1
F (bilangan Formzall)	1.791	1.388
Tipe Pasut	condong ke harian tunggal	condong ke harian ganda

Karena menggunakan *reference* yang berbeda dapat diketahui bahwa nilai MSL yang diperoleh dari altimetri dan data penelitian sebelumnya berbeda. Data Altimetri menggunakan *reference CNES Mean Sea Surface*. Tunggang pasang surut di perairan Indonesia bervariasi antara 1 sampai dengan 6 meter. Di Laut Jawa umumnya tunggang pasang surut antara 1 – 1,5 m kecuali di Selat Madura yang mencapai 3 meter. Tunggang pasut di titik pengamatan 2 mencapai nilai 2,01 di perkirakan disebabkan oleh noise yang mempengaruhi kualitas dari data altimetri itu sendiri dibandingkan dengan nilai tunggang pasut Pelindo yaitu 1 m. Dapat disimpulkan bahwa ketelitian tunggang pasut altimetri ini sendiri mencapai ± 1 m. Tipe pasang surut dari data altimetri diperoleh yaitu pasang campuran tunggal yaitu dalam satu hari terjadi 1 kali air pasang dan 1 kali air surut dengan ketinggian yang berbeda. Kadang-kadang terjadi 2 kali air pasang dalam 1 hari dengan perbedaan yang besar pada tinggi dan waktu. Sedangkan tipe pasut dari data Pelindo adalah tipe pasut campuran condong ke harian ganda yaitu dalam sehari terjadi 2 kali air pasang dan 2 kali air surut dengan ketinggian dan periode yang berbeda.

V. Kesimpulan dan Saran

V.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Penggunaan data altimetri bisa digunakan untuk menentukan komponen-komponen pasut dengan analisis harmonik teknik kuadrat terkecil.
2. Penggunaan uji hipotesis *one tailed test* hanya untuk melihat data diterima atau ditolak berdasarkan tingkat probabilitas yang telah ditentukan yaitu 95% dan parameter yang telah ditentukan.
3. Dengan melihat nilai variansi aposteriori dan standar deviasi, kita bisa memilih berapa jumlah parameter dan data pengamatan yang dirasa cukup untuk melakukan analisis harmonik pasut. Dalam penelitian menggunakan uji hipotesis *one-tailed test*, dengan menggunakan jumlah pengamatan 50 data untuk mendapatkan 9 komponen pasut optimal mendapatkan standar deviasi yang paling kecil.

V.2 Saran

1. Perlu adanya studi lanjut mengenai penerapan koreksi-koreksi altimetri sehingga data yang dihasilkan terbebas dari kesalahan orbit dan *noise*, sehingga menghasilkan nilai estimasi amplitudo dan fase yang baik.
2. Penggunaan metode pemilihan komponen pasut yang lebih baik sehingga dapat mencerminkan keadaan pasang surut yang mewakili daerah perairan.
3. Analisis harmonik dengan menggunakan data altimetri memberikan hasil yang bagus pada penentuan amplitudo konstanta pasut, tapi buruk pada penentuan fasenya sehingga perlu metode analisis harmonik lain dalam mengestimasi nilai fase.

VI. Daftar Pustaka

Abidin, H. Z., *Geodesi Satelit*, Pradnya Paramita, 2001.

.Altimetry <http://www.aviso.oceanobs.com>.

AVISO dan PODAAC. 2003. *User Handbook IGDR and GDR Products edition 2.0*. NASA dan CNES.

Benveniste, J. dkk. 2009. *Radar Altimetry Tutorial*.

Daeli, Wira Rahmad. *Penentuan Konstanta Pasut Laut Sibolga dari data TOPEX/ POSEIDON (1992 - 2002)*

Dengan Menggunakan Metode Analisis Harmonik Tugas Akhir, ITB, 2002.

Kahar, J. 2007. *Teknik Kuadrat Terkecil*. Penerbit ITB, Institut Teknologi Bandung.

Khusuma, Fanani Hendy. *Analisis Harmonik dengan Menggunakan Teknik Kuadrat Terkecil untuk Penentuan Komponen-komponen Pasut di Perairan Dangkal dari Data TOPEX/POSEIDON*. Tugas Akhir, ITB, 2008.

Le Provost, C., in: *Satellite Altimetry and Earth Sciences*, Ed.: L.-L. Fu and A. Cazenave, pp. 267–303, Academic Press, 2001.

Nurmaulia, Sella Lestari. *Studi Awal Penentuan Model pasut Dari satelit Altimetri TOPEX dan Jason (studi kasus Kperairan Indonesia)*. Tesis, ITB, 2008.

Poerbandono dan Eka Djunarsjah. 2005. *Survei Hidrografi*. Bandung: Refika Aditama.

Radar Altimeter Data Acquisition from RADS. <http://rads.tudelft.nl>

Ray, Richard D and Gary D Egbert. *"Tide Corrections For Coastal Altimetry Status and Prospects"*. J. Geophys. NASA Goddard Space Flight Center

Ray, Richard D, Gary D Egbert, and Svetlana Y. Erofeeva. A brief overview of Tides In The Indonesia Seas. Oceanography Vol. 18, No. 4, Dec. 2006

Rhamo, Arkadia. *Pemodelan Topografi Muka Air laut perairan Indonesia dari data satelit altimetri Jason 1 menggunakan Software BRAT 2.0.0*. Tugas Akhir. ITS. 2009

Sujana, *Korelasi antara Bilangan Rayleigh dan Interval Pengamatan dalam Penentuan Komponen Pasut*, Tugas Akhir, ITB, 2002.

Vignudelli, Steffano. "Coastal Altimetry - A Review." *APN International Workshop*. Bogor: Asia Pasific Network for Global Change Research (APN), 17 11 2011.

Yanagi, et al., *"Co-tidal and Co-range Charts for The East China Sea and The Yellow Sea Derived from Satellite Altimetric Data"*. Journal of Oceanography, Vol. 53, pp303 to 309, 1997.