

ANALISIS PASANG SURUT AIR LAUT MENGGUNAKAN DATA IOC (Intergovernmental Oceanographic Commission) UNTUK MENENTUKAN CHART DATUM DI PERAIRAN CILACAP

Nuardi Dwi Pradipta, Yudo Prasetyo, Arwan Putra Wijaya *)

Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang, Semarang, Telp. (024) 76480785, 76480788
e-mail: geodesi@undip.ac.id

ABSTRAK

Pasang surut air laut adalah perubahan ketinggian air laut yang disebabkan oleh adanya gaya tarik-menarik antara bumi dengan benda luar angkasa. Bulan dan Matahari memiliki pengaruh terbesar terhadap fenomena pasang surut air laut. Mean Sea Level (MSL) merupakan acuan tinggi untuk penentuan ketinggian di daratan. MSL diperoleh dengan melakukan pengamatan pasang surut air laut dalam periode waktu tertentu, sedangkan acuan tinggi dilaut berbeda dengan acuan tinggi di daratan. *Chart datum* (surutan peta) merupakan permukaan terendah air laut yang digunakan sebagai bidang referensi sebagai acuan tinggi dalam pembuatan peta dilaut. Untuk mengetahui pengaruh panjang data pengamatan terhadap ketelitian MSL maka pada penelitian ini dilakukan pembagian ke dalam 3 data yaitu data pasang surut 1 bulan, 3 bulan, 6 bulan dan 1 tahun. Data pasang surut hasil pengamatan dari masing-masing panjang data dianalisis menggunakan program *worldtides dan worldcurrents 2010* untuk mendapatkan 9 komponen pasang surut (O1, P1, K1, M2, N2, S2, K2, M4, MS4). 9 Komponen pasang surut digunakan untuk menentukan nilai *chart datum* dari lima model *chart datum* yaitu LPLW (*Lowest Possible Low Water*), ISWL (*Indiana Springs Water Level*), MSLW (*Mean Springs Water Low*), DISHIDROS TNI-AL (Dinas Hidro-Oseanografi Tentara Nasional Indonesia Angkatan Laut) dan IHO (*International Hydrographic Organization*). Empat model *chart datum* LPLW, ISWL, MSL, dan DISHIDROS dicari kedudukan vertikalnya terhadap model *chart datum* IHO. Hasil dari penelitian ini adalah nilai model *chart datum* yang sesuai dengan perairan Cilacap. Model yang sesuai untuk perairan Cilacap berdasarkan penelitian ini adalah model *chart datum* DISHIDROS dengan kedudukan vertikal terendah terhadap IHO yaitu 0.0116 (m).

Kata kunci: Pasang surut, *Chart Datum*, MSL, IOC, *worldtides dan worldcurrents 2010*

ABSTRACT

The tidal seas is the changing of sea water height caused by the attractive force happen between the earth and the space objects. The moon and the sun have the biggest influence on the tidal seas phenomenon. Mean Sea Level is the height reference to determine the land height. In order to get the MSL, doing the tide observation in a certain period of time is needed. Meanwhile, the height reference of the sea is quite different from the height reference of the land. The Chart datum (lowtide rate) is the lowest surface of the sea used as the referential part to the height reference of map making in the sea. In order to find out the influence of the observation data length toward the MSL accuracy, the observation is divided into 3 data, 1-month tidal data, 3-months tidal data, 6-months and a year tidal data. Those result observation data, later be analyzed using world tides & world currents 2010 program to get 9 tidal components (O1, P1, K1, M2, N2, S2, K2, M4, MS4). These 9 components is used to determine the chart datum number of five chart datum model, which are LPLW (Lowest Possible Low Water), ISWL (Indiana Springs Water Level), MSLW (Mean Springs Water Low), DISHIDROS TNI-AL (Dinas Hidro-Oseanografi Tentara Nasional Indonesia Angkatan Laut) and IHO (International Hydrographic Organization). It is necessary to find out the vertical figure of these four chart datum models LPLW, ISWL, MSL, DISHIDROS, toward the chart datum model IHO. The observation result is the chart datum model number which is appropriate for Cilacap waters. Based on the observation, the appropriate model for Cilacap waters is the chart datum model DISHIDROS whose the lowest vertical figure toward the IHO is 0.0116(m).

Key words: Tide, *Chart datum*, MSL, IOC, *world tides & world currents 2010*

*) Penulis Penanggung Jawab

1. Pendahuluan

Wilayah laut Indonesia memiliki potensi sumber daya laut yang luas. Oleh karenanya pengelolaan sumber daya laut harus dijalankan dengan baik. Hal ini diwujudkan dengan ditetapkannya UU No 4 tahun 2011, pasal 13 menyebutkan bahwa :

1. Garis pantai sebagaimana dimaksud dalam Pasal 12 huruf a merupakan garis pertemuan antara daratan dengan lautan yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut.
2. Garis pantai sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
 - a. garis pantai surut terendah;
 - b. garis pantai pasang tertinggi; dan
 - c. garis pantai tinggi muka air lautrata-rata.
3. Pada Peta Rupabumi Indonesia, garis pantai ditetapkan berdasarkan garis kedudukan muka air laut rata-rata.
4. Pada Peta Lingkungan Pantai Indonesia dan Peta Lingkungan Laut Nasional, garis pantai ditetapkan berdasarkan kedudukan muka air laut surut terendah.
5. Garis pantai sebagaimana dimaksud pada ayat (2) ditentukan dengan mengacu pada JKVN.

Mengacu pada poin 4 disebutkan bahwa Pada Lingkungan Pantai Indonesia dan Peta Laut Nasional garis pantai ditetapkan berdasarkan kedudukan muka air laut surut terendah atau sering disebut dengan *chart datum* (muka surutan/ surutan peta). *Chart datum* adalah suatu titik atau bidang referensi yang digunakan pada peta-peta navigasi maupun pada peramalan pasang surut, dan umumnya dihubungkan terhadap permukaan air rendah (Ongkosongo S., 1989).

DISHIDROS-TNI AL (Dinas Hidro-Oceanografi Tentara Nasional Indonesia Angkatan Laut) menetapkan batasan definisi *chart datum* dengan perincian sebagai berikut:

1. Mengikuti perhitungan sejak zaman Belanda, merujuk buku "Overzich der Getijleer" mengacu "Admiralty manual of tides" karya A.T. Doodson and H.D Warburg.
2. *Chart datum* adalah rata-rata air rendah terendah (*mean lowest lower water*) atau dikenal dengan *lowest normal water*.
3. Belanda menggunakan rata-rata setengah tahunan air rendah perbani (*the mean half yearly low water springs*) selama periode 18,6 tahun.
4. Menggunakan nilai besaran 7 komponen harmonik pasang surut yaitu: M2, K2, O1, K1, S2, P1 dan N2.
5. Ditambah faktor keamanan, sehingga dalam kondisi meteorologis apapun permukaan air laut tidak pernah mencapai *chart datum* atau dibawahnya.

Dari ketentuan diatas khususnya poin 4 dapat disimpulkan bahwa untuk mendefinisikan *chart datum* di Indonesia dapat ditentukan dengan 7 komponen harmonik gelombang pasang surut. Sesuai dengan tujuan UU No 4 tahun 2011 yaitu "menjamin ketersediaan dan akses terhadap Informasi Geospasial yang dapat dipertanggungjawabkan" BIG (Badan Informasi Geospasial) telah mendaftarkan data stasiun pasang surut ke dalam jaringan GLOSS (*Global Sea Level Observing System*) pada IOC (*Intergovernmental Oceanographic Comission*) sehingga data pasang surut ini dapat diakses secara *on line*.

Dari latar belakang tersebut dapat diuraikan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapakah nilai besaran 9 komponen harmonik pasang surut di wilayah stasiun pasut Cilacap yang dihitung dengan metode kuadrat terkecil menggunakan program *worldtides dan worldcurrents 2010*?
2. Mendefinisikan nilai *chart datum* menggunakan model *chart datum* LPLW, ISWL, MSLW, DISHIDROS dan IHO berdasarkan nilai besaran 9 komponen harmonik pasang surut.
3. Analisis pengaruh panjang data pasang surut terhadap ketelitian perhitungan nilai MSL (*mean sea level*) dan ketelitian nilai *chart datum*?
4. Menentukan *chart datum* yang sesuai untuk perairan di daerah stasiun pasut Cilacap berdasarkan model *chart datum* LPLW, ISWL, MSLW, DISHIDROS dan IHO.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan kajian terhadap hal-hal sebagai berikut:

1. Melakukan analisis pasang surut untuk menghitung nilai besaran 9 komponen harmonik pasang surut di wilayah stasiun pasut Cilacap berdasarkan data IOC dengan metode kuadrat terkecil menggunakan program *worldtides dan worldcurrents 2010*.
2. Melakukan analisis terhadap nilai besaran 9 komponen harmonik pasang surut untuk mendefinisikan *chart datum*, menggunakan model LPLW, ISWL, MSLW, DISHIDROS dan IHO.
3. Melakukan analisis pengaruh panjang data terhadap ketelitian nilai MSL dan ketelitian nilai *chart datum*, yaitu dengan menggunakan variasi panjang data 1 bulan, 3 bulan, 6 bulan dan 1 tahun.
4. Melakukan uji statistik terhadap model-model *chart datum* dengan variasi pajang data, 1 bulan, 3 bulan, 6 bulan dan 1 tahun.

Adanya batasan penelitian ini agar apa yang menjadi tujuan penelitian dapat terarah dan tepat sasaran. Maka ruang lingkup pembahasan meliputi :

1. Wilayah penelitian di daerah perairan stasiun pasut Cilacap.
2. Data yang digunakan data pasut stasiun pasut Cilacap tahun 2013.

2. Studi Pustaka

Chart datum adalah suatu titik atau bidang referensi yang digunakan pada peta-peta navigasi maupun pada peramalan pasang surut dan umumnya dihubungkan terhadap permukaan air rendah (Ongkosongo S., 1989). Dari pengertian tersebut dapat dijabarkan lagi bahwa *chart datum* adalah bidang referensi yang berupa permukaan terendah air laut yang digunakan sebagai acuan tinggi (kedalaman) dalam pembuatan peta laut yang diperoleh dari hitungan dan analisis data pengamatan pasang surut air laut.

Model-Model *Chart Datum*

Pada penelitian ini menggunakan model-model *chart datum* yang umum digunakan, diantaranya sebagian berikut:

1. *Lowest Possible Low Water* (air terendah yang mungkin terjadi). Datum ini digunakan oleh negara Prancis untuk keperluan peta lautnya. Level ini tidak dapat diuraikan secara eksak oleh rumus Harmonik. Sebagai pendekatan digunakan rumus, berikut:

$$CD = So - 1.2(M2 + S2 + K2) \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

- So = Kedudukan Muka Laut Rata-Rata (MSL)
- CD = Kedudukan *chart datum*
- M2, S2, K2 = Amplitudo komponen pasang surut M2, S2, K2.

2. *Indian Spring Low Water* (ISWL), merupakan datum pertama kali yang diperkenalkan Sir G. Darwin ketika menyelidiki pasut India. Untuk menentukan bidang ini digunakan rumus, berikut:

$$CD = So - (M2 + S2 + K1 + O1) \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

- So = Kedudukan Muka Laut Rata-Rata (MSL)
- CD = Kedudukan *chart datum*
- M2, S2, K1, O1 = Amplitudo Komponen pasang surut M2, S2, K1, dan O1.

3. *Mean Spring Low Water* (MSLW), merupakan rata-rata air terendah pada saat pasang surut purnama, dinyatakan dalam rumus berikut:

$$CD = So - (M2 + S2) \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan:

- So = Kedudukan Muka Laut Rata-Rata (MSL)
- CD = Kedudukan *chart datum*
- M2, S2 = Amplitudo Komponen pasang surut M2, S2.

4. *Chart Datum* definisi DISHODROS, merupakan *chart datum* yang didefinisikan oleh

DISHODROS digunakan sebagai acuan peta laut di Indonesia.

$$CD = So - \sum_{n=1}^n Ai \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

- So = Kedudukan Muka Laut Rata-Rata (MSL)
- CD = Kedudukan *chart datum*
- Ai = Amplitudo 7 komponen pasut utama yaitu (O1, P1, K1, M2, N2, S2, K2)

5. *Chart Datum* menurut definisi Hidrografi Internasional (IHO), didasarkan atas penentuan sebuah bidang yang serendah mungkin, dirumuskan sebagai berikut:

$$CD = So - \sum_{n=1}^n Ai \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan :

- So = Kedudukan Muka Laut Rata-Rata (MSL)
- CD = Kedudukan *chart datum*
- Ai = Amplitudo Komponen pasut yang dihasilkan dari analisis pasut sesuai dengan panjang data pengamatan.

3. Metodologi Penelitian

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data pengamatan stasiun pasang surut Cilacap tahun 2013.
2. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi 2 (dua) yaitu *hardware* dan *software*:

Perangkat keras (*Hardware*)

Perangkat komputer yang memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. Merek Laptop : HP
2. Sistem Operasi : *Microsoft Windows 7 Ultimate*
3. *Processor* : Intel® Core (TM) i3-3217U, ~1.8GHz
4. RAM : 1 GB
5. *Hardisk* : 350 GB
6. Printer Canon iP1880 *Series* dalam pencetakan laporan

Perangkat lunak (*Software*)

1. *Microsoft Office* (*Ms. Word, Ms. Visio, Ms. Excel* 2010)
2. *Software Matlab R2012a*, Program *Worldtides dan WorldCurrent* 2010

Penelitian ini memiliki beberapa tahapan pengolahan data pasut diantaranya sebagai berikut:

1. Akuisisi data pasut IOC stasiun Cilacap, proses akuisisi ini adalah mengumpulkan data pasut dari bulan Januari-Desember 2013.
2. Koreksi data pasut, koreksi data pasut dilakukan beberapa tahapan sebagai berikut:

- a. Koreksi *Outlier* (lonjakan data) dan *Spikes* (lonjakan runcing). *Outlier* digunakan untuk menghaluskan data pasut IOC yang disebabkan oleh data pengamatan pasut yang tidak biasa misalkan ada lonjakan data yang secara numerik berbeda dengan data kebanyakan. *Spikes*, dapat digunakan untuk mengkoreksi data pasut IOC yang disebabkan karena lonjakan tajam.
 - b. Koreksi Gap (kekosongan data). Data pasut yang terekam pada alat *float gauge* terkadang tidak sempurna. Hampir selalu ada kekosongan data dalam suatu perekaman. Data yang kosong dapat diisi dengan interpolasi data pasut. Metode analisis harmonik pasut pada penelitian ini adalah menggunakan metode kuadrat terkecil oleh karenanya data kosong tidak diisi. Hal ini disebabkan parameter yang akan ditentukan (amplitudo dan fase beberapa konstituen pasut) jumlahnya jauh lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah data. Misalkan, pengamatan pasut selama 15 hari memberikan data sebanyak 360 data. Parameter yang akan ditentukan adalah 9 komponen pasut maka ada 19. Dapat dilihat bahwa jumlah data jauh lebih banyak dibandingkan parameter yang dipecahkan.
 - c. Koreksi *Trend*, data pasut ini berbentuk suatu *trend* yaitu naik/ turun linear. Data ini dapat dikoreksi dengan menghitung gradien *trend* dan konstanta penambah bila ada dengan cara regresi linear. Persamaan yang didapat dari regresi digunakan untuk mengurangi *trend* dari data pasut yang akan dikoreksi. Data pasut pada penelitian ini tidak terdapat trend naik ataupun turun. Oleh karena itu koreksi terhadap *ternd* data tidak dilakukan. Hal ini dapat dilihat dari Grafik data pasut 1 tahun.
3. Analisis harmonik pasut menggunakan program *worldtides dan worldcurrents 2010* terhadap data pasut terkoreksi untuk menentukan nilai 9 komponen pasut (O1, P1, K1, M2, N2, S2, K2, M4, MS4).
 4. Analisis ketelitian pengaruh panjang data terhadap MSL dan *Chart datum*.

Hasil Perhitungan Chart Datum

Berikut hasil perhitungan model *Chart Datum*:

Tabel 1. Hasil Perhitungan Model *Chart Datum* LPLW

<i>Chart Datum</i> LPLW (m)	Interval data
1.799	data 1 bulan
1.707	data 3 bulan
1.738	data 6 bulan
1.644	data 1 tahun

Tabel 2. Hasil Perhitungan Model *Chart Datum* ISWL

<i>Chart Datum</i> ISWL (m)	Interval data
1.835	data 1 bulan
1.749	data 3 bulan
1.781	data 6 bulan
1.690	data 1 tahun

Tabel 3. Hasil Perhitungan Model *Chart Datum* MSLW

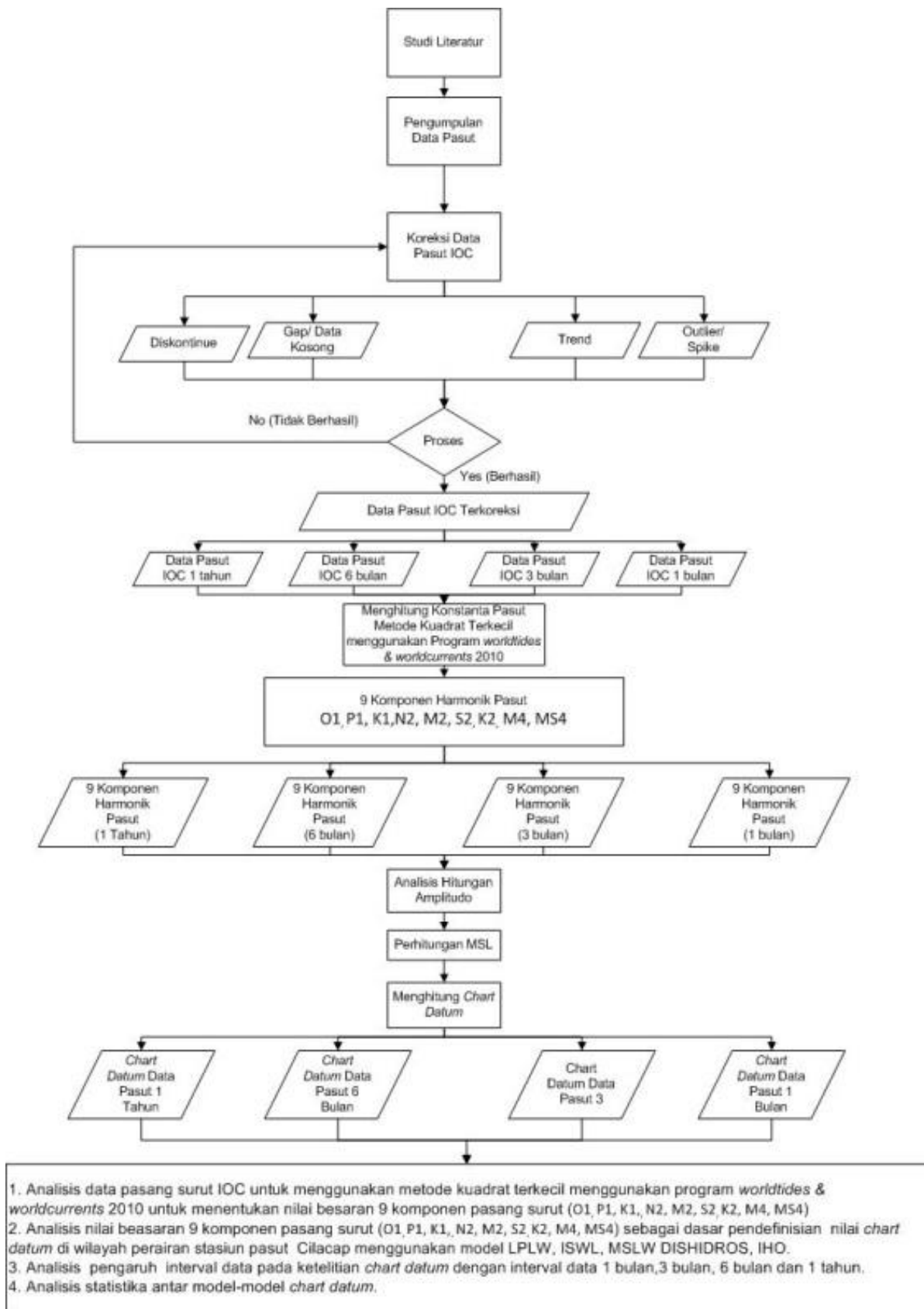
<i>Chart Datum</i> MSLW (m)	Interval data
2.017	data 1 bulan
1.919	data 3 bulan
1.964	data 6 bulan
1.869	data 1 tahun

Tabel 4. Hasil Perhitungan Model *Chart Datum* DISHIDROS

<i>Chart Datum</i> DISHIDROS (m)	Interval data
1.434	data 1 bulan
1.390	data 3 bulan
1.445	data 6 bulan
1.354	data 1 tahun

Tabel 5.. Hasil Perhitungan Model *Chart Datum* IHO

<i>Chart Datum</i> IHO (m)	Interval data
1.419	data 1 bulan
1.376	data 3 bulan
1.431	data 6 bulan
1.342	data 1 tahun



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

4. Analisis

1. Analisis ketelitian MSL terhadap pengaruh panjang data.

Untuk mengetahui pengaruh panjang data pengamatan maka data dibagi menjadi 4 bagian yaitu data 1 bulan, 3 bulan, 6 bulan dan 1 tahun. Kemudian data tersebut digunakan sebagai data untuk memprediksi data 1 tahun.

Tabel 6. MSL Hasil Prediksi Data 1 Bulan, 3 Bulan 6 Bulan dan 1 Tahun

No	MSL D1 (m)	MSL D3 (m)	MSL D6 (m)	MSL D12 (m)
1	2.736	2.736	2.736	2.736
2	2.753	2.614	2.614	2.614
3	2.769	2.552	2.552	2.552
4	2.777	2.616	2.673	2.673
5	2.794	2.626	2.715	2.715
6	2.790	2.632	2.724	2.724
7	2.785	2.619	2.559	2.462
8	2.779	2.608	2.566	2.403
9	2.761	2.595	2.595	2.360
10	2.765	2.600	2.576	2.431
11	2.771	2.601	2.584	2.590
12	2.761	2.599	2.595	2.681

Tabel 6. menunjukkan MSL dari hasil prediksi data 1 bulan, 3 bulan, 6 bulan dan 1 tahun. MSL dengan data prediksi 1 bulan kedudukan MSL tertinggi yaitu pada bulan Mei 2.9436 (m) dan kedudukan terendah pada bulan Januari yaitu 2.73696 (m). Untuk data prediksi 3 bulan kedudukan MSL tertinggi pada bulan Januari yaitu 2.73696 (m) dan kedudukan MSL terendah pada bulan Maret yaitu 2.55249 (m). Kemudian kedudukan MSL pada data prediksi 6 bulan tertinggi pada bulan Januari yaitu 2.73696 (m) dan kedudukan terendah pada bulan Maret yaitu 2.55249 (m) dan untuk data prediksi 1 tahun kedudukan tertinggi MSL pada bulan Januari 2.73696 (m) kemudian kedudukan MSL terendah pada bulan September 2.36089 (m).

Selisih kedudukan MSL tinggi dan kedudukan MSL rendah pada data prediksi 1 bulan yaitu 0.05740 (m) kemudian selisih pada data prediksi 3 bulan yaitu 0.18446 (m), pada data prediksi 6 bulan memiliki selisih sebesar 0.18446 (m) dan pada data prediksi 1 tahun yaitu 0.37607 (m). Dari data MSL tersebut selisih terkecil antara kedudukan MSL tertinggi dan kedudukan MSL terendah yaitu MSL dengan data prediksi 1 bulan yaitu 0.05740 (m). Hal ini dikarenakan data yang

digunakan adalah data 1 bulan untuk memprediksi 1 tahun hasil prediksi tidak akurat. Selisih antara MSL tinggi dan MSL rendah tidak jauh, namun data prediksi tersebut tidak menunjukkan keadaan yang sebenarnya di lapangan. Data 3 bulan dan 6 bulan memiliki selisih yang sama antara MSL tinggi dan MSL rendah hal ini disebabkan posisi MSL tertinggi dan MSL terendah yang sama yaitu pada bulan Januari dan Maret. Data 1 tahun adalah data penuh dari pengamatan di lapangan sehingga dapat menunjukkan keadaan yang sesungguhnya di lapangan, apakah ada lonjakan air yang tinggi, pasang yang tinggi dikarekan cuaca, hal tersebut menyebabkan kondisi MSL yang fluktuatif sehingga selisih MSL tinggi dan MSL rendah berbeda jauh sebesar 0.37607 (m).

Berikut merupakan hasil perhitungan simpangan baku dari data prediksi:

Tabel 7. Standar Deviasi Data Prediksi 1, 3, 6 bulan dan 1 Tahun.

No	SD D1 (m)	SD D3 (m)	SD D6 (m)	SD D12 (m)
1	0.433	0.433	0.433	0.433
2	0.581	0.444	0.444	0.444
3	0.613	0.441	0.441	0.441
4	0.604	0.593	0.435	0.435
5	0.603	0.588	0.435	0.435
6	0.592	0.586	0.422	0.422
7	0.587	0.587	0.537	0.416
8	0.583	0.585	0.566	0.388
9	0.574	0.570	0.596	0.424
10	0.554	0.544	0.595	0.421
11	0.570	0.558	0.581	0.431
12	0.569	0.558	0.563	0.431

Standar Deviasi digunakan untuk mengetahui variasi data terhadap rata-ratanya. Semakin kecil standar deviasi maka rata-rata yang dihasilkan semakin representatif terhadap data. Data 1 bulan memiliki standar deviasi tertinggi pada bulan Maret sebesar 0.61395 (m) dan standar deviasi terendah pada bulan Januari sebesar 0.43397 (m). Data 3 bulan memiliki standar deviasi tertinggi pada bulan April sebesar 0.60384 (m) dan standar deviasi terendah pada bulan Januari sebesar 0.43397 (m). Data 6 bulan memiliki standar deviasi tertinggi pada bulan September dengan nilai 0.59554 (m) dan standar deviasi terendah pada bulan Januari dengan nilai 0.43397 (m), kemudian data 1 tahun dengan

standar deviasi tertinggi pada bulan Februari sebesar 0.44463 (m) dan standar deviasi terendah pada bulan Juli 0.41611 (m).

Tabel. 7. menunjukkan bahwa data 1 tahun memiliki standar deviasi yang lebih kecil dibandingkan data 1 bulan, 3 bulan, 6 bulan. Kita dapat hitung selisih antara standar deviasi tinggi dan standar deviasi rendah. Data 1 bulan memiliki selisih sebesar 0.17998 (m) . Data 3 bulan memiliki selisih sebesar 0.15917 (m). Data 6 bulan memiliki selisih sebesar 0.17363 (m). Data 1 tahun memiliki selisih sebesar 0.05579 (m).

2. Analisis Amplitudo dan Fase 9 Komponen Pasut

Analisis selanjutnya adalah menganalisa 9 komponen pasut yang dihasilkan berdasarkan panjang data yang berbeda yaitu data 1 bulan, 3 bulan, 6 bulan dan 1 tahun. Data 1 tahun dianggap data yang paling benar digunakan sebagai acuan menentukan ketelitian data yang lain. Berikut hasil perhitungan 9 komponen pasut pada tabel 4.4.

Tabel 8. Amplitudo.

Komponen	Amplitudo (m)			
	Data			
	1 bulan	3 bulan	6 bulan	1 tahun
Pasut				
O1	0.120	0.113	0.112	0.111
P1	0.089	0.068	0.049	0.055
K1	0.218	0.205	0.195	0.188
N2	0.093	0.085	0.091	0.092
M2	0.464	0.469	0.470	0.473
S2	0.254	0.249	0.237	0.239
K2	0.062	0.056	0.069	0.068
M4	0.006	0.006	0.007	0.006
MS4	0.008	0.007	0.006	0.005

Tabel 9. Selisih Amplitudo terhadap data 1 tahun.

Komponen	Selisih Terhadap Amplitudo 1 tahun		
	Data 1 bulan	Data 3 bulan	Data 6 bulan
Pasut			
O1	0.009	0.002	0.001
P1	0.034	0.012	-0.005
K1	0.029	0.016	0.006
N2	0.001	-0.006	-0.0004
M2	-0.009	-0.003	-0.003
S2	0.014	0.009	-0.002

K2	-0.006	-0.012	0.001
M4	0.0003	0.0003	0.0008
MS4	0.002	0.002	0.001

Tabel 9. menunjukkan selisih terhadap amplitudo 1 tahun, semakin panjang data yang digunakan maka komponen yang dihasilkan akan mendekati benar dalam hal ini data pasut 1 tahun dianggap benar. Namun ada beberapa komponen yang memiliki selisih lebih besar seperti pada data 6 bulan untuk komponen M4 yaitu sebesar 0.00083 (m) sementara pada data 1 dan 3 bulan masing-masing memiliki nilai 0.00030 (m) dan 0.00033(m).

3. Analisis Signifikansi Terhadap Perbandingan Kedudukan Vertikal Model-Model Chart Datum Terhadap Model Chart Datum IHO.

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui kedudukan vertikal model-model *chart datum* terhadap model *chart datum* IHO. *Chart datum* IHO digunakan sebagai acuan untuk menentukan kedudukan vertikal model-model *chart datum*. Model-model *chart datum* di hitung berdasarkan panjang data pengamatan pasut yang berbeda yaitu 1 bulan, 3 bulan, bulan dan 1 tahun. Model *chart datum* yang digunakan sebagai acuan adalah model *chart datum* IHO dengan panjang data pengamatan 1 tahun. Berikut hasil hitungan model-model *chart datum*.

Tabel 10. Model-Model Chart Datum

Model Chart Datum	Chart Datum (m) 1 bulan	Chart Datum (m) 3 bulan	Chart Datum (m) 6 bulan	Chart Datum (m) 1 tahun
LPLW	1.799	1.707	1.738	1.644
ISWL	1.835	1.749	1.781	1.690
MSLW	2.017	1.919	1.964	1.869
DISHIDROS	1.434	1.390	1.445	1.354
IHO	1.419	1.376	1.431	1.342

Tabel.10 menampilkan nilai-nilai *chart datum* masing-masing model berdasarkan panjang data pengamatan pasut. Nilai *chart datum* IHO untuk pajang data pengamatan pasut 1 tahun 1.3432 (m). Nilai tersebut digunakan sebagai acua untuk menentukan kedudukan vertikal masing-masing model *chart datum*. Berikut kedudukan model-model *chart datum* terhadap model *chart datum* IHO.

Tabel.11. Kedudukan Vertikal Model-Model Chart Datum Terhadap Model Chart Datum IHO

	Chart Datum (m) 1 bulan	Chart Datum (m) 3 bulan	Chart Datum (m) 6 bulan	Chart Datum (m) 1 tahun
LPLW	0.457	0.365	0.396	0.302
ISWL	0.492	0.406	0.438	0.347
MSLW	0.675	0.576	0.621	0.527
DISHIDROS	0.091	0.048	0.102	0.011

Tabel 4.11 menampilkan hasil hitungan kedudukan model-model *chart datum* terhadap model chart datum IHO. Setelah mendapatkan nilai kedudukan model-model *chart datum* terhadap IHO selanjutnya akan dilakukan analisis uji signifikansi untuk mengetahui hubungan antar model-model *chart datum*, Apakah model-model *chart datum* tersebut memiliki nilai rata-rata yang sama terhadap model *chart datum* IHO.



Gambar 2. Perbandingan Chart Datum terhadap IHO

Uji Signifikansi Terhadap IHO.

Hipotesis yang digunakan sebagai berikut :

- a. Hipotesis (H_a dan H_0) dalam bentuk kalimat:
 - H_a : Terdapat perbedaan yang signifikan antara 4 model *chart datum* (LPLW, ISWL, MSLW, DISHIDROS,) terhadap IHO
 - H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara 4 model *chart datum* (LPLW, ISWL, MSLW, DISHIDROS) terhadap IHO
- b. Hipotesis (H_a dan H_0) dalam bentuk matematika:

$$H_a : LPLW \neq ISWL \neq MSLW \neq DISHIDROS$$

$$H_0 : LPLW = ISWL = MSLW = DISHIDROS$$

Tabel 12. Uji ANOVA Terhadap IHO

Chart Datum	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.599	3	0.200	58.659	0.00
Within Groups	0.041	12	0.003		
Total	0.639	15			

Kriteria Pengujian :

- a. Untuk tingkat signifikansi $\alpha = 0.05$, apabila $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ maka penolakan H_0 adalah signifikan. Berdasarkan tabel F maka dapat dibandingkan antara F_{hitung} dan F_{tabel} . Hasil $F_{tabel} = 3.49$ dan $F_{hitung} = 58.659$ berarti $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ atau $58.659 \geq 3.49$. Maka penolakan H_0 signifikan
- b. Untuk tingkat signifikansi $\alpha = 0.10$, apabila $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ maka penolakan H_0 adalah signifikan. Berdasarkan tabel F maka dapat dibandingkan antara F_{hitung} dan F_{tabel} . Hasil $F_{tabel} = 2.61$ dan $F_{hitung} = 58.659$ berarti $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ atau $58.659 \geq 2.61$. Maka penolakan H_0 signifikan.

Kesimpulan:

H_0 ditolak dan H_a diterima maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara 4 model *chart datum* (LPLW, ISWL, MSLW dan DISHIDROS) terhadap IHO untuk tingkat signifikansi 0.05 dan 0.10.

4. Analisis Pemilihan Chart Datum Untuk Wilayah Stasiun Cilacap

Berdasarkan tabel 4.13. yaitu tabel kedudukan vertikal model-model *chart datum* terhadap IHO model *chart datum* yang direkomendasikan untuk perairan disekitar stasiun pasut Cilacap adalah model *chart datum* DISHIDROS. Hal tersebut dikarenakan kedudukan vertikal model chart datum DISHIDROS terhadap model chart datum IHO adalah yang terendah yaitu 0.0116 (m) untuk data pengamatan 1 tahun.

Tabel13. Kedudukan Vertikal Model-Model Chart Datum Terhadap Model Chart Datum IHO

Model Chart Datum	Chart Datum (m) 1 bulan	Chart Datum (m) 3 bulan	Chart Datum (m) 6 bulan	Chart Datum (m) 1 tahun
LPLW	0.4570	0.3651	0.3960	0.3021
ISWL	0.4929	0.4065	0.4389	0.3475
MSLW	0.6754	0.5768	0.6215	0.5272
DISHIDROS	0.0917	0.0480	0.1026	0.0116

5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan pembahasan dan analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai amplitudo dan phase 9 komponen pasang surut yang didapat dari perhitungan menggunakan program *worldtides* dan *worldcurrents* 2010 adalah:

Amplitudo, O1 (0,1111 (m)), P1 (0,0552 (m)), K1 (0,1886 (m)), N2 (0,0921(m)), M2 (0,4738(m)), S2 (0,2398(m)), K2 (0,0686 (m)), M4 (0,0061(m)), MS4 (0,0055(m)).

Fase, O1 (75,0638 (°)), P1 (61,4441 (°)), K1 (104,1821 (°)), N2 (157,4834 (°)), M2 (236,2840 (°)), S2 (296,5218 (°)), K2 (148,8931(°)), M4 (188,6914 (°)), MS4 (262,3866 (°)).
2. Berdasarkan nilai kedudukan vertikal model-model *chart datum* terhadap IHO maka dapat diurutkan berdasarkan selisih terkecilterkecilsebagai berikut: DISHIDROS(0.0116 m), LPLW(0.3021 m) , ISWL(0.3475 m) dan MSLW (0.5272 m).
3. Panjang data pengamatan stasiun berpengaruh pada ketelitian MSL. Semakin panjang data pengamatan yang digunakan MSL yang dihasilkan akan semakin stabil. Ketelitian data pasut prediksi yang dihasilkan bergantung pada data utama yang digunakan untuk memprediksi. Semakin panjang data utama maka data pasut prediksi yang dihasilkan akan semakin representatif terhadap keadaan dilapangan. Hal ini ditunjukkan pada data prediksi 1 bulan yang dihasilkan stabil. Kemudian data 3 bulan dan 6 bulan semakin mendekati data pengamatan 1 tahun.
4. Model *chart datum* yang sesuai untuk wilayah stasiun pasut Cilacap adalah model *chart datum* DISHIDROS, hal ini didasarkan pada selisih kedudukan vertikal terhadap model *chart datum* IHO. Selisih yang dihasilkan model *chart datum* DISHIDROS merupakan selisih yang terkecil.

Setelah melakukan penelitian ini, ada beberapa saran yang bisa diberikan untuk penelitin selanjutnya.

1. Melakukan analisis pasang surut harmonik untuk menghasilkan komponen pasang surut sebanyak mungkin.
2. Pada saat pengolahan data IOC disarankan untuk mengurangi kerapatan data IOC. Data yang didapatkan adalah permenit, agar tidak terlalu berat dalam pengolahan maka di ubah menjadi per jam.

3. Melakukan penelitian yang berkelanjutan untuk menentukan nilai *chart datum* yang ideal untuk perairan disekitar stasiun pasang surut Cilacap.

DAFTAR PUSTAKA

- Benyamin, A. J., dkk. (2014). *Penentuan Chart Datum Dengan Menggunakan Komponen Pasut untuk Penentuan Kolam Dermaga*. Skripsi. Program Studi Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh November: Surabaya.
- Basith, A. dan Wera. A., (2012): *Penanganan dan Aplikasi Data Pasang Surut IOC untuk Menunjang Rencana Spasial Wilayah Pesisir Daerah*. Laboratorium Hidrografi Teknik Geodesi FT-Universitas Gadjadara: Yogyakarta.
- Ongkosong, S. (1989) : *Asean-Australian Cooperative Programs on Marine Science Project 1 : Tidal and Phenomena*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Pusat Penelitian dan Pengembangan Oceanologi: Jakarta.
- Prasetyo, Y. (2005): *Analisis Signifikansi Perbedaan Model-Model Chart Datum untuk Penentuan Batas Wilayah*. Tesis. Institut Teknologi Bandung: Bandung.
- Pariwono, J.I. (1989): *Gaya Penggerak Pasang Surut*. Dalam Pasang Surut.
- Setiawan, A. (2013): *Pembuatan Aplikasi Pengolah Komponen Pasut Perataan Kuadrat Terkecil Berbasis Web*. Skripsi. Program Studi Teknik Geodesi Universitas Diponegoro: Semarang.
- Setiawan, A. (2011): *Analisis Chart Datum di Stasiun Pasang Surut Cilacap dan Stasiun Pasang Surut Pangandaran*. Skripsi. Program Studi Teknik Geodesi Universitas Diponegoro: Semarang.
- Wyrtki, K. (1961). *Physical Oceanography of the South East Asian Waters*.
- UNESCO. (1 Januari 2013). *Sea Level Station Monitoring Facility*?. <http://www.ioc-sealevelmonitoring.org/index.php>. Diunduh pada 17 Oktober 2014.