

APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK PERENCANAAN RUTE DAN PERHITUNGAN PANJANG KABEL (STUDI KASUS SURVEI RUTE KABEL LAUT DUMAI-BATAM)

Agus Triyana¹, Eddy Prahasta², Kukuh Suryo³, Tasdik Mustika Alam⁴

¹Mahasiswa Program Studi S1 Hidrografi, STTAL

²Peneliti dari Balai PT Dirgantara Indonesia

³Peneliti dari Pusat Hidro-Oseanografi TNI AL

⁴Dosen Pengajar Prodi S1 Hidrografi, STTAL

ABSTRAK

Pembangunan industri kelautan terutama penggunaan Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL) sangat dibutuhkan dalam perkembangan teknologi terutama adanya tuntutan kebutuhan masyarakat berkaitan dengan pengiriman data, suara, dan gambar dengan kapasitas transmisi yang lebih besar, dan ini dapat diwujudkan dengan adanya SKKL yang tidak tergantung pada kondisi cuaca dan berfungsi sebagai jaringan transmisi yang menyambungkan antar kanal.

Untuk memenuhi hal tersebut, perlu dilaksanakan survei hidrografi sehingga kondisi perairan jalur kabel laut yang aman dari objek – objek laut yang membahayakan dapat diketahui, dan hal ini dapat direncanakan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai fasilitas penyimpan data spasial yang mewakili fenomena dunia nyata dan merupakan suatu perangkat yang mampu untuk memanipulasi data, memungkinkan pengguna untuk melakukan analisis data serta permintaan fungsi. Sehingga, perencanaan penggelaran rute kabel laut yang lebih optimal, dapat menekan biaya operasional dan instalasi yang tinggi, serta lebih efisien dapat dilaksanakan.

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis spasial diperoleh rencana rute kabel laut dengan panjang kabel berdasarkan panjang permukaan adalah 315,609 kilometer.

Kata kunci : analisis spasial, perencanaan, rute kabel laut, SIG.

ABSTRACT

Naval industrial development especially Sea Cable Communication System (SKKL) needed in technological developing particularly for society requirement charge get bearing with sending data, voice, and image with greater transmission capacity, and it can be rendered by Sea Cable Communication System that aren't pending to weather condition and have function as network of transmission that joint canal squire.

Hydrographic survey necessary for to know the condition of territorial water sea cable route that more safe from sea object that dangerously. And it can be plotted by Geographical Information System (GIS) to be a storage facility for spatial data, which represents real world phenomena and GIS is a powerful tool for manipulating data, allowing the user to perform a variety of analysis and query functions. Therefore, sea cable route laying that more optimal, can minimizing both production and installation costs and more efficient can be performed.

The result of data processing and spatial analysis was obtained sea cable route plan with cable length base surface length is 315,609 kilometer.

Key words: *spatial analysis, planning, sea cable route, GIS.*

1 Latar Belakang

Pembangunan industri kelautan terutama penggunaan Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL) sangat dibutuhkan dalam perkembangan teknologi terutama adanya tuntutan kebutuhan masyarakat berkaitan dengan pengiriman data, suara, dan gambar dengan kapasitas transmisi yang lebih besar, dan ini dapat diwujudkan dengan adanya SKKL yang tidak tergantung pada kondisi cuaca dan berfungsi sebagai jaringan transmisi yang menyambungkan antar kanal.

Untuk memenuhi hal tersebut, perlu dilaksanakan survei hidrografi sehingga kondisi perairan jalur kabel laut yang aman dari objek – objek laut yang membahayakan dapat diketahui, dan hal ini dapat direncanakan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai fasilitas penyimpan data spasial yang mewakili fenomena dunia nyata dan merupakan suatu perangkat yang mampu untuk memanipulasi data, memungkinkan pengguna untuk melakukan analisis data serta permintaan fungsi. Sehingga, perencanaan penggelaran rute kabel laut yang lebih optimal, dapat menekan biaya operasional dan instalasi yang tinggi, serta lebih efisien dapat dilaksanakan.

2 Maksud dan Tujuan

Maksud penelitian ini adalah memberikan gambaran tentang manfaat SIG untuk perencanaan jalur kabel laut. Sedangkan tujuannya adalah untuk mengetahui tingkat efektifitas pemanfaatan SIG untuk perencanaan rute dan perhitungan panjang kabel laut dengan studi kasus survei rute kabel laut Dumai-Batam.

3 Ruang Lingkup

- Pengumpulan sumber data spasial dan non spasial yang digunakan dalam proses analisis SIG didapatkan dari data Laporan Survei Hidro-oseanografi (Batimetri, jenis dasar laut, daerah penangkapan ikan) data Peta Laut (garis pantai, Batimetri, jenis dasar laut, pipa/kabel bawah laut, *wreck* dan rintangan, batas wilayah negara), dan buku Daftar Pipa dan Kabel Bawah Laut.

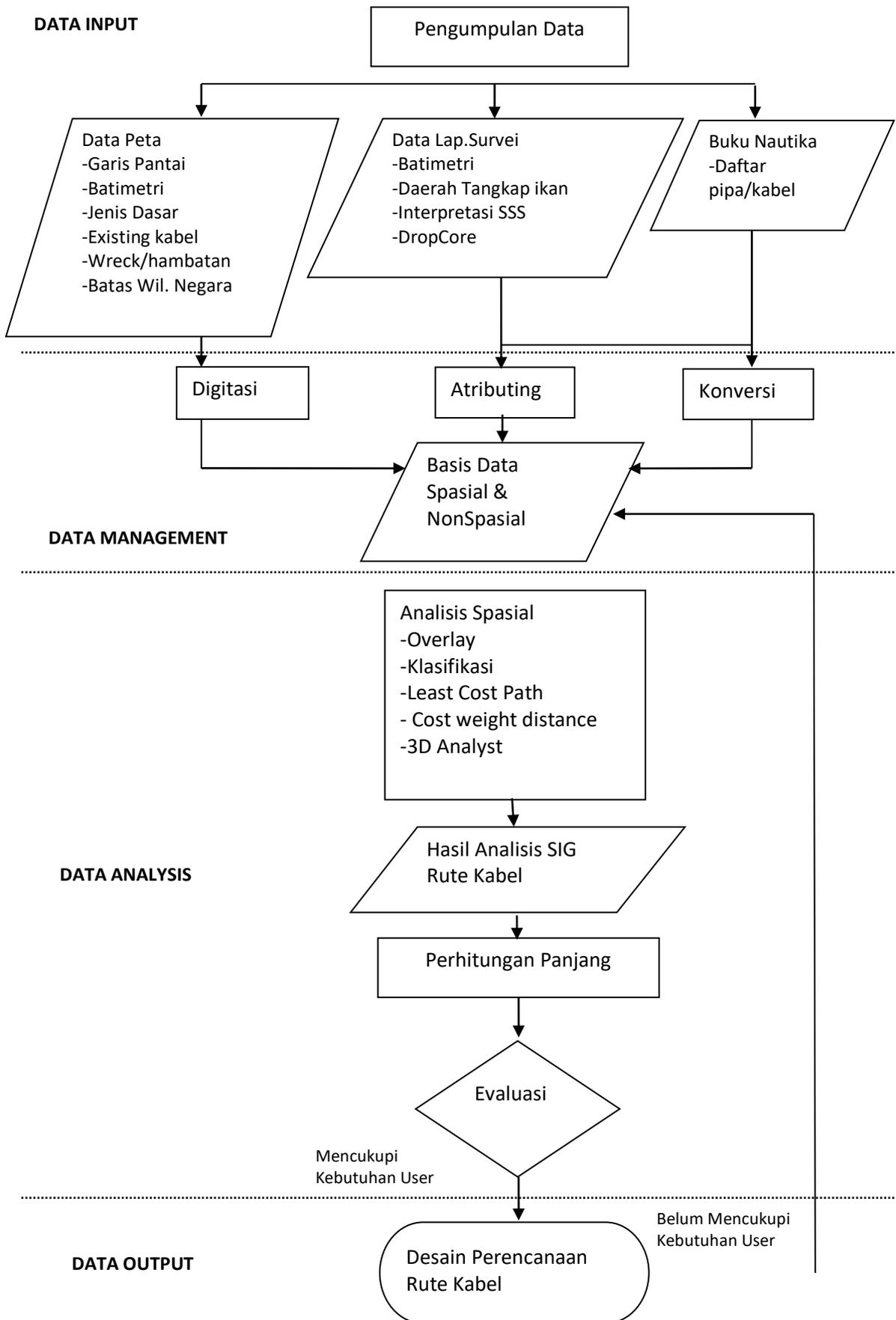
- Metode pengolahan data membutuhkan perangkat pendukung SIG berupa perangkat komputer dan perangkat lunak (*software*) yaitu *ArcGIS versi 9.2*.

- Metode analisis data dengan SIG dilaksanakan secara otomatis dan interaktif /manual.

- Penghitungan panjang permukaan rute dilaksanakan dengan *Surface Length* di ArcGIS dan penghitungan secara manual di permukaan bumi fisik sebenarnya. Perhitungan panjang rute dengan mempertimbangkan faktor *slack* kabel sebagai faktor penambahan panjang kabel saat penggelaran.

- Data output dalam penelitian merupakan hasil proses analisis SIG berupa desain perencanaan rute paling optimal dan perhitungan panjang kabel laut yang tersimpan di dalam basis data.

4 Diagram Alir Penelitian



5 Metode Pengolahan Data

Metode pengolahan data yang digunakan dalam penelitian merupakan proses digitasi maupun konversi sehingga data dari Peta Laut dan hasil Laporan Survei dapat dimasukkan kedalam Basis Data SIG.

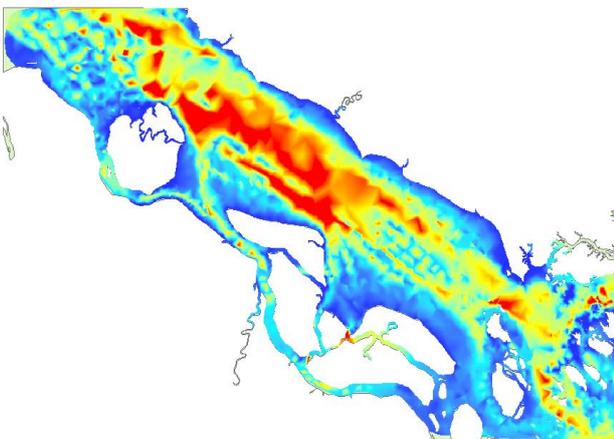
a. Pengolahan data awal untuk Peta Laut No.102 sebagai input data merupakan peta laut dengan ekstensi (*.bmp) sebagai data Sistem Informasi Geografi (berupa data digital yang berformat raster). Data tersebut diklasifikasikan untuk menentukan bentuk grafis tiap objek sesuai dengan parameter yang ditetapkan.

b. Pengolahan data awal untuk data laporan survei sebagai input data adalah dengan mengkonversi format data hasil survei kedalam format yang dapat digunakan oleh SIG.

Bentuk grafis dari objek Peta Laut dan hasil laporan survei dimasukkan dalam bentuk titik (*point*), garis (*line*), dan area (*polygon*).

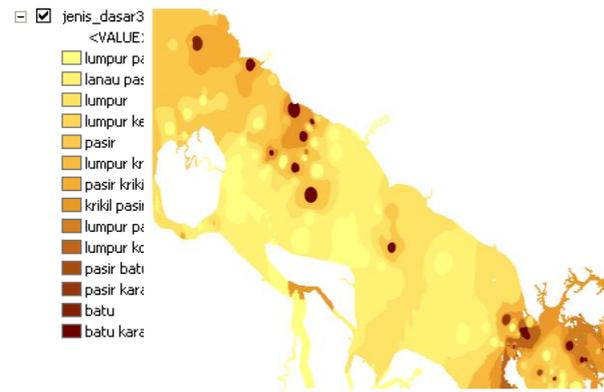
Hasil pengolahan data masing – masing parameter penelitian adalah sebagai berikut :

1) Layer kedalaman



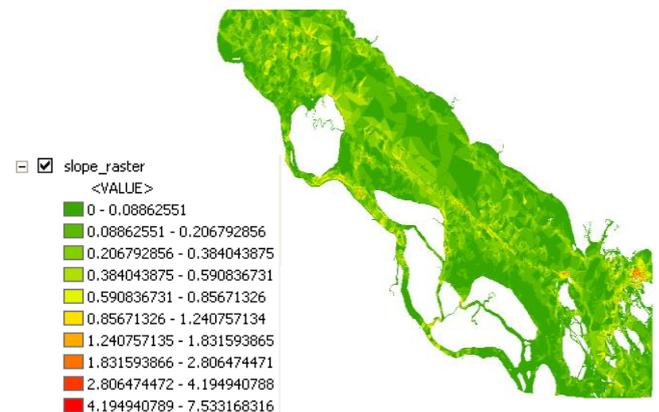
Gambar 1 Layer raster_tin

2) Layer jenis dasar laut



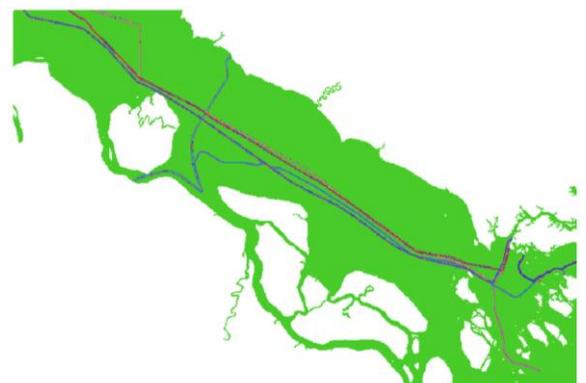
Gambar 2 Layer raster jenis_dasar3

3) Layer slope



Gambar 3 Layer slope_raster

4) Layer existing kabel



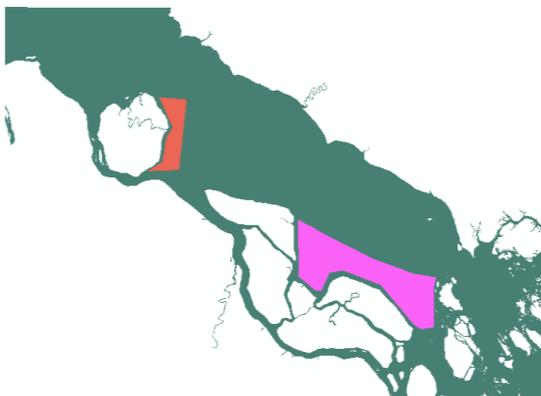
Gambar 4 Layer area_cable2

5) Layer *Wreck/hambatan*



Gambar 5 Layer raster *area_wrecks2*

6) Layer Daerah Penangkapan Ikan



Gambar 6 Layer raster *rast_nelayan*

7) Layer Batas Wilayah



Gambar 7 Layer raster *area_batas_ri*

6 Analisis Data

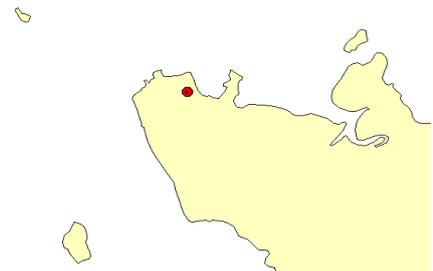
6.1 Metode Analisis Data dengan SIG secara Otomatis

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis spasial dengan memanfaatkan fungsi *least cost path* yaitu menentukan rute dari suatu sumber ke suatu titik atau sumber tujuan yang lain dengan memperhatikan biaya paling murah dan rute terpendek. Biaya/*cost* merupakan suatu faktor yang harus diminimalis, karena biaya dalam hal ini adalah jarak yang didefinisikan sebagai nilai raster dan sebagai masukan dalam fungsi pembobotan jarak. Tahap yang digunakan dalam analisa data adalah :

a. Pembuatan sumber dan penilaian data (*create source and cost datasets*) dengan langkah :

1) Pembuatan sumber data awal rencana peletakan kabel dari masukan koordinat BMH Batam.

Gambar 8 Tampilan Layer *point source*



2) Penentuan nilai data yang diperlukan sebagai data masukan dari parameter yang digunakan dalam penelitian.

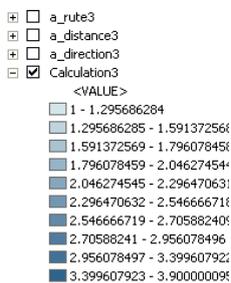
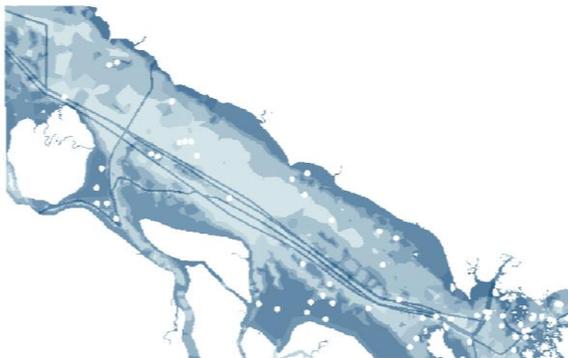
3) Melaksanakan klasifikasi kembali (*reclassifying*) parameter data penelitian untuk menyamakan satuan antara parameter (contoh: *slope* dalam derajat, kedalaman dalam satuan meter) dengan skala umum dan untuk penentuan nilai *cost* sehingga (*slope* curam akan diberi nilai tinggi daripada *slope* landai).

4) Mengkombinasikan *datasets* dari *layer raster* hasil klasifikasi sebagai nilai *cost datasets* dengan penambahan pembobotan nilai berdasarkan pengaruh data parameter sesuai kriteria pengguna.

Tabel 1 Nilai Pembobotan

No	PARAMETER	RAN KING	RUTE RENCANA		
			1	2	3
1	Kedalaman	1	-	0.25	0.5
2	Pipa/kabel laut	2	-	0.21	0.15
3	Jenis Dasar	3	-	0.17	0.1
4	Kemiringan/Slope	4	-	0.14	0.1
5	Fishing Ground	5	-	0.10	0.05
6	Batas Negara	6	-	0.07	0.05
7	Wreck/hambatan	7	-	0.06	0.05
			$\Sigma =$	$\Sigma =$	
			1	1	

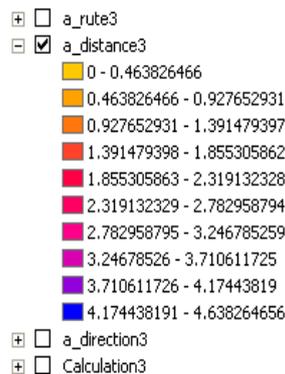
Rute rencana (Rencana 3) digunakan sebagai contoh pengolahan data dengan proses pengolahan data dengan proses kombinasi datasets berdasarkan pembobotan nilai dalam proses di *raster calculator*.



Gambar 9 Layer Calculation3

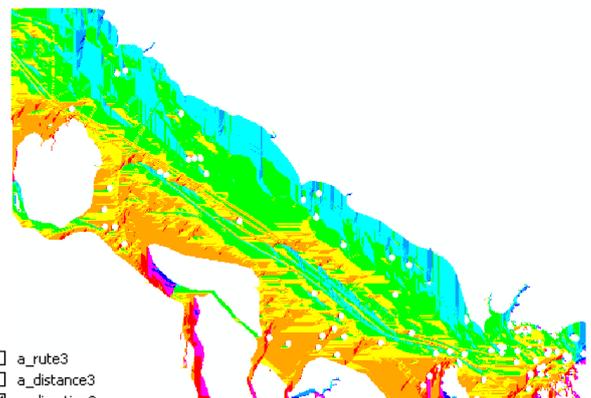
b. Melaksanakan perhitungan nilai dari jarak (*the cost weighted distance*)
Cost weighted distance berfungsi menghitung nilai setiap sel yang diambil dari

cost raster dan sumber, diolah dalam pembobotan nilai raster jarak dan merupakan akumulasi nilai terendah yang didapatkan dari setiap sel dengan jarak terpendek dan terdekat dengan sumber.



Gambar 10 Layer a_dista

The direction raster (Raster arah) berfungsi seperti peta jalan yang akan mengidentifikasi rute yang diambil dari setiap sel dengan jarak terpendek dan terdekat dengan sumber yang ada.



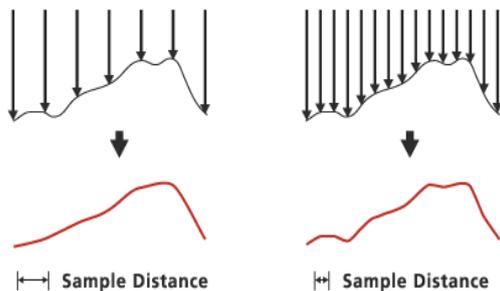
Gambar 11 Layer a_direction3

c. Menentukan Alur paling pendek (*Shortest path*)

The Shortest Path berfungsi menentukan rute dari tujuan ke sumber dengan menghitung rute terpendek.

d. Penghitungan panjang permukaan (*Surface Length*)

Surface Length berfungsi menghitung satu atau lebih garis pada profil suatu permukaan dengan mempertimbangan variasi nilai $-z$. Penghitungan tergantung pada ukuran sel (*raster*) maupun pada jumlah perpotongan segitiga (TIN).



Sumber : ArcGis 9.2 Help

Gambar 12 *Surface Length* pada SIG

e. Perhitungan Panjang Rute Kabel Bawah Laut

Perhitungan panjang rute kabel dilaksanakan dengan menghitung jarak mendatar di permukaan bumi fisik antar titik-titik koordinat kedalaman di sepanjang rute dengan beberapa tahap dan ketentuan sebagai berikut :

1. Perhitungan peletakan kabel sesuai aturan pemerintah (d_{syarat}) dihitung berdasarkan kedalaman *Mean Sea Level* (MSL),

$$d_{MSL} = d + MS$$

$$d_{kabel} = d_{MSL} + d_{syarat}$$

2. Perhitungan jarak mendatar antar koordinat-koordinat titik kedalaman yang berada pada bidang proyeksi (D_{ij}),

$$D_{ij} = \{ (E_j - E_i)^2 + (N_j - N_i)^2 \}^{1/2}$$

$$= (\Delta E_{ij}^2 + \Delta N_{ij}^2)^{1/2}$$

3. Perhitungan perubahan jarak mendatar di bidang proyeksi ke permukaan elipsoidal (S_{ij}) akibat adanya faktor skala (m_{ij}),

$$S_{ij} = \frac{D_{ij}}{m_{ij}}$$

$$R = \frac{a(1-e^2)^{1/2}}{1-e^2 \sin^2 L}$$

$$m_{ij} = m_0 \left(1 + \frac{x_i^2 + x_i x_j + x_j^2}{6m_0^2 R^2} \right)$$

4. Perhitungan perubahan jarak mendatar dari permukaan elipsoidal ke permukaan bumi fisik sebagai beda jarak ukuran (S^u) adanya faktor reduksi jarak mendatar (f_r), (Sudarman, 1997)

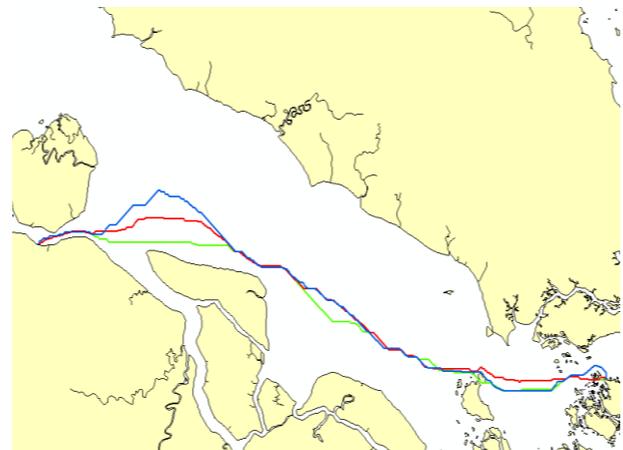
$$S_{ij}^u = \frac{S_{ij}}{\left(1 - \frac{h}{R_A} \right)}$$

$$S_{ij}^u = \frac{S_{ij}}{f_r}$$

5. Perhitungan panjang kabel laut yang dibutuhkan, dihitung dengan penjumlahan jarak miring antar dua titik kedalaman pada penampang memanjang yang terbentuk. Dengan rumus :

$$\Sigma P = \Sigma (S_{ij}^u)^2 + \Delta h^2)^{1/2}$$

Hasil analisis data dengan SIG secara otomatis menggunakan fungsi *least cost path* terhadap parameter yang digunakan, dihasilkan 3 rute rencana yaitu :



- = Rute 1
- = Rute 2
- = Rute 3

Gambar 13 Rute Rencana

Rute rencana 3 merupakan rute terbaik dari ketiga rute hasil analisis data dengan SIG secara otomatis, namun belum optimal karena masih belum memenuhi kebutuhan dari pengguna untuk mencari rute

dengan meminimalkan jumlah persilangan dengan pipa/kabel yang ada.

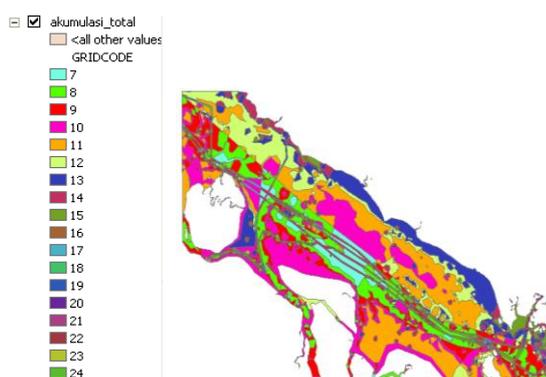
6.2 Metode Analisis Data dengan SIG secara Interaktif

Metode analisis data SIG secara interaktif dilaksanakan apabila rute hasil analisis data spasial secara otomatis tidak memenuhi kebutuhan pengguna untuk mencari rute paling optimal dengan meminimalkan jumlah persilangan dengan pipa/kabel.

Metode yang dimaksud adalah memanfaatkan analisis data hasil klasifikasi dan penjumlahan seluruh raster, yang telah dirubah menjadi data vektor berupa *feature polygon/area* untuk menganalisa rute secara interaktif dengan digitasi secara langsung dengan memanfaatkan analisis model data



Gambar 14 Layer Kontur Kedalaman



Gambar 15 Layer Area akumulasi_total

Penghitungan panjang permukaan rute dilaksanakan dengan *Surface Length* di ArcGIS dan penghitungan secara manual di permukaan bumi fisik sebenarnya dilaksanakan sebagai perbandingan dengan hasil rute analisis data dan hasil pelaksanaan rute yang telah dilaksanakan. Hasil yang diperoleh dengan metode analisis data SIG

secara interaktif yaitu rute terhindar dari rintangan dan hambatan yang ada, jenis dasar umumnya lumpur, lumpur pasir dan sedikit melewati area batu karang, tidak melewati bahaya kedangkalan di selatan Pulau Karimun Kecil ataupun selatan Pulau Belakangpadang. Rute manual ini mempunyai 3 lokasi persilangan dengan pipa/kabel.

6.3 Analisis Data Hasil pelaksanaan survei

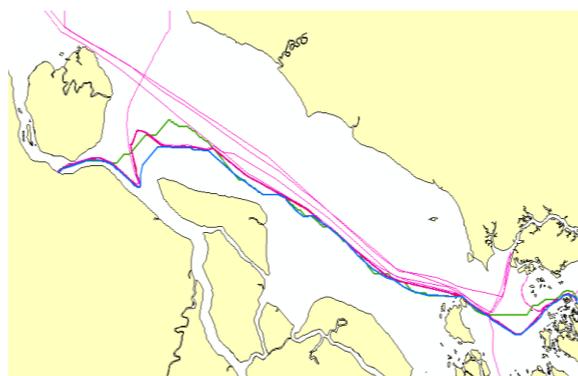
Pengolahan data hasil survei dilaksanakan sebagai perbandingan terhadap hasil analisis data yang telah dilaksanakan dengan memasukkan data dari koordinat posisi rute kedalam layer TIN.

Berdasarkan faktor *slack* kabel sebesar 0,48%, panjang kabel perencanaan rute dalam penggelaran dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 2 Perbedaan Panjang Perencanaan dan Penggelaran.

	Panjang Permukaan ArcGIS	Panjang Permukaan Bumi Fisik	Panjang Perencanaan (Slack 0,48 %)
Rute Rencana 3	316,143 km	316,129 km	317,654 km
Rute Interaktif	314,116 km	314,094 km	315,609 km
Rute hasil survei	329,646 km	329,535 km	331,125 km

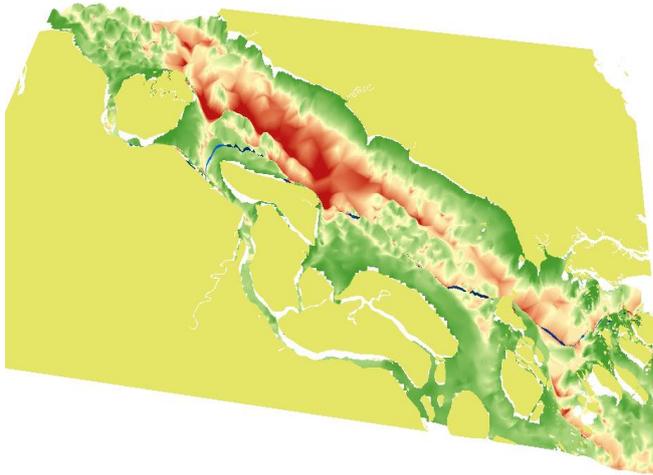
Perbedaan panjang dapat dilihat pada gambar dibawah ini,



- = existing kabel
- = Rute Rencana 3
- = Rute Interaktif
- = Rute Hasil Survei

Gambar 16 Tampilan Layer Hasil Analisis SIG dan Hasil Survei

Bentuk 3D permukaan dasar laut dan kabel hasil analisis secara interaktif



Gambar 17 Tampilan 3D Kedalaman dengan Layer Rute Manual diatas Permukaan Dasar Kedalaman

7 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis spasial perencanaan rute kabel bawah laut di perairan Batam – Dumai, dapat dirangkum beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- a. Hasil analisis SIG secara otomatis dengan hasil rute rencana 1, 2, 3, dan secara interaktif dengan hasil rute interaktif mempunyai variasi hasil yang cukup dekat dengan hasil penggelaran kabel.
- b. Secara otomatis tanpa mempertimbangkan faktor biaya menghasilkan jarak yang lebih pendek dari kabel yang sudah digelar, dengan resiko 6 (enam) titik potong dengan *existing* kabel.
- c. Secara interaktif (manual) menghasilkan rute alternatif yang lebih pendek, jumlah titik potong yang sama (3) dengan hasil penggelaran kabel, sehingga menghasilkan rute

yang lebih optimal dan dapat mengurangi beban biaya operasional. Dengan penambahan faktor *slack* kabel (0,48%), didapatkan panjang hasil rute perencanaan adalah 315,609 km.

- d. Pengolahan secara otomatis dengan data raster tergantung pada ukuran pixel-nya, sehingga dengan pixel resolusi rendah, peta skala kecil dan area penelitian yang sempit menyebabkan rute tidak mampu melewati daerah yang sempit.