

## Metode pengukuran kedalaman menggunakan alat perum gema untuk menghasilkan peta batimetri

© BSN 2016

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**

Email: [dokinfo@bsn.go.id](mailto:dokinfo@bsn.go.id)

[www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)

Diterbitkan di Jakarta

## Daftar isi

Daftar isi.....	i
Kata pengantar .....	ii
Pendahuluan.....	iii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Istilah dan definisi .....	1
3 Ketentuan dan persyaratan .....	3
4 Cara pengukuran .....	5
5 Laporan.....	7
Lampiran A .....	8
Bibliografi.....	14
Gambar A.1 - Pengikatan titik nol peilskal .....	8
Gambar A.2 - Uji coba tranduser pada lunas kapal.....	9
Gambar A.3 - Uji coba pada sisi kapal .....	9
Gambar A.4 - Lokasi pemasangan Transduser.....	10
Gambar A.5 - Pemasangan Tranduser tidak tetap.....	10
Gambar A.6 - Kemiringan maksimum pemasangan <i>tranducer</i> .....	11
Gambar A.7 - Contoh hasil rekaman pantulan ganda pada kondisi laut dangkal.....	11
Gambar A.8 - Contoh hasil rekaman dasar dengan kondisi normal .....	12
Gambar A.9 - Contoh lajur perum.....	12
Gambar A.10 - Contoh peta batimetri.....	13

## **Kata pengantar**

Standar Nasional Indonesia (SNI) 8283:2016 dengan judul “Metode pengukuran kedalaman menggunakan alat perum gema untuk menghasilkan peta batimetri” memberikan ketentuan pengukuran batimetri menggunakan alat perum gema yang meliputi ketentuan dan cara pengukuran dasar perairan hingga kedalaman 120 m. Ketentuan tersebut dimaksudkan untuk menjadi acuan dan pegangan bagi perencana dalam melaksanakan pengukuran dasar perairan sehingga diperoleh data kedalaman dan informasi tentang konfigurasi dasar perairan.

Standar ini dipersiapkan oleh Komite Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Sub Komite Teknis 91-01-S1 Sumber Daya Air melalui Gugus Kerja Bidang Hidrologi dan Geoteknik Keairan.

Standar ini telah dibahas dalam forum rapat konsensus yang diselenggarakan oleh Sub Komite Teknis 91-01-S1 Sumber Daya Air pada tanggal 22 Maret 2016 yang melibatkan para narasumber, pakar dan lembaga terkait serta telah melalui jajak pendapat pada tanggal 29 April 2016 sampai dengan 28 Juni 2016.

Untuk menghindari kesalahan dalam penggunaan dokumen dimaksud, disarankan bagi pengguna standar untuk menggunakan dokumen SNI yang dicetak dengan tinta berwarna.

Perlu diperhatikan bahwa kemungkinan beberapa unsur dari dokumen standar ini dapat berupa hak paten. Badan Standardisasi Nasional tidak bertanggung jawab untuk pengidentifikasian salah satu atau seluruh hak paten yang ada.

## Pendahuluan

Standar ini merupakan kumpulan dari pengalaman para ahli pengukuran khususnya yang menangani masalah pengukuran kedalaman dengan menggunakan alat perum gema. Salah satu hal penting dalam pelaksanaan pengukuran kedalaman adalah tahapan pelaksanaan pengukuran untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan yang direncanakan.

Standar ini membahas tentang istilah, definisi, ketentuan serta cara pengukuran, sehingga tahapan dalam proses pelaksanaan pengukuran kedalaman dapat diikuti secara sistematis dan praktis.

Diharapkan standar ini dapat dipergunakan sebagai acuan dalam melaksanakan pengukuran kedalaman dengan alat perum gema di Indonesia.



## Metode pengukuran kedalaman menggunakan alat perum gema untuk menghasilkan peta batimetri

### 1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan ketentuan dan persyaratan, cara pengukuran kedalaman perairan serta posisinya untuk membuat peta batimetri.

Alat perum gema GPS dan perum gema DGPS yang digunakan berdasarkan sinyal yang dipancarkan menggunakan pancaran tunggal.

### 2 Istilah dan definisi

Istilah dan definisi yang digunakan pada standar ini adalah sebagai berikut:

#### 2.1

##### **alat perum gema**

suatu alat untuk melakukan pekerjaan pemeruman, dengan menghitung interval waktu yang dibutuhkan oleh gelombang suara untuk merambat dari sebuah titik yang diketahui ke suatu bidang pantul dan kembali ke titik tersebut

#### 2.2

##### **aki (*storage battery*)**

sebuah sel listrik dimana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi

#### 2.3

##### **batimetri**

elevasi/ukuran kedalaman dasar laut

#### 2.4

##### **besi coba**

plat besi berlubang diameter 5 mm, untuk mengkalibrasi kedalaman

#### 2.5

##### **buku perum**

buku yang memuat catatan mengenai pemeruman

#### 2.6

##### **DGPS (*differential global positioning system*)**

Sistem untuk meningkatkan akurasi penentuan posisi atau letak di permukaan bumi dengan bantuan penyalarsan sinyal satelit.

#### 2.7

##### **GPS (*global positioning system*)**

Sistem untuk menentukan posisi atau letak di permukaan bumi dengan bantuan penyalarsan sinyal satelit

#### 2.8

##### **jarak aman**

jarak jagaan antara lunas kapal dan dasar laut

**2.9**

**kompensator kecepatan suara**

rangkaian elektronik yang digunakan untuk mengatur ketidaksesuaian kecepatan rambat suara terhadap kecepatan standar

**2.10**

**koreksi indeks**

koreksi alat terhadap data kedalaman yang besarnya ditetapkan oleh pabrik pembuat alat perum gema

**2.11**

**lajur perum**

lintasan titik-titik posisi perum

**2.12**

**nomor fix**

penomoran pada buku perum dan kertas rekaman pada saat penentuan posisi perum

**2.13**

**pantulan ganda**

berkas sinyal yang tidak tertangkap oleh *transduser*, memantul ke permukaan air, memantul ke dasar dan diterima lagi oleh transduser penerima

**2.14**

**papan duga (peilskal)**

papan berskala untuk mengamati fluktuasi muka air

**2.15**

**pemeruman**

proses pengukuran kedalaman suatu perairan dengan menggunakan alat perum gema

**2.16**

**pena kontak**

kawat tungsten yang dipasang pada sabuk pemutar, yang memberikan sumber catu daya ke pena stilus

**2.17**

**pena stilus**

kawat tungsten yang dipasang pada sabuk pemutar, bila dialiri arus listrik, pada kertas akan terbentuk goresan hitam

**2.18**

**peta batimetri (kedalaman)**

peta kontur kedalaman laut yang diikatkan pada bidang persamaan

**2.19**

**peta kerja**

peta yang memuat lajur-lajur pemeruman yang digunakan untuk mengarahkan posisi perahu supaya sesuai dengan lajur perum

**2.20**

**pola pancaran**

bentuk pancaran pulsa yang dipancarkan oleh *transduser* dan tergantung dari frekuensi dan panjang pulsa

**2.21****sabuk pemutar**

sabuk yang digunakan untuk memutar pena kontak dan pena stilus

**2.22****sinyal akustik**

sinyal yang berasal dari penimbulkan suara

**2.23****sinyal elektronik**

sinyal yang berasal dari penimbulkan gejala listrik

**2.24****spasi perum**

jarak antar dua lajur perum yang berdekatan

**2.25****transduser**

suatu alat yang mempunyai fungsi mengubah suatu besaran fisis ke suatu besaran fisis yang lainnya

**2.26****transduser penerima**

suatu alat yang menerima gema suara setelah terpantul, mengubah sinyal akustik tersebut ke dalam sinyal elektronik

**2.27****transduser pengirim**

suatu alat yang mengubah sinyal elektronik yang dibangkitkan oleh alat perum gema menjadi sinyal akustik yang diarahkan ke dasar

**3 Ketentuan dan persyaratan****3.1 Umum**

Untuk pengukuran perum gema dengan ketelitian  $\leq 10\text{cm}$ , kedalaman efektif pengukuran sampai dengan 60m. Sedangkan untuk ketelitian  $\leq 20\text{cm}$  kedalaman efektif pengukuran sampai dengan 120m. Untuk penggunaan perum gema DGPS, koordinat yang terekam memiliki ketelitian  $\leq 5\text{cm}$ . Sedangkan untuk perum gema dengan GPS koordinat yang terekam memiliki ketelitian  $\leq 200\text{cm}$ .

**3.2 Peralatan**

Peralatan dan perlengkapan harus dalam kondisi laik pakai dan lengkap.

**3.2.1 Peralatan utama**

- a). Peralatan yang digunakan untuk perum gema dengan GPS, sebagai berikut:
  - 1) alat perum gema;
  - 2) alat penentu posisi (GPS);
  - 3) alat ukur waktu dengan ketelitian detik.
  - 4) *waterpass*
  - 5) *peilskal* (papan duga muka air)
- b). Peralatan yang digunakan untuk perum gema dengan DGPS, sebagai berikut:
  - 1) alat perum gema;
  - 2) *receiver base*

- 3) *receiver rover*
- 4) antena penguat sinyal untuk *rover* dan *base*
- 5) Laptop dengan sudah dilengkapi *software Hypack/Hydropo*
- 6) peilskal

### 3.2.2 Perlengkapan penunjang

Perlengkapan penunjang yang digunakan:

- 1) perahu motor, kapasitas disesuaikan dengan kebutuhan;
- 2) peta kerja;
- 3) kompas;
- 4) alat komunikasi;
- 5) alat tulis;
- 6) map lapangan yang kedap air;
- 7) jas hujan;
- 8) jaket pelampung pengaman dengan warna menyolok.
- 9) tripod
- 10) Kamera (untuk dokumentasi)

### 3.3 Petugas dan penanggungjawab

Nama, tanda tangan petugas dan penanggung jawab hasil pengukuran serta tanggal pengukuran harus ditulis dengan jelas dalam formulir pengukuran.

### 3.4 Cuaca

Cuaca pada saat pengukuran dalam keadaan baik.

### 3.5 Bahan

Bahan yang diperlukan dalam pengukuran kedalaman:

- 1) catu daya arus searah (*accu*) sesuai dengan kebutuhan, dengan memperhatikan polaritas kutub-kutubnya;
- 2) kertas rekaman;
- 3) pena stilus.

### 3.6 Pemeriksaan alat dan kalibrasi

Pemeriksaan alat dan kalibrasi meliputi:

- 1) di kantor: rangkaian elektronik dan komponen yang mudah rusak;
- 2) di kantor dan di lapangan: pemeriksaan kalibrasi.

### 3.7 Pemasangan transduser

Pemasangan transduser harus memenuhi ketentuan:

- 1) pemasangan tetap pada lunas kapal, pada jarak sepertiga sampai dengan setengah panjang kapal terhadap ujung haluan (lihat Gambar 4);
- 2) pemasangan tidak tetap di samping atau di buritan (lihat Gambar 5):
  - a. aman terhadap gangguan yang timbul;
  - b. terletak di dalam air;
  - c. bebas terhadap gelembung udara atau gangguan akustik lainnya yang ditimbulkan oleh baling-baling dan poros baling-baling kapal saat melakukan manuver;
  - d. jarak kabel transduser terhadap kabel penyalaan busi minimum 50 cm;
  - e. kelebihan panjang kabel transduser tidak boleh dipotong;
  - f. harus tegak agar didapat penerimaan sinyal akustik yang baik (lihat Gambar 6).

### 3.8 Interpretasi hasil rekaman

Hal yang harus diperhatikan dalam menginterpretasi hasil rekaman kedalaman adalah:

- 1) dasar yang keras dan dasar yang lebih dekat ke transduser akan memantulkan gema lebih kuat dan lebih teliti;

- 2) ketebalan rekaman yang dihasilkan dari perum gema, data yang diambil berada pada bagian tengahnya;
- 3) pengambilan data rekaman perum gema pasti akan terdapat gangguan yang disebabkan oleh kayu, sampah, binatang harus dilakukan interpolasi dan pengecekan ulang data rekaman yang ada di sekitarnya;
- 4) pengaturan *range* kedalaman;
- 5) perhatikan posisi nol pada kertas hasil rekaman kedalaman;
- 6) perhatikan tanda tanggal dan jam mulai perekaman data kedalaman pada kertas hasil rekaman data
- 7) kekuatan pantul berkurang menurut urutan karang, pasir, logam, kayu, ikan dan plankton;
- 8) akan menghasilkan pantulan ganda di air dangkal, disebabkan oleh pantulan bolak-balik antara dasar dan permukaan air, kedalaman sebenarnya dari rekaman ganda adalah rekaman yang terdangkal (lihat Gambar 7).
- 9) hasil perekaman data kedalaman dengan kondisi normal (lihat Gambar 8)

Hal yang harus diperhatikan dalam menginterpretasi hasil rekaman posisi koordinat adalah:

- 1) menyamakan nomor data perekaman hasil GPS dan hasil pemeruman (dengan GPS);
- 2) perhatikan penggunaan sistem koordinat yang digunakan;
- 3) melakukan pengecekan data koordinat apakah sudah sesuai dengan volume pengukuran yang dibutuhkan;

### 3.9 Koreksi data

Hasil pengukuran harus dikoreksi terhadap:

- 1) penyimpangan alat;
- 2) kedudukan transduser terhadap permukaan air;
- 3) kedalaman karena perubahan kecepatan gelombang suara dalam air;
- 4) perputaran motor penggerak stilus;
- 5) fluktuasi muka air.

### 3.10 Pengikatan terhadap bidang persamaan

Pekerjaan pengukuran kedalaman harus diikatkan pada titik tetap (*benchmark*) yang tersedia atau dibuat baru.

## 4 Cara pengukuran

Lakukan persiapan, pengujian dan pengukuran sebagai berikut:

- 1) persiapan di kantor:
  - a. pilih alat perum gema sesuai dengan kebutuhan;
  - b. pilih peralatan posisi yang diperlukan;
- 2) pengujian alat di kantor:
  - a. periksa bentuk pulsa, tegangan dan frekuensi rangkaian-elektronik sesuaikan dengan spesifikasi teknis;
  - b. periksa fungsi dari sabuk pemutar stilus, pena stilus, pena kontak, lengan stilus, geser penggerak rol kertas, sekering dan lain-lain;
  - c. periksa pengaturan titik nol dan kalibrasi
  - d. periksa fungsi GPS atau DGPS;
- 3) persiapan di lapangan
  - a) siapkan perahu motor yang memadai;
  - b) pasang alat perum gema pada kapal;

- c) pemasangan *receiver base* di titik yang akan dijadikan referensi atau BM beserta antena dan penguat sinyal (perum gema DGPS);
  - d) menyamakan besaran frekuensi di *receiver base* dan *receiver rover* (perum gema DGPS);
  - e) Sambungkan alat perum gema dan DGPS pada laptop (perum gema DGPS);
  - f) pasang alat DGPS pada kapal, sebaiknya posisi pemasangan DGPS tidak terhalang (perum gema DGPS);
  - g) pasang transduser sesuai dengan ketentuan;
  - h) siapkan peralatan yang diperlukan dalam pengujian lapangan;
- 4) pengujian alat di lapangan:
- a) hubungkan kabel transduser dan kabel catu daya pada alat perum gema;
  - b) gantikan sisa rol kertas rekaman dengan rol yang baru;
  - c) hidupkan alat perum gema dengan mengatur saklar ON-OFF pada kedudukan STANDBY selama 10 menit sebagai pemanasan alat, kemudian geser saklar pada kedudukan ON;
  - d) pengaturan titik nol transduser terhadap muka air;
  - e) pengaturan kelompok kedalaman;
  - f) operasikan alat perum gema sampai nampak hasil rekaman;
  - g) mulai pengujian dengan jarak besi coba (cek bar) 1 meter terhadap transduser;
  - h) turunkan besi coba (cek bar) dengan interval 1 meter sampai kedalaman maksimum yang dapat dicapai, pada setiap interval penurunan besi coba (cek bar) harus ditunggu sampai nampak hasil rekaman;
  - i) setelah kedalaman maksimum tercapai, naikan besi coba (cek bar) ke atas dengan prosedur yang sama seperti saat penurunan;
  - j) perhatikan hasil rekaman, evaluasi dengan skala yang digunakan;
  - k) minimalkan simpangan antara pembacaan pada alat perekam dan kedalaman sebetulnya dari besi coba (cek bar) dengan kompensator kecepatan suara;
  - l) lakukan pengujian saat kapal membuang sauh dan arus tenang;
- 5) lakukan pengulangan kalibrasi bila:
- a. kertas rekaman diganti dengan yang baru;
  - b. terjadi penurunan catu daya, yang dapat diketahui dari kedudukan dan bentuk ZERO-LINE;
  - c. terjadi perubahan kedudukan tombol CAL ZERO, SPEED OF SOUND, dan TIDE & DRAFT;
  - d. terjadi perubahan kedudukan vertikal atau horisontal dari transduser;
  - e. diadakan perbaikan oada alat perum gema;
  - f. tempatkan perahu survei pada titik awal lajur pertama;
  - g. siapkan peralatan penentuan posisi dan hidupkan alat perum gema;
- 6) Pelaksanaan pemeruman
- a. pembuatan peta kerja yaitu ray lintasan perahu tegak lurus dan sejajar pantai dengan jarak 25 m sampai dengan 50 m;
  - b. pengukuran pasang surut selama pelaksanaan pemeruman;
  - c. lakukan pekerjaan pemeruman segera setelah semua anggota tim di atas perahu survei;
  - d. jalankan perahu survei dengan kecepatan konstan;
  - e. catat pada buku perum keterangan-keterangan yang diperlukan antara lain: lokasi pengukuran, waktu mulai dan akhir pengukuran nomor fix, mulai dan akhir pengukuran, dan lain-lain (hanya untuk perum gema GPS);
  - f. beri tanda awal pengukuran pada kertas rekaman dan harus cocok dengan nomor fix (hanya untuk perum gema GPS);
  - g. kendalikan arah perahu survei dengan berpedoman pada peta kerja dan pengarah di darat atau kompas (hanya untuk perum gema GPS);

- h. berikan aba-aba "SIAAAP FIX" untuk pengambilan fix No.1 dan seterusnya (hanya untuk perum gema GPS);
- i. ambil posisi fix dengan interval waktu yang tetap (hanya untuk perum gema GPS);
- j. beri tanda akhir pengukuran pada kartas rekaman, setiap akhir satu lajur;
- k. pada setiap akhir lajur:
  - (1) periksa kebenaran dan kesamaan dari setiap nomor posisi fix dan waktunya dari lajur yang baru diselesaikan, antara buku perum, kertas rekaman, dan peta kerja;
  - (2) lengkapi catatan di buku perum mengenai keadaan atau kejadian selama pemeruman di lajur tersebut;
  - (3) rencanakan untuk pemeruman lajur berikutnya dengan memperhatikan haluan perahu survei; pengaruh arus sepanjang lajur yang baru diselesaikan, dan cara pendekatan kapal pada titik awal dari lajur baru;
- l. pada akhir pemeruman harian:
  - (1) periksa seluruh isi buku perum, cocokkan nomor urut posisi fix dengan nomor urut di peta kerja dan kertas rekaman;
  - (2) periksa semua keterangan yang harus dicantumkan pada akhir dan awal setiap kertas rekaman, buku perum, dan peta kerja;
  - (3) periksa apabila ada perbedaan antara besi coba awal dan besi coba akhir;
  - (4) pindahkan angka kedalaman pada posisi fix bernomor dari kertas rekaman ke dalam buku perum;
  - (5) periksa kelengkapan pengisian data posisi dan data kedalaman di dalam buku perum;
  - (6) periksa semua peralatan survei dan simpan dalam keadaan kering;
  - (7) masukkan data hasil pengukuran pada map-map yang telah disediakan dan simpan ditempat yang aman.

## 5 Laporan

Hasil pengukuran kedalaman laut dengan alat perum gema dilaporkan dalam bentuk gambar, tabel maupun keterangan yang memuat:

- 1) peta batimetri, dilengkapi dengan :
  - a. nama kegiatan;
  - b. nama lokasi pengukuran;
  - c. nama pantai;
  - d. waktu pengukuran;
  - e. elevasi patok-patok pengukuran;
- 2) sketsa lokasi pengukuran, penjelasan jenis alat dan perlengkapan, hasil interpretasi, pembahasan dan rekomendasi;
- 3) personil, memuat:
  - a. daftar nama-nama pengukur, pengawas dan penanggung jawab pekerjaan disertai tanda tangannya;
  - b. pembagian tugas dan tanggung jawab antar personil;
  - c. daftar petugas lokal;
- 4) lain-lain, mencakup:
  - a. hambatan-hambatan yang terjadi baik pada alat maupun personil dan cara penanggulangannya;
  - b. cuaca;
  - c. dokumentasi kegiatan

**Lampiran A**  
(informatif)  
**Contoh perhitungan dan gambar**

Dari hasil pengukuran sifat datar (lihat gambar 1) didapat nol papan duga = - 0.622, terhadap patok P.1 = + 1.196.

Untuk itu perhitungan elevasi titik-titik perum (z):

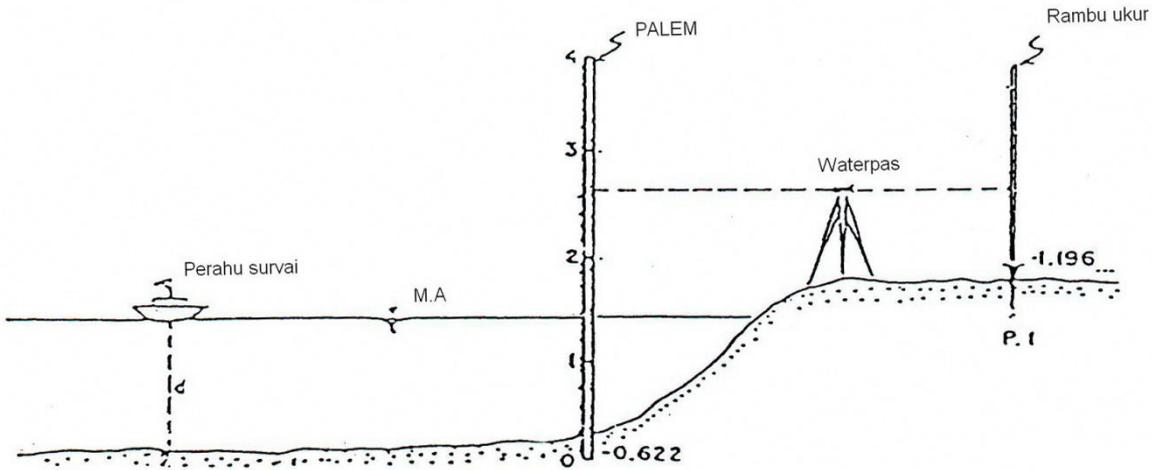
$z = \text{Nol peilskal,} + \text{tinggi muka air} - \text{kedalaman (d)} - \text{koreksi alat.}$

Contoh: (fix no. 20)

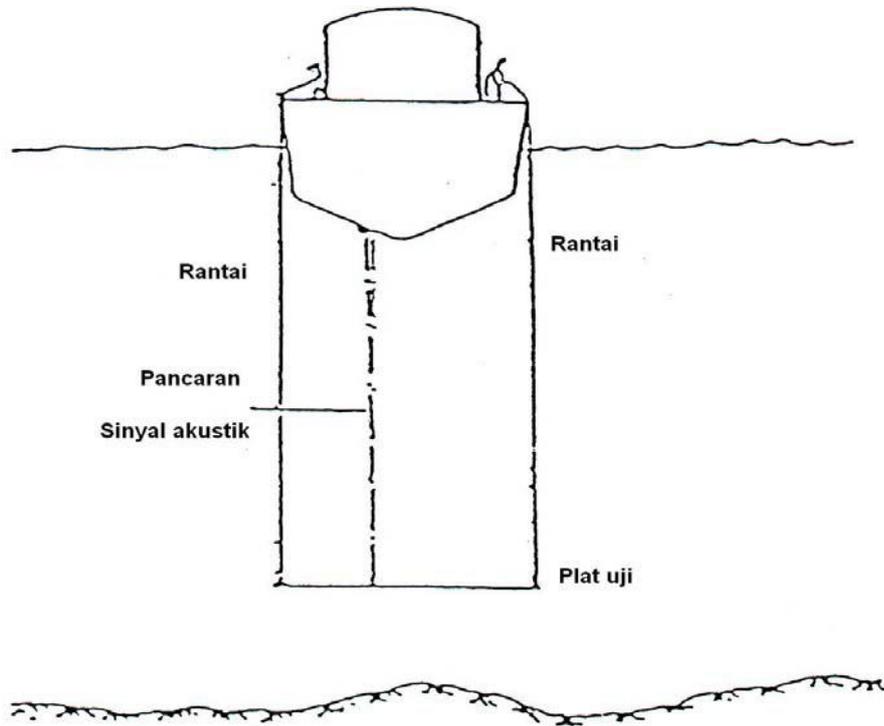
Diketahui:

Nol Peilskal	=	- 0.622
Tinggi muka air	=	0.72
Kedalaman (d)	=	3.30
Koreksi alat	=	0

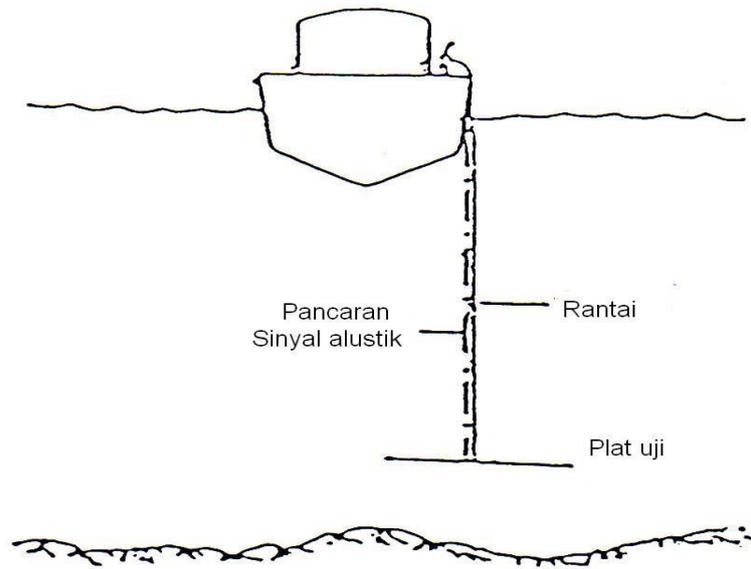
$z = - 0.622 + 0.72 - 3.3 - 0$	=	- 3.20 m
Elevasi dasar (z)	=	- 3.20 m



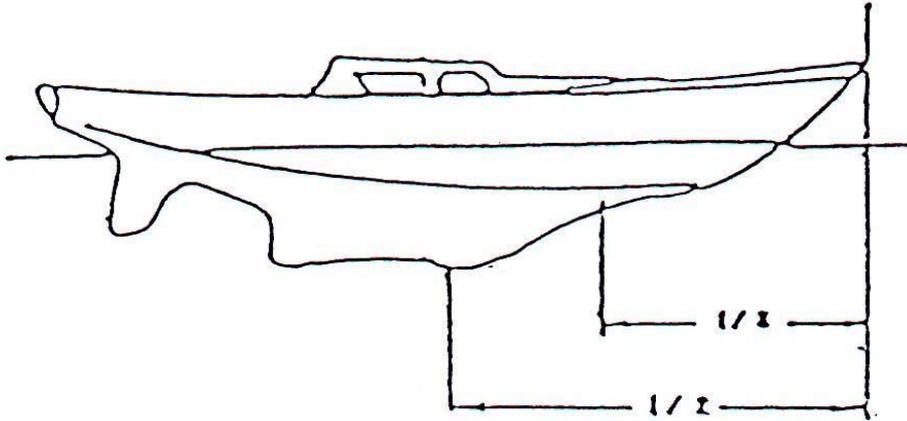
**Gambar A.1 - Pengikatan titik nol peilskal**



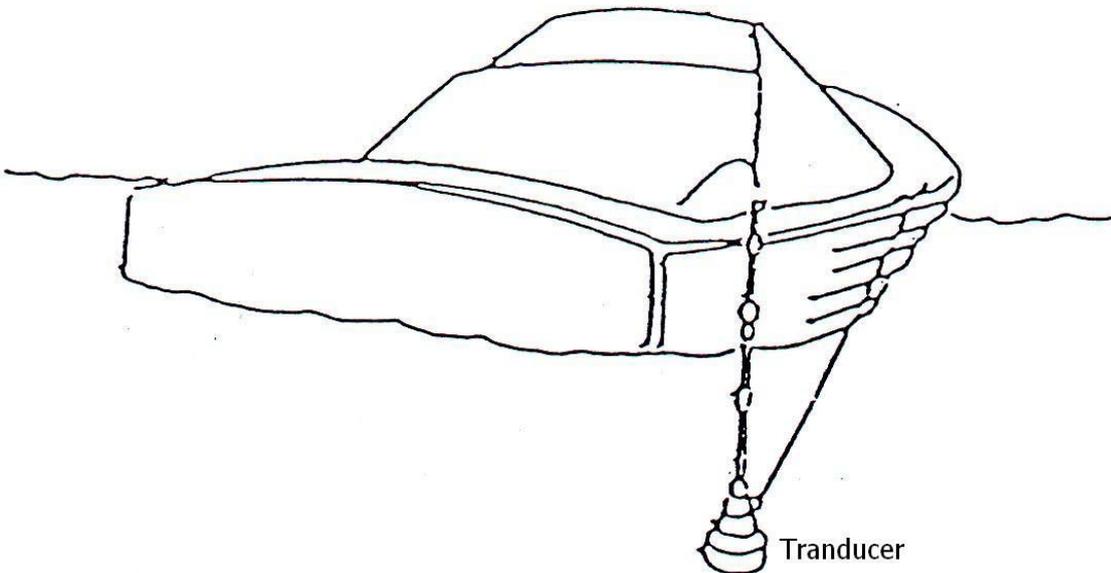
Gambar A.2 - Uji coba transduser pada lunas kapal



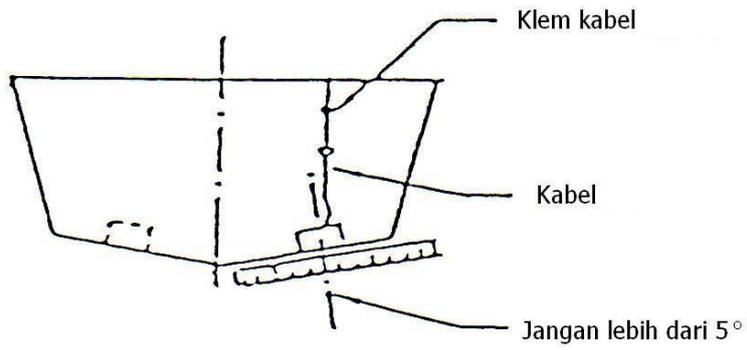
Gambar A.3 - Uji coba pada sisi kapal



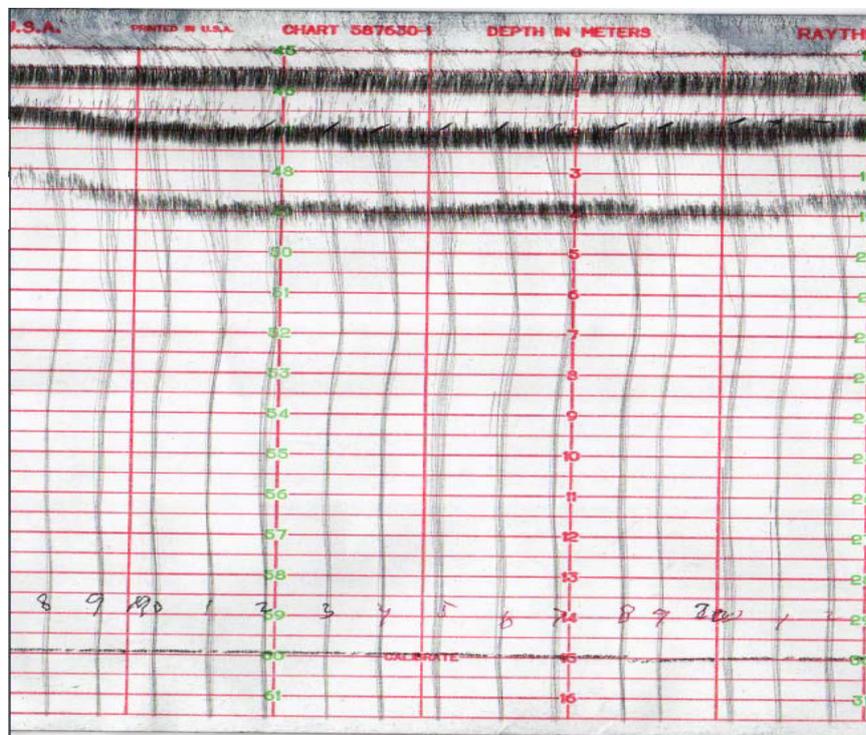
Gambar A.4 - Lokasi pemasangan Transduser



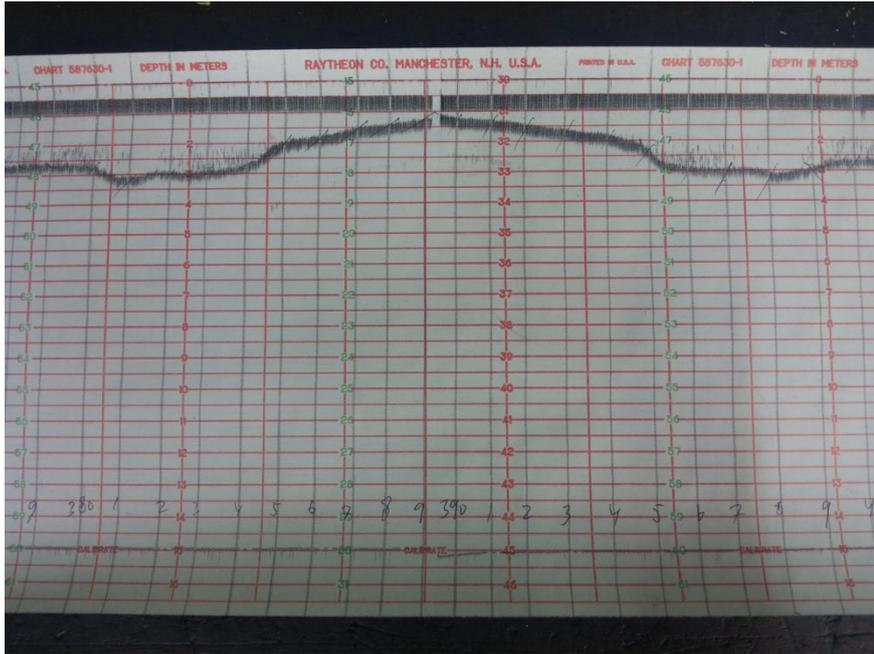
Gambar A.5 - Pemasangan Transduser tidak tetap



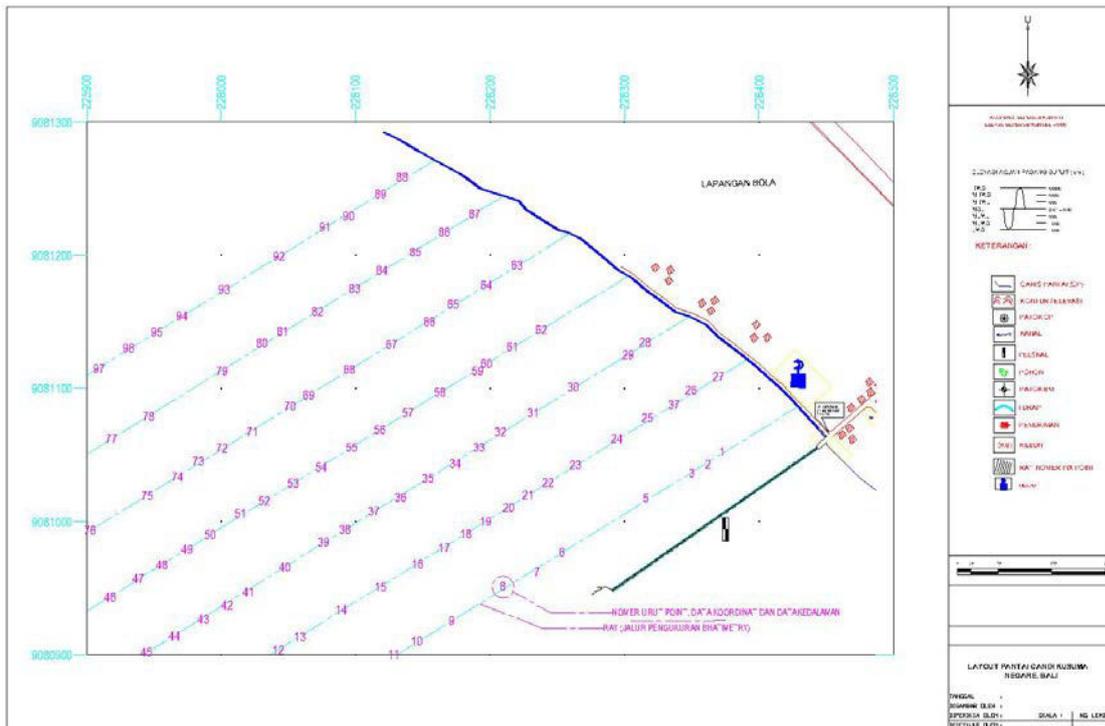
Gambar A.6 - Kemiringan maksimum pemasangan *tranducer*



Gambar A.7 - Contoh hasil rekaman pantulan ganda pada kondisi laut dangkal



Gambar A.8 - Contoh hasil rekaman dasar dengan kondisi normal



Gambar A.9 - Contoh lajur perum



## **Bibliografi**

SK SNI M-38-1993-03, Metode pengukuran batimetri menggunakan alat perum gema.

## Informasi pendukung terkait perumus standar

### 1) Komtek/ SubKomtek perumus SNI

SubKomite Teknis 91-01-S1 Sumber Daya Air

### 2) Susunan keanggotaan Komtek perumus SNI

Ketua : Dr. Ir. William M. Putuhena, , M.Eng

Sekretaris : Ir Nur Fizili, MT

Anggota : Suardi Natasaputra

Doddy Yulianto

Dendy Harry Utama

Prof. Dr. Iwan Kridasantausa Hadihardjaja, M.Sc, Ph.D

Ir Nana Nasuha, Sp1

Ir. Iskandar A Yusuf, , M.Sc

DR. Ir. Hadi U. Moeno,, M.Sc

#### CATATAN:

Susunan keanggotaan Sub Komtek 91-01-S1 diatas adalah pada saat Standar ini ditetapkan. Anggota Komtek yang juga turut menyusun sebelum perubahan keanggotaan, adalah:

1. Dr. Ir. Winskayati, Sp1
2. Ir. Sampudjo Komarawinata, M.Eng
3. Drs. Pradah Dwiatmanta, M.Si
4. Adenan Rasyid, ST, MT
5. Dr. Ir. Sri Legowo

### 3) Konseptor rancangan SNI

Bambang Supartanto, ME.

### 4) Sekretariat pengelola Komtek perumus SNI

Gugus Kerja Bidang Hidrologi dan Geoteknik Keairan

Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat