

## OPTIMASI JALUR TERBAIK KABEL BAWAH LAUT DARI PERSPEKTIF KEHIDROGRAFIAN

**PANDU YURI PRATAMA, DANAR GURUH PRATOMO, KHOMSIN**

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

### Abstrak

*Penerapan survei hidrografi dapat digunakan untuk menentukan jalur dan kedalaman pemendaman kabel laut. Survei ini dilakukan untuk mendapatkan jalur terbaik rencana penggelaran dan perkiraan kedalaman pemendaman kabel laut guna mencegah kerusakan kabel dalam waktu singkat disepanjang jalur survei. Oleh karena itu diperlukan pemetaan dasar laut untuk menentukan jalur kabel laut yang aman, efektif dan efisien.*

*Data pengamatan yang digunakan adalah data survei hidro-oseanografi perairan Batam-Bintan. Kajian data meliputi batimetri, aturan penggelaran kabel laut dan analisa kriteria pengamatan yaitu topografi dasar laut, kondisi lingkungan, investigasi dasar laut, aktifitas laut, aspek teknis, pengaruh kemiringan dan panjang jalur, keefektifan dan efisiensi serta faktor keamanan penggelaran kabel.*

*Hasil dari penelitian ini adalah rencana jalur kabel laut yang optimum di perairan Batam-Bintan, dengan memperhatikan faktor-faktor tersebut di atas, faktor oseanografi dan nilai kedalaman rata-rata (24,24 meter) serta kedalaman maksimum (59,19 meter), maka diperoleh tiga rencana jalur yaitu rencana jalur A = 9673,965 meter, jalur B = 11363,750 meter dan jalur C = 9649,398 meter.*

**Kata Kunci :** *Penggelaran kabel, Kabel laut, Survei hidrografi*

### PENDAHULUAN

Indonesia sebagai salah satu negara kepulauan memiliki kondisi dan karakter geografis perairan yang sangat luas. Hal tersebut ditandai dengan banyaknya pulau, panjang garis pantai, dan perairan kedaulatannya. Fakta ini tentu memberikan prospek sekaligus tantangan bagi pembangunan nasional Indonesia utamanya pada sektor potensi kelautan dan pesisir. Guna mewujudkan terselenggaranya pemanfaatan potensi kelautan, perlu ditunjang dengan kegiatan dan ilmu hidrografi. Kegiatan utama dalam penerapan ilmu hidrografi di lapangan adalah survei hidrografi, yang pada pelaksanaannya meliputi survei batimetri, survei investigasi bawah air, survei topografi dan survei oseanografi.

Salah satu bentuk penyajian dan penerapan aplikasi survei hidrografi adalah untuk menganalisa rencana jalur penggelaran kabel

laut. Kabel laut merupakan salah satu investasi pekerjaan di laut yang sangat berharga karena biaya pemasangannya yang cukup besar. Melalui survei hidrografi dapat diketahui bentuk dasar laut yang direncanakan sebagai jalur kabel. Oleh karena itu, proses pemilihan rencana jalur kabel laut pun sangat menentukan cara pemasangan dan pengamanan terhadap kabel laut. Pelaksanaan survei yang teliti mengenai jalur rencana penggelaran kabel laut berperan besar dalam penentuan rencana jalur yang optimum. Sehingga kegiatan survei pemetaan laut membutuhkan berbagai macam data dan informasi yang terkait dengan penggelaran kabel laut.

### Perumusan Masalah

Bagaimana suatu survei hidrografi diaplikasikan untuk merencanakan peletakan kabel bawah laut yang optimal.

## Batasan Permasalahan

1. Ketentuan penentuan jalur yang optimal untuk peletakan kabel bawah laut.
2. Aspek kehidrografian meliputi batimetri, topografi, oseanografi dan investigasi bawah air.
3. Analisa besar toleransi sudut belok (*slope*) kabel laut terhadap bentuk topografi dasar laut secara vertikal atau horisontal.
4. Menganalisa faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan jalur kabel laut.
5. Wilayah studi pada Selat Riau antara Pulau Batam - Pulau Bintan, Kepulauan Riau.

## Tujuan

1. Untuk menentukan rencana jalur kabel laut yang optimal berdasarkan data survei hidro-oseanografi.
2. Memberikan pertimbangan dan masukkan kepada peneliti atau pengguna lain dalam hal rencana pembangunan instalasi bawah laut melalui survei penyelidikan lapangan (*site investigation*).

## METODOLOGI PENELITIAN

Data yang diolah dan dianalisa untuk studi perencanaan penggelaran kabel laut yaitu data yang diperoleh dari hasil survei hidro-oseanografi yang dilakukan pada bulan Juli-Oktober tahun 2007.

### Lokasi Penelitian

Wilayah studi berada di Selat Riau tepatnya daerah utara Desa Kabil, Pulau Batam hingga Desa Tanjunguban, Pulau Bintan yang berjarak lebih-kurang 10 km.

Daerah Pelabuhan Kabil di Pulau Batam berada pada (403000,948;116929,953) m dan (405628,785 ; 120306,579) m. Daerah Pelabuhan Tanjunguban di Pulau Bintan berada pada (411808,174;115085,486) m dan (414281,491;119076,275) m.



**Gambar 1. Lokasi penelitian, perairan Batam-Bintan**

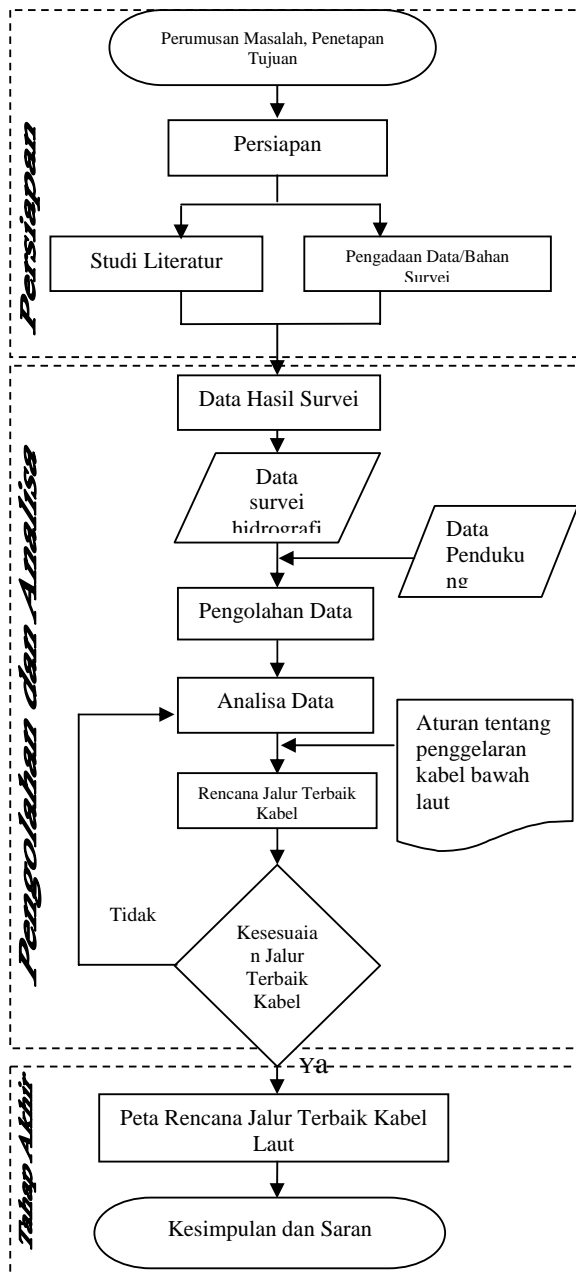
## Data

1. Data batimetri daerah pengamatan,
2. Data pencitraan *side scan sonar* dan *subbottom profile*,
3. Data topografi daerah pengamatan,
4. Data oseanografi,
5. Aturan-aturan tentang penggelaran kabel bawah laut,
6. Peta laut Jahidros AL tahun 2004 skala 1:25000 daerah Kabil dan Tanjunguban.

## Peralatan

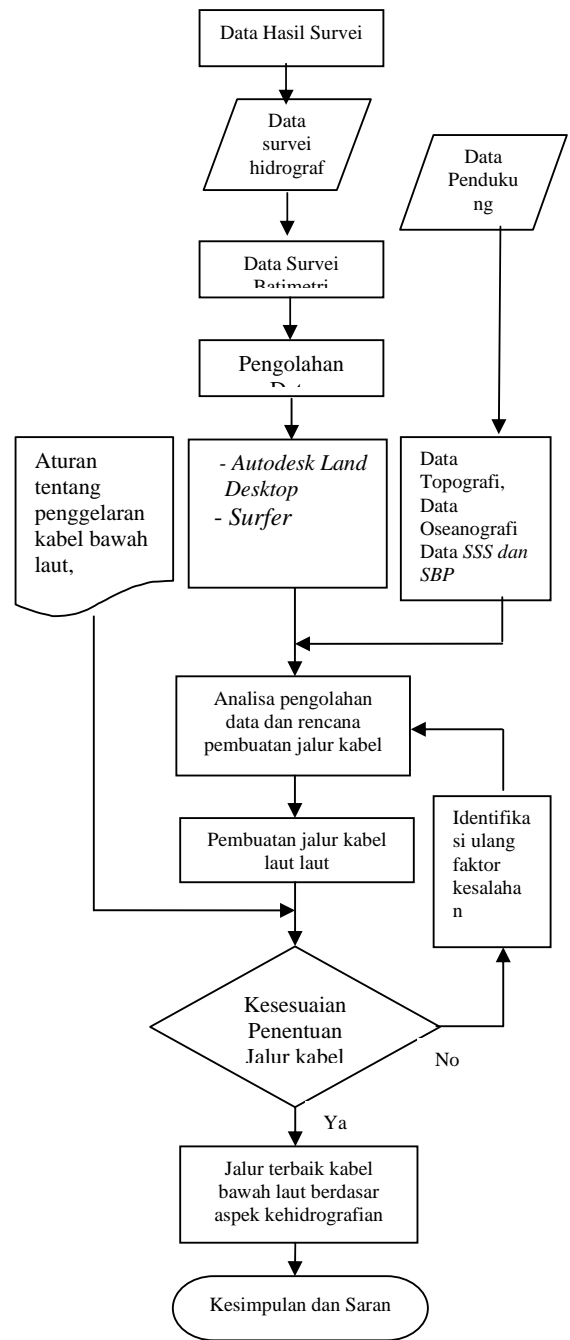
1. Perangkat keras
  - a. *Personal Computer Intel Pentium(R)IV CPU 2,80GHz, Memori 2,014 GB,*
  - b. *Printer Canon Pixma iP 1880.*
2. Perangkat Lunak
  - a. *Sistem Operasi Windows XP,*
  - b. *Autodesk Land Desktop 2004,*
  - c. *Surfer 8,0,*
  - d. *Microsoft Office 2003,*
  - e. *Microsoft Excel 2003.*

**Tahapan Penelitian**



**Gambar 2. Diagram Alir Metodologi Penelitian**

**Tahap Pengolahan dan Analisa**



**Gambar 3. Diagram Alir Pengolahan Data**

**HASIL DAN ANALISA**

**Hasil Survei Batimetri**

Hasil yang didapatkan berupa data batimetri koridor penggelaran kabel. Survei awal batimetri dilaksanakan mencakup lajur-lajur

pemeruman yang dimulai dari titik Batam (405023,379;124869,171) m menuju titik Bintan (413868,035;121212,467) m dengan jarak lebih-kurang 10km. Survei batimetri dilaksanakan secara memanjang dengan jarak

survei sepanjang 7 km dan lebar koridor sampai 1 km. Pada koridor tersebut dibagi menjadi enam lajur pemeruman dengan jarak per lajur masing-masing 200 m. Untuk memudahkan interpretasi dan identifikasi, maka lajur utama yang memanjang pada koridor dibagi tiap 1 km dengan nama *kilometer post (KP)* yang dimulai dari titik Batam hingga titik Bintan. Sementara untuk lajur silang yang digunakan sebagai *cross check* data perum adalah lebih kurang setiap 1000 m.

### Hasil Survei Topografi

Pengukuran topografi dilakukan di sekitar pantai pada masing-masing *landing point* di Batam dan Bintan. Hasil rangkuman data topografi yang didapat adalah :

Ketinggian = antara 0 m sampai 5 m

Titik tertinggi = 5 m di atas *chart datum*

Pada koridor pesisir Batam ketinggian antara 2 - 3 m, sedangkan pada pesisir Bintan berada pada 2 - 5 m di atas *chart datum*. Pengukuran topografi dilakukan dalam lebar koridor survei sepanjang 1000 m. Peta batimetri dan topografi disajikan dalam satu *layout*.

### Hasil Data Posisi dan Navigasi

Penentuan posisi pemeruman dilaksanakan dengan teknik *Real-Time Differential Global Positioning System (DGPS)*. *Base Station* menggunakan titik yang berada di Singapura.

Adapun untuk titik kontrol penentuan posisi kegiatan di darat dan laut menggunakan titik kontrol yang tersebar di masing-masing *landing point* Batam dan Bintan.

### Data Oseanografi

Survei hidro-oseanografi perlu didukung oleh data-data yang memberikan informasi mengenai kondisi lingkungan sepanjang koridor penggelaran kabel laut. Beberapa data yang dijadikan pertimbangan diantaranya data : pasang surut, arus dan sedimen.

### Analisa Pasang Surut

Pengamatan pasang surut dimaksudkan untuk mendapatkan data dan informasi tentang karakter pasang surut pada perairan di sepanjang koridor rencana penggelaran kabel bawah laut, serta untuk keperluan pendukung data lainnya, misalnya korelasi dengan data pengamatan arus, pengamatan sedimen, reduksi hasil survei batimetri dan dapat digunakan untuk menghitung prediksi pasang surut yang berguna saat penggelaran kabel dilakukan.

Stasiun pasang surut berada di dermaga PT.Pertamina Tongkang, Kabil-Pulau Batam, terletak pada koordinat (404213,98;118678,28) m. Stasiun pasang surut tersebut diamati secara otomatis selama 30 hari secara terus menerus, menggunakan alat *Valeport 740 Automatic tidegauge*. Data pasang surut yang direkam adalah setiap sepuluh menit yang merupakan rata-rata dari data yang terekam selama sepuluh detik.

Untuk dapat mengetahui tipe pasang surut yang telah diketahui nilai konstantanya, digunakan perhitungan sebagai berikut :

$$F = (O_1 + K_1) / (M_2 + S_2) \dots \dots \dots (1)$$

$$F = (0,298+0,177) / (0,566+0,110)$$

$$F = 0,7027$$

#### Keterangan :

$F$  : Bilangan *formzahl*

$M_2$  : Pengaruh bulan harian ganda

$S_2$  : Pengaruh matahari harian ganda

$O_1$  : Pengaruh bulan harian tunggal

$K_1$  : Pengaruh bulan dan matahari harian tunggal

Berdasarkan hitungan tersebut dapat diklasifikasikan bahwa tipe pasang surut di stasiun Kabil-Batam adalah pasang campuran ganda ( $0,25 < F < 1,5$ ) dengan dua kali air tinggi dan dua kali air rendah secara tidak beraturan.

Hasil yang didapatkan dari pengamatan tersebut telah dihitung nilai konstantanya, termasuk nilai *Mean Sea Level (MSL)* dan Muka Surutan Peta (*Low Water Spring*). *MSL*

diperoleh dari hasil analisa pengamatan selama 30 hari. Sedangkan  $Z_0$  diperoleh dari daftar pasang surut Stasiun Kabil yang dikeluarkan oleh Jawatan Hidro-oseanografi Angkatan Laut tahun 2007. Informasi yang diperoleh adalah :

<i>MSL</i>	= 2,90 m
Nilai $Z_0$	= 1,25 m
Muka Surutan Peta	= 0,00 m

### Analisa Arus

Data arus memberikan hasil berupa komponen kecepatan dan arah arus. Pengukuran arus memanfaatkan gelombang akustik pada setiap *landing point* dengan menggunakan alat *Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP)*. Pada pelaksanaannya, alat tersebut merekam data secara kontinu setiap interval waktu 15 menit, selama lebih dari dua bulan. Alat diset untuk dapat mengukur data arus secara profil dengan kedalaman yang berbeda-beda. Setiap stasiun pengukuran arus ditempatkan di luar koridor jalur penggelaran kabel, hal ini dikarenakan agar tidak menghambat bagi pelaksanaan survei lainnya yang menggunakan kapal survei serta aman dari gangguan aktifitas penduduk setempat. Stasiun pengamatan arus terdapat pada posisi Batam (405942,20;123223,60) m dan Bintan (412247,70;120603,50) m.

Data arus dapat menjelaskan bahwa semakin dalam tingkat kedalaman laut, maka kecepatan arus laut yang teramati akan semakin kecil atau berkurang. Mengenai arah arus, dipengaruhi oleh waktu pengambilan datanya (siang atau malam) dan juga tingkat kedalaman laut yang diamati. Hal tersebut dapat mempengaruhi rencana penggelaran kabel khususnya sekitar area Batam. Sehingga kedalaman laut dengan kondisi arus yang lebih kuat perlu mendapat perhatian khusus.

### Analisa Sedimen

Pengambilan sedimen dalam pekerjaan koridor rencana jalur kabel bawah laut Batam-Bintan dilakukan dengan cara mekanik yaitu menggunakan alat *Helly smith Bedload*

*Sampler*, *Botol Sampler* dan *Grab Sampler*. *Helly Smith Bedload Sampler* digunakan untuk menjebak sedimen dasar laut yang bergerak dengan mengikuti arah pergerakan dari arus laut. Posisi pengambilan data dilakukan di tiga titik, yaitu di *landing point* Batam, Bintan dan tengah-tengah antara keduanya. Pengambilan data dilakukan setiap satu jam sekali sebanyak 25 kali untuk tiap titik. Durasi waktu alat berada di dasar laut yaitu selama 10 menit untuk setiap pengambilan data. Hasil dari pengambilan sedimen ini berupa hasil laboratorium tentang *sample* material dasar laut.

### Analisa Data Side Scan Sonar

Hasil pencitraan *side scan sonar* menunjukkan kenampakan material dasar laut yang dibagi dalam empat kategori :

- Daerah dengan material dasar laut sebagai gelombang-gelombang pasir (*sand ripples*). Material ini terobservasi pada bagian yang dekat dengan *landing point* Batam dan juga Bintan.
- Daerah dengan material dasar laut sebagai sebaran yang tidak beraturan kelompok gelombang-gelombang pasir (*area of cluster sand ripples*). Material ini berada diantara material lempung (*clay*) atau lempung lanauan (*silty clay*) yang sangat lunak hingga lunak (*very soft to soft*).
- Daerah dengan material dasar laut sebagai sebaran yang tidak beraturan dari kelompok material keras atau padat yang diinterpretasi sebagai lempung atau lempung lanauan dengan kekerasan *soft to firm* (padat). Material ini diduga berada diantara material sangat lunak hingga lunak.
- Daerah dengan material dasar laut sebagai unsur dominan sepanjang koridor survei. Material ini diinterpretasi sebagai lempung atau lempung-lanauan dengan kekerasan sangat lunak hingga lunak.

Hasil interpretasi lain yang didapatkan adalah adanya goresan jangkar kapal dan kemungkinan benda buangan (*man-made debris*) yang masing-masing berjarak kira-kira

45 m antara koordinat (407130,528; 123440,942) m sampai (407220,548; 123434,173) m dan 350 m dari garis tengah koridor (*centre line*) serta adanya batuan dasar laut (*rock outcrops*) yang terekam sensor *side scan sonar*.

### **Analisa Data Sub Bottom Profile**

Berdasarkan analisa sinyal refleksi pada daerah ini hanya terobservasi dua jenis material yang berbeda, yaitu:

- a) Lapisan sangat lunak hingga lunak dari material lempung (*clay*) atau lempung lanauan (*silty clay*). Material ini merupakan material yang dominan sepanjang koridor survei.
- b) Lapisan pasir (*sand*). Merupakan lapisan yang menyebar hampir merata di sepanjang koridor, baik yang dalam bentuk gelombang-gelombang pasir maupun kumpulan area pasir. Meskipun demikian material lapisan ini diduga bercampur dengan material lanau dan lempung dibawahnya. Lapisan material ini terobservasi pada dua kawasan terpisah, yang masing-masing berada antara jarak lebih kurang 2000 m dan 3000 m dari *landing point* di Pulau Bintan dan antara jarak 4200 m dan 4900 m dari *landing point* di Pulau Batam.

### **Analisa Kondisi Perairan Koridor Pengamatan**

Berdasarkan hasil survei hidro-oseanografi diatas, secara umum koridor pengamatan mempunyai kondisi kedalaman yang beragam antara 8-40 m mulai dari pantai Batam sampai Bintan. Pada data yang ditampilkan peta laut, tercatat kondisi perairan yang relatif aman untuk rencana penggelaran kabel laut. Tidak adanya pemasangan pipa atau kabel sebelum dilaksanakannya survei, tentu hal tersebut sangat mendukung untuk rencana penggelaran kabel pada wilayah Batam-Bintan ini. Namun dari hasil survei batimetri ada perbedaan yang terjadi mengenai nilai kedalamannya. Tercatat nilai kedalaman yang relatif stabil (perubahan tidak terlalu signifikan) dari Batam menuju

Bintan hampir 2/3 panjang koridor (lebih kurang 6,6 km), tetapi 1/3 panjang koridor mendekati Bintan terlihat kedalaman hingga mencapai 60 m selebar 1 km koridor pengamatan, lalu melandai kembali hingga pesisir Bintan.

Aktifitas penduduk tercatat sebagai daerah penangkapan ikan yang berada lebih kurang 800 m dari area *landing point* Batam ke arah tenggara. Mengenai kondisi sedimen yang didapatkan sebagian besar prosentase ukuran butirnya adalah berupa pasir dan gabungan lempung lanauan. Material jenis ini setidaknya lebih mendukung rencana penggelaran kabel laut daripada material keras seperti batuan atau karang. Walaupun jumlah areanya tidak terlalu luas, namun ditinjau dari segi keamanan, gesekan antara kabel laut dengan batuan atau karang tersebut dapat membahayakan. Mengenai arus yang perlu mendapat perhatian utamanya adalah gerakan arus disekitar permukaan laut, karena sewaktu-waktu dapat menghempaskan posisi kabel laut keluar dari rencana jalur.

### **Analisa Pengamatan Jalur Berdasar Kriteria dan Teknis**

Rencana pembuatan jalur kabel laut memerlukan beberapa aturan dan kriteria. Penggelaran dapat dilakukan dengan memendam dari dasar laut, digelar diatas permukaan dasar laut ataupun dipasang secara menggantung.

Berdasarkan kriteria dapat dianalisa :

- a) Keadaan geografis dan topografi dasar laut yang beragam, mulai landai sampai curam.
- b) Secara umum tidak terlihat adanya ancaman bahaya dari faktor alam, namun diperlukan perhatian terhadap arus sekitar koridor penggelaran kabel. Arus yang kuat dapat mempengaruhi stabilitas horisontal kabel laut terhadap kedalaman pemendamannya.
- c) Pada kondisi kedalaman yang relatif dangkal perlu mendapatkan perhatian untuk proses instalasi dan konstruksi penggelaran kabel. Deteksi lain memperlihatkan lalu lintas kapal-kapal

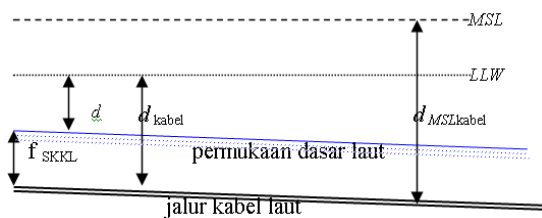
besar yang kemungkinan dapat membahayakan jalur kabel.

- d) Kondisi lingkungan untuk penggelaran kabel cukup mendukung, namun perhatian khusus pada material lumpur berpasir yang mengindikasikan bahwa sedimentasi juga mempunyai pengaruh besar pada rencana jalur kabel.

Sementara dari ketentuan pelaksanaan survei telah memenuhi persyaratan cakupan 500 m kiri dan kanan dari garis tengah koridor. Sehingga dapat diketahui jalur alternatif dan informasi dasar laut lain sepanjang koridor jika jalur utama terdapat hambatan. Aturan teknis lain untuk menghitung kedalaman kabel terhadap jalur yang optimal adalah (Dwi Y, 2002) :

- a) Perhitungan peletakan atau penanaman kabel sesuai aturan pemerintah ( $f_{SKKL}$ ) yang dihitung berdasarkan kedalaman yang ada pada peta laut.
- b) Kedalaman kabel yang telah dihitung diubah acuan perhitungan kedalamannya dari *chart datum* ( $d_{kabel}$ ) ke *MSL* ( $d_{MSLkabel}$ ) dengan cara menambahkan faktor muka surutan peta. Hal ini disebabkan berhimpitnya datum tinggi dari geoid dengan *MSL*. Dapat dirumuskan :
 
$$d_{kabel} = d + f_{SKKL}$$

$$d_{MSLkabel} = d_{kabel} + \text{muka surutan}$$
- c) Lalu kedalaman kabel dihitung dari *MSL*.



**Gambar 4. Kedalaman Pemendaman Kabel Laut**

**Keterangan :**

- $f_{SKKL}$  : Faktor pemendaman kabel laut
- $d_{kabel}$  : Kedalaman kabel laut pada peta
- $d_{MSLkabel}$  : Kedalaman kabel laut terhadap *MSL*
- MSL* : Tinggi rata-rata permukaan air laut
- LLW* : Tinggi permukaan air laut terendah

Daerah survei dengan lebar 500 m kiri dan kanan dari garis tengah koridor memungkinkan penggelaran kabel laut dilakukan di sebarang titik di sepanjang area tersebut, namun perlu pertimbangan dari faktor keamanan, efektifitas dan efisiensi. Rencana penggelaran kabel akan mengkaji tiga jalur alternatif sepanjang koridor survei, yaitu di tengah koridor, utara koridor dan selatan dengan jarak antar lajur 200 m. Pemilihan jalur kabel digunakan lebar lajur perum sepanjang 200 m dengan alasan : berdasar kepentingan penggelaran kabel untuk memberi ruang bagi pemeruman detail agar tidak terlalu rapat, mendukung hasil investigasi *SSS* dengan cakupan yang sama, memudahkan navigasi, pertimbangan lingkungan dan biaya yang dikeluarkan.

**Tabel 1. Aturan Pemerintah Tentang Perlindungan dan Pengamanan Sistem Komunikasi Kabel Laut**

No	Kedalaman ( <i>d</i> )	Keterangan
1	Garis pantai sampai 10 m	Kabel laut dipendam 2 m dibawah dasar laut
2	10 m -15 m	Kabel laut dipendam 1 m dibawah dasar laut
3	15 m sampai < 28 m	Kabel laut dipendam 0,5 m dibawah dasar laut
4	> 28 m	Kabel laut dapat digelar diatas permukaan dasar laut dengan tetap stabil pada posisinya

Sumber : Kepmenhub No.94 tahun 1999

Berdasarkan hasil tersebut direncanakan tiga jalur untuk dianalisa. Pertimbangan penentuan jalur kabel laut dari aspek kehidrografian yaitu :

- a) Pemilihan jalur diusahakan berada pada perbedaan kedalaman yang stabil.
- b) Apabila terdapat titik belok (*way point*) jalur kabel, sebaiknya tidak terlalu dekat dan terlalu banyak. Karena disamping menyulitkan navigasi juga tidak efisien.
- c) Pemilihan jalur dengan kondisi bawah laut yang curam sebaiknya diberikan perhatian khusus, karena posisi kabel berada pada keadaan bebas dan tidak diberi penyangga.
- d) Pemilihan jalur diusahakan pada lokasi dasar laut yang mudah untuk dilakukan

pemendaman kabel dan tidak banyak rintangan.

Perhitungan pemilihan jalur ditentukan melalui parameter batimetri dan aturan teknis, investigasi bawah air, kemiringan (*slope*), kondisi koridor serta tingkat keefektifan dan efisien rencana jalur yang dinyatakan dengan menggunakan bobot angka masing-masing parameter.

**Tabel 2. Ringkasan Bobot Rencana Jalur Kabel Laut**

Parameter	Keterangan	Bobot
Batimetri dan aturan teknis	$d = 0-10$ m pertama	1
	$d = 10-15$ m pertama	2
	$d = 15$ sampai $< 28$ m	4
	$d > 28$ m	6
Investigasi bawah air	Material pasir	1
	Material lempung	4
	Sebaran gelombang pasir	6
	Sebaran lempung	8
Kemiringan ( <i>slope</i> )	0-10 %	1
	$>10$ %	6
Kondisi koridor	Aman	1
	Tidak aman	3
Keefektifan dan efisien	Titik belok	1
	Panjang rencana jalur	3

Berdasarkan tabel 2, dapat dianalisa bahwa rencana jalur C merupakan rencana jalur paling optimum yang dapat digunakan sebagai area penggelaran kabel laut. Kemudian berturut-turut jalur A dan B merupakan rencana jalur terbaik kedua dan ketiga.

### Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah :

1. Survei hidro-oseanografi diperlukan untuk rencana penggelaran kabel laut (*submarine cable laying*), meliputi aspek : batimetri, topografi, oseanografi (pasang surut, arus, sedimen) dan investigasi bawah air (*side scan sonar* dan *subbottom profile*).
2. Faktor-faktor yang mempengaruhi rencana penggelaran kabel laut yaitu : faktor oseanografi, faktor keamanan penggelaran kabel, pengaruh kemiringan dan efisiensi.
3. Nilai kemiringan (*slope*) yang dilewati rencana jalur A sebesar 0%-11%, rencana

jalur B sebesar 0%-15% dan rencana jalur C sebesar 0%-13%.

4. Hasil kedalaman rata-rata untuk rencana jalur A sebesar 25,14 meter, rencana jalur B sebesar 24,63 meter dan rencana jalur C sebesar 22,96 meter. Nilai kedalaman maksimum yang dilewati jalur A adalah 58,58 meter, jalur B sebesar 59,19 meter dan jalur C sebesar 55,76 meter.
5. Panjang rencana jalur A = 9673,965 meter, jalur B = 11363,750 meter dan jalur C = 9649,398 meter.
6. Berdasarkan analisa kriteria pengamatan yang meliputi semua aspek yaitu batimetri, topografi, oseanografi dan investigasi bawah air, maka dapat disimpulkan rencana jalur kabel laut terbaik yang optimum adalah rencana jalur C dengan nilai pembobotan sebesar 170, kemudian jalur A dengan nilai 181 dan jalur B dengan nilai 184.

### Saran

1. Pada rencana penggelaran kabel laut perlu diperhatikan masalah yang berhubungan dengan dampak lingkungan, seperti terumbu karang, flora-fauna laut, aktifitas lepas pantai dan sifat fisik air laut.
2. Perlu klasifikasi yang lebih detail untuk nilai pembobotan.
3. Perlunya survei lebih lanjut mengenai perencanaan jalur kabel di wilayah ini dan kajian yang lebih khusus untuk mengatur kemiringan (*slope*) kabel laut.

### Acknowledgment

PT. Geotindo Mitra Kencana-Jakarta atas bantuan data dan informasi yang diberikan.

### DAFTAR PUSTAKA

Asmoro, Renny Lilik. 2004. Analisis Data Hasil Survei Hidro-Oseanografi Untuk Perencanaan Jalur Pipa Gas Bawah Laut Di Perairan Teluk Aru, Langkat Sumatra Utara. Tugas Akhir. Jakarta : Komando Pendidikan TNI Angkatan Laut Sekolah



- Tinggi Teknologi Jurusan Teknik Hidro-Oseanografi.
- Djunarsjah dan Poerbandono. 2005. Survei Hidrografi. Bandung : Refika Aditama.
- Harimurti, Cahya. 2000. Studi Perencanaan Interkoneksi Sumatera-Jawa Pada Tahun 2005 Melalui Kabel Laut Kalianda-Suralaya Dengan Sistem Transmisi Tegangan Ekstra Tinggi Arus Searah 500 KV. Skripsi. Surabaya : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri-Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ingham, A.E. 1975. Sea Surveying. London : John Wiley and Sons.
- International Hydrographic Bureau. 2005. Manual On Hydrography. Monaco.
- Kelompok Bidang Keahlian Kelautan. 1989. Diktat Kuliah Pendidikan Survey Hidrografi ITB – Pertamina. Bandung: Jurusan Teknik Geodesi - ITB.
- Lekkerkerk, Velden, dkk. 2006. Handbook Of Offshore Surveying- Book Two. Clarkson : London.
- National Topographic/ Hydrographic Authority. 1998.
- Mulyono, Sri. 1996. Teori Pengambilan Keputusan. Jakarta : Fakultas Ekonomi-Universitas Indonesia.
- Poerbandono. 1999. Hidrografi Dasar. Bandung : Departemen Teknik Geodesi-Institut Teknologi Bandung.
- PT. PLN (Persero) Jasa Enjiniring. 2007. "Rencana Operasi Survai Hidro-Oseanografi untuk Jalur Kabel Bawah Laut 3 Nusa – Bali". Jakarta : Wiratman & Associates.
- PT. Survindo Perdana Satria. 1998. "General Survey Requirement And Typical Survey Specifications For The Proposed Single Point Mooring (SPM) And Pipeline Route Offshore". Jakarta.
- Pusat Pemetaan Dasar Kelautan dan Kedirgantaraan. 2004. "Norma Pedoman Prosedur Standar dan Spesifikasi (NPPSS)". Bogor : Bakosurtanal.
- Tentara Nasional Indonesia Angkatan Laut. 2005. Peta No.1 Republik Indonesia Simbol Dan Singkatan Peta Laut. Jakarta : Dinas Hidro-Oseanografi Angkatan Laut.
- Thomson D.B., Wells D.E., dan Falkenberg W.H. 1981. An Introduction To Hydrographic Surveying. Canada : Department of Surveying Engineering – University of New Brunswick Fredericton N.B.
- Wikipedia.2007.<http://en.wikipedia.org/hydrographicsurvey/wiki.htm>. (2 Sept. 2007).
- Yanri S, Eko. 2000. Pengaruh Gelombang Dan Arus Laut Terhadap Stabilitas Statis Kabel Listrik Bawah Laut Di Selat Madura. Tugas Akhir. Surabaya : Jurusan Teknik Kelautan Fakultas Teknik Kelautan-Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Yantarto, Dwi. 2002. Studi Perencanaan Jalur Kabel Laut Dan Perhitungan Panjang Kabel Dengan Data Bathimetri Di Perairan Bunyu Tarakan Kalimantan Timur. Tugas Akhir. Jakarta : Komando Pendidikan TNI Angkatan Laut Sekolah Tinggi Teknologi Jurusan Teknik Hidrografi.

## LAMPIRAN

## 1. Penjelasan Kriteria Pengamatan Rencana Jalur Kabel Laut

No	Kriteria Pengamatan	Rencana Jalur A	Rencana Jalur B	Rencana Jalur C
1	Topografi dasar laut	-Kedalaman dari 0m hingga 58m -Berdasarkan pengamatan 3D rencana jalur ini memiliki kontur yang landai mulai dari Batam tetapi mulai curam di 1/3 jalur terakhir menuju Bintan	-Kedalaman antara 0m-59m -Berdasarkan pengamatan 3D rencana jalur ini memiliki kontur yang landai ditengah lajur namun disekitar Batam dasar lautnya relatif tidak stabil	-Kedalaman antara 0 m-56 m -Berdasarkan pengamatan 3D rencana jalur ini memiliki topografi yang mendukung untuk penggelaran kabel
2	Kondisi lingkungan	-Terdapat kemungkinan bahaya longsor.	-Kondisi lingkungan di sekitar rencana jalur ini sangat mendukung	-Tidak terdapat bahaya yang dapat mengganggu penggelaran kabel laut
3	Hasil investigasi dasar laut (SSS dan SBP)	-Material penyusun dasar laut berupa pasir, lempung, batuan. Hasil interpretasi mendapatkan komposisi material keras paling banyak dilewati rencana jalur ini	-Komposisi sebaran gelombang pasir dan material lempung keras mendominasi rencana jalur -Terinterpretasi bekas goresan jangkar kapal	-Material penyusun dasar laut berupa pasir, lempung, batuan. -Komposisi lempung keras mendominasi rencana jalur ini, terutama pada awal <i>landing point</i>
4	Aktifitas di laut	-Terdapat aktifitas berupa daerah tangkapan ikan yang dapat mengganggu rencana penggelaran kabel	-Tidak terdapat aktifitas yang mengganggu, tetapi perlu diwaspadai lalu lintas pelayaran	-Secara umum tidak ada aktifitas yang mengganggu, perlu perhatian terhadap lalu lintas pelayaran
5	Aspek teknis	-Untuk pemendaman kabel tidak menimbulkan permasalahan -rencana jalur ini termasuk dalam koridor 500m sebelah kiri dari <i>centre line</i>	-Pemendaman kabel Tidak menimbulkan permasalahan -Posisi jalur berada di tengah dua <i>landing point</i> sangat memudahkan penggelaran kabel	-Syarat pemendaman kabel dapat dilakukan -Rencana jalur ini termasuk dalam koridor 500m sebelah kanan dari <i>centre line</i>
No	Kriteria Pengamatan	Rencana Jalur A	Rencana Jalur B	Rencana Jalur C
6	Pengaruh sudut ( <i>slope</i> ) dan panjang jalur	-Kemiringan antara 0 % - 11% -Panjang rencana jalur adalah 9673,965 meter -Kedalaman rata-rata yang dilewati jalur adalah 25,14 m	-Kemiringan antara 0% - 15% -Panjang rencana jalur adalah 11363,750 meter -Kedalaman rata-rata yang dilewati jalur adalah 24,63 m	-Kemiringan antara 0% - 13% -Panjang rencana jalur adalah 9649,398 meter -Kedalaman rata-rata yang dilewati jalur adalah 22,96 m
7	Keefektifan dan efisiensi	-Kurang efisien karena adanya sejumlah titik belok ( <i>way point</i> ), banyak hambatan menyebabkan kurang efektifnya jalur ini	-Tidak adanya titik belok menyebabkan lebih efisien dan efektif. Namun panjang rencana jalur perlu dipertimbangkan	-Kurang efisien karena adanya sejumlah titik belok ( <i>way point</i> ) dan hambatan berupa material lempung keras
8	Faktor keamanan penggelaran Kabel	-Dapat mengganggu aktifitas penduduk dan keamanan kabel, sehingga perlu proteksi tambahan	-Keamanan jalur kabel perlu diperhatikan ketika melewati daerah dengan kedalaman curam dan bermaterial keras	-Dapat mengganggu keamanan kabel bila tidak diberi proteksi, karena melewati topografi dengan material pasir atau lempung

2. Peta Rencana Jalur Kabel Laut

