



TUGAS AKHIR - RG14536

**ANALISIS NILAI HAMBUR BALIK SEDIMEN PERMUKAAN
DASAR PERAIRAN MENGGUNAKAN DATA MULTIBEAM
ECHOSOUNDER EM302**

**KAMILA AKBAR
NRP 3513 100 027**

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

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL ASSIGNMENT - RG 141536

**ANALYSIS OF BACKSCATTER VALUE OF SEABED
SEDIMENT USING MULTIBEAM ECHOSOUNDER EM302**

KAMILA AKBAR
NRP 3513 100 027

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

GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Analisis Nilai Hambur Balik Sedimen Permukaan Dasar Perairan Menggunakan Data Multibeam Echosounder EM302

Nama Mahasiswa : Kamila Akbar
NRP : 3513 100 027
Jurusan : Teknik Geomatika FTSP - ITS
Dosen Pembimbing : 1. Danar Guruh Pratomo, S.T.,
M.T., Ph.D
2. Khomsin, S.T, M.T.

Abstrak

Multibeam echosounder merupakan instrumen akustik untuk pemetaan dasar perairan yang menghasilkan data kedalaman dan data nilai hambur balik (*backscatter*). Analisis terhadap nilai hambur balik memungkinkan dalam menentukan jenis, struktur dan sebaran sedimen dasar perairan. Intensitas hambur balik yang kuat menunjukkan jenis sedimen yang keras (*gravel, boulder*) dan intensitas hambur balik yang lemah menunjukkan permukaan yang halus (*mud, silt*). Metode yang digunakan dalam analisis nilai hambur balik yaitu metode *Angular Response Curve*, dimana hubungan antara nilai intensitas hambur balik dan respon sudut pantulan menghasilkan mosaik *backscatter* yang berbanding terbalik dengan resolusi spasial yang diberikan.

Penelitian ini menggunakan data hasil survei Indonesia Exploration 2010, dengan instrumen MBES *Kongsberg EM302* di perairan Sangihe Talaud, Sulawesi Utara. Pemrosesan *raw data* dilakukan dengan perangkat lunak SwathEd untuk menghasilkan peta batimetri dan mosaik hambur balik. Dari mosaik hambur balik, didapatkan rentang nilai hambur balik -9 dB sampai dengan -67 dB. Dilakukan re-klasifikasi, didapat 5 rentang nilai dB untuk jenis sedimen, yaitu tanah liat (*clay*), lumpur (*mud*), pasir (*silt*), kerikil (*gravel*), dan batu besar (*boulder*).

Kata Kunci : *Multibeam echosounder*, nilai hambur balik, sedimen, batimetri

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ANALYSIS OF BACKSCATTER VALUE OF SEABED SEDIMENT USING MULTIBEAM ECHOSOUNDER EM302

Name : Kamila Akbar
NRP : 3513100027
Department : Geomatics Engineering FTSP – ITS
Supervisor : 1. Danar Guruh Pratomo, S.T., M.T., Ph.D
2. Khomsin, S.T, M.T.

Abstract

Multibeam echosounder is an acoustic ocean mapping instrument that produces depth data and backscatter data. Analysis of backscatter value allows in determining the type, structure, and spatial distribution of deep sea sediment. High backscatter intensity indicate solid sediment type (gravel, boulder) and low intensity backscatter indicate soft sediment type (mud, silt). Method used in this research is *Angular Response Curve*, where the relation between backscatter value and angular response produce a backscatter mosaic which is inverse to the spatial resolution.

This research using data from Indonesia Exploration – Sangihe Talaud 2010, with Kongsberg EM302 MBES system. Raw data processed with SwathEd post processing software –based on UNIX program. Obtained bathymetry and mosaic backscatter map. From mosaic, there is a range of backscatter value of -9 dB to -67 dB. After reclassification, obtained 5 classes of deep sea sediment, i.e clay, mud, silt, gravel, and boulder.

Key words : Multibeam echosounder, backscatter value, deep sea sediments, bathymetry

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**ANALISIS NILAI HAMBUR BALIK SEDIMEN
PERMUKAAN DASAR PERAIRAN MENGGUNAKAN
DATA MULTIBEAM ECHOSOUNDER EM302**

TUGAS AKHIR

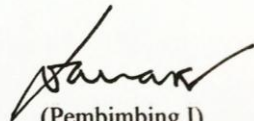
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi Strata-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

KAMILA AKBAR
NRP. 3513 100 027

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

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


(Pembimbing I)

2. Khomsin, S.T., M.T.
NIP. 19750705 200912 1 001


(Pembimbing II)



SURABAYA, JULI 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur ke hadirat Allah SWT, karena atas segala karunia dan kasih-NYA kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dalam Tugas Akhirnya yang berjudul “**Analisis Nilai Hambur Balik Sedimen Permukaan Dasar Perairan Menggunakan Data Multibeam Echosounder EM302**” sesuai dengan waktu yang ditentukan.

Pada kesempatan ini penulis hendak menyampaikan ucapan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih ini penulis tunjukkan kepada:

1. Kedua Orang tua, Bapak Syukur dan Ibu Eko, beserta kedua kakak penulis, mas Guntur dan mas Badai, yang selama ini selalu memberikan doa, semangat, dan dukungan.
2. Bapak Mokhamad Nur Cahyadi, ST, M.Sc, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Geomatika FTSP - ITS.
3. Bapak Danar Guruh Pratomo, S.T., M.T., Ph.D. dan Bapak Khomsin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang selalu sabar dalam membimbing penulis.
4. Bapak Yanto Budisusanto, S.T., M.Eng. selaku dosen wali penulis.
5. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) dan *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) sebagai sumber data Indonesia Expedition – Sangihe Talaud (INDEX –SATAL) 2010.
6. *Ocean Mapping Group (OMG)*, University of New Brunswick, Kanada, sebagai pengembang software SwathEd.
7. Bapak - Ibu Dosen dan Karyawan Teknik Geomatika FTSP-ITS.
8. Senior dan teman-teman seperjuangan G15, serta segenap penghuni lab Geomarine.

9. Teman-teman kosan Green House, Awang, Fandi, dll yang selalu membantu dan menghibur penulis.
10. Dan banyak lagi pihak – pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya

Penulis menyadari segala keterbatasan yang dimiliki, tentunya Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk pengembangan selanjutnya. Harapan penulis atas Tugas Akhir ini adalah semoga dapat memberikan manfaat bagi semua pihak dan dapat diterima sebagai sumbangan pemikiran dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Surabaya, Juni 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	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
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Survei Batimetri.....	5
2.2 Pasang Surut Air Laut	6
2.3 Penentuan Posisi Horizontal dengan <i>Real Time</i> GPS.....	8
2.4 Survei Indonesia Exploration Sangihe-Talaud 2010.....	9
2.5 <i>Multibeam Echosounder</i>	9
2.5.1 <i>Kongsberg EM302 MBES</i>	11
2.5.2 Spesifikasi <i>Kongsberg EM302</i>	12
2.5.3 Kalibrasi Sistem <i>Multibeam Echosounder EM302</i> ...	12
2.6 Teori Akustik Bawah Air	15
2.6.1 Propagasi Akustik Bawah Air	15

2.6.2 Nilai Hambur Balik	19
2.7 Sedimen Dasar Perairan	20
2.8 Metode <i>Angular Response Curve</i>	20
2.9 DTM	22
2.10 Penelitian Terdahulu.....	23
BAB III.....	24
METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Lokasi Penelitian	25
3.2 Data dan Peralatan	25
3.2.1 Data	25
3.2.2 Peralatan	26
3.3 Metodologi Penelitian	26
3.3.1 Metode Pelaksanaan Penelitian	26
3.3.2 Metode Pengolahan Data.....	28
BAB IV	31
HASIL DAN ANALISIS	31
4.1 Data dan Hasil Penelitian	31
4.1.1 Hasil Batimetri	31
4.1.2 Hasil Analisis Nilai Hambur Balik.....	37
4.2 Pembahasan	45
4.2.1 Identifikasi Fitur Dasar Perairan	45
4.2.2 Hasil Klasifikasi Sedimen	47
4.2.3 Grafik Angular Response Curve	50

BAB V	55
KESIMPULAN	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59
BIODATA PENULIS.....	61
LAMPIRAN	63

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi cara kerja multibeam echosounder	6
Gambar 2.2 Koreksi Kedalaman dan koreksi pasang surut.....	7
Gambar 2.3 Differential Global Positioning System.....	8
Gambar 2.4 Bentuk pancaran gelombang MBES	10
Gambar 2.5 Transduser EM302	11
Gambar 2.6 Ilustrasi Offset Statik.....	13
Gambar 2.7 Kalibrasi <i>pitch</i>	13
Gambar 2.8 Kalibrasi <i>roll</i>	14
Gambar 2.9 Kalibrasi <i>Yaw</i>	15
Gambar 2.10 Fenomena Refraksi	16
Gambar 2.11 Fenomena refleksi dan transmisi	16
Gambar 2.12 Ilustrasi <i>Transmission Loss</i>	18
Gambar 2.13 Korelasi nilai hambur balik dan sudut gelombang MBES	19
Gambar 2.14 Hubungan <i>Angular Response Curve</i> dan sifat fisik sedimen dasar perairan	20
Gambar 2.15 DTM Permukaan Perairan	23
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	25
Gambar 3.2 Tahap Pelaksanaan Penelitian	26
Gambar 3.3 Tahap Pengolahan Data	28
Gambar 4.1 Jalur Survei Kapal saat akuisisi data MBES	31
Gambar 4.2 Data Pasang Surut <i>Least Square</i> Stasiun Bitung	32
Gambar 4.3 Hasil Perhitungan <i>Mean Sea Level</i>	32
Gambar 4.4 Proses <i>cleaning data</i> di jendela Swath Editor	33
Gambar 4.5 DTM dalam format <i>.geotiff</i>	35
Gambar 4.6 Kontur pada DTM	35
Gambar 4.7 <i>Overlay</i> Kontur dan DTM	36
Gambar 4.8 Mosaik hambur balik yang belum terkoreksi pada jendela <i>ProcessBackscatter</i>	38

Gambar 4.9 Mosaik hambur balik setelah terkoreksi TVG	39
Gambar 4.10 Mosaik hambur balik setelah terkoreksi <i>Slant Range</i>	40
Gambar 4.11 Mosaik hambur balik terkoreksi <i>Beam Pattern</i>	41
Gambar 4.12 Mosaik hambur balik terkoreksi <i>Image Enhancement</i>	42
Gambar 4.13 Mosaik hambur balik terkoreksi	43
Gambar 4.14 Mosaik Nilai Hambur Balik keseluruhan	44
Gambar 4.15 Visualisasi 3D <i>seamount</i> dari DTM	45
Gambar 4.16 Profil Melintang <i>Seamount</i>	46
Gambar 4.17 Visualisasi DTM area penelitian	46
Gambar 4.18 Persebaran nilai hambur balik	48
Gambar 4.19 Hasil Klasifikasi Sedimen berdasarkan Nilai Hambur Balik	49
Gambar 4.20 Mosaik area sampel <i>line 18</i>	50
Gambar 4.21 Kurva <i>Angular Response Curve</i> pada sampel area <i>line</i> <i>18</i>	51
Gambar 4.22 Kurva <i>Angular Response Curve</i> pada sedimen <i>gravel</i>	53
Gambar 4.23 Kurva <i>Angular Response Curve</i> pada sedimen <i>sand</i>	54
Gambar 4.24 Kurva <i>Angular Response Curve</i> pada sedimen <i>mud</i>	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi sedimen berdasarkan ukuran	18
Tabel 4.1 <i>Boundary</i> DTM	34

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 *Script ProcessBackscatter*

Lampiran 2 Peta Batimetri

Lampiran 3 Peta Sebaran Jenis Sedimen

Lampiran 4 Tabel Nilai Hambur Balik Rata-rata *Line 18*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Multibeam echosounder (MBES) merupakan instrumen akustik yang digunakan untuk pemetaan dasar perairan dengan prinsip menghasilkan sinyal akustik pendek atau *ping* menuju dasar perairan dan menangkap sinyal yang terpantul dari dasar perairan. Selang waktu antara penyebaran sinyal akustik dan kembalinya sinyal adalah nilai kedalaman berdasarkan selang waktu tempuh gelombang akustik pergi-pulang. Nilai kedalaman tersebut digunakan untuk mengetahui keberadaan benda-benda di bawah perairan (Manik, 2015).

Selain data kedalaman, data lain yang didapat dari instrumen MBES yaitu nilai hambur balik (*backscatter*) dari sinyal akustik yang dipantulkan oleh permukaan dasar laut. *Backscatter* adalah intensitas sinyal akustik yang dipantulkan oleh dasar perairan menggunakan fungsi respon sudut pantulan (*Angular Response*), hasil yang didapat berupa kurva hubungan antara nilai intensitas hambur balik dan respon sudut pantulan. Dari hubungan ini dapat ditentukan tipe sedimen dasar perairan dimana tiap tipe sedimen yang berbeda biasanya menunjukkan tingkat intensitas yang berbeda, sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi tipe dan penyebaran spasial morfologi dari sedimen dasar perairan (Hasan dkk, 2014).

Metode pendekatan yang digunakan dalam menganalisis hubungan antara nilai intensitas hambur balik dan respon sudut pantulan yaitu metode *Angular Response Curve* yang dikembangkan oleh Fonseca dan Calder pada tahun 2007. Namun, keterbatasan metode ini terletak pada kemampuan instrumen MBES yang digunakan. Hasil mosaik *backscatter* yang dihasilkan dari pemrosesan sinyal akustik berbanding terbalik dengan resolusi spasial yang diberikan. Dapat dikatakan ketika analisa mengenai respon sudut (*angular response*) menghasilkan nilai yang tinggi, maka resolusi spasial yang dihasilkan akan rendah.

Pada penelitian ini dilakukan analisis terhadap respon sudut dari sinyal akustik MBES yang kembali akan menghasilkan informasi mengenai struktur dan kekerasan (*roughness*) sedimen dasar perairan, yang digunakan untuk melakukan klasifikasi tipe sedimen dasar perairan.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a) Bagaimana melakukan pengolahan *raw data* MBES untuk menghasilkan peta bathimetri?
- b) Bagaimana melakukan klasifikasi jenis sedimen dasar perairan dengan instrumen MBES?
- c) Bagaimana mengetahui sebaran jenis sedimen dengan metode *Angular Response Curve*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a) Data bathimetri yang digunakan adalah hasil Survei Indonesia Exploration Sangehe Talaud INDEX-SATAL 2010. Data yang diberikan terdiri dari *raw data multibeam* Leg 3 dalam format data *.all.
- b) Metode yang digunakan dalam analisa nilai hambur balik (*backscatter*) yaitu metode *Angular Response Curve*.
- c) Hasil dari penelitian berupa peta persebaran sedimen dari klasifikasi nilai hambur balik.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir ini adalah melakukan pengolahan *raw data Multibeam echosounder* EM302 untuk menghasilkan peta batimetri dan peta sebaran sedimen yang diklasifikasikan berdasarkan nilai hambur balik MBES yang dianalisis dengan metode *Angular Response Curve*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a) Menampilkan mosaik hambur balik (*backscatter*) permukaan dasar perairan
- b) Menghasilkan klasifikasi jenis sedimen berdasarkan nilai hambur balik
- c) Menampilkan peta bathimetri dan peta sebaran jenis sedimen berdasarkan hasil klasifikasi yang dapat digunakan untuk mengetahui kondisi habitat perairan dalam

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

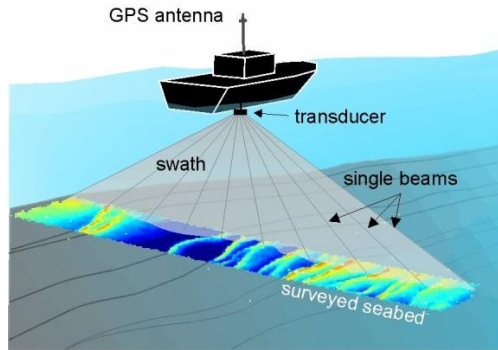
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Survei Batimetri

Survei batimetri merupakan proses untuk mendapatkan data kedalaman, kondisi topografi dasar laut, dan untuk menentukan posisi titik di dasar perairan dalam suatu sistem koordinat tertentu, sehingga menghasilkan model bentuk topografi dasar laut yang divisualisasikan dalam peta batimetri. Agar memenuhi syarat kualitas peta batimetri yang baik, dijelaskan pada publikasi khusus SP-44 tahun 2008, bahwa survei batimetri harus mengacu pada standar minimum ketelitian *International Hydrographic Organization* (IHO) (Rismanto, 2011).

Salah satu metode yang diterapkan pada pengukuran batimetri yaitu dengan menggunakan teknologi akustik dasar laut. Akustik dasar laut mempunyai keterkaitan antara lain dalam proses perambatan sinyal akustik pada perairan yang mampu memberikan informasi dasar perairan dan penentuan posisi di perairan. Salah satu teknologi akustik dalam pemetaan batimetri yaitu dengan menggunakan *multibeam echosounder* yang ditunjukkan pada Gambar 2.1, dalam penelitian ini menggunakan alat *multibeam echosounder* Kongsberg EM302 yang terdapat pada wahana kapal riset *RV Okeanos Explorer* milik *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA).

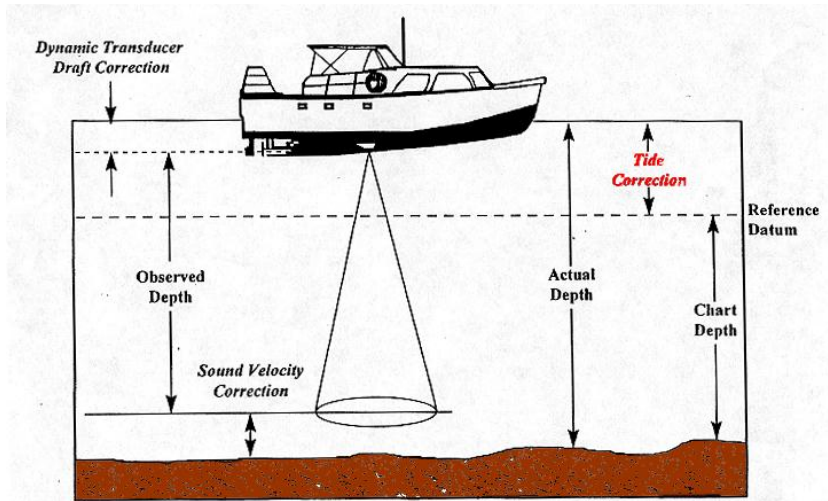


Gambar 2.1 Ilustrasi cara kerja multibeam echosounder (Arry, 2010)

2.2 Pasang Surut Air Laut

Pasang surut laut merupakan perubahan naik dan turunnya permukaan laut secara periodik yang disebabkan oleh pengaruh gravitasi benda-benda langit terutama matahari dan bulan. Tujuan dari pengamatan pasang surut dalam survei batimetri ialah untuk menentukan bidang referensi kedalaman seperti kedalaman rata-rata (*mean sea level*) atau muka surutan (*chart datum*) dan penentuan koreksi hasil pengukuran kedalaman agar dapat mengacu pada salah satu bidang referensi vertikal (Pariwono, 1989).

Mean sea level merupakan bidang permukaan laut rata-rata yang diperoleh dari merata-ratakan pengamatan tinggi muka air laut pada selang waktu tertentu. Sedangkan, muka surutan merupakan bidang referensi vertikal yang dipilih berada di bawah permukaan air terendah berdasarkan pengamatan pasang surut. Muka surutan harus ditetapkan sedemikian rupa agar air rendah yang mungkin terjadi di daerah itu hampir tidak melebihi (lebih rendah) dari muka surutan tersebut (Rismanto, 2001).



Gambar 2.2 Koreksi Kedalaman dan koreksi pasang surut (NOAA, 2012).

Koreksi kedalaman pada Gambar 2.2 dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$D = d + \text{draft} + SV - H_v - \text{tides} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

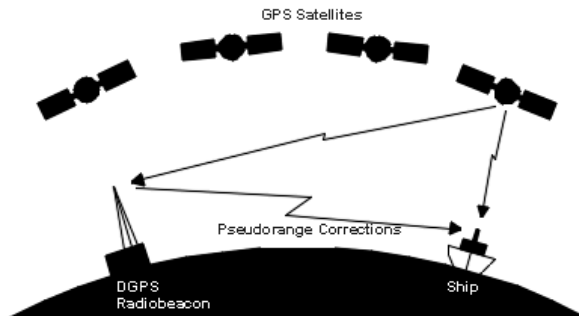
- D = kedalaman terkoreksi
- d = kedalaman saat akuisisi
- SV = koreksi *sound velocity*
- H_v = koreksi *heave/attitude*
- Tides = koreksi pasang surut

2.3 Penentuan Posisi Horizontal dengan *Real Time GPS*

Tujuan dari penentuan pemeruman adalah untuk mengetahui koordinat horisontal pengukuran batimetri. Pada pengukuran batimetri dilakukan diatas wahana yang bergerak, baik disebabkan oleh wahana tersebut maupun karena permukaan air laut itu sendiri yang selalu bergerak vertikal ataupun horisontal.

Dengan demikian, dalam setiap pengukuran kedalaman perlu ditentukan posisinya pada saat bersamaan. Maka tiap angka kedalaman (z) yang didapat akan ditentukan posisinya (x,y). Dalam penentuan koordinat horisontal menggunakan sistem Differential GPS dengan metode *Real Time Differential GPS*. Metode tersebut digunakan untuk objek yang bergerak (kapal), dan menggunakan titik referensi dari stasiun referensi terdekat secara otomatis.

Real Time Differential GPS adalah sistem penentuan posisi secara real time differential dengan menggunakan data pseudorange. Stasiun monitor mengirimkan koreksi differential secara *real time* menggunakan sistem komunikasi data ke kapal (Poerbandono, 2005).



Gambar 2.3 *Real Time Differential Global Positioning System* (AMSA,2012)

Real time berarti proses yang dilakukan untuk menampilkan koordinat pada saat itu juga. Diperlukan minimum dua *receiver* GPS yaitu di stasiun referensi dan di stasiun pengamat. Stasiun referensi adalah stasiun yang telah diketahui koordinatnya, sedangkan stasiun pengamat adalah stasiun yang akan ditentukan posisinya. Data hasil pengukuran yang didapatkan berupa posisi satelit, jarak satelit ke penerima, informasi waktu dan lain sebagainya.

2.4 Survei Indonesia Exploration Sangihe-Talaud 2010

Pada tanggal 21 Juli – 7 Agustus 2010 peneliti Indonesia yang diwakili oleh BPPT dan Amerika yang diwakili oleh NOAA melakukan kerja sama dalam sebuah ekspedisi untuk menjelajahi laut dalam di perairan Sulawesi Utara, tepatnya di perairan Sangihe-Talaud. Ekspedisi ini kemudian dinamai ekspedisi INDEX-SATAL 2010. Wahana kapal survei yang digunakan yakni *RV Okeanos Explorer* dan *RV Baruna Jaya IV*. Diharapkan ekspedisi ini mengeksplorasi keberadaan ekosistem dasar perairan, dan sedimen dasar perairan (NOAA, 2012).

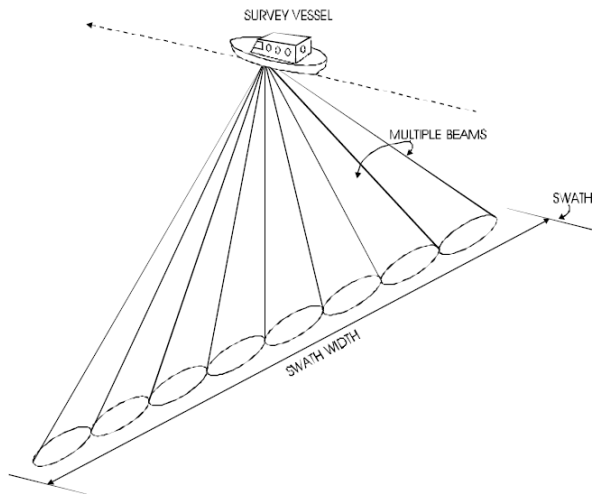
Salah satu pekerjaan yang dilakukan pada ekspedisi ini yaitu pemetaan dasar laut dengan sistem sonar *multibeam echosounder* yang akan menghasilkan peta dasar laut atau peta bathimetri dan peta mosaik *backscatter*. Peta ini kemudian digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik dan sebaran jenis sedimen dasar perairan.

2.5 Multibeam Echosounder

Kedalaman laut merupakan jarak antara dasar laut pada suatu tempat terhadap permukaan lautnya. Tujuan dari pengukuran kedalaman adalah untuk mendapatkan nilai titik-titik kedalaman topografi dasar laut. Pengukuran dilakukan dengan metode gelombang akustik yang dipancarkan oleh transduser

(pemancar) yang dipasang dibawah *vessel* menuju permukaan dasar perairan yang kemudian dipantulkan kembali menuju hidrofon (penerima) sehingga didapatkan nilai kedalaman berdasarkan selang waktu tempuh gelombang akustik pergi-pulang. Pola yang dipancarkan adalah melintang dan melebar terhadap badan kapal. Setiap *beam* yang dipancarkan akan mendapatkan satu titik kedalaman (de Moustier, 1998).

Konfigurasi transduser merupakan gabungan beberapa *stave* yang tersusun seperti matriks (*array*). *Stave* adalah bagian dari transduser yang dimiliki *multibeam echosounder*, yang memiliki fungsi sebagai saluran untuk memancarkan dan menerima pulsa akustik yang dipantulkan dari dasar laut. Selanjutnya, gelombang akustik yang dipantulkan dari dasar laut tersebut akan diinisialisasi oleh transduser untuk dapat membedakan gelombang pantul yang datang (de Moustier, 2008).



Gambar 2.4 Bentuk pancaran gelombang MBES (de Moustier, 2008)

2.5.1 *Kongsberg EM302 MBES*

Multibeam echosounder EM302 didesain untuk melakukan pemetaan dasar perairan dengan hasil resolusi dan akurasi tinggi yang dapat menjangkau kedalaman hingga 7000 m. Pemfokusan *beam* diterapkan selama pengeperasiannya. Sistem EM302 MBES memiliki hingga 432 *sounding* per sapuan dengan sudut yang otomatis disesuaikan dengan cakupan kedalaman (Kongsberg, 2008).

Transduser *EM302* berbentuk *modular linear array* berkonfigurasi secara *cross* dengan pemisahan bagian *transmitter* dan *receiver*. Sudut *transmitter* 0.5, 1, 2, dan 4 derajat, sedangkan sudut *receiver* 1, 2, dan 4 derajat.



Gambar 2.5 Transduser EM302 (NOAA, 2008)

2.5.2 Spesifikasi *Kongsberg EM302*

Spesifikasi EM302 MBES adalah sebagai berikut (Kongsberg, 2008) :

- 1) Frekuensi : 30 kHz
- 2) Jarak kedalaman : 10-7000 m
- 3) Lebar sapuan : ± 8 km
- 4) Toleransi gerakan : *Yaw* $\pm 10^\circ$, *Pitch* $\pm 10^\circ$, *Roll* $\pm 15^\circ$

2.5.3 Kalibrasi Sistem *Multibeam Echosounder EM302*

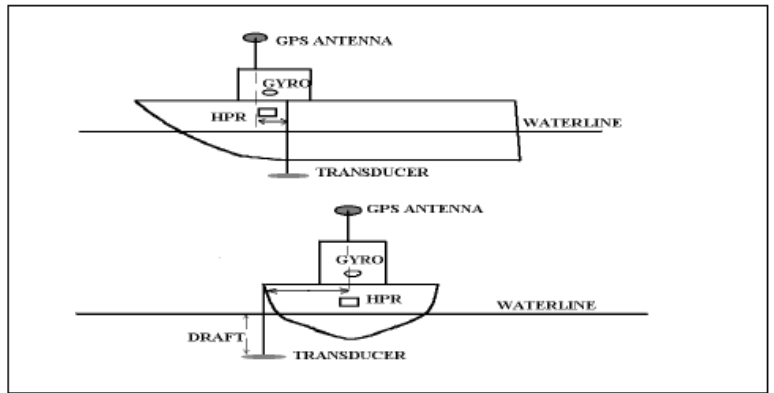
Pendekatan sistematis yang digunakan untuk mengkalibrasi sensor yang digunakan dalam akuisisi data MBES. Kalibrasi ini digunakan untuk memeriksa dan menentukan besarnya kesalahan yang terdapat pada tiga sensor utama, yaitu sensor navigasi, sensor gerakan, dan sensor *echosounder*.

Tahap-tahap dalam proses kalibrasi sistem MBES EM302 meliputi (Kongsberg, 2008) :

1) Kalibrasi *Offset Static*

Kalibrasi ini mengetes kelurusan dan offset-offset statis dari sensor-sensor yang disesuaikan kepada *centerline* dari kapal dan transduser. Kelurusan itu akan mengurangi koreksi statik dari tiap sensor dan dapat dilaksanakan dengan GPS receiver.

Offset static dari sensor pada sistem MBES adalah jarak-jarak antara sensor-sensor dan titik referensi kapal (*Center of Gravity*) terhadap antena GPS, dll.

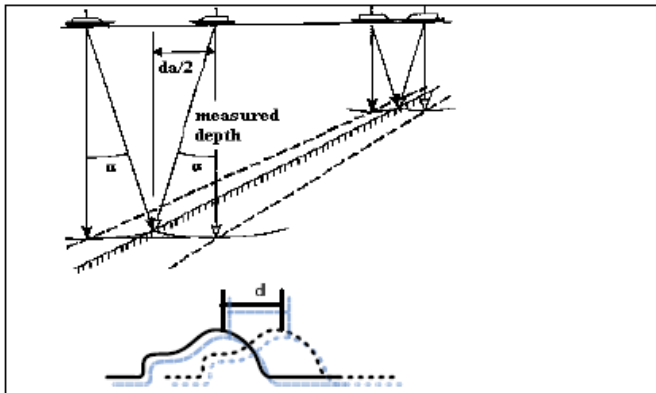


Gambar 2.6 Ilustrasi Offset Statik (Mann, 1996)

2) Uji Keseimbangan (*Patch Test*)

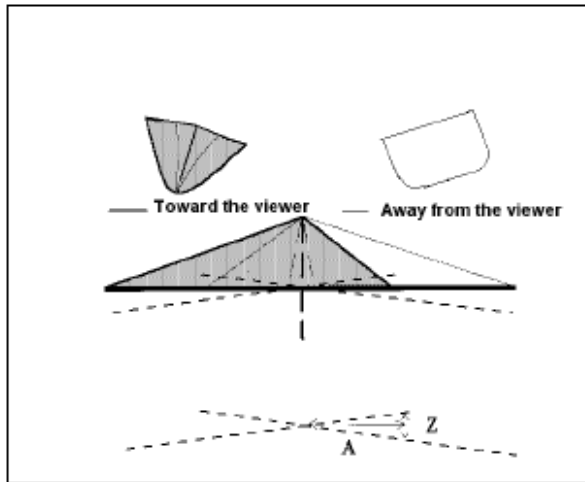
Setelah offset-offset statik ditentukan, selanjutnya dilakukan uji keseimbangan sistem MBES yang meliputi :

- a) Kalibrasi *Pitch*
- b) Kalibrasi *Roll*
- c) Kalibrasi *Yaw*



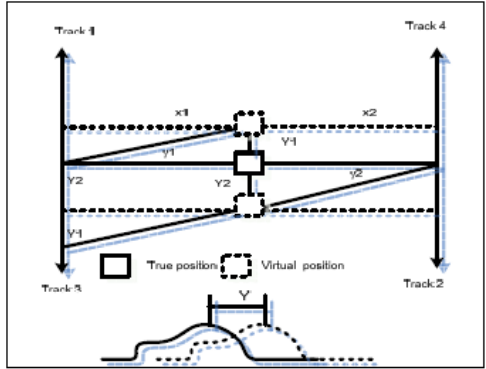
Gambar 2.7 Kalibrasi *pitch* (Mann, 1996)

Pada Gambar 2.7 saat survei dasar laut yang datar, *pitch offset* akan menciptakan dasar laut yang lebih dalam atau lebih dangkal dari dasar laut yang sebenarnya tergantung pada arah *offset*. Masalah lainnya dengan *pitch offset* adalah ketika sounding pada lereng. Dikarenakan kesalahan *pitch*, lereng akan ditemukan pada posisi yang berbeda dari sebenarnya (Mann, 1996).



Gambar 2.8 Kalibrasi *roll* (Mann, 1996)

Kalibrasi *Roll* yang ditunjukkan pada Gambar 2.8 merupakan parameter yang sangat penting ketika menggunakan *swath sounder* karena kebanyakan *swath sounder* akan menyapu tegak lurus searah dengan pergerakan kapal survei. Kesalahan ini akan dapat diabaikan untuk sorotan pusat dan mencapai maksimumnya untuk sorotan luar (Mann, 1996).



Gambar 2.9 Kalibrasi Yaw (Mann, 1996)

Kalibrasi *yaw* dilakukan dengan membuat dua garis yang parallel dengan arah yang sama pada area patch test. Di dalam kalibrasi yaw adalah kedua jalur dari pengamatankalibrasi sejajar dan memiliki spasi sebesar dua kali kedalaman dasar laut di area tersebut, serta kecepatan kapal yang sama (Mann, 1996).

2.6 Teori Akustik Bawah Air

2.6.1 Propagasi Akustik Bawah Air

Propagasi akustik merupakan transmisi dari suatu energi akustik yang dipancarkan oleh MBES melalui media perantara air untuk menuju ke permukaan dasar perairan. Dalam perambatannya, sonar MBES mengalami refraksi, refleksi dan transmisi (Urlick, 1983).

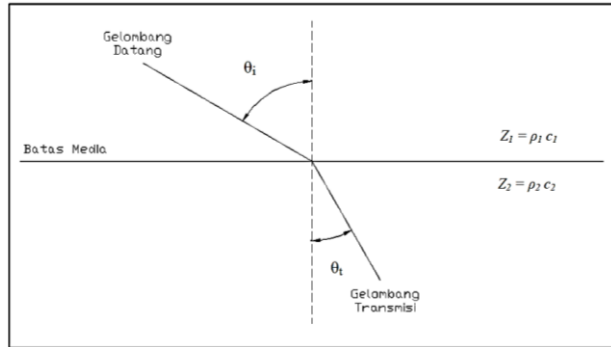
1) *Spherical spread*

Gelombang akustik menyebar sebagai gelombang bola pada media homogen. Intensitas gelombang I menurun dengan jarak R berbanding terbalik dengan permukaan bola :

$$I \sim \frac{1}{R^2} \dots\dots\dots (2.1)$$

2) Refraksi

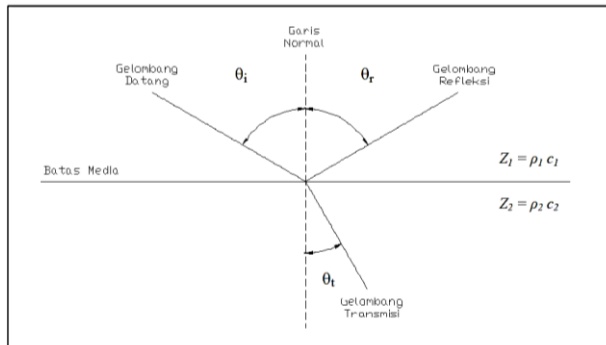
Refraksi merupakan suatu fenomena pembelokan arah rambat gelombang. Fenomena ini dipengaruhi oleh variasi kecepatan suara yang disebabkan oleh salinitas, temperatur, dan kedalaman perairan.



Gambar 2.10 Fenomena Refraksi (Urlick, 1983)

3) Refleksi dan Transmisi

Propagasi akustik media air laut menyebabkan sebagian energi gelombang direfleksikan dan sebagian lagi ditransmisikan.



Gambar 2.11 Fenomena refleksi dan transmisi (Urlick, 1983)

4) Persamaan Akustik (Sistem Sonar)

Untuk menginterpretasikan informasi akustik yang berasal dari interaksi gelombang akustik MBES dengan permukaan dasar perairan, tiap artifak yang dihasilkan dari sistem sonar atau dari lingkungan harus dihilangkan dari data rekaman saat pemrosesan data. Persamaan 2.2 menunjukkan keseluruhan proses interaksi dan karakteristik penghamburan target bawah air (Urick, 1983).

Bentuk persamaan akustik sistem sonar :

$$SN = SL - 2TL - NL + BS + DI \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

- a) SN : *Signal to Noise Ratio*

Persamaan akustik untuk sonar yang mendefinisikan sinyal atau deteksi *echo*.

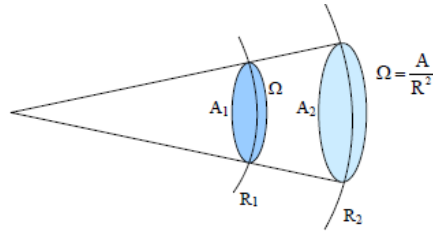
- b) SL : *Source Level*

Merupakan sumber energi atau daya yang dipancarkan oleh transduser sistem sonar MBES yang memberikan tingkat intensitas sinyal akustik :

$$SL = 10 \cdot \log_{10} \frac{I_1}{I_{Ref}} \dots\dots\dots (2.3)$$

- c) TL : *Transmission Loss*

Merupakan jumlah energi yang hilang disebabkan oleh geometri dari *beam* selama melewati lapisan bawah air untuk mencapai permukaan dasar perairan.



Gambar 2.12 Ilustrasi *Transmission Loss*

Jika Intensitas saat $R_1 = 1$ m, jarak dimana *Source Level* diketahui, maka persamaan *Transmission Loss* :

$$TL = 20 \log_{10} r + Ar \dots\dots\dots (2.4)$$

d) *NL : Noise Level*

Energi yang dihasilkan oleh obyek lain selain MBES, seperti noise mesin kapal, propeler kapal, gesekan lambung kapal dengan arus air. *NL* tergantung pada tingkat *noise* spektral lingkungan (N_0) dan pada *bandwidth* transduser selama penerimaan sinyal (w).

$$NL = N_0 + 10 \log_{10} w \dots\dots\dots (2.5)$$

e) *BS : Backscatter Strength*

Nilai *BS* dideskripsikan sebagai jumlah logaritma kekuatan hamburan balik akustik per satuan luas (S_b), yang bergantung pada sifat reflektif dasar perairan dan daerah hamburan balik efektif (A), area pada permukaan dasar perairan yang berkontribusi terhadap hamburan balik.

$$BS = S_b + 10 \log_{10} A \dots\dots\dots (2.6)$$

f) *DI : Directivity Index*

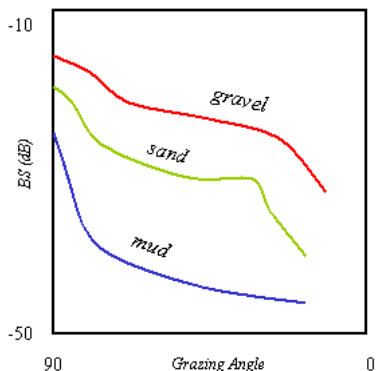
Pemfokusan energi pada target permukaan dasar perairan. Untuk *array* dengan panjang L , dan panjang gelombang akustik λ , (dengan $L \gg \lambda$).

$$DI = 10 \log_{10} (2L/\lambda) \dots\dots\dots(2.7)$$

2.6.2 Nilai Hambur Balik

Permukaan dasar laut memiliki karakteristik memantulkan dan menghamburkan kembali gelombang akustik. Efek yang dihasilkan lebih kompleks karena sifat dasar laut yang tersusun oleh beragam unsur bebatuan yang keras hingga lempung yang halus serta lapisan-lapisan yang memiliki komposisi yang berbeda-beda (Urick, 1983).

Semakin besar nilai *grazing angle* instrumen MBES, maka semakin besar nilai hambur balik yang didapat dan respon sedimen yang berbeda, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.13. Hal ini menyatakan bahwa semakin bertambahnya ukuran butiran sedimen maka akan berpengaruh terhadap nilai intensitas *backscatter* (BS) yang dihasilkan.

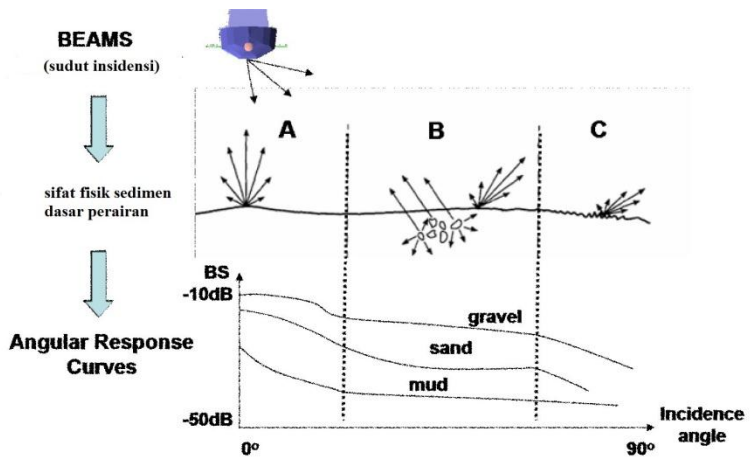


Gambar 2.13 Korelasi nilai hambur balik dan sudut gelombang MBES (Clarke, 2003)

2.7 Metode *Angular Response Curve*

Respon sudut merupakan istilah yang biasanya digunakan untuk menentukan ketergantungan nilai hambur balik terhadap sudut insidensi (Clarke, 2003)

Seperti pada Gambar 2.14, beam dapat ditransmisikan dalam banyak sudut insidensi.



Gambar 2.14 Hubungan *Angular Response Curve* dan sifat fisik sedimen dasar perairan

Sifat fisik sedimen dasar perairan berkontribusi terhadap nilai hambur balik yang diterima. Sifat-sifat ini terkait dengan antarmuka dasar perairan (impedansi dan kekasaran) dan tingkat inhomogenitas sedimen yang terkubur di dalam permukaan dasar perairan. Tiap sifat dapat memberikan kontribusi lebih banyak daripada yang lain pada kekuatan nilai hambur balik yang bergantung pada area ensonifikasi (Area A, B, C pada Gambar 2.14)

Area A) Pada sudut insidensi vertikal/nadir, respon hambur balik dapat ditentukan oleh kekasaran skala besar, melalui teori garis singgung Kirchoff.

Area B) Pada sudut insidensi *oblique*/miring, respon hambur balik dipengaruhi oleh kekasaran skala kecil dan volume hamburan balik memiliki kontribusi lebih.

Area C) Pada sudut insidensi kritis, nilai hambur balik hampir sama sekali tidak dipengaruhi oleh kekasaran.

Kurva angular respons dibuat dengan plotting nilai hambur balik untuk keseluruhan sektor sudut. Bentuk, variasi, dan besarnya dapat digunakan sebagai metode untuk klasifikasi sedimen dasar perairan. Namun, salah satu kelemahan dari metode ini yaitu memerlukan area dengan luas setidaknya setengah dari lebar sapuan MBES.

2.8 Sedimen Dasar Perairan

Sedimen dasar perairan tersusun oleh pecahan batuan, mineral atau bahan organik yang ditransportasikan dari berbagai sumber secara vertikal maupun secara horizontal dan diendapkan oleh udara, air, dan es. Seluruh permukaan dasar laut ditutupi oleh partikel-partikel sedimen yang diendapkan secara perlahan-lahan dalam jangka waktu berjuta-juta tahun (Garrison, 2005).

Ukuran-ukuran partikel sedimen merupakan salah satu cara yang mudah untuk menentukan klasifikasi sedimen. Klasifikasi berdasarkan ukuran partikelnya menurut Wentworth (1922) dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Diagram *grain size sediment* berdasarkan ukuran (Wenworth, 1922)

Jenis Partikel	Diameter Partikel (mm)	Skala phi (Φ)
<i>Boulder</i> (batu besar)	> 256	-8
<i>Cobble</i> (batu kecil)	64 – 256	-6
<i>Pebble</i> (batu kerikil)	4 – 64	-2
<i>Granule</i> (butir)	2 – 4	-1
<i>Sand</i> (pasir)	0,062 – 2	2
<i>Silt</i> (Lumpur)	0,004 – 0,062	5
<i>Clay</i> (tanah liat)	< 0,004	8

Skala phi pada jenis sedimen didapat dari skala Wentworth (1922) dan dimodifikasi oleh Krumbein (1963) yang memiliki persamaan :

$$\Phi = -\log_2 / \frac{D}{D_0} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana,

Φ = skala phi Krumbein

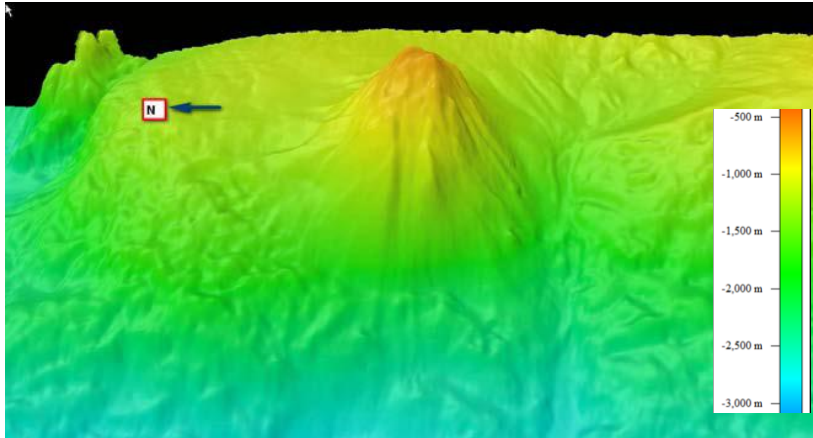
D = diameter partikel sedimen

D_0 = referensi diameter, sama dengan 1 mm

2.9 DTM

Digital Terrain Model (DTM) merupakan pemodelan permukaan bumi ke dalam suatu model digital permukaan tanah tiga dimensi dari titik-titik yang mewakili permukaan tanah tersebut (Aronoff, 1991).

DTM terbentuk dari titik-titik yang memiliki nilai koordinat 3D (X,Y,Z). Permukaan tanah dimodelkan dengan memecah area menjadi bidang-bidang yang terhubung satu sama lain dimana bidang-bidang tersebut terbentuk oleh titik-titik pembentuk DTM. Titik-titik tersebut dapat berupa titik sampel permukaan tanah atau titik hasil interpolasi titik-titik sampel (Aronoff, 1991).



Gambar 2.15 DTM Permukaan Perairan (NOAA, 2010)

2.10 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai nilai hambur balik sedimen permukaan dasar perairan dengan *multibeam echosounder* sebelumnya dilakukan oleh Fahrulian (2016). Didalamnya dikaji tentang metode terhadap pengaruh respon sinyal yang dipantulkan sedimen dasar perairan. Hasil yang didapat berupa nilai hambur balik pada rentang -41 hingga -27 desibel (dB) dan nilai *phi* pada rentang 3 hingga 8.

Wahyu N.J dan Roshyana. (2009) dengan penelitian berjudul Pengukuran *Acoustic Backscattering Strength* Dasar Perairan Selat Gaspar dan sekitarnya Menggunakan Instrumen MBES SIMRAD EK60. Penelitian ini melakukan pengukuran *acoustic backscattering strength* dasar perairan pada berbagai tipe substrat disekitar perairan Selat Gaspar. Menghasilkan empat tipe substrat yaitu pasir, pasir berlempung, liat berpasir dan liat.

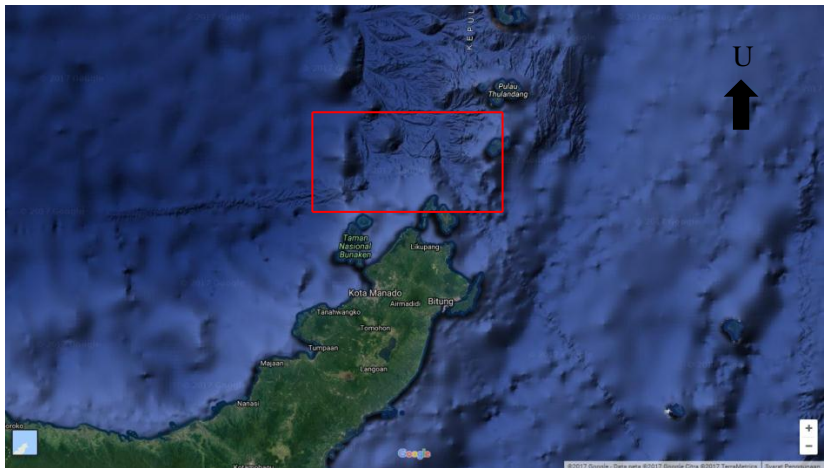
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada pada perairan di sebelah barat Kepulauan Sangihe, Provinsi Sulawesi Utara, yang berada pada koordinat $2^{\circ} 0' \text{ LU} - 6^{\circ} 24' \text{ LU}$ dan $124^{\circ} 45' \text{ BT} - 128^{\circ} \text{ BT}$.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian (Google Earth, 2017)

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

Berikut adalah data yang diperlukan dalam penelitian tugas akhir ini yaitu:

- 1) *Raw data* leg 2 Multibeam Echosounder EM302 hasil Survei Indonesia Exploration – Sangihe Talaud tahun 2010 berformat *.all (Line 15.all – Line 31.all).
- 2) Data Pasang Surut perairan Sangihe Talaud tahun 2010.
- 3) Data *Sound Velocity Profiler* R/V Okeanos Explorer.

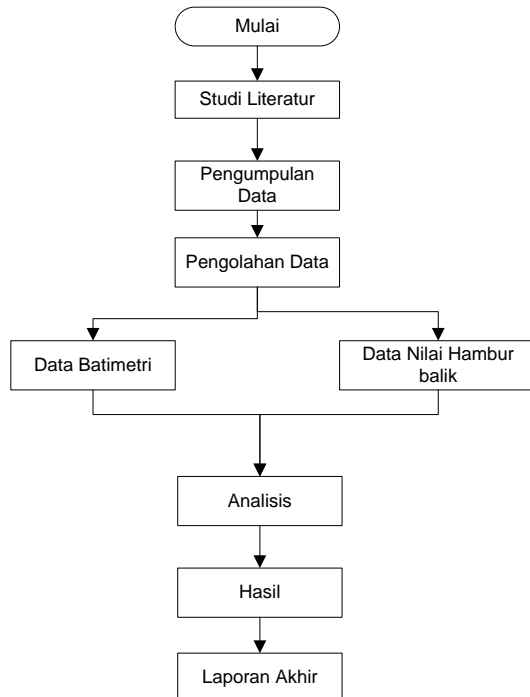
3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian:

- 1) Laptop Dell Latitude E6420 Dual OS Win 7 dan Ubuntu 14.04.
- 2) Perangkat lunak SwathEd.
- 3) Perangkat lunak MB System.
- 4) Perangkat lunak ArcGIS 10.3.
- 5) Perangkat lunak Microsoft Office 2013.

3.3 Metodologi Penelitian

3.3.1 Metode Pelaksanaan Penelitian



Gambar 3.2 Tahap Pelaksanaan Penelitian

Penjelasan diagram alir tahap pelaksanaan adalah sebagai berikut:

a) Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan pencarian tentang permasalahan yang ada, pembentukan ruang lingkup masalah, serta pembatasan dimensi dan variabel yang akan dibahas dalam penelitian sehingga didapatkan fokus pengamatan dalam penelitian.

b) Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan akan data yang diperlukan untuk melaksanakan penelitian. Pada penelitian ini data yang diperlukan adalah *Raw* data leg 3 Multibeam Echosounder EM302 pada Survei Indonesia Exploration – Sangihe Talaud tahun 2010 berformat *.all, data *Sound Velocity Profiler* wahana R/V Okeanos Explorer saat akuisisi data, dan data Pasang Surut Stasiun Bitung July 2010.

c) Tahap Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pemrosesan *raw* data dengan perangkat lunak SwathEd dan MB System yang menghasilkan data batimetri dan data nilai *backscatter* untuk dianalisa lebih lanjut.

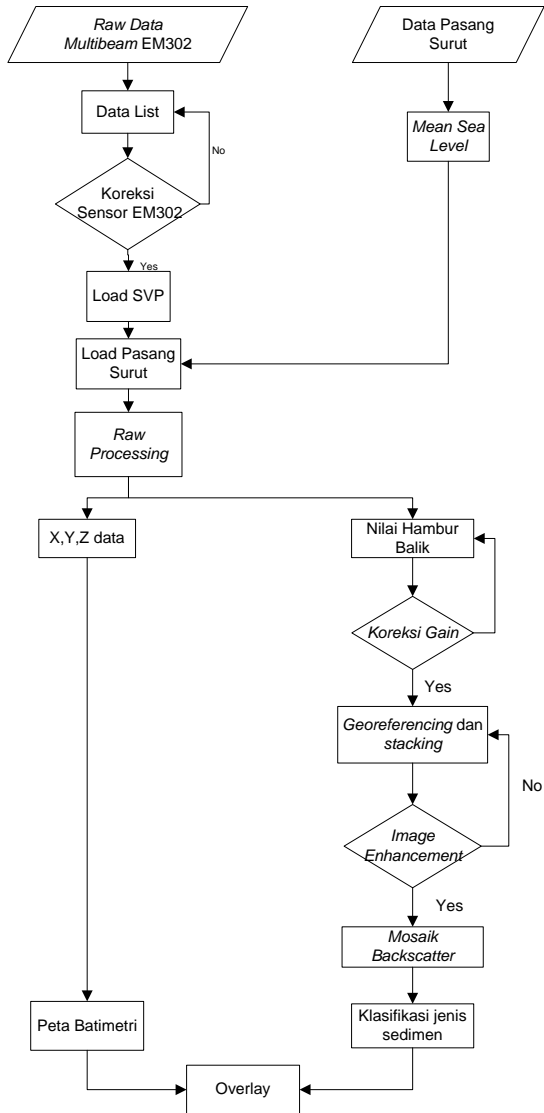
d) Tahap Analisa

Pada tahap ini dilakukan klasifikasi jenis data sedimen dari data nilai *backscatter* dengan metode *Angular Response Curve*, sehingga menghasilkan akurasi data klasifikasi sedimen dari nilai sudut hambur balik.

e) Tahap Hasil

Pada tahap ini dihasilkan peta sebaran sedimen dari hasil *overlay* data klasifikasi sedimen dan data batimetri.

3.3.2 Metode Pengolahan Data



Gambar 3.3 Tahap Pengolahan Data

Penjelasan diagram alir tahap pengolahan adalah sebagai berikut:

a) Data List

Tahap ini akan dipilih *raw data* yang akan digunakan penelitian berdasarkan area penelitian.

b) Koreksi sensor EM302

Pada tahap ini dilakukan koreksi sensor kapal, seperti *yaw*, *pitch*, dan *roll* agar diperoleh data yang valid.

c) *Raw processing*

Pada tahap ini dilakukan ekstraksi terhadap *raw data* untuk disesuaikan format datanya dengan perangkat lunak SwathEd dengan menggunakan *script Unravel* pada terminal Ubuntu.

d) *Cleaning dan gridding*

Tahap ini dilakukan pembersihan *beam* yang tidak sesuai. Setelah itu data yang sudah bersih diberikan grid untuk di plot menjadi peta bathimetri.

e) *Mosaicking*

Pada tahap ini dilakukan pengolahan terhadap nilai hambur balik (*backscatter*) yang sudah terekstrak (berformat *.ss). Koreksi dilakukan pada tahap ini, seperti koreksi gain, koreksi *slant range*, penajaman gambar, hingga didapatkan nilai hambur balik tiap tipe sedimen yang berbeda.

f) Klasifikasi jenis sedimen

Pada tahap ini dilakukan klasifikasi terhadap jenis sedimen dari nilai hambur balik dan menghasilkan peta sebaran sedimen bawah perairan.

g) Overlay

Tahap ini menggabungkan peta bathimetri dan peta sebaran sedimen bawah perairan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

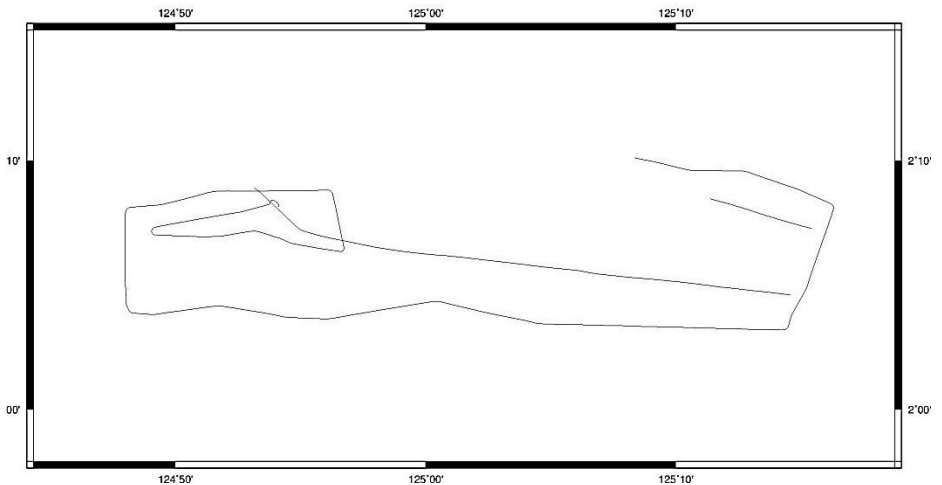
HASIL DAN ANALISIS

4.1 Data dan Hasil Penelitian

4.1.1 Hasil Batimetri

- Plot Jalur Survei

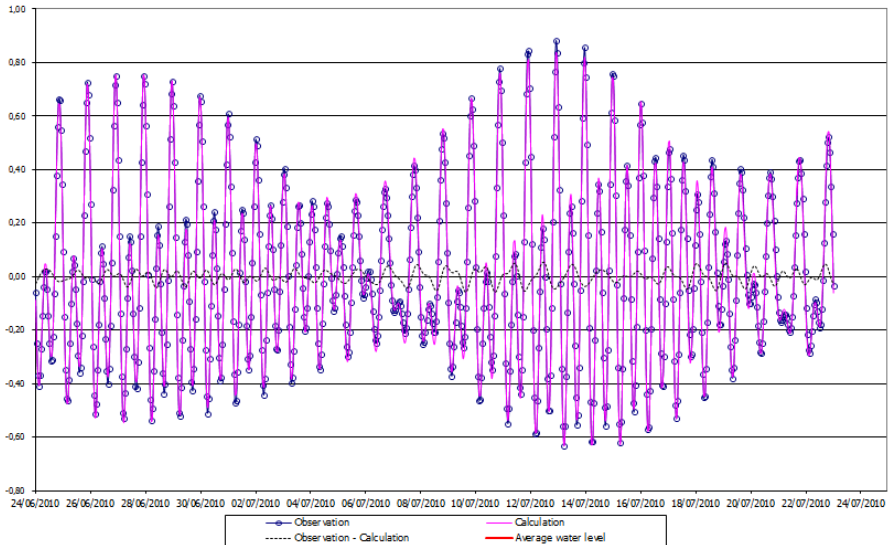
Raw data yang telah diekstrak, kemudian dilakukan pengeplottan terhadap jalur survei, untuk memastikan jalur sesuai dengan rencana survei. Sistem posisi horisontal menggunakan metode pemosisian diferensial dengan Sistem C-NAV DGPS dengan akurasi 2.0 m.



Gambar 4.1 Jalur Survei Kapal saat akuisisi data MBES

- Merge Tide

Data MBES kemudian digabungkan dengan data pasang surut di Stasiun Pasut Bitung, Sulawesi Utara selama 1 bulan pada saat akuisisi data MBES (24 Juni – 24 Juli 2010) .



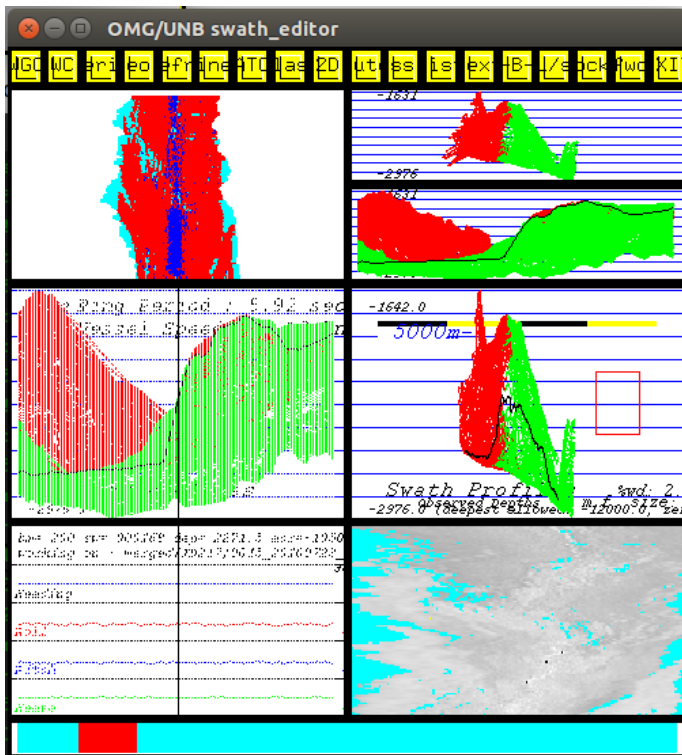
Gambar 4.2 Data Pasang Surut Stasiun Bitung

	Symbol	Elev (m)	HHWL (m)	MHWL (m)	MSL (m)	MLWL (m)	CDL (m)	LLWL (m)	LAT (m)
Higher High Water Level	HHWL	0,9	0,0	0,3	0,9	1,5	1,7	1,8	1,9
Mean High Water Level	MHWL	0,6	-0,3	0,0	0,6	1,2	1,4	1,5	1,6
Mean Sea Level	MSL	0,4	-0,9	-0,6	0,4	0,6	0,8	0,9	1,0
Mean Low Water Level	MLWL	-0,6	-1,5	-1,2	-0,6	0,0	0,2	0,3	0,4
Chart Datum Level	CDL	-0,8	-1,7	-1,4	-0,8	-0,2	0,0	0,1	0,2
Lower Low Water Level	LLWL	-0,9	-1,8	-1,5	-0,9	-0,3	-0,1	0,0	0,1
Lowest Astronomical Tide	LAT	-1,0	-1,9	-1,6	-1,0	-0,4	-0,2	-0,1	0,0

Gambar 4.3 Hasil Perhitungan *Mean Sea Level*

- Hasil *cleaning data*

Pada pengolahan *raw data* MBES, dilakukan pembersihan data dari gangguan-gangguan pada saat akuisisi data yang disebut *noise* dan *spike*. Gangguan ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti aktifitas biota laut, gelembung air, dan obyek-obyek yang memantulkan sinyal akustik MBES sebelum sinyal tersebut sampai pada dasar perairan.



Gambar 4.4 Proses *cleaning data* di jendela Swath Editor

- Proses pembuatan DTM

Data yang telah selesai dibersihkan, kemudian dibuat *grid* untuk menampilkan DTM. Parameter yang digunakan dalam pembuatan DTM pada penelitian ini :

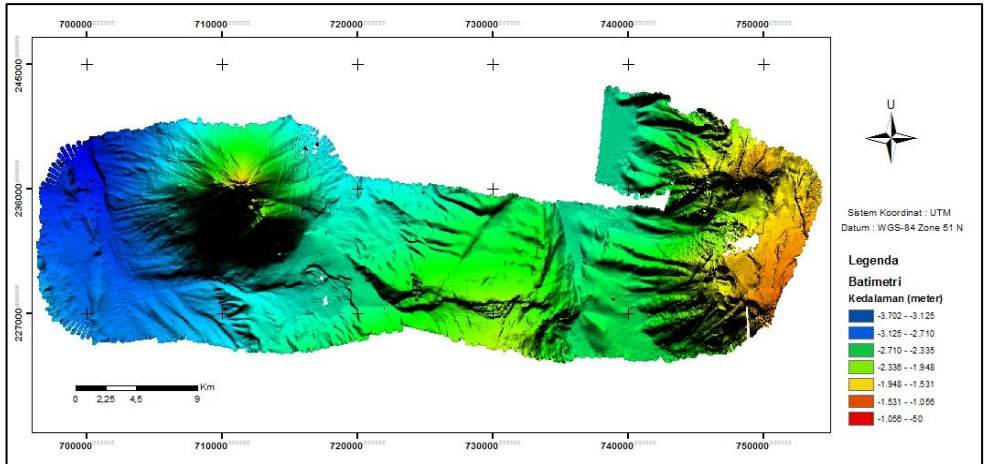
1. Resolusi : 5 m/*pixel*
2. *Boundary* :

Tabel 4.1 *Boundary* DTM

	Lintang	Bujur
Utara	2°12'36'' LU	-
Selatan	2°01''18 LU	-
Barat	-	124°45'45'' BT
Timur	-	125°17'19'' BT

3. *Beamwidth* : 1.0
4. *Sun illumination* :
 - Azimuth : 315°
 - *Vertical Exaggeration* : 5.0

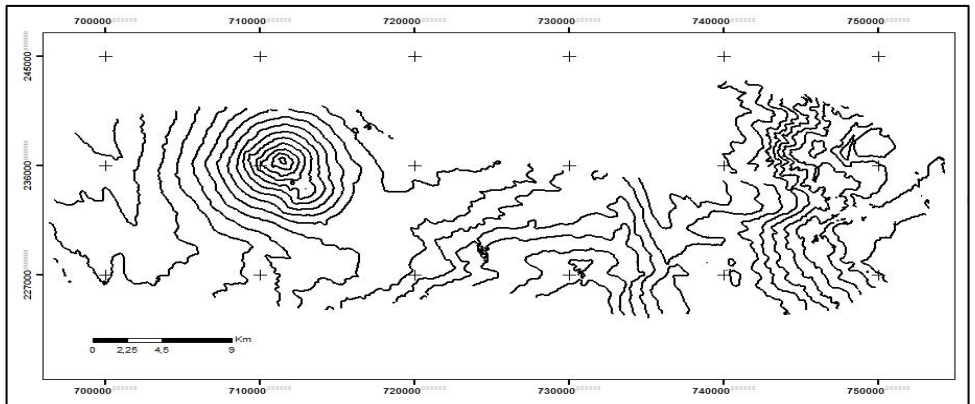
Setelah itu data bathimetri yang bersih dikombinasikan dengan DTM, kemudian diimport menjadi format *.geotiff* untuk diolah lebih lanjut.



Gambar 4.5 DTM dalam format .geotiff

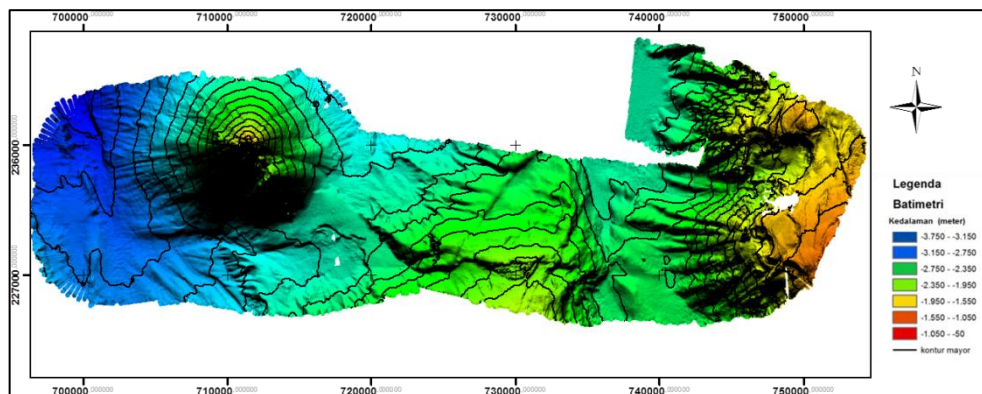
- Kontur dari DTM

DTM yang sudah diolah, kemudian dibuat kontur dengan interval kontur mayor 200 m.



Gambar 4.6 Kontur pada DTM

Selanjutnya DTM di-*overlay*kan dengan kontur yang telah dibuat untuk mengetahui nilai kedalamannya berdasarkan *color bar*.



Gambar 4.7 *Overlay* Kontur dan DTM

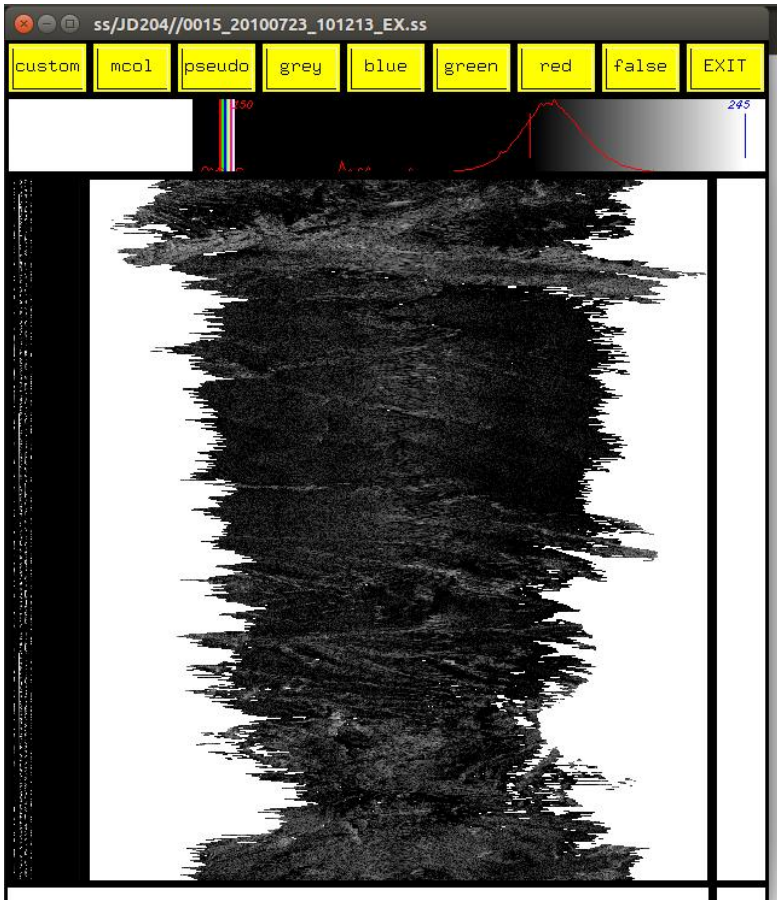
4.1.2 Hasil Analisis Nilai Hambur Balik

Mosaik hambur balik data *multibeam* yang telah diekstrak (berformat *.ss_dg) diolah lebih lanjut agar didapatkan tampilan mosaik untuk klasifikasi jenis sedimen dasar perairan.

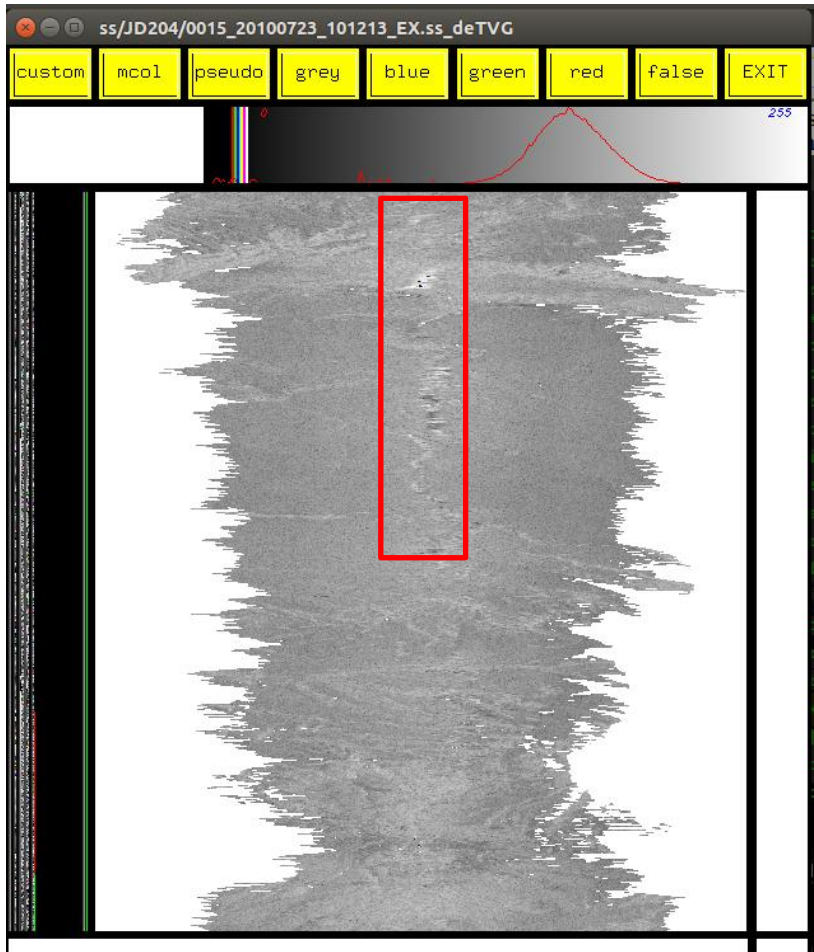
Pengolahan ini meliputi :

- 1) Koreksi TVG (*Time Varying Gain*) : koreksi kekuatan/*gain* nilai hambur balik terhadap waktu. Hasil penerapan dari koreksi TVG dapat dilihat pada Gambar 4.9.
- 2) Koreksi *Slant Range/Georeferencing* : koreksi ini digunakan untuk menghilangkan *nadir stripping*, yaitu area pada zona nadir yang memiliki nilai hambur balik terkuat. Hasil penerapan dari koreksi *slant range* dapat dilihat pada Gambar 4.10
- 3) Koreksi *Beam* terluar : koreksi ini digunakan untuk mengurangi variasi intensitas *beam pattern* pada area terluar dari sapuan *multibeam* . Hasil penerapan dari koreksi *Beam* terluar dapat dilihat pada Gambar 4.11
- 4) *Image Enhancement* : koreksi ini digunakan untuk menentukan Digital Number pada mosaik hambur balik yang sesuai. Hasil penerapan dari koreksi penajaman mosaik dapat dilihat pada Gambar 4.12

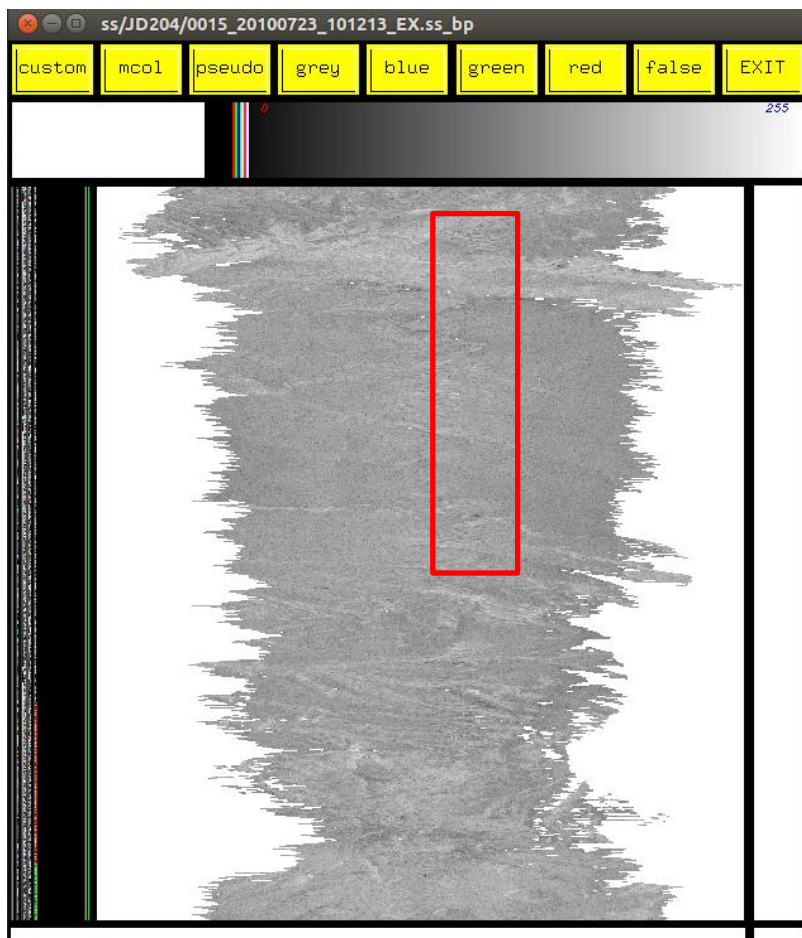
Proses koreksi diatas dijalankan dengan *script* “ProcessBackscatter” (terlampir) untuk tiap-tiap *file* *.ss dari *raw data* yang telah diekstrak.



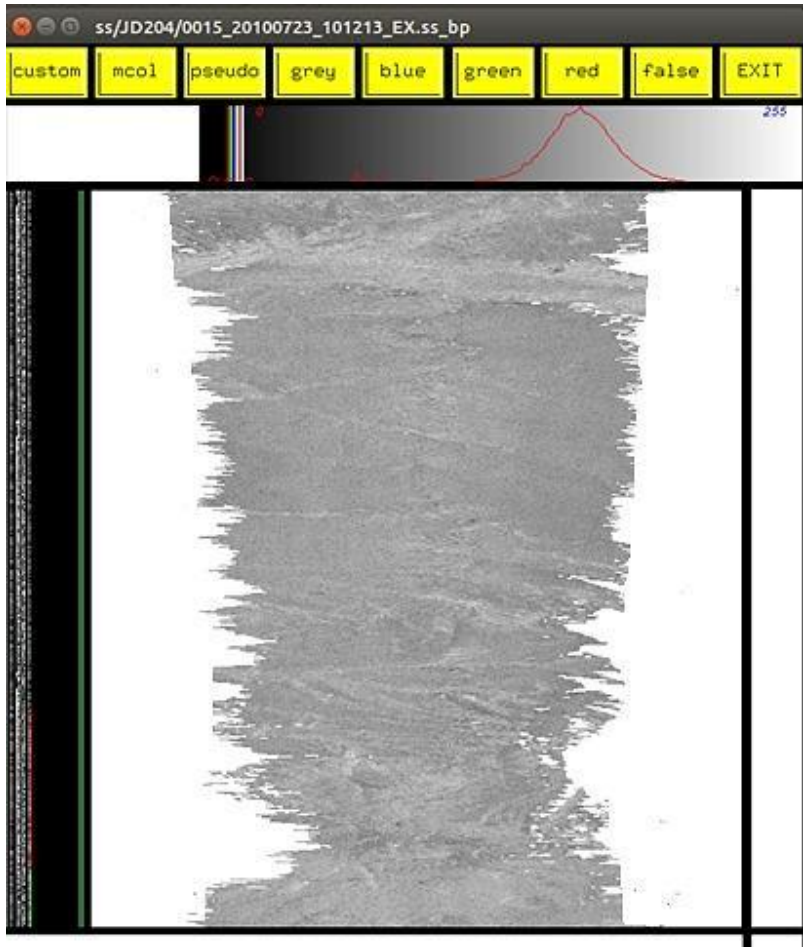
Gambar 4.8 Mosaik hambur balik yang belum terkoreksi pada jendela *ProcessBackscatter* (*raw data line 0015_20100723_101213_EX.ss*)



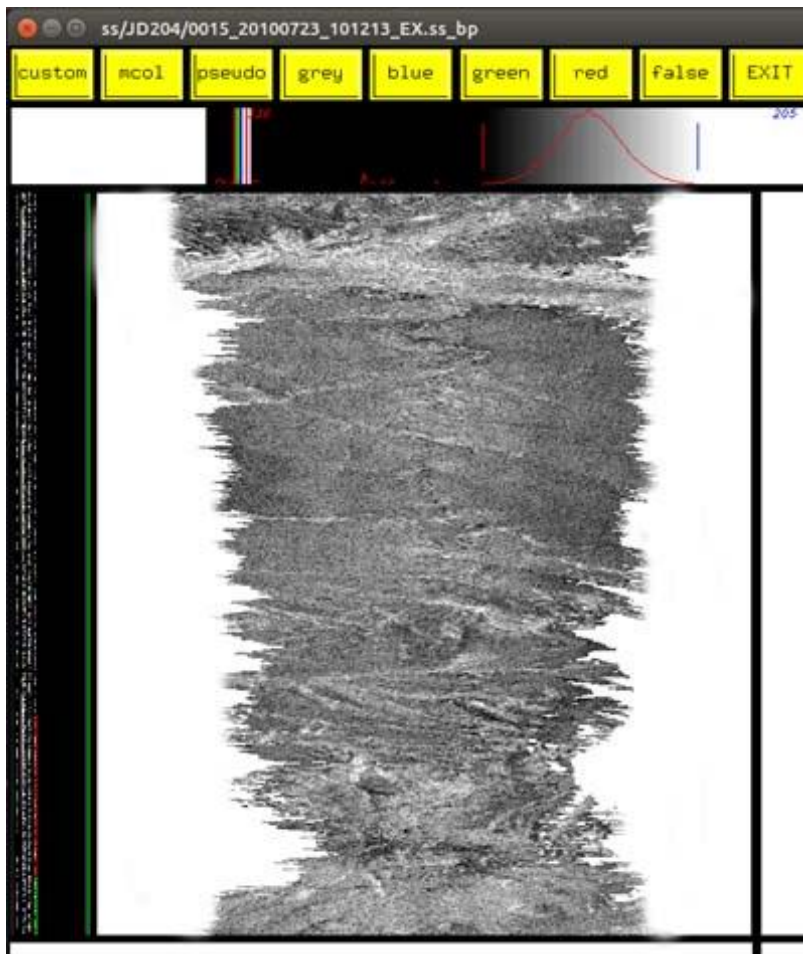
Gambar 4.9 Mosaik hambur balik setelah terkoreksi TVG, masih terdapat kesalahan *slant range* (kotak merah)



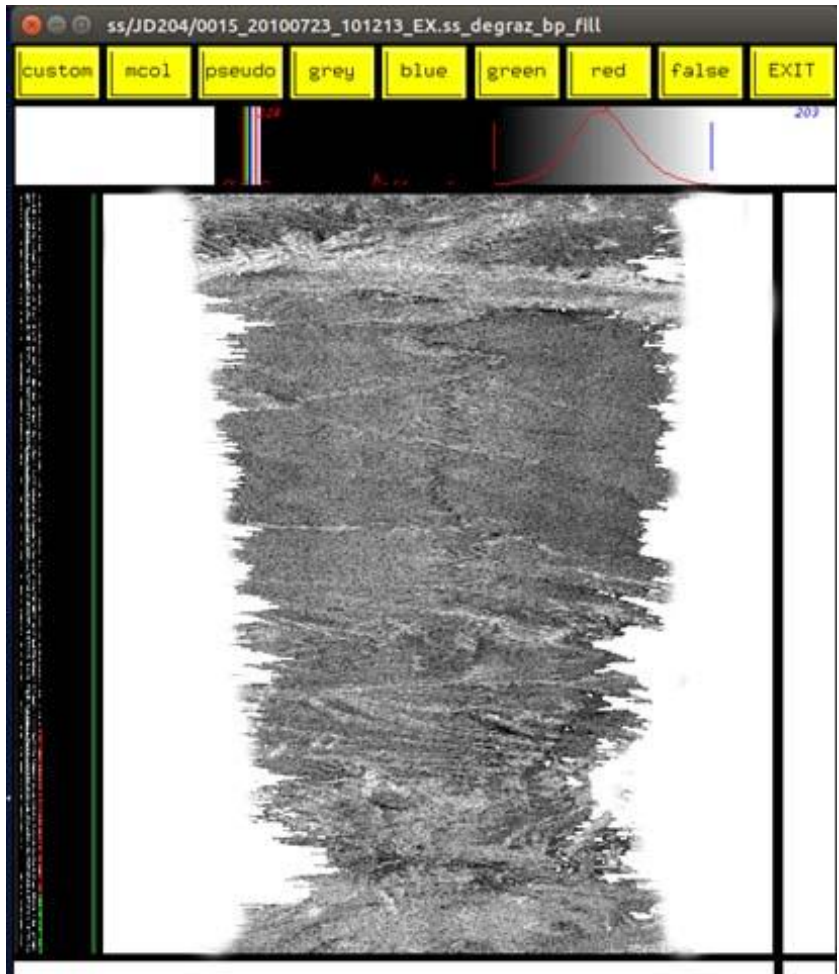
Gambar 4.10 Mosaik hambur balik setelah terkoreksi *Slant Range*



Gambar 4.11 Mosaik hambur balik terkoreksi *Beam* terluar



Gambar 4.12 Mosaik hambur balik terkoreksi *Image Enhancement*

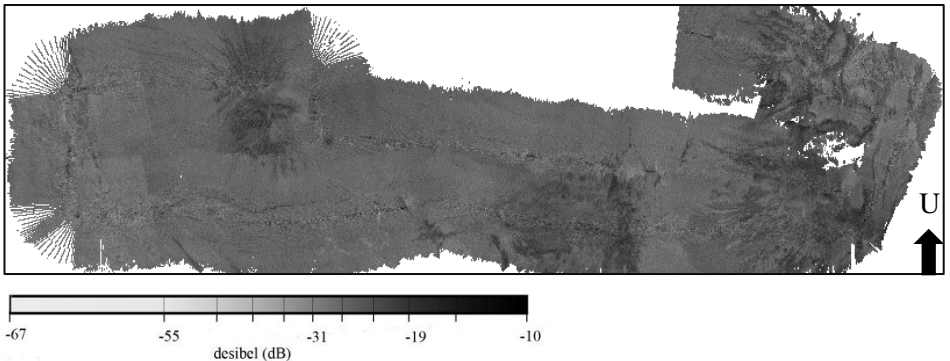


Gambar 4.13 Mosaik hambur balik terkoreksi

- **Hasil mosaik nilai hambur balik**

Setelah proses koreksi tiap line *raw data*, selanjutnya mosaik tiap-tiap line digabungkan untuk menjadi mosaik *backscatter* dengan perintah *mos2* pada jendela cmd. Dilakukan analisa dan proses klasifikasi berdasarkan nilai hambur balik, dimana hamburan yang kuat (warna mosaik yang semakin hitam) menunjukkan sedimen keras dan hamburan yang lemah (warna mosaik yang semakin putih) menunjukkan sedimen lunak.

Setelah melalui proses *mosaicking*, diperoleh mosaik *backscatter* dengan nilai hambur balik bernilai -10 db sampai -67 db. Selanjutnya mosaik ini diolah menggunakan perangkat lunak Arcmap 10.3.



Gambar 4.14 Mosaik Nilai Hambur Balik keseluruhan

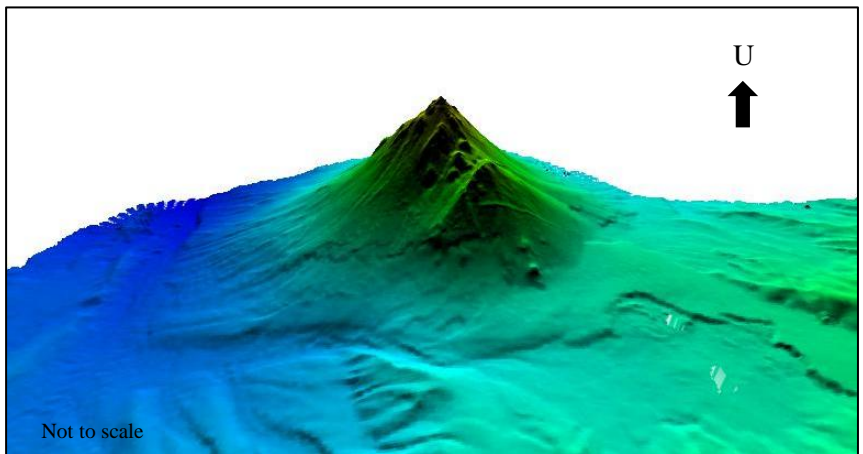
4.2 Pembahasan

4.2.1 Identifikasi Fitur Dasar Perairan

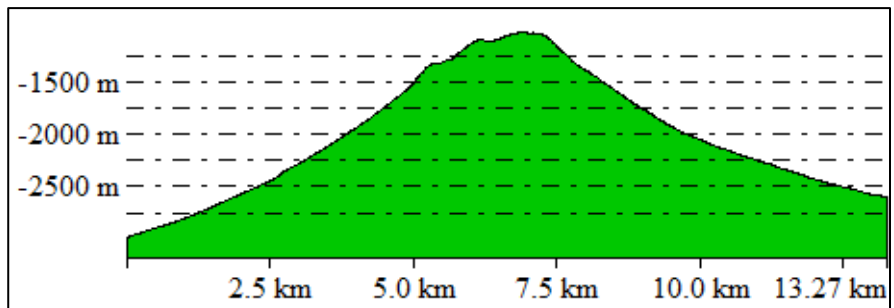
DTM yang terbentuk pada penelitian yang menggunakan hasil akuisisi data *multibeam echosounder EM302* ini selanjutnya dilakukan proses interpretasi fitur yang terdapat pada area penelitian.

Dari DTM yang dihasilkan, diketahui kenampakan gunung laut (*seamount*), dengan geometri sebagai berikut:

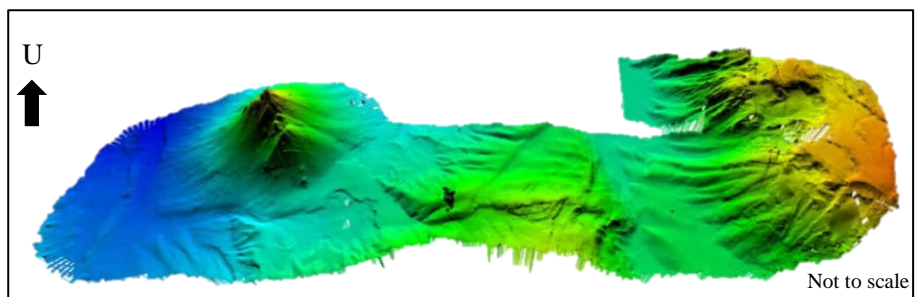
- Easting : 707217.171 m
- Northing : 240661.955 m
- Ketinggian dari dasar laut ke puncak *seamount* : 1.600m
- Luas *seamount* : 17,23 mil²



Gambar 4.15 Visualisasi 3D *seamount* dari DTM



Gambar 4.16 Profil Melintang *Seamount*



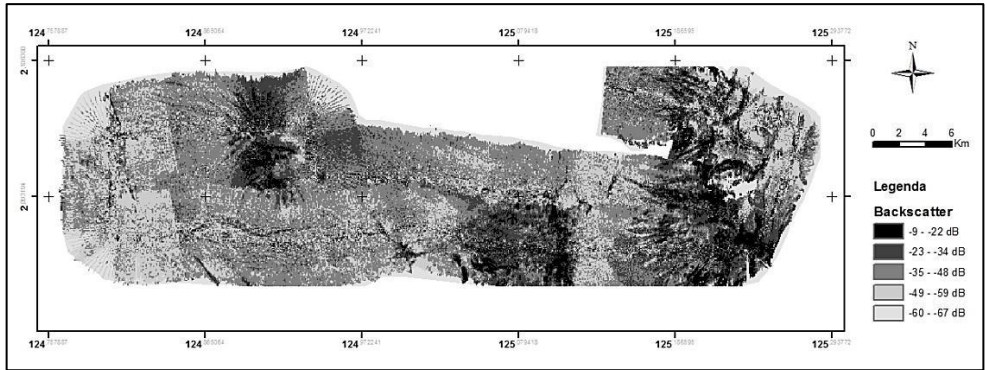
Gambar 4.17 Visualisasi DTM area penelitian

4.2.2 Hasil Klasifikasi Sedimen

Nilai hambur balik yang telah didapatkan dari hasil pemrosesan pada perangkat lunak Arcmap 10.3 berupa *Digital Number* yang berasal dari tiga zona sapuan *beam* instrumen MBES yaitu zona sudut nadir, zona sudut *oblique*, dan zona sudut kritis. Nilai DN dikonversikan ke nilai desibel (dB) dengan persamaan :

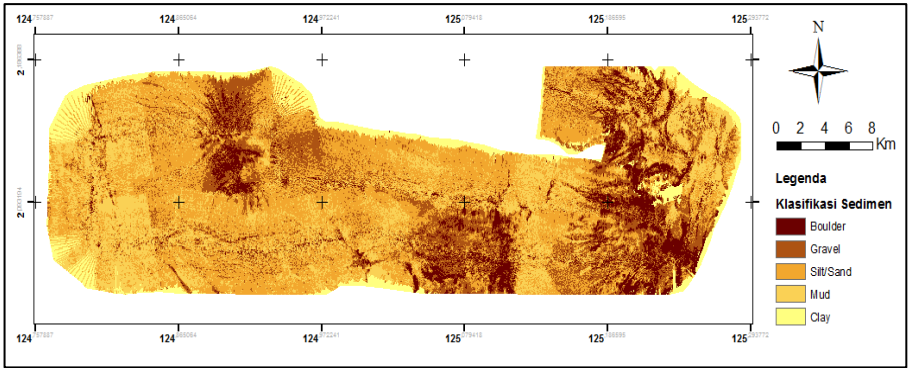
$$dB = \frac{DN - 255}{2} \dots\dots\dots(4.1)$$

Pada area yang tersusun oleh sedimen batuan besar (*boulder*) didapatkan nilai hambur balik yang sangat kuat (*high intensity*) sebesar 237 sampai 211 DN atau dengan menggunakan Persamaan 4.1 didapatkan nilai desibel antara -9 sampai -67 dB (desibel). Area yang tersusun oleh sedimen batuan besar (*boulder*) memiliki nilai hambur balik sebesar 237 sampai 217 DN atau sekitar -9 sampai -18 dB.. Area yang tersusun oleh sedimen batuan kerikil (*gravel*) memiliki nilai hambur balik sebesar 209 sampai 187 DN atau sekitar -23 sampai -34 dB. Area yang tersusun oleh sedimen pasir (*silt/sand*) memiliki nilai hambur balik sebesar 185 sampai 159 DN atau sekitar -35 sampai -48 dB. Area yang tersusun oleh sedimen lumpur (*mud*) memiliki nilai hambur balik sebesar 157 sampai 137 DN atau sekitar -49 sampai -59 dB. Area yang tersusun oleh sedimen tanah liat (*clay*) memiliki nilai hambur balik yang sangat lemah (*low intensity*) sebesar 135 sampai 127 DN atau sekitar sekitar -60 sampai -67 dB .



Gambar 4.18 Persebaran nilai hambur balik

Gambar 4.18 menunjukkan mosaik nilai hambur balik pada area penelitian yang memiliki rentang nilai desibel -9 dB sampai -67 dB, nilai ini telah dikonversikan dari nilai DN melalui Persamaan 4.1. Rentang nilai hambur balik selanjutnya diklasifikasikan menjadi 5 kelas sesuai dengan jenis sedimen penyusunnya. Warna mosaik yang hitam menunjukkan nilai hambur balik yang kuat, hal ini menunjukkan jenis sedimen keras. Sedangkan warna mosaik yang terang menunjukkan nilai hambur balik yang lemah menunjukkan jenis sedimen lunak.

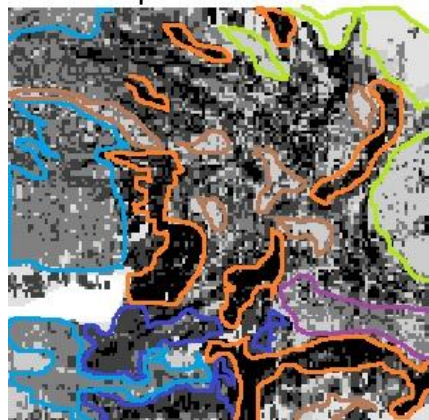
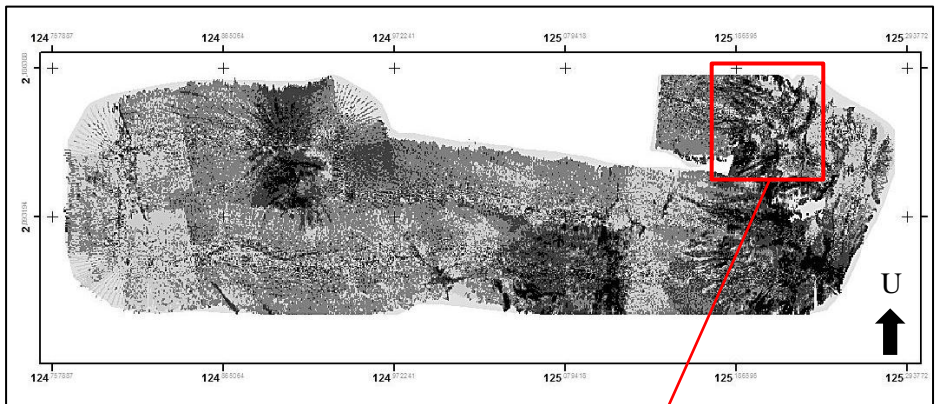


Gambar 4.19 Hasil Klasifikasi Sedimen berdasarkan Nilai Hambur Balik

Gambar 4.19 menunjukkan berdasarkan nilai hambur balik yang sudah diperoleh dengan rentang nilai -9 dB sampai -67 dB , didapatkan 5 kelas jenis sedimen permukaan dasar perairan. Dilihat dari hasil klasifikasi area penelitian didominasi oleh jenis sedimen lumpur (*mud*) yang memiliki rentang nilai hambur balik sebesar 157 sampai 137 DN atau sekitar -49 dB sampai -59 dB.

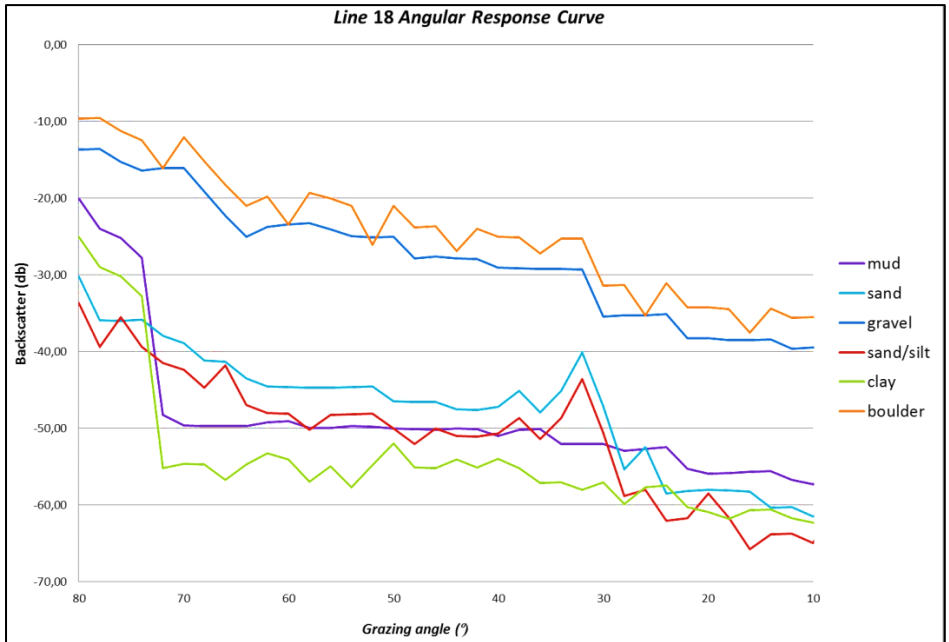
4.2.3 Grafik *Angular Response Curve*

Nilai hambur balik terkoreksi yang diperoleh dari hasil ekstraksi nilai hambur balik tiap sampel jalur pemeruman selanjutnya diplot dengan sudut pantul/*grazing angle* untuk mengetahui hubungan jenis sedimen berdasarkan sudut pantul MBES dengan permukaan dasar perairan.



Line 18

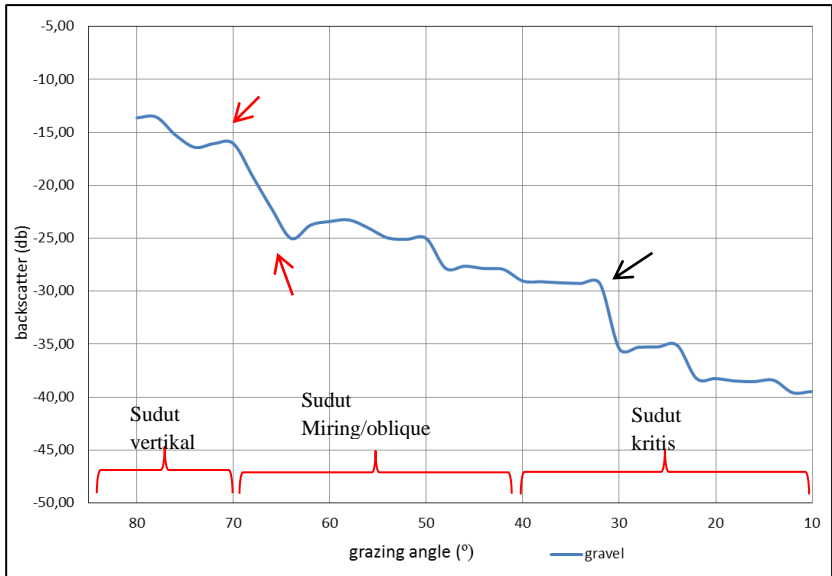
Gambar 4.20 Mosaik area sampel *line 18*



Gambar 4.21 Kurva *Angular Response Curve* pada sampel area *line 18*

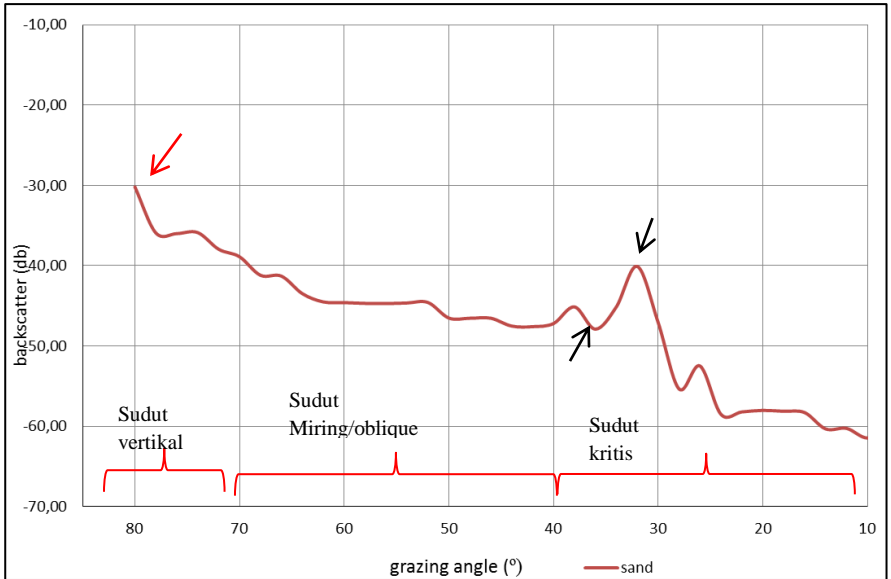
Pada Gambar 4.21 menunjukkan kurva hubungan antara nilai hambur balik dengan *grazing angle* pada sampel *line 18*. Tiap garis yang berbeda warna pada kurva mewakili nilai hambur balik dari jenis sedimen berbeda yang ditunjukkan pada Gambar 4.21. Dimana semakin kecil *grazing angle* akan menghasilkan nilai hambur balik yang lemah, hal ini diakibatkan sinyal akustik MBES yang dipancarkan menjauh dari sudut 90° / nadir semakin lemah.

Dapat dikatakan bahwa nilai hambur balik yang diturunkan dari jenis sedimen yang homogen, sehingga respon nilai hambur balik terhadap *grazing angle* yang ditunjukkan Gambar 4.21 akan unik dan hal ini sangat terkait dengan konfigurasi sistem *multibeam echosounder EM302* itu sendiri. Fluktuasi dari kurva ini biasanya kecil, namun tetap merupakan fluktuasi signifikan dalam intensitas akustik dimana sinyal akustik harus dikoreksi, karena variasi kecil sekalipun dapat membatasi kemampuan untuk membedakan jenis sedimen dasar laut yang berbeda.



Gambar 4.22 Kurva *Angular Response Curve* pada sedimen *gravel*

Pada jenis sedimen *gravel* (kerikil) respon sudut nilai hambur balik ditunjukkan oleh Gambar 4.22. Respon sudut nilai hambur balik pada nadir sangat kuat disebabkan oleh kedataran permukaan pada sedimen kerikil yang memungkinkan untuk merefleksikan sinyal akustik dengan sedikit menghamburkan sinyal akustik. Namun, pada saat *grazing angle* bernilai 70° - 60° (ditunjukkan oleh panah merah) terjadi penurunan nilai hambur balik yang signifikan, hal ini disebabkan oleh kemiringan/*oblique* sudut pantul sinyal akustik yang diterima oleh transduser. Begitu juga pada saat sudut kritis 30° - 10° (ditunjukkan panah hitam), dimana sinyal akustik direfleksikan dengan sudut yang kecil sehingga nilai hambur balik semakin melemah atau bahkan hilang.



Gambar 4.23 Kurva *Angular Response Curve* pada sedimen *sand*

Sama seperti *angular response curve* pada jenis sedimen gravel, *angular response curve* pada jenis sedimen *sand* yang ditunjukkan pada Gambar 4.23 nilai hambur balik pada nadir sangat kuat, dan mengalami penurunan pada area sudut miring atau *grazing angle* 70°-40°. Namun pada saat sudut kritis, nilai hambur balik mengalami kenaikan dan membentuk puncak (ditunjukkan panah hitam) kurva pada sekitar *grazing angle* 30° dan semakin turun *grazing angle*, maka nilai hambur balik semakin melemah atau bahkan hilang.



Gambar 4.24 Kurva *Angular Response Curve* pada sedimen mud

Gambar 4.24 menunjukkan kurva *angular response* pada jenis sedimen *mud*. Pada sudut nadir, nilai hambur balik masih memiliki intensitas yang kuat yang didominasi oleh *volume scattering*, namun ketika *grazing angle* 70° dan semakin menurun, nilai hambur balik sedimen *mud* semakin melemah dengan kurva yang menurun dengan halus (ditunjukkan dengan panah hitam), penurunan nilai hambur balik ini terjadi sampai dengan *grazing angle* 10°

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian tentang analisis nilai hambur balik sedimen dasar perairan menggunakan *multibeam echosounder* EM302 adalah sebagai berikut :

1. Dari pengolahan *raw data Multibeam Echosounder* EM302 didapatkan sebaran nilai hambur balik sedimen terkoreksi pada area penelitian memiliki nilai hambur balik maksimum -10 dB dan minimum -67 dB dan memiliki rentang nilai DN sebesar 237 – 121 DN.
2. Hasil peta (terlampir) sebaran jenis sedimen berdasarkan analisa nilai hambur balik dengan metode *Angular Response Curve*, yaitu :
 - a. -9 sampai -22 dB merupakan sedimen batuan besar (*boulder*)
 - b. -23 sampai -34 dB merupakan sedimen kerikil (*gravel*)
 - c. -35 sampai -48 dB merupakan sedimen pasir (*silt/sand*)
 - d. -49 sampai -59 dB merupakan sedimen lumpur (*mud*)
 - e. -60 sampai 67 dB merupakan sedimen tanah liat (*clay*).
3. Pada peta batimetri (terlampir) yang dihasilkan terdapat 2 objek fitur dasar perairan, yaitu gunung laut (*seamount*) yang memiliki ketinggian 1.600 m dari permukaan dasar laut dan lereng laut yang memiliki elevasi 1.700 m dan lebar sepanjang 15,46 km

5.2 Saran

Saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya mengenai nilai hambur balik instrumen *multibeam echosounder* yaitu sebagai berikut :

1. Penggunaan data *coring* atau pengambilan sampel sedimen untuk memverifikasi data jenis sedimen dari nilai hambur balik.
2. Parameter koreksi pada area *nadir* yang memiliki nilai amplitudo yang tinggi, sehingga menyebabkan klasifikasi sedimen yang kurang tepat.
3. Hasil peta sebaran sedimen dapat digunakan untuk penelitian mengenai kondisi habitat dan ekosistem dasar perairan .

DAFTAR PUSTAKA

- Aronoff, S. (1991). *Geographic Information System : A Management Perspective*, WDL publications, Ottawa, Canada.
- Arry, P., 2010. *Multibeam Echosounder*, <URL: <http://arryprasetya.blogspot.co.id/2010/11/multibeam-echosounder.html>>. Dikunjungi pada tanggal 2 Mei 2017, jam 20.00.
- de Moustier, C., and Alexandrou, D. (1991). “*Angular dependence of 12-kHz seafloor acoustic backscatter*,” *J. Acoust. Soc. Am.*, 90, 522–531. doi:10.1121/1.401278
- Fahrulian. 2016. *Analisis Sinyal Akustik Multibeam Echosounder Menggunakan Angular Range Analysis (ARA) dan K-Means Untuk Klasifikasi Dasar Perairan*. Thesis FPIK IPB. Bogor
- Fonseca L, Calder B. 2007. *Clustering acoustic backscatter in the angular response space. Proceedings of the US hydrographic conference*. Norfolk, VA.
- Garrison, T. 2005. *Oceanography: An Invitation to Marine Science*. 5ed. Thomson Learning, Inc. USA.
- Hasan R Che, Ierodionou D, Laurenson L, Schimel A. 2014. *Integrating multibeam backscatter angular response*, *PLoS One*. 9(5): e97339. 10.1371/journal.pone.0097339
- Hughes Clarke, J.E., L.A. Mayer, and D.E. Wells, 1996. *Shallow-water imaging multibeam sonars...*, *Marine Geophysical Researches*, 18:607–629.

- IHO. 2008. *Standards For Hydrographic Surveys*. International Hydrographic Bureau. Monaco.
- Kongsberg. 2008. *EM302 Multibeam Echosounder Specification*. Norway
- Manik, D Yulius. 2015. *Development and Application of MB System Software...*, International Journal of Software Engineering and its ..., 2015
- Mann. 1996. *Field Procedures for the Calibration of Shallow Water Multibeam Echo-Sounding Systems*. Canadian Hydrographic Conference, Canada.
- NOAA. 2012. *Hydrographic Survey and Shoreline Mapping Survey Support*. USA
- Pariwono, J.I. 1989. *Gaya Penggerak Pasang Surut, Pasang Surut*, Ed. Ongkosongo, O.S.R., dan Suyarso, P3O-LIPI, Jakarta, pp. 13-23
- Poerbandono. 2005. *Survei Hidrografi*. PT. Refika Aditama, Bandung.
- Rismanto, A., 2001, *Pengolahan Data Survei Batimetri dengan Menggunakan Perangkat Lunak HydroPro*, Skripsi, Program Studi Teknik Geodesi ITB, Bandung.
- Urick, R.J. 1983. *Principles of Underwater Sound*, 3rd ed. Mc Graw-Hill. New York.
- Wahyu N.J., Roshyana. 2009. *Pengukuran Acoustic Backscattering Strength Dasar Perairan Selat Gaspar.....* Skripsi FPIK IPB. Bogor.
- Wentworth, Chester K. 1922. "A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments," The Journal of Geology 30, no. 5 (Jul. - Aug., 1922): 377-392.

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Pasuruan, 7 November 1994 merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal di SD Negeri 1 Dermo Bangil, kemudian melanjutkan di SMP Negeri 1 Bangil dan SMA Negeri 1 Bangil, Kabupaten Pasuruan. Setelah lulus SMA, penulis melanjutkan pendidikan S-1 di Jurusan Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui SNMPTN Undangan tahun 2013 dan terdaftar dengan NRP 3513100027. Selama duduk dibangku perkuliahan, penulis aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Geomatika (HIMAGE-ITS) dengan menjabat staff Departemen Sosial Masyarakat masa bakti 2014/2015. Penulis pernah menjalani Kerja Praktik bidang teristris di PT Wijaya Karya. Penulis mengambil Tugas Akhir dalam bidang keahlian hidrografi dengan judul “ Analisis Nilai Hambur Balik Sedimen Permukaan Dasar Perairan Menggunakan Data Multibeam Echosounder EM302 “ untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN