

Survei batimetri menggunakan *multibeam echosounder*

© BSN 2014

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Manggala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi.....	1
4 Klasifikasi survei.....	3
5 Ketentuan dan prosedur.....	4
6 Pemrosesan data	7
7 Penyimpanan data	9
8 Penyajian data	9
9 Dokumentasi survei.....	10
Lampiran A (informatif) Contoh formulir log-book pemeruman.....	11
Lampiran B (informatif) Contoh formulir deskripsi stasiun pasut	12
Lampiran C (informatif) Contoh format data pasut	13
Lampiran D (informatif) Contoh profil kecepatan gelombang suara	14
Lampiran E (informatif) Beberapa kesalahan signifikan	15
Lampiran F (normatif) Kalibrasi perlengkapan survei	17
Lampiran G (informatif) Contoh peta batimetri	19
Bibliografi.....	20

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) 7988:2014, *Survei batimetri menggunakan multibeam echosounder* menetapkan ketentuan dan prosedur survei batimetri menggunakan teknologi *multibeam echosounder*.

Untuk keperluan pelaksanaan survei yang baku secara nasional dengan tujuan utama memperoleh data batimetri (kedalaman) maka disusunlah pedoman teknis pelaksanaan survei batimetri (standar survei batimetri). Pedoman ini hasilnya merupakan standar minimum bagi seluruh penyelenggara atau pelaksana survei batimetri di Indonesia, khususnya menggunakan teknologi *multibeam echosounder* dengan tujuan agar didapatkan data batimetri yang terjamin kualitasnya.

Sebagian besar SNI disusun mengacu pada standar survei hidrografi yang berlaku secara internasional, yaitu *Special Publication No. 44 Tahun 2008* yang diterbitkan oleh *International Hydrographic Organization (IHO)* agar sebagian atau seluruh data yang diperoleh dapat dimanfaatkan.

Standar ini disusun berdasarkan Pedoman Standardisasi Nasional Nomor 8 tahun 2007, tentang Penulisan Standar Nasional Indonesia.

Standar ini dirumuskan oleh Panitia Teknis 07-01, Informasi Geografis/Geomatika, melalui proses perumusan standar dan terakhir dibahas dalam rapat konsensus pada 4 Desember 2013 di Bali, yang dihadiri oleh perwakilan dari pemerintah, produsen, konsumen, pakar, dan institusi terkait lainnya. Standar ini juga telah melalui tahapan konsensus nasional, yaitu Jajak Pendapat pada periode 1 Februari 2014 sampai dengan 31 Maret 2014.

Survei batimetri menggunakan *multibeam echosounder*

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan ketentuan dan prosedur survei batimetri menggunakan *multibeam echosounder*.

2 Acuan normatif

SNI 19-6988-2004, *Jaring kontrol vertikal dengan metode sipat datar*

SNI 19-6724-2002, *Jaring kontrol horizontal*

SNI 7963:2013, *Pengamatan pasang surut*

3 Istilah dan definisi

3.1

muka surutan peta (*chart datum*)

suatu permukaan (umumnya air rendah) yang ditetapkan secara permanen sebagai referensi kedalaman atau referensi ketinggian pasut laut

3.2

garis pantai

garis pertemuan antara daratan dengan lautan yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut

3.3

heave

gerakan kapal naik dan turun secara keseluruhan akibat gaya dari lautan

3.4

pitch

gerakan kapal ke depan atau ke belakang (anggukan) terhadap arah tegak lurus muka kapal

3.5

roll

gerakan kapal ke kiri dan ke kanan (olengan) terhadap arah muka kapal

3.6

yaw

gerakan kapal ke arah kanan kiri kapal (dari arah haluan kapal) (tidak digunakan dalam dokumen)

3.7

hidrografi

salah satu ilmu terapan yang berkaitan dengan pengukuran dan deskripsi tentang unsur fisik dari lautan dan wilayah pesisir guna keperluan keselamatan pelayaran, kegiatan lepas pantai, penelitian, proteksi lingkungan, prediksi, dan keperluan kelautan lainnya.

[*Manual on Hydrography Publication C-13, 1st Edition, May 2005, Correction to February 2011*]

SNI 7988:2014**3.8****kompas giro**

alat untuk menentukan utara geografis (sebenarnya) yang dipasang pada kapal sebagai acuan untuk navigasi dan keperluan haluan lajur pemeruman

3.9**Global Navigation Satellite System (GNSS)**

sistem navigasi satelit yang menyediakan informasi posisi, kecepatan, dan waktu dengan jangkauan global

CATATAN Istilah ini mencakup misalnya GPS (*Global Positioning System*), GLONASS, *Galileo*, dan sistem *Beidou*.

3.10**GNSS giro**

alat yang berfungsi sama dengan kompas giro, dengan menggunakan data posisi dari GNSS sebagai dasar hitungannya.

3.11**multibeam echosounder**

echosounder dengan sapuan lebar yang digunakan dalam survei dan pemetaan dasar perairan menggunakan prinsip sudut pancar banyak

3.12**pasut astronomis terendah/ Lowest Astronomical Tide (LAT)**

kedudukan muka laut terendah pada kondisi meteorologis normal yang diperoleh dari hasil prediksi pasut dalam periode waktu minimal 18,6 tahun berdasarkan kombinasi berbagai komponen astronomis yang dihasilkan dari analisis pasut menggunakan data pengamatan minimal satu tahun

3.13**kinematik – GNSS (K-GNSS)**

sistem atau metode penentuan posisi secara teliti dengan memberikan koreksi pada saat pengukuran dari stasiun referensi

3.14**sensor gerak**

alat untuk mengukur *heave*, *pitch* dan *roll* dari pergerakan kapal

3.15**titik kontrol horizontal**

titik kontrol yang ditandai oleh sebuah pilar yang terdapat di wilayah survei, berisi informasi koordinat horizontal

3.16**titik kontrol vertikal**

titik kontrol yang ditandai oleh sebuah pilar yang terdapat di wilayah survei, berisi informasi ketinggian yang berkaitan dengan stasiun pasut

CATATAN Di lapangan titik kontrol horizontal dan titik kontrol vertikal dapat berupa satu pilar.

4 Klasifikasi survei

4.1 Orde khusus

Survei hidrografi orde khusus merupakan orde paling teliti dan penggunaannya ditujukan hanya untuk daerah-daerah sangat kritis dengan kedalaman di bawah lunas minimum dan membahayakan pelayaran/perairan. Oleh karena itu, diperlukan pemeriksaan dasar laut dan ukuran unsur laut yang dapat terdeteksi sekecil mungkin. Selama kedalaman di bawah lunas membahayakan maka orde khusus ini tidak mungkin dilakukan di perairan yang lebih dalam dari 40 meter. Contoh daerah survei menggunakan orde khusus ini adalah tempat berlabuh, pelabuhan dan jalur kritis pelayaran. [IHO S-44:2008]

4.2 Orde 1a

Orde 1a survei hidrografi diperuntukkan pada daerah-daerah laut dangkal kritis yang keberadaan unsur alam dan buatan manusia di dasar laut menjadi perhatian pada daerah pelayaran/perairan, tetapi kedalaman di bawah lunas cukup memadai dan tidak begitu membahayakan dibanding orde khusus. Survei orde 1a berlaku terbatas di daerah dengan kedalaman 40 m sampai dengan 100 m. Meskipun persyaratan pemeriksaan dasar laut tidak begitu ketat jika dibandingkan dengan orde khusus, namun pemeriksaan dasar laut secara menyeluruh tetap diperlukan. [IHO S-44:2008]

4.3 Orde 1b

Orde ini diperuntukkan pada daerah-daerah hingga kedalaman 100 m yang tidak termasuk dalam orde khusus maupun orde 1a. Gambaran batimetri secara umum sudah mencukupi untuk meyakinkan bahwa tidak terdapat rintangan di dasar laut yang akan membahayakan kapal yang lewat atau bekerja di daerah tersebut. Pemeriksaan dasar laut tidak diperlukan, Kecuali pada daerah-daerah tertentu yang karakteristik dasar laut dan resiko adanya rintangan berpotensi membahayakan kapal. [IHO S-44:2008]

4.4 Orde 2

Orde 2 (dua) survei hidrografi diperuntukkan pada semua area yang tidak tercakup oleh orde khusus, 1a, dan 1b atau kedalaman lebih dari 100m. [IHO S-44, 2008]

5 Ketentuan dan prosedur

5.1 Ketelitian

Ketelitian semua penentuan posisi maupun pemeruman selama survei dihitung menggunakan statistik tertentu pada tingkat kepercayaan 95% dengan perumusan Tabel 1. Di bawah ini adalah ringkasan standar ketelitian pengukuran pada survei hidrografi.

Tabel 1 - Ketelitian pengukuran parameter survei hidrografi

Satuan dalam meter

No.	Deskripsi	Kelas			
		Orde Khusus	Orde 1a	Orde 1b	Orde 2
1	Akurasi horizontal	2	5 + 5% dari kedalaman rata-rata	5 + 5% dari kedalaman rata-rata	20 +10% dari kedalaman rata-rata
2	Alat bantu navigasi tetap dan kenampakan yang berhubungan dengan navigasi	2	2	2	2
3	Garis pantai	10	20	20	20
4	Rekomendasi Interval Lajur Perum	tidak ada	tidak ada	3 x kedalaman rata-rata atau 25	4 x kedalaman rata-rata
5	Alat bantu navigasi terapung	10	10	10	20
6	Kenampakan topografi	10	20	20	20
7	Akurasi kedalaman	$a = 0,25$ $b = 0,0075$	$a = 0,5$ $b = 0,013$	$a = 0,5$ $b = 0,013$	$a = 1,0$ $b = 0,023$

[IHO S-44:2008]

CATATAN Akurasi kedalaman dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

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

keterangan:

a = faktor kesalahan yang tidak bergantung pada kedalaman

b = faktor kesalahan yang bergantung pada kedalaman

d = kedalaman ukuran

5.2 Penentuan posisi

Penentuan posisi dilakukan untuk semua titik perum, alat bantu navigasi serta objek yang terlihat dan diperlukan atau direkomendasikan dalam survei hidrografi yang dilaksanakan dengan ketelitian sesuai ordenya.

5.2.1 Kontrol horizontal

Agar sistem koordinat hasil pengukuran atau penentuan posisi terikat dalam sistem koordinat nasional, maka dapat dibuat titik-titik kontrol horizontal dan diikatkan pada jaring kontrol horizontal nasional. Lokasi titik kontrol horizontal dinyatakan oleh pilar yang dilengkapi dengan deskripsinya. Pembuatan titik kontrol horizontal harus mengikuti spesifikasi titik kontrol horizontal sesuai SNI 19-6724-2002.

5.2.2 Posisi titik perum

Posisi titik perum harus terikat pada titik kontrol horizontal.

5.2.3 Kinematik-GNSS

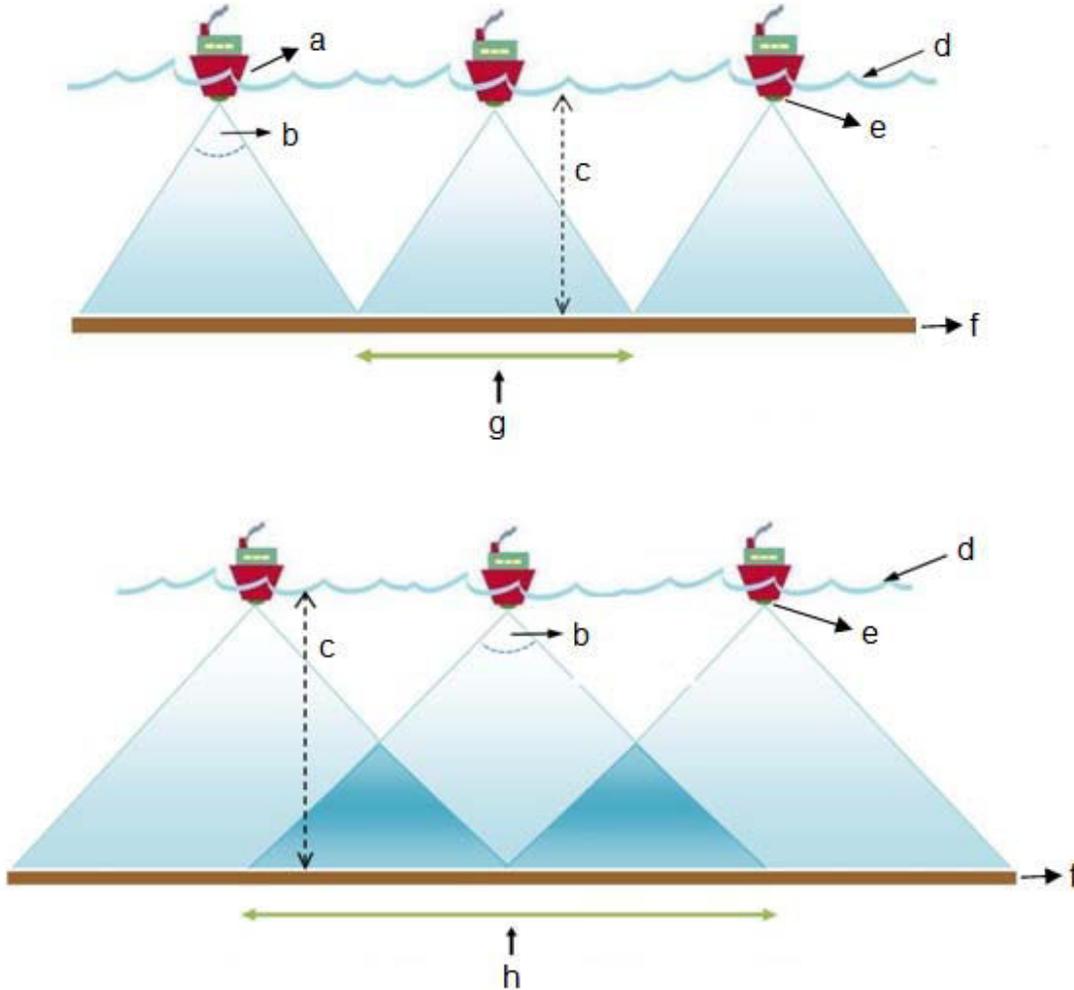
Dalam hal penentuan posisi yang memerlukan ketelitian tinggi dengan menggunakan metode Kinematik-GNSS maka harus dipenuhi kriteria berikut untuk menjaga kualitas penentuan posisi:

- a. Umur koreksi K-GNSS tidak lebih dari 2 detik;
- b. Jumlah minimal satelit aktif/terpantau hingga bisa diteruskan dengan pekerjaan pemeruman adalah 4 (empat);
- c. Selama pemeruman berlangsung PDOP tidak melebihi 6 (enam);
- d. Sudut tutupan (*mask angle*) adalah 10 derajat dari horizontal;
- e. Integritas signal GNSS harus selalu dipantau;
- f. Dilakukan kalibrasi terhadap peralatan penentuan posisi yang digunakan serta dilakukan pengecekan paling sedikit seminggu sekali selama survei. Pengecekan dilakukan dengan kondisi alat tetap pada posisinya.

5.3 Pemeruman menggunakan *multibeam echosounder*

- a. Sebelum aktivitas pemeruman berlangsung, seluruh peralatan survei dalam kondisi baik dan telah dilakukan kalibrasi, baik kalibrasi di laboratorium (dibuktikan dengan sertifikat kalibrasi) maupun kalibrasi di lapangan, seperti yang dijelaskan dalam poin 5.7 dan Lampiran F;
- b. Melakukan percobaan pemeruman (*sea trial*) untuk memastikan seluruh peralatan survei siap digunakan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan;
- c. Ketelitian kedalaman dan rumus untuk perhitungan toleransi kesalahan sama seperti pada penggunaan *singlebeam echosounder*, pada Tabel 1;
- d. Cakupan pemeruman menggunakan *multibeam echosounder* pada orde khusus dan orde 1a adalah 100% dijelaskan pada Gambar 1;
- e. Jarak yang memadai antara lajur perum dari berbagai orde survei sudah diisyaratkan pada Tabel 1. Berdasarkan prosedur tersebut harus ditentukan apakah perlu dilakukan suatu penelitian dasar laut ataukah dengan memperapat atau memperlebar lajur perum;

- f. Kecepatan kapal selama survei berlangsung disesuaikan dengan kualitas data hasil pemeruman.



Keterangan gambar:

- a : kapal
- b : sudut pancaran sinyal multibeam
- c : kedalaman air
- d : muka perairan
- e : *multibeam echosounder* pada lunas kapal
- f : permukaan dasar perairan
- g : cakupan pemeruman 100% tanpa pertampalan
- h : cakupan pemeruman 100% dengan pertampalan

Gambar 1 – Ilustrasi jangkauan *mutibeam echosounder*

5.4 Pengamatan pasang surut

Pengamatan pasang surut (pasut) dilakukan minimal 30 hari pengamatan atau selama survei berlangsung. Tujuan dari pengamatan pasut ini adalah untuk menentukan *chart datum* (misalnya LAT) dan koreksi pasut. Untuk pengikatan ke jaring kontrol vertikal dapat mengacu pada SNI 19-6988-2004.

Pengamatan pasut pada kegiatan survei hidrografi dapat mengacu pada SNI 7963:2013, sebagai contoh formulir deskripsi stasiun pasut ada pada lampiran B dan format data pasut ada pada lampiran C.

5.5 Pengukuran kecepatan gelombang suara

- Pengukuran ini dilaksanakan dengan tujuan untuk menentukan besaran kecepatan gelombang suara yang melewati medium perairan.
- Pengukuran ini meliputi pengukuran konduktivitas, temperatur, kecerahan dan tekanan.
- Pengukuran dilakukan sampai dengan maksimum kedalaman di wilayah survei dengan interval perekaman setiap 1 meter.
- Profil kecepatan gelombang suara ini akan digunakan untuk mengoreksi kedalaman yang didapat dari pemeruman dengan *multibeam echosounder* (contoh dalam lampiran D)

5.6 Sumber kesalahan dalam multibeam

Sumber kesalahan dalam kegiatan survei batimetri menggunakan *multibeam echosounder* dijelaskan dalam Lampiran E.

5.7 Kalibrasi alat

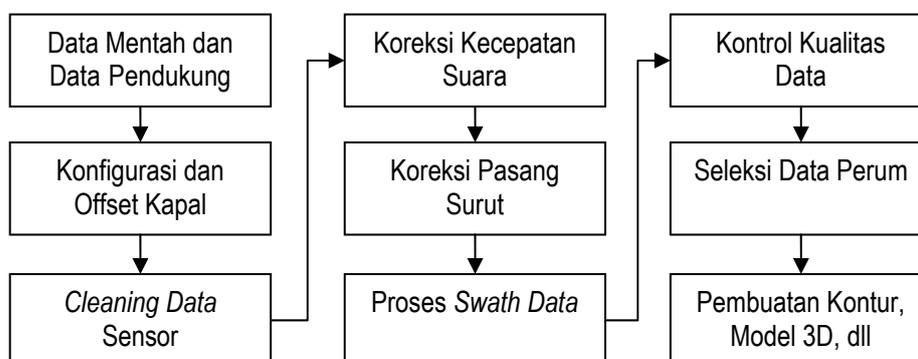
Semua peralatan survei GNSS, *Multibeam Echosounder*, Sensor Gerak, alat pengukur kecepatan suara atau *Sound Velocity Profile (SVP)* dan Kompas Giro/GNSS Giro, serta peralatan untuk mendapatkan data pendukung harus dikalibrasi sebelum digunakan, sehingga diperoleh data dengan standar akurasi yang telah ditentukan. Beberapa kalibrasi harus dilakukan secara berkala. Penjelasan lebih detail dapat dilihat di Lampiran F.

6 Pemrosesan data

6.1 Data mentah dan data pendukung

Tahap ini adalah menyiapkan semua data survei seperti data batimetri, data dimensi dan *offset* kapal survei, data pasang surut, data kecepatan gelombang suara, dan jenis peralatan survei yang digunakan (seperti *multibeam echosounder*, sensor gerak, GNSS, dan lain-lain).

Penyiapan data pendukung berupa laporan harian (*log-book*) kegiatan survei (Lampiran A), untuk mengantisipasi jika ada perubahan-perubahan alat atau *offset* alat-alat, selama survei berlangsung. Adanya perubahan-perubahan tersebut, tentunya akan menjadi masukan penting pada tahap pemrosesan selanjutnya. Pemrosesan data *multibeam* secara garis besar dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2 – Pemrosesan data *multibeam echosounder*

SNI 7988:2014

6.2 Konfigurasi dan offset kapal survei

Sebelum survei berlangsung, dimensi kapal harus diketahui beserta *offset* dari setiap alat terhadap titik referensi di kapal. Data offset antara titik referensi kapal dengan posisi antenna GNSS, *transduser*, sensor gerak, dan lain-lainnya harus diukur.

6.3 *Cleaning data sensor*

Tahapan ini adalah proses pembersihan data yang masih mengandung kesalahan ekstrem (*outlier*) terhadap data posisi atau navigasi dari GNSS, data *heave*, *pitch*, dan *roll*, juga data *draft transduser* (jika menggunakan jenis *draft* yang dinamis).

6.4 Koreksi kecepatan gelombang suara

Koreksi kecepatan gelombang suara dilakukan menggunakan data dari profil kecepatan gelombang suara yang diukur pada saat survei berlangsung. Data kecepatan gelombang suara dari tiap kedalaman perairan pada saat tertentu, akan digunakan sebagai dasar penghitungan kedalaman perairan.

6.5 Koreksi pasut

Data pasut yang akan digunakan untuk mengoreksi data kedalaman perairan adalah data pasut yang sudah mengacu pada *Chart Datum*, bukan data mentah dari pengamatan pasut. Data pasut tersebut bisa didapat dari pengamatan langsung di lapangan maupun diambil dari stasiun pasut terdekat.

6.6 Proses *swath data*

Tahapan ini adalah proses pembersihan data *multibeam* per lajur perum, melalui *swath editor* yang ditampilkan secara grafis dengan sudut pandang yang bervariasi, yaitu tampilan data *multibeam* dilihat dari depan, samping, profil datanya, maupun tampilan secara tiga dimensi.

6.7 Kontrol kualitas

Data posisi horizontal dan data kedalaman dari setiap lajur survei akan diperiksa nilai perambatan kesalahannya.

Perambatan kesalahan dihitung dan ditetapkan sebagai dasar untuk menerima atau menolak data yang sudah diproses berdasarkan nilai perambatan kesalahannya.

6.8 Seleksi data perum

Tahapan ini adalah proses pemilihan data yang akan disajikan dalam sebuah lembar peta, minimal meliputi kerapatan data yang akan ditampilkan, skala peta, dan cakupan wilayah survei.

6.9 Pembuatan kontur, model 3D, dan lain-lain

Kontur yang dibuat wajib mencantumkan nilai kontur dan intervalnya. Selain kontur hasil survei batimetri dapat disajikan dalam model 3D, simulasi, *movie*, atau sesuai dengan perkembangan teknologi yang ada.

7 Penyimpanan data

7.1 Data hasil survei

Data hasil survei direkam atau disimpan dalam bentuk analog maupun digital untuk kebutuhan dokumentasi (metadata) dan pelaporan. Setiap bentuk penyimpanan data harus disertai dengan deskripsi.

7.2 Data analog

Data analog meliputi seluruh data hasil survei :

- a. *Logbook* data
- b. Pasang surut
- c. Hasil kalibrasi setiap peralatan

7.3 Data digital

7.3.1 Data mentah

Data mentah terdiri atas:

- a. Seluruh data yang diperoleh sesuai format peralatan
- b. Metadata

7.3.2 Data hasil proses

Data hasil proses terdiri atas:

- a. Data mentah yang sudah dikoreksi
- b. Data yang tidak memenuhi syarat tetap disertakan dilengkapi dengan catatan status datanya
- c. Data disimpan dalam format ASCII (t,x,y,z) dalam hal ini :

t = waktu dalam UTC dengan format yyyy-mm-dd hh:mm:ss

x = bujur dengan format ±ddd:mm:ss.sss

y = lintang dengan format ±dd:mm:ss.sss

z = kedalaman dalam meter dengan format mmmm.m

[IHO S-57 Edition 3.1, 2000]

8 Penyajian data

- a. Data hasil survei batimetri menggunakan *multibeam echosounder* disajikan dalam peta batimetri dalam bentuk analog dan digital. Penyajian data baik analog maupun digital ini terdiri atas unsur angka kedalaman, kontur kedalaman, garis pantai, berikut sungai, karang, tanda atau sarana bantu navigasi, bahaya pelayaran, serta objek-objek penting yang perlu ditampilkan (alam dan buatan).

- b. Peta batimetri ini juga mencantumkan informasi peta atau legenda. Di dalam legenda peta ini dicantumkan indeks peta, data referensi, pemilik pekerjaan, pelaksana pekerjaan, proyeksi, spheroid, skala, unit kedalaman, referensi kedalaman (*chart datum*), posisi Benchmark (BM), nomor lembar peta, judul/lokasi, dan waktu pelaksanaan. Contoh penyajian data peta batimetri dapat dilihat pada Lampiran G.
- c. Hasil survei batimetri menggunakan *multibeam echosounder* dapat disajikan dalam model 3D, simulasi, *movie*, atau sesuai dengan perkembangan teknologi yang ada.

9 Dokumentasi survei

- a. Dokumentasi survei harus memberikan laporan yang jelas, lengkap dan rinci tentang seluruh aktivitas survei, hasil yang dicapai, kendala yang ditemui dan kekurangan/kelemahan survei jika ada.
- b. Halaman judul mencantumkan nama survei, pelaksana survei, surveyor, keperluan survei, waktu, lokasi survei, skala, judul laporan ("Laporan Survei") dan waktu pembuatan laporan.
- c. Dokumentasi survei harus terdiri atas dua bagian yaitu bagian pertama mencakup deskripsi dan bagian kedua teknis.
- d. Data dan informasi tersebut di atas agar bisa digunakan untuk menyusun metadata dan basis datanya.

Lampiran A
(informatif)

Contoh formulir *log-book* pemeruman

FORM LOG-BOOK PEMERUMAN

Nama Operator :

Lokasi Pengamatan :

Hari, Tanggal Pengamatan :

No. Lajur	Posisi		Kedalaman (<i>center beam</i>)		Waktu		Arah (<i>Heading</i>)	Deskripsi Kejadian
	awal	akhir	awal	akhir	awal	akhir		

Lampiran B
(informatif)

Contoh formulir deskripsi stasiun pasut

DESKRIPSI STASIUN PASANG SURUT	
Lokasi	Biak
No. Stasiun	
Daerah Waktu	WIT
Posisi	11' 00" 5' 00" BT
INSTALASI	
Tanggal Instalasi	15-Apr-91
Unit	Fischer and Porter
Tinggi Palembang	Meter
OPERASIONAL	
Operator	Suwondo
Institusi	
Alamat	
KETINGGIAN AIR	
<p>Keterangan: Z adalah selisih antara <i>Mean Sea Level</i> (MSL) dengan <i>chart datum</i></p>	

Lampiran C
(informatif)**Contoh format data pasut**

Contoh format data pasang surut

Nama Lokasi : Pelabuhan Semayang
Tempat : Balikpapan, Kalimantan Timur
Posisi
Lintang : 00° 15' 12.56" S
Bujur : 117° 42' 24.55" T

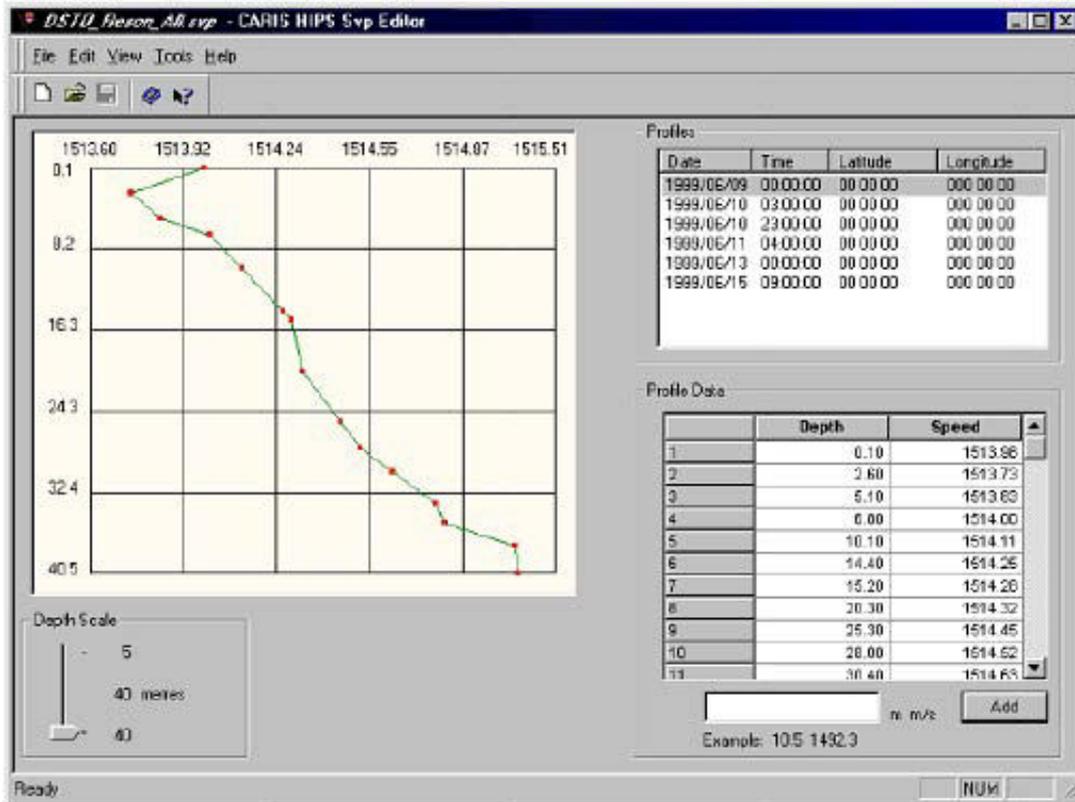
Data pengamatan

Mulai (Waktu) : 07 : 00
Akhir (Waktu) : 15 : 00

Tanggal, Waktu, Tinggi Air
yyyy/mm/dd, hh/mm/ss.s, m.mm

Lampiran D
(informatif)

Contoh profil kecepatan gelombang suara



Lampiran E (informatif)

Beberapa kesalahan signifikan

E.1 Kesalahan posisi titik perum K-GNSS

Penyebabnya antara lain :

- Umur koreksi Kinematik GNSS yang kadang terlambat yang disebabkan karena kurang berfungsinya radio *telemetry*. Dengan terlambatnya koreksi yang diberikan maka akan terjadi kesalahan posisi horizontalnya.
- Data dari sinyal satelit GNSS dan data telemetry yang kadang terganggu atau adanya interferensi dari alat-alat komunikasi kapal.

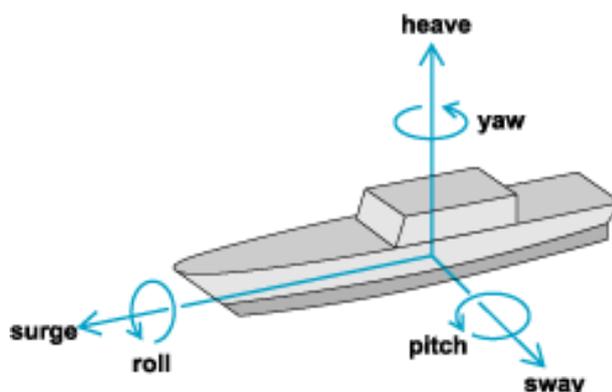
E.2 Kesalahan dari giro kompas

Penyebabnya antara lain :

- Penempatan posisi giro di kapal yang tidak segaris dengan poros kapal. Hal ini akan mengakibatkan adanya perbedaan haluan kapal dengan rencana lajur perum yang akan disurvei.
- Tidak adanya data kalibrasi dari pabrik pembuat giro kompas, atau tidak diketahuinya nilai kesalahan dari besaran azimuthnya. Besaran kesalahan dari azimuth giro kompas biasanya akan dimasukkan sebagai nilai koreksi azimuth, sehingga besaran azimuth yang didapat, sudah bebas dari kesalahan.

E.3 Kesalahan dari sensor gerak

Alat sensor gerak merupakan alat yang sangat sensitif terhadap setiap gerakan, khususnya *pitch*, *roll* dan *heave*. Biasanya alat ini disimpan dengan hati-hati dengan tempat khusus yang tahan getaran atau guncangan. Sebelum alat ini dipasang dan digunakan untuk survei, harus dipastikan kondisi alat masih dalam keadaan baik.



Gambar 3 – Ilustrasi *pitch*, *roll* dan *heave*

E.4 Kesalahan parameter kecepatan gelombang suara yang digunakan

Parameter kecepatan gelombang suara di dalam medium air yang dilewati, nilainya bisa berbeda untuk tiap kedalaman perairan. Nilai kecepatan gelombang suara akan mempunyai pengaruh yang besar terhadap data kedalaman perairan. Untuk itu pengukuran data kecepatan gelombang suara adalah mutlak diperlukan dan dilakukan sepanjang survei masih berlangsung.

E.5 Kesalahan dari pengukuran *offset* sensor-sensor yang digunakan terhadap titik referensi kapal

Sensor-sensor seperti posisi antena GNSS, posisi giro kompas, posisi penempatan transduser dan posisi sensor gerak di kapal survei, adalah relatif terhadap suatu titik referensi di kapal yang telah kita tentukan sebelumnya. Kesalahan pengukuran *offset* ini akan berpengaruh pada data posisi horizontal *fix* perumnya.

E.6 Kesalahan draft transduser dan posisi atau dudukan transduser

Transduser dari *multibeam echosounder* biasanya dipasang sejajar dengan haluan kapal. Ketidaklurusan posisi transduser terhadap poros kapal survei akan berpengaruh pada data kedalaman perairan pada tempat yang bertampalan (*overlap*). Angka kedalaman di satu titik yang bertampalan akan tidak sinkron antara data dari lajur yang satu dengan data dari lajur lainnya.

E.7 Kesalahan tidak sinkronnya waktu antara setiap sensor

Semua data dari setiap sensor seperti data posisi dari GNSS, data kedalaman dari *echosounder*, data azimuth dari giro kompas, dan data dari sensor gerak, akan digabungkan melalui perangkat lunak pengambilan data dengan parameter dari kesinkronan waktu dari setiap sensor. Ketidaksinkronan waktu antara sensor-sensor yang digunakan akan membuat ketidakakuratan datanya.

Lampiran F (normatif)

Kalibrasi perlengkapan survei

F.1 Kalibrasi GNSS

Kalibrasi GNSS dilakukan untuk memastikan bahwa posisi yang didapat dari perangkat GNSS, telah terkoreksi dari stasiun referensi GNSS. Salah satu contoh pengkalibrasian alat GNSS adalah melakukan pengamatan di titik GNSS yang telah diketahui koordinatnya (yang telah diukur menggunakan metode survei statik). Data selama beberapa saat, minimal 1 jam direkam dan dibandingkan dengan koordinat GNSS di titik referensi itu. Metode kalibrasi GNSS yang lainnya adalah metode *transit*, yang dapat dilakukan langsung di lapangan.

F.2 Kalibrasi kompas giro

Penempatan kompas giro harus dilakukan dengan benar, yaitu diletakkan di tempat yang stabil dan sejauh mungkin dari benda-benda yang dapat menimbulkan efek gelombang elektromagnetik. Kompas giro dikalibrasi ketika kapal bersandar di dermaga dan dalam kondisi yang stabil atau tenang, tidak terpengaruh ombak atau arus perairan. Nilai dari azimuth kompas giro akan dibandingkan dengan azimuth yang dihitung dari dua titik referensi yang berada di dermaga. Selisih besaran azimuth tadi merupakan faktor kesalahan azimuth yang harus dimasukkan dalam koreksi kompas giro.

F.3 Kalibrasi sensor gerak

Pemasangan alat ini seharusnya dilakukan dengan teliti dan hati-hati, di tempat yang stabil sebelum proses pengambilan datanya. Sensor gerak harus dilindungi dari bahan yang anti air dan ditempatkan sedekat mungkin dengan transduser. Sebelum penggunaan data dari sensor gerak ini, maka sebelumnya harus dikalibrasi dan diset menggunakan perangkat lunak tertentu.

F.4 Kalibrasi profil kecepatan suara

Koreksi profil kecepatan suara adalah tahapan yang penting. Kalibrasi seharusnya dilakukan berkala selama survei berlangsung untuk mengecek adanya perubahan fisik perairan (suhu, salinitas, dan lain-lain) yang dapat mempengaruhi kualitas data.

Profil kecepatan suara ini dimasukkan dalam perangkat lunak untuk dapat mengoreksi langsung data lapangannya, seperti dalam Lampiran D.

F.5 Pengukuran dimensi kapal dan *offset* alat-alat

Sebelum survei berlangsung, dimensi kapal harus diketahui beserta *offset* dari setiap alat terhadap titik referensi di kapal. Pengukurannya bisa dilakukan menggunakan Total Station dan pita ukur. Pengukuran ini meliputi antara lain posisi antena GNSS terhadap titik referensi kapal, posisi transduser terhadap titik referensi kapal, posisi sensor gerak terhadap titik referensi kapal, dan lain-lain.

F.6 Prosedur *patch test*

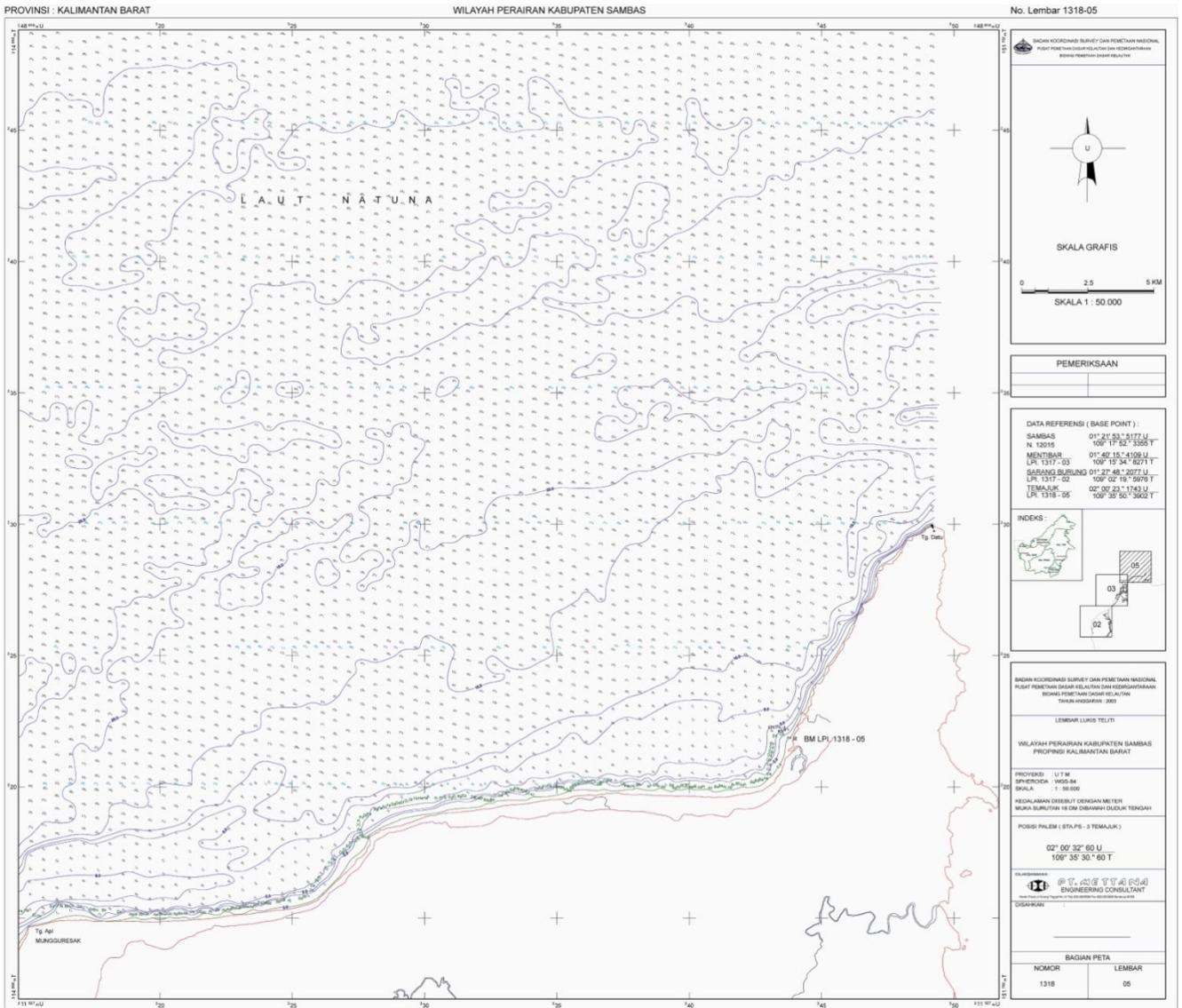
Patch test dilakukan setelah tahapan inisialisasi dan kalibrasi. Apabila terdapat perubahan yang berdampak pada posisi sensor maka harus dilakukan kembali prosedur *patch test* yang terdiri atas:

- a. perbedaan waktu (*delay*) untuk posisi, kedalaman dan sensor gerak
- b. offset *pitch*
- c. offset *roll*
- d. offset *heave*

Lampiran G
(informatif)

Contoh peta batimetri

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk



Bibliografi

Hydrographic Dictionary 5th Edition, Special Publication No.32, 1994.

IHO *Standards for Hydrographic Surveys 5th Edition*, Special Publication No. 44, 2008.

IHO *Transfer Standard For Digital Hydrographic Data Publication S-57 Edition 3.1*, 2000.

ISO 6709, Standard representation of geographic point location by coordinates, 2008 International Hydrographic Organization, Manual on Hydrography, Publication M-13, 1st Edition, Monaco, May 2005

Manual on Hydrography Publication C-13, 1st Edition, May 2005, Correction to February 2011

Simbol-simbol dan Singkatan-singkatan Peta Laut, Republik Indonesia, edisi kelima 1995

SNI 7646-2010, Survei hidrografi menggunakan *singlebeam echosounder*

Spesifikasi titik kontrol horizontal BAKOSURTANAL

Standard for Hydrographic Surveys 2nd edition, Canadian Hydrographic Service Fisheries and Oceans, Canada, 1998

Undang-undang No. 4 Tahun 2011 Tentang Informasi Geospasial