



TESIS - RG142509

**EVALUASI JALUR KABEL LISTRIK BAWAH LAUT
DENGAN MENGGUNAKAN PETA HASIL
PEMERUMAN (WILAYAH STUDI: SELAT GILI IYANG
KABUPATEN SUMENEP)**

**ANNAFIYAH
NRP 3514201007**

**DOSEN PEMBIMBING
Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D.**

**PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN GEOMATIKA
JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016**



THESIS - RG142509

**EVALUATION OF SUBMARINE CABLE ROUTE
USING SOUNDING MAP (Study Area: Gili Iyang's
Strait, Sumenep)**

**ANNAFIYAH
NRP 3514201007**

**SUPERVISORS
Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D.**

**EXPERTISE STUDY OF GEOMATICS
DEPARTMENT OF GEOMATICS ENGINEERING
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016**

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh
gelar
Magister Teknik (M.T.)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

oleh:

Annafiyah
Nrp. 3514201007

Tanggal Ujian: 28 Juni 2016
Periode Wisuda: September 2016

Disetujui oleh:

- 
1. Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D. (Pembimbing)
NIP. 198012212003121001
 2. Prof. Dr. Ir. Bangun M.S, DEA., DESS (Penguji)
NIP.195305271983031001
 3. Dr. Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc (Penguji)
NIP.195908191985021001



Direktur Program Pascasarjana,


Prof. Dr. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.
NIP.196012021987011001

**EVALUASI JALUR KABEL LISTRIK BAWAH LAUT
DENGAN MENGGUNAKAN PETA HASIL PEMERUMAN
(WILAYAH STUDI: SELAT GILI IYANG KABUPATEN
SUMENEP)**

Nama : Annafiyah
NRP : 3514201007
Jurusan : Teknik Geomatika FTSP-ITS
Pembimbing : Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D.

ABSTRAK

Adanya otonomi daerah hendaknya dipahami bahwa pengelolaan wilayah di laut pada hakikatnya merupakan kelanjutan dari pelaksanaan kewenangan yang terkait dengan berbagai kegiatan di daratan. Pelaksanaan kewenangan tersebut dimaksudkan untuk memenuhi aspek pelayanan umum yang meliputi, a.l: penyediaan layanan pendidikan, kesehatan, infrastruktur ekonomi dan pengentasan kemiskinan. Salah satu peningkatan infrastruktur yang sangat penting dan menyeluruh ke berbagai pulau kecil di Indonesia adalah adanya penyediaan listrik. Gili Iyang yang terletak di timur pulau Madura, kecamatan Dungkek Kabupaten Sumenep merupakan salah satu pulau kecil yang juga belum mendapat akses listrik sehingga pemerintah berencana menyalurkan listrik melalui bawah laut.

Dalam pemasangan kabel listrik di bawah laut ini diperlukan adanya studi awal yang harus didukung oleh penerapan ilmu dan teknologi kelautan. Salah satunya adalah dengan pemetaan topografi bawah laut (Batimetri) sebagai media untuk menganalisa optimasi jalur kabel yang akan dipasang. Metode yang akan digunakan untuk pemetaan batimetri selat Gili Iyang adalah dengan Echosounder dan pengamatan pasang surut untuk mendapatkan *chart datum*. Perangkat lunak yang akan digunakan untuk analisa kedalaman adalah ArcGIS 10.3.

Berdasarkan analisis kriteria pemasangan alternatif kabel terhadap keamanan dan kemudahan pemasangannya adalah jalur dengan daerah kontur permukaan dasar laut yang relatif datar; daerah didaerah antar dua palung. Sedangkan kriteria yang kedua adalah memilih jalur kabel yang terpendek baik berdasarkan jarak maupun panjang kabel mengikuti kemiringan/ slope dasar laut. Alternatif kabel yang memenuhi kriteria aman dan memudahkan pemasangan serta memiliki jarak dan kemiringan terkecil adalah kabel alternatif 2 yang memiliki jarak 5.468 m (*Direct distance*) dan panjang 6.775 m (*Slope distance*).

Kata Kunci: Batimetri, Jalur kabel, Singlebeam Echosounder.

EVALUATION OF SUBMARINE CABLE ROUTE USING SOUNDING MAP (CASE STUDY: GILI IYANG'S STRAIT)

Name : Annafiyah
NRP : 3514201007
Departement : Teknik Geomatika FTSP-ITS
Supervisor : Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D.

ABSTRACT

Regional autonomy should be understood that the management of the sea areas are essentially a continuation of the implementation of the authority associated with a variety of activities on the mainland. The exercise of authority is meant to fulfill the public service aspects, ie: provision of education, health services, economic infrastructure and poverty alleviation. One of the infrastructure improvements that are very important and comprehensive to various small island in Indonesia is the provision listrik. Gili Iyang located in the east of the island of Madura, district Dungkek Sumenep regency is one of the small islands that have not had access to electricity so that the government plans to supply power through under the sea.

Installation of power cables under the sea requires their preliminary study that should be supported by the application of marine science and technology. One is by mapping the sea bottom topography (Bathymetry) as a medium for analyzing optimization cable lines will be installed. The method will be used for bathymetric mapping Gili Iyang strait is the echosounder and tide observations to get a chart datum. The software to be used for the analysis depth is ArcGIS 10.3.

Based on the analysis of two criteria alternative to cable installation; The first, based on security and ease of installation, the path chosen is the area with the surface contours of the seabed is relatively flat; regional areas delivered two troughs. While the second criteria, choose the shortest cable lines either by distance or length of the

cable follows the slope / slope seabed. Alternative cable that meet the criteria for safe and easy installation as well as having the smallest distance and slope are two alternative cable that has a distance of 5,468 m (direct distance) and a length of 6,775 m (Slope distance)

Keywords: Bathymetry, Cable route, Singlebeam echosounder.

DAFTAR ISI

ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR PERSAMAAN	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	4
BAB 2 DASAR TEORI	5
2.1 Survei Hidrografi	5
2.2 Batimetri	6
2.2.1 Survei Batimetri Menurut Ketentuan International Hydrographic Organization (IHO)	7
2.2.2 Penentuan Posisi Horizontal Titik Perum	8
2.3 Pengamatan Tinggi Muka Air Laut	9
2.4 Echosounder	12
2.4.1 Sumber kesalahan dan kalibrasi	13
2.4.2 Pemeriksaan data pemeruman	15
2.5 Single beam echosounder (SBES)	17
2.5.1 Signal transmission	17
2.5.2 Transducer	18

2.5.3 Receiver electronics	19
2.6 Peta Lingkungan Pantai Indonesia (LPI)	20
2.7 Transmisi Kabel Bawah Laut	20
2.8 Metode Interpolasi IDW	21
2.9 Penelitian Terdahulu	22
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Lokasi Penelitian	23
3.2 Data dan peralatan	23
3.2.1 Data	23
3.2.2 Peralatan	24
3.3 Metodologi Penelitian	24
3.3.1 Tahap Penelitian	24
3.3.2 Pengolahan Data	25
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Data dan Hasil Pengolahan Pasut	29
4.2 Hasil Pengolahan Batimetri	31
4.3 Analisis Alternatif Jalur Kabel Listrik Bawah Laut	35
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan	41
5.1 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	47
Lampiran 1 : Dokumentasi	47
Lampiran 2 : Data Pasut	49
Lampiran 3 : Data Pengolahan Batimetri	51
Lampiran 4 : Peta Jalur Pemeruman Selat Gili Iyang	56
Lampiran 5 : Peta Batimetri Selat Gili Iyang Sumber Data Pemeruman Echosounder	58
Lampiran 5 : Peta Batimetri Selat Gili Iyang sumber Peta LPI	60

Lampiran 7 : Peta Slope Selat Gili Iyang 62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem DGPS	8
Gambar 2.2	Kedudukan Relatif Tinggi Muka Laut	11
Gambar 2.3	Susunan umum dari sebuah Singlebeam Echosounder (atas) dan satu jenis layar untuk visualisasi (bawah)	18
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian	23
Gambar 3.2	Tahapan Penelitian	24
Gambar 3.3	Tahapan Pengolahan Data	26
Gambar 4.1	Grafik prediksi pasut pantai Gili Iyang bulan Oktober 2015	30
Gambar 4.2	Peta Jalur Pemeruman Selat Gili Iyang	31
Gambar 4.3	Peta Batimetri Selat Gili Iyang Sumber Data Pemeruman Echosounder	33
Gambar 4.4	Peta Batimetri Selat Gili Iyang sumber Peta LPI	34
Gambar 4.5	Peta Slope Selat Gili Iyang	36
Gambar 4.6	Peta Pemodelan 3D Dasar laut Selat Gili Iyang	38
Gambar 4.7	Peta Pemodelan 3D Dasar laut Selat Gili Iyang dan alternatif pemasangan kabel	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi daerah survei hidrografi	6
Table 2.2	Klasifikasi Tipe Pasang Surut	12
Tabel 2.3	Sumber Kesalahan Pengukuran Kedalaman dengan Perum Gema	13
Tabel 2.4	Ketelitian pengukuran parameter survei hidrografi	16
Table 4.1	Hasil Perhitungan Komponen Pasut Gili Iyang	29
Tabel 4.2	Contoh Pengolahan Batimetri Setelah Dikoreksi pada tanggal 15 Oktober 2015	32
Tabel 4.3	Uji Statistik Deskriptif data kedalaman hasil perum	33
Table 4.4	Arah dan jarak pemasangan kabel	37
Table 4.5	Panjang Alternatif Kabel Bawah Laut	39

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1	Bilangan <i>Formzahl</i>	12
Persamaan 2.2	MSL	12
Persamaan 2.3	HHWL	12
Persamaan 2.4	LLWL	12
Persamaan 2.5	Batas toleransi kesalahan IHO	16
Persamaan 2.6	Persamaan liner sederhana waktu bolak-balik t	19

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Dokumentasi	39
Lampiran 2	Data Pasut	40
Lampiran 3	Data Pengolahan Batimetri	41
Lampiran 4	Peta Jalur Pemeruman Selat Gili Iyang	43
Lampiran 5	Peta Batimetri Selat Gili Iyang	44
Lampiran 6	Peta Slope Selat Gili Iyang	45

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan yang terluas di dunia dengan jumlah pulau yang telah terdaftar dan berkoordinat sekitar 13.466 pulau (BIG, 2014) yang tersebar pada 35 provinsi, dimana dua pertiga wilayah kedaulatannya berupa perairan laut. Dengan adanya otonomi daerah hendaknya dipahami bahwa pengelolaan wilayah di laut pada hakikatnya merupakan kelanjutan dari pelaksanaan kewenangan yang terkait dengan berbagai kegiatan di daratan. Pelaksanaan kewenangan tersebut bertujuan untuk memenuhi aspek pelayanan umum yang meliputi, a.l: penyediaan layanan pendidikan, kesehatan, infrastruktur ekonomi dan pengentasan kemiskinan (Sutisna, 2006).

Salah satu peningkatan infrastruktur yang sangat penting dan menyeluruh ke berbagai pulau kecil adalah adanya penyediaan listrik. Listrik merupakan kebutuhan yang sangat vital untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Gili Iyang yang terletak di timur pulau Madura, yaitu di kecamatan Dungkek kabupaten Sumenep merupakan salah satu pulau kecil yang masih belum mendapat akses listrik. Penerangan di pulau ini hanya menggunakan mesin genset dan solar sel yang sangat terbatas. Berdasarkan wacana, pemerintah sudah berencana menyalurkan listrik melalui bawah laut.

Dalam pemasangan kabel listrik di bawah laut ini diperlukan adanya studi awal yang harus didukung oleh penerapan ilmu dan teknologi kelautan. Salah satunya adalah dengan pemetaan topografi bawah laut (Batimetri). Batimetri adalah ilmu pengukuran dan penggambaran kedalaman untuk menentukan topografi dasar laut dan badan air lainnya (Kearns & Breman, 2011). Peta batimetri adalah data spasial yang berisi informasi kedalaman suatu daerah perairan. Informasi batimetri dapat menggambarkan tentang kondisi struktur dan bentuk dasar perairan dari suatu daerah.

Teknologi pemetaan batimetri terus berkembang, pertama kali batimetri diukur menggunakan tali. Metode ini sulit dan hasilnya hampir selalu kurang akurat

karena sangat tergantung arus air dibawah permukaan yang dapat menarik tambang dan pemberat sehingga kedalaman yang dihasilkan seringkali tidak tepat. Kemudian teknik pengukuran mengalami perkembangan, yaitu teknologi akustik bawah laut sebagai bagian dari instrumen kelautan yang mendeteksi target di kolom perairan dan dasar perairan dengan menggunakan suara sebagai medianya. Contoh akustik untuk penelitian kelautan yaitu SONAR (*Sound and Navigation Ranging*). Peralatan survei yang termasuk sonar antara lain yaitu; *Echosounder*, *Side Scan Sonar*, dan *Sub Bottom profiler*. Dengan kedalaman air lebih mudah diukur. Metode ini bekerja pada prinsip perambatan suara di dalam air. *Singlebeam echosounder* maupun *multibeam echosounder* dapat menghasilkan kedalaman yang akurat untuk air yang dalam tetapi metode tersebut sulit diterapkan di perairan dangkal(Seger, 1998).

Metode berikutnya adalah dengan menggunakan aplikasi teknologi penginderaan jauh, teknologi tersebut telah banyak diterapkan karena efektif dan efisiensi. Hasil dari teknologi ini dapat digunakan dalam penyusunan dan merevisi sumber daya peta yang ada serta berguna sebagai bantuan dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya. Teknologi ini mampu memperoleh informasi sinoptik untuk mengamati fenomena yang terjadi di lautan yang luas dan dinamis. Prinsip dasar penggunaan penginderaan jauh untuk memetakan batimetri adalah bahwa panjang gelombang setiap band dari satelit dapat menembus air pada kedalaman tertentu sesuai dengan panjang gelombangnya masing-masing (Setiawan, 2014).

Perkembangan foto udara dan teknik satelit udara telah meningkat kemampuannya dalam memproduksi peta-peta pemukiman di ekosistem bumi. Dalam lingkungan laut peralatan ini hanya mampu memberi hasil di area perairan dangkal, sebagaimana penyerapan sinar oleh air (Brown, 2011). Sistem diskriminasi tanah akustik single-beam telah berhasil digunakan untuk memperoleh data yang relevan untuk studi dasar laut, terutama untuk wilayah laut yang tidak terlalu luas(Foster, 2011).

Oleh karena itu metode yang akan digunakan untuk pemetaan batimetri selat Gili Iyang adalah dengan *singlebeam echosounder* dengan LLWL dari pengamatan pasut sebagai datum vertikal. Dengan adanya peta batimetri

selanjutnya akan dapat diprediksi jalur pemasangan kabel listrik yang optimal berdasarkan keamanan dan memudahkan pemasangannya serta jalur kabel yang terpendek.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah dari penelitian ini antara lain;

- a. Bagaimana menginterpretasikan data hasil survei dengan menggunakan *Singlebeam Echosounder* yang bertujuan untuk mendapatkan peta batimetri.
- b. Bagaimana membuat jalur pemasangan kabel bawah laut yang terbaik yang sesuai dengan dua kriteria penentuan jalur kabel bawah laut, yaitu: jalur kabel yang akan ditentukan sedapat mungkin harus aman dan memudahkan proses pemasangannya, dan mempunyai rute terpendek.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Data utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah data perekaman *single-beam echosounder*, dan data pasang surut sebagai referensi kedalaman.
- b. Menentukan dan menganalisis jalur pemasangan kabel bawah laut dengan hanya memperhatikan dua kriteria penentuan jalur kabel bawah laut. Selain itu dalam penentuan jalur kabel tersebut tidak dikaitkan dengan syarat-syarat teknis peletakan dan pemendaman kabel bawah laut.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Membuat peta batimetri menggunakan data perekaman *singlebeam echosounder*.
- b. Melakukan analisis terhadap data batimetri dalam kaitannya terhadap penentuan jalur alternatif pemasangan kabel listrik bawah laut.
- c. Memetakan jalur alternatif kabel listrik bawah laut terbaik berdasarkan kriteria penentuan jalur listrik bawah laut.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi tentang penentuan jalur kabel listrik bawah laut selat Gili Iyang dengan menggunakan data batimetri.

BAB 2 DASAR TEORI

2.1 Survei Hidrografi

Kata hidrografi merupakan serapan dari bahasa Inggris '*hydrography*'. Secara etimologis, '*hydrography*' ditemukan dari kata sifat dalam Bahasa Prancis abad pertengahan '*hydrographique*', sebagai kata yang berhubungan dengan sifat dan pengukuran badan air, misalnya kedalaman dan arus. Definisi Hidrografi menurut *International Hydrographic Organization* (IHO) adalah ilmu tentang pengukuran dan penggambaran parameter-parameter yang diperlukan untuk menjelaskan sifat-sifat dan konfigurasi dasar laut secara tepat, hubungan geografisnya dengan daratan, serta karakteristik-karakteristik dan dinamika-dinamika lautan.

Fungsi utama data yang dikumpulkan adalah untuk keperluan pembuatan peta laut dan dokumen grafik lainnya bagi keperluan keselamatan pelayaran di seluruh dunia, dan untuk digunakan oleh pihak-pihak yang terkait dengan lingkungan kelautan seperti *ocean engineers, oceanographers, marine biologist, dan environmental scientists* (Djunarsjah, 2003).

Aplikasi yang banyak membutuhkan pengetahuan hidrografik diantaranya adalah untuk perencanaan eksplorasi dan eksploitasi sumber daya kelautan, penentuan batas terluar perairan yurisdiksi nasional, dan penentuan batas perairan antar negara.

Kegiatan terpenting dalam menghasilkan informasi hidrografi adalah survei. Aktivitas utama survei hidrografi meliputi (Poerbandono & Djunasjah, 2005);

- Penentuan posisi di laut dan penggunaan sistem referensi
- Pengukuran arus
- Pengamatan pasut
- Pengukuran kedalaman (pemeruman)
- Pengukuran (pengambilan contoh dan analisis) sedimen
- Pengukuran detail situasi dan garis pantai (untuk pemetaan pesisir).

Table 2.1 Klasifikasi daerah survei hidrografi (IHO, 2005)

No.	Kelas	Contoh daerah survei
1	Orde khusus	<ul style="list-style-type: none">▪ Pelabuhan tempat sandar dan alur kritis (yang berhubungan dengannya) dimana kedalaman air di bawah lunas minimum
2	Orde 1	<ul style="list-style-type: none">▪ Pelabuhan,▪ Alur pendekat pelabuhan,▪ Lintasan/haluan yang dianjurkan▪ Daerah-daerah pantai dengan kedalaman hingga 100 meter
3	Orde 2	<ul style="list-style-type: none">▪ Area yang tidak disebut pada orde khusus dan orde satu▪ Area dengan kedalaman hingga 200 meter
4	Orde 3	<ul style="list-style-type: none">▪ Daerah lepas pantai yang tidak disebut dalam orde khusus, orde satu dan orde dua

2.2 Batimetri

Kata batimetri berasal dari bahasa Yunani yaitu *Bathy* adalah kedalaman dan *metry* ialah ilmu tentang pengukuran. Sehingga Batimetri dapat didefinisikan sebagai ilmu tentang pengukuran dan pemetaan dasar perairan (Hamid, 2014). Survei batimetri merupakan suatu proses pengukuran kedalaman yang ditujukan untuk memperoleh gambaran atau model bentuk dari permukaan atau topografi dasar perairan. Kegiatan survei batimetri tersebut meliputi proses pengukuran, pengolahan, dan penggambaran atau visualisasi kedalaman. Visualisasi dari kedalaman tersebut digambarkan dalam bentuk garis-garis kontur kedalaman. Garis-garis kontur kedalaman diperoleh dengan melakukan interpolasi pada titik-titik pengukuran kedalaman yang tersebar pada lokasi yang akan dikaji, sehingga akan didapatkan suatu model kedalaman laut. Titik-titik kedalaman yang diukur dan berada pada lajur-lajur pengukuran kedalaman disebut sebagai lajur perum. Selain kedalaman, diperlukan juga informasi dari posisi kedalaman tersebut.

Survei hidrografi dalam hal ini survei batimetri dilakukan berlandaskan kepada ketentuan teknik dari rekomendasi special publication No. 44 (S.44-IHO). S.44-IHO merupakan standar internasional untuk survei hidrografi yang memberikan spesifikasi minimum dalam pengumpulan data yang akurat dan tepat untuk keselamatan navigasi para pelaut. Ketentuan yang ada pada S.44-IHO meskipun dibuat untuk keselamatan navigasi para pelaut akan tetapi dapat digunakan sebagai acuan dalam memandu bagi pengumpulan data dan perhitungan faktor-faktor yang perlu diperhatikan pada pelaksanaan survei batimetri.

2.2.1 Survei Batimetri Menurut Ketentuan International Hydrographic Organization (IHO)

Beberapa ketentuan teknik survei hidrografi yang terkait dengan survei batimetri dalam S.44-IHO yaitu (IHO, 2005):

a. Skala Survei dan Kerapatan Pemeruman

Pada dasarnya skala survei digunakan untuk menentukan ketelitian minimum dari peta batimetri yang dihasilkan. Selain itu penentuan skala survei harus disesuaikan dengan keanekaragaman topografi bawah laut beserta garis pantainya, waktu serta tujuan diadakannya survei tersebut.

b. Penentuan Posisi

Penentuan posisi pada survei harus direferensikan terhadap sistem koordinat geosentrik dengan datum World Geodetic System 84 (WGS-84).

c. Pengukuran Kedalaman

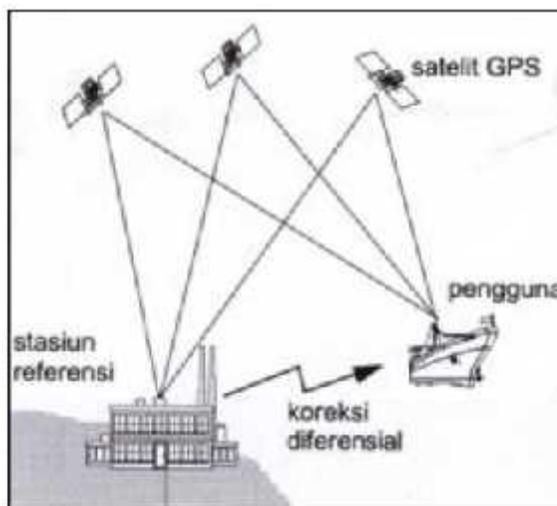
Kedalaman yang diukur harus memperhatikan chart datum, yaitu dengan memperhitungkan tinggi pasang surut. Ketelitian kedalaman air diartikan sebagai ketelitian kedalaman yang disurutkan. Dalam menetapkan ketelitian kedalaman, setiap kesalahan harus diketahui nilainya. Semua kesalahan harus diperhitungkan sehingga diperoleh nilai kedalaman yang bebas dari kesalahan.

d. Pengamatan Pasang Surut

Pelaksanaan pengamatan pasang surut dimaksudkan untuk mereduksi pengaruh pasang surut pada saat pemeruman dan sebagai bahasan mengenai data ramalan pasang surut yang dilakukan tidak kurang dari 29 hari. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan data batimetri yang akurat dan dapat digunakan pada masa mendatang.

2.2.2 Penentuan Posisi Horizontal Titik Perum

Penentuan posisi horizontal titik fiks perum dalam survei batimetri menggunakan sistem DGPS (*Differential Global Positioning System*). Sistem DGPS adalah akronim yang sudah umum digunakan untuk sistem penentuan posisi real-time secara diferensial menggunakan data pseudorange (Abidin, 2007). Dalam realisasi keadaan real-time-nya, monitor stasion harus mengirimkan koreksi diferensial ke pengguna secara real-time menggunakan sistem komunikasi data tertentu, seperti yang terlihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.1. Sistem DGPS (Abidin, 2007)

Sebelum pelaksanaan pemeruman harus dibuat rencana lajur utama dan lajur silang. Lajur utama sedapat mungkin harus tegak lurus garis pantai dengan interval maksimal satu cm pada skala survey. Lajur silang diperlukan untuk memastikan ketelitian posisi pemeruman dan reduksi pasut. Jarak antar lajur silang adalah 10 kali

lebar lajur utama dan membentuk sudut antara 60° sampai 90° terhadap lajur utama. Lajur silang tambahan bisa ditambahkan pada daerah yang direkomendasikan atau terdapat keragu- raguan. Jika terdapat perbedaan yang melebihi toleransi yang ditetapkan (sesuai dengan ordenya) harus dilakukan uji lanjutan dalam suatu analisis secara sistematis terhadap sumber- sumber kesalahan penyebabnya (Anonymous, 2010).

2.3 Pengamatan Tinggi Muka Air Laut

Selain informasi tentang kedalaman beserta posisinya, informasi yang dibutuhkan dalam survei batimetri yaitu pasang surut air laut untuk mengetahui dinamika atau perubahan permukaan laut. Dengan demikian pada survei batimetri atau pengukuran kedalaman perlu dilakukan tiga kegiatan sekaligus pada waktu yang bersamaan yaitu pengukuran kedalaman, pengukuran posisi dari kedalaman, dan pengukuran pasang surut air laut. Dari ketiga kegiatan tersebut akan didapatkan suatu informasi kedalaman laut terhadap suatu bidang yang dapat dijadikan suatu referensi kedalaman. Salah satu referensi kedalaman yang dijadikan acuan untuk menentukan kedalaman laut yaitu chart datum (Lubis, 2014).

Pasang surut air laut merupakan fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut atau SLA (*Sea Level Anomaly*) secara berkala yang diakibatkan oleh adanya gaya tarik dari benda-benda angkasa, terutama matahari dan bulan terhadap massa air di bumi.

Tujuan pengamatan pasang surut (pasut) secara umum adalah sebagai berikut (Ongkosono & Suyarso, 1989):

- a. Menentukan permukaan air laut rata-rata (MLR) dan ketinggian titik ikat pasut (tidal datum plane) lainnya untuk keperluan survei rekayasa dengan melakukan satu sistem pengikatan terhadap bidang referensi tersebut.
- b. Memberikan data untuk peramalan pasut dan arus serta mempublikasikan data ini dalam tabel tahunan untuk arus dan pasut.
- c. Menyelidiki perubahan kedudukan air laut dan gerakan kerak bumi.

- d. Menyediakan informasi yang menyangkut keadaan pasut untuk proyek teknik.
- e. Memberikan data yang tepat untuk studi muara sungai tertentu.
- f. Melengkapi informasi untuk penyelesaian masalah hukum yang berkaitan dengan batas-batas wilayah yang ditentukan berdasarkan pasut.

Pengamatan pasang surut (Pasut) bertujuan untuk mencatat atau merekam gerakan vertikal permukaan air laut yang terjadi secara periodik dengan menggunakan beberapa metode. Hasil data tinggi muka air laut yang diamati pada rentang waktu tertentu akan menghasilkan referensi (datum) vertikal dalam penentuan kedalaman suatu titik. Data tinggi muka laut dengan kurun waktu yang berbeda dapat menghasilkan informasi dan tujuan yang berbeda pula. Secara umum, informasi yang ingin didapat dari data tinggi muka laut adalah tipe tinggi muka laut, dan datum vertikal laut tersebut.

Kedudukan muka laut yang akan dijadikan sebagai acuan dalam menentukan kedalaman laut akan selalu berubah-ubah setiap waktu, sehingga tinggi muka laut pun akan berbeda-beda juga. Berikut ini merupakan beberapa istilah dalam tinggi muka laut yang dijadikan referensi kedalaman.

- a. Muka Laut Sesaat

Muka Laut Sesaat merupakan kedudukan tinggi muka laut pada saat dilakukan pengukuran. Muka Laut Sesaat digunakan sebagai bidang acuan pada saat pengukuran kedalaman laut.

- b. Muka Laut Rata-Rata

Muka Laut Rata-rata atau Mean Sea Level (MSL) merupakan kedudukan rata-rata tinggi muka laut yang diamati dalam periode waktu tertentu. Muka Laut Rata-rata ditentukan dari pengamatan pasang surut dalam kurun waktu tertentu. Tujuan dari penentuan Muka Laut Rata-rata adalah sebagai acuan kedalaman sebelum chart datum ditentukan.

- c. Chart Datum

Chart datum merupakan kedudukan tinggi muka laut yang menjadi dasar dari pengukuran kedalaman yang ditampilkan pada peta laut. Chart datum ditetapkan dari

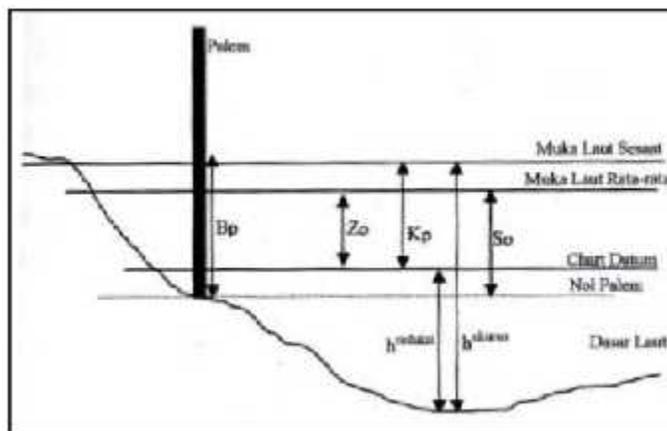
pengamatan pasut. Dari pengamatan pasut ditemukan MSL, setelah itu dipilih suatu chart datum dengan Z_0 sebagai jarak vertikal ke MSL.

Chart datum dipilih pada kedudukan serendah mungkin dalam arti lebih rendah dari tinggi rata-rata permukaan air laut terendah, yang disebut juga dengan *Lowest-Low-Water* (LLW). Namun, chart datum tidak berarti menjadi bidang permukaan air laut terendah yang mungkin terjadi, sebab, masih ada tinggi air terendah yang mungkin terjadi, yang diistilahkan dengan *Lowest Astronomical Tides* (LAT).

d. Datum Perum (Sounding Datum)

Datum perum merupakan kedudukan muka laut yang diproyeksikan dalam bidang datar, dimana bidang datar ini tegak lurus terhadap bidang muka laut. Datum perum ini digunakan sebagai bidang referensi kedalaman ukuran dalam satu periode survei batimetri. Bidang ini digunakan sebelum didapatkan bidang referensi kedalaman yang definitif, yaitu chart datum.

Beberapa istilah kedudukan tinggi muka laut yang dijadikan referensi kedalaman diilustrasikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.2 Kedudukan Relatif Tinggi Muka Laut (Poerbandono & Djunasjah, 2005)

Metode penentuan komponen pasut dan prediksinya yang umum menggunakan beberapa metode, yaitu metode Admiralty, metode semi grafik, metode least squares dan lainnya. Metode yang umum digunakan adalah metode Admiralty (Supriyono & et.al, 2015).

Pada penelitian ini, Pengumpulan data pasang surut dilakukan untuk memperoleh nilai konstanta harmonic pasang surut yang kemudian digunakan untuk mencari tipe pasang surut, nilai LWS, MSL, dan HWL. Nilai konstanta pasang surut diperoleh dari hasil analisa data pasang surut dengan metode *Admiralty* dengan melalui skema-skema dan tabel perhitungan. Nilai konstanta-konstanta pasang surut yang diperoleh adalah S_0 , M_2 , S_2 , N_2 , K_1 , O_1 , M_4 , MS_4 , K_2 , dan P_1 dengan menggunakan tabel perhitungan admiralty pada perangkat lunak Microsoft Office Excel 2010. Dimana data pasang surut akan ditampilkan pada lembar lampiran.

Tipe pasut disuatu perairan dengan menggunakan persamaan *Formzahl*(Ongkosono & Suyarso, 1989):

$$F = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2} \quad (2.1)$$

$$MSL = Z_0 = S_0 \quad (2.2)$$

$$HHWL = Z_0 + (M_2 + S_2 + K_1 + O_1) \quad (2.3)$$

$$LLWL = Z_0 - (M_2 + S_2 + K_1 + O_1) \quad (2.4)$$

Dengan,

F	: nilai <i>Formzahl</i>
K_1 dan O_1	: konstanta pasut harian utama,
M_2 dan S_2	: konstanta pasut ganda utama
MSL	: muka laut rata-rata
$HHWL$: muka laut tertinggi
$LLWL$: muka laut terendah

Tabel 2.2. Klasifikasi Tipe Pasang Surut

Nilai F	Tipe Pasut	Keterangan
$0 < F < 0,25$	Semidiurnal	Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan secara teratur. Periode pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit.
$0,25 < F < 1,5$	Campuran Dominan Semidiurnal	Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda.
$1,5 < F < 3$	Campuran Dominan Diurnal	Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda.
$F > 3$	Diurnal	Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut. Periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit.

2.4 Echosounder

Banyak sistem sonar hampir merupakan satu perangkat tugas. Pengenalan perekaman digital dan analisis data telah memperluas jangkauan kegunaan instrumen sehingga satu instrumen mungkin untuk dapat melakukan beberapa tugas yang terkait. Software digital telah menggantikan banyak operasi analog dalam sistem-sistem sonar dan proses sinyal digital telah meningkatkan adaptasi sistem terhadap tugas-tugas baru. *Hardware* sonar dan konfigurasi transduser cenderung dikhususkan untuk tugas pengukuran.

Sistem sonar yang paling umum adalah *echosounder* (gambar). *Echosounder* merupakan peralatan yang digunakan untuk menentukan kedalaman air dengan cara mengukur interval waktu antara pemancaran gelombang suara dengan penerimaan pantulannya (gema) dari dasar air (Anonymous, 2010). *Echosounder* menggunakan sebuah generator sinyal listrik dan amplifier yang disebut "transmitter/pemancar", sebuah transduser untuk mengubah sinyal listrik ke suara; sebuah transducer untuk mengubah suara menjadi sinyal listrik; sebuah sirkuit elektrik penerima; dan sebuah display. Banyak sistem sonar menggunakan transduser yang sama untuk transmisi dan

penerimaan. Sistem berkisar dalam kompleksitas dari "pencari ikan" yang dijual di toko barang olahraga sampai sistem multibeam yang digunakan nelayan komersial dan angkatan laut. Sistem multibeam pada dasarnya kombinasi dari beberapa sistem single-beam (Medwin & Clay, 1998).

2.4.1 Sumber kesalahan dan kalibrasi

Berikut ini ditunjukkan beberapa kesalahan dalam pelaksanaan pemeruman dengan menggunakan *sounder*. Kesalahan ini dapat terjadi bersamaan atau terjadi satu-satu. Kesalahan-kesalahan ini merupakan kesalahan sistemik yang dapat didesain untuk mengatasinya.

Tabel 2.3 Sumber Kesalahan Pengukuran Kedalaman dengan Perum Gema (Poerbandono & Djunasjah, 2005).

Sumber	Kesalahan	Kondisi
Perum Gema	Mekanisme kerja perekaman jejak gema	Kelelahan bahan dan komponen mekanik pada alat atau ketidakperesisian pemasangan komponen-komponen mekanik alat
	Kestabilan transmisi energi listrik	Ketidakstabilan tegangan catu daya ke alat perum gema atau pada rangkaian listrik pada alat
Kedudukan transduser	Kedudukan vertikal transduser terhadap permukaan laut	Transduser diletakkan dibawah lunas kapal
	Pemisahan transduser pemancar dengan transduser penerima	Transduser pemancar terpisah dengan transduser penerima
Wahana apung	<i>Settlement</i>	Kedudukan kapal yang cenderung tenggelam saat berjalan
	<i>Squat</i>	Kedudukan buritan kapal yang cenderung lebih tenggelam dibanding haluannya saat berjalan
	Laju dan arah gerak wahana apung	Kemampuan pengendalian wahana apung oleh juru mudi

Sifat gelombang akustik	Variasi cepat rambat gelombang	Perubahan kerapatan medium air laut karena perbedaan suhu, tekanan dan salinitas
Kondisi lapangan	Gelombang pantul yang bukan dari dasar laut	Kerumunan ikan dibawah transduser, perbedaan medium rambat yang drastis karena polutan dan sebagainya, aliran air tawar di bawah permukaan laut, rumput laut dan plankton.
	Gelombang permukaan laut	Angin di permukaan laut yang menyebabkan perubahan kedudukan permukaan air
Bidang referensi	Pasut laut	Perubahan kedudukan vertikal permukaan air laut karena atraksi benda-benda langit

Untuk mengatasi kesalahan baik kesalahan yang terjadi sekaligus dilakukan kalibrasi. Kalibrasi yang efektif dalam menjaga ketelitian pemeruman adalah dengan kalibrasi cakera tera (*Bar check*). Kalibrasi ini sangat membantu untuk mendapatkan kedalaman yang benar. *Bar check* terbuat dari lempeng logam berbentuk lingkaran atau segi empat yang digantungkan pada tali atau rantai berskala dan diletakkan di bawah transduser. Tali atau rantai berskala dipakai sebagai pembandingan hasil pengukuran dengan alat perum gema. Pembandingan pengukuran kedalaman dilakukan untuk setiap perubahan kedalaman, mulai dari kedalaman 0 hingga kedalaman maksimum yang akan diperum dengan interval 1 meter. Kalibrasi dengan *Bar check* dilakukan setelah pengesetan pulsa awal nol dilakukan dan dimulai dari kedalaman tali skala *Bar check* 1 meter. Setelah itu posisi *Bar check* diturunkan dengan selang satu meter hingga kedalaman maksimum daerah yang akan diperum. Selanjutnya dari kedalaman maksimum tali *Bar check* ditarik dengan selang 1 meter hingga kembali pada ke posisi 1 meter.

Kalibrasi dengan *Bar check* harus dilakukan langsung sebelum dan sesudah pemeruman dilakukan pada setiap sesi pemeruman. Sebelum pemeruman dilakukan, dipilih suatu kawasan air yang relatif tenang dan dalam dengan kapal yang berhenti

untuk kalibrasi awal. Pemilihan lokasi *Bar check* pada air tenang dilakukan agar lempeng logam tidak melayang karena arus, sehingga tetap berada di bawah transduser. Kedalaman tempat kalibrasi juga penting untuk memperoleh kedalaman kalibrasi maksimum.

Data ukuran kedalaman yang telah dikoreksi dengan kalibrasi menggunakan *Bar check* dapat dianggap terbebas dari sumber kesalahan karena sifat perambatan gelombang pada medium air laut. Selain kalibrasi dengan *Bar check*, data hasil pengukuran kedalaman harus diberi koreksi-koreksi karena kesalahan akibat:

- a. Sarat transduser, dengan mengukur kedudukan (jarak vertikal) permukaan transduser terhadap bidang permukaan laut.
- b. *Settlement*, dan *Squat* (jika dianggap berarti), dengan membandingkan kedudukan vertikal transduser terhadap permukaan air saat kapal diam dan saat kapal bergerak.
- c. Pasut, dengan koreksi tinggi muka air laut sasaat (*sounding datum*) terhadap tinggi bidang referensi vertikal MSL (MSL atau *chart datum*) yang diperoleh dari pengolahan data pasut.

2.4.2 Pemeriksaan data pemeruman

Lajur-lajur utama dalam pemeruman perlu diperiksa dengan cara melakukan pemeruman lajur silang (*cross sounding*) yaitu dengan lajur perum yang memotong semua lajur utama. Jika pengukuran dilakukan dengan benar, maka pada titik potong lajur utama dengan lajur silang akan didapatkan hasil pengukuran kedalaman yang sama atau memenuhi toleransi. Penghitungan toleransi dapat menggunakan standar IHO. Jika terdapat perbedaan yang melebihi toleransi yang ditetapkan (sesuai dengan ordenya) harus dilakukan uji lanjutan dalam suatu analisis secara sistematis terhadap sumber- sumber kesalahan penyebabnya (Anonymous, 2010).

Tabel 2.4. Ketelitian pengukuran parameter survei hidrografi

No.	Deskripsi	kelas			
		Orde khusus	Orde 1	Orde 2	Orde 3
1	Akurasi horisontal	2 m	5 m + 5% dari kedalaman rata-rata	20 m + 5% dari kedalaman rata-rata	150 m + 5% dari kedalaman rata-rata
2	Alat bantu navigasi tetap dan kenampakan yang berhubungan dengan navigasi.	2 m	2 m	5 m	5 m
3	Garis pantai	10 m	20 m	20 m	20 m
4	Alat bantu navigasi terapung	10 m	10 m	20 m	20 m
5	Kenampakan topografi	10 m	10 m	20 m	20 m
6	Akurasi Kedalaman	a = 0,25 m b = 0,0075	a = 0,5 m b = 0,013	a = 1,0 m b = 0,023	a = 1,0 m b = 0,023

Catatan:

1. a dan b adalah variabel yang digunakan untuk menghitung ketelitian kedalaman.
2. alat pemeruman harus dikalibrasi sebelum digunakan.

Batas toleransi kesalahan antara kedalaman titik fix perum pada lajur utama dan lajur silang dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\pm\sqrt{a^2 + (bx)^2} \quad (2.5)$$

Dimana :

- a = kesalahan independen (jumlah kesalahan yang bersifat tetap)
- b = faktor kesalahan kedalaman dependen (jumlah kesalahan yang bersifat tidak tetap)
- d = kedalaman terukur
- (b x d) = kesalahan kedalaman yang dependen (jumlah semua kesalahan kedalaman yang dependen)

Pengukuran kedalaman pada lajur utama akan menghasilkan potongan atau profil yang kontinu, sementara data kedalaman yang berada diantara dua lajur perum dianggap mengikuti kedalaman yang diperum dengan teknik interpolasi data. Pada kenyataannya dilapangan, dapat saja terjadi suatu kondisi kedalaman yang berbeda jauh dengan kedalaman pengukuran pada lajur perum, misalnya tonjolan karang, tiang pancang dalam air dan sebagainya. Untuk itu dilakukan *sweeping*, yaitu suatu cara merapatkann pengambilan data yang berada diantara dua lajur perum. *Sweeping* dapat dilakukan secara mekanik, dengan batang baja yang digantungkan pada dua sekoci perum yang mengikuti jejak lajur perum utama. *Sweeping* dapat pula dilakukan dengan metode akustik, yaitu dengan alat *slide scan sonar* yang bekerja menggunakan gelombang akustik untuk mendapatkan citra dasar perairan. Interpretasi terhadap citra dilakukan dalam mengidentifikasi anomali kedalaman yang tidak terdeteksi dengan perum biasa. Pemeriksaan ini disebut deteksi anomali kedalaman yang harus dilakukan di antara lajur-lajur perum utama bila survei ditujukan untuk perencanaan jalur navigasi disekitar pelabuhan. Anomali kedalaman adalah kedalaman ekstrem relatif terhadap kedalaman perairan sekitarnya.

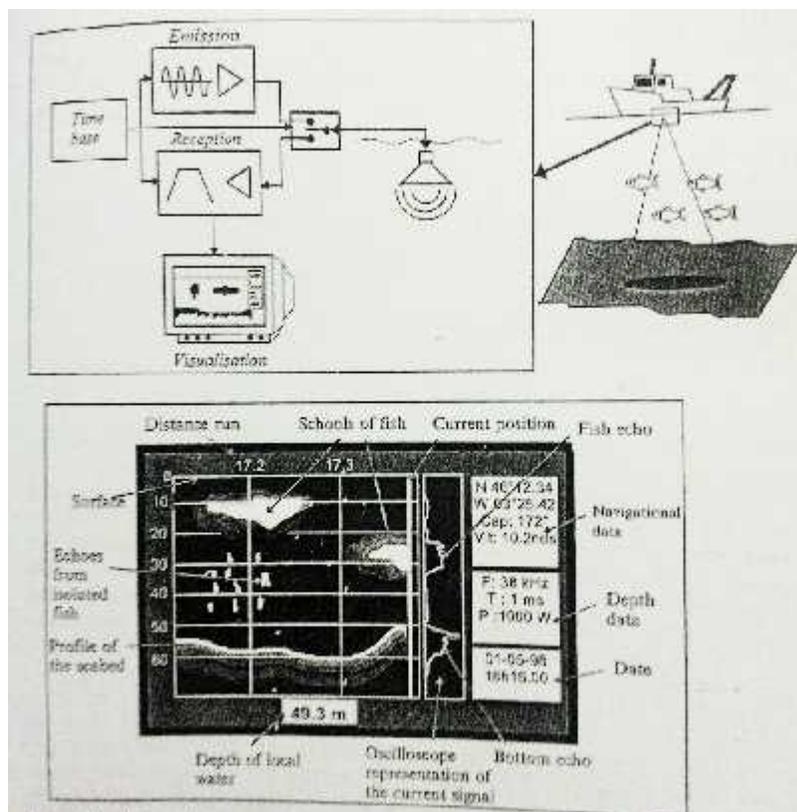
2.5 Single beam echosounder (SBES)

2.5.1 Signal transmission

Sebuah *singlebeam echosounder* mentransmisikan secara vertical ke bawah kapal sebuah signal pendek dalam sebuah balok dengan lubang anguler rata-rata (5-15°). *Sounder* mengukur waktu perjalanan bolak balik signal, yang memberikan

kedalaman air setempat. Analisa dari gema juga dapat memberikan informasi jenis dari dasar laut. Selain itu, sistem yang sama dapat mendeteksi gema dari target-target didalam kolom air (dan bahkan digunakan untuk memancing). Contoh untuk data aktual data dipresentasikan dalam lempeng 1 dan 2 dari pembagian warna.

Frekuensi dari *singlebeam echosounder* bergantung pada penggunaan. Rentangnya antara 12 kHz sampai 200 kHz untuk model perairan dalam dan sampai 700 kHz untuk model perairan dangkal.



Gambar 2.3 Susunan umum dari sebuah *Singlebeam Echosounder* (atas) dan satu jenis layar untuk visualisasi (bawah) (Lurton, 2002).

2.5.2 Transducer

Banyak dalam situasi beberapa transduser digunakan untuk transmisi dan reception. Transducer tersebut berada dalam piringan keramik atau segi empat, bisa

berupa sebuah keramik tunggal atau kumpulan dari keramik-keramik kecil, transducer dasar. Transducer ini terpasang di bawah lambung kapal, yang secara aktif mengikutinya ke tempat yang telah dipilih untuk menghindari kebisingan saling-baling, perturbasi hidrodinamik dan buih dari jalur.

2.5.3 Receiver electronics

Dasar penerima elektroniknya lumayan sederhana. Secara umum ditemukan pada non coherent deteksi energy, yang dilengkapi dengan sebuah perangkat *Time Varying Gain* (TVG) yang didesain untuk mereduksi gema level dinamis sebanyak mungkin. Mengingat bahwa penerima non koheren berada di penyaringan pita disekitar spectrum guna signal, dan mendeteksi lingkup amplitudo dan intensitas. Penerima seharusnya telah tersinkronkan dengan transmisi, sehingga untuk memulainya hanya setelah transmisi selama transducer yang sama telah menggunakan untuk keduanya.

Bagian bawah gema mendeteksi keluaran dari receiver ketika permukaan *signal receiver* melintasi sebuah lubang, diselama jendela dikenakan oleh operator atau secara otomatis teriset oleh sistem. Waktu datang terukur menggunakan sebuah algoritma berdasarkan pada deteksi waktu signal melewati lubang. Waktu bolak-balik t telah dirubah ke dalam rentang, biasanya diberikan dalam persamaan liner sederhana berikut (Lurton, 2002):

$$H = \frac{c \Delta t}{2} \quad (2.6)$$

Dimana H : kedalaman (m)

c : kecepatan (m/s)

Δt : rentang waktu bolak-balik (s)

SBES telah terkalibrasi oleh sebuah barcheck untuk mengoreksi kesalahan kecepatan suara di dalam air laut dan untuk mengeset aliran udara transducer yang benar. Terakhir yaitu memastikan bahwa instrumen perekam kedalaman bawah permukaan air laut dan bukan dibawah transducer. Dimana tidak ada kemungkinan data *Sound Velocity Profile (SVP)*, sebuah barcheck seharusnya dilakukan paling tidak setiap hari dan dalam setiap perubahan daerah survey sepanjang hari, untuk memastikan konsistensi kualitas data. Begitu juga sebuah bar check harus terpasang

setiap komponen-komponen SBES dimodifikasi atau diganti di dalam kapal (FIG Commission 4, 2010).

2.6 Peta Lingkungan Pantai Indonesia (LPI)

LPI adalah representasi secara grafis sepetak permukaan bumi di wilayah sekitar pantai atau pesisir baik ke arah darat maupun laut dengan sistem generalisasi untuk menggambarkan detail yang ada dengan jelas dan tidak bermakna ganda. KETERANGAN Peta dasar LPI merupakan gabungan peta rupabumi (topografi) dengan peta laut dalam satu sistem proyeksi dan digunakan sebagai peta dasar dalam pembuatan peta-peta tematik lainnya di wilayah pantai (BSN, 2002).

Peta Lingkungan Pantai Indonesia (LPI) merupakan peta dasar yang diselenggarakan oleh Badan Informasi Geospasial untuk wilayah pantai dan lingkungannya. Selama ini Peta LPI sudah diselenggarakan dalam skala 1:250.000 dan 1:50.000. Sesuai dengan amanat Undang-undang Nomor 4 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial, bahwa BIG diberi amanat menyelenggarakan Informasi Geospasial Dasar (IGD) hingga skala 1:1.000.

Khusus wilayah laut dan lingkungan pantai, maka yang mempunyai tugas menyediakan peta dasar yang diwujudkan dalam Peta Lingkungan Pantai Indonesia (Peta LPI) adalah Pusat Pemetaan Kelautan dan Lingkungan Pantai (PKLP). Hal tersebut karena negara kita adalah negara kepulauan yang berciri nusantara dengan segala kekayaan sumber daya alam dan sumber daya lainnya. Salah satu sarana penting adalah Data dan Informasi Geospasial dalam bentuk peta dasar untuk wilayah lingkungan pantai, yang merupakan sumber informasi darat dan laut, khususnya wilayah pantai dan lingkungannya secara simultan dalam skala dan sistem proyeksi yang sama. Sehingga secara khusus diharapkan bisa lebih optimal dalam perencanaan pembangunan nasional di wilayah pantai/pesisir (BIG, n.d.).

2.7 Transmisi Kabel Bawah Laut

Sejak tahun 1856, kabel bawah laut telah marak digunakan di Benua Amerika, Eropa, Australia, bahkan juga Asia. Pada 1857, ada sebuah kabel bawah laut yang direntang di laut Atlantik sepanjang 2.967 kilometer. Hingga awal abad ke-20, tercatat ada sekitar 200 ribu mil kabel bawah laut di dunia. Sebagai teknologi modern, kabel bawah laut yang sebelumnya banyak dipakai untuk pengembangan telegrafi, serta komunikasi data dan internet. Namun kini, kabel bawah laut mulai dikembangkan untuk pengembangan sistem kelistrikan. Beberapa negara bahkan menggunakan kabel bawah laut untuk melakukan ekspor daya listrik lintas negara.

Transmisi merupakan proses penyaluran energi listrik dari satu tempat ke tempat lainnya. Kabel bawah laut (submarine) pada dasarnya merupakan teknologi yang memungkinkan penyatuan atau pengintegrasian sistem kelistrikan di suatu negara. Umumnya, sistem transmisi yang digunakan disebut dengan high voltage direct current (HVDC). HVDC atau arus tinggi yang berjenis searah tersebut, dapat membawa daya listrik yang besar dengan instrumen kawat tembaga berlilit sebagai penghantar tegangan, dan kulit pita baja sebagai pelindung kawat yang diletakkan di bawah laut.

Hanya saja, sebelum memasang kabel bawah laut harus terlebih dulu dipahami mengenai karakteristik permukaan dasar laut, kedalaman laut, pergerakan arus, arus pasang surut laut, serta perkiraan pergeseran pasir dasar laut. Yang jelas, melalui pemasangan kabel bawah laut tersebut, distribusi dan pemenuhan kebutuhan listrik di suatu daerah tidak perlu lagi dilakukan dengan membangun pembangkit di daerah tersebut. Apalagi kalau kondisi sumber daya energi setempat tidak memungkinkan. Cukup dengan mengirim pasokan listrik melalui kabel bawah laut, maka PLN dapat memenuhi kebutuhan listrik ke suatu daerah dari sumber utama pembangkit listrik besar yang berada di daerah lain (anonymous, 2011).

2.8 Metode Interpolasi IDW

Interpolasi adalah metode untuk mendapatkan data berdasarkan beberapa data yang telah diketahui. Dalam pemetaan, interpolasi adalah proses estimasi nilai pada wilayah yang tidak disampel atau diukur, sehingga terbuatlah peta atau sebaran nilai pada seluruh wilayah. Metode Inverse Distance Weighted (IDW) merupakan metode deterministik yang sederhana dengan mempertimbangkan titik disekitarnya (NCGIA, 1997). Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat dari pada yang lebih jauh. Bobot (weight) akan berubah secara linear sesuai dengan jaraknya dengan data sampel. Bobot ini tidak akan dipengaruhi oleh letak dari data sampel (Pramono, 2008).

2.9 Penelitian Terdahulu

- a. Salah satu penelitian sebelumnya dilakukan oleh Lubis (2014). Penelitian yang dilakukan adalah Penggunaan Data Batimetri Untuk Keperluan Penentuan Rute Pemasangan Pipa Bawah Laut Pipa Gas PT . PGN . Lokasi penelitian di Perairan Tanjung Priok. Analisa penelitian tersebut berupa analisis pengamatan tinggi muka laut, analisis survei batimetri, dan analisis desain jalur. Hasil dari penelitian tersebut berupa desain 3 jalur pipa bawah laut muka air rata-rata. Perbedaan yang dilakukan dalam penelitian ini yakni bertujuan untuk melakukan perencanaan jalur kabel listrik bawah laut. Lokasi penelitian berada di selat Gili Iyang, kecamatan Dungkek Kabupaten Sumenep, Madura, Jawa Timur. Metode yang digunakan adalah analisa pasang surut dan analisa kedalaman. Dari kedua analisa tersebut didapat hasil berupa peta jalur pemasangan kabel listrik yang optimal berdasarkan dua kriteria pemasangan kabel.
- b. Penelitian yang lain adalah tentang analisis pengukuran batimetri dan pasang surut untuk menentukan kedalaman kolam pelabuhan (Studi Kasus: Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya) yang dilakukan oleh Yose Rinaldy (2014). Dalam penelitian ini dilakukan analisis pengukuran batimetri dan

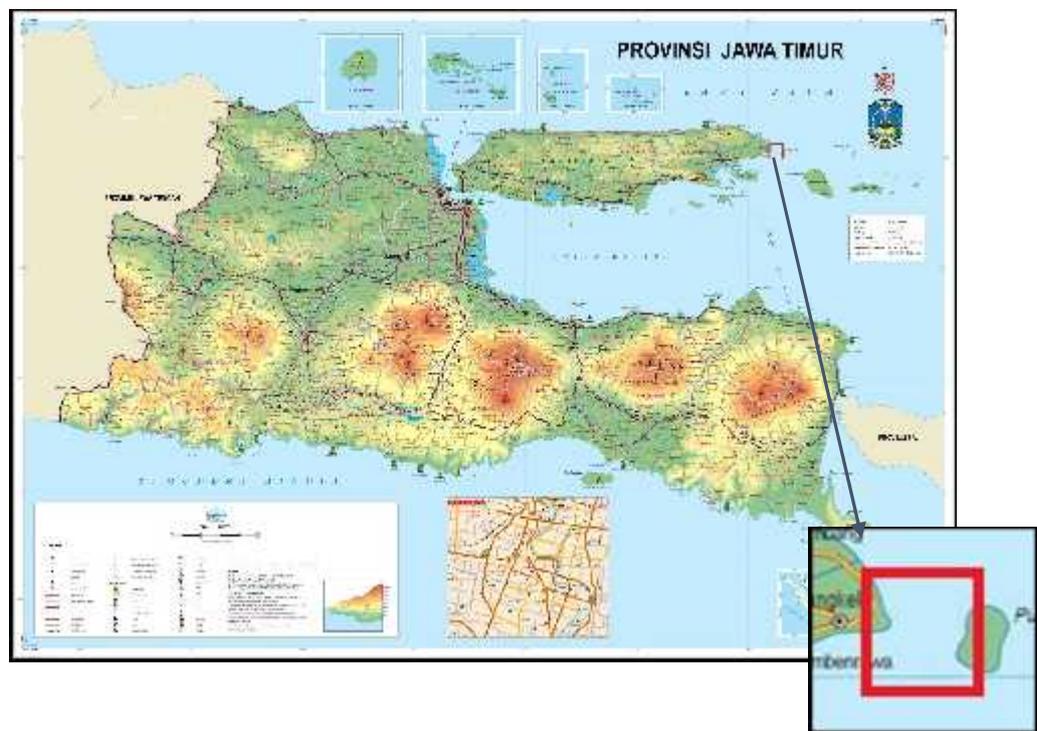
pengamatan pasang surut di perairan pelabuhan Tanjung Perak untuk menentukan kedalaman kolam pelabuhan secara berkala. Kesamaan dengan penelitian ini adalah sama² menggunakan metode pemeruman untuk data batimetri dan pasang surut dengan metode admiralty untuk mengukur kedalaman. Perbedaannya, penelitian dari Yose adalah kedalaman kolam dalam hal kepentingannya untuk informasi lebar draft kapal yang dapat berlabuh dan untuk informasi perlunya pengerukan kolam. Sedangkan penelitian ini, data batimetri digunakan untuk pemasangan kabel listrik bawah laut.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di selat antara pulau Madura dan pulau Gili Iyang Kabupaten Sumenep, pada koordinat geografis $6^{\circ}57'41.03''$ - $7^{\circ}0'29.48''$ LS dan $114^{\circ}9'59.79''$ - $114^{\circ}6'51.63''$ BT. Adapun lokasi penelitian adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

Sumber: www.bakosurtanal.go.id/bakosurtanal/peta-provinsi

3.2 Data dan peralatan

3.2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- a) Data perekaman *Singlebeam Echosounder* daerah penelitian
- b) Data beberapa titik koordinat di daerah pantai menggunakan *GPS Geodetic*
- c) Pasang surut

3.2.2 Peralatan

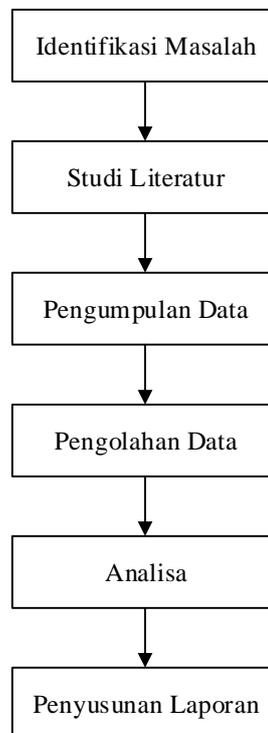
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- a. Perangkat lunak (*Software*)
 - *ArcMap* 10.3
 - Microsoft Office 2011 (Ms. Word dan Ms Excel)
 - Microsoft Visio 2013
 - Mendeley Desktop
- b. Alat
 - Echosounder Aquamap 80xs
 - GPS geodetic
 - Perahu motor
 - Kamera
 - Pelampung

3.3 Metodologi Penelitian

3.3.1 Tahap Penelitian

Tahapan yang dilaksanakan dalam penelitian ini adalah:



Gambar 3.2. Tahapan Penelitian

a. Identifikasi Masalah

Tahap ini merupakan tahap yang paling awal. Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana menentukan jalur terbaik untuk peletakan kabel listrik berdasarkan peta batimetri.

b. Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan survei hidrografi, survei batimetri, *singlebeam echosounder*, transmisi kebel bawah laut dan literatur lain yang mendukung baik dari buku, jurnal penelitian, internet dan lain sebagainya.

c. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan survei menggunakan *Singlebeam Echosounder*, GPS, pengamatan pasut daerah penelitian dengan rentang waktu 15 menit.

d. Pengolahan Data

Pada tahapan ini dilakukan pengolahan, mulai data pasut hingga data yang telah didapat di lapangan serta data penunjang lainnya. Tahap ini lebih lanjut dijelaskan pada Gambar 3.3.

e. Analisa

Data yang telah diolah lalu dianalisa untuk mendapatkan peta batimetri dengan jalur peletakan yang optimal kabel bawah laut dari lokasi penelitian tersebut harus aman dan mempermudah pemasangannya, serta memiliki jalur terpendek.

f. Penyusunan Laporan

Penelitian ini dirangkum, disusun menjadi satu laporan dengan format yang sudah ditentukan sehingga bisa diketahui dan bermanfaat untuk orang lain.

3.3.2 Pengolahan Data

Adapun diagram alir tahapan pengolahan data penelitian ini adalah sebagai berikut.

Adapun penjelasan tahapan pengolahan data adalah sebagai berikut.

- a. Cropping
Pemotongan citra (cropping) ditujukan untuk menghilangkan bagian peta yang tidak diinginkan.
- b. Digitizing garis pantai
Digitizing garis pantai dari data raster untuk mendapatkan data vektor garis pantai.
- c. Perhitungan Data Pasang Surut
Data pengamatan pasang surut diolah menggunakan metode admiralty untuk mendapatkan komponen harmonik pasang surut. Komponen harmonik digunakan untuk menemukan *Low Water Spring* (LWS), *Mean Sea Level* (MSL), dan *High Water Spring* (HWS) di kawasan Pantai Gili Iyang, Sumenep.
- d. Analisis Pasang Surut
Setelah menemukan komponen harmonik pasut, dilakukan analisis jenis pasang surut.
- e. Pengolahan Data Pemeruman.
Data pemeruman kawasan selat gili iyang diolah untuk mendapatkan nilai kedalaman pengukuran. Data batimetri yang sudah dikoreksi data spike-nya direduksi dengan data pasut wilayah perairan tersebut (pada penelitian kali ini data pasut yang digunakan adalah data pasut daerah Gili iyang).
- f. IDW
IDW adalah perhitungan secara statistik yang dilakukan untuk menghasilkan interpolasi.
- g. Peta Batimetri
Data batimetri yang dihasilkan kemudian di plot kemudian dibuat peta batimetri untuk mengetahui kondisi batimetri atau kedalaman perairan di kawasan selat Gili Iyang.
- h. Pembuatan kontur
Pada data batimetri yang sudah dilakukan pengecekan dilakukan pembuatan kontur dan TIN untuk memvisualisasikan dalam bentuk 3D batimetri.

i. Peta kemiringan

Kemudian berdasarkan data kemiringan, dibuat peta kemiringan yang bereferensi dari peta batimetri atau kontur kedalaman.

j. Desain jalur kabel

Pembuatan desain jalur kabel listrik bawah laut dibuat berdasarkan peta kemiringan dan kriteria rute pipa bawah laut.

k. Analisis jalur kabel listrik

Analisis jalur kabel listrik bawah laut terhadap peta batimetri menghasilkan rekomendasi jalur kabel.

l. Pembuatan peta jalur kabel

Pembuatan peta dengan jalur peletakan kabel listrik bawah laut.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data dan Hasil Pengolahan Pasut

Data pasang surut pada penelitian ini berada di sebelah barat pantai Gili Iyang. Data pasut dibutuhkan dalam penentuan *chart datum*, yaitu sebagai bidang referensi kedalaman laut pada pengolahan data batimetri. Pasut selat Gili Iyang diperoleh dengan pengamatan langsung selama 15 hari pada 15-29 Oktober 2015. Kemudian data diolah dengan metode *admiralty* untuk memperoleh komponen harmonik pasang surut yang dalam proses perhitungannya, parameter pasut (amplitude dan fase) dipecahkan secara bertahap dengan menggunakan tabel-tabel dan skema-skema yang digunakan untuk panjang pengamatan 15 piantan dan 29 piantan. Berdasarkan hasil pengolahan tersebut selanjutnya dibuat prediksi pasang surut selat gili iyang. Analisa pasang surut bertujuan untuk mengetahui dinamika air laut. Hasil akhirnya untuk menentukan kedalaman area survei limit di Pantai Gili Iyang, sehingga bisa dilakukan perencanaan jalur peletakan kabel listrik bawah laut. Dari hasil pengolahan menggunakan metode *admiralty* terhadap data pasang surut, didapat komponen harmonik pasang surut selat Gili Iyang seperti pada tabel 4.1 berikut.

Table 4.1. Hasil Perhitungan Komponen Pasut Gili Iyang

	S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
A (m)	1,29	0,23	0,18	0,03	0,21	0,14	0,00	0,00	0,05	0,07
g°		287	96	-36	249	87	202	173	96	249

Dari hasil perhitungan komponen pasut, selanjutnya adalah mencari bilangan *Formahzl* menggunakan rumus (2.1), yaitu:

$$F = \frac{K1 + O1}{M2 + S2}$$

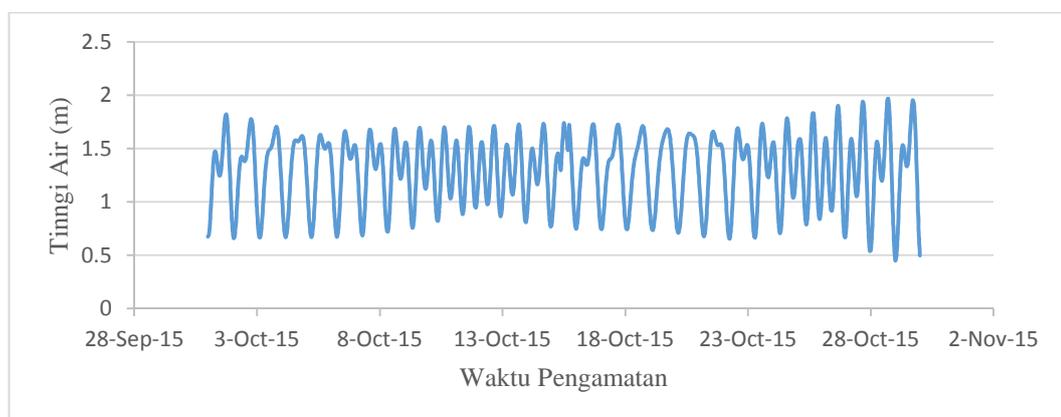
$$F = \frac{0,21 + 0,14}{0,23 + 0,18}$$

$$F = 0,84$$

Hasil bilangan *Formahzl* pantai Gili Iyang antara 0,25 - 1,5, berdasarkan table 2.2 maka pasut Pantai Gili Iyang bertipe campuran dominan semidiurnal. Tipe pasut campuran dominan semidiurnal yaitu dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda. Selanjutnya mencari MSL, HHWL, LLWL digunakan rumus (2.2), (2.3), dan (2.4) yaitu:

$$\begin{aligned}
 MSL &= Z_0 = S_0 \\
 &= 1,29 \text{ m} \\
 HHWL &= Z_0 + (M_2 + S_2 + K_1 + O_1) \\
 &= 2,05 \text{ m} \\
 LLWL &= Z_0 - (M_2 + S_2 + K_1 + O_1) \\
 &= 0,54 \text{ m}
 \end{aligned}$$

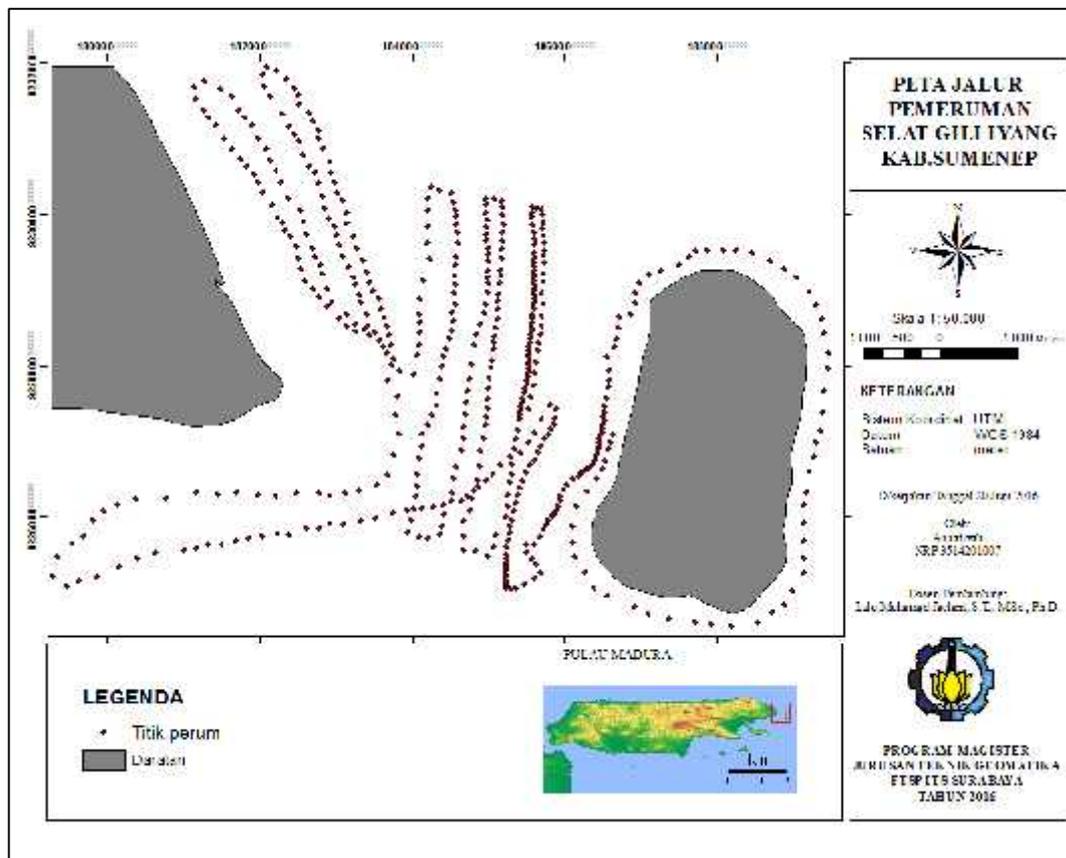
LLWL (*lowest Low Water Level*) adalah muka air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati. Nilai inilah yang menjadi acuan elevasi muka air di Selat Gili Iyang. Berdasarkan prediksi pasang surut di Pantai Gili Iyang diperoleh perbedaan tinggi dan waktu pasang surut pada bulan Oktober 2015. Dari grafik variasi waktu dan tinggi pasang surut Pantai Gili Iyang, dalam satu hari terjadi dua kali air tinggi dan dua kali air rendah dengan tinggi dan periode yang berbeda. Maka karakteristik dari variasi tinggi muka air tersebut, dapat digolongkan dalam jenis tipe campuran dominan semidiurnal. Hal ini sesuai dengan hasil bilangan *Formahzl* yang telah dihitung sebelumnya.



Gambar 4.1. Grafik prediksi pasut pantai Gili Iyang bulan Oktober 2015

4.2 Hasil Pengolahan Batimetri

Data batimetri didapat dari akuisisi instrumen akustik *Singlebeam echosounder* Aquamap 80xs pada tanggal 15 dan 17 oktober 2015. Sistem pemosisian menggunakan metode differensial dengan *Veripos Ultra DGPS* yang memiliki referensi pada datum WGS 1984. Berikut ini peta lajur pemeruman yang telah dilaksanakan. Pemeruman dimulai dari pantai barat Gili Iyang, kemudian memutar mengelilingi pulau Gili Iyang, selanjutnya mengikuti lajur utama yaitu pada arah utara- selatan. Pada pelaksanaan pemeruman ini tidak terdapat lajur silang sehingga tidak dapat dilakukan pemeriksaan data pemeruman dengan menggunakan standar IHO seperti pada persamaan 2.5.



Gambar 4.2. Peta Jalur Pemeruman Selat Gili Iyang

Data pemeruman tersebut direduksi terhadap data pengamatan pasut dengan referensi vertikal terhadap LLWL pengamatan pasut. Pada data pengukuran survei batimetri, data fiks perum atau kedalaman diambil setiap 1 menit, sedangkan dalam

pengamatan pasut data diamati setiap interval 15 menit. Sehingga untuk mengoreksi data kedalaman menggunakan interpolasi dengan data tinggi pasut. Dalam hal ini, digunakan interpolasi data pasut dari setiap interval per-15 menit menjadi interval per menit. Pengolahan data ini dilakukan dalam bentuk tabel sehingga hasil akhir yang diperoleh adalah kedalaman yang mengacu pada *chart datum* (LLWL). Contoh pengolahan data kedalaman setelah dikoreksi dengan koreksi pasut adalah seperti yang terlihat pada tabel berikut.

Tabel 4.2. Contoh Pengolahan Batimetri Setelah Dikoreksi pada tanggal 15 Oktober 2015

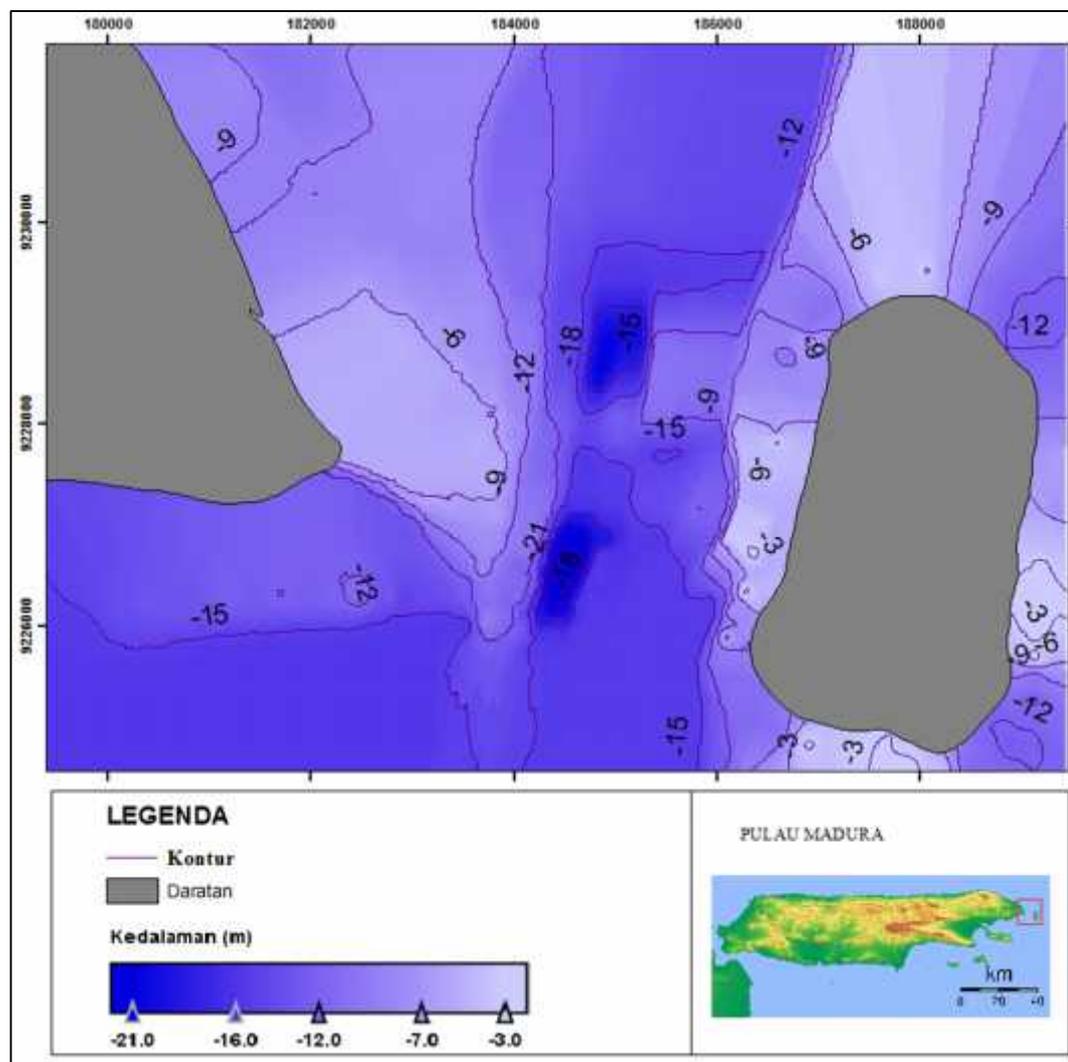
No.	Waktu Perum	Waktu Palembang	Bacaan Palembang	Tinggi Air Saat Perum (Interpolasi)	Kedalaman Belum Terkoreksi	Draft (m)	LLWL (m)	Easthing (m)	Northing (m)	Kedalaman Terhadap LWL (m)
1	8:27:32	8:15:00	1,17	1,14	5,75	0,40	0,54	9227084,23	186622,73	5,54
2	8:28:32	8:15:00	1,17	1,14	5,75	0,40	0,54	9226981,00	186591,86	5,57
3	8:29:32	8:15:00	1,17	1,15	5,78	0,40	0,54	9226892,18	186563,72	5,58
4	8:30:32	8:30:00	1,2	1,20	5,80	0,40	0,54	9226743,84	186523,97	5,54
5	8:31:32	8:30:00	1,2	1,19	5,82	0,40	0,54	9226628,93	186486,31	5,57
6	8:32:32	8:30:00	1,2	1,19	5,88	0,40	0,54	9226521,15	186404,10	5,63
7	8:33:32	8:30:00	1,2	1,19	2,95	0,40	0,54	9226341,77	186284,35	2,70
8	8:34:32	8:30:00	1,2	1,18	7,39	0,40	0,54	9226136,75	186138,95	7,15
9	8:35:32	8:30:00	1,2	1,18	5,98	0,40	0,54	9225880,49	186087,63	5,75
10	8:36:32	8:30:00	1,2	1,17	10,12	0,40	0,54	9225658,39	186087,63	9,90
11	8:37:32	8:30:00	1,2	1,17	11,43	0,40	0,54	9225461,92	186121,84	11,19
12	8:38:32	8:30:00	1,2	1,17	11,14	0,40	0,54	9225273,99	186258,69	10,91
13	8:39:32	8:30:00	1,2	1,16	11,66	0,40	0,54	9225060,44	186369,88	11,43
14	8:40:32	8:30:00	1,2	1,16	11,01	0,40	0,54	9224957,93	186558,05	10,79
15	8:41:32	8:30:00	1,2	1,15	2,98	0,40	0,54	9224812,71	186900,18	2,77
16	8:42:32	8:30:00	1,2	1,15	4,28	0,40	0,54	9224710,21	187079,80	4,07
17	8:43:32	8:30:00	1,2	1,15	3,27	0,40	0,54	9224650,41	187362,05	3,07
18	8:44:32	8:30:00	1,2	1,14	2,90	0,40	0,54	9224607,70	187687,07	2,69
19	8:45:32	8:45:00	1,26	1,26	2,90	0,40	0,54	9224582,07	187909,46	2,58
20	8:46:32	8:45:00	1,26	1,26	4,47	0,40	0,54	9224564,99	188174,60	4,16

Hasil uji statistik deskriptif data kedalaman menggunakan SPSS diperoleh pada tabel berikut. Berdasarkan hasil uji statistik data diperoleh nilai kedalaman minimum 25,72 m artinya nilai ini adalah nilai terdalam dari selat Gili Iyang. Sedangkan nilai kedalaman maksimum (terdangkal) adalah 2,57 m. Rata-rata kedalaman sebesar 11,61 m, standard deviasi 4,35 dan variansi sebesar 18,93.

Tabel 4.3 Uji Statistik Deskriptif data kedalaman hasil perum

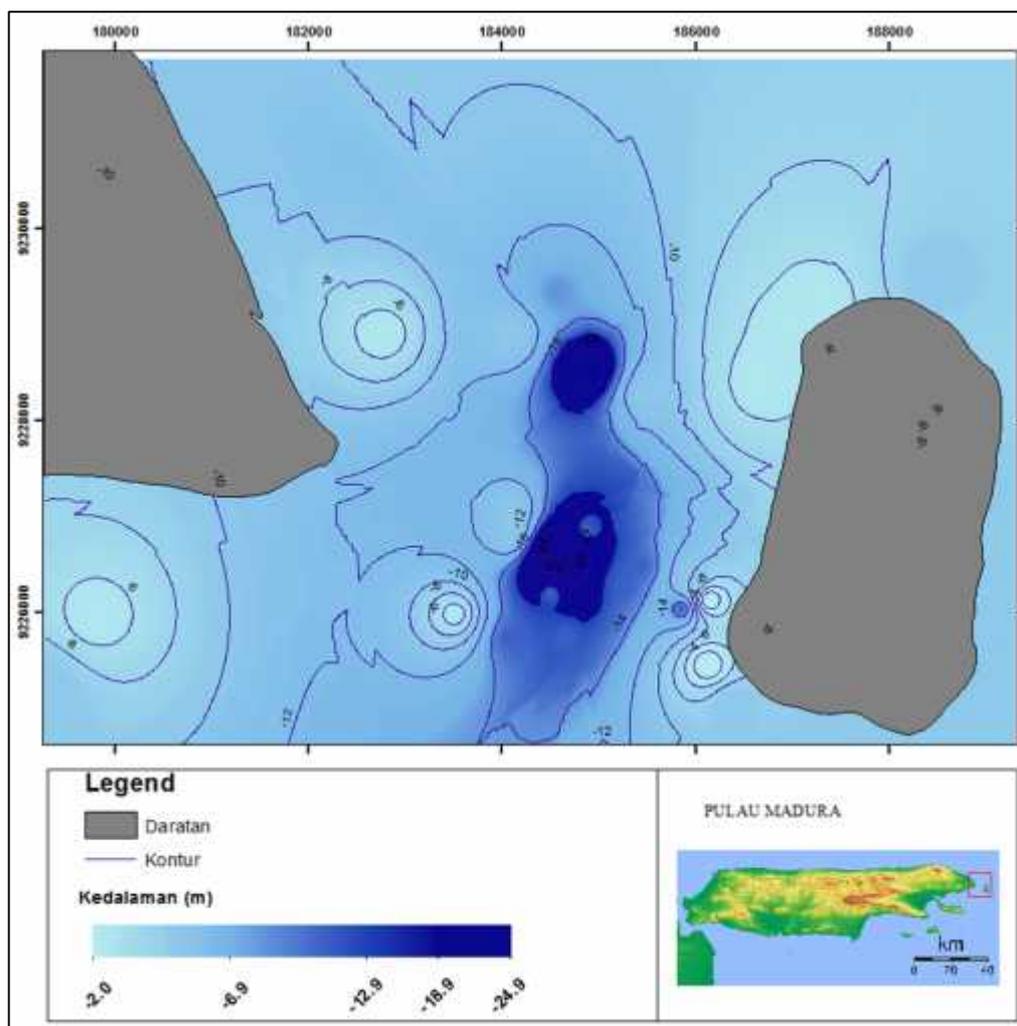
	N	Minimum	Maksimum	Mean	Std. Deviation	Variance
Kedalaman	536	-25,72	-2,57	-11,61	4,35	18,93
Valid N (listwise)	536					

Pembuatan peta batimetri menggunakan *software Arcgis 10.3*. *plotting* data X,Y (posisi) dan Z (kedalaman) dalam format excel kemudian di interpolasi dengan '*spasial analysis tool – IDW*' sehingga diperoleh kontur sebagai berikut.



Gambar 4.3. Peta Batimetri Selat Gili Iyang Sumber Data Pemeruman Echosounder

Gambar 4.3 merupakan peta batimetri hasil pemeruman dari selat Gili Iyang yang menunjukkan bahwa laut dangkal berada di daerah pesisir sementara laut dalam berada di tengah selat antara dua pulau, dimana terdapat dua palung. Minimum, maksimum dan rata-rata kedalaman masing-masing adalah 3 m, 26 m dan 11,6 m. Data kedalaman yang sudah ada sebelum penelitian ini dilaksanakan adalah data kedalaman pada peta LPI edisi 1 lembar Kalowang 1708-01. Peta ini disusun oleh BAKOSURTANAL dan DISHIDROS TNI-AL pada tahun 1993. Sistem proyeksi Transverse Mercator, datum horizontal Datum Indonesia 1974 (ID 1974) datum vertikal muka laut di laut Kalianget Sumenep, satuan tinggi dalam meter, serta rentang kontur 25 meter. Interpolasi data kedalaman pada software ArcGIS 10.3 serta dengan menggunakan metode IDW yang sama dengan pengolahan data pemeruman, diperoleh peta batimetri sebagai berikut.



Gambar 4.4. Peta Batimetri Selat Gili Iyang sumber Peta LPI

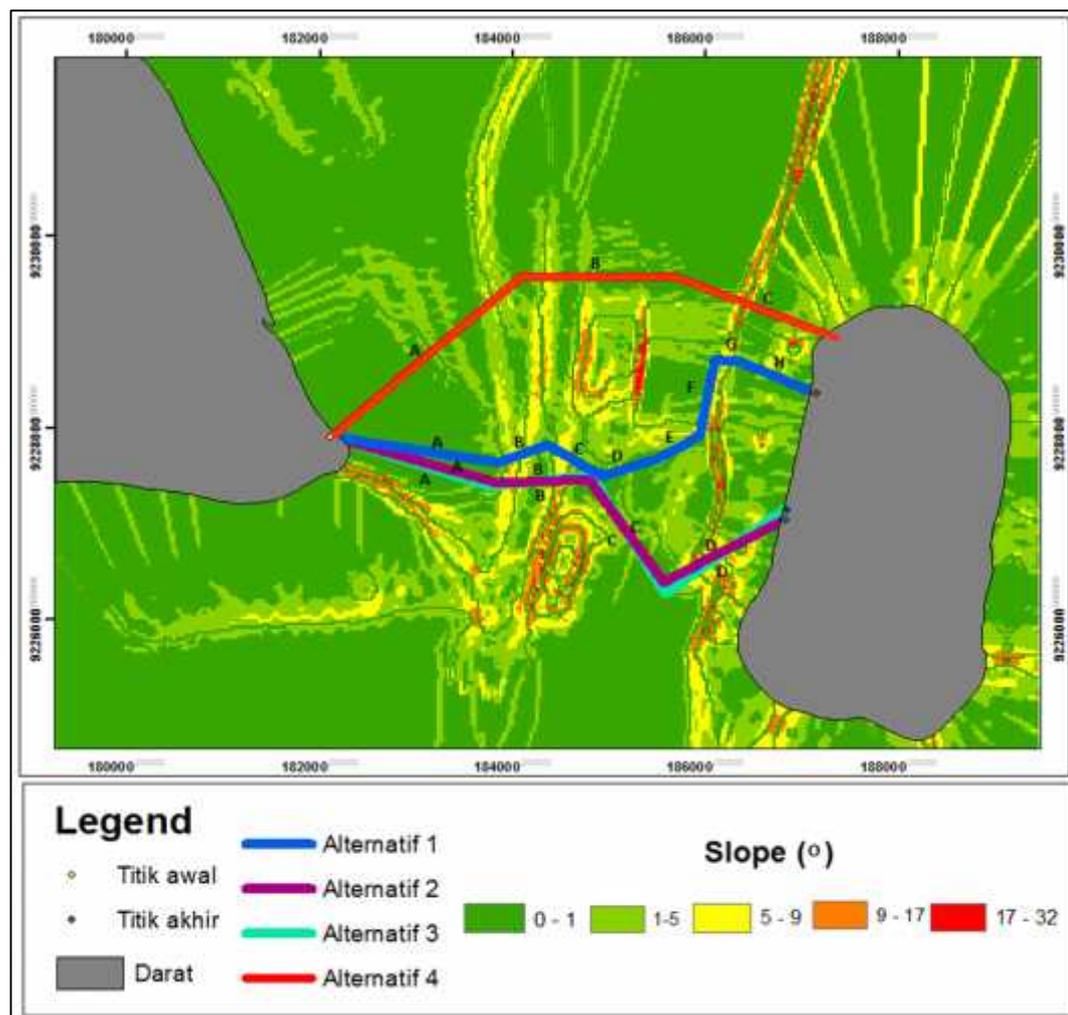
Berdasarkan peta batimetri dari hasil pemeruman dengan menggunakan *Singlebeam Echosounder* pada gambar 4.3 dan peta batimetri dari sumber peta LPI pada gambar 4.4 terlihat beberapa perbedaan. Dimana dari kedua gambar tersebut terdapat perbedaan gradasi rentang kedalaman. Peta batimetri hasil pemeruman memiliki rentang kedalaman yang lebih bervariasi dibandingkan peta batimetri dari peta LPI. Walaupun pada kedua peta tersebut sama-sama menunjukkan adanya dua palung di tengah-tengah selat. Hal ini dapat disebabkan data LPI yang memiliki rentang yang cukup jauh yaitu 25 meter sehingga variasi kedalamannya kurang bervariasi. Dengan kata lain peta batimetri dengan menggunakan data pemeruman menggunakan *singlebeam echosounder* menghasilkan peta yang lebih detail dan akurat dibandingkan peta batimetri dengan menggunakan data interpolasi peta LPI. Selain itu data pasut yang digunakan sebagai acuan datum vertikal pada kedua peta berbeda. Peta LPI menggunakan datum vertikal pasut di daerah perairan Kalianget dimana karakteristik pasang surutnya dapat berbeda dengan pasang surut di selat Gili Iyang. Oleh karena itu dari segi datum vertikal, peta batimetri dengan sumber data pemeruman dengan *Echosounder* lebih detail dan lebih bisa digunakan untuk analisa pemasangan kabel listrik bawah laut, dimana data pasut pada peta ini menggunakan data pasut yang diambil melalui pengamatan langsung di pantai Gili Iyang. Dari segi pembuatan peta yang sudah sangat lama yaitu pada tahun 1993, peta batimetri dengan sumber pata LPI juga tidak lebih baik dari peta batimetri dengan sumber survei langsung dengan *Echosounder* pada bulan Oktober 2015 yang telah dilakukan.

4.3 Analisis Alternatif Jalur Kabel Listrik Bawah Laut

4.3.1 Pembuatan Desain Jalur Alternatif Kabel

Selain menggunakan data peta batimetri, dalam analisis spasial tool di ArcGis juga menggunakan data kemiringan (Slope) untuk pembuatan desain jalur alternatif kabel listrik bawah laut. Peta kontur dalam bentuk raster diolah menjadi data kemiringan menggunakan *spatial analyst tools- Surface- Slope*. Data kemiringan di klasifikasi (*reclassify*) untuk membuat interval kemiringan seperti pada gambar 4.3. Format peta kemiringan daerah penelitian yang masih dalam

bentuk raster perlu dirubah kedalam format vector menggunakan tool *raster to polygon*. Untuk merancang 4 alternatif pemasangan kabel listrik bawah laut, yaitu alternatif 1, alternatif 2, alternatif 3 dan alternatif 4 dibuat shapfile baru untuk titik awal (*starting point*), titik akhir (*endpoint*), dan jalur kebel alternatif. Pembuatan rencana jalur kebel alternatif dibuat secara manual di ArcGis dengan mempertimbangkan kriteria pemasangan jalur kabel bawah laut.



Gambar 4.5. Peta Slope Selat Gili Iyung

Berdasarkan peta kedalaman dan kemiringan wilayah penelitian, terlihat bahwa bentuk dasar laut selat Gili Iyung relatif bervariasi. Datar di sekitar daratan dan curam di tengah-tengah antar pulau. Dimana terdapat dua palung yang lumayan terjal seperti yang terlihat pada gambar 4.3 dan 4.4. Oleh karena itu,

peletakan alternatif jalur kabel listrik dapat melalui daerah antara kedua palung yang memiliki kedalaman sekitar antara 3 meter sampai dengan 12 meter. Jalur kabel dibelokkan mengikuti daerah yang tidak terlalu terjal dengan pertimbangan kriteria pemasangan kabel yaitu aman dan memudahkan pemasangannya. Dampak lainnya adalah panjang dari alternatif jalur kabel akan mengalami penambahan bergantung kepada seberapa jauh pergeserannya.

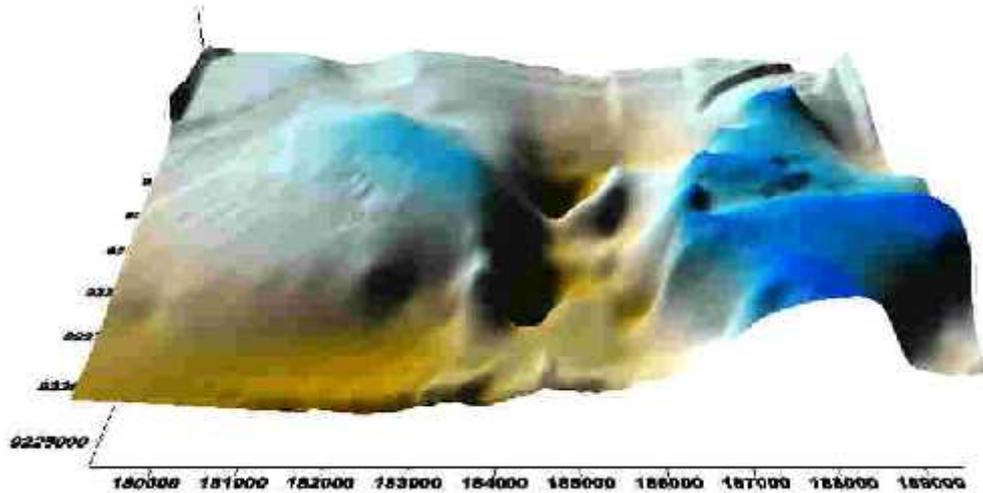
Tabel 4.4. Arah dan jarak pemasangan kabel

No.	Kabel	Arah	Jarak
1	Alternatif 1:		
	- A	351,13	1755,62
	- B	19,82	553,62
	- C	329,85	651,60
	- D	17,67	578,70
	- E	28,07	515,02
	- F	78,77	809,22
	- G	356,32	272,89
	- H	336,71	849,87
2	Alternatif 2:		
	- A	344,39	1804,54
	- B	1,98	945,02
	- C	305,83	1310,63
	- D	27,16	1407,98
3	Alternatif 3:		
	- A	342,59	1732,09
	- B	6,06	1055,29
	- C	301,89	1452,31
	- D	35,39	1528,68
4	Alternatif 4:		
	- A	40,29	2582,75
	- B	0,10	1589,82
	- C	339,11	1827,59

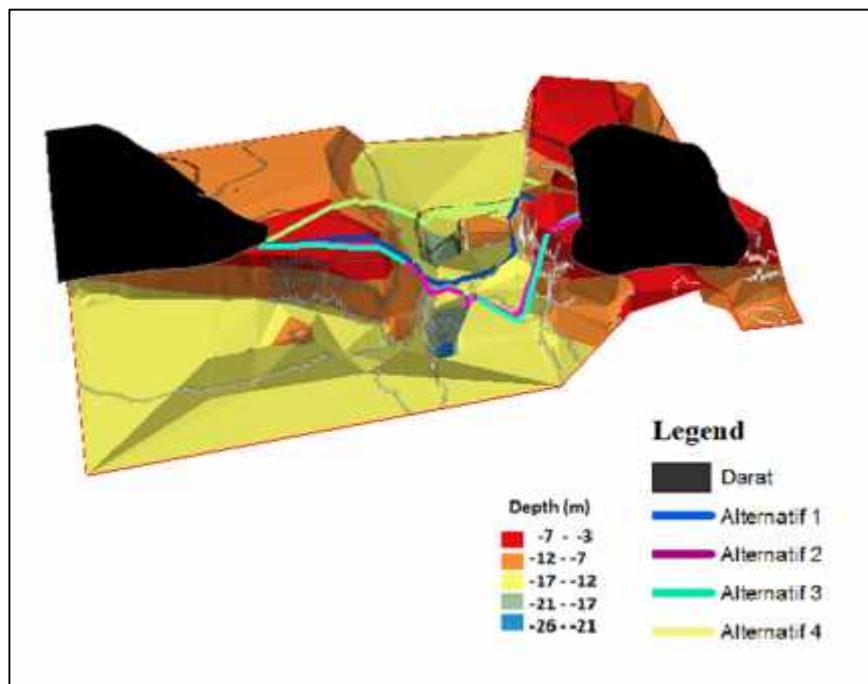
4.3.2 Pemodelan 3D Dasar Laut Berdasarkan Kemiringan dan panjang kabel

Dengan menggunakan surfer dan 'ArcScene' pada ArcGis, dibuat peta pemodelan 3D dasar laut selat Gili Iyang seperti pada gambar 4.4 dan 4.5. Dengan pemodelan 3D dapat terlihat dengan lebih jelas topografi dasar laut selat Gili Iyang sehingga memudahkan dalam analisis peletakan alternative kabel laut. Seperti pada

peta slope, pemodelan 3D dasar laut dibuat dengan 5 klasifikasi berdasarkan kedalaman.



Gambar 4.6. Peta Pemodelan 3D Dasar laut Selat Gili Iyang



Gambar 4.7. Peta Pemodelan 3D Dasar laut Selat Gili Iyang dan alternatif pemasangan kabel

Dengan menggunakan '*calculate geometry*', jarak keempat rute alternatif dihitung. Sedangakan untuk menghitung panjang kabel sebenarnya mengikuti

slope, menggunakan *3D analyst tools- Function surface- add surface information*. Jarak dan panjang ketiga alternatif kabel disajikan pada tabel 4.3. Dalam penelitian ini dibuat 4 jalur alternatif pemasangan kabel listrik bawah laut untuk dianalisis alternatif kabel yang terbaik. Penentuan jalur alternatif kabel listrik bawah laut mengikuti kriteria yang sudah ditetapkan yaitu yang pertama pemasangan kabel harus aman dan memudahkan pemasangannya. Berdasarkan analisis alternatif kabel terhadap kemiringan, pemasangan kabel yang aman dan mudah pemasangannya adalah jalur dengan daerah kontur permukaan dasar laut yang relatif datar. Seperti ditunjukkan pada gambar 4.4, kabel dimulai dari daerah pantai pulau Madura kemudian melewati daerah antara dua palung dan mengikuti daerah yang paling datar di daerah pantai pulau Gili Iyang.

Kemudian untuk kriteria yang kedua adalah memilih jalur kabel yang terpendek baik berdasarkan jarak maupun panjang kabel mengikuti kemiringan/slope dasar laut. Berdasarkan tabel 4.3 jarak jalur kabel alternatif disajikan dalam *Direct distance* dan panjang kabel sebenarnya disajikan dalam *Slope distance* dimana jalur kabel mengikuti kontur /kemiringan dasar laut selat Gili Iyang. *Slope distance* lebih panjang dari *direct distance* karena panjangnya mengikuti kontur dan kemiringan lereng berdasarkan permukaan dasar laut. Berdasarkan table 4.4 terlihat alternatif kabel yang memiliki jarak dan kemiringan terkecil adalah kabel alternatif 2 yang memiliki jarak 5.468 m (*Direct distance*) dan panjang 6.775 m (*Slope distance*). Dalam penelitian ini kabel bawah laut tidak ditanam di tanah, tetapi hanya ditempatkan pada permukaan dasar laut.

Table 4.5. Panjang Alternatif Kabel Bawah Laut

No.	Name	Distance (m)	
		Direct	Slope
1	Alternatif 1	5.986	6.955
2	Alternatif 2	5.468	6.769
3	Alternatif 3	5.788	7.062
4	Alternatif 4	6.000	6.902

LAMPIRAN

Lampiran 1: Dokumentasi



Pelaksanaan pengambilan data *echosounder* dan pasut

Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran 2: Data Pasut

LAMPIRAN 2 : DATA PASUT																										
Bulan Oktober 2015																										
SREMA 1																										
Tanggal /Waktu	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	25:00	
01/10/15	0.675	0.694	0.655	0.977	1.166	1.33	1.438	1.475	1.446	1.376	1.299	1.248	1.251	1.315	1.434	1.579	1.716	1.807	1.821	1.746	1.587	1.368	1.127	0.906		
02/10/15	0.742	0.661	0.671	0.76	0.904	1.07	1.225	1.339	1.406	1.425	1.412	1.39	1.382	1.404	1.463	1.551	1.649	1.733	1.777	1.759	1.672	1.52	1.324	1.11		
03/10/15	0.913	0.761	0.675	0.666	0.727	0.843	0.99	1.141	1.274	1.376	1.441	1.474	1.488	1.498	1.515	1.548	1.595	1.647	1.699	1.705	1.679	1.602	1.475	1.31		
04/10/15	1.125	0.945	0.796	0.699	0.668	0.704	0.801	0.94	1.1	1.257	1.391	1.489	1.549	1.574	1.577	1.57	1.566	1.573	1.589	1.609	1.619	1.604	1.552	1.456		
05/10/15	1.32	1.155	0.983	0.829	0.718	0.669	0.693	0.785	0.932	1.109	1.269	1.445	1.558	1.619	1.63	1.605	1.583	1.523	1.501	1.501	1.52	1.544	1.553	1.529		
06/10/15	1.458	1.339	1.181	1.006	0.843	0.734	0.672	0.7	0.806	0.972	1.17	1.365	1.525	1.628	1.664	1.641	1.578	1.501	1.437	1.404	1.411	1.448	1.487	1.533		
07/10/15	1.529	1.469	1.351	1.187	1.004	0.838	0.722	0.685	0.737	0.87	1.061	1.273	1.467	1.608	1.676	1.669	1.6	1.498	1.397	1.328	1.307	1.339	1.407	1.484		
08/10/15	1.518	1.541	1.476	1.345	1.168	0.98	0.821	0.727	0.723	0.812	0.979	1.189	1.401	1.572	1.671	1.646	1.622	1.507	1.378	1.271	1.217	1.228	1.297	1.395		
09/10/15	1.498	1.557	1.55	1.466	1.316	1.129	0.947	0.811	0.756	0.798	0.93	1.125	1.341	1.531	1.657	1.695	1.644	1.525	1.374	1.234	1.123	1.178	1.287			
10/10/15	1.416	1.524	1.575	1.546	1.438	1.272	1.085	0.923	0.828	0.823	0.915	1.084	1.292	1.492	1.638	1.7	1.666	1.551	1.387	1.218	1.088	1.031	1.057	1.157		
11/10/15	1.3	1.444	1.547	1.577	1.523	1.394	1.223	1.053	0.929	0.885	0.936	1.071	1.28	1.459	1.619	1.702	1.69	1.586	1.417	1.227	1.061	0.96	0.947	1.022		
12/10/15	1.16	1.324	1.468	1.554	1.559	1.482	1.345	1.187	1.051	0.977	0.988	1.085	1.247	1.434	1.599	1.701	1.712	1.627	1.465	1.263	1.068	0.925	0.865	0.899		
13/10/15	1.034	1.177	1.345	1.476	1.538	1.521	1.433	1.305	1.177	1.088	1.068	1.128	1.255	1.42	1.581	1.694	1.727	1.667	1.522	1.323	1.111	0.933	0.826	0.81		
14/10/15	0.884	1.024	1.194	1.352	1.462	1.502	1.472	1.39	1.287	1.201	1.164	1.163	1.286	1.422	1.568	1.683	1.733	1.699	1.58	1.396	1.182	0.982	0.835	0.769		
15/10/15	0.791	0.89	1.04	1.202	1.34	1.428	1.455	1.426	1.365	1.3	1.47	1.62	1.74	1.85	1.95	1.97	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99		
16/10/15	0.747	0.794	0.904	1.047	1.192	1.311	1.385	1.41	1.399	1.369	1.347	1.352	1.394	1.472	1.569	1.661	1.722	1.727	1.665	1.538	1.363	1.166	0.98	0.838		
17/10/15	0.755	0.745	0.803	0.909	1.059	1.167	1.273	1.346	1.385	1.4	1.406	1.421	1.455	1.511	1.584	1.656	1.71	1.725	1.688	1.594	1.451	1.277	1.095	0.932		
18/10/15	0.811	0.748	0.746	0.801	0.897	1.014	1.134	1.241	1.326	1.389	1.414	1.471	1.508	1.552	1.602	1.634	1.694	1.712	1.694	1.633	1.528	1.387	1.225	1.06		
19/10/15	0.913	0.803	0.742	0.796	0.781	0.868	0.983	1.108	1.231	1.34	1.428	1.487	1.549	1.588	1.621	1.649	1.671	1.682	1.676	1.644	1.581	1.484	1.357	1.21		
20/10/15	1.056	0.912	0.798	0.727	0.71	0.748	0.836	0.961	1.108	1.257	1.391	1.499	1.575	1.619	1.639	1.641	1.637	1.63	1.624	1.613	1.59	1.545	1.47	1.363		
21/10/15	1.236	1.072	0.919	0.789	0.703	0.676	0.717	0.82	0.971	1.148	1.325	1.477	1.587	1.647	1.66	1.638	1.599	1.561	1.536	1.53	1.536	1.543	1.531	1.483		
22/10/15	1.395	1.262	1.097	0.926	0.777	0.679	0.654	0.711	0.843	1.03	1.238	1.434	1.585	1.673	1.691	1.65	1.574	1.49	1.425	1.398	1.411	1.455	1.506	1.535		
23/10/15	1.519	1.442	1.305	1.125	0.935	0.773	0.675	0.666	0.753	0.922	1.143	1.373	1.569	1.695	1.734	1.688	1.579	1.444	1.321	1.244	1.231	1.282	1.376	1.477		
24/10/15	1.549	1.508	1.488	1.344	1.152	0.951	0.79	0.707	0.728	0.854	1.06	1.305	1.537	1.708	1.784	1.752	1.629	1.449	1.26	1.112	1.039	1.057	1.155	1.303		
25/10/15	1.453	1.56	1.588	1.588	1.523	1.375	1.179	0.983	0.84	0.788	0.848	1.012	1.245	1.495	1.705	1.827	1.831	1.719	1.517	1.275	1.049	0.882	0.838	0.895		
26/10/15	1.043	1.238	1.428	1.56	1.601	1.541	1.397	1.212	1.038	0.928	0.918	1.029	1.209	1.45	1.682	1.847	1.902	1.828	1.637	1.369	1.083	0.84	0.692	0.667		
27/10/15	0.764	0.953	1.183	1.397	1.543	1.592	1.541	1.413	1.254	1.118	1.052	1.083	1.214	1.417	1.644	1.835	1.939	1.921	1.773	1.52	1.209	0.904	0.666	0.54		
28/10/15	0.546	0.675	0.89	1.137	1.359	1.51	1.566	1.53	1.43	1.31	1.22	1.198	1.263	1.408	1.601	1.793	1.93	1.967	1.883	1.679	1.389	1.064	0.766	0.549		
29/10/15	0.451	0.484	0.631	0.853	1.099	1.316	1.466	1.531	1.518	1.454	1.379	1.334	1.348	1.431	1.571	1.734	1.876	1.953	1.931	1.798	1.565	1.268	0.956	0.684		

Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran 3 : Data Pengolahan Batimetri

No	Tanggal	Waktu Perum	Waktu Palem	Selisih	Waktu Perum	Waktu Palem	Selisih	Bacaan Palem
1	15-Oct-15	8:27:32	8:15:00	0:12:32	8.4589	8.2500	0.2089	1.17
2	15-Oct-15	8:28:32	8:15:00	0:13:32	8.4756	8.2500	0.2256	1.17
3	15-Oct-15	8:29:32	8:15:00	0:14:32	8.4922	8.2500	0.2422	1.17
4	15-Oct-15	8:30:32	8:30:00	0:00:32	8.5089	8.5000	0.0089	1.2
5	15-Oct-15	8:31:32	8:30:00	0:01:32	8.5256	8.5000	0.0256	1.2
6	15-Oct-15	8:32:32	8:30:00	0:02:32	8.5422	8.5000	0.0422	1.2
7	15-Oct-15	8:33:32	8:30:00	0:03:32	8.5589	8.5000	0.0589	1.2
8	15-Oct-15	8:34:32	8:30:00	0:04:32	8.5756	8.5000	0.0756	1.2
9	15-Oct-15	8:35:32	8:30:00	0:05:32	8.5922	8.5000	0.0922	1.2
10	15-Oct-15	8:36:32	8:30:00	0:06:32	8.6089	8.5000	0.1089	1.2
11	15-Oct-15	8:37:32	8:30:00	0:07:32	8.6256	8.5000	0.1256	1.2
12	15-Oct-15	8:38:32	8:30:00	0:08:32	8.6422	8.5000	0.1422	1.2
13	15-Oct-15	8:39:32	8:30:00	0:09:32	8.6589	8.5000	0.1589	1.2
14	15-Oct-15	8:40:32	8:30:00	0:10:32	8.6756	8.5000	0.1756	1.2
15	15-Oct-15	8:41:32	8:30:00	0:11:32	8.6922	8.5000	0.1922	1.2
16	15-Oct-15	8:42:32	8:30:00	0:12:32	8.7089	8.5000	0.2089	1.2
17	15-Oct-15	8:43:32	8:30:00	0:13:32	8.7256	8.5000	0.2256	1.2
18	15-Oct-15	8:44:32	8:30:00	0:14:32	8.7422	8.5000	0.2422	1.2
19	15-Oct-15	8:45:32	8:45:00	0:00:32	8.7589	8.7500	0.0089	1.26
20	15-Oct-15	8:46:32	8:45:00	0:01:32	8.7756	8.7500	0.0256	1.26
21	15-Oct-15	8:47:32	8:45:00	0:02:32	8.7922	8.7500	0.0422	1.26

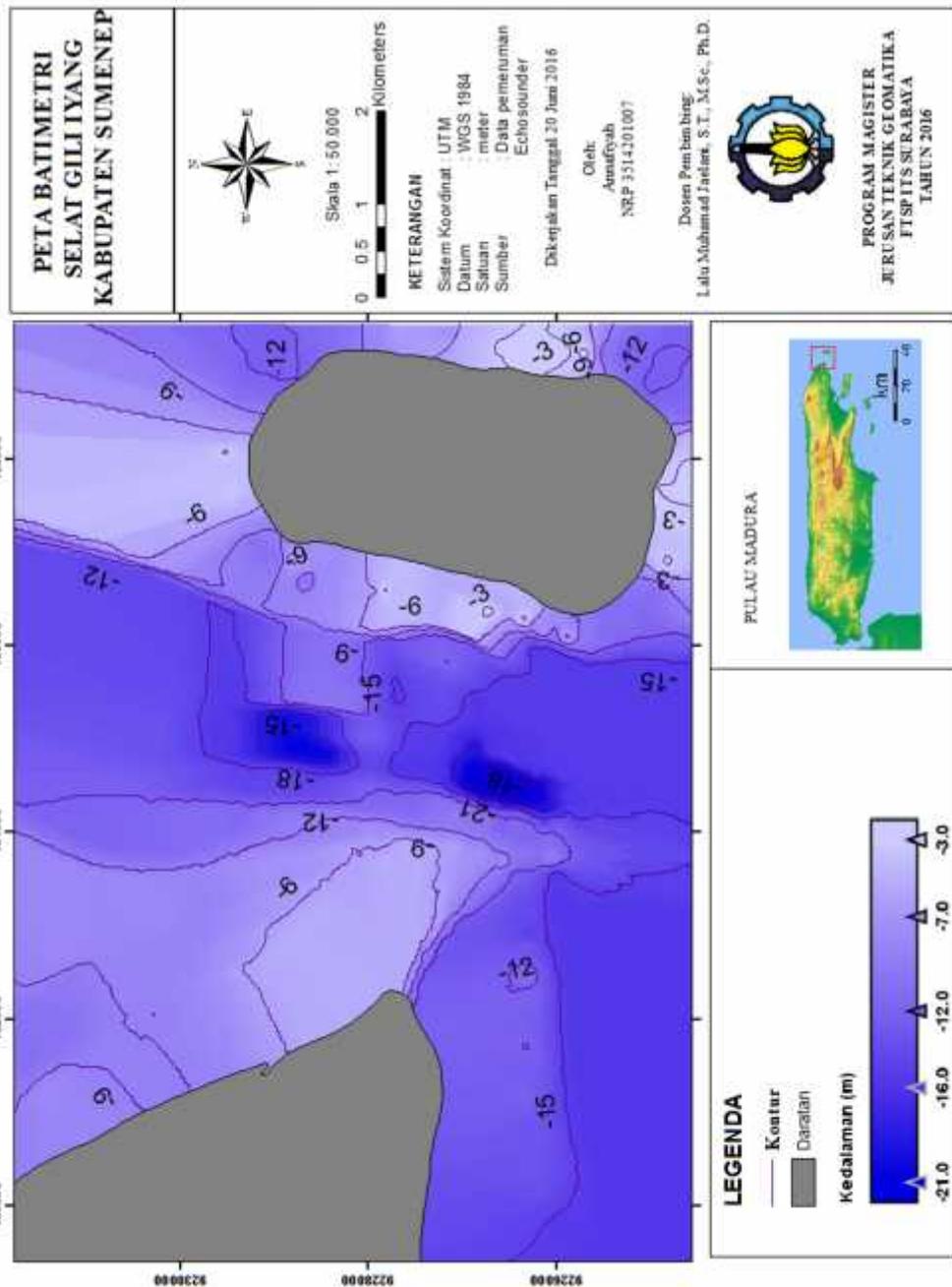
22	15-Oct-15	8:48:32	8:45:00	0:03:32	8.8089	8.7500	0.0589	1.26
23	15-Oct-15	8:49:32	8:45:00	0:04:32	8.8256	8.7500	0.0756	1.26
24	15-Oct-15	8:50:32	8:45:00	0:05:32	8.8422	8.7500	0.0922	1.26
25	15-Oct-15	8:51:32	8:45:00	0:06:32	8.8589	8.7500	0.1089	1.26
26	15-Oct-15	8:52:32	8:45:00	0:07:32	8.8756	8.7500	0.1256	1.26
27	15-Oct-15	8:53:32	8:45:00	0:08:32	8.8922	8.7500	0.1422	1.26
28	15-Oct-15	8:54:32	8:45:00	0:09:32	8.9089	8.7500	0.1589	1.26
29	15-Oct-15	8:55:32	8:45:00	0:10:32	8.9256	8.7500	0.1756	1.26
30	15-Oct-15	8:56:32	8:45:00	0:11:32	8.9422	8.7500	0.1922	1.26
31	15-Oct-15	8:57:32	8:45:00	0:12:32	8.9589	8.7500	0.2089	1.26
32	15-Oct-15	8:58:32	8:45:00	0:13:32	8.9756	8.7500	0.2256	1.26
33	15-Oct-15	8:59:32	8:45:00	0:14:32	8.9922	8.7500	0.2422	1.26
34	15-Oct-15	9:00:32	9:00:00	0:00:32	9.0089	9.0000	0.0089	1.3
35	15-Oct-15	9:01:32	9:00:00	0:01:32	9.0256	9.0000	0.0256	1.3
36	15-Oct-15	9:02:32	9:00:00	0:02:32	9.0422	9.0000	0.0422	1.3
37	15-Oct-15	9:03:32	9:00:00	0:03:32	9.0589	9.0000	0.0589	1.3
38	15-Oct-15	9:04:32	9:00:00	0:04:32	9.0756	9.0000	0.0756	1.3
39	15-Oct-15	9:05:32	9:00:00	0:05:32	9.0922	9.0000	0.0922	1.3
40	15-Oct-15	9:06:32	9:00:00	0:06:32	9.1089	9.0000	0.1089	1.3
41	15-Oct-15	9:07:32	9:00:00	0:07:32	9.1256	9.0000	0.1256	1.3

Selisih Palembang 15 Menit	Tinggi Air Saat Perum (Interpolasi)	Kedalaman Belum Terkoreksi	Draft (m)	LWL (m)	Easthing (m)	Northing (m)	Kedalaman Terhadap LWL (m)
-0.03	1.14	5.75	0.40	0.540	9227084.231	186622.728	5.54
-0.03	1.14	5.77	0.40	0.540	9226981.005	186591.859	5.57
-0.03	1.14	5.78	0.40	0.540	9226892.182	186563.717	5.58
-0.06	1.20	5.80	0.40	0.540	9226743.841	186523.969	5.54
-0.06	1.19	5.82	0.40	0.540	9226628.928	186486.313	5.57
-0.06	1.19	5.88	0.40	0.540	9226521.156	186404.100	5.63
-0.06	1.19	2.95	0.40	0.540	9226341.769	186284.355	2.71
-0.06	1.18	7.40	0.40	0.540	9226136.756	186138.951	7.15
-0.06	1.18	5.99	0.40	0.540	9225880.490	186087.632	5.75
-0.06	1.17	10.14	0.40	0.540	9225658.393	186087.632	9.91
-0.06	1.17	11.43	0.40	0.540	9225461.922	186121.845	11.20
-0.06	1.17	11.14	0.40	0.540	9225273.994	186258.696	10.91
-0.06	1.16	11.66	0.40	0.540	9225060.439	186369.887	11.43
-0.06	1.16	11.01	0.40	0.540	9224957.933	186558.057	10.79
-0.06	1.15	2.99	0.40	0.540	9224812.715	186900.184	2.77
-0.06	1.15	4.29	0.40	0.540	9224710.209	187079.801	4.08
-0.06	1.15	3.28	0.40	0.540	9224650.413	187362.056	3.07
-0.06	1.14	2.90	0.40	0.540	9224607.702	187687.077	2.70
-0.04	1.26	2.90	0.40	0.540	9224582.076	187909.460	2.58
-0.04	1.26	4.48	0.40	0.540	9224564.991	188174.609	4.16
-0.04	1.25	11.76	0.40	0.540	9224616.244	188525.289	11.45
-0.04	1.25	12.18	0.40	0.540	9224744.377	188722.013	11.87
-0.04	1.25	12.85	0.40	0.540	9224829.799	188875.970	12.54
-0.04	1.25	12.27	0.40	0.540	9225026.270	188978.608	11.97
-0.04	1.24	12.42	0.40	0.540	9225256.910	189115.459	12.12
-0.04	1.24	10.68	0.40	0.540	9225453.380	189115.459	10.38
-0.04	1.24	2.90	0.40	0.540	9225692.562	189124.012	2.60
-0.04	1.23	2.95	0.40	0.540	9225923.201	189124.012	2.66
-0.04	1.23	3.01	0.40	0.540	9226153.841	189124.012	2.72
-0.04	1.23	2.98	0.40	0.540	9226324.685	189158.225	2.69
-0.04	1.23	2.93	0.40	0.540	9226589.493	189192.438	2.64
-0.04	1.22	4.60	0.40	0.540	9226788.731	189265.877	4.31
-0.04	1.22	5.31	0.40	0.540	9226984.737	189280.974	5.03
-0.03	1.30	7.70	0.40	0.540	9227143.049	189356.458	7.34
-0.03	1.30	6.82	0.40	0.540	9227384.287	189371.554	6.46
-0.03	1.29	6.56	0.40	0.540	9227655.679	189386.651	6.20
-0.03	1.29	8.30	0.40	0.540	9227969.414	189439.142	7.94
-0.03	1.29	10.64	0.40	0.540	9228160.904	189449.794	10.29

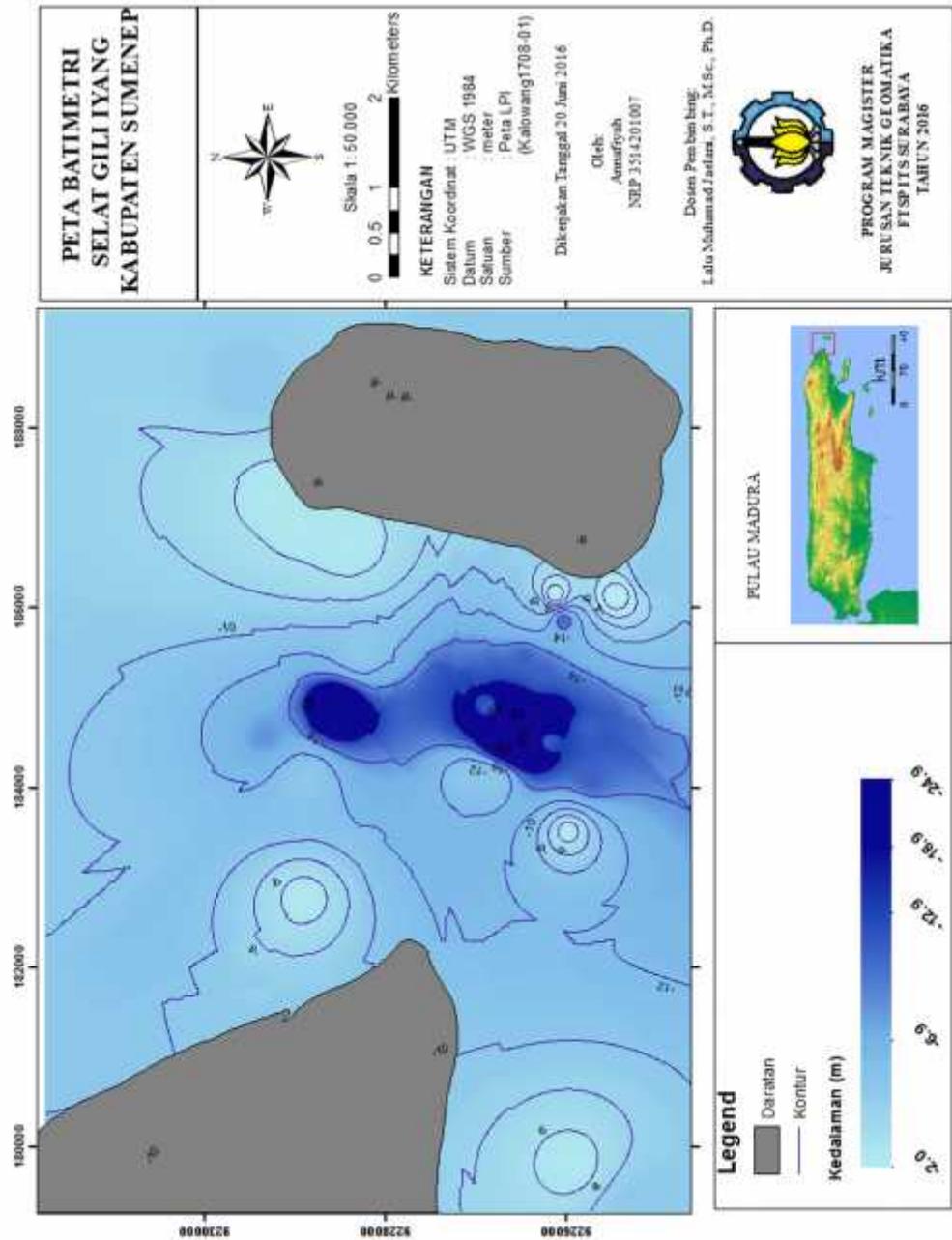
-0.03	1.29	11.28	0.40	0.540	9228426.864	189396.533	10.93
-0.03	1.29	11.77	0.40	0.540	9228618.355	189364.577	11.43
-0.03	1.28	12.40	0.40	0.540	9228797.014	189290.626	12.05

Lampiran 4 : Peta Jalur Pemeruman Selat Gili Iyang

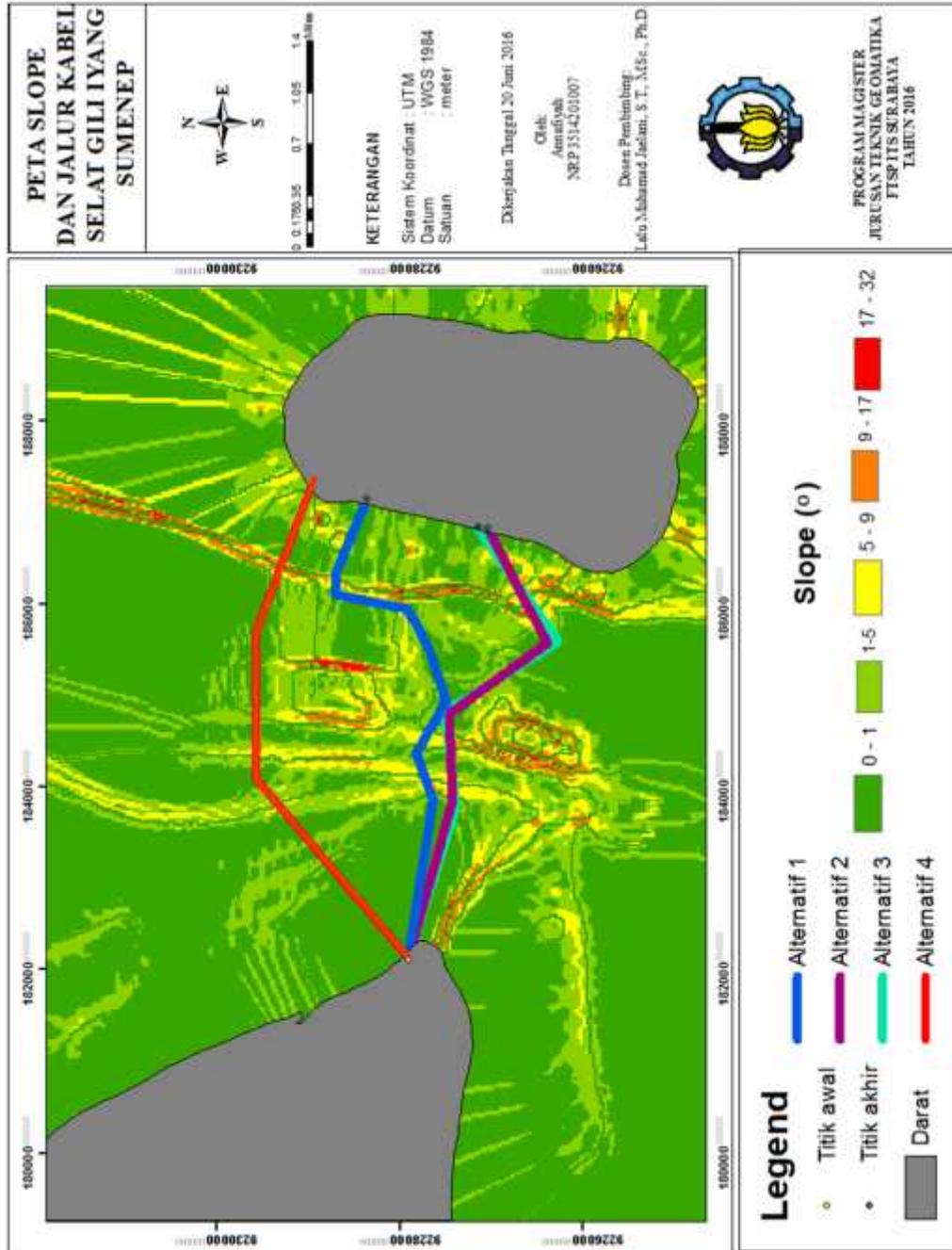
Lampiran 5 : Peta Batimetri Selat Gili Iyang Sumber Data Pemeruman Echosounder



Lampiran 5 : Peta Batimetri Selat Gili Iyang sumber Peta LPI



Lampiran 7 : Peta Slope Selat Gili Iyang



BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a) Peta batimetri yang diperoleh dengan menggunakan data perekaman *singlebeam echosounder* memiliki kedalaman sampai dengan 26 meter.
- b) Berdasarkan peta kedalaman dan kemiringan wilayah penelitian, terlihat bahwa bentuk dasar laut selat Gili Iyang relatif bervariasi. Datar di sekitar daratan dan curam di tengah-tengah selat. Dimana terdapat dua palung yang lumayan terjal. Oleh karena itu, peletakan alternatif jalur kabel listrik dapat melalui daerah antara kedua palung yang memiliki kedalaman sekitar antara 3 meter sampai dengan 12 meter. Jalur kabel dibelokkan mengikuti daerah yang tidak terlalu terjal dengan pertimbangan kriteria pemasangan kabel yaitu aman dan memudahkan pemasangannya. Dampak lainnya adalah panjang dari alternatif jalur kabel akan mengalami penambahan bergantung kepada seberapa jauh pergeserannya.
- c) Penentuan jalur alternatif kabel listrik bawah laut mengikuti kriteria yang sudah ditetapkan yaitu yang pertama adalah pemasangan kabel harus aman dan memudahkan pemasangannya. Berdasarkan analisis alternatif kabel terhadap kemiringan, pemasangan kabel yang aman dan mudah pemasangannya adalah jalur dengan daerah kontur permukaan dasar laut yang relatif datar. Kriteria yang kedua adalah memilih jalur kabel yang terpendek baik berdasarkan jarak maupun panjang kabel mengikuti kemiringan/ slope dasar laut. Alternatif kabel yang memenuhi kriteria aman dan memudahkan pemasangan serta memiliki jarak dan kemiringan terkecil adalah kabel alternatif 2 yang memiliki jarak 5.468 m (*Direct distance*) dan panjang 6.775 m (*Slope distance*).

5.1 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya antara lain sebagai berikut:

- a) Untuk mendapatkan akurasi serta kelengkapan data dalam pembuatan jalur kabel bawah laut, selain data batimetri dibutuhkan data tambahan dari survei lain untuk mendukung survei batimetri, seperti survei arus, *magnetometer*, *side scan sonar*, dan *sub bottom profiling*. *Side scan sonar* digunakan untuk mendapatkan *surface* (bentuk) dasar laut dan mendeteksi keberadaan kabel dan pipa bawah laut lainnya, *magnetometer* digunakan untuk mendeteksi objek-objek lain yang ada di dasar laut, dan *sub bottom profiling* digunakan untuk pengambilan sampel dan mengetahui topografi dasar laut.
- b) Penentuan jalur kabel listrik bawah laut sebaiknya memilih daerah topografi dasar laut yang relatif landai dan pergeseran arah kabel tidak besar untuk mendapatkan jarak dan panjang kabel yang terpendek serta lebih aman dan memudahkan pemasangannya.
- c) Dalam pelaksanaan pengukuran kedalaman dengan pemeruman selain lajur utama sebaiknya juga menyelenggarakan lajur silang (*cross sounding*), sehingga dapat dilakukan pemeriksaan toleransi ketelitian data pemeruman dengan menggunakan standar IHO.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z. (2007). *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya* (3rd ed.). Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Anonymous. (2010). SNI: Survei hidrografi menggunakan singlebeam Echosounder. Jakarta.
- anonymous. (2011). Potret Kabel Bawah Laut di Eropa dan Amerika. Retrieved January 3, 2016, from http://www.listrikindonesia.com/kabel_bawah_laut__meningkatkan_efisiensi_dan_rasio_elektrifikasi_131.htm
- BIG. (n.d.). BIG Siap Produksi Peta Lingkungan Pantai Indonesia Skala 1:10.000 Tahun 2015. Retrieved February 18, 2016, from <http://www.bakosurtanal.go.id/berita-surta/show/big-siap-produksi-peta-lingkungan-pantai-indonesia-skala-1-10-000-tahun-2015>
- BIG. (2014). Bersama Menata Indonesia Yang Lebih Baik. Retrieved June 20, 2016, from <http://www.bakosurtanal.go.id/berita-surta/show/indonesia-memiliki-13-466-pulau-yang-terdaftar-dan-berkoordinat>
- Brown, C. at al. (2011). Benthic Habitat Mapping: : a review of progress towards improved understanding of the spatial ecology of the seafloor using acoustic techniques, pp. 502–520. *Estuarine Coastal and Shelf Science*.
- BSN. (2002). Peta dasar lingkungan pantai Indonesia skala 1:50 000.
- Djunarsjah, E. (2003). *HIDROGRAFI I* (1st ed.). Bandung: ITB.
- FIG Commission 4. (2010). Guidelines for the Planning, Execution and Management of Hydrographic Surveys in Ports and Harbours (p. 24). Copenhagen:

- International Federation Of Surveyors (FIG). Retrieved from www.fig.net
- Foster, G. at al. (2011). Detecting end-member structural and biological elements of a coral reef using a single-beam acoustic ground discrimination system.
- Hamid, W. at al. (2014). Bathimetri di perairan pantai depan Sungai Bahu , Kecamatan Malalayang, Manado. *Ilmu Dan Teknologi Perikanan Tangkap*, 2(1), 39–43.
- IHO. (2005). *Manual on Hydrography. International Hydrographic Organisation* (1st ed.). MONACO.
- Kearns, T. A., & Breman, J. (2011). *Bathymetry — the art and science*.
- Lubis, F. A. (2014). Penggunaan Data Batimetri Untuk Keperluan Penentuan Rute Pemasangan Pipa Bawah Laut (Studi Kasus : Pipa Gas PT . PGN Di Perairan Tanjung Priok).
- Lurton, X. (2002). *An Introduction to Underwater Acoustic: Principles and Applications*. Perancis: Praxis Publishing.
- Medwin, H., & Clay, C. S. (1998). *Fundamental of Acoustic. Workbench*. San Diego: Academic Press.
- NCGIA. (1997). INVERSE DISTANCE WEIGHTING. Retrieved June 20, 2016, from <http://www.ncgia.ucsb.edu/pubs/spherekit/inverse.html>
- Ongkosono, O. S. R., & Suyarso. (1989). *Pasang surut*. Jakarta: LIPI, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi.
- Poerbandono, der N., & Djunasjah, E. (2005). *SURVEI HIDROGRAFI* (1st ed.). Bandung: Refika Aditama.
- Pramono, G. H. (2008). Akurasi Metode IDW Dan Kriging Untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi. *Forum Geografi*, 22, 97–110.
- Seger, W. (1998). Measuring The Depth. Quarterdeck Online Winter 1998 / Spring 1999, 1998. Retrieved from <http://oceanography.tamu.edu/Quarterdeck/1998/3/>

sager-2.html.

- Setiawan, at al. (2014). Aplikasi Algoritma Van Hengel dan Spitzer untuk Ekstraksi Informasi Batimetri Menggunakan Data Landsat. In *Seminar Nasional Penginderaan Jauh* (pp. 222–230). Jakarta.
- Supriyono, & et.al. (2015). Analisa Dan Perhitungan Prediksi Pasang Surut Menggunakan Metode Admiralty Dan Metode Least Square (Studi Kasus Perairan Tarakan Dan Balikpapan), *01*(1).
- Sutisna, S. (2006). Kemungkinan Luas Laut Sebagai Bagian Dari Luas Wilayah Dalam Perhitungan DAU. In *Workshop Nasional Penguatan Pelaksanaan Kebijakan Desentralisasi Fiskal, Tim Asistensi Menteri Keuangan Bidang Desentralisasi Fiskal, Departemen Keuangan Republik Indonesia*. Jakarta.

BIODATA PENULIS



Annafiyah, dilahirkan di Pamekasan, 07 September 1987. Anak ketiga dari empat bersaudara. Telah menempuh pendidikan formal di SD Negeri Plakpak 5 Pamekasan, MTs Negeri Model Sumber Bungur Pamekasan dan SMA Negeri 3 Pamekasan. Setelah lulus dari SMA penulis memilih melanjutkan kuliah S-1 Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Malang (UM Malang) Program Studi Fisika dan Pendidikan Fisika tahun 2006. Selama S1 penulis pernah mendapatkan beasiswa Bantuan Masuk Universitas (BMU), beasiswa Peningkatan Prestasi Akademik (PPA) sampai selesai kuliah dan menjadi asisten di Laboratorium Fisika Dasar. Selama menjadi mahasiswa S1, penulis aktif di organisasi intra kampus yaitu Himpunan Mahasiswa Fisika (Nucleon-UM). Dalam menyelesaikan studi-S1, penulis memilih bidang keahlian Fisika Medis. Penulis kemudian melanjutkan studi S2 di jurusan Teknik Geomatika ITS tahun 2014 melalui program beasiswa Pra S2 Saintek DIKTI. Dalam Tesisnya, penulis fokus pada pemetaan batimetri di Selat Gili Iyang Sumenep dan kaitannya dalam pemasangan kabel listrik bawah laut dengan judul “Evaluasi Jalur Kabel Listrik Bawah Laut dengan Menggunakan Peta Hasil Pemeruman (Wilayah Studi: Selat Gili Iyang Kabupaten Sumenep)”.