

Studi Prosedur Dealiasing untuk Deteksi Konstanta Pasut Dominan

NI MADE RAI RATIH CAHYA PERBANI

Jurusan Teknik Geodesi – FTSP Institut Teknologi Nasional, Bandung
Email : ratih_c@itenas.ac.id

ABSTRAK

Aliasing merupakan pengaruh yang menyebabkan sinyal-sinyal yang berbeda menjadi tidak dapat dibedakan satu sama lain saat rekonstruksi sampel. Aliasing merupakan akibat dari penggunaan data diskret dan bukan yang kontinu. Data pasut merupakan data diskret dengan interval pengamatan umumnya satu jam. Dengan demikian data pasut merupakan data yang tidak dapat dipisahkan dari masalah aliasing. Metode untuk mencegah terjadinya aliasing dinamakan dealiasing. Penelitian ini ditujukan untuk menerapkan suatu metode dealiasing konstanta-konstanta utama pasut baik secara parsial maupun simultan pada data pasut untuk mendeteksi konstanta pasut dominan. Untuk dealiasing secara simultan digunakan data pasut dengan panjang pengamatan satu bulan (data pasut Januari 2010 di Bena, Bali), sedangkan untuk dealiasing secara parsial digunakan 30 rekaman data pasut dengan panjang pengamatan 26 jam yang dicuplik dari data satu bulan. Dari penelitian dapat diketahui bahwa dealiasing secara simultan memberikan hasil yang lebih baik. Dealiasing secara parsial hanya dapat memberikan informasi mengenai spesies konstanta pasut yang dominan, bukan individu konstantanya.

Kata kunci: aliasing, dealiasing, data diskret, konstanta pasut

ABSTRACT

Aliasing refers to an effect that causes different signals to become indistinguishable when sampled. Aliasing is a result of using discrete formulas instead of the continuous one. The tide data are discrete, usually with one hour interval. So, tide data will always be interfered by aliasing. The methods used to prevent aliasing is called dealiasing. This research is intended to implement a dealiasing methods for main tidal constituents either partially or simultaneously to detect the dominant tidal constituent. Simultan dealiasing consider one month tide data (January 2010 tide data in Bena, Bali), while partial dealiasing consider 30 records with 26 hours length of each sampled from one month data. It is found that simultan dealiasing give the better results. Partial dealiasing is only able to give the information about the species of main tidal constituent, but not individually.

Keywords: aliasing, dealiasing, discrete data, tidal constituent.

1. PENDAHULUAN

Aliasing merupakan pengaruh yang menyebabkan sinyal-sinyal yang berbeda menjadi tidak dapat dibedakan satu sama lain (atau menjadi alias sinyal yang lain) saat rekonstruksi sampel. *Aliasing* juga menggambarkan distorsi atau artifak yang dihasilkan saat sinyal direkonstruksi dari sampel di mana gambaran yang diberikan berbeda dari sinyal kontinu [1]. Pernyataan lainnya adalah bahwa *aliasing* merupakan akibat dari penggunaan data diskret dan bukan yang kontinu [2]. Data pasut merupakan data diskret dengan interval pengamatan umumnya satu jam. Dengan demikian data pasut merupakan data yang tidak dapat dipisahkan dari masalah *aliasing*.

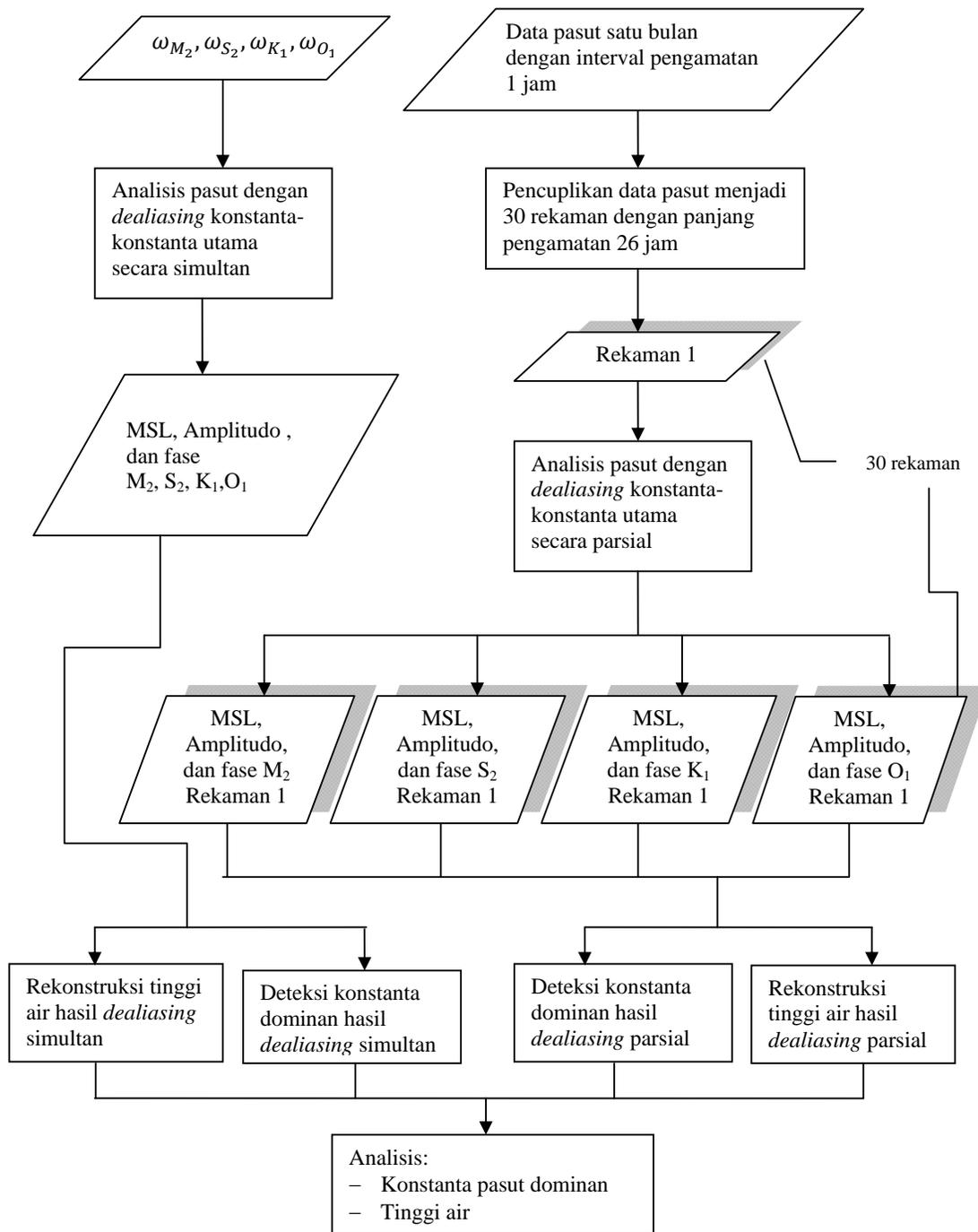
Metode untuk mencegah terjadinya *aliasing* dinamakan *dealiasing*. *Dealiasing* merupakan suatu metode yang mempertahankan frekuensi dan mengubah *sampling* dengan mengikutsertakan data yang dihipotesis dapat mewakili atau melengkapi kondisi asli [3]. Ada beberapa metode *dealiasing*, yaitu: penambahan bilangan nol (aturan $3/2$), pembatasan (aturan $2/3$), dan penggeseran fase [4]. Dalam rangka menghilangkan kesalahan *aliasing* untuk menghitung solusi persamaan dinamika fluida yang mendekati *singular* [5] menggunakan metode spektral semu, yaitu dengan membandingkan *dealiasing* $2/3$ tradisional dengan *smoothing* Fourier orde tinggi.

Dominasi suatu konstanta pasut dapat diwakili dari nilai amplitudonya. Analisis pasut untuk menentukan amplitudo dan fase konstanta-konstanta utama umumnya memiliki panjang pengamatan setengah atau satu bulan. Konstanta-konstanta tersebut dianalisis secara simultan. Tapi, jika data pasut yang tersedia memiliki panjang pengamatan kurang dari yang biasa dilakukan untuk analisis maka akan muncul masalah apakah konstanta-konstanta utama masih dapat dianalisis tanpa terjadi *aliasing* di antara konstanta-konstanta tersebut. Karenanya penelitian di sini ditujukan untuk menerapkan suatu metode *dealiasing* konstanta-konstanta utama pasut baik secara parsial maupun simultan pada data pasut untuk mendeteksi konstanta pasut dominan.

Dari beberapa metode *dealiasing* yang ada yang diterapkan pada analisis pasut di sini adalah pembatasan di domain frekuensi. Modifikasi data pasut hanya dilakukan dengan pencuplikan data, bukan pada menambah panjang data atau memperkecil interval pengamatan. *Dealiasing* parsial dilakukan pada data hasil pencuplikan data pasut satu bulan, sedangkan *dealiasing* simultan dilakukan pada data pasut satu bulan. Hasil dari penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan suatu gambaran lebih baik mengenai perilaku pasut.

2. METODOLOGI

Metodologi yang dilakukan dalam rangka menerapkan prosedur *dealiasing* pada data pasut untuk mendeteksi konstanta pasut dominan dijelaskan pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Metodologi penelitian

Keterangan:

- Data pasut yang digunakan adalah data Bulan Januari 2010 di Benoa, Bali yang bersumber dari Sea Level Center, University of Hawaii.
- ω_{M_2} menyatakan frekuensi konstanta pasut M_2 . Demikian pula untuk S_2 , K_1 , dan O_1 .
- Analisis pasut yang digunakan adalah analisis harmonik kuadrat terkecil.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Dealiasing pada Data Pasut

Data pasut merupakan data diskret, yaitu data deret waktu yang umumnya diamati dengan interval waktu satu jam. Tinggi air pada pengamatan pasut merupakan resultan dari berbagai gelombang (yang juga dinamakan konstanta pasut) yang dibangkitkan akibat adanya gravitasi antara bumi dengan benda-benda langit lainnya, terutama oleh bulan dan matahari. *Studi pergerakan benda-benda langit diketahui bahwa masing-masing siklus konstanta pasut membentuk pola harmonik sederhana dengan periode yang tetap. Parameter yang berubah dari satu tempat ke tempat lainnya adalah amplitudo dan fasenya* [6]. Jika periode suatu konstanta pasut tetap maka frekuensinya juga tetap. Sebagai data diskret maka data pasut akan membatasi konstanta pasut yang dapat dianalisis. Itulah sebabnya analisis pasut tak lepas dari masalah *aliasing*. Untuk menghindari *aliasing* maka perlu dilakukan prosedur *dealiasing*.

Menurut [2] batasan frekuensi untuk mencegah terjadinya *aliasing* adalah:

$$- \text{Frekuensi terendah: } \omega_0 = \frac{2\pi}{T} \quad (1)$$

$$- \text{Frekuensi tertinggi (frekuensi Nyquist): } \omega_N = \frac{\pi}{\Delta t} \quad (2)$$

$$- \text{Resolusi untuk memisahkan dua gelombang: } \Delta\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (3)$$

di mana T adalah panjang pengamatan dan Δt adalah selang waktu pengamatan. Dari batasan frekuensi tersebut dapat diketahui bahwa untuk mengurangi terjadinya *aliasing* maka proses yang dilakukan adalah memperpanjang pengamatan dan memperkecil selang waktu pengamatan. Bila diterapkan pada data pasut yang umumnya memiliki selang waktu pengamatan 1 jam maka frekuensi Nyquist menjadi sebesar 3,14 rad/jam. Frekuensi tinggi pada konstanta pasut perairan dangkal seperti MS_4 dengan periode 2,2 jam (2,855993 rad/jam) masih lebih kecil dibandingkan dengan frekuensi Nyquist. Jadi, pengamatan pasut dengan selang waktu satu jam sudah efektif untuk analisis pasut.

Konstanta-konstanta frekuensi rendah pada pasut memiliki periode panjang, ada yang dalam fraksi tahunan. Pengamatan pasut sebaiknya dilakukan paling tidak selama satu tahun dengan selang pengamatan satu jam supaya semua konstanta utamanya dapat dianalisis [7]. Namun, menyelenggarakan pengadaan data pasut secara menerus untuk jangka waktu yang panjang bukanlah masalah yang mudah diatasi. Jadi, bila data yang tersedia tidak cukup panjang artinya harus dilakukan prosedur *dealiasing* untuk menghindari kekeliruan interpretasi akibat *aliasing*. Artinya masalah *aliasing* pada analisis pasut lebih disebabkan oleh panjang pengamatannya daripada selang waktu pengamatannya. Panjang pengamatanlah yang memegang peranan penting dalam menentukan frekuensi terendah dan resolusi untuk memisahkan konstanta-konstanta pasut satu sama lain.

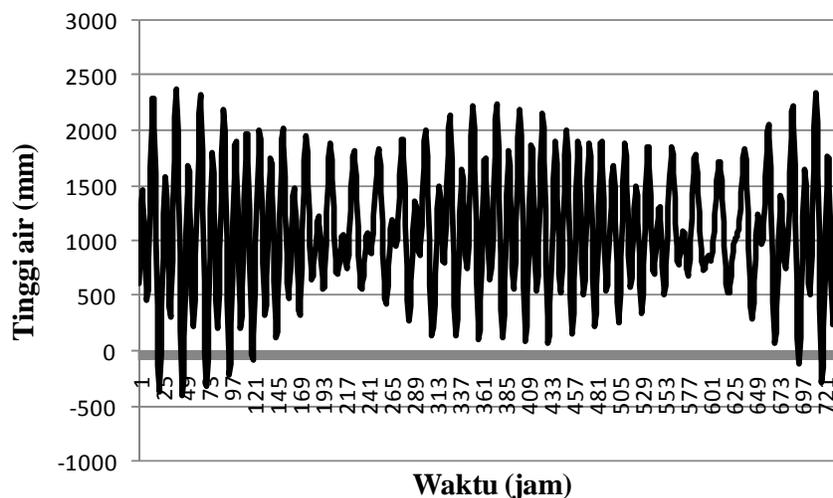
Dalam tulisan ini data pasut yang akan dianalisis merupakan data dengan panjang pengamatan satu bulan dan konstanta pasut yang dipertimbangkan untuk analisis hanya empat konstanta utama, yaitu M_2 , S_2 , K_1 , dan O_1 . Beda frekuensi terkecil antara keempat konstanta pasut tersebut, yaitu: antara M_2 dan S_2 adalah sebesar 0.0177308 rad/jam. Resolusi untuk dapat memisahkan dengan baik keempat konstanta tersebut minimal 354,4 jam (≈ 15 hari). Dengan panjang pengamatan satu bulan maka diasumsikan keempat konstanta utama tersebut akan dapat terpisah dengan baik. Panjang pengamatan satu bulan sesuai dengan lamanya bulan mengelilingi bumi sehingga pengaruh pasut yang dibangkitkan oleh bulan yang juga dipengaruhi oleh matahari diasumsikan dapat direkonstruksi dengan lebih baik.

Dealiasing pada analisis pasut lebih efektif dilakukan dalam domain frekuensi dibandingkan dengan memodifikasi data dalam domain waktu, yaitu dengan pembatasan frekuensi yang akan disertakan dalam analisis di mana pembatasan frekuensi tersebut sangat bergantung pada panjang pengamatan data yang tersedia. Panjang pengamatan akan menentukan frekuensi terendah dan resolusi untuk memisahkan konstanta-konstanta pasut. Untuk menganalisis keempat konstanta utama pasut M_2 , S_2 , K_1 , dan O_1 secara parsial maka berdasarkan frekuensi paling rendah (ω_{O_1}) panjang pengamatan

minimalnya menjadi $\frac{2\pi}{0,2433519} = 25,82$ jam sehingga *dealiasing* parsial konstanta-konstanta utama dianalisis dari data dengan panjang pengamatan 26 jam. Selanjutnya akan disampaikan mengenai hasil-hasil penerapan *dealiasing* pada data pasut Bulan Januari 2010 di Benoa, Bali.

3.2 Gambaran Umum Perilaku Pasut

Gambaran mengenai tinggi air yang terjadi di Benoa, Bali pada Bulan Januari 2010 dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Pengamatan pasut Bulan Januari 2010 di Benoa, Bali (sumber data: Sea Level Center, University of Hawaii)

Dari Gambar 2 terlihat bahwa pasang tinggi terjadi pada awal (hari ke-3), tengah (hari ke-16 s.d. ke-17), dan akhir bulan (hari ke-31). Kondisi ini mengindikasikan saat terjadinya bulan purnama dan bulan mati, yaitu pada saat kedudukan matahari, bumi, dan bulan berada pada satu garis lurus di mana pengaruh bulan diperkuat oleh matahari. Pasang rendah terjadi dua kali, yaitu; pada hari ke-10 s.d ke-11 dan pada hari ke-26 s.d. ke-27. Kondisi ini mengindikasikan saat kedudukan matahari, bumi, dan bulan saling tegak lurus di mana pengaruh bulan berkurang oleh pengaruh matahari.

3.3 Konstanta Pasut Dominan dari Analisis Pasut dengan *Dealiasing* Secara Simultan

Analisis pasut pengamatan bulan Januari 2010 di Benoa, Bali dilakukan menggunakan analisis harmonik kuadrat terkecil di mana keempat konstanta utama disertakan secara bersamaan, yaitu dengan menerapkan *dealiasing* empat konstanta utama secara simultan. Panjang pengamatannya 743 jam dengan selang waktu pengamatan satu jam. Hasil analisis tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Amplitudo dan fase analisis pasut dengan *dealiasing* konstanta utama secara simultan

Konstanta	Amplitudo (mm)	Fase (rad)	Fase (°)
M ₂	597.0718188	1.898579105	108.7805698
S ₂	354.3701299	2.683590050	153.7583838
K ₁	332.4540270	6.151937913	352.4800783
O ₁	183.9537949	1.071623779	61.39951978

Konstanta pasut dominan dapat dilihat dari amplitudonya. Amplitudo menunjukkan gambaran besarnya energi yang diberikan pada terjadinya pasut. Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa dari keempat

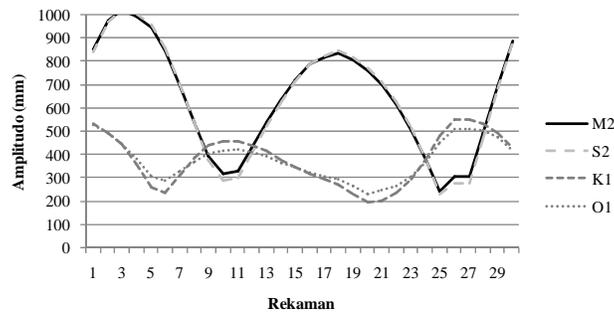
konstanta utama maka konstanta pasut dominan di Benoa, Bali pada bulan Januari 2010 adalah konstanta semidiurnal M_2 yang memiliki nilai amplitudo terbesar.

3.3 Konstanta Pasut Dominan dari Analisis Pasut Dengan *Dealiasing* Secara Parsial

Analisis pasut dengan *dealiasing* konstanta utama secara parsial dilakukan dengan mencuplik data pasut menjadi tiga puluh rekaman di mana panjang data untuk setiap rekaman adalah 26 jam. Analisis pasut yang digunakan juga menggunakan analisis harmonik kuadrat terkecil. Keempat konstanta dianalisis secara terpisah. Hasil analisis tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 3 berikut ini.

Tabel 2. Amplitudo analisis pasut dengan *dealiasing* konstanta utama secara parsial

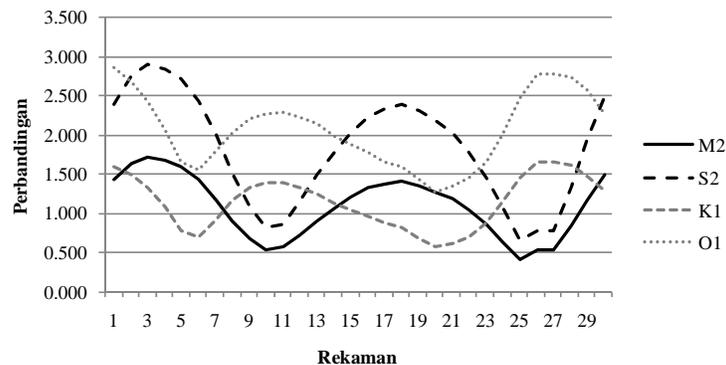
Rekaman	Amplitudo (mm)			
	M_2	S_2	K_1	O_1
1	854	843	533	526
2	977	970	495	493
3	1023	1024	445	448
4	995	1004	360	380
5	947	958	258	304
6	847	859	236	287
7	697	703	311	330
8	535	532	385	372
9	394	377	440	406
10	318	287	460	418
11	332	298	460	421
12	428	403	443	410
13	539	523	415	395
14	635	627	376	366
15	716	715	348	345
16	787	789	319	326
17	817	822	294	305
18	836	845	272	294
19	805	815	229	263
20	758	772	193	233
21	699	712	204	247
22	614	626	236	267
23	504	514	296	305
24	375	378	381	368
25	240	229	482	454
26	307	275	550	511
27	307	275	550	511
28	492	469	533	504
29	698	682	492	472
30	889	881	426	419
Rata-rata =	646	640	381	379



Gambar 3. Amplitudo analisis pasut dengan dealiasing konstanta utama secara parsial

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa konstanta pasut dominan hasil analisis pasut dengan *dealiasing* secara parsial berdasarkan rata-rata amplitudo adalah konstanta semidiurnal M_2 dan S_2 . Berbeda dengan hasil *dealiasing* secara simultan di mana konstanta paling dominan hanya M_2 saja. Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa konstanta pasut dominan berubah dari waktu ke waktu dan dari gambar tersebut juga dapat dilihat untuk konstanta dengan spesies yang sama memiliki nilai yang hampir sama, yaitu konstanta semidiurnal (M_2 dan S_2) dan konstanta diurnal (K_1 dan O_1). Analisis *dealiasing* parsial memberikan gambaran dominasi pasut secara spesies, tapi tidak secara individu konstanta. Dengan tidak disertakan semua konstanta maka amplitudo dan fase hasil analisis dipengaruhi juga oleh konstanta pasut yang tidak disertakan. Menurut Doodson (1941) dalam [8], 83% dari energi gaya pembangkit pasut diberikan oleh konstanta pasut utama ($M_2, S_2, N_2, K_2, K_1, O_1, P_1$). Analisis secara parsial menyebabkan energi konstanta lainnya tidak dipertimbangkan sehingga analisis pasut dengan pengamatan yang lebih pendek akan menghasilkan amplitudo dan fase yang bukan saja dipengaruhi oleh benda langit yang membangkitkannya, tapi juga oleh konstanta utama yang tidak disertakan dalam analisis. Dari Tabel 2 dan Tabel 1 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata amplitudo hasil *dealiasing* parsial yang mendekati harga amplitudo hasil *dealiasing* simultan adalah Amplitudo M_2 dan K_1 , sementara S_2 dan K_1 memiliki amplitudo yang mirip dengan spesiesnya. Kondisi ini tampak seperti fenomena *aliasing*. Jadi, dengan memisahkan analisis konstanta-konstanta pasut secara bersamaan memang dapat mengatasi masalah resolusi frekuensi, namun hasil yang diberikan dapat terkontaminasi oleh energi konstanta pasut yang tidak terwakili dalam analisis.

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa amplitudo konstanta pasut berubah dari waktu ke waktu. Amplitudo konstanta semidiurnal M_2 dan S_2 berubah sesuai dengan perilaku pasut saat terjadinya pasang purnama dan perbani, sedangkan konstanta diurnal K_1 dan O_1 memiliki kecenderungan terbalik dengan konstanta semidiurnal. Perbandingan amplitudo hasil *dealiasing* parsial dengan hasil *dealiasing* simultan dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Perbandingan amplitudo hasil dealiasing parsial terhadap dealiasing simultan

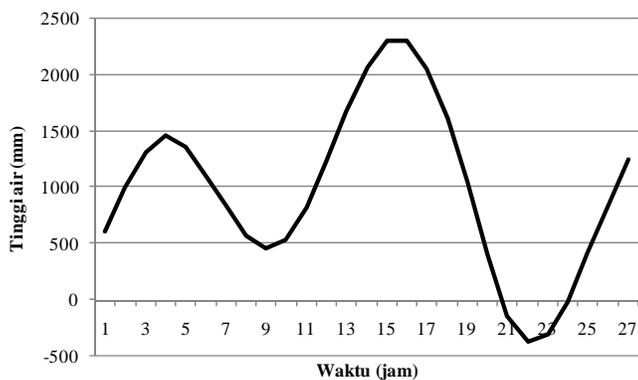
Tabel 3. Perbandingan amplitudo hasil *dealiasing* parsial terhadap *dealiasing* simultan

Perbandingan			
M_2	S_2	K_1	O_1
1.431	2.380	1.602	2.859
1.636	2.737	1.489	2.683
1.713	2.889	1.339	2.437
1.667	2.832	1.082	2.063
1.586	2.703	0.776	1.653
1.419	2.423	0.710	1.562
1.167	1.983	0.934	1.795
0.896	1.501	1.159	2.021
0.660	1.064	1.324	2.208
0.533	0.811	1.382	2.270
0.555	0.842	1.383	2.288
0.717	1.138	1.332	2.231
0.902	1.476	1.249	2.146
1.063	1.770	1.131	1.987
1.200	2.016	1.048	1.876
1.318	2.225	0.958	1.771
1.369	2.319	0.883	1.656
1.401	2.386	0.818	1.598
1.348	2.301	0.689	1.427
1.270	2.178	0.582	1.269
1.171	2.009	0.612	1.344
1.028	1.768	0.710	1.449
0.844	1.450	0.891	1.657
0.627	1.066	1.145	2.001
0.402	0.645	1.449	2.466
0.515	0.777	1.653	2.775
0.515	0.777	1.653	2.775
0.823	1.322	1.603	2.737
1.169	1.924	1.479	2.566
1.489	2.485	1.280	2.276

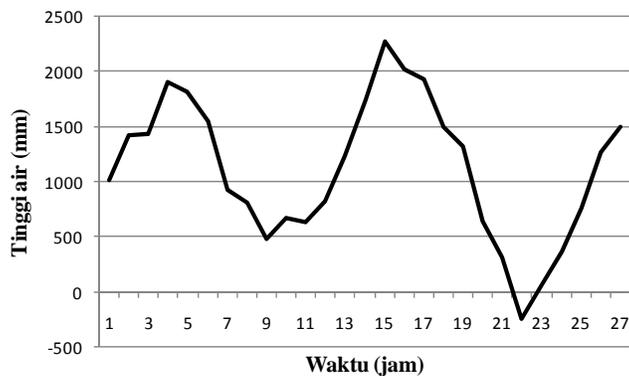
Dari Tabel 3 dan Gambar 4 dapat diketahui bahwa perbandingan yang terkecil terjadi pada konstanta diurnal M_2 . Artinya, secara kuantitatif hanya Konstanta M_2 yang diberikan oleh metode *dealiasing* parsial yang paling mendekati hasil metode *dealiasing* simultan.

3.4 Rekonstruksi Data

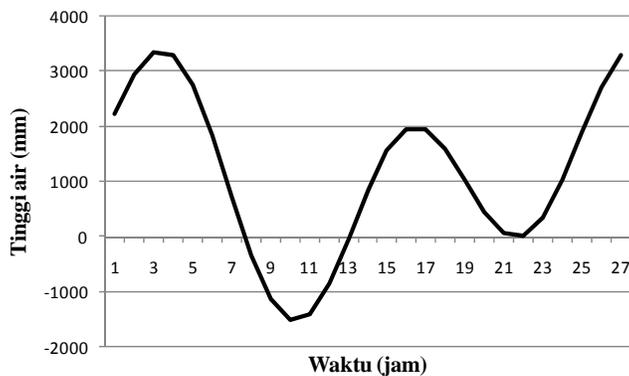
Rekonstruksi data dilakukan untuk dua rekaman hasil analisis pasut, baik dengan *dealiasing* simultan maupun *parsial*. Di sini juga disertakan data hasil pengamatan untuk dijadikan pembandingan. Hasil rekonstruksi tersebut dapat dilihat pada Gambar 5 s.d. Gambar 10 berikut ini.



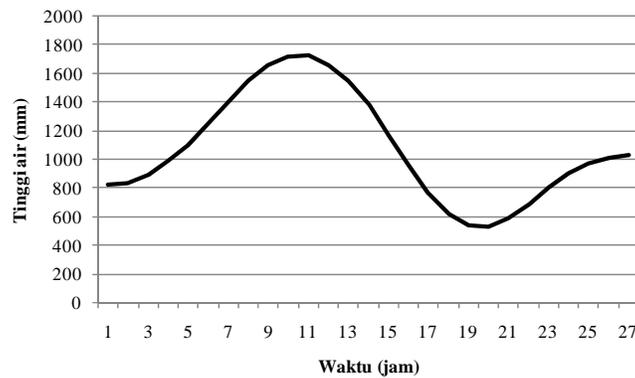
Gambar 5. Data pengamatan Rekaman 1



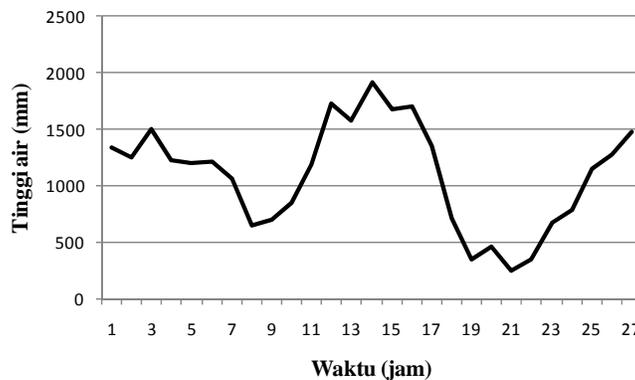
Gambar 6. Rekonstruksi data Rekaman 1 hasil analisis pasut dengan *dealiasing* simultan



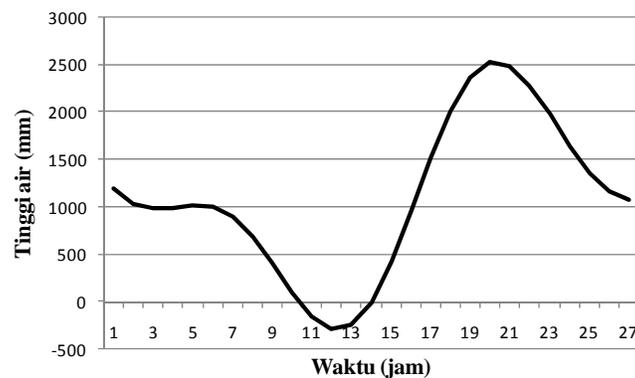
Gambar 7. Rekonstruksi data Rekaman 1 hasil analisis pasut dengan *dealiasing* parsial



Gambar 8. Data pengamatan Rekaman 26



Gambar 9. Rekonstruksi data Rekaman 26 hasil analisis pasut dengan *dealiasing* simultan



Gambar 10. Rekonstruksi data Rekaman 1 hasil analisis pasut dengan *dealiasing* parsial

Gambar 5 dan Gambar 8 merupakan grafik dari hasil pengamatan pasut pada bulan Januari 2010 di Benoa, Bali untuk Rekaman 1 dan 26. Gambar 6 dan 8 merupakan grafik rekonstruksi data untuk Rekaman 1 dan 26 hasil analisis pasut dengan *dealiasing* simultan. Kecenderungan yang diberikan Rekaman 1 hampir sama dengan data pengamatan, namun untuk Rekaman 26 ada perbedaan sampai dengan hari ke-19. Rekonstruksi menunjukkan bahwa secara kuantitatif hasil analisis pasut dengan *dealiasing* simultan ini hampir mendekati nilai data pengamatan, walaupun kurva yang dihasilkan tampak bergerigi. *Dealiasing* simultan ini baru menyertakan 4 konstanta dari 7 konstanta pemberi 83%

energi. Namun, hasil rekonstruksinya masih lebih baik dibandingkan hasil rekonstruksi *dealiasing* parsial seperti yang dapat dilihat pada Gambar 7 dan 10. Kurva hasil rekonstruksi *dealiasing* parsial ini lebih halus, namun terlihat terjadi pembalikan fase dibandingkan dengan data pasutnya. Di samping itu, dari segi kuantitas nilainya lebih lebar daripada data. Dari kenyataan ini dapat dilihat bahwa analisis pasut dengan *dealiasing* parsial dapat memberikan interpretasi yang keliru mengenai perilaku pasut. Hilangnya energi konstanta pasut yang tidak terwakili membuat hasilnya menjadi terkontaminasi. Lebarinya tunggang air dibandingkan data pasut merupakan salah satu indikasinya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terhadap prosedur *dealiasing* untuk menentukan konstanta pasut dominan ditemukan beberapa hal menarik mengenai perilaku pasut, yaitu bahwa *aliasing* pada analisis data pasut lebih disebabkan oleh terbatasnya panjang pengamatan daripada selang waktu pengamatannya. Untuk mengatasi terjadinya *aliasing* pada data pasut maka prosedur *dealiasing* lebih efektif dilakukan dalam domain frekuensi, yaitu dengan membatasi frekuensi konstanta pasut yang akan disertakan dalam analisis bergantung pada panjang pengamatannya. Pembatasan frekuensi yang disertakan dalam analisis pasut memang dapat mengatasi terjadinya *aliasing*, namun bila tidak menyertakan konstanta-konstanta pasut utama dapat mengubah interpretasi terhadap perilaku pasut. Dengan *dealiasing* konstanta-konstanta pasut secara parsial terlihat bahwa konstanta pasut dominan berubah dari waktu ke waktu, namun hasil analisis pasut dengan *dealiasing* konstanta-konstanta pasut secara parsial baru dapat memberikan informasi spesies konstanta pasut dominan, belum secara individu. Berbeda dengan *dealiasing* konstanta-konstanta pasut secara parsial, hasil analisis pasut dengan *dealiasing* konstanta-konstanta utama pasut secara simultan dapat memberikan informasi konstanta pasut dominan secara individu dan juga memberikan hasil rekonstruksi data lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] NN., (2010). "Aliasing". *Wikipedia, The Free Encyclopedia*.
- [2] Bath, M., (1973). "Spectral Analysis in Geophysics". *Seismological Institute, Uppsala*.
- [3] Crawley, S. (2011). "Seismic Trace Interpolation with Nonstationary Prediction-error Filters". *Stanford Exploration Project*.
- [4] Isliker, H., (2004). "A Tutorial on The Pseudo Spectral Method". *University of Thessaloniki*.
- [5] Hou, T.Y. et.al., (2007). "Computing Nearly Singular Solutions Using Pseudo-spectral Methods". *Journal of Computational Physics*.
- [6] NN., (2010). "Analysis & Prediction of Tides". *Land Information New Zealand*.
- [7] Hardisty, J. (2009). "The Analysis of Tidal Stream Power". *John Wiley and Sons, Inc*.
- [8] NN., (2007). "MIKE 21. Tidal Analysis and Prediction Modul. Scientific Documentation". *DHI Water Environment, Denmark*