

**INTERPRETASI HASIL PENCITRAAN *SBP* (*SUB-BOTTOM PROFILER*) UNTUK Mendukung RENCANA PEMASANGAN KABEL BAWAH LAUT**

**SONDY HARDIAN MJ, YUWONO MS, DANAR GURUH P**

Program Studi Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

**Abstrak**

*SBP (Sub-Bottom Profiler) adalah alat yang menggunakan gelombang akustik untuk menentukan keadaan fisik dasar samudera dan mengidentifikasi karakteristik keadaan geologi khususnya lapisan permukaan dasar laut berdasarkan pantulan gelombang. Pengolahan data survei seismik menggunakan SBP dapat menyediakan informasi spasial berupa interpretasi lapisan sedimen dan batimetri untuk menunjang rencana pemasangan kabel bawah laut di Selat Riau.*

*Hasil interpretasi visual yang didukung data grab sampler digambarkan sebagai peta sebaran sedimen. Lapisan penyusun sedimen pada permukaan dasar laut adalah lapisan sangat lunak hingga lunak dari lempung (clay)/lempung lanau (silty clay), lapisan pasir, lapisan pasir tercampur dengan lempung/lanau dan lapisan lain yang diduga lapisan keras di daerah survei. Jenis sedimen ini merupakan material yang aman bagi kabel bawah laut.*

**Kata Kunci :** *Sedimen, SBP (Sub-Bottom Profiler), Grab Sampler, Batimetri.*

**PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan wilayah kedaulatan seluas 5.193.250 km<sup>2</sup>. Luas wilayah lautan yang hampir 2/3 menyebabkan beberapa daerah di Indonesia terpisah oleh lautan. Pembuatan kabel bawah laut sebagai sistem transmisi listrik untuk keadaan daerah yang dipisahkan lautan sangat diperlukan. Tahap awal proses pemasangannya adalah melakukan pemetaan keadaan fisik dasar samudera berikut identifikasi karakteristik keadaan geologinya. Alat yang digunakan adalah *SBP (Sub-Bottom Profiler)* yang menggunakan prinsip pantulan gelombang akustik untuk menentukan lapisan dasar laut seperti lapisan sedimen dan batuan (McQuillan *et al*, 1984).

Hasil pengolahan data *SBP* adalah peta sebaran lapisan sedimen (representasi struktur geologi meliputi batas dan keadaan geologi) dan peta batimetri. Data hasil interpretasi *SBP* akan menjadi rekomendasi dalam rencana jalur pemasangan kabel bawah laut.

**Tujuan**

1. Memberikan informasi mengenai jenis sedimen dan persebarannya dari hasil interpretasi data *SBP* pada permukaan dasar laut (peta sebaran sedimen).
2. Memberikan informasi kedalaman laut dari data yang dihasilkan alat *SBP* (peta batimetri).

**Perumusan Masalah**

Perumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah bagaimana mengolah dan menyajikan data *SBP* menjadi sebuah informasi jenis lapisan dan persebaran sedimen pada permukaan dasar laut dan informasi batimetri dalam kaitan rencana pemasangan kabel bawah laut.

**Batasan Masalah**

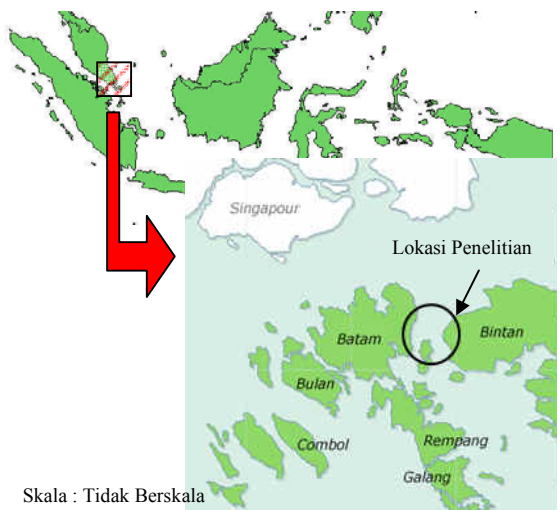
1. Data yang digunakan adalah data pencitraan hasil survei *SBP* Selat Riau

- yang menghubungkan Pulau Batam dan Pulau Bintan pada tanggal 11-21 juli 2007.
2. Informasi spasial yang dihasilkan dari serangkaian proses pengolahan data *SBP* adalah peta sebaran sedimen permukaan dasar laut sebagai hasil interpretasi lapisan sedimen dan peta batimetri sebagai representasi kedalaman laut.
  3. Interpretasi hasil pencitraan *SBP* yang dilakukan adalah menentukan jenis lapisan sedimen pada permukaan dasar laut berdasarkan interpretasi visual dan didukung data hasil *grab sampler*.
  4. Analisa mengenai persebaran sedimen di permukaan dasar laut dan analisa selisih kedalaman laut antara lajur utama dan lajur silang.
  5. Rekomendasi mengenai lokasi yang aman terhadap rencana pemasangan kabel bawah laut.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terbagi atas satu koridor utama sebagai jalur yang digunakan untuk rencana pemasangan kabel bawah laut. Koridor rencana jalur kabel dengan *Landing Point* di Pulau Batam yang terletak kira-kira 5.5 km di sebelah utara Desa Kabil.



**Gambar 1 : Lokasi Survei Menggunakan SBP**

*Landing Point* di Pulau Batam (BM 2A) sebagai titik awal rencana jalur memiliki koordinat  $01^{\circ} 07' 49''$  LU;  $104^{\circ} 08' 49''$  BT atau (124869.171 N; 405023.379 E). Dan dihubungkan dengan *Landing Point* di Desa Tanjung Uban Kota di Pulau Bintan (BM 3 A) yang memiliki koordinat  $01^{\circ} 05' 47''$  LU;

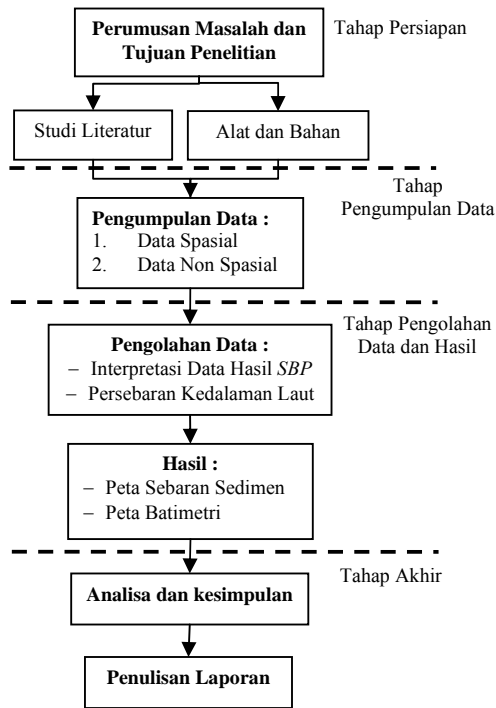
$104^{\circ} 13' 33''$  BT atau (121212.467 N; 413868.035 E) sejauh masing-masing kurang-lebih 10,1 km.

### Peralatan

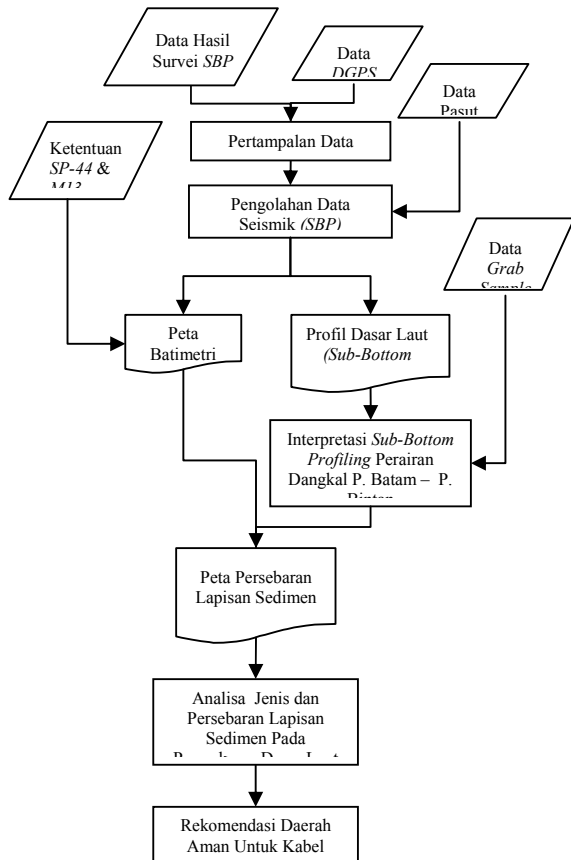
1. Perangkat keras (*Hardware*) :
  - a. Satu set *Personal Computer* (PC).
  - b. *Printer* Epson C-43 SX.
2. Perangkat Lunak (*Software*) :
  - a. *AutoCAD Land Desktop* 2004.
  - b. *Innomar SES2000 Parametric Sub-Bottom Profiler System for Windows*.
  - c. *ISE 2.92 Processing*.

### Bahan

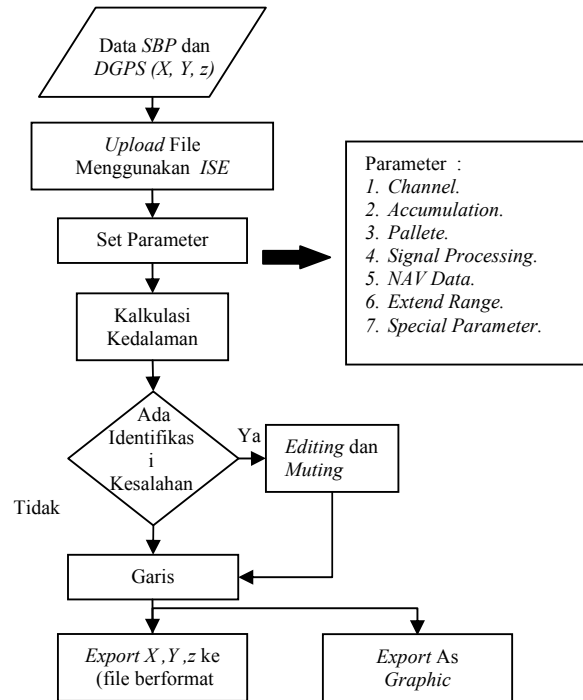
1. Data spasial
  - a. Data survei *SBP* pada tanggal 11-21 juli 2007 menggunakan alat *Innomar SES2000 Parametric Sub-Bottom Profiler*.
  - b. Data *DGPS*. Alat *DGPS* yang digunakan adalah *Trimble DSM212 Single-frequency GPS receiver*.
  - c. Data pasang surut 30 hari. Stasiun pasang surut di dermaga PT Pertamina Tongkang, Kabil - Pulau Batam. Dermaga ini terletak sekitar 900m dari koridor survei. (koordinat: =  $404.213,98$  E;  $118.678,28$  N)
2. Data Non spasial
  - a. Standar survei *SBP* oleh *IHO* (*M13*).
  - b. Standar survei hidrografi *IHO* (*SP-44*)
  - c. Data hasil *grab sampler*.



Gambar 2 : Diagram Alir Penelitian



Gambar 3 : Diagram Alir Pengolahan Data



Gambar 4. Diagram alir pengolahan Data Menggunakan Software ISE Processing 2.92

Beberapa parameter pada proses pengolahan data menggunakan software ISE 2.92 Processing, antara lain :

1. Nilai TVG (*Time Variable Gain*) [dB/m] berhubungan dengan kekuatan sinyal yang dikeluarkan oleh alat SBP untuk meminimalisasi noise dalam merekam lapisan tanah.
2. Reduksi kedalaman menggunakan data pasut. Chart datum yang digunakan LWS (*Low Water Spring*). Duduk tengah sebesar 2,9m dan Zo sebesar 1,3m.

### Penentuan Kedalaman Dasar Laut

*Water Depth Calculate* adalah kalkulasi untuk menentukan batas kedalaman laut sehingga terbentuk profil dasar laut (*seabed profile*). Software ISE 2.92. akan mendeteksi dan mendigitasi perbedaan karakter gelombang sinyal pada saat dipantulkan oleh dasar laut dan karakter piksel yang mewakili air laut dan dasar laut. Kesalahan yang timbul pada proses

ini akan dihilangkan dan diinterpolasi dengan cara *Editing* (digitasi ulang secara manual pada garis *seabed* tersebut dengan melihat karakter yang sama ) dan *Muting* (*cropping* terhadap garis yang salah).

**Proses Export X, Y, z ke Format \*.txt dan Export As Graphic ke Format \*.Jpg dari ISE 2.92.**

Proses *export as graphic* berkaitan erat untuk pembuatan profil dasar laut (*Sub-Bottom Profiling*) berikut analisa mengenai jenis dan persebaran lapisan sedimen yang didukung oleh data *grab sampler*. Sedangkan Proses *Export X, Y, z* diperlukan untuk membuat peta batimetri yang menyajikan informasi kedalaman laut. Peta sebaran sedimen diperoleh dengan menginterpolasi kedua produk.

Pembuatan peta batimetri dan peta sebaran sedimen dilakukan dengan menggunakan *software AutoCAD Land Desktop 2004*.

**HASIL DAN ANALISA**

**Peta Persebaran Sedimen**

Hasil *grab sampler* adalah :

1. Sampel sedimen pada lokasi G6 (407899 E; 123753 N) menunjukkan bahwa komposisi pasir (*sand*) sangat dominan. Endapan lumpur adalah sedimen yang sangat kecil pada daerah ini.

Titik G6 (407899; 123753)

- Berat sampel = 100 gram
- *Finer # 200 %* = 0,86
- Kerikil Kecil (*gravel*) = 0 %
- Pasir (*sand*) = 91,84 %
- Endapan lumpur (*silt*) = 8,16 %
- Lempung/tanah liat (*clay*) = 0 %

Keterangan :

*Finer # 200* menunjukkan bahwa pada saat uji sampel sedimen ayakan yang digunakan adalah ukuran 200 dengan diameter saringan 0,075 mm. Prosentase yang lolos adalah 0,86 % dan sedimen yang tertahan pada ayakan ini adalah sedimen yang lebih besar 0,075 mm. Ukuran partikel pasir berkisar antara

0,840 – 2,380 mm. Sisanya adalah endapan lumpur (*silt*) dengan prosentase 8,16 %.

2. Sampel sedimen pada lokasi G7 (406141 E; 124421 N) menunjukkan bahwa komposisi pasir (*sand*) lebih dominan.

Titik G7 (406141; 124421)

- Berat sampel = 100 gram
- *Finer # 200 %* = 5,57
- Kerikil kecil (*gravel*) = 0 %
- Pasir (*sand*) = 94,43 %
- Endapan lumpur (*silt*) = 5,57 %
- Lempung/tanah liat (*clay*) = 0 %

Keterangan :

Berat sampel adalah 100 gram. Prosentase lolos adalah 5,57 % yang menandakan partikel ini lebih kecil dari ukuran ayakan 0,075 mm. Hasil uji sampel sedimen menunjukkan bahwa lapisan pasir (*sand*) dominan pada daerah pengambilan sampel dengan diameter butir berkisar 2,380 mm.

Pada sampel di titik G7 tidak ditemukan jenis sedimen kerikil kecil (*gravel*) dan jenis batuan kecil dimana tidak ada sampel sedimen yang tertahan pada ayakan tersebut.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk mendapatkan gambaran persebaran posisi jenis lapisan sedimen sepanjang jalur survei adalah :

1. Melakukan interpretasi visual pada profil dasar laut. Jenis sedimen yang dapat diinterpretasi secara visual didukung dengan data *grab sampler*.
2. Klasifikasi tekstur lapisan sedimen pada permukaan dasar laut dilakukan berdasarkan posisi titik *grab sampler* berikut pemberian informasi jenis sedimen.
3. Pengeplotan titik *grab sampler* pada peta batimetri dari koordinat yang ditunjukkan profil dasar laut agar didapatkan posisi horizontal jenis sedimen.
4. Interpolasi antar jalur pemeruman/profil dasar laut agar lapisan sedimen dan persebarannya disajikan sebagai zona persebaran sedimen.
5. Analisa secara kualitatif meliputi penentuan jenis lapisan sedimen dan persebaran lapisan sedimen.

Interpretasi sedimen menggunakan interpretasi visual berdasarkan tujuh kunci interpretasi dan didukung *grab sampler* pada profil dasar laut antara lain :

- a. Lapisan sangat lunak hingga lunak dari lempung (*clay*) atau lempung lanau (*silty clay*) sebagai material yang dominan sepanjang koridor survei.
- b. Lapisan pasir (*sand*) yang persebarannya membentuk gelombang-gelombang pasir.
- c. Lapisan yang diduga lapisan pasir yang tercampur tidak beraturan antara material lempung (*clay*) dengan lempung lanauan (*silty clay*) yang sangat lunak hingga lunak (*very soft to soft*).

| Nama Benchmark | Koordinat Benchmark (Northing, Easting) |               | Keterangan                |
|----------------|---|---------------|---------------------------|
| BTM3 (Static)  | 114 158,530 m                           | 403 148,775 m | Bakosurtanal              |
| BTM3 (DGPS)    | 114 158,060 m                           | 403 150,688 m | Rata-rata Verifikasi DGPS |
| SELISIH        | 0,470 m                                 | 1,913 m       | *) Batas toleransi ≤2,0 m |

- d. Lapisan lain yang diduga sebagai lapisan yang keras (*hard material*).

**Batimetri**

Analisa yang dilakukan antara lain :

- 1. Verifikasi alat DGPS

Tabel 1 : Hasil Verifikasi DGPS

\*) = Selisih koordinat horizontal memenuhi aturan *IHO* mengenai akurasi horizontal. Ketentuan *SP-44* dan *M-13* untuk skala survei orde spesial adalah sebesar 2 m.

Tabel 1 menunjukkan verifikasi menggunakan DGPS (ID-65 sebagai *reference station (beacon)* dengan *Trimble HYDROpro Navigation*, selama 5 menit tidak memiliki selisih jauh dengan koordinat BM yang didapatkan dari Bakosurtanal secara statik.

- 2. Kesalahan antara kedalaman dalam titik *fix* perum pada lajur utama dan lajur silang untuk orde spesial tidak boleh melebihi toleransi berikut :

$$\sigma = \pm \sqrt{a^2 + (b \times d)^2} \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

- $\sigma$  = Toleransi kesalahan kedalaman terukur terhadap kedalaman sebenarnya.
- $a$  = Kesalahan independen (jumlah kesalahan yang bersifat tetap)
- $b$  = Faktor kesalahan kedalaman dependen (jumlah kesalahan yang bersifat tidak tetap)
- $d$  = Kedalaman terukur rata-rata
- $(b \times d)$  = Kesalahan kedalaman yang dependen (jumlah semua kesalahan kedalaman yang dependen)

$a = 0,25 \text{ m}$   
 $b = 0,0075$   
 $d = 28,200 \text{ m}$   
 $\Sigma\sigma = (\pm) 0,327 \text{ m}$

Tabel 2 berisi tentang perhitungan selisih antara kedalaman pada lajur utama (*du*/titik *fix* perum) dengan kedalaman pada lajur silang (*ds*). Besarnya kedalaman rata-rata pada setiap titik perpotongan adalah sebesar 28,200 m. Nilai inilah yang dianggap sebagai *d*. Berdasarkan rumus toleransi selisih kedalaman menurut *IHO SP-44*, besarnya selisih kedalaman antara lajur utama dan lajur silang ( $\Sigma\sigma$ ) tidak boleh lebih dari  $\pm 0,327 \text{ m}$ . Pada Tabel 4.3, Seluruh 41 titik perpotongan memiliki nilai selisih kurang dari  $\pm 0,327 \text{ m}$ . Perhitungan mengenai tingkat kepercayaannya adalah jumlah data diterima dibagi jumlah data keseluruhan, yakni sebesar 100 %. Prosentase tingkat kepercayaan sebesar 100 % menunjukkan bahwa nilai kepercayaan hasil survei sesuai dengan standar survei *IHO SP-44* untuk orde spesial yang memiliki tingkat kepercayaan dengan metode statistik sebesar 98 %.

**Tabel 2 : Perhitungan Selisih Kedalaman Lajur Utama dan Lajur Silang**

| No | Nama    | $du$ (m) | $ds$ (m) | $ds-du$ (m) | Ket      |
|----|---------|----------|----------|-------------|----------|
| 1  | Lajur 1 | 18,134   | 18,047   | 0,087       | Diterima |
| 2  |         | 17,899   | 17,631   | 0,268       | Diterima |
| 3  |         | 15,296   | 14,978   | 0,318       | Diterima |
| 4  |         | 14,9     | 14,693   | -0,207      | Diterima |
| 5  |         | 15,484   | 15,511   | -0,027      | Diterima |
| 6  |         | 13,3     | 12,988   | -0,212      | Diterima |
| 7  | Lajur 2 | 19,7     | 19,798   | -0,098      | Diterima |
| 8  |         | 19,787   | 19,65    | 0,137       | Diterima |
| 9  |         | 20,103   | 19,952   | 0,151       | Diterima |
| 10 |         | 20,531   | 20,7     | 0,168       | Diterima |
| 11 |         | 19,433   | 19,521   | -0,088      | Diterima |
| 12 |         | 20,161   | 20,102   | 0,059       | Diterima |
| 13 | Lajur 3 | 22,921   | 23,112   | -0,191      | Diterima |
| 14 |         | 22,762   | 23,045   | 0,283       | Diterima |
| 15 |         | 23,778   | 23,485   | -0,293      | Diterima |
| 16 |         | 22,764   | 22,563   | 0,201       | Diterima |
| 17 |         | 22,770   | 22,546   | 0,224       | Diterima |
| 18 | Lajur 4 | 21,446   | 21,422   | 0,024       | Diterima |
| 19 |         | 28,814   | 28,825   | -0,011      | Diterima |
| 20 |         | 26,646   | 26,788   | 0,142       | Diterima |
| 21 |         | 24,711   | 24,698   | 0,013       | Diterima |
| 22 |         | 26,291   | 26,314   | -0,023      | Diterima |
| 23 |         | 25,627   | 25,393   | -0,234      | Diterima |
| 24 |         | 25,421   | 25,228   | -0,193      | Diterima |
| 25 | Lajur 5 | 59,796   | 59,86    | -0,064      | Diterima |
| 26 |         | 54,788   | 54,735   | -0,052      | Diterima |
| 27 |         | 55,769   | 56       | -0,231      | Diterima |
| 28 |         | 53,348   | 53,5     | 0,152       | Diterima |
| 29 |         | 52       | 51,773   | 0,227       | Diterima |
| 30 | Lajur 6 | 38,623   | 38,888   | -0,265      | Diterima |
| 31 |         | 38,106   | 38,372   | 0,266       | Diterima |
| 32 |         | 38,683   | 38,42    | 0,263       | Diterima |
| 33 |         | 38,923   | 38,647   | -0,276      | Diterima |
| 34 |         | 36,019   | 36       | 0,019       | Diterima |
| 35 |         | 29,560   | 29,733   | -0,173      | Diterima |
| 36 | Lajur 7 | 30       | 30       | 0           | Diterima |
| 37 |         | 29,881   | 30       | -0,119      | Diterima |
| 38 |         | 26,822   | 27       | -0,178      | Diterima |
| 39 |         | 26,790   | 26,721   | -0,069      | Diterima |
| 40 |         | 17,754   | 17,448   | 0,306       | Diterima |
| 41 |         | 21,452   | 21,344   | -0,108      | Diterima |

Keterangan :

$du$  = Kedalaman pada titik persimpangan lajur utama

$ds$  = Kedalaman pada titik persimpangan lajur silang

3. Kedalaman di sepanjang jalur survei bervariasi dari  $-0,1$  m hingga  $62,98$  m. Kedalaman air terbesar kira-kira berada  $2/3$  panjang koridor dihitung dari pantai Pulau Batam. Dari garis-pantai di Pulau Batam, hingga sejauh  $700$  m, kedalaman relatif datar dan jatuh kering pada saat air rendah yang tepinya ditandai dengan formasi batu. Lebih kearah timur, setelah batas formasi batu, dasar laut berubah secara drastis menjadi  $5,0$  m. Kedalaman air secara perlahan berubah menjadi lebih dalam hingga mencapai kedalaman maksimum pada jarak kira-kira  $2/3$  panjang koridor.

Variasi kedalaman =  $0\text{m}$  s/d  $60\text{m}$

Titik Terdalam =  $62,98$  m di bawah *chart datum (LWS)*.

### Rekomendasi Untuk Pemasangan Kabel Bawah Laut

Hasil pertampalan antara peta batimetri dan peta SBP menampilkan bahwa tidak terdeteksi lapisan karang yang tajam pada seluruh lapisan sedimen di permukaan dasar laut pada area survei aman untuk pemasangan kabel bawah laut.

Hasil Interpretasi Obyek ada Tabel 3 juga menunjukkan bahwa tidak ada obyek lain yang terdeteksi pada profil dasar laut

**Tabel 3 Hasil Interpretasi Obyek**

| No | Jenis Obstruksi      | Status          |
|----|----------------------|-----------------|
| 1  | Bangkai Kapal        | Tidak Ditemukan |
| 2  | Pipa                 | Tidak Ditemukan |
| 3  | Patahan              | Tidak Ditemukan |
| 4  | Obyek Asing          | Tidak Ditemukan |
| 5  | Karang Tajam         | Tidak Ditemukan |
| 6  | Obyek Buatan Manusia | Tidak Ditemukan |

### KESIMPULAN

1. Profil dasar laut dan peta batimetri diperoleh dari pengolahan data SBP menggunakan *ISE Processing 2.92*. Peta

- sebaran sedimen didapatkan dari hasil pertampalan keduanya sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan lapisan yang aman terhadap kabel bawah laut.
2. Interpretasi sedimen menggunakan interpretasi visual berdasarkan tujuh kunci interpretasi dan didukung *grab sampler* pada profil dasar laut antara lain :
    - a. Lapisan sangat lunak hingga lunak dari lempung (*clay*) atau lempung lanau (*silty clay*) sebagai material yang dominan sepanjang koridor survei.
    - b. Lapisan pasir (*sand*) yang persebarannya membentuk gelombang-gelombang pasir.
    - c. Lapisan yang diduga lapisan pasir yang tercampur tidak beraturan antara material lempung (*clay*) dengan lempung lanauan (*silty clay*) yang sangat lunak hingga lunak (*very soft to soft*).
    - d. Lapisan lain yang diduga sebagai lapisan yang keras (*hard material*).
  3. Selisih koordinat antara BTM 3 hasil *DGPS* dan statik Bakosurtanal adalah sebesar 0,470 m untuk *Northing*, dan 1,913 m untuk *Easting*. Hasil selisih di atas memenuhi aturan *IHO* yakni sebesar  $\pm 2,0$  m untuk area survei orde spesial.
  4. Tingkat kepercayaan 100 % pada peta batimetri diperoleh dari perhitungan selisih kedalaman titik perpotongan antara jalur utama perum dan jalur silang sebanyak 41 titik perpotongan. Secara keseluruhan titik perpotongan memiliki kedalaman rata-rata sebesar 28,200 m dan selisih kedalaman kurang dari toleransi sebesar  $\pm 0,327$  m. Tingkat kepercayaan sebesar 100% menunjukkan bahwa peta batimetri memenuhi syarat *IHO* sebesar 98%.
  5. Peta sebaran sedimen menunjukkan bahwa tidak ada reflektor dasar laut yang mengindikasikan obstruksi pada daerah survei, sehingga daerah survei relatif aman terhadap kabel bawah laut.

#### SARAN

1. Interpretasi lapisan sedimen secara visual sebaiknya dilengkapi pengambilan sampel sedimen dan survei investigasi

bawah laut menggunakan alat *Side Scan Sonar* agar karakteristik lapisan permukaan dasar laut terlihat lebih detail.

2. Pengambilan sampel sedimen hendaknya sebanyak 18 sampel sedimen (satu lajur sebanyak tiga titik sampel dari keseluruhan enam lajur utama) seperti pada NPPSS-Survei Hidrografi oleh Bakosurtanal tahun 2004, yakni 10 kali interval antar lajur perum utama pada kedalaman kurang dari 200 m.
3. Perlu adanya standar khusus berupa formula untuk interpretasi lapisan sedimen pada pengolahan citra *SBP* menggunakan *software ISE Processing 2.92*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, N. and Atinuke, A. 1999. Overview of The Shallow Seismic Reflection Technique. Missouri : University of Missouri-Rolla.
- International Hydrographic Organization. 1998. IHO Standards for Hydrographic Surveys, International Hydrographic Organization, Special Publication No 44, 4th Edition.
- Janhidros TNI – AL. 2005. Chart No. 1, Jakarta : Jawatan Hidro – Oseanografi TNI – AL.
- Lekkerkerk, H et al. 2006. Handbook of Offshore Surveying :Book Two, London.
- McQuillin et al. 1984. Stoker et al. 1997. Verbeek dan McGee, McGee. 1995. Sub-Bottom Profiling Systems, <URL:http://www.coastal.crc.org.au>.
- Pusat Pemetaan Dasar Kelautan dan Kedirgantaraan (PPDKK). 2004, Norma Pedoman Prosedur Standar dan Spesifikasi (NPPSS) : Survei Hidrografi. Bogor : Bakosurtanal.

