

ANALISIS KETELITIAN PEMETAAN BATIMETRI MENGGUNAKAN SISTEM PENENTUAN POSISI BERBASIS SATELIT DENGAN METODE ABSOLUT DAN DIFERENSIAL (STUDI KASUS: PERAIRAN TELUK JAKARTA)

Muhammad Gani Ihsan Nasution¹, Ira Puspita Dewi¹, Baharuddin¹

¹ Muhammad Gani Ihsan Nasution Universitas Lambung Mangkurat.

¹ Ira Puspita Dewi Universitas Lambung Mangkurat.

¹ Baharuddin Universitas Lambung Mangkurat.

*Corresponding author. Email: mganiih sann@gmail.com

Abstrak

Model batimetri merupakan representasi visual yang menyajikan informasi tentang kedalaman perairan beserta kondisi fisik dan struktur dasar laut (*seabed*), salah satunya dapat digunakan untuk kepentingan pemanatauan sedimentasi. Salah satu permasalahan utama di Perairan Teluk Jakarta adalah laju sedimentasi tinggi akibat transfer massa sedimen dari hulu, yang juga ditambah oleh aktivitas reklamasi di pesisir utara Jakarta (Aprilia dan Pratomo, 2017). Beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan ini salah satunya dengan memantau perubahan kedalaman secara *time series* melalui pemetaan batimetri dengan alat berketelitian tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi tingkat ketelitian instrumen *fishfinder* SBES dalam aplikasi pemetaan batimetri. Berdasarkan hasil penelitian diketahui tingkat akurasi pengukuran posisi horizontal instrumen *fishfinder* yang diukur menggunakan metode absolut adalah 2,153 m terhadap pengukuran diferensial RTK-GPS. Ketelitian vertikal hasil bacaan alat yang sama sebesar 0,094 m dengan nilai komparasi terhadap bacaan *standard* SBES adalah 0,17 m. Hasil pengujian menunjukkan pemanfaatan alat *fishfinder* SBES untuk aplikasi pemetaan batimetri dapat dilaksanakan pada ketentuan survei orde 1 untuk penentuan posisi horizontal dan survei orde khusus untuk pengukuran kedalaman.

Kata Kunci: Pemeruman, Batimetri, Survei Hidrografi.

Abstract

Bathymetry model is a visual representation that presents information about the depth of water along with the physical condition and structure of the seabed, one of which can be used for sedimentation monitoring purposes. One of the main problems in the Jakarta Bay waters is the high sedimentation rate due to sediment mass transfer from upstream, which is also added by reclamation activities on the north coast of Jakarta (Aprilia and Pratomo, 2017). Several efforts can be made to overcome this problem, one of which is by monitoring changes in depth in time series through bathymetry mapping with high accuracy tools. The purpose of this research is to evaluate the accuracy of the SBES fishfinder instrument in bathymetry mapping applications. Based on the results of the study, it is known that the level of accuracy of horizontal position measurements of fishfinder instruments measured using the absolute method is 2.153 m against RTK-GPS differential measurements. The vertical accuracy of the same tool reading results is 0.094 m with a comparative value to the SBES standard reading of 0.17 m. The test results show that the utilization of the SBES fishfinder tool for bathymetry mapping applications can be carried out in the 1st order survey provisions for horizontal positioning and special order surveys for depth measurement.

Keywords: Sounding, Bathymetry, Hydrographic Survey.

PENDAHULUAN

Pemeruman atau *sounding* merupakan proses pengukuran kedalaman yang bertujuan untuk memperoleh representasi atau model dari topografi dasar suatu perairan (*seabed*) (Poerbandono dan Djunarsah, 2005). Hasil pemeruman kemudian diolah dalam bentuk spasial berupa peta batimetri yang umum digunakan untuk navigasi pelayaran, pembangunan pelabuhan, perencanaan bangunan pantai, pemantauan sedimentasi, dan eksplorasi minyak bumi.

Pemeruman menggunakan pendekatan akustik biasanya melibatkan penggunaan instrumen *echosounder*, seperti salah satunya ialah *singlebeam echosounder* (SBES). Berdasarkan istilahnya alat SBES terbagi menjadi dua, yakni *standard* SBES dan *fishfinder* SBES. Istilah *standard* SBES merujuk pada instrumen SBES yang di produksi/dirancang khusus untuk survei pemetaan, sedangkan *fishfinder* SBES segmentasinya dalam aplikasi navigasi dan deteksi ikan (Cahyono dan Basith, 2014).

Peta batimetri merupakan representasi visual yang menyajikan informasi spasial berupa kedalaman dan bentuk konfigurasi dasar perairan (*seabed contour*). Peta batimetri dihasilkan dari serangkaian rekonstruksi titik-titik pengukuran kedalaman yang dinamakan dengan titik *fix* perum menggunakan teknik interpolasi (Siregar *et al.*, 2009). Titik *fix* perum terdiri dari dua set data, yakni posisi horizontal (x,y) dan posisi vertikal (z/kedalaman).

Posisi horizontal mengacu pada posisi bidang data sumbu x,y yang menyatakan posisi relatif suatu objek di permukaan bumi. Pengukuran posisi horizontal dalam pengukuran *sounding* salah satunya dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi satelit GPS (*Global Positioning System*). Penentuan posisi horizontal dalam *sounding* dilakukan menggunakan konsep *kinematic positioning*, dengan metode pengukurannya dapat dibedakan menjadi

dua, yaitu pengukuran absolut dan diferensial (Abidin, 2021).

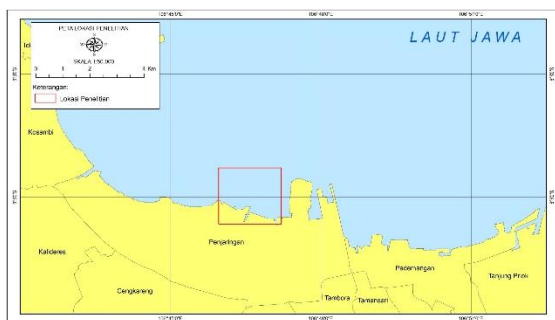
Permasalahan klasik di Perairan Teluk Jakarta adalah laju sedimentasi tinggi akibat transfer massa sedimen dari hulu, yang juga ditambah oleh aktivitas reklamasi di pesisir utara Jakarta (Aprilia dan Pratomo, 2017). Salah satu metode yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan memantau perubahan kedalaman secara berkala melalui pemetaan batimetri, yang melibatkan penggunaan alat berketelitian tinggi untuk mendeteksi jejak perubahan kedalaman seiring berjalannya waktu.

Berdasarkan hasil uraian diatas, penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengevaluasi tingkat ketelitian instrumen *fishfinder* SBES dalam aplikasi pemetaan batimetri, dengan mempertimbangkan studi kasus di wilayah penelitian. Evaluasi dilakukan terhadap akurasi horizontal dan vertikal dengan mengujinya menggunakan metode absolut dan diferensial untuk posisi horizontal, serta melihat kestabilan alat merekam kedalaman pada posisi yang sama dalam waktu yang berbeda untuk penentuan posisi vertikal (kedalaman), dimana hasil penelitian dapat dapat berguna sebagai rujukan ada pemilihan alat dan metode yang optimal untuk pemetaan batimetri menggunakan *singlebeam echosounder* yaitu tipe *fishfidner* SBES, baik dalam keperluan teknis maupun praktis serta dapat menjadi data dasar untuk pemantauan perubahan kedalaman di Perairan Teluk Jakarta.

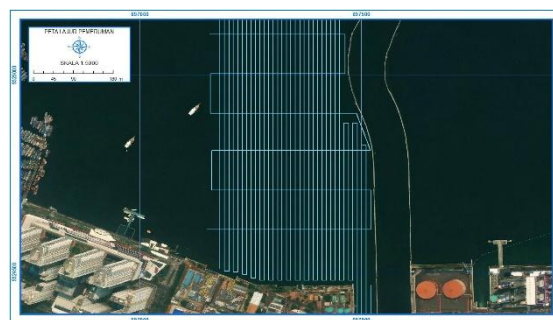
METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam rentang waktu Mei – Desember 2023 berlokasi di Perairan Teluk Jakarta (Gambar 1) meliputi tahap studi literatur, pengumpulan data, analisis data, dan penulisan laporan.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian



Gambar 2. Desain Lajur Pemeruman

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan selama studi sebagaimana terlihat pada Tabel 1 di bawah:

Tabel 1. Alat dan bahan yang diterapkan dalam penelitian

No.	Alat dan Bahan	Kegunaan
1.	Kapal	Transportasi selama pemeruman
2.	Standard SBES (CHCNav D230)	Mengukur kedalaman
3.	Fishfinder SBES (Garmin GPSMap 585 Plus)	Mengukur kedalaman
4.	GNSS geodetik	Mengukur koordinat data perum
5.	Tripod	Penyangga GPS geodetik
6.	Laptop	Display dan controller unit SBES
7.	Batu Duga	Barcheck kedalaman

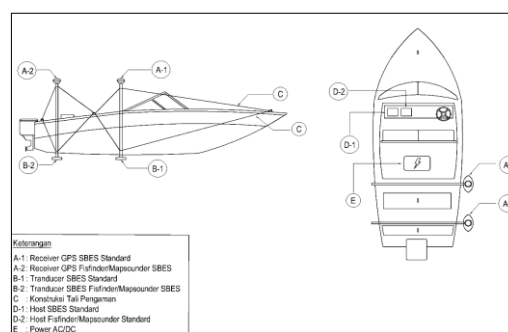
Perolehan Data

Desain Lajur Pemeruman

Jalur pemeruman dibuat berdasarkan lajur utama dan lajur silang (*crosscheck lines*). Lajur pemeruman dibuat dengan *output* peta batimetri skala 1:1000 sehingga pada penelitian ini spasi tiap lajur utama adalah 10 m dan lajur silang sebesar 100 m sebagaimana terlihat pada Gambar 2 berikut:

Pemeruman

Pengukuran kedalaman dilakukan menggunakan dua instrumen *singlebeam echosounder* (SBES), yaitu *standard SBES* (CHCNav D230 dan *fishfinder SBES* (Garmin GPSMap 585 Plus). Pemeruman dilakukan berdasarkan jalur batimetri yang telah dibuat. Penempatan alat selama pengukuran dilakukan pada posisi berdampingan seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Konfigurasi Peralatan di Lapangan

Posisi Horizontal

Pengukuran posisi horizontal dilakukan dengan dua alat dan metode, yakni diferensial RTK (GPS geodetik) dan absolut (internal *receiver fishfinder SBES*). Skema pengukuran sebagaimana terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Pengukuran Posisi Horizontal

Pasang Surut

Data pasang surut menggunakan data sekunder yang diakusisi dari laman (www.ioc-seawatermonitoring.org). Data yang digunakan selama 31 hari, sejak 1 – 31 Mei 2023.

Analisis Data

Pasang Surut

Analisis data pasut digunakan untuk mendapatkan konstanta harmonik pasang surut (pasut) di lokasi studi yang nantinya akan digunakan untuk menetapkan tinggi *chart datum*. Perhitungan menggunakan Iwagaki dan Sawaragi (1979) dan Beer (1997) dalam Baharuddin (2002) sebagaimana pada Tabel 2 dibawah:

Tabel 2. Perhitungan Chart Datum dan Tunggang Pasut

Karakteristik Pasang Surut	Formula
HAT	$LAT + 2 (K_1 + O_1 + S_2 + M_2)$
MSL	S_0
LAT	$MSL - AK_1 - AO_1 - AS_2 - AM_2$
Tidal Range	$HAT - LAT$

Kedalaman Tekoreksi

Data pengukuran *sounding* terlebih dahulu dikoreksikan terhadap sarat transduser, pasang surut, dan *chart datum* sehingga menghasilkan data terkoreksi, sebagaimana menggunakan persamaan berikut:

$$d_t = d_{ukur} + d_{transducer}$$

$$d_{HAT} = d_t - (h_t - HAT)$$

$$d_{MSL} = d_t - (h_t - MSL)$$

$$d_{LAT} = d_t - (h_t - LAT)$$

Posisi Horizontal

Baik data pengukuran diferensial RTK pada GPS geodetik dan absolut GPS pada internal receiver GPS *fishfinder* SBES tidak perlu dilakukan pengolahan data, Karena menggunakan metode *real time processing data*.

Uji Akurasi Horizontal

Tahap pengujian dilakukan untuk melihat sejauh mana kemampuan instrumen *fishfinder* SBES dalam aplikasi pemetaan batimetri. Uji posisi horizontal di uji dengan melihat pergeseran linear koordinat x,y *fishfinder* SBES terhadap pengukuran RTK-GPS menggunakan persamaan berikut:

$$d_{12} = \sqrt{(E_M - E_G)^2 + (N_M - N_G)^2}$$

Uji Akurasi Vertikal

Uji vertikal (kedalaman) dengan membandingkan data kedalaman *fishfinder* SBES pada titik bertampalan dan terhadap pengukuran kedalaman dengan alat *standard* SBES. Pengujian kemudian merujuk pada ketentuan SNI-7646 sebagaimana pada persamaan dan Tabel 3 berikut:

$$\pm \sqrt{a^2 + (b \times d)^2}$$

Tabel 3. Ketelitian Pengukuran Kedalaman

Deskripsi	Kelas			
	Orde Khusus	Orde 1	Orde 2	Orde 2
Akurasi kedalaman	a = 0,25 m b = 0,0075	a = 0,5 m b = 0,013	a = 1,0 m b = 0,023	a = 1,0 m b = 0,023

HASIL DAN PEMBAHASAN

Chart Datum dan Tunggang Pasut

Berdasarkan hasil pengolahan data pasang surut menggunakan metode *admiralty* diperoleh nilai *chart datum* untuk pasang tertinggi (HAT), muka air laut rata-rata (MSL), dan surut terendah (LAT) berturut-turut 160,15 cm, 112,20 cm, dan 64,25 cm. Selisih tunggang pasut masing-masing untuk referensi HAT-MSL, MSL-LAT, dan HAT-LAT adalah 47,95 cm dan 95,90 cm. Selanjutnya nilai masing-masing *chart datum* dapat digunakan untuk tahap koreksi data pengukuran kedalaman. Hasil perhitungan secara lengkap seperti pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Chart Datum dan Tunggang Pasut di Perairan Teluk Jakarta

Karakteristik Pasang Surut	Formula	Referensi			
		HAT (cm)	MSL (cm)	LAT (cm)	Palem Pasut (cm)
HAT	$LWS + 2(K_1 + O_1 + S_2 + M_2)$	0	47.95	95.90	160.15
MSL	S_0	-47.95	0	47.95	112.20
LAT	$MSL - AK_1 - AO_1 - AS_2 - AM_2$	-95.90	-47.95	0	64.25
Tidal Range	HAT - LAT				22.17

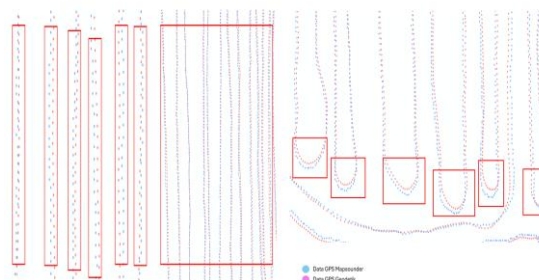
Evaluasi Posisi Horizontal

Pengukuran posisi horizontal dilakukan menggunakan dua instrumen GPS, yakni GPS geodetik dan internal *receiver fishfinder* SBES. Pengukuran pada GPS geodetik menggunakan metode diferensial RTK, adapun pengukuran pada *fishfinder* menggunakan metode absolut. Posisi horizontal pada pengukuran RTK-GPS digunakan sebagai titik uji yang dianggap benar. Hasil pengukuran menggunakan posisi horizontal dengan RTK-GPS pada 4550 data diperoleh rms *error* horizontal sebesar 8,39 cm, 6,20 cm, dan 4,03 cm. Hasil tersebut berturut-turut menyatakan maksimum, rata-rata, dan minimum. dengan nilai *error* rata-rata yang kecil (≤ 10 cm), maka data pengukuran RTK-GPS dapat digunakan untuk titik uji data GPS *fishfinder*.

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh pergeseran linear posisi horizontal *fishfinder* terhadap RTK-GPS adalah sebesar 6,635 m, 2,153 m, dan 0,105 m untuk nilai maksimum, rata-rata, dan minimum. Pengujian dilakukan pada *epoch* yang sama, sehingga hasil pengujian dapat merepresentasikan hasil yang serupa. Hasil studi menunjukkan titik-titik

Posisi horizontal kedalaman yang diukur dengan RTK-GPS menunjukkan pola yang cenderung stabil (*smooth*) mengikuti arah lajur pemeruman, sedangkan untuk instrumen *fishfinder* cenderung kasar (*rough*) (Gambar 5). Pergeseran linear *fishfinder* cenderung lebih besar ketika kapal melakukan manuver berpindah lajur. Berdasarkan hasil pergeseran linear tersebut diketahui pengukuran posisi horizontal melalui instrumen *fishfinder*

untuk pemetaan batimetri berada pada batas toleransi untuk kelayakan survei orde 1.



Gambar 5. Pengujian Titik-Titik Posisi Horizontal Kedalaman

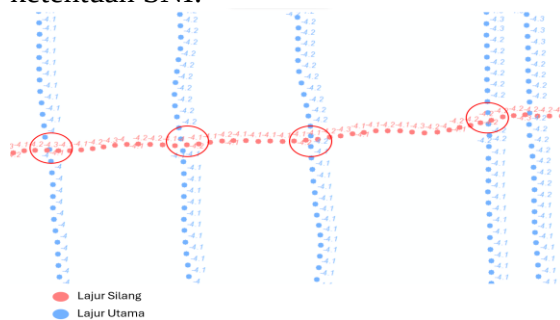
Evaluasi Posisi Vertikal

Pengujian data kedalaman dilakukan pada titik yang saling bertampalan/berdekatan antara lajur utama dan lajur silang. Pengujian dilakukan dua tahap, pengujian terhadap data hasil bacaan pada alat yang sama dan dilakukan hasil bacaan dengan pembandingan dari alat *standard* SBES (Gambar 6 dan Gambar 7).

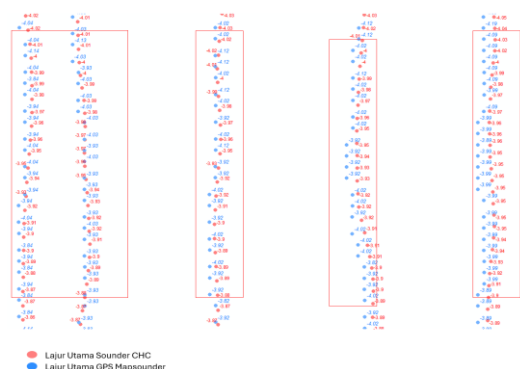
Hasil pengujian data kedalaman pada alat yang sama didapat nilai simpangan data kedalaman sebesar 0,283 m, 0,094 m, dan 0,001 m, sebagai nilai maksimum, rata-rata, dan minimum. Pengujian tersebut dilakukan pada 75 set data yang berada masing-masing bertampalan pada lajur utama dan lajur silang. Dari 75 data sebanyak 73 data berada pada orde khusus dan 3 sisanya masuk dalam orde 1. Secara statistik menunjukkan bahwa $\geq 96\%$ dari layak digunakan untuk ketentuan survei orde khusus.

Hasil komparasi dengan bacaan kedalaman alat *standard* SBES memperoleh simpangan baku sebesar 0,29 m, 0,17 m, dan 0 meter. Berdasarkan ketentuan SNI nilai simpangan tersebut berada dalam kategori survei orde khusus. Hasil pengujian ini dilakukan pada lajur utama yang sama dengan waktu perekaman yang sama. Hasil pengujian pada tahap ini menunjukkan selisih bacaan data kedalaman antara *fishfinder* SBES terhadap *standard* SBES masih berada pada batas

toleransi survei orde khusus sesuai ketentuan SNI.



Gamabr 6. Pengujian Data Kedalaman pada Lajur Utama dan Lajur Silang



Gambar 7. Uji Data Kedalaman Fishfinder SBES dengan Standard SBES

KESIMPULAN

Ketelitian pengukuran posisi horizontal alat *fishfinder* SBES yang diukur menggunakan metode absolut *positioning* menunjukkan tingkat akurasi sebesar 2,153 m. Uji ketelitian vertikal diketahui memperoleh nilai konsistensi bacaan kedalaman sebesar 0,094 pada kondisi pengujian antara lajur utama dan lajur silang, sedangkan komparasi bacaan kedalaman terhadap *standard* SBES yakni 0,17 m. Berdasarkan hasil kedua pengujian pada parameter horizontal (x,y) dan kedalaman (z), aplikasi *fishfinder* SBES untuk pemetaan batimetri diketahui berada pada batas toleransi orde 1 untuk posisi horizontal dan toleransi orde khusus untuk bacaan kedalaman.

DAFTAR PUSTAKA

Abidin, H. Z. (2021). *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. ITB Press.

Aprilia, E., & Pratomo, D. G. (2017). Pemodelan Hidrodinamika 3-Dimensi Pola Persebaran Sedimentasi Pra dan Pasca Reklamasi Teluk Jakarta. *Jurnal Teknik ITS*, 543–547.

Badan Standardisasi Nasional. (2010). *Survei Hidrografi Menggunakan Singelbeam Echosounder*.

Cahyono, B. K., dan Basith, A. (2014). Evaluasi Kemampuan Alat Fish Finder Garmin MapSounder 178C Dan EchoSounder ODOM Hydrotrac II Untuk Pengukuran Batimetri. *Annual Engineering Seminar*, 51–56.

Poerbandono dan Djunarsah, E. (2005). *Survei Hidrografi*. PT. Refika Aditama.

Siregar, V. P., Selamat, M. B., & Selamat, M. B. (2009). Intepolator dalam Pembuatan Kontur Peta Batimetri. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 1(1). <https://doi.org/10.28930/jitkt.v1i1.7937>