

ANALISIS KUALITAS PENGAMATAN DATA PASUT
BERDASARKAN PERBANDINGAN KOMPONEN PASUT DAN SIMPANGAN BAKU

Yudo Prasetyo *)

Abstract

Tide harmonic constant is 2 kind of constant parameters (amplitude and phase) with periodic phase from the truly tide in equilibrium tide. The quality of tide data processing can be look in the standard deviation value of tide harmonic constant. The standard deviation value decreasing is indicate that tide data processing have a good data quality processing, contrary the standard deviation value increasing is indicate that tide data processing have a bad data quality processing. Depend on range of data observation time (1 month, 3 month, 6 month and 1 year), it will compute in 7 tide harmonic constant to compare tide data processing quality. It will compare using amplitude and phase standard deviation which is show the tide data processing quality. This analysis have function to prove that the range of data observation time have a significant influence in a tide data processing.

Keyword: Amplitude, Harmonic, Quality, Phase, Tide

Pendahuluan

Konstanta harmonik pasut adalah dua parameter yang dianggap konstan yakni amplitudo beberapa komponen pasut serta keterlambatan phase dari pasang sebenarnya didalam pasut seimbang (*equilibrium tide*).

Pasut dihasilkan oleh gaya tarik bulan, matahari dan benda langit lainnya yang disebut faktor astronomis. Sepanjang penjarannya gelombang pasang surut dipengaruhi oleh topografi dasar laut, morfologi pantai dan kondisi meteorologi. Komponen pasang surut yang dihasilkan oleh faktor-faktor astronomis merupakan gelombang harmonik (periodik) sedang pengaruh meteorologis tidaklah periodik bahkan seringkali merupakan efek sesaat.

Pemilihan komponen pasut untuk analisis harmonik pasut perlu mempertimbangkan 3 faktor utama, yaitu: signifikansi komponen, ketersediaan data dan hasil pengukuran.

Metodologi Penelitian

Untuk pengolahan data pengamatan pasut digunakan data pasut di stasiun pengamatan pasut Padang pada tahun 2000. Konsep pengolahan data pasut menggunakan konsep analisis harmonik pasut dengan bantuan pemrograman Matlab dan Fortran dengan menggunakan 7 komponen pasut. Sedangkan proses kualifikasi data pengamatan pasut menggunakan uji statistika berupa uji Chi Square menggunakan program SPSS.

Uji Kualifikasi Data Pasut

Uji normalitas yang dilakukan pada data pengamatan pasut diperlukan untuk mendapatkan data pengamatan yang hanya mengandung kesalahan acak dan terbebas dari kesalahan sistematik dan kesalahan besar (*blunder*).

Hal ini terkait dengan metode pengolahan pasut menggunakan teknik hitung perataan kuadrat terkecil dimana didalam teknik ini hanya diperbolehkan data yang hanya mengandung kesalahan acak saja. Uji normalitas untuk data pengamatan pasut stasiun Padang tahun 2000 menggunakan uji Chi-Kuadrat (χ^2) pada program analisis statistika SPSS. Definisi Chi-Kuadrat adalah suatu ukuran mengenai perbedaan yang terdapat antara frekuensi yang diobservasi dan yang diharapkan yang dirumuskan (Spiegel, 1996), sebagai berikut:

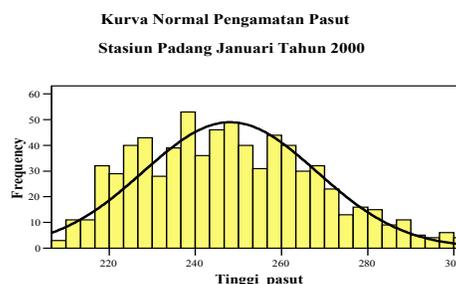
$$\chi^2 = \frac{(o_1 - e_1)^2}{e_1} + \frac{(o_2 - e_2)^2}{e_2} + \dots + \frac{(o_k - e_k)^2}{e_k} = \sum_{j=1}^k \frac{(o_j - e_j)^2}{e_j}$$

dimana:

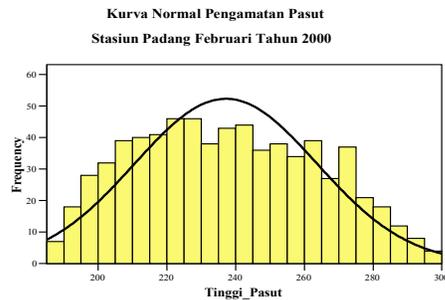
o_1 = Frekuensi yang diamati.

e_1 = Frekuensi yang diharapkan.

Hasil uji normalitas didasarkan kepada kriteria nilai Chi-Square (Hitung) > Chi-Square (Tabel) dan Asymp Sig < 0.05 (untuk tingkat kepercayaan 95%) dalam pemenuhan data pengamatan pasut yang terdistribusi normal. Untuk visualisasi sebaran data pasut dapat dilihat pada grafik kurva normal data pengamatan pasut stasiun Padang bulan Januari dan Februari tahun 2000 pada gambar III.1, sebagai berikut:



*) Staf Pengajar Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro



Gambar III.1. Grafik Populasi dan Kurva Normal Data Pengamatan Pasut Stasiun Padang Bulan Januari dan Februari Tahun 2000

Adapun hasil hitungan uji normalitas data pengamatan pasut dapat dilihat pada tabel III.1.

Berdasarkan tabel tersebut dapat diperoleh kesimpulan bahwa data pengamatan pasut stasiun Padang tahun 2000 terdistribusi normal yang berarti data bersifat acak. Sehingga data pasut stasiun Padang memenuhi syarat pengolahan analisis harmonik pasut.

Tabel III.1. Uji Normalitas Chi-Square

No	Data Pengamatan Pasut	N	dF	Chi-Square (Hitung)	Chi-Square (Tabel)	Asymp Sig	Keterangan
1	Januari	744	91	275,6864065	113,1	1,79996E-20	Terdistribusi Normal
2	Februari	696	111	208,045977	129,6	6,88484E-08	Terdistribusi Normal
3	Maret	744	116	159,2903226	129,6	0,004763771	Terdistribusi Normal
4	April	720	121	182,4611111	129,6	0,000259557	Terdistribusi Normal
5	Mei	744	118	318,0430108	129,6	2,791E-20	Terdistribusi Normal
6	Juni	720	99	330,8333333	118,1	9,39399E-27	Terdistribusi Normal
7	Juli	744	98	302,9516129	118,1	8,73123E-23	Terdistribusi Normal
8	Agustus	744	114	240,9193548	129,6	4,22994E-11	Terdistribusi Normal
9	September	720	119	146,3333333	129,6	0,04510755	Terdistribusi Normal
10	Oktober	744	124	185,0994624	129,6	0,000312283	Terdistribusi Normal
11	November	720	112	242,3833333	129,6	1,29411E-11	Terdistribusi Normal
12	Desember	744	95	291,3548387	118,1	8,32463E-22	Terdistribusi Normal

Perhitungan Variasi Fasa dan Amplitudo Komponen Pasut dan Simpangan Bakunya

Menggunakan metode harmonik pasut untuk pengolahan panjang data pengamatan pasut 1 bulan, 3 bulan, 6 bulan dan 1 tahun dapat diperoleh komponen-komponen pasut beserta simpangan bakunya.

Sehingga perlu dilakukan pengambilan sampel komponen pasut yang digunakan untuk analisis sebanyak 7 komponen pasut (M2, N2, K1, O1, S2, M4 dan MS4). Hasil hitungan variasi amplitudo dan fasa komponen-komponen pasut beserta simpangan bakunya dapat dilihat, sebagai berikut:

A. Hasil perhitungan amplitudo 7 komponen pasut.

Komponen M2				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi Amplitudo Maksimum (cm)	36.51	29.06	27.04	26.7
Variasi Amplitudo Minimum (cm)	17.82	26.43	26.77	26.7
Range (cm)	18.69	2.63	0.27	0
Komponen N2				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi Amplitudo Maksimum (cm)	8.82	6.74	4.59	4.18
Variasi Amplitudo Minimum (cm)	0.9	1.74	3.96	4.18
Range (cm)	7.92	5	0.63	0
Komponen K1				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi Amplitudo Maksimum (cm)	13.9	12.11	11.52	10.44
Variasi Amplitudo Minimum (cm)	6.52	6.94	9.27	10.44
Range (cm)	7.38	5.17	2.25	0
Komponen O1				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi Amplitudo Maksimum (cm)	9.02	6.39	6.31	5.08
Variasi Amplitudo Minimum (cm)	5.4	1.7	3.87	5.08
Range (cm)	3.62	4.69	2.44	0
Komponen S2				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi Amplitudo Maksimum (cm)	17.15	13.63	13.03	12.65
Variasi Amplitudo Minimum (cm)	9.11	12.32	12.63	12.65
Range (cm)	8.04	1.31	0.4	0
Komponen M4				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi Amplitudo Maksimum (cm)	1.45	1.37	1.35	1.35
Variasi Amplitudo Minimum (cm)	1.27	1.32	1.33	1.35
Range (cm)	0.18	0.05	0.02	0
Komponen MS4				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi Amplitudo Maksimum (cm)	1.07	0.97	0.86	0.85
Variasi Amplitudo Minimum (cm)	0.57	0.75	0.85	0.85
Range (cm)	0.5	0.22	0.01	0

B. Hasil perhitungan simpangan baku amplitudo 7 komponen pasut.

Komponen M2				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi SB Amplitudo Maksimum (cm)	36.51	2.214	2.211	26.7
Variasi SB Amplitudo Minimum (cm)	17.82	1.715	0.929	26.7
Range (cm)	18.69	0.499	1.282	0
Komponen N2				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi SB Amplitudo Maksimum (cm)	4.287	2.032	2.55	0.072
Variasi SB Amplitudo Minimum (cm)	2.161	1.626	0.878	0.072
Range (cm)	2.126	0.406	1.672	0
Komponen K1				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi SB Amplitudo Maksimum (cm)	2.467	2.802	2.651	1.131
Variasi SB Amplitudo Minimum (cm)	0.22	0.694	0.909	1.131
Range (cm)	2.247	2.108	1.742	0
Komponen O1				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi SB Amplitudo Maksimum (cm)	2.086	2.789	2.845	1.081
Variasi SB Amplitudo Minimum (cm)	0.248	0.673	0.902	1.081
Range (cm)	1.838	2.116	1.943	0
Komponen S2				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi SB Amplitudo Maksimum (cm)	4.831	2.34	2.298	0.069
Variasi SB Amplitudo Minimum (cm)	2.143	1.741	0.764	0.069
Range (cm)	2.688	0.599	1.534	0
Komponen M4				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi SB Amplitudo Maksimum (cm)	0.425	0.135	0.13	0.031
Variasi SB Amplitudo Minimum (cm)	0.307	0.097	0.086	0.031
Range (cm)	0.118	0.038	0.044	0
Komponen MS4				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi SB Amplitudo Maksimum (cm)	2.688	1.741	1.534	0.069
Variasi SB Amplitudo Minimum (cm)	0.118	0.038	0.044	0
Range (cm)	2.57	1.703	1.49	0.069

C. Hasil perhitungan amplitudo 7 komponen pasut.

Komponen M2				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi Phase Maksimum (cm)	177.93	172.05	157.98	157.7
Variasi Phase Minimum (cm)	135.47	142.72	157.81	157.7
Range (cm)	42.46	29.33	0.17	0
Komponen N2				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi Phase Maksimum (cm)	155.39	122.37	105.85	100.74
Variasi Phase Minimum (cm)	41.3	71.22	105.63	100.74
Range (cm)	114.09	51.15	0.22	0
Komponen K1				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi Phase Maksimum (cm)	290.42	283.96	272.79	270.13
Variasi Phase Minimum (cm)	120.91	260.38	267.77	270.13
Range (cm)	169.51	23.58	5.02	0
Komponen O1				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi Phase Maksimum (cm)	282.52	295.05	271.83	270.55
Variasi Phase Minimum (cm)	84.94	265.88	270.87	270.55
Range (cm)	197.58	29.17	0.96	0
Komponen S2				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi Phase Maksimum (cm)	231.12	224.95	212.6	211.35
Variasi Phase Minimum (cm)	194.15	200.08	210.74	211.35
Range (cm)	36.97	24.87	1.86	0
Komponen M4				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi Phase Maksimum (cm)	31.11	31.22	30.36	30.1
Variasi Phase Minimum (cm)	27.11	29.77	30.12	30.1
Range (cm)	4	1.45	0.24	0
Komponen MS4				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi Phase Maksimum (cm)	254.75	245.86	239.44	2.18
Variasi Phase Minimum (cm)	224.25	227.83	235.72	2.18
Range (cm)	30.5	18.03	3.72	0

D. Hasil perhitungan simpangan baku fase 7 komponen pasut.

Komponen M2				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi SB Phase Maksimum (cm)	14.93	4.48	5.54	0.16
Variasi SB Phase Minimum (cm)	4.03	3.59	1.88	0.16
Range (cm)	10.9	0.89	3.66	0
Komponen N2				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi SB Phase Maksimum (cm)	182.03	61.32	29.44	1.14
Variasi SB Phase Minimum (cm)	13.98	16.44	12.28	1.14
Range (cm)	168.05	44.88	17.16	0
Komponen K1				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi SB Phase Maksimum (cm)	27.03	25.42	16.92	6.02
Variasi SB Phase Minimum (cm)	0.99	3.01	5.02	6.02
Range (cm)	26.04	22.41	11.9	0
Komponen O1				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi SB Phase Maksimum (cm)	17.46	101.59	42.03	10.54
Variasi SB Phase Minimum (cm)	2.21	5.98	8.6	10.54
Range (cm)	15.25	95.61	33.43	0
Komponen S2				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi SB Phase Maksimum (cm)	29.97	9.44	10.08	0.36
Variasi SB Phase Minimum (cm)	7.28	7.5	3.94	0.36
Range (cm)	22.69	1.94	6.14	0
Komponen M4				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi SB Phase Maksimum (cm)	29.97	6.2	5.36	1.48
Variasi SB Phase Minimum (cm)	2.21	3.89	3.34	1.48
Range (cm)	27.76	2.31	2.02	0
Komponen MS4				
	Data 1 Bulan	Data 3 Bulan	Data 6 Bulan	Data 1 Tahun
Variasi SB Phase Maksimum (cm)	47.78	10.02	7.51	2.18
Variasi SB Phase Minimum (cm)	20.03	1	5.47	2.18
Range (cm)	27.75	9.02	2.04	0

Analisis Kualitas Pengamatan Pasut Berdasarkan Perhitungan Amplitudo dan Phasa Komponen Pasut beserta Simpangan Baku.

Berdasarkan perhitungan dan visualisasi variasi amplitudo dan phasa komponen pasut M2 beserta simpangan bakunya dapat ditarik kesimpulan, sebagai berikut:

- Semakin panjang data pengamatan pasut yang digunakan sebagai data masukan pengolahan pasut maka variasi komponen pasut untuk amplitudo dan phasa akan semakin kecil.

Sebagai contoh dapat dilihat pada variasi amplitudo komponen M2 dimana nilai variasi maksimum sebesar 36.51 cm dicapai data 1 bulan sedangkan nilai variasi minimum sebesar 17.82 cm sehingga range variasinya menjadi tertinggi sebesar 18.69 cm. Berbeda dengan data 1 tahun akan diperoleh range variasi amplitudo terkecil sebesar 0 cm. Pola ini terjadi untuk 6 komponen pasut lainnya (N2, K1, O1, S2, M4 dan MS4).

Begitu pula dengan variasi phasanya, untuk variasi phasa komponen M2 dimana nilai variasi maksimum sebesar 177.93 cm dan nilai variasi minimum sebesar 135.47 cm dicapai oleh data 1 bulan. Untuk data 1 tahun akan diperoleh range variasi phasa terkecil sebesar 0 cm.

Nilai variasi yang makin mengecil untuk amplitudo dan phasa seiring bertambah panjangnya data pengamatan pasut menunjukkan bahwa akumulasi pertambahan waktu pengamatan pasut yang dapat memberikan pengaruh semakin kecilnya nilai variasi amplitudo dan phasa data pengamatan pasut.

- Semakin panjang data pengamatan pasut yang digunakan sebagai data masukan pengolahan pasut maka variasi simpangan baku amplitudo dan phasa akan semakin mengecil.

Sebagai contoh dapat dilihat pada variasi simpangan baku amplitudo dan phasa dalam tabel variasi simpangan baku amplitudo dan simpangan baku phasa 7 komponen pasut. Untuk variasi simpangan baku amplitudo dan simpangan baku phasa terdapat penurunan nilai simpangan baku untuk semua komponen pasut pada variasi panjang data pengamatan antara data 1 bulan hingga 1 tahun.

Namun terdapat beberapa keunikan perubahan variasi simpangan baku amplitudo dan simpangan baku phasa untuk beberapa variasi data pengamatan. Untuk komponen M2, N2, S2 dan M4 terdapat kenaikan nilai simpangan baku amplitudo untuk perbandingan antara panjang data pengamatan 3 bulan dan 6 bulan.

Kenaikan variasi simpangan baku amplitudo juga terdapat pada perbandingan panjang data pengamatan 1 bulan dan 3 bulan untuk komponen O1. Terdapat pula kenaikan nilai simpangan baku fasa untuk perbandingan antara data pengamatan 3 bulan dan 6 bulan pada komponen M2 dan S2. Kenaikan variasi simpangan baku fasa juga terdapat pada perbandingan panjang data pengamatan 1 bulan dan 3 bulan untuk komponen O1. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat fenomena yang membutuhkan kajian lebih lanjut atas perubahan nilai variasi simpangan baku fasa untuk pengamatan 1 bulan dan 3 bulan untuk komponen O1 terutama terkait dengan sifat periodik dari komponen tersebut.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis sebelumnya maka dapat ditarik 2 kesimpulan umum, sebagai berikut:

1. Semakin panjang data pengamatan pasut yang digunakan sebagai data masukan pengolahan pasut maka variasi komponen pasut untuk amplitudo dan fasa akan semakin kecil.
2. Semakin panjang data pengamatan pasut yang digunakan sebagai data masukan pengolahan pasut maka variasi simpangan baku amplitudo dan fasa akan semakin mengecil.

Berdasarkan 2 kesimpulan umum di atas diperoleh analogi bahwa panjang pengamatan data memberikan dampak signifikan terhadap kualitas pengolahan pasut. Semakin panjang waktu pengamatan pasut akan memberikan kestabilan terhadap variasi perubahan nilai komponen pasut termasuk variasi simpangan bakunya.

Hal ini memberikan indikasi bahwa semakin panjang waktu pengamatan pasut akan meningkatkan kualitas pengolahan data pasut secara langsung.

Daftar Pustaka

1. Ali et al, 1989, *Pasang Surut Laut*, Diklat Kursus Oseanografi, ITB-STTAL: Jakarta
2. Emery, J and R. Thomson, 1997, *Data Analysis Methods In Physical Oceanography*, Pergamon: New York.
3. Michael, E.M., 1976, *Tides, Surges and Mean Sea Level*, John Wiley & Sons: Chichester
4. Poerbandono and E. Djunarsjah, 2005, *Survei Hidrografi*, Teknik Geodesi ITB: Bandung
5. Prasetyo, Y, 2005, *Analisis Signifikansi Model-Model Chart Datum untuk Penentuan Batas Laut Wilayah*, Tesis, ITB: Bandung
6. Spiegel, M., 1996, *Statistika*, Penerbit Erlangga: Jakarta
7. Vanicek and Krakiwsky, 1982, *Geodesy: The Concept*, North Holland Publish Company: Amsterdam