
ANALISIS DATA HIDRO-OSEANOGRAFI UNTUK OPTIMASI RENCANA JALUR KABEL LAUT

Danar Guruh Pratomo¹, Cherie Bhakti Pribadi², Yoga Pradana Karra³

^{1,2,3}Departemen Teknik Geomatika FTSLK-ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111

e-mail : ¹guruh@geodesy.its.ac.id, ²cherie_b@yahoo.co.id

Abstrak

Sistem kabel bawah laut penting karena menghubungkan antarpulau. Tujuan kabel bawah laut adalah untuk menyediakan energi dan komunikasi antar pulau,, terutama untuk negara maritim seperti Indonesia. Studi ini menganalisis karakteristik fisik lautan, fitur dasar laut, dan jalur pelayaran di mana rute kabel akan diletakkan. Informasinya diolah menjadi peta klasifikasi lereng bawah laut, peta klasifikasi sedimen dasar laut, peta anomali magnetik, dan peta jalur pelayaran. Penelitian ini menggunakan pendekatan SIG (Sistem Informasi Geografis) untuk membuat area desain rute kabel. Berdasarkan penelitian ini, peta rekomendasi untuk area desain jalur kabel bawah laut divisualisasikan ke dalam tiga kategori: aman dan direkomendasikan, risiko sedang, dan risiko tinggi. Ada 4178 lokasi yang dikategorikan sebagai zona aman dan direkomendasikan dengan total luas 293025 m², 1392 lokasi dikategorikan sebagai zona risiko sedang dengan total luas 108313 m², dan 223 lokasi dikategorikan sebagai zona berisiko tinggi dengan total area 11827 m².

Kata Kunci: Kabel Laut, SIG, Kemiringan Dasar Laut, Sedimen Dasar Laut, Anomali Magnetik.

Abstract

An underwater cable system is important because it connects between islands. The purpose of submarine cables is to provide inter-island energy and communication, especially for maritime countries like Indonesia. This study analyzes the physical characteristics of the ocean, seabed features, and shipping lines where cable routes will be laid. The information is processed into an underwater slope classification map, seabed sediment classification map, magnetic anomaly map, and a cruise line map. This study uses a GIS (Geographic Information System) approach to create a cable route design area. Based on this study, recommendation maps for submarine cable line design areas are visualized into three categories: safe and recommended, medium risk, and high risk. There are 4178 locations that are categorized as safe zones and recommended with a total area of 293025 m², 1392 locations are categorized as moderate risk zones with a total area of 108313 m², and 223 locations are categorized as high risk zones with a total area of 11827 m².

Keywords: Sea Cable, GIS, Seafloor Slope, Seabed Sediment, Magnetic Anomaly.

PENDAHULUAN

Penggunaan kabel laut merupakan salah satu upaya yang dilakukan untuk penyediaan kebutuhan manusia akan energi dan komunikasi khususnya bagi negara-negara kepulauan seperti Indonesia, terbukti jalur komunikasi di Indonesia banyak didukung juga digelar melalui kabel serat optik (fiber optic) di dasar laut (Pushidrosal, 2017). Berdasarkan penggunaannya, sistem kabel bawah laut menjadi penting karena tidak tersedia jembatan penghubung antar pulau disamping jika kabel dilewatkan melalui pelampung-pelampung akan mengganggu lalu lintas perairan antar pulau (Tupalessy, Hasanah, dan Suyono 2015).

Kabel laut membutuhkan perhatian khusus dalam hal optimasi penggunaannya, karena letaknya yang berada di permukaan dasar laut maka perlu diperhatikan hal-hal yang dapat menyebabkan kegagalan pada kabel laut. Kegagalan kabel laut yang paling sering terjadi adalah kerusakan eksternal yang dipicu oleh faktor alam dan kegiatan manusia. Statistik kegagalan kabel bawah laut menunjukkan resiko tiga sampai lima kali lebih tinggi dibandingkan resiko internalnya (Bhawana 2014). Faktor alami yang sering menyebabkan kegagalan pada kabel laut antara adalah longsor yang terjadi dipermukaan dasar laut akibat kemiringan dasar laut yang bervariasi, sedangkan faktor manusia antara lain peletakan jangkar kapal dan aktivitas penangkapan ikan.

Penentuan rencana jalur kabel laut merupakan langkah awal yang memegang peranan penting untuk optimasi penggunaan kabel laut. Rencana jalur kabel laut harus memperhatikan keadaan dasar laut, fitur dasar laut, aktivitas manusia, dan obstacle yang dapat menyebabkan kegagalan kabel laut. Informasi tersebut dapat diperoleh melalui kegiatan survei hidro-oseanografi pada wilayah perencanaan. Dalam penelitian ini informasi survei hidro-oseanografi yang digunakan untuk parameter pembuatan rencana jalur kabel laut antara lain survei multibeam echosounder, survei side scan sonar, survei magnetometer, dan data pendukung berupa informasi spasial peta alur pelayaran. Data yang sudah dikumpulkan kemudian diolah dan dianalisa untuk menentukan rekomendasi rencana jalur kabel laut terbaik.

Survei menggunakan multibeam echosounder bertujuan untuk mendapatkan bentuk topografi

permukaan dasar laut yang kemudian diklasifikasikan berdasarkan tingkat kemiringannya. Informasi ini berkaitan dengan kegagalan kabel laut yang disebabkan oleh longsor dasar laut karena tingkat kemiringan yang bervariasi. Survei menggunakan side scan sonar bertujuan untuk mendapatkan citra permukaan dasar perairan untuk mengetahui tingkat kekerasan sedimen pembentuk dasar perairan. Citra permukaan dasar laut juga digunakan untuk mengidentifikasi fitur dasar laut berupa hazard dan obstruction yang terdapat pada wilayah penelitian. Hazard dan obstruction yang dapat diidentifikasi dari citra side scan sonar berupa pockmarck, scar, dan objek-objek dasar perairan seperti kapal karam, kabel eksisting, pipa eksisting, maupun bangunan atau instalasi dasar perairan yang terdapat pada wilayah penelitian. Survei magnetometer bertujuan untuk menghasilkan informasi anomali magnetik yang terdapat pada wilayah penelitian, berdasarkan informasi yang didapatkan dapat diketahui wilayah dengan anomali mengindikasikan adanya objek metal pada dasar perairan yang dapat membahayakan kabel laut seperti jangkar kapal, ranjau, kapal karam, dan benda metal lainnya. Informasi spasial berupa peta alur pelayaran menunjukkan aktivitas manusia pada wilayah penelitian yang dapat menyebabkan kegagalan pada kabel laut seperti kegiatan penangkapan ikan dan anchoring.

Berkaitan dengan banyaknya informasi yang dibutuhkan maka diperlukan pula upaya analisa yang memadai untuk menentukan rekomendasi rencana jalur kabel laut terbaik. Data dan informasi yang telah dikumpulkan dari kegiatan survei hidro-oseanografi kemudian akan diintegrasikan dan dianalisa sehingga menghasilkan peta rekomendasi rencana jalur kabel laut terbaik pada wilayah penelitian.

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana metode penyajian dan integrasi pengolahan data hidro-oseanografi untuk optimasi jalur rencana kabel laut ?
- b. Bagaimana menentukan wilayah rekomendasi jalur rencana kabel laut berdasarkan hasil analisa data hidro-oseanografi yang telah diintegrasikan ?

Sedangkan batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan untuk menentukan wilayah rencana jalur kabel laut adalah data MBES terkoreksi LLWL, citra SSS post processing, data magnetometer post processing, dan informasi spasial berupa peta alur pelayaran Cilacap.
2. Hasil pengolahan data survei hidro-oseanografi digunakan untuk mengidentifikasi morfologi, fitur, jenis sedimen dan bahaya yang terdapat pada area penelitian. Wilayah rencana jalur kabel laut memiliki parameter berupa kemiringan dasar laut, jenis sedimen permukaan dasar laut, anomali benda logam, dan area labuh jangkar.
3. Hasil integrasi data survei hidro-oseanografi hanya digunakan untuk menghasilkan peta rekomendasi wilayah desain rencana jalur kabel laut terbaik.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui cara penyajian hasil pengolahan data survei hidro-oseanografi untuk optimasi rencana jalur kabel laut.
2. Mengidentifikasi morfologi, fitur, jenis sedimen, dan bahaya yang terdapat pada wilayah penelitian berdasarkan parameter-parameter yang telah ditentukan untuk penentuan jalur kabel laut.
3. Menentukan wilayah rekomendasi desain rencana jalur kabel laut berdasarkan hasil integrasi data pada area penelitian.

Sedangkan manfaat dari penelitian ini adalah menyediakan informasi berupa peta rekomendasi wilayah desain jalur kabel laut terbaik berdasarkan analisis data survei hidro-oseanografi terintegrasi.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terdapat di perairan antara kota Cilacap dan Nusakambangan dengan koordinat 7°44'31.19"S dan 108°59'34.20"E. Koordinat lokasi penelitian bukan lokasi yang sebenarnya, data lokasi sengaja dirahasiakan berdasarkan permintaan pemilik data yang terkait. Lokasi penelitian ini dipilih karena antara kota Cilacap dan Nusa kambangan belum terjadi kesetaraan sumber daya energi listrik sehingga wilayah ini cocok untuk digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah:

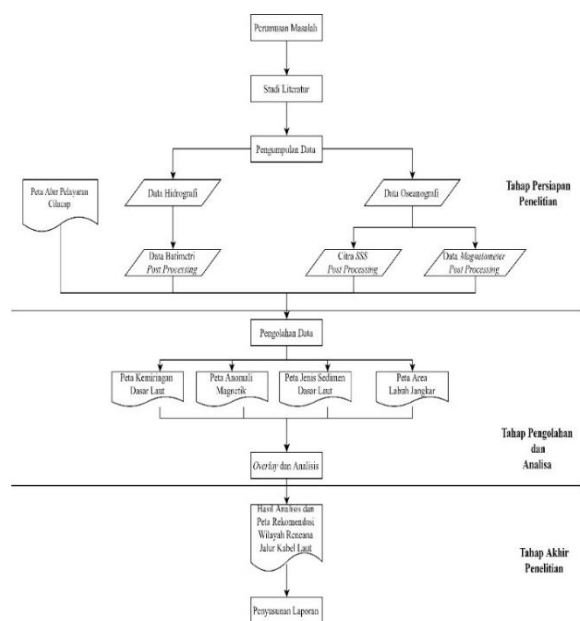
- a) Data pengambilan foto dengan menggunakan tiga jenis kamera smartphone.
- b) Data ground control point dan independent check point pada obyek yang sudah diberi tanda berupa marker..

Peralatan

Adapun untuk peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah:

- a. Data survei bathimetri terkoreksi kedalaman terendah menggunakan *Multibeam Echosounder* pada area penelitian.
- b. Citra *post processing side scan sonar* pada area penelitian.
- c. Data Magnetometer terkoreksi variasi harian dan *IGRF* pada area penelitian.
- d. Peta Alur Pelayaran Cilacap

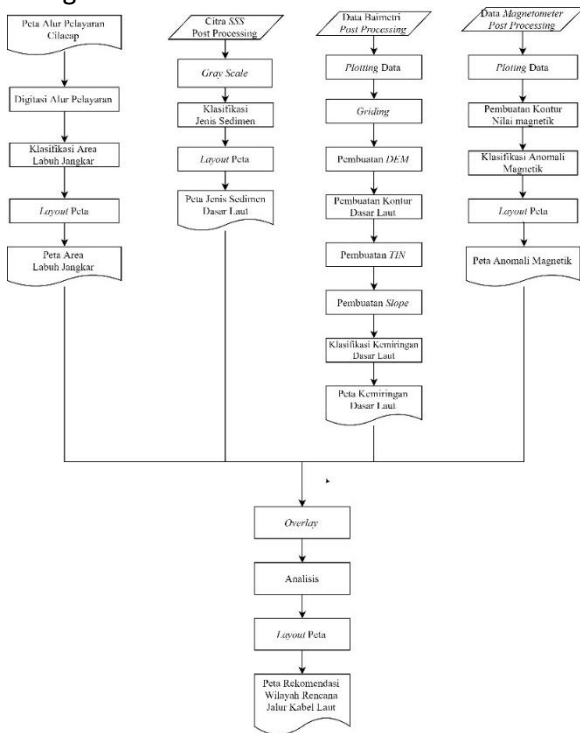
Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Tahapan Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Diagram Alir Pengolahan data

Penjelasan dari diagram alir penniselitan sebagai berikut :

- a. Peta alur pelayaran Cilacap, pada tahapan ini akan dilakukan identifikasi terhadap jalur pelayaran dan objek-objek yang terdapat pada peta seperti sarana bantu navigasi, batas haluan kapal, dan area labuh jangkar. Objek-objek tersebut berdasarkan fungsinya berpotensi untuk dilalui kegiatan pelayaran sehingga memungkinkan terjadinya kegiatan lempar atau labuh jangkar pada wilayah tersebut. Wilayah ini kemudian dilakukan proses digitasi dan *layouting* sehingga menghasilkan peta area labuh jangkar.
- b. Citra *side scan sonar post procesing*, pada tahap ini akan dilakukan pembuatan peta jenis sedimen dasar laut menggunakan data citra *side scan sonar*. Langkah pertama adalah menampilkan citra *side scan sonar* pada *ArcGIS* menggunakan pewarnaan *grayscale* berdasarkan nilai digitalnya.

Citra *side scan sonar* pada penelitian ini menunjukkan nilai digital pada kisaran 0 sampai 254. Nilai digital kemudian diklasifikasikan berdasarkan jenis sedimennya. Langkah akhir pada tahap ini adalah *layouting* pada hasil klasifikasi sehingga menghasilkan peta jenis sedimen dasar laut.

- c. Data bathimetri *post processing*, data bathimetri adalah kumpulan titik yang mengandung nilai koordinat (x,y) dan nilai kedalaman (z). Kumpulan titik tersebut kemudian dilakukan proses *plotting* pada perangkat lunak *Global Mapper* sehingga menghasilkan model elevasi digital pada wilayah penelitian. Model elevasi digital kemudian diolah menjadi garis kontur untuk dilakukan pembuatan 3D kemiringan pada perangkat lunak *ArcGIS* menggunakan *toolbox create TIN*. *TIN* pada area penelitian kemudian diolah sehingga menghasilkan fitur poligon yang menunjukkan nilai kemiringan berdasarkan klasifikasinya. Hasil klasifikasi kemudian dilakukan proses *layouting* sehingga menghasilkan peta kemiringan dasar laut pada wilayah penelitian.
- d. Data *magnetometer post processing*, pada tahap ini dilakukan *plotting* nilai magnetik untuk menghasilkan kontur magnetik pada wilayah penelitian. Nilai magnetik kemudian dianalisa sehingga menghasilkan fitur poligon berupa area yang terdapat anomali magnetik dan area tanpa anomali magnetik. Hasil klasifikasi anomali magnetik dilakukan proses *layouting* sehingga menghasilkan peta anomali magnetik.
- e. *Overlay*, pada tahap ini peta tematik yang telah dihasilkan dari data survei hidro-oseanografi kemudian dilakukan pemberian skor berdasarkan klasifikasi kemiringan, jenis sedimen dasar laut, anomali magnetik, dan area labuh jangkar untuk pembuatan wilayah rekomendasi rencana jalur kabel laut. Hasil *overlay* kemudian diklasifikasikan menjadi tiga berdasarkan total skor

overlay peta tematik yaitu area aman dan direkomendasikan, area beresiko, dan area berbahaya. Hasil klasifikasi wilayah rekomendasi rencana jalur kabel laut kemudian dilakukan proses *layouting* sehingga menghasilkan peta rekomendasi wilayah rencana jalur kabel laut.

- f. Peta rekomendasi wilayah rencana jalur kabel laut dijadikan sebagai referensi pembuatan jalur kabel laut pada wilayah penelitian sehingga menghasilkan jalur kabel laut yang aman berdasarkan analisis data survei hidro-oseanografi.

kemiringan datar dan agak landai. Tidak disarankan untuk melakukan perencanaan jalur kabel laut pada wilayah dengan perbedaan kemiringan yang besar karena dikhawatirkan dapat terjadi longsor sehingga dapat memutuskan kabel laut setelah dilakukan pemasangan.

Dari hasil pengolahan data batimetri menjadi peta kemiringan diperoleh luasan sebaran wilayah dengan kategori kemiringan sebagai berikut.

Tabel 1. Luas Kategori Kemiringan

Kategori Kemiringan	Luas Wilayah
Rata/hampir rata	109301,30 m ²
Berombak lereng landai	36171,73 m ²
Berombak lereng miring	45016,29 m ²
Berbukit Ccuram menengah	99465,11 m ²
Berbukit terkikis dengan lereng curam	75007,26 m ²
Berbukit terkikis kuat dengan keleraengan sangat curam	9147,71 m ²

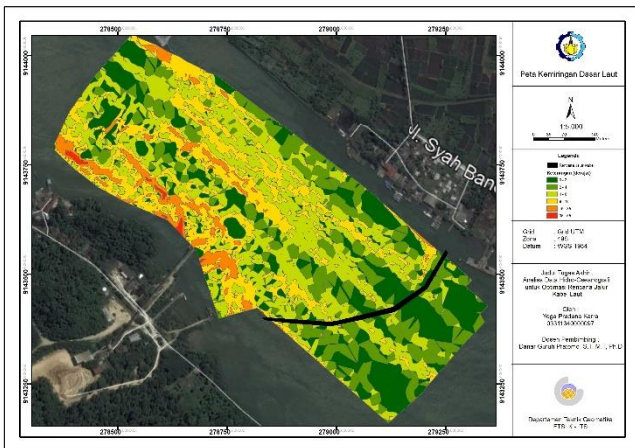
HASIL DAN ANALISIS

Analisa Rekomendasi Wilayah Rencana Jalur Kabel Laut Berdasarkan Data Batimetri

Analisa dari data batimetri berupa kemiringan dasar laut didasarkan pada data batimetri yang diolah menjadi peta kemiringan. Analisa kemiringan dasar laut mengacu pada United State Soil System Management (USSM) (Verstappen 1953, dalam Ali Agus 2014).

Analisa Rekomendasi Wilayah Rencana jalur Kabel Laut Terhadap Citra Side Scan Sonar

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan pada citra side scan sonar didapatkan persebaran jenis sedimen dasar laut yang terdapat pada wilayah penelitian ada lima yaitu batuan besar, kerikil, pasir, lumpur, dan tanah liat. Analisa jenis sedimen dasar laut dianalisa berdasarkan *digital number* pada citra *side scan sonar* yang menunjukkan tingkatan warna derajat keabuan *grayscale* dengan rentang nilai 1 sampai 254. Berikut tabel kategori jenis sedimen berdasarkan *digital number* :



Gambar 4. Peta Kemiringan Dasar Laut

Berdasarkan data batimetri pada wilayah penelitian menunjukkan bahwa wilayah rencana jalur kabel laut berkisar antara kedalaman 8 meter sampai 35 meter dengan nilai kemiringan berada pada nilai 0° sampai 53,2°. Nilai ini menunjukkan bahwa topografi pada wilayah penelitian beragam dari datar hingga sangat curam. Perencanaan jalur kabel laut disarankan pada wilayah dengan kategori

Tabel 2. Jenis Sedimen Dasar Laut Berdasarkan DN

Digital Number	Jenis Sedimen
0 – 31	Tanah Liat
31 – 79	Lumpur
79 – 141	Pasir
140 – 193	Kerikil
193 – 255	Batuan besar

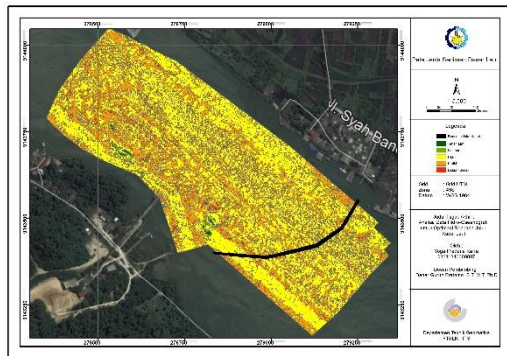
Dari kategori jenis sedimen diketahui bahwa jalur rencana kabel laut direkomendasikan pada wilayah dengan tingkat kekerasan sedimen yang tinggi dengan tujuan dapat menyokong kabel laut

yang digelar langsung di permukaan dasar agar tidak bergeser dari jalurnya serta dapat melindungi kabel laut dari bahaya hantaman jangkar untuk kabel yang dipendam di bawah permukaan dasar laut. Adapun nilai untuk parameter jenis sedimen dasar laut adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Skor Jenis Sedimen Dasar Laut

Jenis Sedimen	Jenis Sedimen
Tanah Liat	5
Lumpur	4
Pasir	3
Kerikil	2
Batuan besar	1

Berikut ini adalah peta jenis permukaan dasar laut dari hasil analisa citra *side scan sonar post processing*



Gambar 5. Peta Jenis Sedimen Dasar Laut

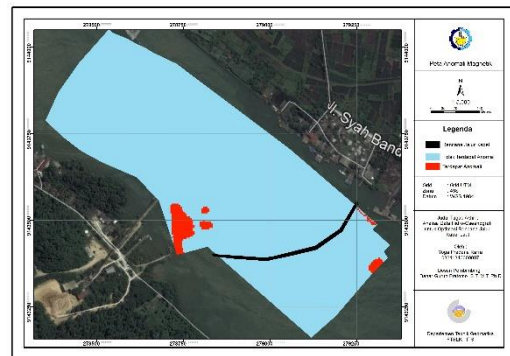
Dari peta yang dihasilkan didapatkan luasan tiap jenis sedimen pembentuk permukaan dasar laut yang paling banyak adalah pasir dengan luasan wilayah sebesar 225.848 m². Berikut tabel luasan jenis pembentuk sedimen dasar laut pada area penelitian :

Tabel 4. Luas Wilayah Jenis Sedimen Dasar Laut

Jenis Sedimen	Luas Wilayah
Tanah Liat	819,8 m ²
Lumpur	5973,3 m ²
Pasir	225848,1 m ²
Kerikil	135547.2 m ²
Batuan besar	5793,2 m ²

Analisa Rekomendasi Wilayah Rencana Jalur Kabel Laut Berdasarkan Data Magnetometer
 Berdasarkan analisa data magnetometer *postprocessing* didapatkan wilayah yang terdapat

anomali pada area penelitian. Anomali magnetik dapat diketahui dengan pembuatan kontur anomali magnetik. Wilayah yang memiliki perubahan nilai magnetik yang tinggi adalah wilayah anomali magnetik yang diduga terdapat objek metal seperti ranjau, bangkai kapal, dan benda-benda logam lainnya yang dapat membahayakan kabel laut. Berikut merupakan Peta anomali magnetik pada wilayah penelitian.



Gambar 6. Peta Anomali Magnetik

Peta anomali magnetik menunjukkan bahwa intensitas adanya benda logam berbahaya relatif sedikit dengan luasan yang kecil. Berikut tabel luasan anomali magnetik pada wilayah penelitian.

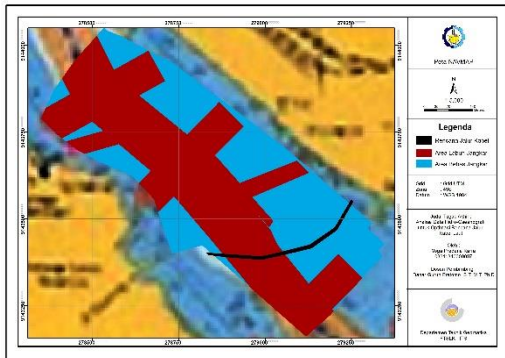
Tabel 5. Luas Wilayah Anomali Magnetik

Medan Magnet	Luasan
Tidak ada anomali	365341,1 m ²
Terdapat anomali	8769,3 m ²

Berdasarkan hasil pertampalan peta anomali magnetik dengan rencana jalur kabel laut ditemukan bahwa tidak ada objek magnet yang terdapat pada lintasan.

Analisa Rekomendasi Wilayah Rencana Jalur Kabel Laut Berdasarkan Peta Alur Pelayaran

Berdasarkan peta alur pelayaran wilayah penelitian diketahui bahwa perairan Cilacap merupakan wilayah yang aktif dalam kegiatan pelayaran sehingga analisa perlu dilakukan untuk menghindari bahaya jangkar kapal terhadap kabel laut. Analisa area labuh jangkar dilakukan dengan digitasi disepanjang alur pelayaran cilacap. Berikut hasil digitasi area labuh jangkar pada wilayah penelitian yang disajikan dalam bentuk peta area labuh jangkar.



Gambar 7. Peta Alur Pelayaran Cilacap

Dari peta peta alur pelayaran cilacap diketahui luasan wilayah area bebas jangkar dan area labuh jangkar adalah sebagai berikut :

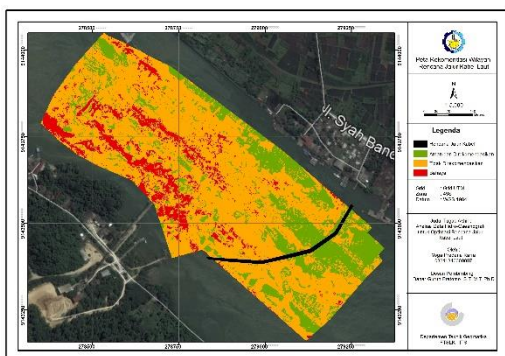
Tabel 6. Luasan Area Labuh Jangkar

Alur Pelayaran	Luas Wilayah
Area labuh jangkar	219309,2 m ²
Area bebas jangkar	154801,2 m ²

Berdasarkan posisi rencana jalur kabel laut yang ditampilkan pada peta area labuh jangkar dapat diketahui bahwa lintasan rencana kabel laut melewati area labuh jangkar dengan luasan 1749,6 m²

Peta Rekomendasi Wilayah Rencana Jalur Kabel Laut

Berdasarkan hasil analisa dari peta yang dihasilkan kemudian dilakukan proses *overlay* untuk menghasilkan peta rekomendasi wilayah rencana jalur kabel laut. Hasil *overlay* disajikan dalam bentuk peta sebagai berikut



Gambar 8. Peta Rekomendasi Wilayah Jalur Kabel Laut

Dari peta yang dihasilkan menunjukkan bahwa wilayah penelitian dibagi menjadi tiga

kategori berdasarkan empat parameter meliputi kemiringan, jenis sedimen dasar laut, anomali magnetik, dan area labuh jangkar. Kategori tersebut dibagi menjadi aman dan direkomendasikan, tidak direkomendasikan, dan berbahaya. Seperti yang diketahui dari peta tersebut terlihat bahwa area penelitian di dominasi oleh wilayah yang tidak direkomendasikan dengan prosentase sebesar 53% , kemudian wilayah yang direkomendasikan sebesar 37%, dan berbahaya sebesar 10%. Berikut data luasan kategori rekomendasi wilayah rencana jalur kabel laut.

Tabel 7. Kategori Wilayah Rencana Jalur Kabel Laut

Keterangan	Luas
Direkomendasikan	87404.2 m ²
Tidak Direkomendasikan	247955.8 m ²
Bahaya	121317.4 m ²

Berdasarkan hasil pertampalan antara peta rencana wilayah jalur kabel laut dengan jalur rencana kabel laut dapat dianalisa bahwa pada lintasan rencana menduduki masing-masing wilayah seperti pada tabel 4.9 berikut

Tabel 8. Analisa Wilayah Rekomendasi Jalur Kabel Laut

Wilayah	Jumlah Lokasi	
	Wilayah	Luas
Aman dan Direkomendasikan	114	2273.58 m ²
Tidak Direkomendasikan	141	2510.94 m ²
Bahaya	3	0.03 m ²

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan analisis terhadap hasil penelitian tentang Analisa Data Hidro-oseanografi untuk Optimasi Rencana Jalur Kabel Laut ini sebagai berikut :

- Pengolahan data hidro-oseanografi dapat diolah dan dianalisa menggunakan perangkat lunak SIG dengan menggunakan metode *overlay*. Hasil yang didapatkan untuk metode ini adalah dalam bentuk 2D berupa peta tematik.
- Berdasarkan pengolahan data hidro-oseanografi dapat diketahui bahwa pada area

penelitian dapat dibuat rencana jalu kabel laut dengan cara mengidentifikasi morfologi, bahaya, dan fitur lainnya berdasarkan jenis peta tematik yang dihasilkan. Pada penelitian hasil analisa berdasarkan peta rekomendasi wilayah rencana jalur kabel laut menduduki tiga jenis kriteria yaitu aman dan direkomendasikan yang terbagi dalam 114 lokasi dengan luas sebesar 2273,5 m², tidak direkomendasikan yang terbagi dalam 141 lokasi dengan luas sebesar 2510,9 m², dan kriteria bahaya yang terbagi pada 3 lokasi dengan luas wilayah sebesar 0,03 m²

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dinar Guruh Pratomo ST, MT, PhD dan Cherie Bakti Pribadi ST, MT. atas dukungan data dan bimbingan selama penelitian ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Tupalessy J dkk. 2015. Perencanaan Sistem Interkoneksi Jaringan Listrik Kabel Bawah Laut di Propinsi Maluku. Maluku.
- PUSHIDROSAL.2017. Menata Pipa dan kabel Laut Melalui Peta Laut. Jakarta.
- ICPC. 2009. *ICPC Ocean Observation Sites and Areas. New Zealand.*
- Mulia S. B. 2014. Analisis kekuatan Mekanis dari Kabel Powe Bawah Laut. ITB. Bandung.
- Akbar K. 2017. Analisis Nilai Hambur Balik Sedimen Permukaan Dasar Perairan Menggunakan Data Multibeam Echosounder EM 302. ITS.Surabaya.