



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - RM184831

**PEMODELAN 3 DIMENSI TERUMBU KARANG  
MENGUNAKAN *SIDE SCAN SONAR* DAN *SINGLEBEAM  
ECHOSOUNDER*  
(Studi Kasus: Pulau Giligenting Kabupaten Sumenep)**

FAUZAN SYAIKHU ISLAM  
NRP 033114 4000 0090

Dosen Pembimbing  
Dinar Guruh Pratomo, S.T., M.T., Ph.D.  
Khomsin, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019





TUGAS AKHIR – RM 184831

**PEMODELAN 3 DIMENSI TERUMBU  
KARANG MENGGUNAKAN *SIDE SCAN  
SONAR* DAN *SINGLEBEAM ECHOSOUNDER*  
(Studi Kasus: Pulau Giligenting Kabupaten Sumenep)**

Fauzan Syaikhu Islam  
NRP 033114 4000 0090

Dosen Pembimbing  
Dinar Guruh Pratomo, S.T., M.T., Ph.D.  
Khomsin, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan Dan Kebumian  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



FINAL ASSIGNMENT – RM 184831

**3-DIMENSIONAL MODELING OF CORAL  
REEFS USING SIDE SCAN SONAR AND  
SINGLEBEAM ECHOSOUNDER**  
(Case Study: Giligenting Island Sumenep Regency)

Fauzan Syaikhu Islam  
NRP 033114 4000 0090

Supervisor  
Dinar Guruh Pratomo, S.T., M.T., Ph.D.  
Khomsin, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan Dan Kebumian  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

PEMODELAN 3 DIMENSI TERUMBU KARANG  
MENGUNAKAN *SIDE SCAN SONAR* DAN *SINGLEBEAM  
ECHOSOUNDER*

(Studi Kasus: Pulau Giligenting Kabupaten Sumenep)

Nama Mahasiswa : Fauzan Syaikhu Islam  
NRP : 0331144000090  
Jurusan : Teknik Geomatika  
Dosen Pembimbing : Danar Guruh Pratomo, S.T., M.T., Ph.D.  
Khomsin, S.T., M.T.

**ABSTRAK**

Terumbu karang di Indonesia merupakan salah satu ekosistem utama di wilayah pesisir dan laut dengan lebih dari 569 jenis karang, membuat Indonesia menjadi negara dengan tingkat keanekaragaman terumbu karang tertinggi di dunia. Sebagai ekosistem produktif dengan potensi ekonomi dan ekologi yang tinggi, keberadaan dan kelestarian ekosistem terumbu karang harus dikelola secara berkelanjutan. Salah satu kawasan dengan keanekaragaman terumbu karang yaitu Pulau Giligenting Kabupaten Sumenep.

Penelitian ini dilakukan dengan pengambilan data primer berupa data pasang surut, data batimetri dan rekaman *Side Scan Sonar*. Dari data primer kemudian dilakukan pengolahan yang menghasilkan model tiga dimensi fitur dasar laut yang kemudian di analisa untuk mendapatkan kondisi dari terumbu karang.

Model tiga dimensi yang dihasilkan memiliki kedalaman maksimal 7,667 meter dan kedalaman minimal 1,403 meter seluas 100.536,097 m<sup>2</sup>. Dari interpretasi Citra Akustik SSS ditemukan luas dari fitur pasir sebesar 30,79%, fitur lumpur sebesar 29,94%, fitur terumbu karang *barrier reef* sebesar 10,09%, fitur terumbu karang tepi sebesar 25,66% dan fitur terumbu karang rusak sebesar 3,52% dari total area survei SSS seluas 43.527,110 m<sup>2</sup>.

*Kata Kunci*— Batimetri, Model 3 Dimensi, Terumbu Karang

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



**3-DIMENSIONAL MODELING OF CORAL REEFS USING  
SIDE SCAN SONAR AND SINGLEBEAM ECHOSOUNDER  
(Case Study: Giligenting Island Sumenep Regency)**

*Name* : Fauzan Syaikhu Islam  
*Student ID* : 0331144000090  
*Department* : Teknik Geomatika  
*Supervisor* : Danar Guruh Pratomo, S.T., M.T., Ph.D.  
Khomsin, S.T., M.T.

**ABSTRACT**

*Coral reefs in Indonesia are one of the major ecosystems in the coastal region with 569 coral species, making Indonesia as the country with the highest coral reefs biodiversity in the world. As productive ecosystems with high economic and ecological potential, the existence of coral reef ecosystems must be sustainably managed. One of the areas with high diversity of coral reefs is Giligenting Island located in Sumenep regency.*

*This research was conducted by taking primary data in the form of tidal data, bathymetry data and Side Scan Sonar recordings. From the primary data and then performed the processing that produces 3 dimensional model of seabed features that are then analyzed to obtain coral reefs conditions.*

*The resulting 3-dimensional model has a maximum depth of 7.667 meters and 1.403 meters at minimum depth, with an area of 100,536.097 m<sup>2</sup>. From the interpretation of SSS acoustic images it is found the area of sand feature is 30.79%; the area of mud feature equal to 29.94%; the healthy coral covering 35.75% of the area, consisting 10.09% of coral reef barrier reef feature, and 25.66% of fringing coral reef feature; and 3.52% of damaged coral reef feature from total 43,527.110 m<sup>2</sup> SSS survey area.*

*Key Word – Bathymetry, 3D model, Coral Reefs*

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## LEMBAR PENGESAHAN

Pemodelan 3 Dimensi Terumbu Karang Menggunakan *Side Scan Sonar* Dan *Singlebeam Echosounder*

(Studi Kasus: Pulau Giligenting Kabupaten Sumenep)

### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Departemen S-1 Teknik Geomatika  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

FAUZAN SYAIKHU ISLAM  
NRP. 0331 1440000 090

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Danar Guruh Pratomo, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP. 19800507 200312 1 001

Khomsin, S.T., M.T  
NIP. 19750705 200012 1 001

(*Fauzan*)  
(*Khomsin*)

SURABAYA, JANUARI 2019



**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan penelitian untuk tugas akhir yang berjudul “Pemodelan 3 Dimensi Terumbu Karang Menggunakan *Side Scan Sonar* Dan *Singlebeam Echosounder* (Studi Kasus: Pulau Giligenting Kabupaten Sumenep)” dengan lancar.

Selama pelaksanaan penelitian untuk tugas akhir penulis ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Mokhammad Nur Cahyadi, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Departemen Teknik Geomatika ITS yang banyak memberi banyak pelajaran berharga selama masa perkuliahan.
2. Bapak Danar Guruh Pratomo, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing pertama penulis. Terima kasih atas kesempatan, kesabaran, serta dukungan dalam bimbingan hingga dapat terselesaikannya Tugas Akhir ini.
3. Bapak Khomsin, S.T., M.T selaku pembimbing kedua penulis. Terima kasih atas kesabarannya untuk memberikan masukan tanpa lelah dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
4. Bapak Mustaqim, Ibu Hesti Nur Farida, Mizan Zano dan Sifana Zana, kedua orang tua dan kedua saudara penulis yang selalu memberikan nasehat, kesabaran, motivasi dan doa restu kelancaran yang sangat dibutuhkan oleh penulis pada penelitian ini.
5. Seluruh dosen pengajar Departemen Teknik Geomatika yang tiada lelah memberi pelajaran akademik maupun non akademik selama masa perkuliahan.
6. Teman-teman angkatan 2014 atau G16 selaku teman seangkatan penulis yang telah memberikan dukungan serta doa kepada penulis selama 4,5 tahun di kampus.

7. Keluarga besar HIMAGE-ITS, mulai dari senior dan junior yang senantiasa menasihati, membantu serta menghibur selama masa perkuliahan.
8. Rekan-rekan Presidium ITS 2016-2017 yang selalu menghibur disaat senang maupun sedih.
9. Ody, Wiki, Khariz, Hanna, Chima dan Peserta Survei Hidrografi 2018 yang membantu dalam pengambilan data.
10. Teman teman Hidro Teweh dan Laboratorium Geomarine yang selalu menemani saat pengerjaan Tugas Akhir ini.
11. Kevin, Dito, Juki, Irsan dan Sangkil Group yang lain yang selalu menghibur dikala susah dan terus member motivasi.
12. Renda Shafira Gatti sebagai *best partner* yang tanpa lelah selalu menemani dan terus memberikan motivasi untuk mencapai target penulis.
13. Pihak-pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis.

Karena tanpa bantuan dari pihak-pihak tersebut, penulis tidak dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan tepat waktu.

Pada penulisan Laporan Tugas Akhir ini penulis merasa masih banyak kekurangan baik pada teknis penulisan maupun sumber materi yang didapat. Maka dari itu penulis memohon maaf jika masih ada kesalahan yang terdapat pada laporan ini, sehingga saran atau kritik sangat dibutuhkan demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir yang telah dibuat.

Surabaya, 6 Januari 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vii
LEMBAR PENGESAHAN .....	ix
KATA PENGANTAR .....	xi
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xviii</b>
BAB I .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
BAB II .....	5
2.1 Terumbu Karang .....	5
2.1.1 Persebaran Terumbu Karang .....	6
2.1.2 Formasi dan Tipe Pertumbuhan Terumbu Karang ...	7
2.1.3 Bentuk Pertumbuhan Terumbu Karang .....	9
2.1.4 Kerusakan Karang .....	9
2.2 Survei Hidrografi .....	10
2.2.1 Survei Batimetri .....	11
2.2.2 <i>Singlebeam Echosounder</i> .....	11
2.2.3 <i>Side Scan Sonar</i> .....	13
2.2.4 Interpretasi <i>Side Scan Sonar</i> .....	14
2.2.5 Pasang Surut .....	16
2.2.6 Penentuan Datum Vertikal .....	18
2.2.7 SNI untuk pengukuran SBES .....	18
2.3 Penentuan posisi horizontal .....	19
2.3.1 <i>Global Positioning System (GPS)</i> .....	19
2.3.2 Metode dan Prinsip Pengukuran GPS .....	20

2.4 Model 3 Dimensi .....	22
2.4.1 Interpolasi Kriging.....	22
2.4.2 <i>Digital Elevation Model (DEM)</i> .....	23
2.5 Penelitian Terdahulu.....	23
<b>BAB III.....</b>	<b>27</b>
3.1 Lokasi Penelitian .....	27
3.2 Data dan Peralatan.....	28
3.2.1 Data.....	28
3.2.2 Peralatan .....	28
3.3 Metodologi Penelitian .....	32
3.3.1 Tahap Pelaksanaan .....	32
3.3.2 Pengolahan <i>Singlebeam Echosounder</i> .....	35
3.3.2 Pengolahan <i>Side Scan Sonar</i> .....	37
<b>BAB IV.....</b>	<b>41</b>
4.1 Pasang Surut .....	41
4.2 Batimetri.....	43
4.3 Peta Batimetri dan Model 3 Dimensi Batimetri .....	46
4.4 Mozaik <i>Side Scan Sonar</i> .....	48
4.5 Interpretasi mozaik citra akustik <i>Side Scan Sonar</i> .....	51
4.5 Model 3 Dimensi Fitur bawah laut .....	58
<b>BAB V .....</b>	<b>63</b>
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran.....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>65</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>69</b>
<b>BIODATA PENULIS.....</b>	<b>83</b>



**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ekosistem Terumbu Karang .....	6
Gambar 2.2	Persebaran Terumbu Karang di Dunia .....	7
Gambar 2.3	Ilustrasi Struktur dari setiap jenis karang .....	8
Gambar 2.4	Survei bathimetri laut .....	11
Gambar 2.5	Gelombang akustik SBES .....	12
Gambar 2.6	Prinsip kerja <i>Side Scan Sonar</i> .....	13
Gambar 2.7	Hasil perekaman <i>Side Scan Sonar</i> .....	14
Gambar 2.8	Hasil perekaman koloni terumbu karang.....	16
Gambar 2.9	Interpretasi terumbu karang rusak .....	16
Gambar 2.10	Pengamatan <i>Manta Tow</i> .....	24
Gambar 2.11	Hasil Pemodelan 3D Perpaduan SSS-SBES .....	25
Gambar 2.12	Contoh <i>Echogram</i> kategori <i>lifeform</i> .....	26
Gambar 2.13	Interpretasi dasar laut perpaduan SSS-MBES ...	26
Gambar 3.1	Lokasi Pulau Giligenting.....	27
Gambar 3.2	Area Survei.....	28
Gambar 3.3	<i>Desktop</i> Hi-Target HD 370 .....	29
Gambar 3.4	Garmin Echomap 73sv .....	29
Gambar 3.5	<i>Base dan Rover</i> Topcon Hiper Pro .....	30
Gambar 3.6	<i>Waterproof Action Camera</i> .....	31
Gambar 3.7	Diagram alir tahapan penelitian.....	33
Gambar 3.8	Diagram alir Pengolahan SBES.....	36
Gambar 3.9	Diagram alir Pengolahan SSS .....	38
Gambar 4.1	Lokasi rambu pasang surut dan area survei.....	41
Gambar 4.2	Grafik perbandingan pasut BIG.....	41
Gambar 4.3	Grafik pasang surut Dermaga Giligenting.....	43
Gambar 4.4	Data kedalaman HiTarget HD 370 .....	44
Gambar 4.5	Data kedalaman Garmin Echomap .....	44
Gambar 4.6	Data kedalaman gabungan.....	45
Gambar 4.7	Sampel data HiTarget dan Echomap .....	45
Gambar 4.8	Peta batimetri Pantai Sembilan Giligenting .....	47
Gambar 4.9	Model 3 dimensi batimetri Pantai Sembilan .....	47

Gambar 4.10	Deteksi <i>first echo return</i> .....	48
Gambar 4.11	Potongan citra SSS Altitude Correction.....	49
Gambar 4.12	Potongan citra SSS SRC .....	49
Gambar 4.13	Potongan citra SSS TVG.....	50
Gambar 4.14	Hasil pengolahan SSS .....	50
Gambar 4.15	Hasil mozaik citra akustik SSS .....	51
Gambar 4.16	Kenampakan sampel fitur pasir.....	51
Gambar 4.17	Foto bawah air fitur pasir .....	52
Gambar 4.18	Kenampakan sampel fitur lumpur .....	53
Gambar 4.19	Foto bawah air fitur lumpur .....	53
Gambar 4.20	Kenampakan sampel fitur <i>barrier reefs</i> .....	54
Gambar 4.21	Foto bawah air fitur <i>barrier reefs</i> .....	54
Gambar 4.22	Kenampakan sampel fitur karang tepi.....	55
Gambar 4.23	Foto bawah air fitur terumbu karang tepi.....	56
Gambar 4.24	Kenampakan sampel fitur karang rusak .....	56
Gambar 4.25	Foto bawah air fitur terumbu karang rusak .....	57
Gambar 4.26	Peta Mozaik SSS Pantai Sembilan Giligenting..	58
Gambar 4.27	Model 3 dimensi terumbu karang.....	58
Gambar 4.28	Fitur Lumpur pada Model 3 Dimensi.....	59
Gambar 4.29	Fitur Pasir pada Model 3 Dimensi.....	59
Gambar 4.30	Fitur Barrier Reefs pada Model 3 Dimensi .....	60
Gambar 4.31	Fitur Karang Tepi pada Model 3 Dimensi.....	60
Gambar 4.32	Fitur Karang Rusak pada Model 3 Dimensi .....	61

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Konstituen Pasang Surut.....	42
Tabel 4.2 Sampel titik uji ketelitian kedalaman .....	46
Tabel 4.3 Kunci interpretasi fitur pasir.....	51
Tabel 4.4 Kunci interpretasi fitur lumpur.....	52
Tabel 4.5 Kunci interpretasi fitur Karang Barrier Reefs .....	53
Tabel 4.6 Kunci interpretasi fitur Karang Tepi .....	55
Tabel 4.7 Kunci interpretasi fitur Karang mati.....	56

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pulau Giligenting merupakan salah satu pulau yang terletak di Kabupaten Sumenep Madura. Dengan luas wilayah sekitar 30,32 km<sup>2</sup>, pulau ini terletak di sebelah tenggara Kabupaten Sumenep (BPS 2018). Pulau Giligenting juga dikenal sebagai pulau dengan keindahan pantainya dan keanekaragaman hayati laut yang sangat tinggi khususnya tutupan terumbu karang yang tersebar hampir merata di perairan Pulau Giligenting. Namun, belum banyak yang mengidentifikasi jenis dan kondisi terumbu karang di Giligenting, terlebih lagi padatnya intensitas transportasi laut dan adanya pengeboran minyak dan gas yang hanya berjarak sekitar 10 km di sebelah timur Pulau Giligenting yang dikenal sebagai Blok Maleo tentunya sangat berpengaruh dengan kondisi terumbu karang.

Kerusakan terumbu karang yang terus bertambah tentunya harus terus menerus diawasi untuk mengetahui langkah yang harus dilakukan dalam upaya rehabilitasi agar tutupan terumbu karang di Giligenting tetap terjaga. Salah satu metode untuk mengawasi terumbu karang yakni *manta-tow*, dimana pengamat menyelam langsung dan ditarik oleh kapal dengan kecepatan 0,5-1 knot atau 0.25-0.5 meter/detik (Fahmi 2014). Metode ini menghasilkan rekaman video untuk menentukan jenis terumbu karang dan tutupan terumbu karang sehat maupun rusak, namun metode ini hanya bisa menyajikan data sampel di jalur survey. Adapun metode yang cakupannya sangat luas dan membutuhkan waktu penelitian yang singkat yakni menggunakan penginderaan jauh menggunakan satelit Landsat (Hikmah 2009). Metode ini dapat memetakan luasan tutupan terumbu karang secara multi temporal, namun hanya bisa mengidentifikasi kerusakan yang terjadi akibat faktor alami dengan resolusi yang terbatas yaitu 30 x 30 meter.

Pemodelan 3 Dimensi adalah penyajian data yang paling efektif untuk menggambarkan kerusakan pada terumbu karang. Metode akustik saat ini banyak digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek bawah laut. Sistem akustik sangat efektif untuk mengeksplorasi lingkungan bawah laut (Blondel 2009), oleh karena itu alat hidroakustik seperti *Side Scan Sonar* (SSS) dan *Singlebeam Echosounder* (SBES) dapat digunakan untuk mengidentifikasi fitur dasar laut. Penggunaan teknologi *acoustic imaging* menggunakan SSS adalah salah satu metode paling cocok untuk pemetaan di bawah laut. Penggunaan SSS tidak menghasilkan data kedalaman, oleh karena itu dibutuhkan pengukuran bathimetri menggunakan SBES yang menghasilkan kontur dari fitur dasar laut. Dengan memadukan data SSS dan data kedalaman dari SBES maka dapat dilakukan pemodelan 3 Dimensi. Wijonarko pada tahun 2016 memodelkan fitur dasar laut menggunakan metode serupa dengan hasil dasar laut yang relatif datar tanpa ada obyek yang terdeteksi oleh SSS. Tujuan dari penelitian ini yaitu pemodelan 3D dengan menggunakan kontur laut dari *Singlebeam Echosounder* yang ditampilkan dengan citra akustik dasar laut dari *Side Scan Sonar* untuk mengetahui kerusakan terumbu karang di Pulau Giligenting Kabupaten Sumenep. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai data acuan untuk pencegahan perusakan oleh kapal-kapal dan rehabilitasi terumbu karang yang ada di kawasan pulau Giligenting.

## 1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah yang akan dibahas pada masalah kali ini adalah:

- a) Bagaimana model 3D terumbu karang yang dihasilkan dari perpaduan data *side scan sonar* dan *singlebeam echosounder*?
- b) Bagaimana analisa kerusakan terumbu karang berdasarkan citra *side scan sonar* dan kontur laut dari *singlebeam echosounder*?



### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a) Daerah penelitian yaitu Pulau Giligenting Kabupaten Sumenep.
- b) Pengambilan data bathimetri menggunakan *Singlebeam Echo Sounder* yang dikorelasikan dengan data pasang surut.
- c) Pengambilan citra akustik dasar laut menggunakan *Side Scan Sonar*.
- d) Pemodelan 3 Dimensi dengan memadukan kontur dasar laut dan citra akustik.
- e) Identifikasi kondisi terumbu karang rusak dilakukan secara 3 dimensi.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a) Membuat model 3D terumbu karang yang dihasilkan dari perpaduan data *side scan sonar* dan *singlebeam echosounder*.
- b) Menganalisa kerusakan terumbu karang berdasarkan citra *side scan sonar* dan kontur laut dari *singlebeam echosounder*.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin diperoleh dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a) Mampu menyajikan informasi fitur dasar laut dalam bentuk 3 dimensi mengenai sebaran dan kondisi terumbu karang
- b) Dapat memanfaatkan model 3 Dimensi untuk langkah pencegahan dan rehabilitasi terumbu karang oleh Pemerintah Kabupaten Sumenep.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## **BAB II**

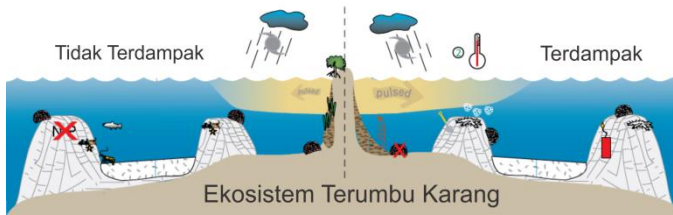
### **DASAR TEORI**

#### 2.1 Terumbu Karang

Terumbu karang merupakan kumpulan organisme karang yang hidup di perairan laut dangkal terutama di daerah tropis. Ekosistem terumbu karang komponen utamanya disusun oleh hewan – hewan karang dari kelas Anthozoa, Ordo Scleractinia, yang mampu membuat rangka karang dari kalsium karbonat (Supriharyono 2000) Hewan karang adalah hewan sessile renik, umumnya berada dalam ekosistem bersama hewan laut lain seperti *soft coral*, Hydra, anemone laut dan lain – lain yang termasuk kedalam *Phylum Cnidaria*

Terumbu karang merupakan suatu ekosistem di dasar laut tropis dibangun terutama oleh biota penghasil kapur, khususnya jenis-jenis karang batu dan alga berkapur, bersama-sama dengan biota yang hidup di dasar lainnya, seperti jenis *moluska*, *crustacea*, *echinodermata*, *polychaeta*, *porifera* dan *tinucata* serta biota lain yang hidup bebas di perairan sekitarnya termasuk jenis-jenis plankton dan jenis-jenis ikan.

Terumbu karang merupakan sumberdaya yang dapat diperbaharui (*renewable*) berupa ekosistem khas tropik yang tersusun dari endapan-endapan padat mineral *calcite* atau atau gamping bioklastik (CaCO<sub>3</sub>) yang dihasilkan oleh karang hermatifik dan alga berkapur, serta merupakan habitat bagi beberapa biota laut untuk berkembang biak, tumbuh dan berasosiasi dalam suatu sistem kehidupan yang seimbang (Gambar 2.1).



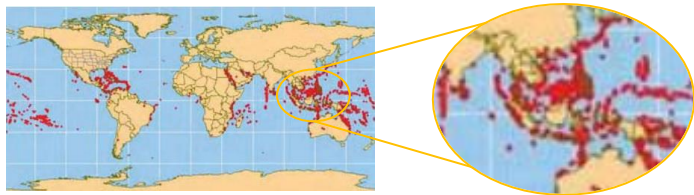
Gambar 2.1 Ekosistem Terumbu Karang  
(Umces 2017)

Terumbu karang mempunyai nilai yang tinggi antara lain kawasan perikanan yang subur, bahan untuk farmasi, daya tarik bagi wisatawan khususnya yang dapat menambah devisa negara. Selain itu secara fisik karang dapat melindungi pantai dari degradasi dan abrasi. Keanekaragaman, penyebaran dan pertumbuhan karang tergantung pada kondisi lingkungannya. Kondisi ini pada kenyataannya tidak selalu tetap, akan tetapi seringkali berubah karena adanya gangguan, baik yang berasal dari alam atau aktivitas manusia. Gangguan dapat berupa faktor fisik-kimia dan biologis. Faktor fisik-kimia yang diketahui dapat mempengaruhi kehidupan dan atau laju pertumbuhan karang, antara lain adalah cahaya matahari, suhu air, salinitas dan sedimen. Sedangkan faktor biologis, biasanya berupa predator atau pemangsanya (Hikmah 2009).

### 2.1.1 Persebaran Terumbu Karang

Terumbu karang tersebar di laut dangkal di daerah tropis hingga subtropis diantara  $30^\circ$  lintang utara hingga  $30^\circ$  lintang selatan mengelilingi bumi tiga daerah besar terumbu karang yaitu Laut Karibia, Samudera Hindia dan Indo-Pasifik. Karang tumbuh dengan baik di daerah Indo-Pasifik hingga mencapai kurang lebih 80 marga, yang disebabkan oleh faktor alami pendukung pertumbuhan karang untuk berkembang dengan baik di Indo-Pasifik Barat. Keanekaragaman spesies karang yang tersebar di wilayah Indo-Pasifik tercatat di daerah Melanesia. Tutupan

terumbu karang di dunia diperkirakan 284,300 km<sup>2</sup> dan sebagian besar ditemukan di Indo-Pasifik. Hal inilah yang menyebabkan Indonesia dikenal sebagai pusat keanekaragaman jenis karang (The Coral Reef Alliance 2006) persebaran terumbu karang di dunia dapat dilihat di Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Persebaran Terumbu Karang di Dunia (kiri) dan di Indonesia (kanan)  
(The Coral Reef Alliance 2006)

Karang di Indonesia tersebar mulai dari Sabang hingga utara Jayapura. Sebaran karang tidak merata di seluruh perairan Indonesia, ada daerah tertentu dimana karang tidak dapat tumbuh dengan baik dan pada daerah lainnya tumbuh dengan sangat baik.

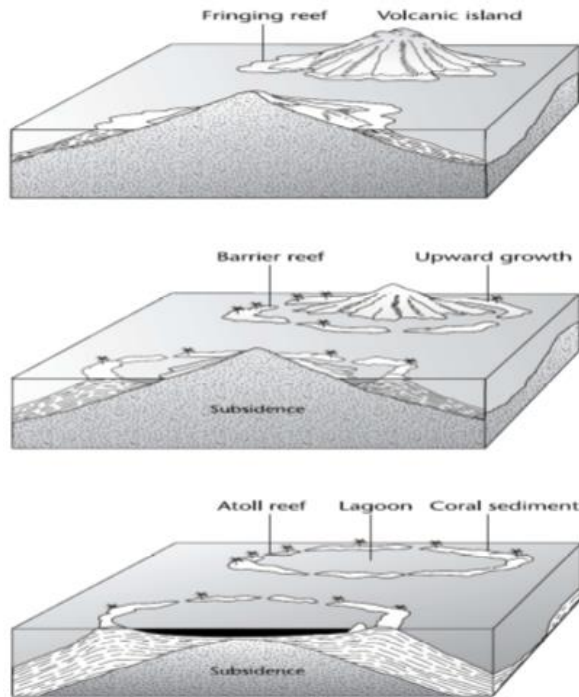
### 2.1.2 Formasi dan Tipe Pertumbuhan Terumbu Karang

Berdasarkan tempat terbentuknya, formasi dan tipe pertumbuhan terumbu karang dapat dibagi menjadi tiga kelompok besar yaitu terumbu karang tepi, terumbu karang penghalang dan terumbu karang atol.

- Terumbu tepi (*fringing reefs*): terumbu karang yang terbentuk sepanjang pantai dan jenis yang paling umum. Terumbu karang ini berkembang di tepi daratan dimana keadaannya cocok untuk pertumbuhan karang. Terumbu tepi biasanya hanya terletak di perairan dangkal.
- Terumbu penghalang (*Barrier Reefs*): seperti terumbu karang tepi, karang penghalang terletak

sejajar dengan garis pantai, tetapi mereka berada lebih jauh dari laut. Dipisahkan dengan garis pantai dengan laguna yang dalam, diperairan terbuka dengan dasar berpasir.

- Atol (*Atolls Reefs*): terbuat dari lingkaran struktur karang. Formasi ini tumbuh diatas gunung berapi yang terletak dibawah permukaan laut. Seperti terumbu penghalang, atol mengelilingi pusat laguna.



Gambar 2.3 Ilustrasi Struktur dari setiap jenis karang  
(Walker dan Wood 2005)

### 2.1.3 Bentuk Pertumbuhan Terumbu Karang

Penggolongan atau pengelompokan struktur komunitas karang dilakukan dengan menggunakan kategori bentuk tumbuh (*lifeform*) dengan melihat morfologi tutupan karang hidup, karang mati, bentuk *subtract* (pasir, lumpur) dan biota lain. Keahlian pengamat akan memungkinkan dan membolehkan untuk mencatat dan mengidentifikasi spesies karang hingga tingkat genus atau spesies (UNEP 1993).

### 2.1.4 Kerusakan Karang

Terumbu karang adalah ekosistem yang rentan dan mudah rusak. Terumbu karang dapat rusak oleh beberapa proses antara lain: pengendapan, pencemaran, penangkapan ikan yang merusak, gempa serta bintang laut pemangsa yang disebut bulu seribu. Secara historis, terumbu karang telah mampu pulih dari gangguan alam berkala (seperti angin topan, predator yang berlebihan dan beragam penyakit). Kerusakan terjadi justru karena gangguan dari aktivitas manusia baik di daratan maupun lautan. Dampak tersebut disebabkan dari serangkaian kegiatan (Dahuri 2000) diantaranya:

- Pembangunan pesisir untuk perumahan, resort, hotel, industri, pelabuhan dan pembangunan marina seringkali menyebabkan terjadinya reklamasi daratan dan pengerukan tanah. Hal ini dapat meningkatkan sedimentasi (sehingga meningkatkan kerusakan karang yang juga berpengaruh terhadap jumlah ikan).
- Pembuangan limbah industri dan rumah tangga meningkatkan tingkat nutrisi dan racun di lingkungan terumbu karang. Pembuangan limbah yang tidak diolah terlebih dahulu ke laut menambah nutrisi dan pertambahan alga yang berlebihan. Limbah kaya nutrisi dari pembuangan

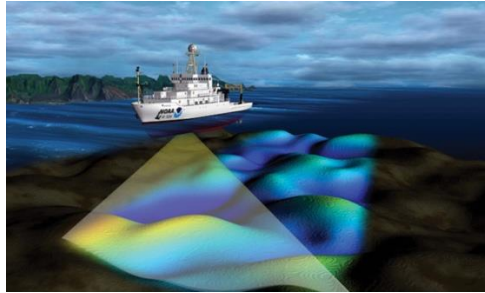
atau sumber lain khususnya amat mengganggu, karena mereka meningkatkan perubahan besar dari struktur terumbu karang secara perlahan dan teratur.

- Kegiatan kapal dapat berdampak buruk bagi terumbu karang melalui tumpahan minyak dan pembuangan dari kapal. Kerusakan fisik secara langsung dapat terjadi karena kapal membuang jangkar di terumbu karang dan kapal berlabuh secara tidak di sengaja.
- Kegiatan secara langsung yang dilakukan oleh manusia seperti menginjak karang untuk mengumpulkan kerang, para penyelam yang melintas di atas karang, pencurian karang secara ilegal dan sebagainya.

## 2.2 Survei Hidrografi

Hidrografi berasal dari bahasa Yunani yaitu hidros dan grafos yang berarti sifat pengukuran badan air. 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 geografis dengan daratan, serta karakteristik-karakteristik dan dinamika-dinamika lautan. Pengertian tersebut menjelaskan perubahan dan perluasan dari definisi hidrografi itu sendiri, yaitu tidak hanya sekedar untuk keperluan navigasi saja tetapi sudah aktivitas lepas pantai dan keperluan perlindungan lingkungan serta penelitian.





Gambar 2.4 Survei bathimetri untuk mengetahui fitur dasar laut  
(ee Publisher 2017)

### 2.2.1 Survei Batimetri

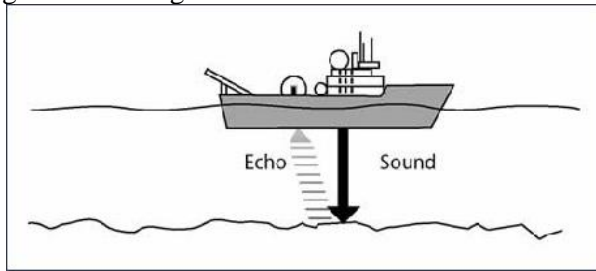
Survei batimetri merupakan survei untuk melakukan pengukuran kedalaman yang ditujukan untuk memperoleh gambaran (model) bentuk permukaan (konfigurasi) dasar perairan (*seabed surface*). Pengukuran kedalaman dilakukan secara bersamaan dengan pengukuran posisi horisontalnya. Kedalaman diukur dengan instrumen gelombang akustik, sedangkan posisi horisontal didapatkan dari penentuan posisi menggunakan *Global Positioning System* (GPS). Pasang surut air laut juga berpengaruh terhadap survei dikarenakan variasi muka laut sehingga diperlukan pengamatan pasang surut untuk mereduksi hasil survei terhadap dinamika air laut tersebut. Pemeruman atau sounding merupakan salah satu metode penentuan kedalaman dengan menggunakan prinsip pantulan gelombang akustik (Poerbandono dan Djunarsih 2005). Alat yang digunakan untuk kegiatan ini adalah *echosounder* atau perum gema.

### 2.2.2 Singlebeam Echosounder

*Singlebeam echosounder* (SBES) merupakan alat ukur kedalaman air yang menggunakan pengirim dan penerima sinyal gelombang suara tunggal. Prinsip kerja *singlebeam echosounder* yaitu menggunakan prinsip

pengukuran selisih fase pulsa dengan cara menghitung selisih pemancaran dan penerimaan dari pulsa akustik.

Gelombang akustik dipancarkan dari transduser. Transduser adalah salah satu bagian dari alat pemeruman yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik kemudian menghasilkan gelombang akustik. Gelombang akustik tersebut kemudian merambat melalui air dengan cepat rambat yang telah diketahui, sampai menyentuh dasar laut dan kembali lagi ke *transducer* seperti yang digambarkan di gambar 2.5.



Gambar 2.5 Gelombang akustik yang dipancarkan dan diterima SBES  
(Oceanicimaging 2013)

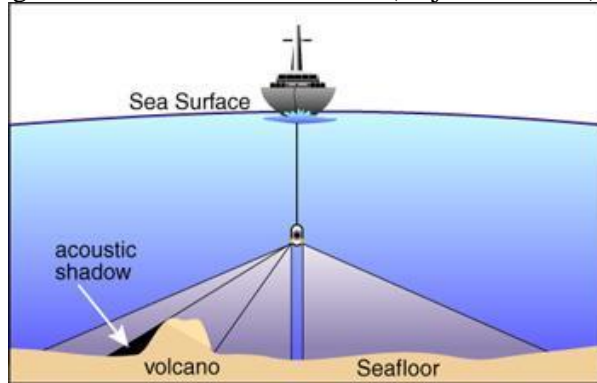
Penggunaan alat ini merupakan pengukuran kedalaman secara tidak langsung dengan mengukur waktu tempuh pulsa gelombang akustik yang dipancarkan oleh transduser. Interval waktu tempuh gelombang akustik tersebut kemudian dikonversi menjadi kedalaman dengan prinsip sebagai berikut:

$$d_i = - \dots\dots\dots(2.1)$$

Rumus di atas merupakan fungsi kedalaman laut yang diukur. Dengan  $d_i$  adalah kedalaman (meter), adalah cepat rambat gelombang akustik dalam air (meter/detik), dan  $\Delta t$  adalah interval waktu antara gelombang yang dipancarkan dan diterima (detik).

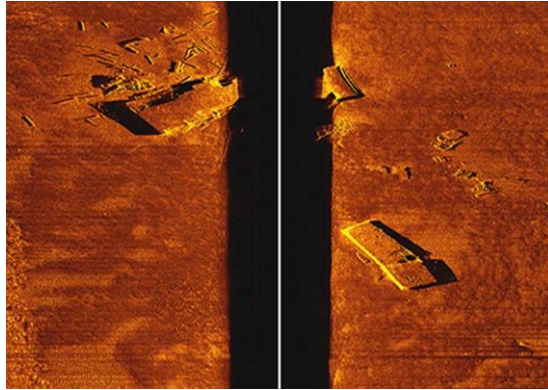
### 2.2.3 Side Scan Sonar

*Side scan sonar* adalah suatu sistem yang terdiri dari transduser dengan arah miring beserta unit perekamnya yang dapat digunakan untuk memberikan informasi citra bawah laut untuk kemudian dapat diinterpretasi sehingga menghasilkan informasi bawah laut (Wijonarko 2016).



Gambar 2.6 Prinsip kerja *Side Scan Sonar*  
(Mindspring 2010)

*Side scan sonar* sering digunakan dalam survei batimetri dikombinasikan menggunakan *singlebeam echosounder* sebagai penambah informasi data kedalaman. Proses dari pencitraan oleh *side scan sonar* dilakukan bersamaan dengan proses pemeruman oleh *singlebeam echosounder* (Arini 2013). Bagian-bagian utama dari *side scan sonar* pada dasarnya adalah dua buah transduser pada *towfish* dengan pancaran miring dan sebuah unit perekam yang dipasang di atas kapal yang berfungsi merekam citra grafis yang terbentuk dari jejak gema yang menggambarkan keadaan dasar laut dalam bentuk sonograf.



Gambar 2.7 Hasil perekaman *Side Scan Sonar*  
(IGP 2015)

Karena transduser dipasang sedemikian rupa, maka hasil dasar laut yang tersapu dalam sebuah lajur penyapuan merupakan suatu jalur yang terdiri dari hasil visualisasi kedua transduser bagian *port* (kiri) dan *starboard* (kanan) dengan bagian yang tidak tersapu di tengahnya. Umumnya meningkatnya frekuensi akan meningkatkan resolusi gambar yang diperoleh (Blondel 2009).

#### 2.2.4 Interpretasi *Side Scan Sonar*

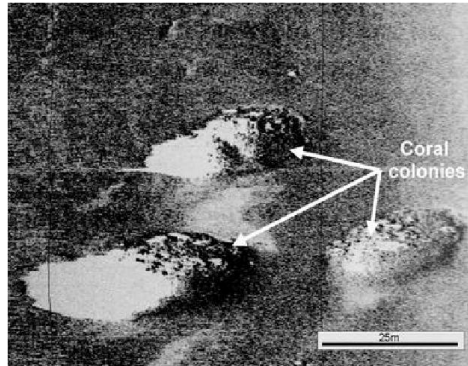
Interpretasi pada citra *Side Scan Sonar* dapat dilakukan secara kualitatif maupun kuantitatif. Interpretasi secara kualitatif dilakukan untuk mendapatkan sifat fisik material dan bentuk objek, baik dengan mengetahui derajat kehitaman (*hue saturation*), bentuk (*shape*) maupun ukuran (*size*) dari objek atau target. Secara umum, berdasarkan bentuk eksternalnya, target dapat dibedakan menjadi buatan manusia (*man made targets*) atau objek alam (*natural targets*). Pada umumnya, objek buatan manusia memiliki bentuk yang tidak beraturan (Klein Associates Inc 1985).

Interprestasi secara kuantitatif bertujuan untuk mendefinisikan hubungan antara posisi kapal, posisi

*towfish* dan posisi objek sehingga diperoleh besaran horisontal dan besaran vertikal. Besaran horisontal meliputi nilai posisi objek ketika lintasan *towfish* sejajar dengan lintasan kapal maupun ketika lintasan dengan *towfish* membentuk sudut. Besaran vertikal meliputi tinggi objek dari dasar laut serta kedalaman objek (Mahyuddin 2008).

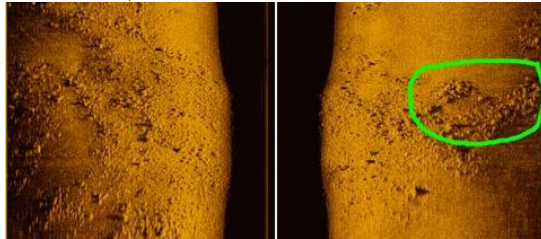
Pada dasarnya, prinsip penginterpretasian ini sama dengan penginterpretasian pada penginderaan jarak jauh, yaitu dengan menggunakan kunci-kunci interpretasi. Kunci-kunci interpretasi yang dapat digunakan adalah bentuk (*shape*), ukuran (*size*), bayangan (*shadow*), derajat kehitaman (*hue saturation*), tekstur, dan pola (*pattern*). Kesempurnaan interpretasi citra SSS ditentukan oleh tiga faktor yaitu *tuning recorder (light or dark)*, *towing operation*, dan *operator skills*. Ketiga faktor tersebut sangat berpengaruh terhadap penginterpretasian citra SSS. *Human skills* ikut menentukan hasil analisa rekaman SSS. Ukuran dan bentuknya memberikan indikasi apakah benda tersebut alamiah atau buatan manusia. Ukuran dan bentuk dari sebuah kapal dapat dikenali dengan mudah. Untuk membedakan antara drum minyak yang rusak dan sebuah karang dengan ukuran yang sama akan lebih sulit dan lebih merupakan masalah interpretasi. Sebuah area yang luas dengan intensitas sama atau terdapat pola mengindikasikan bahwa dasar laut tersebut memiliki sedimen permukaan yang sama.

Interpretasi *Side Scan Sonar* pada obyek fitur dasar laut berupa terumbu karang dapat dilakukan dengan melihat *shadow* yang terbentuk dan *size* dari koloni koral yang terekam pada side scan (Wheeler 2007).



Gambar 2.8 Hasil perekaman koloni terumbu karang dilihat dari *size* dan *shadow* (Wheeler 2007)

Terumbu karang yang sehat dan terumbu karang yang rusak menghasilkan rekaman *backscatter strength* yang berbeda, spesies *hard coral* akan memantulkan sinyal lebih kuat daripada spesies *soft coral*, begitupula terumbu karang mati akan menghasilkan nilai *backscatter* yang kuat (Manuhutu 2010)



Gambar 2.9 Interpretasi terumbu karang rusak secara mekanik (Doctorsonar 2015)

### 2.2.5 Pasang Surut

Pasang surut laut merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi

terutama oleh matahari, bumi dan bulan. Pengaruh benda angkasa lainnya dapat diabaikan karena jaraknya lebih jauh atau ukurannya lebih kecil. Mekanisme terbentuknya pasut dapat dijelaskan dari teori pasut seimbang atau *equilibrium tide*. Bentuk pasang surut di berbagai daerah tidak sama. Disuatu daerah pada dalam satu hari dapat terjadi satu kali atau dua kali pasang surut. Pasang surut di Indonesia dibagi menjadi 4 (Widya 2016) yaitu:

1. Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*). Dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut secara berurutan. Periode pasang surut rata-rata 12 jam 24 menit. Pasang surut jenis ini terdapat di Selat Malaka sampai Laut Andaman.
2. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*). Dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut. Periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit. Pasang surut tipe ini terjadi di perairan Laut Jawa.
3. Pasang surut campuran condong keharian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*). Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi periodenya berbeda. Pasang surut jenis ini banyak terdapat perairan Indonesia timur.
4. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*). Pada tipe ini 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. Pasang surut jenis ini biasa terdapat di daerah Selat Kalimantan dan Pantai Utara Jawa Barat.

Dalam penelitian ini pengukuran pasut digunakan untuk mengoreksi hasil dari pemeruman yang dilakukan dengan *Singlebeam Echosounder* dan menentukan *chart datum*. Tujuan pengamatan pasang surut secara umum adalah sebagai berikut (Djaja 1989):

- 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.
- Memberikan data untuk peramalan pasut dan arus, serta mempublikasikan data ini dalam tabel tahunan untuk arus dan pasut.
- Menyelidiki perubahan kedudukan air laut dan pergerakan kerak bumi.
- Menyediakan informasi yang menyangkut keadaan pasut untuk proyek teknik.
- Memberikan data yang tepat untuk studi muara sungai tertentu.
- Melengkapi informasi untuk penyelesaian masalah hukum yang berkaitan dengan batas-batas wilayah yang ditentukan berdasarkan pasut.

### 2.2.6 Penentuan Datum Vertikal

Untuk mempresentasikan informasi ketinggian atau kedalaman, sering digunakan datum yang berbeda. Pada peta laut umumnya digunakan suatu bidang permukaan air rendah (*chart datum*) sebagai bidang referensi, sehingga nilai-nilai kedalaman yang dipresentasikan oleh peta laut ini mengacu pada pasut rendah (*low tide*). Saat ini ada banyak bidang vertikal yang dijadikan sebagai chart datum, misalnya: MLLW (*Mean Lower Low Water*), LLWLT (*Lowest Low Water Large Tide*), LLWST (*Lowest Low Water Spring Tide*), dan LAT (*Lowest Astronomical Tide*).

Menurut SNI tentang penggambaran peta Dasar Lingkungan, datum vertikal yang digunakan mengacu pada duduk tengah (*Mean Sea Level*).

### 2.2.7 SNI untuk pengukuran Batimetri menggunakan SBES

Badan Standardisasi Indonesia telah mengeluarkan



Standar Nasional Indonesia (SNI) 7646:2010 yang berisi tentang standar survey batimetri menggunakan *singlebeam echosounder* sebagai panduan bagi seluruh pelaksana survei hidrografi di Indonesia. Didalamnya berisi klasifikasi dan ketelitian survei yang mengacu pada standar internasional survei hidrografi menurut IHO.

Adapun panduan untuk melakukan pemeruman menggunakan SBES dijelaskan dengan jalur utama harus tegak lurus dengan garis pantai dengan interval maksimal satu cm pada sekala survei. Lajur silang dilakukan dengan membentuk sudut  $60^{\circ}$ - $90^{\circ}$  terhadap jalur utama. Lajur silang dilakukan dengan jarak 10 kali lebar jalur utama dan bisa melakukan tambahan di daerah yang terdapat keraguan.

Pengamatan *side scan sonar* juga diatur dengan keperluan untuk pengukuran orde khusus, hal ini diperlukan untuk mengetahui fitur dasar laut yang ada di bawah kapal survei. Kecepatan maksimal yang diatur dalam SNI untuk pengukuran SSS yaitu 5-6 *knot*. Pengukuran menggunakan SSS di anjurkan untuk memenuhi overlap 100% (BSN 2010).

## 2.3 Penentuan posisi horizontal

Dalam Penelitian ini selain pengukuran kedalaman dan perekaman obyek bawah laut, dibutuhkan juga penentuan posisi horizontal untuk mengetahui lokasi horizontal dari obyek yang terekam dalam laut maupun titik kedalaman dari survei bathimetri.

### 2.3.1 Global Positioning System (GPS)

Menurut *National Space-Based Positioning, Navigation, and Timing Coordination Office*, GPS adalah sistem navigasi radio luar angkasa berbasis navigasi yang menyediakan layanan informasi posisi, navigasi, dan waktu untuk semua orang di seluruh dunia, dan tersedia

secara gratis. GPS memberikan lokasi yang akurat dan informasi waktu untuk semua orang dalam jumlah yang tidak terbatas dalam segala kondisi cuaca, siang dan malam, dan dimanapun berada. GPS dibuat dengan 3 bagian yaitu satelit yang mengorbit bumi, kontrol dan stasiun monitoring di bumi, dan penerima GPS yang digunakan oleh pengguna (Winardi, 2006). Satelit GPS mem-*broadcast* sinyal dari luar angkasa yang ditangkap dan diidentifikasi oleh penerima GPS, yang kemudian akan memberikan lokasi tiga dimensi berupa *latitude*, *longitude*, dan *altitude*.

Sistem GPS memiliki nama asli NAVSTAR GPS (*Navigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System*). Satelit GPS yang mengorbit bumi, dengan orbit dan kedudukan yang tetap (koordinatnya pasti), seluruhnya berjumlah 31 buah. Satelit GPS mempunyai tiga segmen yaitu satelit, pengontrol, dan penerima atau pengguna. Satelit bertugas untuk menerima dan menyimpan data yang ditransmisikan oleh stasiun-stasiun pengontrol, menyimpan dan menjaga informasi waktu berketelitian tinggi (ditentukan dengan jam atomic di satelit), dan memancarkan sinyal dan informasi secara kontinu ke pesawat penerima dari pengguna. Pengontrol bertugas untuk mengendalikan dan mengontrol satelit dari bumi baik untuk mengecek kesehatan satelit, penentuan dan prediksi orbit dan waktu, sinkronisasi waktu antar satelit, dan mengirim data ke satelit. Penerima bertugas menerima data dari satelit dan memprosesnya untuk menentukan (posisi tiga dimensi yaitu koordinat di bumi ditambahkan dengan ketinggian), arah, jarak dan waktu yang diperlukan oleh pengguna (Abidin 2007).

### 2.3.2 Metode dan Prinsip Pengukuran GPS

Konsep dasar pada penentuan posisi dengan GPS adalah reseksi (pengikatan ke belakang) dengan jarak,

yaitu dengan pengukuran jarak secara simultan ke beberapa satelit GPS yang koordinatnya telah diketahui. Pada pelaksanaan pengukuran penentuan posisi dengan GPS, pada dasarnya ada dua jenis atau tipe alat penerima sinyal satelit GPS yang dapat digunakan, yaitu:

- a. Tipe navigasi digunakan untuk penentuan posisi yang tidak menuntut ketelitian tinggi.
- b. Tipe geodetik digunakan untuk penentuan posisi yang menuntut ketelitian tinggi.

Posisi yang diberikan oleh GPS adalah posisi 3 dimensi ( $x, y, z$  atau  $\phi, \lambda, h$ ) yang dinyatakan dalam datum *World Geodetic System* (WGS) 1984, sedangkan tinggi yang diperoleh adalah tinggi *ellipsoid*. Pada pengukuran GPS masing-masing memiliki empat parameter yang harus ditentukan yaitu 3 parameter koordinat  $x, y, z$  atau  $L, B, h$  dan satu parameter kesalahan waktu akibat ketidaksinkronan jam osilator di satelit dengan jam di receiver GPS. Oleh karena itu, diperlukan minimal pengukuran jarak ke empat satelit.

Metode penentuan posisi dengan GPS pertama-tama dibagi dua, yaitu metode absolut, dan metode diferensial. Masing-masing metode dapat dilakukan dengan cara *real time* dan atau *post-processing*. Apabila obyek yang ditentukan posisinya diam, maka metodenya disebut statik. Sebaliknya, apabila objek yang ditentukan posisinya bergerak, maka metodenya disebut kinematik. Selanjutnya, metode yang lebih detail antara lain metode seperti SPP, DGPS (*Differential Global Positioning System*), RTK (*Real Time Kinematic*), Survei GPS, *Rapid Statik*, *Pseudo Kinematik*, *stop and go* serta beberapa metode lainnya (Abidin, 2007).

Metode absolut atau juga dikenal sebagai *point positioning*, menentukan posisi hanya berdasarkan pada satu pesawat penerima saja. Ketelitian posisi dalam beberapa meter (tidak berketelitian tinggi) dan umumnya

hanya diperuntukan bagi keperluan navigasi. Metode relatif atau sering disebut *differential positioning*, menentukan posisi dengan menggunakan lebih dari sebuah *receiver*. Satu GPS dipasang pada lokasi tertentu dimuka bumi dan secara terus menerus menerima sinyal dari satelit dalam jangka waktu tertentu dijadikan sebagai referensi bagi yang lainnya (Arjiansah 2016). Metode ini menghasilkan posisi berketelitian tinggi (umumnya kurang dari 1 meter) dan diaplikasikan untuk keperluan survei geodesi ataupun pemetaan yang memerlukan ketelitian tinggi.

## 2.4 Model 3 Dimensi

Penyusunan model 3 dimensi merupakan bagian dari suatu informasi geospasial (Obermeyer dan Pinto 2008). Pemodelan 3D tersebut didasarkan pada konsep interpolasi Kriging karena saat ini Kriging merupakan metode terbaik dalam melakukan interpolasi secara geostatistik karena dapat menghasilkan akurasi tinggi dan presisi seksama (Julzarika 2009). Dari hasil interpolasi kriging kemudian dibentuk *Digital Elevation Model* (DEM) yang mewakili bentuk topografi bumi secara 3 Dimensi.

### 2.4.1 Interpolasi Kriging

Metode Kriging adalah metode interpolasi yang berbasis geostatistik (Widjajanti dan Sutanta, 2006). Metode ini diturunkan dari teori variabel pembatas (regional variable) yang mengasumsikan bahwa variasi data geografi dapat disebut sebagai variabel pembatas. Kriging menurunkan pembobotan untuk interpolasinya dari semivariogram. Semivariogram yang merupakan tingkat hubungan spasial tersebut sebenarnya adalah suatu gambaran dari semivarian yang mempunyai interval antar data yang tidak sama untuk suatu pengambilan data dalam suatu kelompok data (Widjajanti dan Sutanta, 2006).

#### 2.4.2 Digital Elevation Model (DEM)

DEM (Digital Elevation Model) adalah data digital yang menggambarkan geometri dari bentuk permukaan bumi atau bagiannya yang terdiri dari himpunan titik-titik koordinat hasil sampling dari permukaan dengan algoritma yang mendefinisikan permukaan tersebut menggunakan himpunan koordinat (Tempfli 1991 dalam Purwanto 2015).

DEM merupakan suatu sistem, model, metode, dan alat dalam mengumpulkan, *processing*, dan penyajian informasi medan. Susunan nilai-nilai digital yang mewakili distribusi spasial dari karakteristik medan, distribusi spasial diwakili oleh nilai-nilai pada sistem koordinat horisontal X dan Y serta karakteristik medan diwakili oleh ketinggian medan dalam sistem koordinat Z (Doyle 1991 dalam Purwanto 2015). DEM khususnya digunakan untuk menggambarkan model relief rupa bumi tiga dimensi (3D) yang menyerupai keadaan sebenarnya di dunia nyata (*real world*) divisualisasikan dengan bantuan teknologi komputer grafis dan teknologi *virtual reality* (Mogal 1993 dalam Purwanto 2015).

Sumber data dari DEM dapat bermacam-macam diantaranya FU stereo (*Photogrammetric Techiques*), citra satelit stereo (*Stereo-pairs technique*), data pengukuran lapangan (GPS, Theodolith, EDM, Total Station, Echosounder), peta topografi (*Interpolation Technique*), peta topografi (*Interpolation Technique*), radar (*Radar technique*), LiDAR (*Laser Scanner Technique*). Sedangkan bentuk data dari DEM meliputi titik (titik tinggi), garis (kontur), dan penyiaman (LiDAR) (Purwanto 2015).

### 2.5 Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian terdahulu terkait pemantauan sebaran

terumbu karang dan pemodelan fitur dasar laut adalah sebagai berikut:

- a. Yunan Fahmi pada tahun 2014 melakukan penelitian untuk memetakan kondisi terumbu karang di desa Sumberkencono, kabupaten Banyuwangi. Penelitian ini menggunakan metode *manta tow* dan penginderaan jauh serta wawancara untuk mendapatkan data sosial yang dipaparkan secara deskriptif. Metode *Manta-tow* dipilih karena dapat memetakan dengan area luas dengan *sampling* pengamatan tiap area.

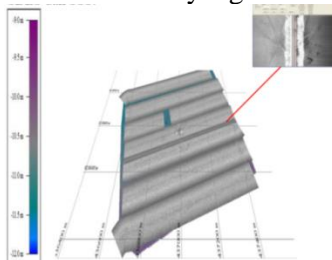


Gambar 2.10 Pengamatan *Manta Tow* dengan perekaman menggunakan kamera (Fahmi 2014)

Dari penelitian ini dihasilkan terumbu karang yang masih hidup sebesar 10% dari total tutupan terumbu karang di desa Sumberkencono. Hasil akhir berupa data angka dan foto bawah laut sebagai *sampling*.

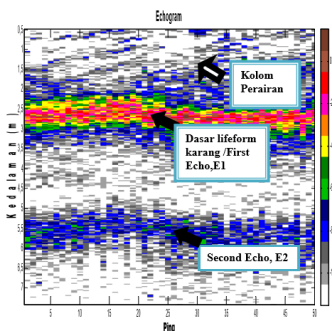
- b. Wijonarko pada tahun 2016 menggunakan instrumen hidro-akustik untuk memodelkan fitur dasar laut. Model 3D dasar laut dilakukan dari hasil citra *side scan sonar* dan data *singlebeam echosounder* sebagai data kedalaman. Lokasi penelitian yang diambil berada di wilayah utara perairan kota Semarang. Model 3D dasar laut yang dihasilkan oleh perpaduan SSS-SBES memiliki topografi yang relatif datar dengan kedalaman antara 9 meter sampai dengan 12 meter dan objek dapat teridentifikasi secara baik. Hasil kedalaman dari *Singlebeam Echosounder* kemudian dibandingkan dengan pengukuran *Multibeam*

*Echosounder* untuk mengetahui kualitas hasil pengukuran, dari luas daerah yang disurvei sekitar 587.600 m<sup>2</sup> didapatkan hasil pengukuran dengan perbedaan ketinggian 0.35 m dari SBES dan MBES yang masuk ke orde 1a.



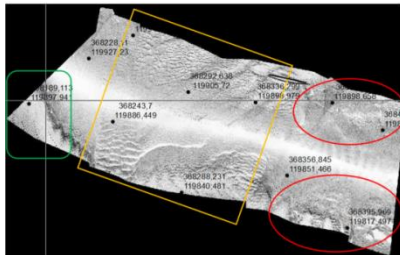
Gambar 2.11 Hasil Pemodelan 3D Perpaduan SSS-SBES (Wijonarko 2017)

- c. Ferdinan pada tahun 2010 juga menggunakan instrumen hidro-akustik dalam penelitiannya untuk mengklasifikasi *lifeform* terumbu karang dengan menganalisis nilai hambur balik atau *volume backscattering strength* (SV) dan *surface backscattering strength* (SS). Dengan menganalisis SV dan SS yang kemudian di validasi dengan pengamatan langsung menggunakan metode *Line Intercept Transect* didapatkan klasifikasi dari nilai SV dan SS untuk berbagai macam jenis terumbu karang keras maupun lunak.



Gambar 2.12 Contoh *Echogram* kategori *lifeform* Terumbu karang (Ferdinan 2010)

- d. Adapun Talif pada tahun 2017 melakukan identifikasi fitur dasar laut menggunakan *Multibeam Echosounder* yang dipadukan *Side Scan Sonar* menghasilkan identifikasi fitur dasar laut di perairan kepulauan Riau. Citra *Side Scan Sonar* digunakan untuk interpretasi secara kualitatif dengan melihat derajat kehitaman, bentuk dan ukuran. Sedangkan data *Multibeam Echosounder* digunakan untuk verifikasi relief dasar laut terhadap data *Side Scan Sonar* dengan mempertimbangkan posisi, kedalaman dan luasan dari fitur untuk dilakukan klasifikasi.



Gambar 2.13 Interpretasi fitur dasar laut perpaduan SSS-MBES (Talif 2017)



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi daerah penelitian dilakukan di Pulau Giligenting yang berada di Kabupaten Sumenep Provinsi Jawa Timur dengan koordinat  $7^{\circ}12'11''\text{LS}$  -  $113^{\circ}55'6''\text{BT}$  ditunjukkan di Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Lokasi Pulau Giligenting di Provinsi Jawa Timur  
(Google Maps 2017)

Area penelitian difokuskan di area dengan tutupan terumbu karang di daerah Pantai Sembilan yang berlokasi di daerah utara Pulau Giligenting dengan koordinat  $7^{\circ}10'28''\text{LS}$  -  $113^{\circ}55'17''\text{BT}$ . Area survei berlokasi di sebelah barat dari Pantai Sembilan dengan panjang  $\pm 700$  meter. Area survei dapat dilihat di Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Area Survei  
(Google Maps 2017)

### 3.2 Data dan Peralatan

Dalam penelitian ini dibutuhkan pengambilan data yang dibutuhkan untuk melakukan sebuah pemodelan, dan juga dibutuhkan peralatan untuk menunjang akuisisi data maupun pengolahan data.

#### 3.2.1 Data

Data yang digunakan merupakan data primer yang didapatkan dari pengambilan langsung di lokasi penelitian (*in situ*), antarlain:.

1. Raw Data *Side Scan Sonar*
2. Raw Data *Singlebeam Echosounder*
3. Raw Data *GPS Kinematic*
4. Data pengamatan pasang surut
5. Data sampel foto bawah laut

#### 3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu perangkat keras dan perangkat lunak,

antara lain:

Perangkat Keras (Hardware)

a. Hi-Target HD 370 *Singlebeam Echosounder*

HD 370 dilengkapi dengan *desktop* untuk mengoperasikan alat dan *transducers* untuk memancarkan dan menerima gelombang akustik.



Gambar 3.3 *Desktop* Hi-Target HD 370  
(HiTarget 2016)

b. Garmin Echomap 73sv

Dalam tahap pengambilan data, dibutuhkan alat yang mampu merekam kedalaman sekaligus citra akustik bawah laut.



Gambar 3.4 Garmin Echomap 73sv (Garmin, 2017)

Garmin Echomap dilengkapi dengan transducer dengan CHRIP Sonar dengan fitur ClearVü Imaging untuk memperoleh data kedalaman dari dasar laut dan SideVü Imaging untuk mendapatkan tampak fisik dari fitur dasar laut.

c. GPS Geodetik Topcon Hiper Pro

Dalam penentuan posisi horizontal dibutuhkan GPS geodetik untuk mendapatkan koordinat pemeruman.



Gambar 3.5 *Base* dan *Rover* Topcon Hiper Pro  
(Topcon 2014)

Dalam pengukuran GPS dengan metode *Post Processing Kinematic* dibutuhkan dua buah GPS, dengan satu GPS bekerja sebagai *base* dan lainnya sebagai *rover*.

d. Kamera bawah air

Dalam penelitian ini dibutuhkan data foto bawah air untuk memvalidasi hasil interpretasi dari gelombang akustik, oleh karena itu dibutuhkan kamera untuk mengambil data foto bawah laut.



Gambar 3.6 *Waterproof Action Camera*  
(Yitechnology 2017)

Perangkat lunak (Software)

a. Google Earth

Awalnya dikenal sebagai Earth Viewer, Google Earth dikembangkan oleh Keyhole, Inc., sebuah perusahaan yang diambil alih oleh Google pada tahun 2004. Produk ini, kemudian diganti namanya menjadi Google Earth tahun 2005.

b. Microsoft Office (Ms Word, Ms Excel, dan Ms Power Point)

Microsoft Office Power Point adalah sebuah program komputer untuk presentasi yang dikembangkan oleh Microsoft di dalam paket aplikasi kantoran mereka, Microsoft Office, selain Microsoft Word, Excel, Access dan beberapa program lainnya.

c. SonarTRX

SonarTRX dikembangkan oleh Leraand Engineering sebagai program untuk mengolah *Side Scan Sonar raw data* sehingga didapatkan hasil yang dibutuhkan, output dari SonarTRX berupa mozaik gambar untuk data *side imaging sonar*.

d. Matlab

Matlab (Matrix Laboratory) adalah sebuah lingkungan komputasi numerikal dan bahasa pemrograman komputer generasi keempat. Dikembangkan oleh The MathWorks, MATLAB memungkinkan manipulasi matriks, pemplotan fungsi dan data, implementasi algoritma, pembuatan antarmuka pengguna, dan *interfacing* dengan program dalam bahasa lainnya.

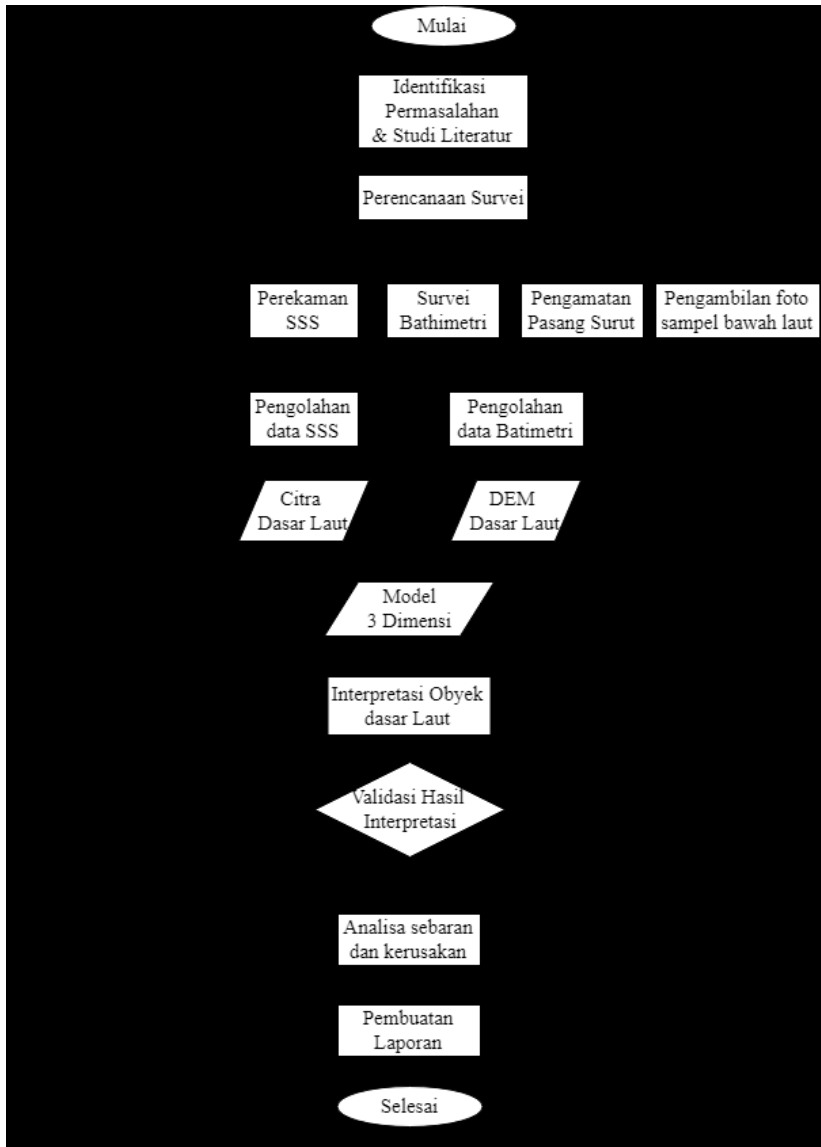
e. Global Mapper 15

Global Mapper adalah salah satu aplikasi (*software*) pengolahan data GIS (*Geographics Information System*) yang digunakan untuk mengolah data berbasis pemetaan berupa data *vector*, *raster*, *data elevation*, *3D View*, *conversion*, dan beberapa fitur GIS seperti pengolahan citra satelit, menampilkan data *3D View* atau analisa data topografi.

### 3.3 Metodologi Penelitian

#### 3.3.1 Tahap Pelaksanaan

Tahapan pekerjaan yang akan dilaksanakan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.7 Diagram alir tahapan penelitian

Penjelasan mengenai diagram alir tahap pelaksanaan di atas adalah sebagai berikut

### 1. Tahap Persiapan

Tahapan ini merupakan tahap awal dalam penelitian ini. Permasalahan mengenai daerah terumbu karang yang rusak oleh fenomena alam maupun akibat faktor dari manusia dikaji untuk merumuskan masalah. Studi literatur dilakukan untuk mengetahui landasan teori yang digunakan dalam penelitian. Perencanaan survei perlu dilakukan untuk memastikan pengumpulan data berjalan dengan baik.

### 2. Tahap pengumpulan Data

Pengumpulan data ialah tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan data di lapangan. Dalam tahapan ini dilakukan survei hidrografi yang meliputi pengambilan data pemeruman dan data citra akustik dengan menggunakan *Singlebeam Echosounder* HiTarget HD 370, Garmin EchoMap 73sv dan pengukuran GPS Geodetik dengan metode *kinematic*. Pengamatan pasang surut dilakukan selama survey berlangsung untuk mendapatkan data pasang surut. Pengambilan sample foto bawah air dengan menggunakan kamera dilakukan didaerah sampel disekitar area survey dengan memperhatikan *time stamp* dari tiap foto maupun video yang diambil yang nantinya akan dicocokkan dengan waktu perekaman dan koordinat dari GPS Geodetik.

### 3. Tahap Pengolahan Data

Setelah data yang dibutuhkan dalam penelitian ini didapatkan, maka langkah yang dilakukan selanjutnya adalah melakukan proses pengolahan data dengan menggunakan perangkat lunak pengolahan data. Data *Side Scan Sonar* diolah hingga menjadi Citra akustik dan data *Singlebeam Echosounder* menghasilkan nilai kedalaman dan menghasilkan DEM(*Digital Elevation Model*).



#### 4. Tahap Analisa

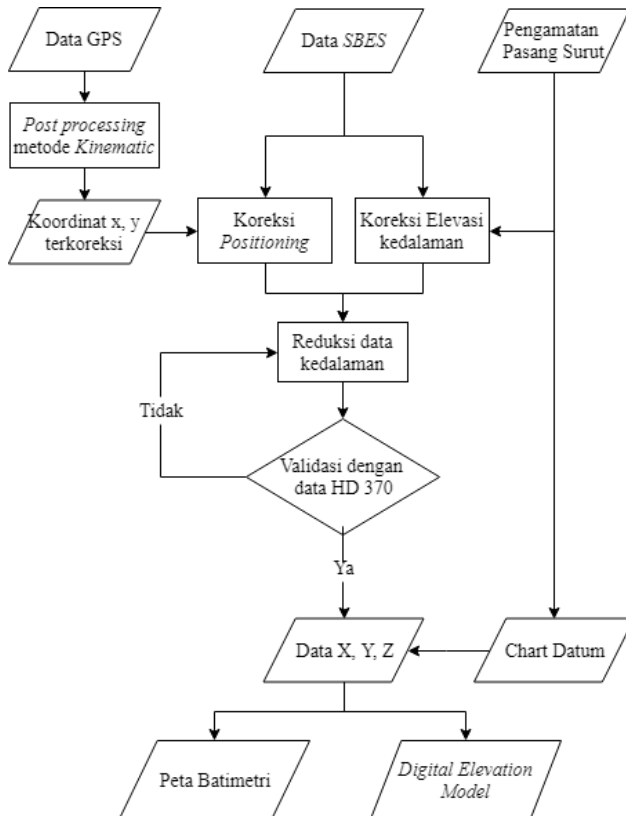
Pada tahapan ini hasil dari pengolahan data berupa model 3 dimensi dilakukan interpretasi obyek dasar laut yang terlihat pada citra dari *Side Scan Sonar*. Hasil interpretasi yang dihasilkan kemudian di validasi menggunakan sampel foto bawah air yang diketahui koordinatnya sehingga dapat diidentifikasi kerusakan terumbu karang dari model 3 dimensi citra akustik. Adapun analisa ketelitian dari pengukuran kedalaman dari SBES HiTarget HD 370 dan Garmin Echomap.

#### 4. Tahap Akhir

Pada tahap ini, dilakukanlah penulisan laporan dari semua kegiatan penelitian yang telah dilakukan, termasuk penyajian peta batimetri, peta fitur dasar laut dan model 3 dimensi fitur dasar laut.

### 3.3.2 Pengolahan *Singlebeam Echosounder*

Tahap pengolahan data *Singlebeam Echosounder* memiliki diagram alir sebagai berikut:



Gambar 3.8 Diagram alir Pengolahan SBES

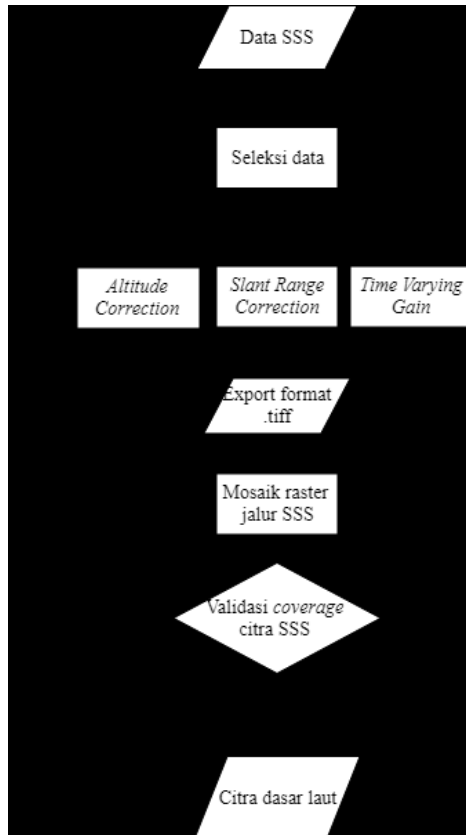
Penjelasan mengenai pengolahan data *Singlebeam Echosounder* (SBES) sebagai berikut:

- a. *Post Processing* data GPS  
Melakukan *post processing* GPS metode *kinematik* dilakukan dengan mengolah data GPS yang bekerja sebagai *base* dan *rover* sehingga didapatkan data waktu dan koordinat X dan Y.
- b. *Koreksi Positioning*  
*Koreksi Positioning* dilakukan dengan menginterpolasi data hasil metode *kinematik*

- terhadap waktu dari tiap titik data SBES sehingga tiap titik yang dihasilkan oleh SBES mendapatkan koordinat horizontal yang terkoreksi.
- c. Koreksi elevasi kedalaman  
Koreksi kedalaman dilakukan dengan menyesuaikan data pasang surut sehingga hasil perekaman kedalaman yang dilakukan memiliki acuan vertikal yang sama.
  - d. Reduksi data pemeruman  
Reduksi dilakukan untuk menghilangkan *spike* atau anomali yang ada di hasil pengolahan SBES.
  - e. Validasi dengan data HD 370  
Validasi dilakukan dengan membandingkan kedalaman hasil pengolahan data dari SBES HiTarget dan Garmin Echomap di titik yang sama atau berdekatan, jika perbedaan ketinggian terpaut jauh di beberapa titik, maka dilakukan kembali reduksi data pemeruman sehingga tidak terjadi *spike* saat kedua data digabungkan.
  - f. Penentuan *Chart Datum*  
Pengolahan data pasang surut dilakukan dengan metode *least square* sehingga didapatkan konstituen pasang surut untuk menentukan *Mean Sea Level* (MSL) yang akan digunakan untuk datum vertikal.
  - g. Pembuatan Peta Batimetri dan DEM  
Dari hasil pengolahan SBES didapatkan koordinat X, Y dan Z terkoreksi sehingga dapat dibentuk kontur dari dasar laut untuk pembuatan peta bathimetri dan *Digital Elevation Model* (DEM) untuk membuat model 3 dimensi.

### 3.3.2 Pengolahan *Side Scan Sonar*

Tahap pengolahan data *Side Scan Sonar* memiliki diagram alir sebagai berikut:



Gambar 3.9 Diagram alir Pengolahan SSS

Penjelasan mengenai pengolahan data *Side Scan Sonar* (SSS) sebagai berikut:

a. Seleksi Data

Seleksi data dilakukan untuk memilih data SSS yang akan diolah, pemilihan ini dilakukan untuk memilih jalur SSS yang sesuai dengan jalur di area survei karena data SSS yang berbelok dari jalur menghasilkan data yang sulit untuk diinterpretasi. Seleksi juga bisa dilakukan dengan *clipping* atau

- memotong rekaman sesuai waktu perekaman.
- b. *Altitude Correction*  
*Altitude* atau ketinggian sensor dari dasar laut dikoreksi dengan mendeteksi kedalaman sesuai dengan rekaman SSS sehingga didapatkan *first echo return*.
  - c. *Slant Range Correction (SRC)*  
SRC dilakukan untuk menghitung jarak sebenarnya obyek yang ada di rekaman SSS dari nadir (titik dibawah sensor) dan menghilangkan *water column* di rekaman SSS.
  - d. *Time Varying Gain (TVG)*  
TVG dilakukan untuk mendapatkan hasil citra dengan kecerahan yang sama meskipun obyek berada jauh dari nadir.
  - e. *Mozaik raster jalur SSS*  
Dari banyak rekaman SSS yang telah diolah dilakukan mozaik sehingga membentuk satu kesatuan citra akustik.
  - f. *Validasi coverage*  
Dilakukan pengecekan hasil mozaik citra SSS sehingga citra akustik memenuhi *coverage area* survei. Jika masih ada *blank spot* di mozaik SSS maka akan kembali dilakukan seleksi data dan memilih data yang meng-cover area *blank spot*.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## BAB IV HASIL DAN ANALISA

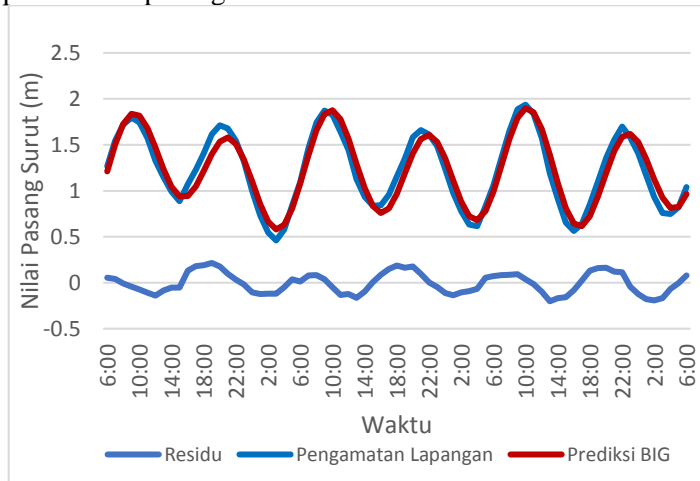
### 4.1 Pasang Surut

Pengamatan pasang surut dilakukan pada tanggal 26 sampai dengan 29 April 2018 berlokasi di dermaga Giligenting.



Gambar 4.1 Lokasi rambu pasang surut dan area survei

Data pengamatan pasang surut kemudian di kombinasikan dengan data pasang surut dari BIG selama 29 hari sehingga didapatkan data pasang surut selama 29 hari.



Gambar 4.2 Grafik perbandingan pengamatan pasang surut dengan prediksi BIG

Nilai pasang surut pengamatan di lapangan dengan pasang surut prediksi dari BIG kemudian dihitung selisihnya dengan nilai rata-rata residu 0,003 meter. Selisih kedua data yang paling tinggi 0,215 meter dan yang paling rendah -0,202 meter.

Dari data pasang surut dilakukan penghitungan konstituen pasut dengan menggunakan metode *least square* sehingga didapatkan konstituen pasut. Didapatkan konstituen yang disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Konstituen Pasang Surut

No	Konstituen Pasut	Nilai
1	K1	0,3352
2	O1	0,1999
3	M2	0,3620
4	S0	1,2197
5	N2	0,0724
6	S2	0,1490

Nilai *Mean Sea Level* (MSL), *High Water Level* (HWL), *Low Water Level* (LWL) sebagai berikut:

MSL Dermaga	= 1,219 m
HWS Dermaga	= 2,265 m
LWS Dermaga	= 0,173 m

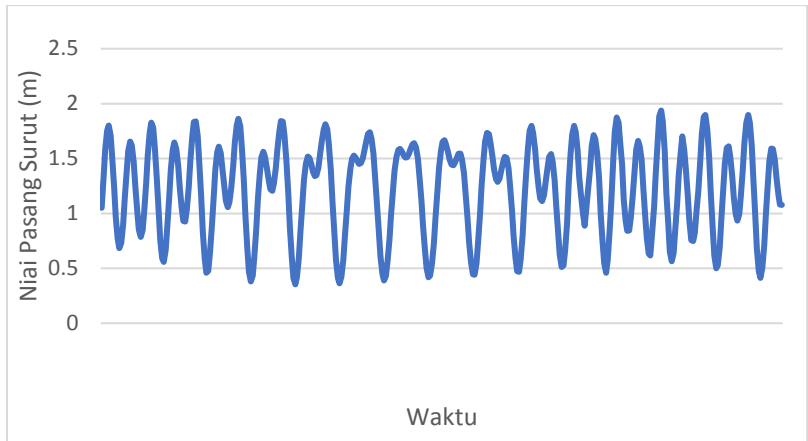
Nilai yang digunakan untuk menjadi datum vertikal dalam penelitian ini yaitu nilai MSL dimana tujuan dari penelitian ini adalah untuk memodelkan tanpa ada kepentingan untuk navigasi atau membuat batas garis pantai.

Dari hasil konstituen yang ditemukan kemudian dihitung tipe dari pasang surut menggunakan Rumus 4.1:

$$\text{.....(4.1)}$$

Dengan nilai  $F = 1,0472$  maka dapat disimpulkan tipe pasang surut Dermaga Giligenting yaitu *Mixed Semidiurnal* ( $0,25 < F \leq 1,5$ ). Grafik pasang surut dapat dilihat di gambar 4.3





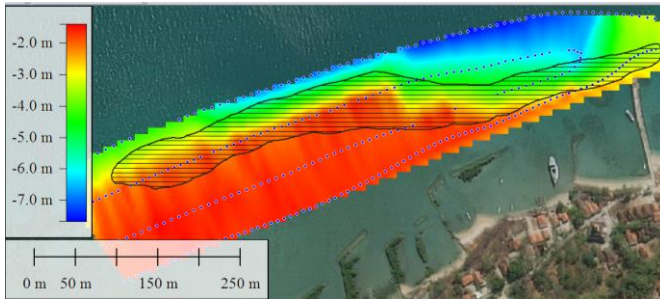
Gambar 4.3 Grafik pasang surut dermaga Giligenting

#### 4.2 Batimetri

Batimetri didapatkan dari hasil akuisisi data pada tanggal 28 April 2018 dengan menggunakan *Singlebeam Echosounder* (SBES) HiTarget HD 370 dan Garmin Echomap 73sv di dua kapal yang berbeda. Kedua data batimetri kemudian dikoreksi dengan pasang surut pengamatan dan *positioning* menggunakan program MATLAB dengan *Script* yang dapat dilihat di Lampiran. Berikut hasil pengolahan batimetri:

##### a. SBES HiTarget HD 370

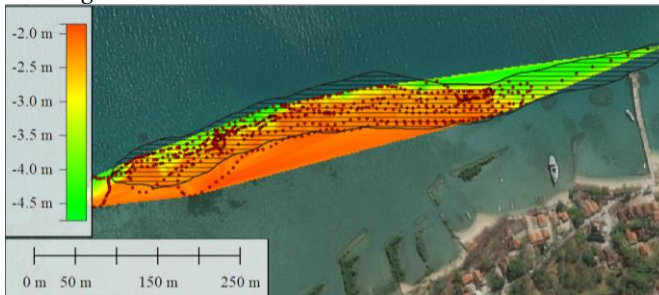
Jalur survei alat HiTarget sepanjang  $\pm 750$  meter dan lebar 150 meter memiliki interval antar jalur 50 meter. Dari pengolahan yang dilakukan didapatkan kedalaman maksimal 7,635 meter dan minimal di kedalaman 1,407 meter terhadap MSL. *Digital Elevation Model* (DEM) yang terbentuk mencakup seluruh area survei yang digambarkan dengan pada gambar 4.3. Bentuk dasar laut berupa datar di ketinggian 1,5 meter dan *slope* dari ketinggian 3 hingga 7 meter.



Gambar 4.4 Data kedalaman HiTarget HD 370 dan area survei (hitam)

b. Garmin Echomap 73sv

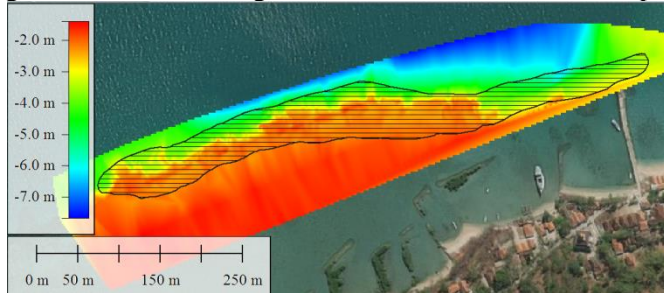
Garmin Echomap memiliki jalur survei sepanjang  $\pm 700$  m dengan lebar 50 meter dan interval per 10 meter. Dari pengolahan yang dilakukan didapatkan kedalaman maksimal 4,762 meter dan minimal di kedalaman 1,775 meter terhadap MSL. Dengan jarak antar titik yang rapat, dari hasil rekaman kedalaman Echomap membentuk bentuk fisik tutupan terumbu karang di kedalaman 1,5 hingga 2,5 meter. DEM yang terbentuk tidak menutup *coverage* dari area survei.



Gambar 4.5 Data kedalaman Garmin Echomap dan area survei (hitam)

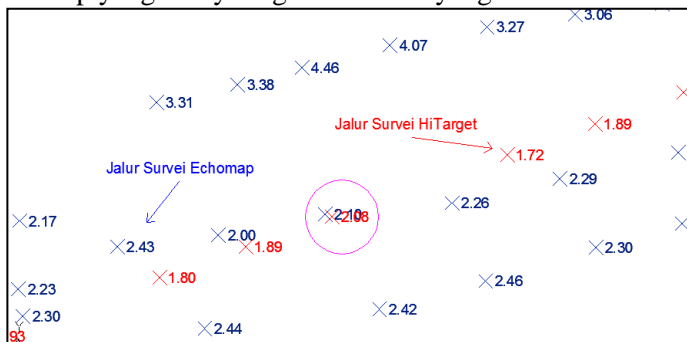
Kedua data pemeruman ini digabungkan untuk mendapatkan nilai kedalaman yang lebih rapat di area survei dengan alat HiTarget sebagai acuan untuk reduksi *spike*. Koreksi positioning HiTarget dilakukan dengan mengolah

secara *post processing* rekaman GPS metode *kinematic* sehingga dapat dikorelasikan dengan menginterpolasi waktu pengamatan SBES dan GPS. Berikut hasil penggabungan data pengolahan SBES HiTarget HD 370 dan Garmin Echomap:



Gambar 4.6 Data kedalaman gabungan dan area survei

Dari data kedalaman yang telah didapatkan dilakukan analisa untuk mendapatkan nilai akurasi kedalaman yang diukur oleh kedua alat. Hal ini dilakukan dengan menghitung selisih kedalaman antara titik pemeruman HiTarget dan Echomap yang menyilang atau di titik yang berdekatan:



Gambar 4.7 Sampel data HiTarget dan Echomap yang menyilang dan bertampalan

Dari titik yang menyilang diatas yaitu pada kedalaman 2,1 dan 2,08 meter didapatkan selisih kedalaman sebesar 0,02 meter dan kedalaman rata-rata di titik tersebut sebesar 2,09 meter. Jumlah data yang menyilang antara data Echomap dan Hitarget

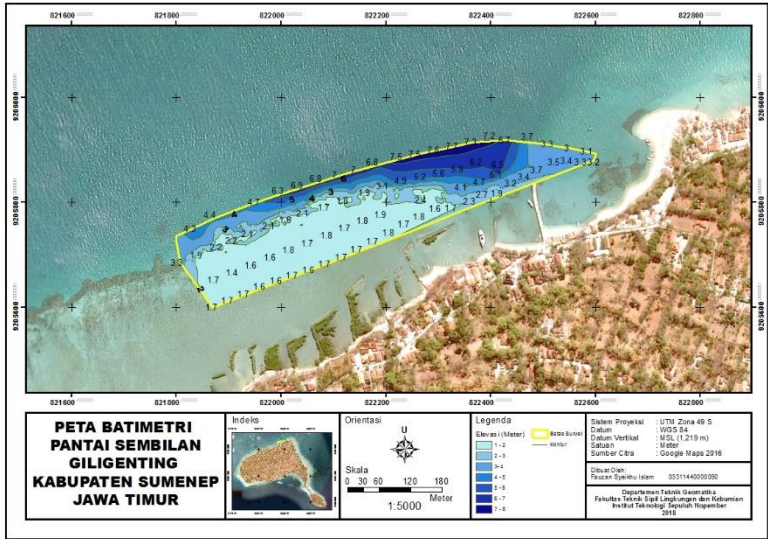
berjumlah 20 titik yang bisa dilihat di lampiran.

Tabel 4.2 Sampel titik uji ketelitian kedalaman

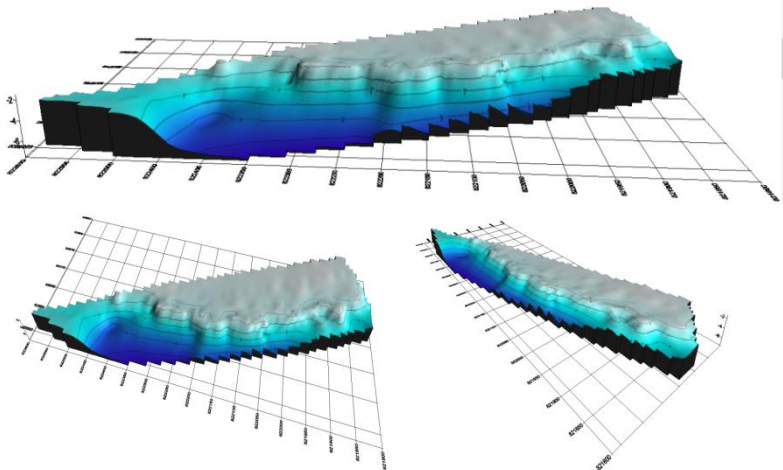
No	Data Hi Target (m)			Data Echomap (m)			(m)
	X	Y	Z	X	Y	Z	
1	821846	9205702	2,29	821847	9205701	1,96	0,33
2	821985	9205757	2,25	821984	9205756	2,07	0,18
3	822025	9205773	1,91	822023	9205772	1,82	0,09
4	822134	9205809	2,08	822133	9205809	1,8	0,28
5	822194	9205830	3,1	822193	9205830	3,13	-0,03
6	822498	9205871	3,66	822499	9205874	3,43	0,23
7	821823	9205692	3,15	821822	9205694	1,94	1,21
8	822126	9205806	1,89	822123	9205807	1,7	0,19

#### 4.3 Peta Batimetri dan Model 3 Dimensi Batimetri

Dari data batimetri yang telah diolah kemudian dibuat Peta Batimetri dan *Digital Elevation Model* (DEM). Peta Batimetri dibuat dengan interval kontur 1 meter. Peta Batimetri Pantai Sembilan Giligenting Kab. Sumenep dapat dilihat di gambar 4.7 dan Lampiran. Model 3 Dimensi di bentuk dengan Interpolasi *Kriging* dan menghasilkan model yang dapat dilihat di gambar 4.8 dan Lampiran.



Gambar 4.8 Peta batimetri Pantai Sembilan Giligenting



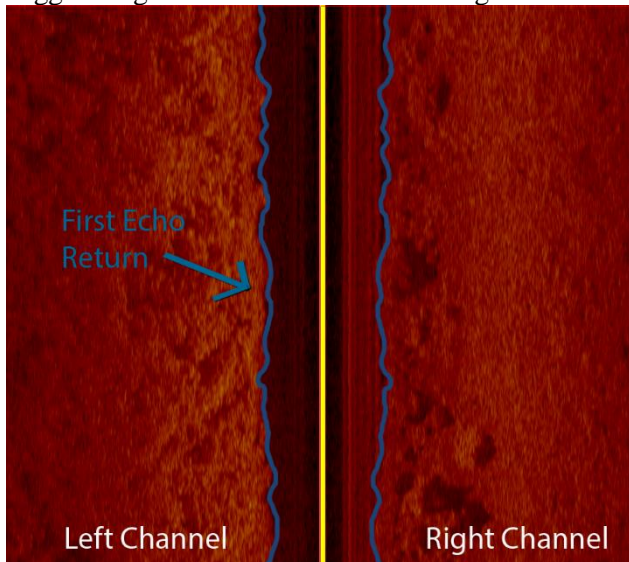
Gambar 4.9 Model 3 dimensi batimetri Pantai Sembilan

#### 4.4 Mozaik Side Scan Sonar

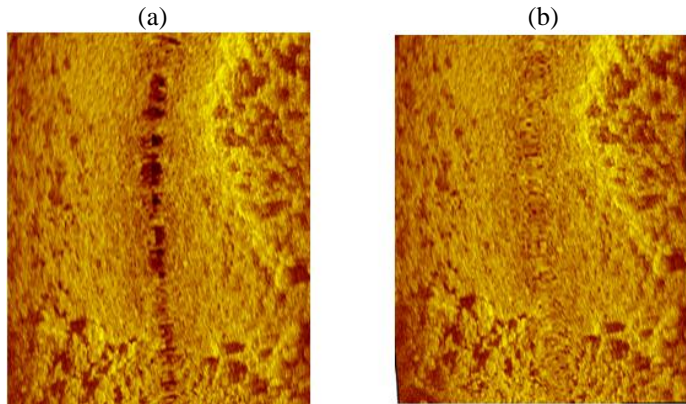
Data *Side Scan Sonar* (SSS) didapatkan dari akuisisi data menggunakan alat Garmin Echomap *SideVii* dengan format data (.rsd) dan diolah menggunakan *software* SonarTRX. Visualisasi hasil citra SSS yang berupa *grayscale* atau hitam-putih diubah menjadi warna *amber* atau coklat-kuning sehingga menyerupai fitur dasar laut. Koreksi yang dilakukan yaitu *Altitude Correction*, *Slant Range Correction* dan *Time Varying Gain*.

##### a. Altitude Correction

Koreksi ini dilakukan untuk mendapatkan nilai *first echo return* yaitu kedalaman dari laut. Kedalaman yang terukur oleh alat tidak mewakili obyek obyek kecil di dasar laut sehingga menghasilkan *noise* di daerah tengah nadir.



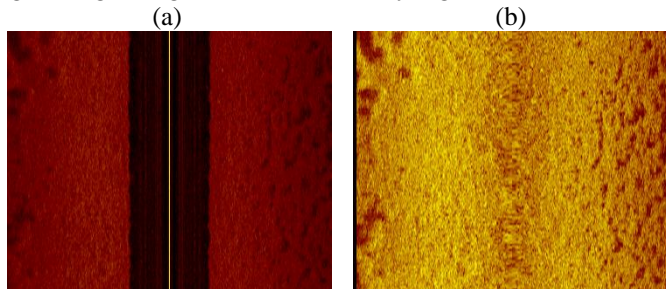
Gambar 4.10 Deteksi *first echo return* pada potongan klip 7 Hasil dari koreksi *Altitude* terlihat di hasil akhir dari pengolahan SSS yaitu dihasilkan citra tanpa ada *noise* di tengah rekaman SSS.



Gambar 4.11 Potongan citra SSS klip 4 sebelum *Altitude Correction* (a) dan setelah *Altitude Correction* (b)

b. *Slant Range Correction*

Koreksi ini digunakan untuk menghitung jarak sebenarnya dari obyek dasar laut dari nadir yang kemudian di visualisasikan ke citra SSS. *Slant Range Correction* (SRC) juga menghilangkan *water column* yang terlihat di citra SSS.

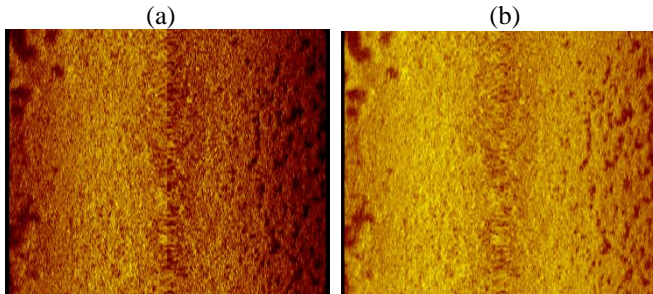


Gambar 4.12 Potongan citra SSS klip 1 sebelum SRC (a) dan sesudah SRC (b)

c. *Time Varying Gain*

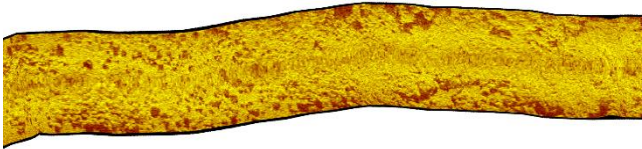
Koreksi ini dilakukan untuk mengkoreksi nilai *backscatter* yang melemah di jarak yang jauh dari nadir. *Time Varying Gain* (TVG) di lakukan dengan memasukkan parameter nilai

*gain* yang bisa berubah terhadap jarak dari nadir.



Gambar 4.13 Potongan citra SSS klip 1 sebelum TVG (a) dan TVG (b)

Setelah dilakukan koreksi data SSS maka akan dihasilkan *raster* citra tiap jalur SSS yang sudah terikat oleh koordinat dari perekaman seperti sebagai berikut:



Gambar 4.14 Hasil pengolahan SSS klip 5

Hasil pengolahan SSS yang berjumlah 14 klip kemudian di *export* ke format .TIFF untuk mempermudah proses mozaik. Proses mozaik dilakukan di Global Mapper dengan mempertimbangkan coverage dari tiap jalur sehingga menghasilkan mozaik citra akustik tanpa *blank spot*.





Gambar 4.15 Hasil mozaik citra akustik SSS

#### 4.5 Interpretasi mozaik citra akustik *Side Scan Sonar*

Dari mozaik citra akustik SSS dapat dilakukan interpretasi untuk mengetahui fitur dasar laut termasuk terumbu karang rusak. Interpretasi dilakukan menggunakan beberapa kunci yaitu: bentuk, ukuran, derajat kehitaman, pola dan tekstur. Hasil interpretasi kemudian divalidasi dengan foto bawah air dengan *timestamp* kemudian diikatkan dengan koordinat horizontal dan menghasilkan analisa sebagai berikut:

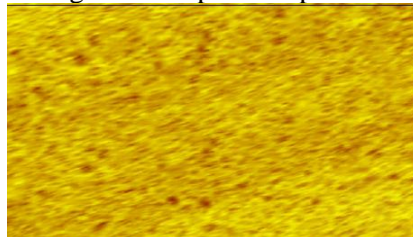
##### a. Pasir

- Fitur pasir dapat diinterpretasikan dengan kunci interpretasi sebagai berikut:

Tabel 4.3 Kunci interpretasi fitur pasir

Kunci Interpretasi	Keterangan
Bentuk	Butiran kecil
Ukuran	Sangat kecil
Derajat Kehitaman	Terang
Pola dan Tekstur	Halus tanpa <i>shadow</i>

- Fitur dasar laut berupa pasir dapat ditemukan pada citra akustik SSS dengan kenampakan seperti berikut:



Gambar 4.16 Kenampakan sampel fitur pasir dengan ukuran 10x15 meter

- Fitur pasir kemudian di validasi dengan foto bawah air dengan waktu pengambilan pukul 10:06:12 dengan koordinat  $7^{\circ}10'32,877''$  LS -  $113^{\circ}54'59,958''$  BT yang sama dengan pengambilan sampel. Validasi dilakukan di 6 titik interpretasi fitur pasir dengan 6 foto bawah air.



Gambar 4.17 Foto bawah air fitur pasir

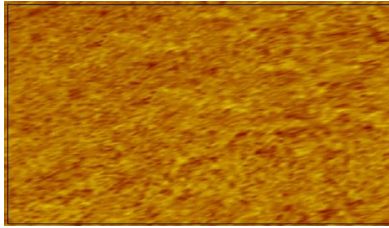
b. Lumpur

- Fitur lumpur dapat di interpretasikan dengan kunci interpretasi sebagai berikut:

Tabel 4.4 Kunci interpretasi fitur lumpur

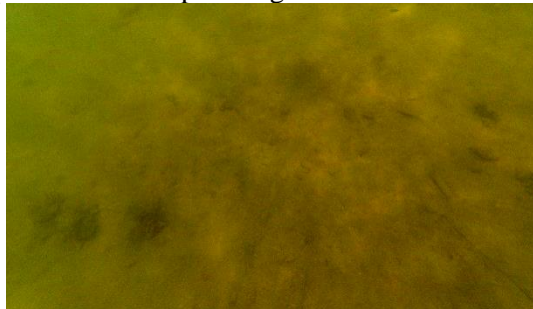
Kunci Interpretasi	Keterangan
Bentuk	Butiran kecil
Ukuran	Sangat kecil
Derajat Kehitaman	Gelap
Pola dan Tekstur	Halus tanpa <i>shadow</i>

- Fitur dasar laut berupa Lumpur dapat ditemukan pada citra akustik SSS dengan kenampakan yang mirip dengan fitur pasir namun lebih gelap karena nilai *backscatter* yang lebih lemah seperti berikut:



Gambar 4.18 Kenampakan sampel fitur lumpur dengan ukuran 10x15 meter

- Fitur lumpur kemudian di validasi dengan foto bawah air dengan waktu pengambilan pukul 10:15:28 dengan koordinat 7.175461985 LS - 113.918613 BT yang sama dengan pengambilan sampel. Validasi dilakukan di 6 titik interpretasi fitur lumpur dengan 6 foto bawah air.



Gambar 4.19 Foto bawah air fitur lumpur

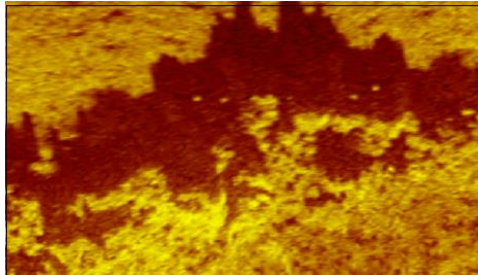
c. Tutupan Terumbu Karang *Barrier Reefs*

- Fitur terumbu karang *barrier reefs* dapat diinterpretasikan dengan kunci interpretasi sebagai berikut:

Tabel 4.5 Kunci interpretasi fitur Terumbu Karang  
*Barrier Reefs*

Kunci Interpretasi	Keterangan
Bentuk	Bongkahan karang
Ukuran	Besar (>2 meter)
Derajat Kehitaman	Terang dengan <i>shadow</i>
Pola dan Tekstur	Kumpulan bongkahan karang besar

- Fitur dasar laut berupa terumbu karang *barrier reefs* dapat ditemukan pada citra akustik SSS dengan kenampakan seperti berikut:



Gambar 4.20 Kenampakan sampel fitur Terumbu Karang *Barrier Reefs* dengan ukuran 10x15 meter

- Fitur *Barrier Reefs* kemudian di validasi dengan foto bawah air dengan waktu pengambilan pukul 9:49:42 dengan koordinat 7.175890217 LS - 113.9153152 BT yang sama dengan pengambilan sampel. Validasi dilakukan di 6 titik interpretasi fitur *Barrier Reefs* dengan 6 foto bawah air.



Gambar 4.21 Foto bawah air fitur *barrier reefs*

Dapat dilihat melalui foto bawah air fitur *barrier reefs* didominasi oleh *coral massive* dan *coral submassive*. Fitur *barrier reef* cenderung berada ujung koloni

terumbu karang berupa turunan di ketinggian 2-4 meter.

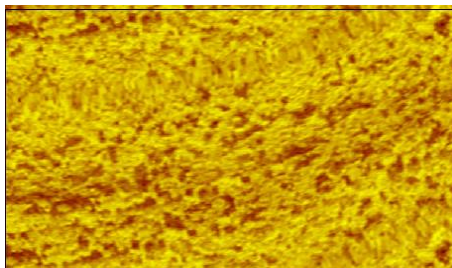
d. Tutupan Terumbu Karang Tepi

- Fitur terumbu karang tepi (*fringing reefs*) dapat diinterpretasikan dengan kunci interpretasi sebagai berikut:

Tabel 4.6 Kunci interpretasi fitur Terumbu Karang Tepi

Kunci Interpretasi	Keterangan
Bentuk	Bongkahan karang
Ukuran	kecil (<1 meter)
Derajat Kehitaman	Terang dengan <i>shadow</i>
Pola dan Tekstur	Kumpulan banyak karang kecil

- Fitur dasar laut berupa terumbu karang dapat ditemukan pada citra akustik SSS dengan kenampakan seperti berikut:



Gambar 4.22 Kenampakan sampel fitur terumbu Karang Tepi dengan ukuran 10x15 meter

- Fitur terumbu karang tepi kemudian di validasi dengan foto bawah air dengan waktu pengambilan pukul 9:48:12 dengan koordinat 7.1757142 LS -113.916132 BT yang sama dengan pengambilan sampel. Validasi dilakukan di 6 titik interpretasi fitur terumbu karang tepi dengan 6 foto bawah air.



Gambar 4.23 Foto bawah air fitur terumbu karang tepi. Dapat dilihat di foto bawah air tutupan terumbu karang terdiri dari jenis karang *arcopora* yang berukuran kecil.

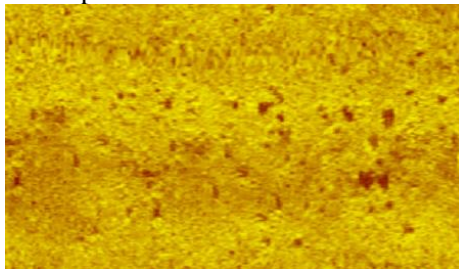
e. Terumbu Karang Mati

- Fitur terumbu karang mati dapat diinterpretasikan dengan kunci interpretasi sebagai berikut:

Tabel 4.7 Kunci interpretasi fitur Terumbu Karang mati

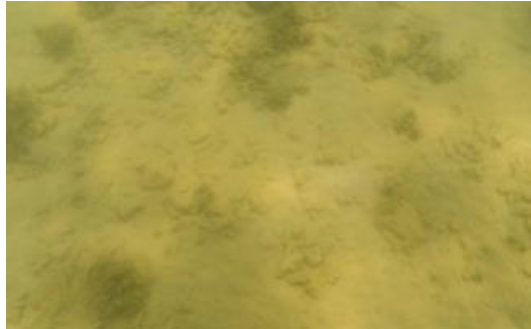
Kunci Interpretasi	Keterangan
Bentuk	Karang kecil dan pasir
Ukuran	kecil (<1 meter)
Derajat Kehitaman	Terang
Pola dan Tekstur	Didominasi pasir

- Fitur dasar laut berupa terumbu karang mati atau rusak dapat ditemukan pada citra akustik SSS dengan kenampakan seperti berikut:



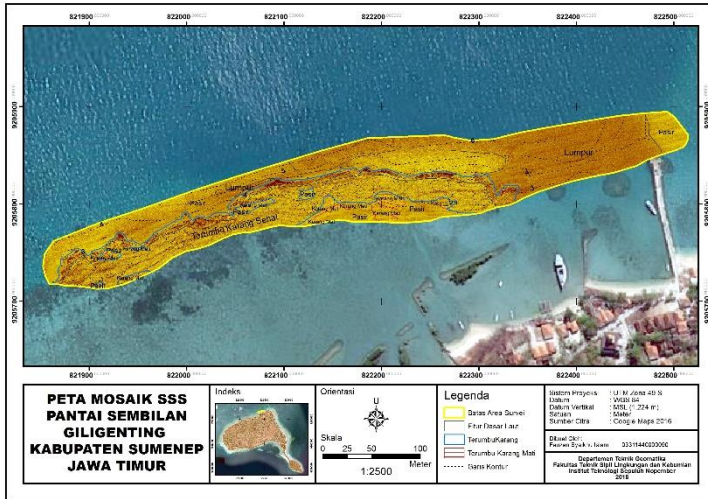
Gambar 4.24 Kenampakan sampel fitur terumbu karang rusak dengan ukuran 10x15 meter

- Fitur terumbu karang mati kemudian di validasi dengan foto bawah air dengan waktu pengambilan pukul 10:05:40 dengan koordinat 7.1758275 LS-113.917057 BT yang sama dengan pengambilan sampel. Validasi dilakukan di 6 titik interpretasi fitur terumbu karang mati dengan 6 foto bawah air.



Gambar 4.25 Foto bawah air fitur terumbu karang rusak. Dapat dilihat di foto bawah air fitur terumbu karang rusak didominasi oleh karang yang sudah patah dan tertimbun oleh pasir, masih ada beberapa obyek kecil yang menghasilkan *shadow*.

Dari interpretasi yang telah di validasi dengan data foto bawah air, maka dihasilkanlah Peta Fitur Dasar Laut Pantai Giligenting Kab. Sumenep yang dapat dilihat di gambar 4.26 dan lampiran.



Gambar 4.26 Peta Mozaik SSS Pantai Sembilan Giligenting

#### 4.5 Model 3 Dimensi Fitur bawah laut

Dari model 3 dimensi batimetri kemudian di *overlay* dengan citra akustik SSS dan menghasilkan model 3 dimensi fitur dasar laut seperti gambar 4.27



Gambar 4.27 Model 3 dimensi terumbu karang

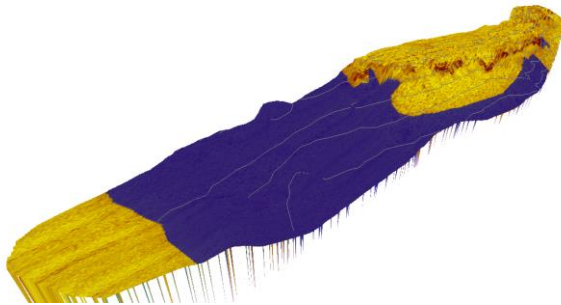
Model 3 dimensi terumbu karang menunjukkan fitur dasar laut yang telah di interpretasikan memiliki kedalaman tertentu. Dari hasil interpretasi Citra akustik fitur dasar laut kemudian



dianalisa kedalaman dari tiap fitur dengan hasil sebagai berikut:

- Fitur lumpur

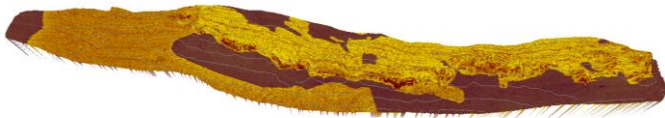
Fitur Lumpur sebagian besar berada di kedalaman lebih dari 4 meter dan sebagian kecil tersebar di kedalaman 3-4 meter.



Gambar 4.28 Fitur Lumpur pada Model 3 Dimensi  
(Warna Biru)

- Fitur pasir

Fitur pasir dengan area yang luas tersebar di kedalaman 3-4 meter, beberapa fitur pasir tersebar di sekitar terumbu karang dengan area yang kecil.

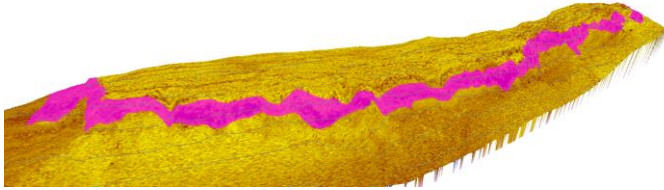


Gambar 4.29 Fitur Pasir pada Model 3 Dimensi  
(Warna Ungu)

- Fitur Terumbu Karang *Barrier Reefs*

*Barrier reefs* berada pada kedalaman 2-3 meter dengan lebar yang kecil sehingga menunjukkan turunan kedalaman laut yang signifikan di area *barrier reefs*. Sesuai dengan

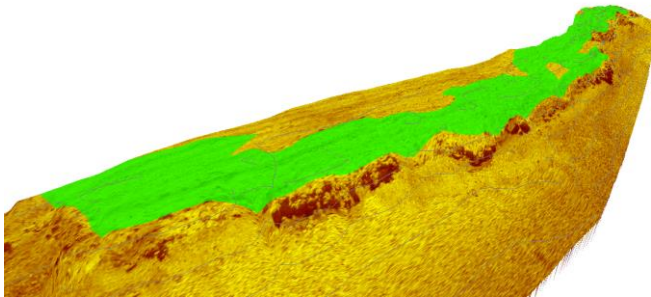
karakteristik *Barrier Reefs* yang merupakan batas dari koloni karang yang merbatasan langsung dengan *slope*.



Gambar 4.30 Fitur *Barrier Reefs* pada Model 3 Dimensi  
(Warna Merah Muda)

- Fitur Terumbu Karang Tepi

Karang tepi atau *Fringing reefs* berada pada kedalaman 1,5-2,5 meter dengan area yang luas. Area karang tepi cenderung landai di kedalaman dangkal sesuai tempat yang paling optimal karang untuk tumbuh dengan lokasi yang paling banyak terkena sinar matahari untuk fotosintesis.

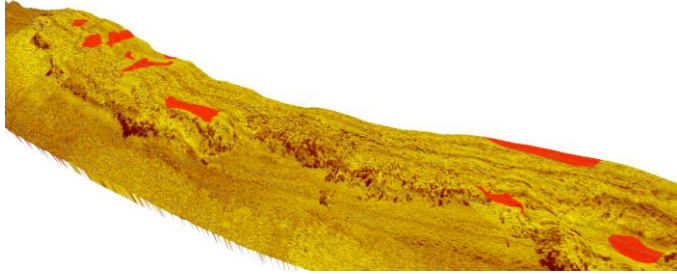


Gambar 4.31 Fitur Karang Tepi pada Model 3 Dimensi  
(Warna Hijau)

- Fitur Terumbu Karang Rusak

Terumbu karang rusak berada di kedalaman 1,5-2 meter dengan area yang kecil tersebar di sekitar terumbu karang tepi. Kerusakan yang terjadi kemungkinan besar disebabkan

oleh jangkar kapal atau draft kapal yang menabrak, karena kerusakan yang terlihat terjadi secara fisik (hancur) dan tersebar di kedalaman yang dangkal (tidak lebih dari 2 meter).



Gambar 4.32 Fitur Karang Rusak pada Model 3 Dimensi (Warna Merah)

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1 Kesimpulan

Pemodelan 3 dimensi terumbu Karang menggunakan *side scan sonar* dan *singlebeam echosounder* di Pulau Giligenting Kabupaten Sumenep menggunakan HiTarget HD370 dan Garmin Echomap 73sv menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Dihasilkan model 3 dimensi fitur dasar laut perpaduan *side scan sonar* dan *singlebeam echosounder* yang memiliki luas sebesar 43.527,110 m<sup>2</sup>, ditampilkan dengan model batimetri seluas 100.564,097 m<sup>2</sup> dengan kedalaman maksimal 7,667 meter dan kedalaman minal 1,403 meter menggunakan datum vertikal *Mean Sea Level* yang didapatkan dari pengolahan pasang surut 29 piantan sebesar 1,219 meter.
2. Dari interpretasi model 3 dimensi dihasilkan analisa fitur dasar laut dengan luas dari fitur pasir sebesar 30,79%, fitur lumpur sebesar 29,93%, fitur terumbu karang *barrier reef* yang tersebar di kedalaman 2-3 meter sebesar 10,08%, fitur terumbu karang kecil yang tersebar di kedalaman 1,5-2,5 meter sebesar 25,66% dan fitur terumbu karang rusak dengan kemungkinan disebabkan jangkar kapal atau *draft* kapal karena tersebar di kedalaman yang relatif kecil daripada sebaran terumbu karang sehat di 1,5-2 meter sebesar 3,51% dari total area survei SSS seluas 43.527,110 m<sup>2</sup>.

#### 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan pemeruman yang lebih matang dengan interval yang lebih rapat untuk mendapatkan model 3 dimensi terumbu karang yang lebih akurat.

2. Pemilihan waktu survei yang tepat sehingga data yang diambil tidak terganggu oleh pasang surut maupun pencahayaan yang kurang.
3. Perbandingan data *multibeam echosounder* dapat menghasilkan model 3D yang jauh lebih akurat.
4. Pengambilan Sampel fitur bawah laut menggunakan *grab sampler* untuk mendapatkan validasi interpretasi yang lebih akurat

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H Z. 2007. Introduction to GPS. Bandung: Modul Perkuliahan Geodesi Satelit.
- Arjiansah, R I. 2016. Analisis Ketelitian Pengamatan Gps Menggunakan Single Frekuensi Dan Dual Frekuensi Untuk Kerangka Kontrol Horizontal. Jurnal Geodesi Undip Vol 5, No 4, Tahun 2016.
- Blondel, Philip. 2009. The Hand Book of Side Scan Sonar. Chichester,UK : Praxis Publishing Ltd..
- BPS. 2018. Kecamatan Giligenting Dalam Angka. Kab. Sumenep : Badan Pusat Statistik Kabupaten Sumenep
- BSN. 2002. SNI 19-6726- 2002 Peta Dasar Lingkungan Pantai Indonesia Skala 1:50.000. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN. 2010. Survey Hidrografi Menggunakan *Singlebeam Echosounder*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Coral Alliance. 2006. Coral Reefs and Sustainable Marine Recreation. United States Environmental Protection Agency and the Florida Department of Environmental Protection.
- Dahuri, R. 2000. Kebijakan dan Strategi Pengelolaan Terumbu Karang di Indonesia. Prosiding Seminar Internasional Penginderaan Jauh Dalam Pengembangan Ekonomi dan Pelestarian Lingkungan. Hotel Kartika Candra, Jakarta, 11-12 April 2000.
- Djaja, R. 1989. Cara Perhitungan Pasang Surut Laut dengan Metode Admiralti. Dalam O. S. Ongkosongo, & Suyarso, Pasang Surut. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi: Jakarta.
- Arini, Dwi. 2013. Aplikasi *Magnetometer* Dan *Side Scan Sonar* Untuk Pemetaan Sebaran Anomali Kemagnetan Dasar Laut (Studi Kasus : Perairan Lohgung, Palang, Tuban, Jawa Timur). Jurnal Geodesi Undip Vol 2, no 4 Tahun 2013.

- Fahmi, Yunan. 2014. Pemetaan Kondisi Terumbu Karang Di Desa Sumberkencono Kabupaten Banyuwangi. Tugas Akhir. Program Studi Ilmu Kelautan, UIN Sunan Ampel.
- Hikmah, Rival. 2009. Kerusakan Terumbu Karang Di Kepulauan Karimunjawa. Skripsi. Universitas Indonesia.
- Julzarika, A. 2009. Pemodelan 3d Pulau Batu Mandi Menggunakan *Digital Elevation Model* (DEM) Turunan *Digital Surface Model* (DSM) *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) 90 Dengan Interpolasi *Cokriging*. Jurnal Penginderaan Jauh Vol. 6. 22-31
- Klein Associates, Inc. 1985. Side Scan Sonar Record Interpretation. Klein Associates, Inc. New Hampshire. USA.
- Manuhutu, JF. 2010. Klasifikasi Lifeform Terumbu Karang Menggunakan Instrumen Hidroakustik Simrad Ey 60 Di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Mahyuddin, MF. 2008. Penggunaan Perangkat Lunak Sonar Pro Untuk Pengolahan Data Side Scan Sonar. Skripsi. Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumian. Institut Teknologi Bandung.
- Obermeyer, N J dan Pinto, J K. 2008. Managing Geographic Information Systems. New York, The Guilford Press.
- Poerbandono dan Djunarsih, E. 2005. "Survey Hidrografi". Jakarta : Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Prarikeslan, Widya. 2016. Oseanografi: Edisi Pertama. Jakarta: Kencana Prenadamedia
- Purwanto, TH . 2015. Digital Terrain Modelling. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Supriharyono. 2000. Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang. Penerbit Djambatan, Jakarta.
- Talif, Musdiyana. 2017. Analisa Data Multibeam Echosounder Dan Side Scan Sonar Untuk Identifikasi Fitur Dasar Laut Di Perairan Kepulauan Riau. Tugas Akhir. Program Studi



- Teknik Geomatika ITS. Intitut Teknologi Sepuluh Nopember.
- UNEP. 1993. Monitoring Coral Reefs for Global Change, Regional Seas, Reference Methods for Marine Pollution Studies No. 61
- Walker, P dan Wood, E. 2005. The Coral Reef. New York: Facts On File, Inc.
- Wheeler, A.J. 2007. Morphology And Environment Of Cold-Water Coral Carbonate Mounds On The NW European Margin. International Journal of Earth Sciences Vol 96, No 1. 37-56.
- Widjajanti, N dan Sutanta, H. 2006. Model Permukaan Digital, Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, Universtas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Wijonarko, Wahyu. 2016. Kajian Pemodelan Dasar Laut Menggunakan *Side Scan Sonar* dan *Singlebeam Echosounder*. Jurnal Geodesi Undip Vol 5, No 2, Tahun 2016.
- Winardi. 2006. Penentuan Posisi Dengan GPS Untuk Survei Terumbu Karang. Puslit Oseanografi Lipi. Jakarta.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## LAMPIRAN



Gambar 1 Kapal akuisisi Side Scan Sonar



Gambar 2 dan 3. Pemasangan *Tranducers* Echomap



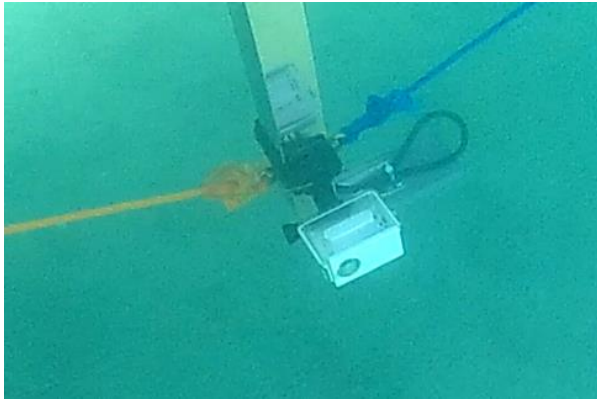
Gambar 4. Akuisisi data Echomap pada kapal



Gambar 5. Navigasi mengikuti jalur yang direncanakan



Gambar 6. Pemasangan Kamera bawah air



Gambar 7. Kamera bawah air pada *tranducers*



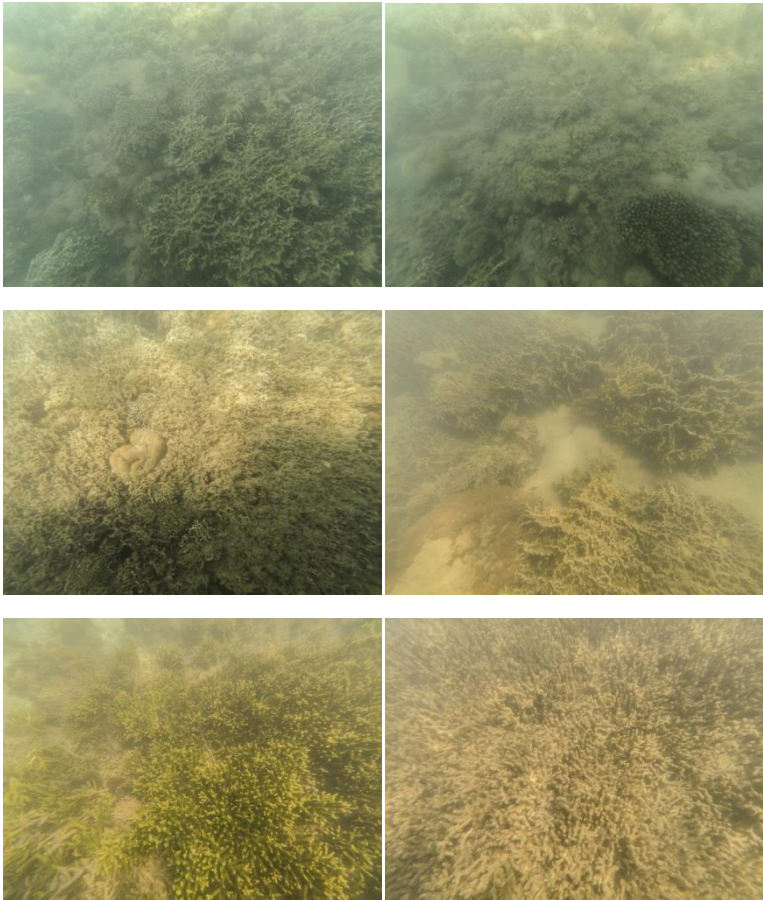
Gambar 8. Rambu Pengamatan Pasang Surut

Tabel 1. Data selisih titik HiTarget dan Echomap

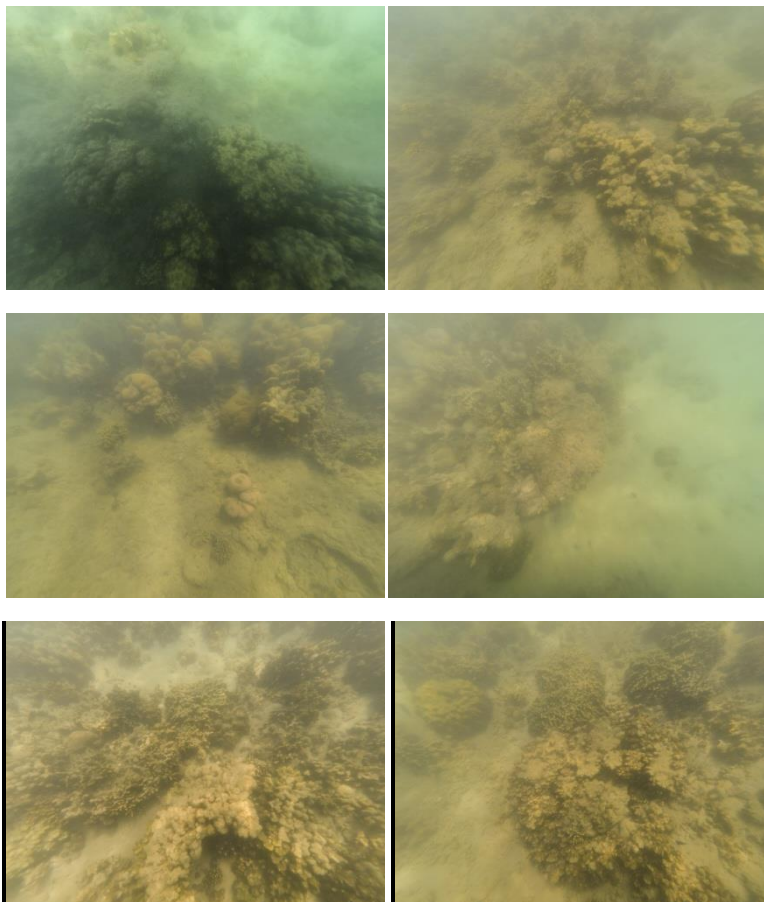
No	Data Hi Target			Data Echomap			Rata rata (m)	Selisih (m)
	X (m)	Y (m)	Z (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)		
1	821846.2	9205702	2.29	821846.6	9205701	1.96	2.125	0.33
2	821984.7	9205757	2.25	821983.7	9205756	2.07	2.16	0.18
3	822025.1	9205773	1.91	822022.7	9205772	1.82	1.865	0.09
4	822134.1	9205809	2.08	822133.4	9205809	1.8	1.94	0.28
5	822194.4	9205830	3.1	822193.1	9205830	3.13	3.115	-0.03
6	822216	9205785	1.99	822217.4	9205786	1.82	1.905	0.17
7	822326.9	9205823	3.99	822331.8	9205823	3.46	3.725	0.53
8	822498.3	9205871	3.66	822499.4	9205874	3.43	3.545	0.23
9	821823.1	9205692	3.15	821822.1	9205694	1.94	2.545	1.21
10	821876.4	9205714	2.2	821878.8	9205710	1.9	2.05	0.3
11	821937	9205739	2.13	821938.1	9205737	1.74	1.935	0.39
12	821952.7	9205745	2.12	821952.2	9205745	1.88	2	0.24
13	821992.8	9205760	2.26	821988.9	9205760	1.78	2.02	0.48
14	822033.3	9205776	2.17	822032.6	9205775	1.86	2.015	0.31
15	822125.7	9205806	1.89	822123	9205807	1.7	1.795	0.19

No	Data Hi Target			Data Echomap			Rata rata (m)	Selisih (m)
	X (m)	Y (m)	Z (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)		
16	822267.3	9205804	2.41	822266.7	9205807	2.12		
17	822318.4	9205821	4.02	822321.7	9205820	3.33	3.675	0.69
18	822335.5	9205826	4.04	822337	9205829	3.66	3.85	0.38
19	822352.7	9205831	4.33	822354.4	9205834	3.82	4.075	0.51
20	822521	9205876	3.46	822522.2	9205879	3.36	3.41	0.1

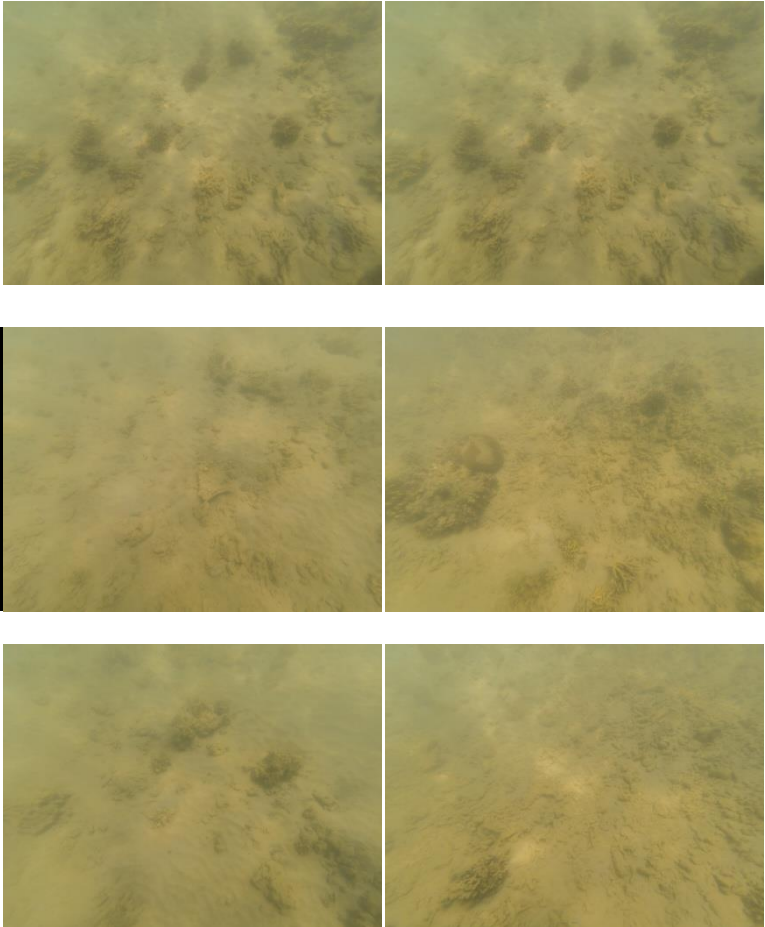




Gambar 9. Foto bawah air karang tepi



Gambar 10. Foto bawah air *Barrier reefs*



Gambar 11. Foto bawah air Karang Rusak

**SCRIPT PENGOLAHAN BATIMETRI**

```

clear all
clc
filename = 'D:\MAHASISWA\Kuliah\TUGAS AKHIR\DATA
Lapangan\Matlab\RAW tanggal 28\Raw
Kinematik.txt';
delimiter = {' ',':'};
formatSpec =
'%s%f%f%f%f%f*s*s*s*s*s*s*s*s*s*s*s*s*s*s
[^\n\r]';
fileID = fopen(filename,'r');
dataArray = textscan(fileID, formatSpec,
'Delimiter', delimiter, 'MultipleDelimsAsOne',
true, 'ReturnOnError', false);
fclose(fileID);
GPSH = dataArray(:, 1);
GPSM = dataArray(:, 2);
GPSs = dataArray(:, 3);
Lat = dataArray(:, 4);
Long = dataArray(:, 5);
clearvars filename delimiter formatSpec fileID
dataArray ans;
GPStime = (GPSH+7)+(GPSM/60)+(GPSs/3600);
filename = 'D:\MAHASISWA\Kuliah\TUGAS AKHIR\DATA
Lapangan\Matlab\RAW tanggal 28\11.00 sampai
11.48d.txt';
delimiter = {' ',':'};
formatSpec =
'%s%f%f%f*s*s*s*s*s*s*s*f[^\n\r]';
fileID = fopen(filename,'r');
dataArray = textscan(fileID, formatSpec,
'Delimiter', delimiter, 'ReturnOnError',
false);
fclose(fileID);
SBh = dataArray(:, 1);
SBm = dataArray(:, 2);
SBs = dataArray(:, 3);
depth = (dataArray(:, 4))+0.7;
clearvars filename delimiter formatSpec fileID
dataArray ans;

```

```
SBtime = (SBh-1)+(SBm/60)+(SBs/3600);
filename = 'D:\MAHASISWA\Kuliah\TUGAS AKHIR\DATA
Lapangan\Matlab\Pasut.txt';
delimiter = '\t';
formatSpec = '%f%f%[\n\r]';
fileID = fopen(filename,'r');
dataArray = textscan(fileID, formatSpec,
'Delimiter', delimiter, 'ReturnOnError',
false);
fclose(fileID);
PasutTime = dataArray(:, 1);
PasutN = dataArray(:, 2);
clearvars filename delimiter formatSpec fileID
dataArray ans;
LatFIX = interp1(GPStime, Lat, SBtime);
LongFIX = interp1(GPStime, Long, SBtime);
PasutCor = interp1(PasutTime, PasutN, SBtime);
MSL = 1.224 ;
MSLCor = MSL-PasutCor;
depthFIX = (MSLCor+depth)*-1;

SBES = [LatFIX LongFIX depthFIX];
```

**SCRIPT PENGOLAHAN PASANG SURUT**

```

%PROGRAM PENENTUAN KONSTITUEN DAN DATUM VERTIKAL
clc
clear all
format short
%data pengamatan Seruyan
[HARI JAM MENIT DETIK
ELEVASI]=textread('data_pasut_dermaga+BIG29.txt'
, '%f %f %f %f %f', 'headerlines', 1);

n=length(JAM);
t=0:n-1;
Y=ELEVASI;

%Menyusun Matriks Frekuensi Konstituen
%M2 S2 K1 O1 N2]
W=[(2*pi)/12.4206 (2*pi)/12.0000
(2*pi)/23.9344 (2*pi)/25.8194 (2*pi)/12.6584];
m=length(W);

%Menyusun Matriks Desain
X = ones(n,1);
for i=1:m
    X=[X cos(W(i).*t) ' sin(W(i).*t) '];
end

%Perhitungan Kuadrat Terkecil
Z=inv(X'*X)*(X'*Y);

%amplitudo konstituen
A_S0=Z(1);
A_M2=sqrt(Z(2)^2+Z(3)^2);
A_S2=sqrt(Z(4)^2+Z(5)^2);
A_K1=sqrt(Z(6)^2+Z(7)^2);
A_O1=sqrt(Z(8)^2+Z(9)^2);
A_N2=sqrt(Z(10)^2+Z(11)^2);

```

```

%relative phase of the constituents referenced
to time = 0
Phs_M2=(atan2(Z(3),Z(2)));
Phs_S2=(atan2(Z(5),Z(4)));
Phs_K1=(atan2(Z(7),Z(6)));
Phs_O1=(atan2(Z(9),Z(8)));
Phs_N2=(atan2(Z(11),Z(10)));

MSL=A_S0
HWS=A_S0+A_M2+A_S2+A_K1+A_O1
LWS=A_S0-(A_M2+A_S2+A_K1+A_O1)

F=(A_K1+A_O1)/(A_M2+A_S2)
TIME=((HARI-1)*24)+(JAM)-3);
m=ones(size(TIME));
MSLm=MSL*m;
HWSm=HWS*m;
LWSm=LWS*m;
plot (TIME,ELEVASI,TIME,MSLm);
xlabel('Waktu (Jam)');
ylabel('Elevasi (meter)');
title('Pengamatan Pasang Surut Dermaga
Giligenting');
legend('Pengamatan Pasang Surut','Nilai MSL')

```





## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya, 30 Agustus 1996, merupakan anak terakhir dari tiga bersaudara. Telah menempuh Pendidikan formal di SMP Islam Al-Hikmah Surabaya dan melanjutkan ke SMAN 5 Surabaya dan mengemban amanah sebagai Sekbid 7 Bidang olahraga dan mendirikan Organisasi Suporter Fiveouria pada tahun 2013. Selanjutnya penulis melanjutkan

Pendidikan S1 di Departemen Teknik Geomatika ITS pada tahun 2014 dan menghabiskan 3 tahun pertama berkecimpung di organisasi kampus. Penulis sempat menjadi ketua AdHoc Amandemen HIMAGE-ITS dan menjadi Staff Kementerian Kebijakan Publik di BEM ITS pada tahun 2015-2016. Penulis diamanahi menjadi Ketua Himpunan Mahasiswa Geomatika pada periode kepengurusan 2016-2017.