

Survei hidrografi menggunakan *singlebeam echosounder*

Copyright notice

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun hardcopy 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	4
5 Ketentuan survei	6
6 Prosedur pelaksanaan survei hidrografi.....	11
7 Pengolahan data perum.....	14
8 Penyimpanan dan penyajian data.....	15
Lampiran A (Informatif)	17
Lampiran B (informatif)	18
Lampiran C (normatif).....	19
Lampiran D (informatif)	20
Bibliografi.....	21

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) 7646:2010, *Survei hidrografi menggunakan Singlebeam Echosounder* ini berisi pedoman bagi seluruh penyelenggara atau pelaksana survei hidrografi untuk keperluan pemetaan dasar agar didapatkan data yang terjamin kualitasnya. Dalam SNI ini hanya dibahas mengenai SNI survei hidrografi dengan menggunakan peralatan *singlebeam echosounder*. Pemilihan metode *singlebeam echosounder*, dikarenakan metode ini paling banyak digunakan di Indonesia pada saat ini.

SNI ini disusun dengan sebagian besar mengacu pada standar survei hidrografi yang berlaku secara internasional, yaitu *Special Publication no. 44* yang diterbitkan oleh IHO agar sebagian atau semua data yang diperoleh dapat dimanfaatkan sebagai salah satu data dasar untuk penyempurnaan peta navigasi laut yang sesuai.

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

Standar ini disusun oleh Panitia Teknis Informasi Geografis/Geomatika (PT 07-01) dan telah dibahas dalam rapat konsensus lingkup panitia teknis di Cibinong pada tanggal 7 Nopember 2006. Hadir dalam rapat tersebut ahli-ahli yang terkait di bidangnya dari lembaga instansi pemerintah, akademisi dan lembaga instansi non-pemerintah serta instansi terkait lainnya. SNI ini juga telah melalui konsensus nasional yaitu jajak pendapat pada tanggal 10 Mei 2010 sampai dengan 10 Juli 2010.

Survei hidrografi menggunakan *singlebeam echosounder*

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan ketentuan dan prosedur survei hidrografi menggunakan *singlebeam echosounder*, yang meliputi: ketentuan-ketentuan, prosedur pelaksanaan survei hidrografi, pengolahan data, penyimpanan dan penyajian data, dan pelaporan hasil survei hidrografi.

2 Acuan normatif

IHO Standards for Hydrographic Surveys 4th Edition, Special Publication No. 44, 1998.

IHO Standards for Hydrographic Surveys 5th Edition, Special Publication No. 32, 1994.

ISO 6709, *Latitude Longitude*, 1983.

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

3 Istilah dan definisi

3.1

perum gema (*echo sounder*)

peralatan yang digunakan untuk menentukan kedalaman air dengan cara mengukur interval waktu antara pemancaran gelombang suara dengan penerimaan pantulannya (gema) dari dasar air

3.2

singlebeam echo sounder

alat ukur kedalaman air yang menggunakan pancaran tunggal sebagai pengirim dan penerima sinyal gelombang suara

3.3

batimetri

metode atau teknik penentuan kedalaman laut atau profil dasar laut dari hasil analisa data kedalaman

3.4

co-tidal chart

peta yang menggambarkan garis yang menghubungkan titik-titik air tinggi (*high water*) terjadi pada waktu yang sama

3.5

datum vertikal

permukaan ekuipotensial yang mendekati kedudukan permukaan air laut rerata (geoid) yang digunakan sebagai bidang acuan dalam penentuan posisi vertikal

3.6

Datum Geodesi Nasional 1995 (DGN 95)

datum geodesi yang ditetapkan pada tahun 1995, mengacu pada sistem datum internasional WGS-84 (*World Geodetic System 1984*) dengan parameter elipsoid:

Sumbu panjang $a = 6.378.137$ m
Faktor penggepengan $f = 1/298,257223563$

3.7

garis pantai

garis yang menggambarkan pertemuan antara perairan dan daratan di wilayah pantai pada saat kedudukan pasang tertinggi, penentuan garis pantai di daerah rawa dan bakau adalah tepi luar dari wilayah tumbuhan.

3.8

haluan (*heading*)

arah kemana sumbu panjang kapal menuju, biasanya disebut dalam derajat dari utara (sejati/geografis, magnetik/kompas)

3.9

hidrografi

ilmu yang mempelajari dan membahas tentang deskripsi serta pengukuran kenampakan fisik laut, danau, sungai dan kaitannya dengan wilayah pantai

3.10

heave

gerakan naik-turunnya kapal yang disebabkan oleh gaya pengaruh air laut

3.11

survei investigasi

bagian dari survei hidrografi pada daerah yang membahayakan pelayaran untuk menemukan kedangkalan, bangkai kapal atau halangan lain agar dapat dipetakan.

3.12

International Hydrographic Organization (IHO)

badan internasional yang mengoordinasikan kegiatan-kegiatan kehidrografian dari kantor hidrografi nasional yang mempromosikan standar dan menyiapkan saran-saran dalam bidang-bidang survei hidrografi, publikasi dan produksi peta laut (*nautical chart*).

3.13

kecepatan suara (*sound velocity*)

cepat rambat gelombang suara melalui media tertentu dalam waktu tertentu

3.14

lajur perum

garis yang menggambarkan alur kegiatan kapal dalam pemeruman.

3.15

lajur utama

lajur perum yang digunakan sebagai alur utama dalam pemeruman

3.16

lajur silang

lajur perum yang berfungsi sebagai alur cek silang dalam validasi data perum

3.17

lowest low water (LLW)

LLW (air rendah terendah) **adalah** kedudukan permukaan air laut pada saat rendah terendah

3.18***lowest astronomical tide (LAT)***

kedudukan permukaan laut terendah yang ditentukan oleh pengamatan pasang surut secara kontinyu selama 1 (satu) tahun untuk dapat memperkirakan secara cukup andal pasut terendah bagi suatu periode 19 tahun (suatu periode pasut astronomis yang mengacu adanya pengaruh matahari dan bulan)

3.19***muka surutan (chart datum)***

suatu permukaan tetap yang ditentukan dan menjadi bidang referensi bagi semua pengukuran kedalaman air .

3.20***muka laut rerata (mean sea level)***

tinggi rata-rata permukaan laut pada suatu setasiun pasut yang diperoleh dari pengamatan pasut minimal selama satu bulan.

3.21***pasang surut (pasut)***

naik turunnya permukaan laut secara teratur, terutama disebabkan karena gaya tarik bulan dan matahari terhadap massa air laut

3.22***pemeruman (sounding)***

kegiatan untuk menentukan kedalaman permukaan dasar laut atau benda-benda di atasnya terhadap permukaan laut

3.23***precision dilution of position (PDOP)***

suatu kondisi konfigurasi satelit GPS yang memberikan gambaran tingkat ketelitian dalam penentuan posisi.

3.24***pitch***

gerakan kapal ke arah depan (mengangguk) berpusat di titik tengah kapal

3.25***roll***

gerakan kapal ke arah sisi-sisinya (lambung kapal) atau pada sumbu memanjang

3.26***real time kinematic-differential global positioning system (RTK-DGPS)***

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

3.27***setting draught transducer***

pemasangan (*setting*) transduser pada badan kapal agar alat bekerja optimal.

3.28***settlement***

sifat wahana apung dimana posisi badannya lebih tenggelam pada saat sedang berhenti dibandingkan dengan pada saat berjalan

3.29

side scan sonar

Alat untuk mendapatkan gambaran permukaan dasar perairan dengan menggunakan gelombang bunyi

3.30

squat

keadaan buritan dan/atau haluan kapal lebih tenggelam pada saat berjalan disesuaikan

3.31

benchmark (BM)

pilar yang dibuat sebagai tanda bahwa sebuah titik tetap di darat merupakan titik kontrol

3.32

titik kontrol vertikal

titik kontrol elevasi yang tingginya diketahui terhadap suatu titik referensi (datum) yang digunakan untuk pengamatan pasut atau sebagai titik referensi untuk pengukuran sipat datar.

3.33

titik kontrol horisontal

titik kontrol yang koordinatnya dinyatakan dalam sistem koordinat horisontal yang sifatnya dua dimensi

3.34

tidal time

waktu pada saat muka air mencapai ketinggian tertentu

3.35

tidal height

tinggi muka air laut pada waktu tertentu

3.36

titik perum

titik yang menyatakan posisi perekaman data kedalaman dilakukan

4 Klasifikasi survei

4.1 Orde khusus

Orde khusus survei hidrografi mendekati standar ketelitian survei enjinering/rekayasa dan digunakan secara terbatas di daerah-daerah kritis dimana kedalaman dibawah lunas sangat minim dan dimana karakteristik dasar airnya berpotensi membahayakan kapal. Daerah-daerah kritis tersebut ditentukan secara langsung oleh instansi yang bertanggung jawab dalam masalah kualitas survei. Sebagai contoh adalah pelabuhan-pelabuhan tempat sandar dan alur masuknya. Semua sumber kesalahan harus dibuat minimal.

Orde khusus memerlukan penggunaan yang berkaitan dengan *scan sonar*, *multi transducer arrays* atau *multibeam echosounder* dengan resolusi tinggi dengan jarak antar lajur perum yang rapat untuk mendapatkan gambaran dasar air 100%. Harus pula diyakinkan bahwa setiap benda dengan ukuran lebih besar dari satu meter persegi dapat terlihat oleh peralatan perum yang digunakan. Penggunaan *side scan sonar* dan *multibeam echosounder* mungkin

diperlukan di daerah-daerah dimana benda-benda kecil dan rintangan bahaya mungkin ditemukan, atau survei untuk keperluan investigasi.

4.2 Orde satu

Orde satu survei hidrografi diperuntukan bagi pelabuhan-pelabuhan, alur pendekat, haluan yang dianjurkan, alur navigasi dan daerah pantai dengan lalu lintas komersial yang padat dimana kedalaman di bawah lunas cukup memadai dan kondisi fisik dasar lautnya tidak begitu membahayakan kapal (misalnya lumpur atau pasir). Survei orde satu berlaku terbatas di daerah dengan kedalaman kurang dari 100 meter. Meskipun persyaratan pemeriksaan dasar laut tidak begitu ketat jika dibandingkan dengan orde khusus, namun pemeriksaan dasar laut secara menyeluruh tetap diperlukan di daerah-daerah tertentu dimana karakteristik dasar laut dan resiko adanya rintangan berpotensi membahayakan kapal. Pada daerah-daerah yang diteliti tersebut, harus diyakinkan bahwa untuk kedalaman sampai dengan 40 meter benda-benda dengan ukuran lebih besar dari dua meter persegi, atau pada kedalaman lebih dari 40 meter, benda-benda dengan ukuran 10% dari kedalaman harus dapat digambarkan oleh peralatan perum yang digunakan.

4.3 Orde dua

Orde dua survei hidrografi diperuntukan di daerah dengan kedalaman kurang dari 200 meter yang tidak termasuk dalam orde khusus maupun orde satu, dan dimana gambaran batimetri secara umum sudah mencukupi untuk meyakinkan bahwa tidak terdapat rintangan di dasar laut yang akan membahayakan tipe kapal yang lewat atau bekerja di daerah tersebut. Ini merupakan kriteria yang penggunaannya di bidang kelautan, sangat beraneka ragam, dimana orde hidrografi yang lebih tinggi tidak dapat diberlakukan. Pemeriksaan dasar laut mungkin diperlukan pada daerah-daerah tertentu dimana karakteristik dasar air dan resiko adanya rintangan berpotensi membahayakan kapal.

4.4 Orde tiga

Orde tiga survei hidrografi diperuntukan untuk semua area yang tidak tercakup oleh orde khusus, orde satu dan dua pada kedalaman lebih besar dari 200 meter

Contoh klasifikasi daerah survei hidrografi disajikan pada Tabel 1:

Tabel 1 Klasifikasi daerah survei hidrografi

No	Kelas	Contoh daerah survei
1	Orde Khusus	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pelabuhan tempat sandar dan alur kritis (yang berhubungan dengannya) dimana kedalaman air di bawah lunas minimum
2	Orde 1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pelabuhan, ▪ Alur pendekat pelabuhan, ▪ Lintasan/haluan yang dianjurkan ▪ Daerah-daerah pantai dengan kedalaman hingga 100 meter
3	Orde 2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Area yang tidak disebut pada orde khusus dan orde satu ▪ Area dengan kedalaman hingga 200 meter
4	Orde 3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daerah lepas pantai yang tidak disebut dalam orde khusus, orde satu dan orde dua

(IHO Standards for Hydrographic Surveys 4th Edition, Special Publication No. 44, 1998)

5 Ketentuan survei

5.1 Ketelitian

Ketelitian dari semua pekerjaan penentuan posisi maupun pekerjaan pemeruman selama survei dihitung dengan menggunakan metoda statistik tertentu pada tingkat kepercayaan 95 % untuk dikaji dan dilaporkan pada akhir survei.

Di bawah ini adalah ringkasan standar ketelitian pengukuran pada survei hidrografi :

Tabel 2. Ketelitian pengukuran parameter survei hidrografi

No	Deskripsi	Kelas			
		Orde Khusus	Orde 1	Orde 2	Orde 3
1	Akurasi horisontal	2 m	5 m + 5% dari kedalaman rata-rata	20 m + 5% dari kedalaman rata-rata	150 m + 5% dari kedalaman rata-rata
2	Alat bantu navigasi tetap dan kenampakan yang berhubungan dengan navigasi	2 m	2 m	5 m	5 m
3	Garis pantai	10 m	20 m	20 m	20 m
4	Alat bantu navigasi terapung	10 m	10 m	20 m	20 m
5	Kenampakan topografi	10 m	10 m	20 m	20 m
6	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

(IHO Standards for Hydrographic Surveys 4th Edition, Special Publication No. 44, 1998)

CATATAN:

1. a dan b adalah variabel yang digunakan untuk menghitung ketelitian kedalaman.
2. alat pemeruman dikalibrasi sebelum digunakan

Batas toleransi kesalahan antara kedalaman titik fix perum pada lajur utama dan lajur silang dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

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

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)

5.2 Datum horisontal

Datum horisontal harus menggunakan Datum Geodesi Nasional 1995 (DGN-95).

5.3 Datum vertikal titik perum (*Sounding datum*)

Penentuan datum vertikal mengacu pada muka surutan yang ditentukan melalui pengamatan pasut pada stasiun permanen atau temporal yang dilakukan minimal selama 29 hari. Nilai datum ditetapkan dari nilai hitungan *Lowest Low Water* (LLW) pada stasiun-stasiun pasut tersebut.

5.4 Penentuan posisi

Penentuan posisi dilakukan untuk semua titik perum, alat bantu navigasi serta kenampakan-kenampakan yang diperlukan atau direkomendasikan dalam survei hidrografi dengan ketelitian sesuai ordenya. Ketentuan ketelitian pengukuran disajikan pada Tabel 2.

5.5 Kontrol horisontal

Agar sistem koordinat hasil pengukuran atau penentuan posisi terikat dalam sistem koordinat nasional, maka harus dibuat titik-titik kontrol horisontal dan diikatkan pada sistem kerangka horisontal nasional. Dalam hal ini dapat diikatkan pada sistem kerangka horisontal nasional.

Lokasi titik kontrol horisontal dinyatakan oleh suatu pilar titik kontrol yang dilengkapi dengan deskripsinya. Pembuatan titik kontrol di darat harus mengikuti spesifikasi titik kontrol horisontal yang telah ditetapkan (SNI No. 19-6724-2002)

Spesifikasi Titik Kontrol (BM) utama (menurut standar Pilar GPS orde-1) adalah:

- a. Ukuran BM adalah : (30 x 30 x 100) cm
- b. Ukuran sayap bawah : (80 x 80 x 10) cm
- c. Bagian yang muncul di permukaan tanah 35 cm dan bagian yang ditanam 75 cm.
- d. Rangka BM dibuat dari besi begel diameter 9 mm dan ring-rangka dari besi begel dengan diameter 6 mm.
- e. BM dicor di tempat dengan perbandingan adukan semen:pasir:batu adalah 1:2:3.
- f. Di bagian atas tengah BM dipasang *Brass-tablet* yang memuat tanda silang posisi horisontal dan nomor tugu penjelasan kepemilikan.
- g. BM dicat warna biru.

Spesifikasi BM bantu adalah sebagai berikut:

- a. BM dibuat dari pralon dicor dengan diameter 10 cm dan panjang 100 cm.
- b. Di bagian atas tengah BM dipasang baut bersilang.
- c. Masing-masing BM diberi nomor.
- d. BM dicor di tempat dengan perbandingan adukan semen:pasir:batu adalah 1:2:3.
- e. Bagian yang muncul di permukaan tanah 30 cm dan yang ditanam 70 cm.
- f. BM dicat warna biru

Setiap posisi harus direferensikan kedalam sistem Datum Geodesi Nasional 1995 (DGN-1995) sebagai anjuran, bilamana terdapat pengecualian, dimana posisi direferensikan terhadap datum geodetik lokal, maka geodetik lokal tersebut diikatkan dengan sistem referensi DGN-1995.

Sangat dianjurkan bahwa bilamana posisi–posisi tersebut ditentukan secara teristris, maka harus ada pengukuran redundan garis posisi. Suatu teknik kalibrasi standar harus dilakukan sebelum dan sesudah pengumpulan data. Sistem satelit harus mampu melakukan

tracking terhadap paling sedikit lima satelit secara serentak, bagi orde khusus dan orde satu disarankan digunakan suatu monitoring yang terintegrasi.

Titik–titik kontrol utama di darat harus ditetapkan dengan metode survei darat dengan ketelitian relatif 1 : 100.000 bagian, bila metode penentuan posisi dengan satelit digunakan untuk menetapkan titik–titik tersebut, kesalahannya harus tidak lebih besar dari 10 cm pada tingkat kepercayaan 95%.

Stasiun sekunder bagi penentuan posisi secara lokal yang tidak digunakan untuk memperbanyak jaringan kontrol harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga kesalahannya tidak lebih besar dari 1 : 10.000 bagian dengan teknik survei darat atau 50 cm bila menggunakan posisi geodesi satelit.

5.6 Titik perum

Posisi titik fix perum jika diperlukan, terikat pada kerangka kontrol horisontal yang telah dibuat seperti tersebut pada butir 5.5. di atas. Adapun ketelitian posisi fix perum harus memenuhi standar ketelitian internasional seperti tertera pada Tabel 2.

Ketelitian posisi tetap perum pada survei dengan menggunakan singlebeam echosounder adalah ketelitian posisi transduser.

Global Positioning System (GPS) merupakan salah satu sistem penentuan posisi yang banyak digunakan dalam survei hidrografi. Untuk penentuan posisi yang memerlukan ketelitian tinggi menggunakan metode RTK-DGPS, maka harus dipenuhi kriteria berikut untuk menjaga kualitas penentuan posisi,

- a. Jumlah minimal satelit aktif/terpantau hingga bisa diteruskan dengan pekerjaan pemeruman adalah lima
- b. PDOP tidak melebihi enam untuk perekaman dan sounding, jika lebih hendaknya survei ditunda hingga dipenuhi syarat tersebut.
- c. Sudut minimal untuk *elevation mask* 10 derajat dari horison. Integritas signal GPS harus selalu dipantau.
- d. Dilakukan kalibrasi terhadap peralatan penentuan posisi yang digunakan serta dilakukan pengecekan paling sedikit seminggu sekali selama survei.
- e. Pengecekan dilakukan dengan kondisi alat tetap pada posisinya.

Posisi perum, bahaya–bahaya dan benda–benda lain dibawah permukaan yang signifikan harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga ketelitian horisontalnya mengacu sebagaimana ditetapkan pada Tabel 2.

Ketelitian posisi perum adalah ketelitian letak posisi perum pada dasar laut dalam sistim referensi geodesi dengan pengecualian bagi survei orde dua dan orde tiga yang menggunakan *Singlebeam Echosounder*, ketelitian yang dimaksud adalah ketelitian posisi dari sistim sensor perum.

5.7 Sarana Navigasi dan Objek-Objek Penting

Posisi alat bantu navigasi tetap, sarana navigasi apung, garis pantai dan fitur topografis penting (seperti gosong, bagan ikan, dsb.) harus diikatkan dalam kerangka kontrol horisontal yang telah dibuat (datum DGN-95).

Pengukuran posisi horisontal menggunakan metode pengukuran GPS pada ketelitian seperti pada Tabel 2.

5.8 Pemeruman dengan menggunakan Singlebeam Echosounder

Sebelum pelaksanaan pemeruman harus dibuat rencana lajur utama dan lajur silang. Berikut ini adalah kriteria pemeruman untuk *singlebeam echosounder*.

Menentukan dari kondisi umum topografi dasar laut, koreksi pasang surut dan pendeteksian, klasifikasi serta penentuan bahaya–bahaya di dasar laut merupakan suatu hal yang mendasar dalam tugas survei hidrografi. Kedalaman air diatas bahaya tersebut harus ditentukan, paling tidak, sesuai ketentuan akurasi kedalaman sebagaimana orde satu pada Tabel 2.

Dalam merencanakan kerapatan pemeruman, kondisi alam dasar laut dan persyaratan dari pengguna harus diperhitungkan, dengan maksud untuk menjamin kecukupan penelitian.

Lajur perum utama sedapat mungkin harus tegak lurus garis pantai dengan interval maksimal satu cm pada sekala survei. Jarak yang memadai antara lajur perum dari berbagai orde survei sudah diisyaratkan pada SP-44. Berdasarkan prosedur tersebut harus ditentukan apakah perlu dilakukan suatu penelitian dasar laut ataukah dengan memperapat atau memperlebar lajur perum.

Lajur silang diperlukan untuk memastikan ketelitian posisi pemeruman dan reduksi pasut. Jarak antar lajur silang adalah 10 kali lebar lajur utama dan membentuk sudut antara 60° sampai 90° terhadap lajur utama. Lajur silang tambahan bisa ditambahkan pada daerah yang direkomendasikan atau terdapat keragu-raguan. Jika terdapat perbedaan yang melebihi toleransi yang ditetapkan (sesuai dengan ordenya) harus dilakukan uji lanjutan dalam suatu analisis secara sistematis terhadap sumber–sumber kesalahan penyebabnya. Setiap ketidak cocokan harus ditindak-lanjuti dengan cara analisis atau survei ulang selama kegiatan survei berlangsung.

5.9 Pengamatan Pasang Surut

Pengamatan pasang surut pada kegiatan survei hidrografi bertujuan untuk menentukan bidang acuan kedalaman (muka air laut rerata, muka surutan) serta menentukan koreksi hasil pemeruman. Dengan ketentuan sebagai berikut :

- a. Dilaksanakan dengan menggunakan palem atau *tide gauge* yang lain.
- b. Pengamatan mencakup area survei batimetri dan jumlah stasiun pasang surut harus mempertimbangkan karakteristik pasang surut asurvei.
- c. Untuk keperluan analisa dan peramalan lama pengamatan tidak boleh kurang dari 29 hari dengan interval pengamatan maksimal 30 menit, jika perubahan ketinggian air berjalan dengan cepat dan amplitudo airnya besar, interval pengamatan dapat ditingkatkan. Interval pembacaan juga dapat ditingkatkan tiap 15 menit pada saat menuju pasang tertinggi atau surut terendah.
- d. Untuk keperluan reduksi data pemeruman, pengamatan dilakukan selama pemeruman berlangsung.
- e. Satuan pengukuran dalam cm. dengan total kesalahan pengukuran tidak melebihi lima cm untuk orde khusus dan tidak melebihi 10 cm untuk orde yang lain pada tingkat kepercayaan 95%.
- f. Bidang acuan tinggi muka laut harus diikatkan pada benchmark terdekat dengan leveling orde dua.
- g. Untuk keperluan koreksi kedalaman dibuat *co-tidal charts* daerah survei.
- h. Konstanta pasut dihitung dengan menggunakan metode *admiralty* atau perataan kuadrat terkecil (*least square adjustment*) .

5.10 Pengambilan sampel dasar laut

Hal-hal yang harus dipenuhi dalam pengambilan sampel dasar laut adalah :

- a. Pemilihan alat sampling harus bisa memenuhi tujuan pengambilan sampel yaitu untuk mengetahui jenis material dasar laut di daerah survei. Misalnya dilakukan dengan *grabbing* yaitu mengambil sample dengan menggunakan *grab sampler* atau peralatan yang lain, pengamatan profil dasar laut serta survei gayaberat laut.
- b. Pada perairan dengan kedalaman kurang dari 200 m jarak antar titik pengambilan sample adalah 10 kali interval antar lajur perum utama. Kepadatan bisa ditingkatkan untuk daerah-daerah yang sering digunakan untuk penjangkaran dan daerah yang direkomendasikan.

5.11 Pengukuran sifat fisik air laut

- a. Pengukuran ini dilaksanakan dengan tujuan untuk menentukan dan memastikan ada atau tidaknya perubahan sifat fisik tersebut pada media, dimana gelombang bunyi dipancarkan sehingga ada kemungkinan terjadi perubahan kecepatan gelombang bunyi selama penjalarnya serta memberikan informasi tambahan mengenai parameter-parameter tersebut di daerah survei.
- b. Pengukuran sifat fisik air laut meliputi pengukuran konduktivitas, temperatur, kecerahan dan tekanan.

5.12 Pengamatan arus

- a. Pengamatan arus meliputi pengamatan kecepatan dan arah arus di daerah-daerah seperti gerbang pelabuhan, terusan, daerah-daerah yang sering digunakan untuk buang sauh (penjangkaran) serta daerah laut dan pantai yang diperkirakan arusnya dapat membawa pengaruh pada navigasi permukaan.
- b. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan *currentmeter* pada kedalaman 3 - 10 meter atau sesuai dengan kebutuhan, selama minimal 15 hari dan mencakup saat pasang purnama, dengan interval waktu minimal 1 jam.
- c. Kecepatan dan arah arus diukur dengan satuan ketelitian bacaan 0.1 knot dan 10 derajat
- d. Waktu pengamatan arus dilakukan bersamaan pengamatan pasut
- e. Pengamatan juga dilakukan pada saat pasang tertinggi dan tersurut dengan metode probe tracking atau floating draft.

5.13 Penggunaan *Side Scan Sonar*

Seperti disebutkan dalam Orde khusus survei hidrografi adalah mendekati standar ketelitian survei engineering/ rekayasa dan digunakan secara terbatas di daerah-daerah kritis dimana kedalaman dibawah lunas sangat minim dan dimana karakteristik dasar airnya berpotensi membahayakan kapal. Hal ini memerlukan penggunaan *side scan sonar* dengan resolusi tinggi dengan jarak antar lajur perum yang rapat untuk mendapatkan penelitian dasar air 100 %. Penggunaan *Side scan sonar* juga diperlukan di daerah-daerah dimana benda-benda kecil dan rintangan bahaya mungkin ditemukan.

Teknologi *side scan sonar* sekarang ini telah mencapai tingkat deteksi dan pendefinisian rintangan bawah air yang tinggi, sampai saat ini penggunaannya terbatas pada kecepatan rendah (max 5 – 6 knot) agar dapat dioperasikan, digunakan pada survei pelabuhan dan alur pelayaran untuk meyakinkan pendeteksian rintangan antara dua lajur perum. Banyak instansi hidrografi di dunia mewajibkan penggunaan scan sonar pada area-area tersebut dengan overlap 100 % atau lebih.

5.14 Pemeruman Laut Dalam menggunakan *Singlebeam echosounder*

“Pemeruman Laut Dalam” berarti kedalaman lebih dari 200 m.

Kriteria Pemeruman Laut Dalam diberikan lampiran SP-44 adalah merupakan suatu pembaharuan dari apa yang pernah disusun oleh kelompok kerja IHO yang dibentuk pada tahun 1972.

Tujuan dari kompilasi pemeruman laut dalam adalah untuk memetakan bentuk dasar laut. Kepentingannya selain untuk ilmiah juga untuk navigasi, sebagaimana dengan tujuan peta hidrografi yang menekankan pada bahaya-bahaya pelayaran.

Di kedalaman lebih dari 200 meter, echo-sounder harus diatur pada standard kecepatan suara yaitu 1500 meter/ detik dan pemeruman yang diperoleh perlu dikoreksi menggunakan tabel koreksi NP 139 (*Nautical Publication no. 139*), edisi terbaru.

6 Prosedur pelaksanaan survei hidrografi

6.1 Persiapan

Kegiatan persiapan yang dimaksudkan secara umum meliputi: persiapan administrasi dan persiapan teknis, yang dimulai dari pembentukan *team* sampai dengan pemberangkatannya menuju lokasi survei.

6.1.1 Persiapan Administrasi

Tahapan persiapan administrasi meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut :

- a. Pembentukan tim (penunjukan personel dan surat tugasnya).
- b. Pembentukan tim beserta surat tugas
- c. Perencanaan biaya survei.
- d. Perijinan dari pihak berwenang
- e. Koordinasi dengan instansi terkait.
- f. Kelengkapan administrasi lainnya yang diperlukan untuk menunjang pelaksanaan survei.

6.1.2 Persiapan Teknis

Tahap persiapan teknis meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut :

6.1.2.1 Perencanaan teknis kerja

- a. Menyiapkan peta dasar daerah survei untuk pembuatan peta kerja.
- b. Menyiapkan data penunjang (antara lain: data pasang surut, data arus, data koordinat dan deskripsi titik ikat/referensi kontrol horizontal terdekat)
- c. Merencanakan distribusi pemasangan BM
- d. Merencanakan lajur pemeruman
- e. Merencanakan distribusi lokasi pemasangan stasiun pasang surut.
- f. Merencanakan distribusi lokasi pengamatan arus dan kondisi meteorologi.
- g. Merencanakan lokasi pengambilan sampel dasar laut dan pengukuran sifat fisik air laut.

6.1.2.2 Personel

- a. Pembagian tugas personel;
- b. Pengarahan teknis tentang permasalahan teknis survei, deskripsi kerja dan deskripsi wilayah survei;
- c. Menyiapkan rencana pelaksanaan mobilisasi personel dan peralatan.

6.1.2.3 Peralatan dan bahan

- a. Inventarisasi dan pengecekan peralatan survei yang akan digunakan.
- b. Penyiapan, pengemasan, dan pengiriman peralatan dan bahan survei

6.2 Survei pendahuluan

Survei pendahuluan dilakukan untuk mendapatkan gambaran yang lebih nyata tentang kondisi daerah survei, dengan tujuan untuk menyempurnakan perencanaan yang telah dibuat. Kegiatan yang dilakukan dalam survei pendahuluan ini sebagai berikut :

- a. Melakukan sosialisasi tentang rencana pelaksanaan survei ke instansi terkait
- b. Survei lokasi *basecamp*
- c. Mencari kapal survei yang memadai dan layak laut untuk kegiatan survei.
- d. Orientasi lokasi titik kontrol yang sudah ada dan lokasi tempat untuk pembuatan titik kontrol yang direncanakan,
- e. Orientasi lokasi rencana pembuatan stasiun pasut, stasiun arus, CTD.
- f. Mencari informasi tentang ketersediaan sarana transportasi, lokasi-lokasi yang dapat disinggahi dan mendukung ketersediaan logistik, material bahan bangunan serta bahan survei.

6.3 Survei utama

Survei utama merupakan rangkaian kegiatan survei untuk keperluan pengambilan data yang terdiri atas :

- a. pengukuran posisi titik kontrol horisontal,
- b. pengamatan pasang surut,
- c. pemeruman,
- d. pengukuran garis pantai
- e. pengukuran posisi sarana bantu navigasi pelayaran dan objek-objek penting lainnya.
- f. pengukuran garis nol kedalaman
- g. pengukuran arus,
- h. penentuan sifat fisik air laut (konduktifitas, temperature, kecerahan dan tekanan)
- i. pengambilan sampel sedimen dasar laut

6.4 Pengukuran titik kontrol horisontal

Metode pelaksanaan pengukuran kontrol horisontal mengikuti SNI No. 19-6724-2002 tentang jaring kontrol horisontal.

6.5 Pengamatan pasang surut

Beberapa hal yang perlu diperhatikan sebelum dan sesudah pengamatan pasut dilaksanakan adalah:

- a. Pemilihan lokasi dan jumlah stasiun pasut yang akan dipasang harus mempertimbangkan cakupan daerah survei yang mempunyai sifat pasut sama.

- b. Pembuatan BM, pengikatan palem pasut ke BM dengan cara levelling
- c. Pemasangan peralatan dan kalibrasi
- d. Deskripsi stasiun pasut (lihat Lampiran B) dan pencatatan masalah yang terjadi pada saat pengamatan.
- e. Melakukan pencatatan dan analisa awal data pasut setiap hari
- f. Kontrol terhadap stasiun-stasiun pengamatan pasut–yang digunakan untuk daerah survei, termasuk di dalamnya memonitor data-data pasut dari setiap stasiun dan pencatatan kejadian.
- g. Melakukan analisa akhir terhadap data pasut setelah berakhirnya survei.

6.6 Pemeruman

Kegiatan pelaksanaan pemeruman sebagai berikut:

- a. Menyiapkan sarana dan instalasi peralatan yang akan digunakan dalam pemeruman.
- b. Melakukan percobaan pemeruman (*sea trial*) untuk memastikan peralatan survei siap digunakan sesuai spesifikasi yang telah ditentukan.
- c. Melaksanakan pemeruman setelah semua peralatan dan sarana dinyatakan siap.
- d. Melakukan *barcheck* sebelum dan sesudah pemeruman
- e. Membuat lembar kerja sebagai pedoman dalam pelaksanaan pemeruman di lapangan.
- f. Untuk mendapatkan garis nol kedalaman dilakukan pemeruman terpisah pada saat air pasang.
- g. Melakukan investigasi bila ditemukan daerah kritis, yaitu daerah yang dapat membahayakan pelayaran, seperti adanya karang laut, gosong, dan lain-lain.
- h. Mengisi formulir log-book yang berisi informasi antara lain:
 - nama lokasi survei
 - waktu pemeruman (hari, tanggal, tahun)
 - nomor lajur pemeruman
 - nama file
 - nama operator
 - alat pemeruman
 - posisi, waktu dan kedalaman saat memulai dan mengakhiri pemeruman suatu lajur
 - kejadian selama pemeruman dilaksanakan, misalnya terdapat kendala yang mungkin mempengaruhi data.

6.7 Penentuan garis pantai

Penentuan garis pantai dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Mengamati langsung dengan menyusuri garis pantai dengan metoda terestris disesuaikan dengan spesifikasi yang ditentukan dan kondisi daerah survei
- b. Mengamati dan mencatat kenampakan-kenampakan alami/penting saat melaksanakan pengukuran garis pantai (bentuk pantai, kedangkalan). Hal ini perlu dilakukan untuk melihat adanya objek atau bahaya yang tidak dapat diamati dalam proses pemeruman, terutama saat mendekati garis pantai.
- c. Menggunakan kapal yang dapat mendekati garis pantai di area atau lokasi survei, untuk memperoleh deskripsi yang nyata tentang sarana navigasi dan objek-objek penting.
- d. Sebagai data penunjang, penentuan garis pantai bisa dengan memanfaatkan citra satelit atau foto udara, dimana tetap dilakukan koreksi, baik terhadap citra / foto maupun kondisi di lokasi secara langsung. Jenis citra satelit tergantung dari klasifikasi surveinya, dengan mengacu ke standar ketelitian yang ada pada Tabel 2.

6.8 Pengambilan sampel dasar laut

Pengambilan sampel dasar laut dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

- a. Mengukur dan mencatat posisi pengambilan sampel dasar laut
- b. Pengamatan awal dan analisa sementara sampel dasar laut
- c. Dokumentasi dan penyimpanan hasil sampel dasar laut

6.9 Pengukuran sifat fisik air laut

Pengukuran sifat fisik air laut mengikuti ketentuan pada butir 5.11 prosedur pengukuran diantaranya adalah:

- a. Menyiapkan dan mengkalibrasi peralatan yang akan digunakan untuk pengukuran sesuai dengan spesifikasi alat tersebut
- b. Mengukur dan mencatat posisi pengamatan sifat fisik air laut
- c. Melaksanakan pengukuran sifat fisik air laut

6.10 Pengamatan arus

Ketentuan pengukuran arus telah dijelaskan dalam butir 5.12 Dalam pelaksanaan pengukuran arus, perlu diperhatikan prosedur berikut ini:

- a. Menyiapkan dan mengkalibrasi peralatan yang akan digunakan untuk pengukuran sesuai dengan spesifikasi alat tersebut
- b. Mengukur dan mencatat posisi pengamatan arus
- c. Melaksanakan pengamatan arus

6.11 Sarana Bantu Navigasi Pelayaran (SBNP) dan objek-objek penting

Ketentuan pengukuran sarana bantu navigasi dan objek-objek penting mengacu pada spesifikasi pada butir 5.7 Pelaksanaan di lapangan adalah dengan mengukur posisi, jenis sarana bantu navigasi, karakter, ketinggian, jarak tampak dll. Untuk selanjutnya dituangkan dalam sebuah deskripsi SBNP. Contoh format untuk keperluan ini bisa dilihat di Lampiran 3.

7 Pengolahan data perum

Untuk mendapatkan data kedalaman yang akurat, maka data kedalaman hasil ukuran harus dikoreksi terhadap kesalahan dari sumber-sumber kesalahan yang mungkin terjadi.

Sumber-sumber kesalahan tersebut adalah:

- a. Kecepatan gelombang suara, sifat fisik air laut yang tidak konstan mengakibatkan perubahan kecepatan suara dalam air laut.
- b. Perbedaan waktu dan tinggi pasang surut
- c. Kecepatan kapal, mengakibatkan kesalahan *squat* dan *settlement*, sehingga kecepatan kapal harus tidak boleh melebihi 7 knot.
- d. Offset posisi peralatan survei di kapal
- e. Posisi kapal, tergantung peralatan yang dipakai (seperti GPS, Theodolit, Total station, Trisponder dan lain-lain)
- f. Sinkronisasi waktu, diperlukan karena jenis peralatan yang banyak dan berbeda dan harus terintegrasi dalam satu satuan waktu.

Kesalahan-kesalahan tersebut di atas dapat dikoreksi pada saat survei ataupun pada saat melakukan proses data. Hal ini sejalan dengan perkembangan perangkat lunak yang memungkinkan melakukan koreksi data perum setelah survei dilaksanakan.

Berikut tabulasi yang menunjukkan hubungan sumber kesalahan dan saat koreksi kesalahan.

Tabel 3. Sumber Kesalahan Pengolahan Data Perum

No	Sumber Kesalahan	Pemberian Koreksi	
		saat survei	sesudah survei
1	Kecepatan gelombang suara	√	√
2	Perbedaan waktu dan tinggi pasang surut	-	√
3	Kecepatan kapal	√	-
4	Offset posisi peralatan survei di kapal	√	√
5	Posisi kapal	√	-
6	Sinkronisasi waktu.	√	-

8 Penyimpanan dan penyajian data

8.1 Penyimpanan data

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

8.1.1 Data analog

Meliputi seluruh data hasil survei seperti data pemeruman (*echogram*), data pasut, data arus, data sampel dasar laut, dll.

8.1.2 Data digital

Meliputi seluruh data hasil survei seperti data pemeruman (*echogram*), data pasut, data arus, data sampel dasar laut, dll, dalam format digital.

8.1.3 Data mentah (*raw data*)

Data ini merupakan:

- a. Seluruh data hasil survei yang diperoleh, dengan memakai format sesuai peralatan yang dipakai.
- b. Untuk data pemeruman, dilengkapi metadata, terdiri atas informasi minimal:
 - Survei secara umum seperti tanggal, area, peralatan yang digunakan, platform survei.
 - Sistem referensi geodetik yang digunakan seperti datum vertikal/horisontal, termasuk ikatannya ke WGS84 jika datum vertikal digunakan
 - Prosedur kalibrasi dan hasilnya.
 - Cepat rambat suara
 - Data sifat fisik air laut
 - Datum pasang surut dan nilai surutannya
 - Ketelitian yang dihasilkan dan tingkat kepercayaannya (Confidence level)

8.1.4 Data hasil proses

Data ini merupakan data hasil pemeruman:

- a. data mentah yang sudah dikoreksi
- b. untuk data perum disimpan dalam format t,x,y,z (dalam format ASCII) dimana:
 - t = waktu dalam UTC dengan format dd-mm-yyyy hh:mm:ss

- x = bujur dengan format \pm DDMMSS.SS
- y = lintang dengan format \pm DDMMSS.SS
- z = kedalaman dalam meter dengan format mmmm.m

8.2 Penyajian data

Data survei disajikan dalam bentuk lembar lukis teliti analog dan digital dengan ketentuan sebagai berikut :

- a. Memuat angka kedalaman, kontur kedalaman, garis pantai berikut sungai, karang, tanda atau sarana bantu navigasi, bahaya pelayaran, jenis dasar laut, serta objek-objek penting yang perlu ditampilkan.
- b. Kerapatan angka kedalaman adalah satu cm pada skala peta. dimana koordinat penggambaran menggunakan proyeksi UTM pada datum DGN-95, atau sesuai dengan kebutuhan.
- c. Untuk Lembar lukis teliti analog, kertas yang digunakan adalah drafting film dengan ketebalan 0,03 mm.
- d. Kontur kedalaman laut dicantumkan sesuai dengan kebutuhan. Kontur kedalaman setidaknya mencantumkan kontur kedalaman sebagai berikut 0, 2, 5, 10, 20. dalam meter.
- e. Lembar lukis mencantumkan legenda yang di dalamnya berisi indeks peta, data referensi, pemilik pekerjaan, pelaksana pekerjaan, proyeksi, spheroid, skala, unit kedalaman dalam meter, kedudukan relatif chart datum terhadap MSL, posisi BM, nomor lembar peta, judul atau lokasi, dan waktu pelaksanaan.

8.2.1 Penyajian lembar lukis teliti analog

Data analog disajikan dengan mengikuti ketentuan pada butir 8.2.

8.2.2 Penyajian lembar lukis teliti digital

Data digital disajikan dengan mengikuti ketentuan butir 8.3. dalam format vektor.

8.3 Laporan survei

8.3.1 Laporan Pemeruman

Laporan pelaksanaan pemeruman merupakan deskripsi pelaksanaan pemeruman. Laporan ini digunakan untuk memonitor kualitas dan kuantitas data hasil pemeruman. *Log-book* merupakan bagian dari laporan pemeruman yang harus dicantumkan.

8.3.2 Laporan Pengukuran Lain

Laporan pelaksanaan pengukuran lain meliputi pengukuran titik kontrol, pengamatan pasang surut, pengukuran garis pantai dan pengamatan tambahan yang dilakukan. Laporan ini harus memberikan deskripsi yang jelas, lengkap dan rinci tentang bagaimana tiap-tiap proses pengukuran dan pengamatan dilaksanakan, hasil yang dicapai, kendala yang ditemui.

Laporan ini berguna sebagai penunjang dalam kontrol kualitas dan pengolahan data survei.

Lampiran A
(Informatif)
Contoh formulir log-book pemeruman

FORM LOG-BOOK PEMERUMAN	
Lokasi Pengamatan :	Nama Operator :
Hari, Tanggal Pengamatan :	

No. Lajur	Posisi		Kedalaman		Waktu		Deskripsi Kejadian
	awal	akhir	Awal	akhir	Awal	Akhir	

Lampiran B
(informatif)
Contoh formulir deskripsi stasiun pasang surut

DISKRIPSI STASIUN PASUT	
Lokasi	Biak
Nomor Stasiun	015
Zona waktu	WIT
Posisi	01 11' 00" S 136 5' 00" BT
Instalasi	
Tanggal Pemasangan	15-Apr-91
Tipe	Punch Fischer and Porter
Unit	
Ketinggian palem	300 meter
Operator	
OPERATOR	1 Demianus Morin 2
Institusi	LANAL BIAK
Alamat	Biak
Tinggi air	
<p>The diagram illustrates a tide gauge station. It features a vertical black and white checkered scale. To the left of the scale is a small grey square labeled 'BM' (Bench Mark). To the right of the scale, several horizontal lines indicate different water levels: 'HW' (High Water), 'Muka laut rerata' (Mean Sea Level), 'LW' (Low Water), 'Chart Datum', and 'Nol Palembang' (Palembang Zero). A vertical dotted line labeled 'Zo' extends from the 'Muka laut rerata' level down to the 'Nol Palembang' level. A large, faint watermark 'BSN' is visible in the background of the diagram area.</p>	

Lampiran C
(normatif)
Contoh format data pasut

Baris pertama

kolom

1 – 3	kode sta
16-42	posisi
44-54	time zone
58-66	referensi
68-76	bulan
77	unit
81	jumlah hari dalam bulan pengamatan

baris kedua sampai akhir bulan

1 – 3	kode sta
13-16	tahun
18-21	bulan, tanggal
23-81	data pasut dengan spasi satu kolom antar data dimulai dari jam 00.00-11.00

```
015Biak LAT=02 50 S LONG=136 00 E TMZONE=135E REF=00000 60 JAN 91 M 31
015Biak 1991 1 11 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999
015Biak 1991 1 12 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999
015Biak 1991 1 21 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999
015Biak 1991 1 22 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999
015Biak 1991 1 31 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999
015Biak 1991 1 32 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999
015Biak 1991 1 41 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999
015Biak 1991 1 42 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999
015Biak 1991 1 51 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999
015Biak 1991 1 52 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999
015Biak 1991 1 61 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999 9999
```

Lampiran D
(informatif)**Contoh format tabulasi data penentuan sarana bantu navigasi pelayaran**

No	DSI	Lokasi	Jenis SBNP	Posisi	karakter	Tinggi (meter)	Jarak tampak (NM)
1	1675	T priok	mensu	06° 05' 40.0 S 105° 53' 77.0 E		45	8
2							
3							
4							
5							
6							
7							
dst							

Bibliografi

- Australian Navy Hydrographic Service, ????, Hydrographic Transfer Format version 20.2 Technical Specification Royal Australian Navy Hydrographic Service.
- BAKOSURTANAL, 1995, SK Kepala BAKOSURTANAL tentang Datum Geodesi Nasional 1995 (DGN 95).
- BAKOSURTANAL, 2007, Spesifikasi Titik Kontrol Horisontal BAKOSURTANAL
- Canadian Hydrographic Service Fisheries and Oceans, 1998, Standard for Hydrographic Survey 2nd edition, Canada.
- DISHIDROS TNI-AL, 1995 edisi kelima, Simbol-Simbol dan Singkatan-Singkatan Peta Laut, Republik Indonesia.
- Ingham, A.E. 1975, Hydrographic Survey in Sea Surveying, John Wiley and Sons Ltd., London.
- International Oceanographic Commission, 1994, Manual on Sea Level, Measurement and Interpretation.
- Land Information New Zealand (LINZ), 2001, Hydrographic Survey Digital Data Formats, TH Standard 33, National Topographic / Hydrographic Authority.
- LINZ, 2001, Standard for Hydrographic Surveys (HYSPEC) v3, TH Standard 31.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), National Ocean Service, 1997, Nautical Charts User's Manual, Washington DC.
- U.S. Department of Commerce, 2003, National Ocean Services (NOS) Hydrographic Surveys Specifications and Deliverables.