
PERBANDINGAN NILAI *CHART DATUM* DARI LIMA VARIASI DATA BERDASARKAN LAMA PENGAMATAN PASANG SURUT AIR LAUT DI STASIUN PASUT JAKARTA

Happy Ary Wahyu Marantika¹, Khomsin²

^{1,2}Departemen Teknik Geomatika, FTSLK-ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia
e-mail: ¹arywahyu007@gmail.com, ²khomsin@geodesy.its.ac.id

Abstrak

Permasalahan yang mungkin timbul dalam pembangunan infrastruktur laut baru salah satunya adalah belum tersedianya nilai *chart datum*. Maka, perlu adanya pengamatan pasut untuk menentukan nilai *chart datum* di daerah tersebut. Penelitian ini berisi perbandingan nilai *chart datum* dari lima variasi lama pengamatan di stasiun pasut Badan Informasi Geospasial (BIG) di Jakarta. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan untuk mempertimbangkan efisiensi pengamatan pasut terutama dalam penentuan durasi pengamatan. Nilai *chart datum* (MSL dan LWS) dihitung dari komponen pasut yang dihasilkan dari analisis harmonik menggunakan Matlab. Uji signifikansi nilai *chart datum* di Microsoft Excel. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa nilai prediksi MSL jangka panjang yang baik dapat diperoleh dari pengamatan selama 15 hari atau 30 hari saja, tanpa perlu pengamatan panjang hingga satu tahun. Sedangkan nilai prediksi LWS semakin baik ketika pengamatan dilakukan semakin lama. Selisih nilai MSL rata-rata dari setiap variasi lama pengamatan terkecil 0 meter dan terbesar 0,002 meter, dengan selisih nilai LWS rata-rata dari setiap variasi lama waktu pengamatan terkecil 0,001 meter dan yang terbesar 0,221 meter.

Kata kunci : *Chart Datum*, MSL, LWS, Pasang Surut, Perbandingan.

Abstract

One of the problems that may arise in the development of new marine infrastructure is the unavailability of the datum chart value. So, there is a need for tide observations to determine the value of the datum chart in the area. This study contains a comparison of the value of chart datum from five variations of the length of observation at the tide station of the Geospatial Information Agency (BIG) in Jakarta. The results of this study can be used to consider the efficiency of tidal observations, especially in determining the duration of observation. The value of the chart datum (MSL and LWS) is calculated from the tidal component generated from the harmonic analysis using Matlab. Test the significance of the value of the datum chart in Microsoft Excel. From this study, it can be concluded that a good long-term predictive value of MSL can be obtained from observations for 15 days or 30 days, without the need for long observations of up to one year. While the LWS predictive value is getting better when the observations are made longer. The smallest difference in MSL value on average from each variation of the observation time is 0 meters and the largest is 0,002 meters, with the smallest difference in the average LWS value of each variation of the observation time 0,001 meters and the largest 0,221 meters.

Keywords : *Chart Datum*, MSL, LWS, Tides, Comparison.

PENDAHULUAN

Pemerintah Indonesia dalam Peraturan Presiden Nomor 2 Tahun 2015 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2015-2019 mendukung peningkatan konektivitas nasional untuk mencapai keseimbangan pembangunan salah satunya melalui program tol laut. Tol laut adalah penyelenggaraan angkutan laut secara tetap dan teratur yang menghubungkan pelabuhan-pelabuhan hub disertai *feeder* dari Sumatera hingga ke Papua dengan menggunakan kapal-kapal berukuran besar sehingga diperoleh manfaat ekonomisnya. Pelaksanaan program tol laut tentunya mendorong pembangunan infrastruktur-infrastruktur laut baru sepanjang wilayah yang dilaluinya. Masalah yang mungkin timbul dalam pembangunan infrastruktur laut baru salah satunya adalah tidak tersedianya nilai *chart datum* untuk daerah yang menjadi objek pembangunan. Oleh karena itu, perlu adanya pengamatan pasang surut untuk menentukan nilai *chart datum* di daerah tersebut. Pariworo (1989) serta Poerbandono dan Djunarsah (2005) menyatakan bahwa pasang surut air laut adalah naik turunnya muka laut secara periodik akibat adanya gaya tarik benda-benda angkasa (terutama matahari dan bulan) terhadap massa air di bumi. Pasut juga dipengaruhi oleh efek sentrifugal. Efek sentrifugal adalah dorongan ke arah luar pusat rotasi (Wardiyatmoko dan Bintarto, 1994). Pengaruh benda angkasa lainnya dapat diabaikan karena jaraknya lebih jauh atau ukurannya lebih kecil.

Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis perbandingan nilai *chart datum* dari sembilan konstanta harmonik pasang surut (M_2 , S_2 , K_2 , N_2 , K_1 , O_1 , p_1 , M_4 , dan MS_4) yang diperoleh melalui analisa harmonik data pengamatan 15 hari, 30 hari, tiga bulan, enam bulan dan satu tahun. Pemilihan variasi lama waktu pengamatan 15 hari dikarenakan dalam periode waktu tersebut dengan interval pembacaan setiap satu jam sudah terdapat satu siklus pasang surut yang meliputi pasang purnama dan pasang perbani. Pengamatan lebih lama (30 hari atau lebih) akan memberikan data yang lebih lengkap (Triatmojo,

1999). Pada penelitian kali ini *chart datum* yang akan dihitung adalah *Mean Sea Level* (MSL) dan *Lowest Water Spring* (LWS). Kedua *chart datum* tersebut secara resmi digunakan sebagai datum vertikal untuk pembuatan informasi geospasial, sesuai dengan pasal 13 ayat 3 dan 4 Undang-Undang nomor 4 tahun 2011 tentang Informasi Geospasial yang berbunyi: (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. Metode yang digunakan untuk analisis harmonik data pasang surut di perairan Jakarta, Semarang dan Surabaya terfokus menggunakan metode least square (kuadrat terkecil) dengan perangkat lunak Matlab. Hasil dari penelitian ini kemudian dapat digunakan untuk mengetahui adakah perbedaan signifikan pada nilai *chart datum* pasang surut air laut dari lama pengamatan yang berbeda. Hasil penelitian ini lebih jauh dapat dijadikan pertimbangan terkait penentuan lama pengamatan untuk kepentingan praktis seperti pengamatan pasang surut untuk koreksi kedalaman pada survei batimetri, pertimbangan pembangunan di daerah pantai maupun lepas pantai, dan kepentingan yang memerlukan pengamatan pasang surut air laut. Tujuan penelitian ini adalah menganalisa perbandingan nilai *chart datum* di perairan Jakarta, Semarang, Surabaya yang dihasilkan dari data pengamatan 15 hari, 30 hari, tiga bulan, enam bulan dan satu tahun.

METODE

Pengumpulan Data

Pengumpulan data meliputi data pasang surut dari stasiun pasut BIG di Jakarta tahun 2017 sampai dengan 2018.

Analisis Harmonik Data Pasang Surut

Data pasang surut tahun 2017 diolah setiap variasi lama pengamatan (15 hari dan tiga bulan) untuk mendapatkan nilai amplitudo dan fase masing-masing konstanta pasang surut. Dasar dari analisis harmonik adalah variasi tinggi muka laut diperlakukan sebagai superposisi dari sejumlah

gelombang komponen harmonik pasut, kecepatan sudut dan fasenya dapat dihitung berdasarkan parameter astronomis (Munk dan Cartwright, 1996). Pengolahan dilakukan dengan perangkat lunak Matlab menggunakan metode least square. Prinsip analisis pasut dengan metode kuadrat terkecil yaitu dengan meminimalkan perbedaan sinyal komposit dan sinyal ukuran. Persamaan metode kuadrat terkecil dapat dilihat sebagai berikut (Ali, Mihardja dan Hadi, 1994).

$$h(t_n) = S_0 + \sum_{i=1}^k a_i \cos(\omega_i t_n) + \sum_{i=1}^k b_i \sin(\omega_i t_n) \quad (1)$$

dimana:

- $h(t_n)$: Tinggi muka air fungsi dari waktu (m)
- A_i : Amplitudo komponen ke- i (m)
- P_i : Fase komponen ke- i (derajat)
- ω_i : Kecepatan sudut komponen ke- i
- t_n : Waktu pengamatan per jam
- S_0 : Tinggi muka air rata-rata
- k : Jumlah komponen pasang surut

Perhitungan Nilai *Chart Datum* (MSL dan LWS)

Pada tahap ini dilakukan perhitungan nilai *Mean Sea Level* (MSL) dan *Low Water Spring* (LWS). Berikut adalah formula perhitungan MSL dan LWS (Benyamin, Pratomo dan Yuwono, 2010):

$$MSL = A_{S_0} \quad (2)$$

$$LWS = A_{S_0} - (A_{M_2} + A_{S_2} + A_{N_2} + A_{K_1} + A_{O_1} + A_{P_1} + A_{M_4} + A_{MS4}) \quad (3)$$

Analisa

Dari tahapan sebelumnya didapatkan nilai *chart datum* dari setiap variasi lama pengamatan, oleh karena itu dilakukan analisis perbandingan *chart datum* dari masing-masing variasi lama pengamatan menggunakan uji signifikansi koefisien korelasi untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan signifikan dari nilai masing-masing variasi lama waktu pengamatan. Langkah pertama adalah menghitung nilai koefisien korelasi, dalam penelitian ini digunakan metode korelasi *Product Moment Pearson*. Kegunaan korelasi *Product Moment Pearson* adalah untuk menyatakan ada atau tidaknya hubungan antara variabel X dengan variabel Y. Besarnya

sumbangan variabel satu terhadap yang lainnya dinyatakan dalam persen. Berikut persamaan untuk menghitung korelasi *Product Moment Pearson* (Riduwan, 2003):

$$r = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (4)$$

Keterangan:

- n : Banyaknya pasangan data variabel X dan Y
- $\sum X$: Jumlah variabel X
- $\sum Y$: Jumlah variabel Y
- $\sum X^2$: Kuadrat dari jumlah variabel X
- $\sum Y^2$: Kuadrat dari jumlah variabel Y
- $\sum XY$: Jumlah hasil perkalian variabel X dan Y

Koefisien korelasi merupakan angka yang menunjukkan arah dan kuatnya hubungan antar variabel (Walpole, 1995). Arah hubungan dinyatakan dengan tanda positif atau negatif, sedangkan kuatnya hubungan ditunjukkan dengan besarnya angka koefisien korelasi yang besarnya berkisar antara 0 sampai dengan ± 1 .

Tabel 1. Interpretasi Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,800 – 1,000	Sangat tinggi
0,600 – 0,799	Kuat
0,400 – 0,599	Cukup
0,200 – 0,399	Rendah
0,000 – 0,199	Sangat rendah

Selanjutnya, dilakukan uji signifikansi koefisien korelasi. Menurut Riduwan (2003) dan Ghilani (2010), uji signifikansi koefisien korelasi dimaksudkan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh yang signifikan antar dua variabel (X dan Y). Setelah diketahui nilai koefisien korelasi dari variabel X dan Y, maka uji signifikansi dapat dihitung menggunakan uji t dengan langkah sebagai berikut:

Menentukan hipotesis

Tentukan hipotesis nol dan hipotesis alternatif. Tentukan H_0 , yaitu variabel X tidak berpengaruh signifikan terhadap Y, dan H_1 yaitu variabel X berpengaruh signifikan terhadap Y.

1. Menentukan tingkat signifikansi (α)
Tentukan tingkat signifikansi (α) yang akan digunakan.
2. Menentukan daerah penolakan

Daerah penolakan, yaitu rentang nilai dari uji statistik dimana hipotesis nol harus ditolak. Daerah penolakan berkaitan erat dengan derajat kepercayaan yang digunakan. Jika hasil uji statistik memasuki daerah penolakan, bisa diartikan bahwa sampel statistik dari hipotesis nol berada diluar interval derajat kepercayaan. Derajat kepercayaan yang sering digunakan adalah 95%, maksudnya dalam suatu pengambilan keputusan terdapat 5% kemungkinan terjadinya kesalahan (tingkat signifikansi 5%) (Ghilani dan Wolf, 2006).

- Menentukan nilai t_{hitung} dan t_{tabel}
 Nilai dari t_{tabel} dapat dilihat pada tabel uji-t untuk nilai α dan derajat kebebasan (db)=n-k dimana n adalah jumlah sampel dan k adalah jumlah variabel. Sedangkan nilai t_{hitung} dapat diperoleh dari rumus:

$$t_{hitung} = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (5)$$

Dimana r adalah koefisien korelasi, dan n adalah jumlah sampel.

- Penarikan kesimpulan
 Setelah didapat nilai dari t_{hitung} dan t_{tabel} , sesuaikan dengan daerah penolakan. Jika hasil uji statistik memasuki daerah penolakan, bisa diartikan bahwa sampel statistik dari hipotesis nol berada diluar interval derajat kepercayaan, sehingga hipotesis nol dapat ditolak. Perhitungan nilai koefisien korelasi dan pengujian signifikansi dilakukan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel.

Tahap Akhir

Hasil akhir penelitian ini disajikan dalam bentuk laporan tugas akhir sesuai dengan sistematika dan aturan yang sudah ditetapkan. Metode Penelitian meliputi *state of the art*, metode yang dipakai untuk menyelesaikan masalah dan implementasi didukung uraian teoritik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan *chart datum* bertujuan untuk mendapatkan nilai MSL dan LWS untuk setiap

variasi lama pengamatan di perairan Jakarta. Nilai *chart datum* dari setiap variasi lama pengamatan di perairan Jakarta, Semarang dan Surabaya dapat dilihat pada Tabel 2 sampai 6 di bawah ini.

Tabel 2. Nilai MSL dan LWS dari Data 15 Hari dalam Satuan Meter

Lama Pengamatan	MSL	LWS
15 hari ke-1	0,723	-0,068
15 hari ke-2	0,579	-0,789
15 hari ke-3	0,620	-0,471
15 hari ke-4	0,646	-0,265
15 hari ke-5	0,768	-0,179
15 hari ke-6	0,766	0,123
15 hari ke-7	0,718	0,163
15 hari ke-8	0,675	-0,181
15 hari ke-9	0,723	-0,257
15 hari ke-10	0,730	-0,024
15 hari ke-11	0,704	-0,405
15 hari ke-12	0,703	-0,161

Nilai MSL rata-rata dari data 15 hari di Jakarta adalah 0,696 meter, sedangkan rata-rata LWS sebesar -0,210 meter.

Tabel 3. Nilai MSL dan LWS dari Data Satu Bulan dalam Satuan Meter

Lama Pengamatan	MSL	LWS
1 bulan ke-1	0,683	-0,083
1 bulan ke-2	0,631	-0,124
1 bulan ke-3	0,633	-0,097
1 bulan ke-4	0,669	0,000
1 bulan ke-5	0,775	0,139
1 bulan ke-6	0,766	0,102
1 bulan ke-7	0,717	0,129
1 bulan ke-8	0,713	0,116
1 bulan ke-9	0,717	0,035
1 bulan ke-10	0,706	-0,054
1 bulan ke-11	0,687	0,000
1 bulan ke-12	0,673	-0,028

Nilai MSL rata-rata dari data satu bulan di Jakarta adalah 0,698 meter, sedangkan rata-rata LWS sebesar 0,011 meter.

Tabel 4. Nilai MSL dan LWS dari Data Tiga Bulan dalam Satuan Meter

Lama Pengamatan	MSL	LWS
3 bulan ke-1	0,649	-0,012
3 bulan ke-2	0,738	0,156
3 bulan ke-3	0,716	0,135
3 bulan ke-4	0,689	0,060

Rata-rata nilai MSL di Jakarta sebesar 0,698 meter, dan rata-rata nilai LWS sebesar 0,085 meter.

Tabel 5. Nilai MSL dan LWS dari Data Enam Bulan dalam Satuan Meter

Lama Pengamatan	MSL	LWS
6 bulan ke-1	0,694	0,070
6 bulan ke-2	0,703	0,095

Nilai MSL rata-rata di Jakarta dari data enam bulan adalah sebesar 0,699 meter dan rata-rata LWS sebesar 0,083 meter.

Tabel 6. Nilai MSL dan LWS dari Data Satu Tahun dalam Satuan Meter

Lama Pengamatan	MSL	LWS
1 Tahun	0,698	0,084

Nilai MSL di stasiun Jakarta hasil perhitungan paling rendah dihasilkan dari data 15 hari ke-2 (1 sampai 15 Februari 2017) yaitu sebesar 0,579 meter. Sedangkan nilai MSL tertinggi dihasilkan dari data satu bulan ke-5 (1 sampai 30 Mei 2017) yaitu sebesar 0,775 meter. Sedangkan nilai LWS paling rendah dihasilkan dari data 15 hari ke-2 (1 sampai 15 Februari) dan satu bulan ke-2 (1 sampai 30 Februari 2017) yaitu sebesar -0,783 meter. Sedangkan nilai LWS tertinggi dihasilkan dari data satu bulan ke-7, sebesar 0,163 meter. Hasil perhitungan uji korelasi antara lama pengamatan dan nilai MSL menghasilkan nilai r sebesar 0,056. Hal tersebut menunjukkan bahwa lama pengamatan berkorelasi positif taraf sangat rendah dengan nilai MSL. Sedangkan antara lama pengamatan dan nilai LWS menghasilkan nilai r sebesar 0,327, yang berarti lama pengamatan dan nilai LWS yang dihasilkan berkorelasi positif dalam taraf rendah.

Selanjutnya dilakukan uji signifikansi dengan derajat kepercayaan 95% terhadap data lama pengamatan dan nilai MSL dengan hipotesa sebagai berikut.

H_0 = Lama pengamatan tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai MSL prediksi pasut yang dihasilkan.

H_1 = Lama pengamatan berpengaruh signifikan terhadap nilai MSL prediksi pasut yang dihasilkan.

Sedangkan hipotesa untuk uji signifikansi data lama pengamatan dan nilai LWS adalah sebagai berikut.

H_0 = Lama pengamatan tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai LWS prediksi pasut yang dihasilkan.

H_1 = Lama pengamatan berpengaruh signifikan terhadap nilai LWS prediksi pasut yang dihasilkan.

Data stasiun Jakarta menghasilkan nilai t_{hitung} untuk MSL sebesar 0,057 dan sebesar 1,865 untuk LWS. Nilai t_{tabel} untuk tingkat kepercayaan 95% dan derajat kebebasan sebesar $n_{data} - 1$ adalah sebesar $\pm 1,699$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa H_0 dapat diterima, sehingga dapat dikatakan lama pengamatan pasut di Jakarta tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai MSL dengan selisih rata-rata dari setiap variasi lama pengamatan terkecil 0 meter dan terbesar 0,002 meter, namun berpengaruh signifikan terhadap nilai LWS yang dihasilkan dengan selisih rata-rata dari setiap variasi lama waktu pengamatan terkecil 0,001 meter dan yang terbesar 0,221 meter.

Dapat disimpulkan bahwa nilai prediksi MSL jangka panjang yang baik dapat diperoleh dari Pengamatan selama 15 hari atau 30 hari saja, tanpa perlu pengamatan panjang hingga satu tahun. Sedangkan nilai prediksi LWS semakin baik ketika pengamatan dilakukan semakin lama.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Nilai MSL di stasiun Jakarta paling rendah dihasilkan dari data 15 hari ke-2 (1 sampai 15 Februari 2017) yaitu sebesar 0,579 meter. Sedangkan nilai MSL tertinggi dihasilkan dari data satu bulan ke-5 (1 sampai 30 Mei 2017) yaitu sebesar 0,775 meter. Sedangkan nilai LWS paling rendah dihasilkan dari data 15 hari ke-2 (1 sampai 15 Februari 2017) dan satu bulan ke-2 (1 sampai 30 Februari 2017) yaitu sebesar -0,783 meter. Sedangkan nilai LWS tertinggi dihasilkan dari data satu bulan ke-7, sebesar 0,163 meter.
2. Dapat disimpulkan bahwa nilai prediksi MSL jangka panjang yang baik dapat diperoleh dari Pengamatan selama 15 hari

atau 30 hari saja, tanpa perlu pengamatan panjang hingga satu tahun. Sedangkan nilai prediksi LWS semakin baik ketika pengamatan dilakukan semakin lama. Selisih nilai MSL rata-rata dari setiap variasi lama pengamatan terkecil 0 meter dan terbesar 0,002 meter, dengan selisih nilai LWS rata-rata dari setiap variasi lama waktu pengamatan terkecil 0,001 meter dan yang terbesar 0,221 meter.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis H.A.W.M mengucapkan terimakasih kepada Badan Informasi Geospasial (BIG) yang telah menyediakan data pasang surut untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M., Mihardja, D. K., dan Hadi, S. 1994. Pasang Surut Laut. Kursus Intensif Oseanografi bagi Perwira TNI AL. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2010. SNI 19-7646-2010 Survei Hidrografi Menggunakan *Singlebeam Echosounder*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Benyamin, A. J., Pratomo, D. G., dan Yuwono. 2010. Penentuan *Chart Datum* Dengan Menggunakan Komponen Pasut Untuk Penentuan Kedalaman Kolam Dermaga. *Skripsi*. Surabaya: Departemen Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ghilani, C. D., dan Wolf, P. R. 2006. Adjustment computations Spatial Data Analysis 4th Edition. New Jerseys: John Wiley & Sons Inc.
- Munk, W. H., dan Cartwright, D. E. 1996. Tidal Spectroscopy and Prediction. London: Royal Society Burlington House Piccadilly.
- Pariwono, J. I. 1989. Gaya Penggerak Pasang Surut, dalam Pasang Surut. Ed. Ongkosongo, O.S.R. dan Suyarso. Jakarta: P3O-LIPI.
- Poerbandono, dan Djunarsjah, E. 2005. Survei Hidrografi. Bandung: Rafika Aditama.
- Republik Indonesia. 2011. Undang-Undang No. 4 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial. Lembaran Negara RI Tahun 2011, No. 49. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Riduwan, 2003. Dasar-dasar Statistika. Bandung: Alfa Beta.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Yogyakarta: Beta Offset.
- Walpole, R. E. 1995. Pengantar Statistika: Edisi ke Tiga. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Wardiyatmoko, K. dan Bintarto, H. 1994. Geografi untuk SMU Kelas 1. Jakarta: Erlangga.