

Survei Bathimetri Untuk Pengecekan Kedalaman Perairan

Wilayah Pelabuhan Kendal

Ahmad Hidayat, Bambang Sudarsono, Bandi Sasmito^{*)}

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

Abstrak

Pemeruman adalah proses dan aktivitas yang ditujukan untuk memperoleh gambaran (model) bentuk permukaan (topografi) dasar perairan (seabed surface). Proses penggambaran dasar perairan tersebut (sejak pengukuran, pengolahan hingga visualisasi) disebut dengan survei bathimetri. Model bathimetri (kontur kedalaman) diperoleh dengan menginterpolasikan titi-titik pengukuran kedalaman bergantung pada skala model yang hendak dibuat.

Titik-titik pengukuran kedalaman berada pada lajur-lajur pengukuran kedalaman yang disebut sebagai lajur perum (sounding line). Jarak antar titik-titik fiks perum pada suatu lajur pemeruman setidak-tidaknya sama dengan atau lebih rapat dari interval lajur perum. Salah satu fungsi dari hasil pemeruman adalah untuk reklamasi pantai.

Pasang surut adalah fenomena naik turunnya muka laut secara berkala akibat adanya gaya tarik benda-benda angkasa terutama matahari dan bulan terhadap massa air di bumi. Namun ada pula yang sepakat bahwa pasang surut adalah suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi dan bulan. Pada pemeruman kali ini penulis akan menggunakan alat Echosounder Hi Target HD 370.

Kata Kunci : Pemeruman, Reklamasi pantai, Pasang surut, Jenis alat yang digunakan.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pemetaan pada zaman sekarang ini tidak hanya pada pemetaan wilayah darat saja. Pemetaan wilayah perairan pun sudah sangat berkembang. Adapun metode pemetaan bawah air disebut juga sebagai metode pemeruman.

^{*)} *Penulis Penanggung Jawab*

Pemeruman adalah proses dan aktivitas yang ditujukan untuk memperoleh gambaran bentuk permukaan (topografi) dasar perairan (seabed surface). Proses penggambaran dasar perairan tersebut (sejak pengukuran, pengolahan hingga visualisasi) disebut dengan survei batimetri. Model batimetri diperoleh dengan menginterpolasikan titik-titik pengukuran kedalaman bergantung pada skala model yang hendak dibuat.

Titik-titik pengukuran kedalaman berada pada lajur-lajur pengukuran kedalaman yang disebut sebagai lajur perum (sounding line). Jarak antar titik-titik fiks perum pada suatu lajur pemeruman setidak-tidaknya sama dengan atau lebih rapat dari interval lajur perum. Pengukuran kedalaman dilakukan pada titik-titik yang dipilih untuk mewakili keseluruhan daerah yang akan dipetakan. Pada titik-titik tersebut juga dilakukan pengukuran untuk penentuan posisi. Titik-titik tempat dilakukannya pengukuran untuk penentuan posisi dan kedalaman disebut sebagai titik fiks perum.

Pasang surut adalah fenomena naik turunnya muka laut secara berkala akibat adanya gaya tarik benda-benda angkasa terutama matahari dan bulan terhadap massa air di bumi. Namun ada pula yang sepakat bahwa pasang surut adalah suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi dan bulan.

PERUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Berapa ketelitian pengukuran pada lokasi pemeruman ?
2. Berapa rata-rata kedalaman perairan di lokasi perum ?

RUANG LINGKUP PENELITIAN

Dalam penulisan ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut :

1. Daerah penelitian adalah perairan wilayah Pelabuhan Kendal.
2. Metode pengukuran yang dipakai ialah metode pemeruman.
3. Pengolahan data dan penggambaran menggunakan software NAV 7.0, microsoft excel, dan Software Autocad Land Dekstop

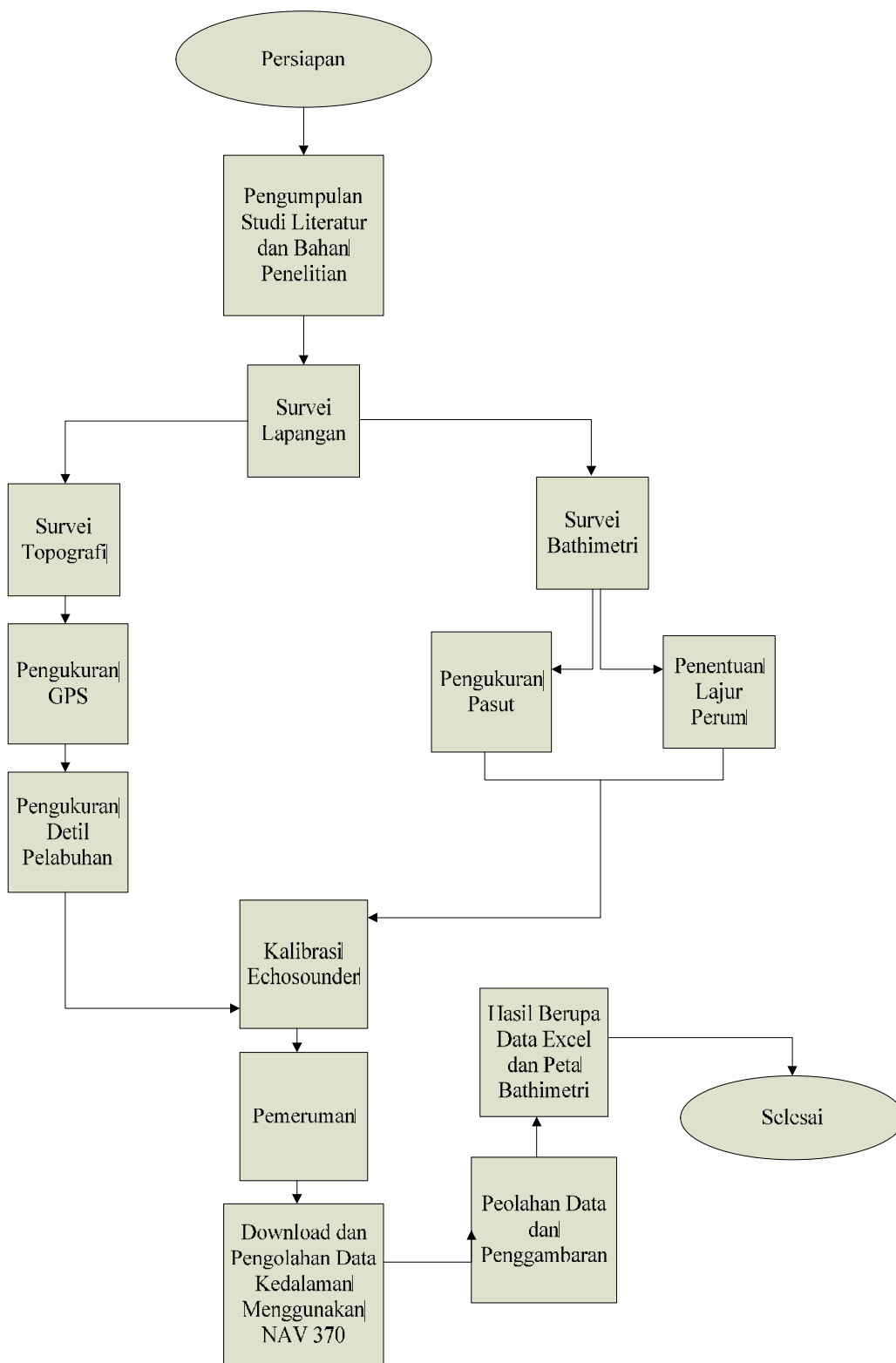
MAKSUDDANTUJUANPENELITIAN

Adapun maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui kedalaman perairan wilayah Pelabuhan Kendal.
2. Untuk mengetahui pasang surut gelombang wilayah Pelabuhan Kendal.

METODELOGI PENELITIAN

Dalam metodologi penelitian ini akan melibatkan beberapa metode penelitian secara sekaligus, yaitu : studi literatur, akuisisi data, pengolahan data dan analisis data. Adapun metodologi penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada diagram alir berikut :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

DASAR TEORI

SURVEI HIDROGRAFI

Survei adalah kegiatan terpenting dalam menghasilkan informasi hidrografi, seperti penentuan posisi laut dan penggunaan sistem referensi, pengukuran kedalaman, pengukuran arus, pengukuran sedimen, pengamatan pasut, pengukuran detail situasi dan garis pantai. (Eka Djunasjah, 2005)

Data-data yang diperoleh dari aktivitas-aktivitas tersebut diatas dapat disajikan sebagai informasi dalam bentuk peta dan non-peta serta disusun dalam bentuk basis data kelautan.

Kata hidrografi merupakan serapan dari bahasa inggris ‘hydrography’ . secara etimologis, ‘hidrography’ ditemukan dari kata sifat dalam bahasa Prancis abad pertengahan ‘hydrographique’, sebagai kata yang berhubungan dengan sifat dan pengukuran badanair, misalnya: kedalaman dan arus (Merriam-Webster Online, 2004)

PEMERUMAN

Pemeruman adalah proses dan aktivitas yang ditunjukkan untuk memperoleh gambaran (model) bentuk permukaan (topografi) dasar perairan (seabed surface). Proses penggambaran dasar perairan tersebut (sejak pengukuran, pengolahan hingga visualisasinya) disebut sebagai survei batimetri.(Bambang Triatmodjo, 1999)

Pemeruman dilakukan dengan membuat profil (potongan) pengukuran kedalaman. Lajur perum dapat berbentuk garis-garis lurus, lingkaran-lingkaran konsentrik, atau lainnya sesuai metode yang digunakan untuk penentuan posisi titik-titik fiks perumnya. Lajur-lajur perum didesain sedemikian rupa sehingga memungkinkan pendeteksian perubahan kedalaman yang lebih ekstrim. Untuk itu, desain lajur-lajur perum harus memperhatikan kecenderungan bentuk dan topografi pantai sekitar perairan yang akan disurvei. Agar mampu mendeteksi perubahan

kedalaman yang lebih ekstrem lajur perum dipilih dengan arah yang tegak lurus terhadap kecenderungan arah garis pantai. (Bambang Triatmodjo, 1999)

TITIK PERUM

Pemeruman dilakukan dengan membuat profil (potongan) pengukuran kedalaman. Lajur perum dapat berbentuk garis-garis lurus, lingkaran-lingkaran konsentrik, atau lain nya sesuai metode yang digunakan untuk

Ketelitian posisi tetap perum pada survei dengan menggunakan singlebeam echosounder adalah ketelitian posisi transducer. Global Positioning System (GPS) merupakan salah satu sistem penentuan posisi yang banyak digunakan dalam survei hidrografi.

PASANG SURUT GELOMBANG

Pasang surut laut (*ocean tide*) adalah fenomena naik dan turunnya permukaan air laut secara periodik yang disebabkan oleh pengaruh gravitasi benda-benda langit terutama bulan dan matahari. Pengaruh gravitasi benda-benda langit terhadap bumi tidak hanya menyebabkan pasut laut, tetapi juga mengakibatkan perubahan bentuk bumi (*bodily tides*) dan atmosfer (*atmospheric tides*). Istilah pasut yang merupakan gerak naik dan turun muka laut dengan periode rata-rata sekitar 12.4 jam atau 24.8 jam. Fenomena lain yang berhubungan dengan pasut adalah arus pasut, yaitu gerak badan air menuju dan meninggalkan pantai saat air pasang dan surut. (Bambang Triatmodjo, 1999)

Fenomena pembangkitan pasut menyebabkan perbedaan tinggi permukaan air laut pada kondisi kedudukan-kedudukan tertentu dari bumi, bulan dan matahari. Saat spring, yaitu saat kedudukan matahari segaris dengan sumbu bumi-bulan, maka terjadi pasang maksimum pada titik di permukaan bumi yang berada di sumbu kedudukan relatif bumi, bulan dan matahari. Saat tersebut terjadi ketika bulan baru dan bulan purnama. Fenomena pasut pada kedudukan demikian disebut dengan spring tide atau pasut perbani.

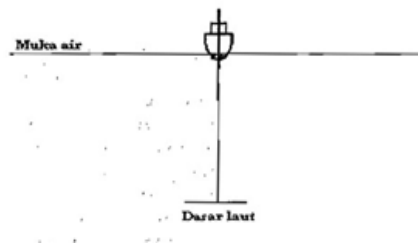
Saat neap, yaitu saat kedudukan matahari tegak lurus dengan sumbu bumi-bulan, terjadi pasut minimum pada titik di permukaan bumi yang tegak lurus sumbu bumi-bulan. Saat tersebut terjadi di perempat bulan awal dan perempat bulan akhir. Fenomena pasut pada kedudukan demikian disebut dengan neap tide atau pasut mati. Tunggang pasut (jarak vertikal kedudukan permukaan air tertinggi dan terendah) saat spring lebih besar dibanding saat neap.

DESAIN LAJUR PERUM

Pemeruman dilakukan dengan membuat profil (potongan) pengukuran kedalaman. Lajur perum dapat berbentuk garis-garis lurus, lingkaran-lingkaran konsentrik, atau lainnya sesuai metode yang digunakan untuk penentuan posisi titik-titik fiks perumnya. Lajur-lajur perum didesain sedemikian rupa sehingga memungkinkan pendeteksian perubahan kedalaman yang lebih ekstrim. Untuk itu, desain lajur-lajur perum harus memperhatikan kecenderungan bentuk dan topografi pantai sekitar perairan yang akan disurvei. Agar mampu mendeteksi perubahan kedalaman yang lebih ekstrem lajur perum dipilih dengan arah yang tegak lurus terhadap kecenderungan arah garis pantai. (Eka Djunasjah, 2005)

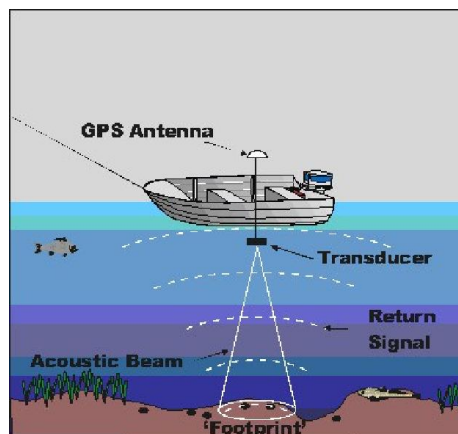
SINGLEBEAM ECHOSOUNDER

Sistem batimetri dengan menggunakan singlebeam secara umum mempunyai susunan transceiver (transducer/reciever) yang terpasang pada lambung kapal atau sisi bantalan pada kapal. Sistem ini mengukur kedalaman air secara langsung dari kapal penyelidikan. Transciever yang terpasang pada lambung kapal mengirimkan pulsa akustik dengan frekuensi tinggi yang terkandung dalam beam (gelombang suara) secara langsung menyusuri bawah kolom air. Energi akustik memantulkan sampai dasar laut dari kapal dan diterima kembali oleh tranceiver seperti pada gambar 3.4. Transceiver terdiri dari sebuah transmitter yang mempunyai fungsi sebagai pengontrol panjang gelombang pulsa yang dipancarkan dan menyediakan tenaga elektrik untuk frekuensi yang diberikan.



Gambar 2. *Singlebeam Echosounder*

Transmitter ini menerima secara berulang-ulang dalam kecepatan yang tinggi, sampai pada orde kecepatan milisekon. Perekaman kedalaman air secara berkesinambungan dari bawah kapal menghasilkan ukuran kedalaman beresolusi tinggi sepanjang lajur yang disurvei. Informasi tambahan seperti heave (gerakan naik-turunnya kapal yang disebabkan oleh gaya pengaruh air laut), pitch (gerakan kapal ke arah depan (mengangguk) berpusat di titik tengah kapal), dan roll (gerakan kapal ke arah sisi-sisinya (lambung kapal) atau pada sumbu memanjang) dari sebuah kapal dapat diukur oleh sebuah alat dengan nama Motion Reference Unit (MRU), yang juga digunakan untuk koreksi posisi pengukuran kedalaman selama proses berlangsung.



Gambar 3. Proses *Singlebeam Echosounder* (Bambang Triatmodjo, 2008)

SUMBER KESALAHAN DAN KALIBRASI

Hampir semua sumber kesalahan merupakan kesalahan sistematis, sehingga dapat didesain cara mengatasinya untuk mendapatkan hasil pengukuran yang benar. Cara yang efektif untuk menjaga ketelitian pemeruman adalah dengan melakukan kalibrasi menggunakan cakra tera (bar check). Kalibrasi ini sangat membantu untuk mendapatkan ukuran kedalaman yang benar akibat beberapa sumber kesalahan sekaligus. Bar check terbuat dari lempeng logam berbentuk lingkaran atau segi empat yang digantungkan pada tali atau rantai berskala dan diletakkan di bawah transduser. Tali atau rantai berskala dipakai sebagai pembandingan hasil pengukuran dengan alat perum gema. Pembandingan pengukuran kedalaman dilakukan untuk setiap perubahan kedalaman, mulai dari kedalaman 0 hingga kedalaman maksimum yang akan diperum dengan interval 1 m. Kalibrasi dengan bar check dilakukan setelah pengesetan pulsa awal nol dilakukan (goresan saat pena stilus mendapatkan arus listrik dari gelombang pancar ditepatkan pada skala 0) dan dimulai dari kedalaman tali skala bar check 1 meter. Setelah itu, kedudukan bar check diturunkan dengan selang satu meter hingga kedalaman maksimum daerah yang akan diperum. Selanjutnya, dari kedalaman maksimum, tali bar check ditarik dengan selang 1 meter hingga kembali pada kedudukan 1 meter.

Kalibrasi dengan bar check harus dilakukan langsung sebelum dan setelah pemeruman dilakukan pada satu sesi atau satu hari pemeruman. Sebelum pemeruman dilakukan, dipilih suatu kawasan air yang relatif tenang dan dalam dengan kapal yang berhenti untuk kalibrasi awal. Pemilihan lokasi bar check pada air tenang dilakukan agar lempeng logam tidak melayang karena arus, sehingga tetap berada di bawah transduser. Kedalaman tempat kalibrasi juga penting untuk memperoleh kedalaman kalibrasi yang maksimum. Data ukuran kedalaman yang telah dikoreksi dengan kalibrasi menggunakan bar check dapat dianggap terbebas dari sumber kesalahan karena sifat perambatan gelombang pada medium air laut. Selain kalibrasi dengan bar check, data hasil pengukuran kedalaman harus diberi koreksi-koreksi karena kesalahan akibat :

1) Sarat transduser , dengan mengukur kedudukan (jarak vertikal) permukaan transduser terhadap bidang permukaan laut.

2) Settlement dan squat (jika dianggap berarti), dengan membandingkan kedudukan vertikal transduser terhadap permukaan air saat kapal berjalan.

3) Pasut, dengan koreksi tinggi muka air laut sesaat (sounding datum) terhadap tinggi bidang referensi vertikal (MSL dan chart datum) yang diperoleh dari pengolahan data pengamatan pasut.

AKURASI KEDALAMAN STANDAR NASIONAL INDONESIA 7646:2010

Berikut ini adalah tabel akurasi kedalaman yang tercantum di dalam Standar Nasional Indonesia

Tabel 2. Ketelitian pengukuran parameter survei hidrografi (SNI 7646-2010- Hidrografi)

No	Deskripsi	Kelas			
		Orde Khusus	Orde1	Orde2	Orde3
1	Akurasi horizontal	2m	5m+5% dari kedalaman rata-rata	20m+5% dari kedalaman rata-rata	150m+ 5% dari kedalaman rata-rata
2	Alat bantu navigasi tetap dan kenampakan yang berhubungan dengan navigasi	2m	2m	5m	5m
3	Garis pantai	10m	20m	20m	20m
4	Alat bantu navigasi terapung	10m	10m	20m	20m
5	Kenampakan topografi	10m	10m	20m	20m
6	Akurasi Kedalaman	a=0,25m b=0,0075	a=0,5m b=0,013	a=1,0m b=0,023	a=1,0m b=0,023

HASIL STANDAR DEVIASI

Standar deviasi dari data overlap yang diperoleh dari proses pemeruman. Terdapat 43 titik overlap dimana pada setiap titik overlap nya memiliki selisih kedalaman yang masuk toleransi pada orde khusus.

Adapun rumus standar deviasi nya adalah sebagai berikut :

$$\pm\sqrt{a^2 + (bxd)^2}$$

Dimana :

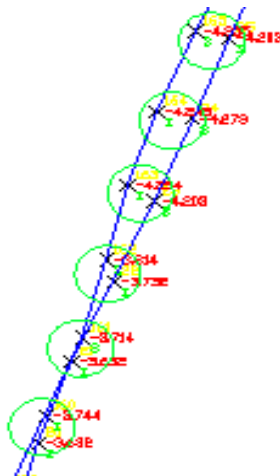
a = kesalahan independen (jumlah kesalahan yang bersifat tetap).

b = faktor kesalahan kedalaman dependen (jumlah kesalahan yang bersifat tidak tetap).

d = kedalaman terukur.

(b x d) = kesalahan kedalaman yang dependen (jumlah semua kesalahan kedalaman yang dependen).

Berikut ialah ilustrasi gambar titik perum yang bertampalan :



Gambar 4. Tampilan titik

Dimana pada contoh gambar diatas terletak pada jalur 1 dan jalur 3 pemeruman. Kemudian berikut adalah data titik perum bertampalan yang telah dihitung standar deviasi nya :

Tabel 3. Tabel perhitungan standar deviasi titik

No	Pasangan Titik Validasi		Rata Kedalaman	Selisih Kedalaman	Akurasi SD SNI	Keterangan
	8	148				
1	8	148	3,312	0,022	0,251	Diterima
2	9	149	3,322	0,122	0,251	Diterima

Dari data diatas didapatkan selisih minimal kedalaman 0,003 meter, selisih maksimal kedalaman 0,289 meter, rata-rata selisih kedalaman 0,085 meter, standar deviasi selisih kedalaman 0,064 meter, dan standar deviasi SNI 0,251 dan 0,252 meter. Adapun standar deviasi SNI didapat dari variabel a dan b pada orde khusus dimana $a = 0,25$ meter, dan $b = 0,0075$ meter. Dari 43 jumlah titik yang bertampalan dapat dinyatakan bahwa 41 titik masuk pada orde khusus dan 2 titik ditolak pada orde khusus.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diangkat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil standar deviasi titik pemeruman, hasil pengukuran di lokasi perum masuk pada orde khusus yakni dengan nilai standar deviasi 0,064 meter.
2. Nilai Mean Sea Level (MSL) yang didapat dari pengukuran pasang surut 1 piantan di perairan pelabuhan kendal adalah 0,602 meter. Dimana pasang tertinggi terjadi pada pukul 11.00 dengan nilai 0,96 meter dan surut terendah terjadi pada pukul 23.00 dengan nilai 0,305 meter. Kedalaman rata-rata dari pemeruman yang dilakukan di pelabuhan kendal ialah 2,898 meter. Sedangkan kedalaman terkoreksi rata-rata yang didapat dari proses perhitungan adalah 3,209 meter.

SARAN

1. Sebaiknya menggunakan software navigasi yang terintegrasi pada alat, sehingga dapat meminimalisir adanya kesalahan pada posisi titik perum.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewantoro,A. 2012. *Analisis Ketelitian Hasil Perairan Dangkal Menggunakan Multibeam Echosounder (Studi Kasus: Suvei di Perairan Muara Karang – Teluk Jakarta)*. Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Geodesi (Undip), Semarang.
- Djunarsah, E., Poerbandono. (2005). *Survei Hidrografi*. Bandung: Refika Aditama
- Triatmodjo,B. (2005). *Pelabuhan..* Yogyakarta : Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada
- Triatmodjo,B. (1999). *Teknik Pantai..* Yogyakarta : Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada
- Widyandinata,D. 2012. *Penentuan Elevasi Optimal Untuk Perancangan Pemecah Gelombang (Studi Kasus: Pelabuhan Penyeberangan Kendal)* Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Geodesi (Undip), Semarang.
- _____. 2009..<http://developertrend.com/pengukuran-penampang-memanjang-dan-melintang.php>
- _____. 2005. <http://belajargeomatika.wordpress.com/2011/06/18/pengukuran-profil-memanjang-dan-melintang/>
- _____. 2005. <http://belajargeomatika.wordpress.com/2012/06/14/pemeruman-sounding/>