



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR - RM184831**

# **ANALISIS POLA SEBARAN DAN KETEBALAN SEDIMEN DI TELUK LAMONG MENGGUNAKAN DATA SIDE SCAN SONAR DAN SUB BOTTOM PROFILER**

**FARRAS AULIA MAJID**  
NRP 0331154000091

**DOSEN PEMBIMBING**  
Danar Guruh Pratomo, ST., MT., Ph.D.  
Khomsin, ST., MT.

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





**TUGAS AKHIR - RM184831**

# **ANALISIS POLA SEBARAN DAN KETEBALAN SEDIMEN DI TELUK LAMONG MENGGUNAKAN DATA SIDE SCAN SONAR DAN SUB BOTTOM PROFILER**

**FARRAS AULIA MAJID**  
NRP 0331154000091

**DOSEN PEMBIMBING**  
Dinar Guruh Pratomo, ST., MT., Ph.D.  
Khomsin, ST., MT.

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

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**FINAL ASSIGNMENT - RM184831**

# **ANALYSIS OF SEDIMENT DISTRIBUTION AND THICKNESS IN LAMONG BAY USING SIDE SCAN SONAR AND SUB BOTTOM PROFILER DATA**

**FARRAS AULIA MAJID**  
NRP 0331154000091

Supervisor  
Dinar Guruh Pratomo, ST., MT., Ph.D.  
Khomsin, ST., MT.

DEPARTMENT OF GEOMATICS ENGINEERING  
Faculty of Civil, Environment, and Geo Engineering  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# **ANALISIS POLA SEBARAN DAN KETEBALAN SEDIMEN DI TELUK LAMONG MENGGUNAKAN DATA SIDE SCAN SONAR DAN SUB BOTTOM PROFILER**

Nama : Farras Aulia Majid  
NRP : 0331154000091  
Departemen : Teknik Geomatika FTSLK - ITS  
Dosen Pembimbing : Dinar Guruh Pratomo, ST., MT., Ph.D,  
Khomsin, ST., MT.

## **Abstrak**

Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya menjadi salah satu gerbang transportasi barang di Indonesia Timur yang memiliki beberapa terminal dengan fungsi yang berbeda-beda. Salah satu terminal yang berfungsi sebagai terminal *multipurpose* di Pelabuhan Tanjung Perak adalah Terminal Teluk Lamong. Dengan semakin meningkatnya kegiatan transportasi laut di Terminal Teluk Lamong, maka dilakukan pemeliharaan secara berkala untuk menjaga kedalaman ideal yang sesuai dimensi dan ukuran kapal yang berlabuh di perairan Terminal Teluk Lamong. Supaya proses pemeliharaan pelabuhan berjalan efektif diperlukan pengetahuan mengenai analisis pola sebaran dan ketebalan sedimen penyusun di lokasi tersebut. Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan model ketebalan sedimen dari data *sub bottom profiler* dan pola sebaran sedimen menggunakan data *side scan sonar* serta sampel uji bor yang digunakan untuk uji validasi setelah dilakukannya interpretasi. Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis dihasilkan bahwa Kolam dermaga Teluk Lamong memiliki nilai kedalaman yang berkisar antara 8 meter hingga 20 meter terhadap LWS dengan ketebalan sedimen rata-rata senilai 2.0795 meter, ketebalan maksimal sebesar 2,6978 meter dan ketebalan minimum 0,9391 meter. Penumpukan lapisan sedimen pada permukaan dasar laut di wilayah kolam dermaga Teluk Lamong cenderung mengikuti struktur topografi atau relief dari dasar laut. Sementara dari hasil analisis peta sebaran sedimen di Teluk Lamong menggunakan data

*side scan sonar* diperoleh luasan total perhitungan terhadap lokasi sebesar 116.531,3297 m<sup>2</sup> luasan sedimen dengan tekstur kasar sebesar 12.821,6647 m<sup>2</sup>, tekstur sedang sebesar 79.711,8928 m<sup>2</sup>, dan tekstur halus sebesar 23.997,7722 m<sup>2</sup> dimana sedimen didominasi oleh jenis sedimen pasir.

**Kata kunci:** *Ketebalan sedimen, Sebaran sedimen, Side scan sonar, Sub bottom profiler*



# **ANALYSIS OF SEDIMENT DISTRIBUTION AND THICKNESS IN LAMONG BAY USING SIDE SCAN SONAR AND SUB BOTTOM PROFILER DATA**

Name : Farras Aulia Majid  
NRP : 0331154000091  
Department : Teknik Geomatika FTSLK - ITS  
Supervisor : Dinar Guruh Pratomo, ST., MT., Ph.D,  
Khomsin, ST., MT.

## **Abstract**

Tanjung Perak Port is one of the goods and commodities transportation gateways in Eastern Indonesia which locate in Surabaya has several terminals with different functions. One terminal that serves as a multipurpose terminal at Tanjung Perak Port is Lamong Bay Terminal. With the increasing amount of sea transportation activities at Lamong Bay Terminal, maintenance is carried out periodically to keep the ideal depth that matches the dimensions and size of the ships anchored in the waters of Lamong Bay. In order for the port maintenance process to run effectively, knowledge is needed regarding the analysis of the distribution and thickness of sediments in related location. In this study, the sediment thickness model was made from sub bottom profiler data and for the sediment distribution using side scan sonar data. The borelog sample is used for validation tests after the interpretation. Based on the results of the processing and analysis, it was found that Lamong Bay has a depth value ranging from 8 meters to 20 meters towards LWS with an average sediment thickness of 2.0795 meters, maximum thickness of 2.6978 meters and a minimum thickness of 0.9391 meters. The accumulation of sediment layers on the surface of the sea floor around the Lamong Bay dock pool area tends to follow the topographic structure or relief from the seabed. While the results of the sediment distribution analysis in Lamong Bay using side scan sonar data obtained the total calculation area of 116531.3297 m<sup>2</sup> which has the sediment area

with a rough texture of 12821.6647 m<sup>2</sup>, area with medium texture of 79711.8928 m<sup>2</sup>, and area with fine texture of 23997.7722 m<sup>2</sup> where the research area is dominated by sand.

**Keywords: Sediment thickness, Sediment distribution, Side scan sonar, Sub bottom profiler**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS POLA SEBARAN DAN KETEBALAN SEDIMEN DI TELUK LAMONG MENGGUNAKAN DATA SIDE SCAN SONAR DAN SUB BOTTOM PROFILER

#### TUGAS AKHIR

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

Oleh:

**Farras Aulia Majid**  
NRP 0331154000091

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Danar Guruh Pratomo, ST., M.Sc., Ph.D.

NIP. 19800507 200312 1 001

Khomsin, ST., M.T.

NIP. 19750705 200012 1 001



**SURABAYA, JULI 2019**

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## KATA PENGANTAR

Tak ada yang patut mendapatkan puji syukur melainkan Tuhan Yang Maha Esa karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “**Analisis Pola Sebaran dan Ketebalan Sedimen di Teluk Lamong Menggunakan Data *Side Scan Sonar* dan *Sub Bottom Profiler*”**”.

Dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir ini, banyak pihak yang memberikan bantuan dan dukungan terhadap penulis sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibunda beserta seluruh keluarga penulis, atas doa, kehadiran, dukungan dan seluruh bentuk kasih sayang kepada penulis.
2. Bapak Mokhammad Nur Cahyadi, S.T., M.Sc., Ph.D, selaku Ketua Departemen Teknik Geomatika.
3. Bapak Danar Guruh Pratomo. ST., M.Sc., Ph.D dan Bapak Khomsin, ST., M.T. selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan dan saran.
4. Bapak Firman Syaifuddin, ST.,MT., dan Bapak Dr. Dwa Desa Warnana selaku dosen teknik geofisika yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. PT. Alur Pelayaran Barat Surabaya yang telah membantu dan menyediakan data tugas akhir penulis.
6. Bapak Cahyo, Ibu Dyah, dan Mas Hugo yang telah berbaik hati membagi ilmu dan terbuka untuk diskusi.
7. Staff Teknik Geomatika ITS yang telah membantu dalam kelancaran proses kelulusan.
8. Sahabat – sahabat penghuni Geomarine dan teman-teman G17 yang selalu memotivasi satu sama lain demi terselesaikannya tugas akhir ini.
9. Ratih, Bimo dan teman-teman Geofisika lainnya yang telah berbaik hati menjadi tempat penulis untuk berdiskusi.

10. Seluruh pihak yang telah membantu dan berperan sehingga laporan ini dapat terselesaikan, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis sangat mengharapkan saran dan masukan sebagai pembelajaran bagi penulis untuk menjadi lebih baik. Penulis menyadari bahwa dalam laporan ini masih banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu, penulis memohon maaf yang sebesarbesarnya.

Akhir kata, penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan penulis menyampaikan terima kasih atas segala kesempatan yang telah diberikan.

Surabaya, Juli 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	iii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan penelitian.....	3
1.5 Manfaat.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Hidrografi.....	5
2.1.1 Batimetri.....	5
2.1.2 Metode Akustik.....	6
2.2 Survei Seismik.....	8
2.2.1 <i>Sub Bottom Profiler</i> .....	9
2.3 <i>Side Scan Sonar</i> .....	14
2.4 Pasang Surut dan Datum Vertikal.....	16
2.3.1 Pasang Surut.....	16
2.3.2 Datum Vertikal.....	17
2.6 Penelitian Terdahulu.....	19
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	21
3.1 Lokasi Penelitian.....	21
3.2 Data dan Peralatan.....	22
3.2.1 Data.....	22
3.2.2 Peralatan.....	22
3.3 Metodologi Penelitian.....	22
<b>BAB IV HASIL DAN ANALISA</b> .....	31
4.1 Analisis Batimetri.....	31

4.2 Analisis <i>Sub Bottom Profiler</i> .....	32
4.3 Analisis <i>Side Scan Sonar</i> .....	43
<b>BAB V KESIMPULAN</b> .....	48
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran .....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	51
<b>LAMPIRAN</b> .....	54



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Pemeruman (Modifikasi dari <i>Corps of Engineers</i> 2013) .....	7
Gambar 2.2 Pemasangan Berbagai Sistem <i>Sub Bottom Profiler</i> (Amirullah 2018).....	10
Gambar 2.3 Skema dari refleksi permukaan dasar perairan (Modifikasi dari Solikin 2018).....	12
Gambar 2.5 Lintasan <i>side scan sonar</i> .....	16
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian .....	21
Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian.....	23
Gambar 3.3 Tahap Pengolahan Data <i>Sub Bottom Profiler</i> .....	25
Gambar 3.4 Tahap Pengolahan Data <i>Side Scan Sonar</i> .....	28
Gambar 4.1 Kenampakan batimetri pada Teluk Lamong.....	32
Gambar 4.2 Data seismik sebelum melalui proses pengolahan...	33
Gambar 4.3 Analisis Spektral Frekuensi .....	34
Gambar 4.4 Penampang SBP setelah dilakukan <i>Filtering</i> .....	35
Gambar 4.5 Penampang SBP setelah dilakukan <i>Mix N-Trace Weighted Mix</i> .....	36
Gambar 4.6 Penampang SBP setelah dilakukan dekonvolusi .....	36
Gambar 4.7 Data SBP sesuai alur survei.....	37
Gambar 4.8 Penampang SBP pada wilayah Teluk Lamong setelah dilakukan <i>picking horizon</i> .....	38
Gambar 4.9 <i>Multipath</i> pada data seismik .....	38
Gambar 4.10 Titik sampel uji bor diikatkan pada data seismik ..	39
Gambar 4.11 <i>Surface</i> dari lapisan dasar laut .....	40
Gambar 4.12 <i>Surface</i> dari lapisan sedimen .....	40
Gambar 4.13 <i>Surface</i> ketebalan sedimen .....	41
Gambar 4.14 Grafik Histogram persebaran nilai ketebalan sedimen.....	42
Gambar 4.15 Kurva distribusi normal persebaran nilai ketebalan sedimen.....	42
Gambar 4.16 Hasil koreksi citra <i>side scan sonar</i> .....	43
Gambar 4.17 Fitur sedimen bertekstur kasar.....	44
Gambar 4.18 Fitur sedimen bertekstur sedang .....	45

Gambar 4.19 Fitur sedimen bertekstur halus.....	45
Gambar 4.20 Sebaran sedimen .....	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi nilai densitas dan kecepatan sedimen.....	12
Tabel 2.2 Spesifikasi SyQwest <i>Stratabox HD</i> .....	13
Tabel 4.1 Luasan fitur dasar laut hasil interpretasi kualitatif .....	47

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Peta Batimetri Terminal Teluk Lamong

Lampiran 2. Peta Sebaran Sedimen di Teluk Lamong

Lampiran 3. Modul Pengolahan Data Seismik

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pelabuhan merupakan pintu gerbang untuk masuk ke suatu daerah tertentu dan sebagai prasarana penghubung antar daerah, antar pulau, bahkan antar negara. Pelabuhan berperan sebagai terminal yang mempertemukan moda transportasi baik intermodal maupun multimodal, mendorong lancarnya transaksi perdagangan serta perindustrian bagi pembangunan ekonomi (Perdana, Pujiraharjo, dan Wijatmiko 2017).

Pelabuhan Tanjung Perak yang memiliki 7 terminal utama adalah pelabuhan terbesar kedua di Indonesia yang terletak di Surabaya, Jawa Timur. Pelabuhan Tanjung Perak memiliki peran strategis guna menunjang kegiatan lalu lintas transportasi angkutan laut dan sebagai penggerak pertumbuhan perekonomian (Bujana 2014).

Salah satu terminal yang berada di Pelabuhan Tanjung Perak adalah Terminal Teluk Lamong. Terminal Teluk Lamong berfungsi sebagai Terminal *multipurpose* yang berlokasi di Surabaya yang memiliki kedalaman pelabuhan 10,5 meter terhadap LWS (Mahendra 2014). Dengan semakin meningkatnya kegiatan transportasi laut di Terminal Teluk Lamong, maka dilakukan pemeliharaan secara berkala untuk menjaga kedalaman ideal yang sesuai dimensi dan ukuran kapal yang berlabuh di perairan Terminal Teluk Lamong Pelabuhan Tanjung Perak.

Supaya proses pemeliharaan pelabuhan berjalan efektif diperlukan pengetahuan mengenai pola sebaran sedimen, analisis ketebalan sedimen dan jenis-jenis lapisan sedimen penyusun di daerah perairan tersebut. Adapun instrumen hidroakustik yang biasa digunakan untuk menginterpretasi lapisan bawah permukaan dasar perairan adalah *sub bottom profiler*. Instrumen ini menggunakan sinyal akustik frekuensi rendah yang memiliki kemampuan untuk menembus lapisan dasar laut sampai dengan kedalaman puluhan meter, sehingga informasi penting yang

berhubungan dengan stratigrafi dasar laut dapat diperoleh. Sedangkan, untuk mengetahui pola sebaran sedimen dapat menggunakan data *acoustic imaging* dari *side scan sonar*.

Pada penelitian tugas akhir ini akan dilakukan analisis pola sebaran sedimen menggunakan data *side scan sonar*, dilakukan pemodelan 3 dimensi ketebalan sedimen dan analisis ketebalan sedimen dari data *sub bottom profiler*. Validasi terhadap hasil pengolahan data dilakukan dengan data sampel sedimen, yaitu berupa sampel uji bor untuk mengetahui jenis lapisan sedimen penyusun di Teluk Lamong. Data penelitian ini diperoleh dari PT. Alur Pelayaran Barat Surabaya (PT. APBS) dengan fokus lokasi penelitian berada di kolam dermaga Terminal Teluk Lamong.

### **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka penulis merumuskan beberapa masalah yang akan diteliti, antara lain:

1. Bagaimana kondisi sebaran sedimen di dasar perairan dermaga Teluk Lamong ?
2. Bagaimana proses analisis pola sebaran sedimen dari data citra *side scan sonar* ?
3. Bagaimana proses pemodelan ketebalan sedimen di Teluk Lamong dari data *sub bottom profiler* ?

### **1.3 Batasan Masalah**

Adapun beberapa batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Wilayah pengambilan data *side scan sonar* dan *sub bottom profiler* berada di perairan Teluk Lamong.
2. Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data *sub bottom profiler*, data *side scan sonar*, data pasang surut, dan data sampel sedimen yang diperoleh dari PT.APBS pada tanggal 8 Desember 2018.
3. Validasi terhadap hasil analisis sebaran dan ketebalan sedimen di Teluk Lamong menggunakan data sampel sedimen berupa sampel uji bor.



#### **1.4 Tujuan penelitian**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyajikan peta sebaran sedimen dasar perairan di sekitar kolam dermaga Teluk Lamong.
2. Analisis pola sebaran sedimen terhadap data *side scan sonar*.
3. Analisis ketebalan sedimen dan pemodelan 3 dimensi ketebalan dari data *sub bottom profiler*.

#### **1.5 Manfaat**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat membuat peta pola sebaran sedimen di Teluk Lamong dari data *side scan sonar*.
2. Dapat menghasilkan analisis ketebalan dari lapisan sedimen di Teluk Lamong.
3. Dapat menghasilkan analisis jenis lapisan sedimen dan pemodelan 3 dimensi dari ketebalan sedimen yang dapat digunakan sebagai informasi dalam pengembangan wilayah perairan Teluk Lamong.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini akan dibahas mengenai dasar-dasar teori yang digunakan dalam penyusunan penelitian dengan tujuan untuk mendukung landasan berfikir dalam proses analisis pola sebaran sedimen dan ketebalan sedimen menggunakan data *side scan sonar* dan data *sub bottom profiler*. Fokus lokasi pada penelitian ini terletak di wilayah kolam dermaga Teluk Lamong yang berada di Tanjung Perak, Surabaya. Berikut uraian dari teori-teori yang digunakan:

#### **2.1 Hidrografi**

Hidrografi menurut *International Hydrographic Organization* adalah ilmu tentang pengukuran dan penggambaran parameter-parameter yang diperlukan untuk menjelaskan sifat-sifat dan konfigurasi dasar laut secara tepat, hubungan geografisnya dengan daratan, serta karakteristik-karakteristik dan dinamika-dinamika lautan (IHO 2008).

Pada dasarnya hidrografi adalah cabang ilmu yang berkepentingan dengan pengukuran dan deskripsi sifat dan bentuk dasar perairan dan dinamika badan air. Dasar perairan yang dimaksud meliputi batimetri atau topografi dasar laut, jenis material yang ada di dasar laut, dan morfologi dasar laut. Sedangkan dinamika badan air meliputi pasang surut dan arus air laut. Informasi yang didapatkan dari hidrografi utamanya ditujukan untuk navigasi dan keselamatan pelayaran, penetapan batas wilayah atau daerah di laut, eksplorasi dan eksploitasi sumber daya alam, perlindungan lingkungan hidup, dan pertahanan maritim (IHO 2005).

##### **2.1.1 Batimetri**

Batimetri menurut Setiyono (1996) yaitu ilmu yang mempelajari pengukuran kedalaman lautan, laut atau tubuh

perairan lainnya, dan peta batimetri adalah peta yang menggambarkan perairan serta kedalamannya.

Informasi batimetri memainkan peran penting dalam semua cabang oseanografi, studi paleoklimatologi, dan geologi kelautan. Pemetaan batimetri adalah proses pembuatan peta batimetri berdasarkan data kedalaman. Peta batimetri mewakili kedalaman badan air sebagai fungsi dari koordinat geografis, mirip dengan peta topografi yang mewakili ketinggian permukaan bumi pada koordinat geografis yang berbeda (Medwin dan Clay 1998).

Proses penggambaran dasar perairan tersebut (sejak pengukuran, pengolahan hingga visualisasi) disebut sebagai survei batimetri. Garis-garis kontur kedalaman atau model batimetri diperoleh dengan menginterpolasi titik-titik pengukuran kedalaman bergantung pada lokasi yang dikaji. Kerapatan titik-titik pengukuran kedalaman bergantung pada skala model yang hendak dibuat. Titik-titik pengukuran kedalaman berada pada lajur-lajur pengukuran kedalaman yang disebut sebagai lajur perum atau *sounding line* (Poerbandono dan Djunasjah 2005).

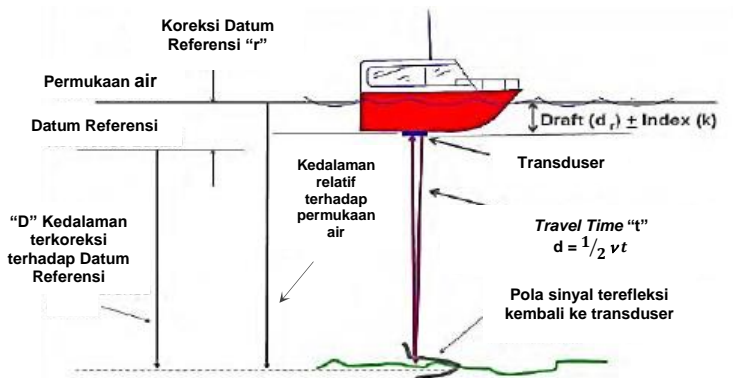
Saat ini, batimetri dipetakan menggunakan instrumen akustik bawah air dan data kedalaman diproses untuk menghasilkan peta navigasi, model 3D, dan profil dasar laut. Akustik dasar laut mempunyai keterkaitan antara lain dalam proses perambatan sinyal akustik pada perairan yang mampu memberikan informasi dasar perairan dan penentuan posisi di perairan. Salah satu teknologi akustik dasar laut, yaitu *sub bottom profiler* dan *side scan sonar*.

### 2.1.2 Metode Akustik

Pengukuran kedalaman merupakan bagian terpenting dari batimetri yang menurut prinsip dan karakter teknologi yang digunakan dapat dilakukan dengan salah satunya adalah metode akustik, yaitu metode tidak langsung yang menggunakan gelombang suara (akustik) yang dapat

mencakup wilayah cukup luas dalam waktu yang tidak terlalu lama. Metode akustik mampu untuk memetakan dasar perairan berdasarkan nilai hambur balik dan koefisien refleksi dari tipe dasar perairan tersebut (Solikin 2018)

Sistem pengukuran kedalaman secara akustik dilakukan dengan mengukur waktu yang dibutuhkan oleh sinyal akustik dari *transducer* ke dasar perairan dan kembali ke *transducer*. Kedalaman yang diukur ( $d$ ) adalah antara transduser dan beberapa titik pada bagian bawah reflektif akustik. Waktu perjalanan dari pulsa akustik tergantung pada kecepatan propagasi ( $v$ ) di kolom air. Jika kecepatan propagasi suara dalam kolom air diketahui dan *draft transducer* ( $d_r$ ) diketahui, kedalaman terkoreksi ( $D$ ) dapat dihitung dengan waktu tempuh diukur dari pulsa akustik. Dengan parameter  $v$ ,  $t$ , dan  $d_r$  tidak dapat ditentukan secara sempurna selama proses survei berlangsung, dan  $k$  harus ditentukan dari kalibrasi peralatan secara berkala. Waktu yang berlalu ( $t$ ) tergantung pada reflektifitas dari metode pemrosesan sinyal dalam air yang terkait yang digunakan untuk melihat pengembalian yang valid (US Army 2002). Pada Gambar 2.1 menunjukkan ilustrasi dari penjelasan di atas.



Gambar 2.1 Ilustrasi Pemeruman (Modifikasi dari *Corps of Engineers* 2013)

$$D = \frac{1}{2}(v.t) + d_r \quad (2.1)$$

Dimana:

$D$  = kedalaman terkoreksi terhadap datum referensi (  $m$  )

$v$  = kecepatan rata-rata suara di kolom air (  $m s^{-1}$  )

$t$  = waktu yang ditempuh dari transduser ke bawah dan kembali ke transduser (  $s$  )

$d_r$  = jarak dari permukaan air ke transduser (  $m$  )

## **2.2 Survei Seismik**

Data hasil survei seismik pada penelitian ini diperoleh dari pengukuran yang dilakukan oleh pihak dari PT. APBS menggunakan alat *Stratabox Marine Geophysical Instrument*. Alat tersebut diletakkan pada bagian badan kapal yang kemudian memancarkan gelombang akustik melalui kolom air hingga menyentuh lapisan sedimen bawah permukaan dasar laut dan dipantulkan kembali ke *transreceiver*. Survei seismik memiliki tujuan utama yaitu untuk memperoleh data rekaman yang memiliki kualitas yang baik. Perbandingan sinyal refleksi terhadap sinyal *noise* merupakan faktor yang menentukan kualitas dari rekaman seismik yang diperoleh (Hasanudin 2005).

Eksplorasi bawah air sangat bergantung pada frekuensi (*frequency dependent*) yang berkisar antara 10 Hz sampai 1 MHz. Semakin kecil frekuensi yang digunakan, gelombang akustik akan menembus lebih dalam ke dalam lapisan dasar perairan dan demikian sebaliknya. Hal ini disebabkan semakin tinggi frekuensi akan semakin cepat diserap oleh medium air laut (Penrose 2005).

Metode seismik merupakan salah satu metode eksplorasi yang didasarkan pada pengukuran respon gelombang suara yang menjalar pada suatu medium dan kemudian direfleksikan dan direfraksikan sepanjang perbedaan lapisan sedimen atau batas-batas batuan. Kualitas data seismik sangat ditentukan oleh kesesuaian antara parameter pengukuran lapangan yang digunakan dengan kondisi lapangan yang ada. Kondisi lapangan yang dimaksud adalah kondisi geologi dan kondisi daerah survei. Survei

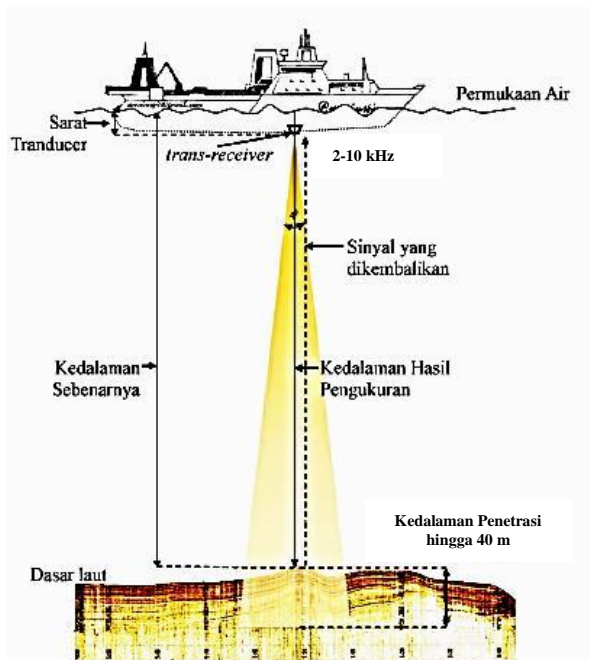
seismik adalah suatu kegiatan dengan menggunakan metode geofisika yang memanfaatkan penjalaran sinyal gelombang (Sanny 1998).

Eksplorasi struktur dalam dasar laut menggunakan beberapa metode khusus dengan gelombang seismik seperti eksplorasi yang dilakukan di darat (*land based geophysics*). Asumsi dasar dari seismik bahwa struktur di bawah permukaan dasar perairan terbentuk dari lapisan-lapisan yang berurutan, diskontinyu dalam memantulkan atau membiaskan gelombang akustik secara signifikan untuk tiap lapisannya. Terdapat dua macam metode dalam pengukuran seismik, yaitu metode refleksi dan metode refraksi. Metode refleksi menggunakan pancaran gema di tiap antarmuka lapisan yang berbeda pada *near vertical incidence*. Pancaran gema tersebut terekam sebagai fungsi dari *time of arrival* dan untuk membentuk fitur yang mirip dengan fitur yang diperoleh dengan *sounder*. Ketebalan dari tiap lapisan dihitung dari *time of arrival* dari pancaran gema dan nilai yang diasumsikan dari kecepatan suara (Lurton 2002).

### 2.2.1 Sub Bottom Profiler

Pemetaan menggunakan *Sub Bottom Profiler* (SBP) adalah teknik penginderaan bawah permukaan menggunakan alat khusus yang memancarkan gelombang akustik yang memiliki sistem gelombang satu saluran (*single channel*) dan digunakan untuk menampilkan profil seismik dasar laut dangkal (Penrose 2005). Sistem akustik yang digunakan SBP sama dengan yang digunakan pada *echosounder*, namun dengan frekuensi rendah yang beroperasi antara 1 kHz hingga 50 kHz untuk menembus ke dalam sedimen di bawah permukaan dasar laut. Dengan mensurvei daerah-daerah yang memiliki sampel uji bor atau *sample control*, dimungkinkan untuk memperluas kegunaan sampel uji bor tersebut dengan mengidentifikasi struktur bawah permukaan pada citra secara konsisten terhadap struktur yang ditunjukkan dalam sampel uji bor. (Seavision 2007).

Metode pada SBP menggunakan sumber suara yang mengeluarkan sinyal secara vertikal ke arah bawah melewati air dan penerima (*receiver*) menerima sinyal yang kembali setelah dipantulkan oleh lapisan dasar laut (reflektivitas). Selama akuisisi data, kecepatan suara yang melewati media air dan sedimen lainnya tidak konstan. Oleh karena itu, cara yang akurat dalam merekam data ialah dengan menggunakan domain waktu. Dalam pemrosesan dan interpretasi selanjutnya, dimungkinkan untuk mengubah perbedaan waktu menjadi jarak sehingga nilai kedalaman atau ketebalan dapat diketahui. Beberapa sinyal akustik yang menembus lapisan dasar akan dipantulkan ketika bertemu batas antara dua lapisan yang memiliki sifat keakustikan yang berbeda atau disebut impedansi akustik (*acoustic impedance*).



Gambar 2.2 Sistem *Sub Bottom Profiler* (Amirullah 2018)



Impedansi akustik berkaitan dengan tingkat densitas dari material dan nilai saat gelombang akustik melewati lapisan-lapisan permukaan dasar laut. Ketika terjadi perubahan nilai hambatan pada gelombang akustik, seperti permukaan air yang dipengaruhi oleh sedimen, maka gelombang akustik akan memantul. Beberapa energi gelombang akustik juga mampu diteruskan melewati air dan sedimen. Energi ini akan dipantulkan ketika bertemu dengan lapisan sedimen dibawahnya yang memiliki tingkat impedansi berbeda. Prinsip kerja sistem *sub-bottom profiler* ini juga menggunakan energi yang dipantulkan kembali ketika menemui lapisan-lapisan sedimen dengan impedansi yang bervariasi untuk membentuk profil dari dasar laut. Perbedaan impedansi akustik antar medium mempengaruhi koefisien refleksi sehingga lapisan geologi dapat terlihat oleh posisi koefisien refleksi. Rumus impedansi akustik dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$IA = \rho \times v \quad (2.2)$$

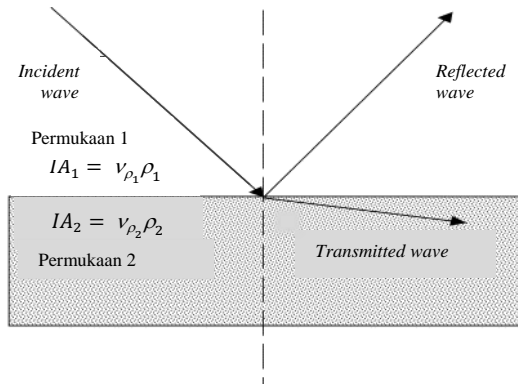
Dimana:

$$\begin{aligned} IA &= \text{impedansi akustik } (kg \ m^{-2}s^{-1}). \\ \rho &= \text{densitas medium } (kg \ m^{-3}) \\ v &= \text{kecepatan gelombang seismik } (m \ s^{-1}) \end{aligned}$$

$$KR = \frac{v_{\rho_2}\rho_2 - v_{\rho_1}\rho_1}{v_{\rho_2}\rho_2 + v_{\rho_1}\rho_1} = \frac{IA_2 - IA_1}{IA_2 + IA_1} \quad (2.3)$$

Dimana:

$$\begin{aligned} KR &= \text{Koefisien refleksi} \\ v_{\rho_1}, v_{\rho_2} &= \text{Kecepatan gelombang } \rho \text{ pada medium 1} \\ &\quad \text{dan medium 2 } (m \ s^{-1}) \\ \rho_1, \rho_2 &= \text{densitas medium 1 dan medium 2} \\ &\quad (kg \ m^{-3}) \\ IA_1, IA_2 &= \text{impedansi akustik } (kg \ m^{-2}s^{-1}) \end{aligned}$$



Gambar 2.3 Skema dari refleksi permukaan dasar perairan  
(Modifikasi dari Solikin 2018)

Dibawah ini adalah table dari nilai-nilai khusus untuk berbagai tipe sedimen yang beracuan pada klasifikasi shepard (Lurton 2002).

Tabel 2.1 Klasifikasi nilai densitas dan kecepatan sedimen  
(Lurton 2002)

Tipe Sedimen	$\rho$	$v$
	$(kg\ m^{-3})$	$(m\ s^{-1})$
<i>Clay</i>	1.200	1.470
<i>Silty clay</i>	1.300	1.485
<i>Clayey silt</i>	1.500	1.515
<i>Sand-silt-clay</i>	1.600	1.560
<i>Sand-silt</i>	1.700	1.605
<i>Silty sand</i>	1.800	1.650
<i>Very fine sand</i>	1.900	1.680
<i>Fine sand</i>	1.950	1.725
<i>Coarse sand</i>	2.000	1.800

Pada penelitian ini, data seismik diperoleh dari instrumen SyQwest *Stratabox HD*. Instrumen ini mampu memberikan citra beresolusi tinggi dengan kemampuan penetrasi mencapai 40 meter. Dirancang khusus untuk survei geofisika kelautan di daerah pantai dan pesisir. Data yang dihasilkan berupa format .odc beserta data .csv yang berisi data koordinat, waktu perekaman dan kedalaman di lokasi penelitian. Data format .odc selanjutnya dilakukan ekstraksi menjadi data seismik dalam format .sgy. Data seismik kemudian diolah untuk mendapatkan gambaran ketebalan sedimen. Berdasarkan spesifikasi SyQwest *Stratabox HD*, penetrasi gelombang terhadap sedimen berkisar antara 0 sampai 40 meter tergantung pada tipe sedimen dan gangguan yang terjadi terhadap gelombang. Spesifikasi instrumen selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 2. 1.

Tabel 2.2 Spesifikasi SyQwest *Stratabox HD*

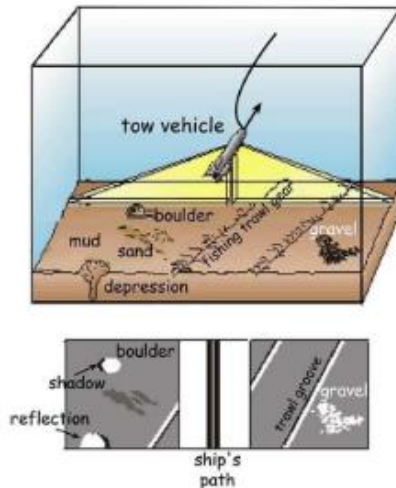
<b>Spesifikasi SyQwest <i>Stratabox HD</i></b>	
Rentang kedalaman	0-5, 0-10, 0-20, 0-40, 0-80, 0-150 (meter)
Resolusi <i>Strata</i>	6 cm dengan 40 meter <i>bottom penetration</i>
Resolusi kedalaman	0,1 meter
<i>Sweep Bandwidth</i>	1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, 6 kHz
Akurasi kedalaman	$\pm 0,5\%$
Kecepatan suara	1.400-1.600 m/s
Mode operasional	CW atau FM CHIRP
<i>Transmit rate</i>	Hingga 10 Hz, tergantung pada kedalaman dan <i>operator mode</i>
<i>Data file output</i>	Menyimpan kedalaman, navigasi, dan data grafik dalam format ODC. <i>Normal</i> dan <i>Zoom data</i> yang tersimpan berupa data pixel dan

	dapat di putar ulang dan/atau di cetak.
<i>Frequency output</i>	10 kHz <i>Standard</i> , 3,5 kHz <i>Optional</i>

### **2.3 Side Scan Sonar**

Survei menggunakan alat *side scan sonar* bertujuan untuk mendapatkan data citra kenampakan dasar laut (*seabed features*). Teknologi ini menggunakan pancaran gelombang akustik untuk menentukan jenis sedimen dan objek-objek yang berada di permukaan dasar laut. *Side scan sonar* sering digunakan dalam pemetaan dasar laut secara kualitatif dengan tujuan utama untuk menentukan lokasi fitur dan objek pada dasar laut. *Side scan sonar* merekam nilai hambur balik yang dipantulkan oleh permukaan dasar laut dalam bentuk energi listrik. Instrumen ini mampu membedakan besar kecil partikel penyusun permukaan dasar laut seperti batuan, lumpur, pasir, kerikil, atau tipe-tipe dasar perairan lainnya (Manik, Junaedi, dan Harsono 2016).

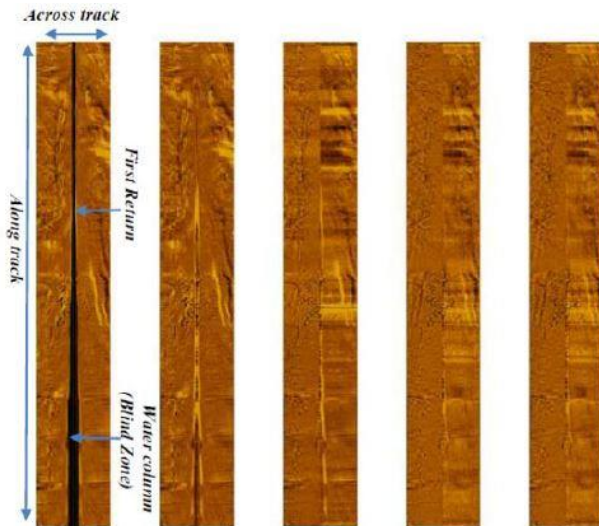
Citra yang dihasilkan menggunakan alat *side scan sonar* pada umumnya menghasilkan gambaran *monochrome* atau hitam putih. Hasil ini menampakkan tingkat kecerahan pada permukaan dasar laut, semakin cerah gambaran permukaan dasar laut maka semakin keras objek tersebut, sebaliknya semakin gelap gambaran permukaan yang dihasilkan menandakan bahwa objek tersebut berupa objek lunak. Variasi warna dari warna gelap dan terang pada citra *side scan sonar* menunjukkan energi hambur balik yang dihasilkan dari dasar laut (Manik, Junaedi, dan Harsono 2015).



Gambar 2.4 Ilustrasi Survei *Side Scan Sonar* (NOAA 2002)

Penerapan koreksi geometrik dan radiometrik dibutuhkan untuk meningkatkan hasil citra. Koreksi geometrik merupakan koreksi terhadap masalah geometris dari pencitraan dasar laut. Koreksi ini menyebabkan bagian *blind zone* dari citra di setiap track lines menjadi hilang. Sedangkan koreksi radiometrik berfungsi untuk memperbaiki tampilan citra. Koreksi radiometrik mempengaruhi *digital number* yang ditetapkan pada setiap piksel sehingga meningkatkan kualitas dalam citra. Koreksi geometrik dan radiometrik akan menghasilkan mosaik citra permukaan dasar laut sehingga siap untuk dilakukan kegiatan interpretasi (Manik, Junaedi, dan Harsono 2016). Pada koreksi geometrik dilakukan beberapa proses yaitu koreksi *bottom tracking*, *slant-range*, dan *layback*. Pada koreksi radiometrik dilakukan beberapa proses yaitu *Beam Angle Correction* (BAC), *Automatic Gain Control* (AGC),

*Empirical Gain Normalization (EGN)*, *Time Varying Gain (TVG)* (Manik, Junaedi, dan Harsono 2016).



Gambar 2.5 Lintasan *side scan sonar*

Interpretasi terhadap citra *side scan sonar* dapat dilakukan secara kualitatif untuk mendapatkan sifat-sifat fisik dari material dan penentuan bentuk objek atau secara kuantitatif untuk mendefinisikan hubungan antara posisi kapal, posisi *towfish*, dan posisi objek (Islam 2019). Interpretasi pada citra *side scan sonar* dapat dilakukan dengan pengklasifikasian berdasarkan pengamatan tekstur untuk mengenali karakteristik dasar laut (Lurton 2002). Sebuah area yang luas dengan intensitas sama atau terdapat pola mengindikasikan bahwa dasar laut tersebut memiliki sedimen permukaan yang sama (Islam 2019).

## **2.4 Pasang Surut dan Datum Vertikal**

### **2.3.1 Pasang Surut**

Data Pasang surut digunakan sebagai data masukan pada pengolahan data *sub bottom profiler* yang berfungsi sebagai data koreksi pada pengolahan data batimetri yakni sebagai datum vertikal. Pasang surut (pasut) dikaitkan dengan

proses naik turunnya paras laut (*sea level*) secara berkala yang ditimbulkan oleh adanya gaya tarik dari benda-benda angkasa, terutama matahari dan bulan, terhadap massa air di bumi (Ongkosongo dan Suyarso, 1989).

Permukaan air laut dipakai sebagai tinggi nol. Kedalaman suatu titik di dasar perairan atau ketinggian titik di pantai mengacu pada permukaan laut yang dianggap sebagai bidang referensi. Karena posisi muka air laut selalu berubah, maka penentuan tinggi nol harus dilakukan dengan meratakan data tinggi muka air yang diamati pada rentang waktu tertentu. Data tinggi muka air pada rentang waktu tertentu juga berguna untuk keperluan peramalan pasut. Analisis data pengamatan tinggi muka air juga akan berguna untuk mengenali karakter pasut dan fenomena lain yang mempengaruhi tinggi muka air laut (Poerbandono dan Djunasjah 2005).

### 2.3.2 Datum Vertikal

Tinggi titik atau kedalaman titik di laut hanya dapat ditentukan secara relatif terhadap bidang yang disepakati sebagai referensi tinggi atau datum vertikal. Datum vertikal ditentukan dengan meratakan data pasut sepanjang rentang waktu pengamatan (Poerbandono dan Djunasjah 2005). Pada penelitian ini, datum vertikal yang digunakan ialah LWS (*Low Water Spring*) yang telah diketahui nilainya. Sedangkan untuk data pasang surut didapatkan dari pengamatan yang dilakukan selama survei atau pemeruman berlangsung.

Untuk menetapkan ketinggian titik ikat (titik referensi) guna pengembangan wilayah perairan serta pembuatan peta topografi. Titik ikat utama dipasang di tepi pantai, biasanya di daerah pelabuhan. Ada beberapa definisi muka air yang digunakan sebagai tinggi referensi, antara lain yang sering digunakan yaitu muka air terendah (*Low Water Level*) untuk perencanaan kedalaman perairan kolam pelabuhan agar kapal

yang akan bersandar tidak kandas. Komponen harmonik yang dihasilkan dari data pengamatan pasang surut dapat digunakan untuk menentukan datum vertikal. Datum vertikal merupakan permukaan equipotensial yang mempunyai kedudukan permukaan air laut rata-rata yang digunakan sebagai bidang acuan dalam penentuan posisi vertikal (Pusat Pemetaan Dasar Kelautan dan Kedirgantaraan 2004).

## **2.5 Lapisan Sedimen Dasar Laut**

Lapisan dasar laut merupakan susunan atau deretan yang terbentuk dari hasil pengendapan sedimen secara perlahan-lahan dalam jangka waktu berjuta-juta tahun yang berada di laut. Sedimen adalah bahan utama pembentuk morfologi (topografi dan batimetri) pesisir. Sedimen berasal dari fragmentasi (pemecahan) batuan. Pemecahan tersebut terjadi akibat pelapukan (*weathering*) yang dapat berlangsung secara fisik, kimiawi atau biologis. Berubahnya morfologi pesisir terjadi sebagai akibat berpindahannya sedimen yang berlangsung melalui mekanisme erosi, pengangkutan (*transport*) dan pengendapan (*deposition*). Sedimen yang dipindahkan adalah sedimen yang terletak pada permukaan dasar perairan dengan agen yang berperan dalam perpindahan sedimen ini adalah arus (Poerbandono dan Djunasjah 2005).

Menurut Arsyad (2000), sedimen yang diakibatkan oleh proses erosi dan terbawa suatu aliran akan mengendap di area yang kecepatan airnya melambat atau berhenti disebut dengan sedimentasi. Sedimentasi adalah suatu proses pengendapan material yang dibawa oleh media air, angin, es, atau gletser di suatu cekungan. Pada umumnya, pengendapan sedimen pada proses sedimentasi terjadi di bawah bukit, daerah genangan banjir, saluran air, sungai, waduk, muara dan teluk. Sedimentasi di perairan pantai atau laut terjadi karena adanya sedimen yang mengendap secara cepat dan terus menerus sehingga mengakibatkan berubahnya bentuk topografi dasar perairan dan garis pantai. Material sedimen bisa berasal dari erosi pantai itu sendiri, atau daratan yang terbawa aliran sungai dan bermuara di pantai (Triatmodjo 1999).



Sebaran sedimen yang terdapat di dasar laut bergantung pada keadaan dasar laut. Terdapatnya arus yang kuat akan mengakibatkan terjadinya pemindahan sedimen jauh dari sumbernya. Adanya perpindahan sedimen akan mengakibatkan terjadinya perbedaan ketebalan dari lapisan dasar laut (Seibold dan Berger 1993). Total perpindahan sedimen yang terangkut dalam kolom air menyebabkan terakumulasinya sedimen dan membentuk lapisan di dasar laut dengan nilai ketebalan dan kosentrasi tertentu.

## **2.6 Penelitian Terdahulu**

Putri (2016) melakukan penelitian tentang identifikasi lapisan sedimen pada muara sungai Bengawan Solo di Pangkah-Gresik. Pengukuran dilakukan mulai sepanjang aliran sungai dan muara sungai sehingga didapatkan data dari dua lokasi yang berbeda. Tujuan dari penelitian tersebut yaitu untuk menganalisa ketebalan sedimen pada muara Sungai Bengawan Solo dan juga mengidentifikasi kedalaman muara sungai. Ketebalan sedimen dan kedalaman muara dapat diidentifikasi dengan melakukan survei *sub bottom profiler* (SBP). Survei SBP ini memanfaatkan gelombang akustik yang ditembakkan ke bawah permukaan air. Selain itu dilakukan pengambilan data berupa sample sedimen untuk menentukan sedimen penyusun pada daerah muara. Hasil dari penelitian ini berupa peta dan model 3D dari ketebalan sedimen dari Muara Sungai Bengawan Solo.

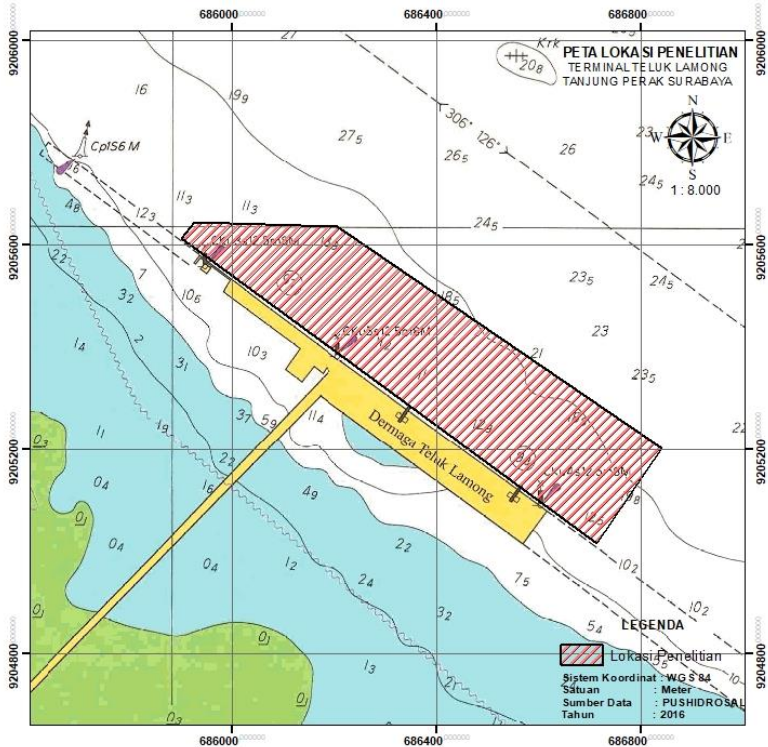
Amirullah (2018) melakukan penelitian tentang analisis data *sub bottom profiler* untuk identifikasi ketebalan sedimen pada lokasi penelitian di Alur Pelayaran Surabaya Timur. Sedangkan instrumen *sub bottom profiler* yang digunakan adalah SES Innomar 2000 *light plus*. Kedalaman batimetri diukur dengan instrumen *singlebeam ecosounder*. Untuk identifikasi sedimen permukaan dasar laut dilakukan dengan menganalisa citra bawah laut dari data *side scan sonar* yang diperoleh dari konversi data *sub bottom profiler* ke bentuk format \*.xtf. Selanjutnya hasil interpretasi citra bawah laut di integrasikan dengan hasil grab sampler untuk mengetahui jenis sedimen.

Perbedaan dari penelitian pada tugas akhir ini dengan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya terletak pada lokasi penelitian yang berada di Teluk Lamong, Surabaya. Dengan data yang digunakan berupa data *sub bottom profiler*, data *side scan sonar*, data pasang surut, dan sampel sedimen. Untuk kemudian dilakukan analisis pola sebaran sedimen menggunakan data *side scan sonar*, dilakukan pemodelan 3 dimensi ketebalan sedimen dan analisis ketebalan sedimen dari data *sub bottom profiler* yang mana validasi dari pengolahan data dilakukan dengan data sampel sedimen yaitu berupa sampel uji bor untuk mengetahui jenis lapisan sedimen penyusun di Teluk Lamong.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi yang dijadikan studi kasus dalam penelitian ini terletak di area kolam dermaga Pelabuhan Teluk Lamong, Surabaya pada koordinat  $07^{\circ}11'0.552''$  LS dan  $112^{\circ}41'6.375''$  BT sampai dengan  $07^{\circ}11'16.388''$  LS dan  $112^{\circ}41'28.662''$  BT seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

### **3.2 Data dan Peralatan**

Data dan peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### **3.2.1 Data**

Adapun beberapa data yang digunakan untuk menunjang penelitian tugas akhir ini didapatkan dari hasil survei oleh PT. Alur Pelayaran Barat Surabaya (PT. APBS). Berikut adalah data yang digunakan:

- a. Data *sub bottom profiler* dengan format ODC pada area kolam dermaga Perairan Teluk Lamong pada tanggal 8 Desember tahun 2018 diperoleh dari PT.APBS
- b. Data *side scan sonar* format .RSD area kolam dermaga perairan Teluk Lamong
- c. Data pasang surut selama waktu pengamatan
- d. Sampel Sedimen berupa sampel uji bor (*borelog sample*)
- e. Peta laut Tanjung Perak tahun 2016

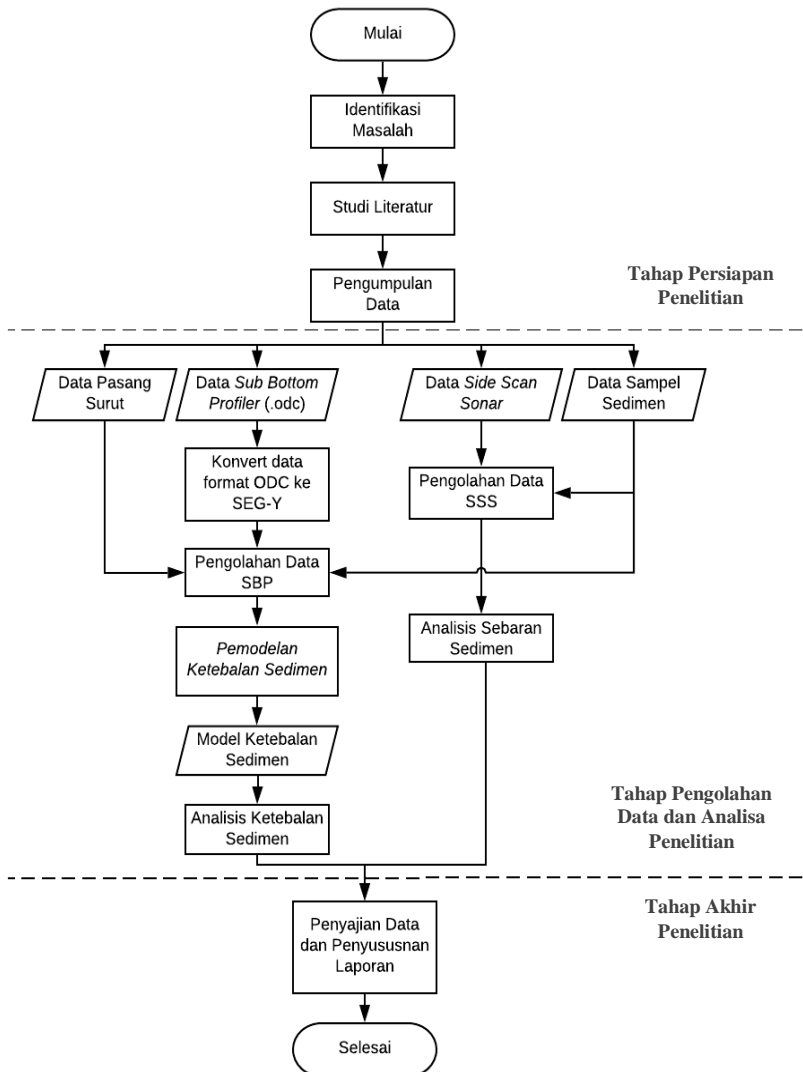
#### **3.2.2 Peralatan**

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Perangkat lunak untuk pengolahan data citra *side scan sonar*.
- b. Perangkat lunak untuk pengolahan data seismik
- c. Perangkat Lunak Matlab R2015a digunakan untuk mengolah data pasang surut.
- d. Perangkat Lunak ArcGis 10.6.1 digunakan untuk proses penyajian data berupa *layouting* peta.

### **3.3 Metodologi Penelitian**

Pelaksanaan penelitian ini terdiri atas beberapa tahapan yang dijelaskan dengan diagram alir pada Gambar 3.2 berikut:



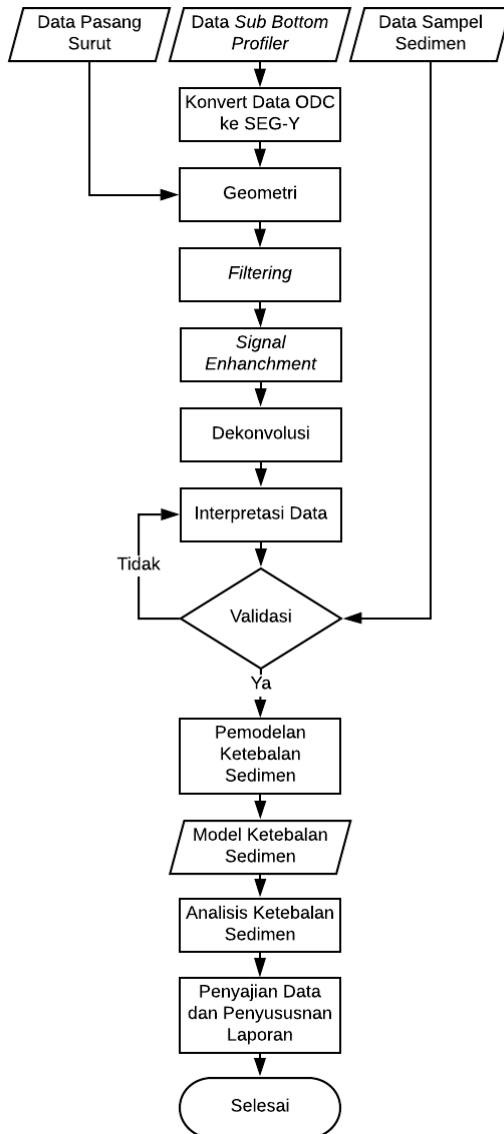
Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian

### 3.3.1 Tahap Persiapan Penelitian

Tahap persiapan ini merupakan tahap awal penelitian yangmana dilakukan identifikasi masalah terhadap pola sebaran dan ketebalan sedimen kemudian mencari dan mempelajari berbagai studi literatur yang terkait dengan penelitian. Adapun beberapa fokus studi literatur yang diperlukan dalam menunjang pelaksanaan penelitian ini. Pertama mengenai survei seismik. Kedua mengenai pengolahan data *sub bottom profiler* khususnya untuk mengetahui ketebalan sedimen pada lokasi penelitian. Kemudian, yang ketiga mengenai pengolahan data *side scan sonar* untuk membantu analisis pola sebaran sedimen yang dapat diinterpretasi dari citra yang dihasilkan setelah tahap pengolahan data. Dan yang terakhir mengenai *software* yang digunakan untuk membantu proses pengolahan data, baik pengolahan data seismik maupun data *side scan sonar*. Dalam tahap ini dilakukan pula pengambilan data sekunder yang diperoleh dari PT. Alur Pelayaran Barat Surabaya (PT. APBS). Data-data yang diperlukan diantaranya adalah data *sub bottom profiler*, data *side scan sonar*, data pasang surut, sampel uji bor, dan peta laut Tanjung Perak Tahun 2016.

### 3.3.2 Tahap Pengolahan Data dan Analisis Penelitian

Tahap pengolahan data dan analisis terdiri atas beberapa tahapan seperti yang dijelaskan dengan diagram pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4 berikut:



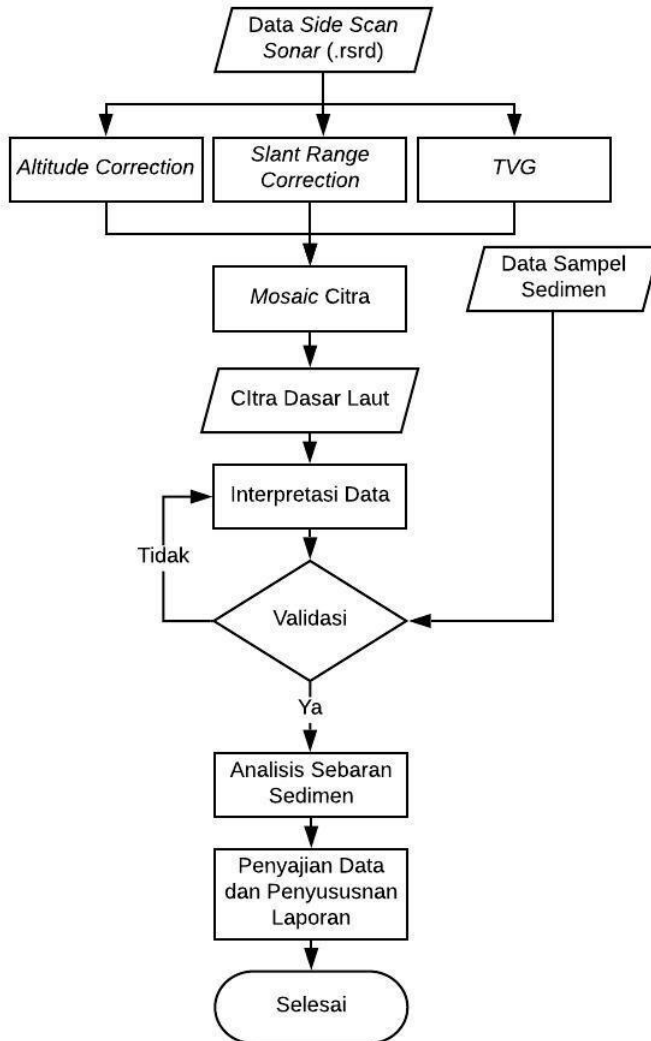
Gambar 3.3 Tahap Pengolahan Data *Sub Bottom Profiler*

Adapun beberapa proses yang dilakukan dalam tahap pengolahan data ini, diantaranya sebagai berikut:

- a. Pada penelitian ini diperlukan beberapa data yang digunakan untuk tahap pengolahan. Data masukan yang diperlukan diantaranya adalah data pasang surut, data *sub bottom profiler*, data *side scan sonar*, peta laut Tanjung Perak, dan data sampel uji bor.
- b. Pada tahap awal pengolahan data *sub bottom profiler* terbagi kedalam beberapa proses:
  - i. Konversi Data  
Data yang diperoleh dari instrumen *Syqwest Stratabox HD* dalam bentuk format *.odc* selanjutnya dilakukan konversi menjadi data seismik dalam format *.seg.* untuk kemudian diolah hingga mendapatkan nilai ketebalan sedimen.
  - ii. Geometri  
Tahap geometri dimaksudkan untuk mendefinisikan koordinat *shot point* agar sesuai dengan posisi geografis sesungguhnya.
  - iii. *Filtering*  
Penerapan *bandpass filter* dipilih sebagai metode penapisan (*fitering*) dalam penelitian ini karena dapat mengeleminasi frekuensi rendah dan frekuensi tinggi dalam sinyal seismik. Sebelum dilakukan *filtering*, terlebih dahulu dilakukan analisis spectral untuk menganalisa frekuensi pada data yang kemudian akan digunakan sebagai parameter untuk *bandpass filter*.
  - iv. *Signal Enhanchment*  
Tahapan selanjutnya setelah *filtering*, yaitu peningkatan kualitas sinyal atau *signal enhancement*. Kegunaan dari tahapan ini yaitu untuk menyatukan beberapa *trace* yang spesifik untuk menjadi satu *trace* dan juga untuk melakukan *smoothing* pada data.



- v. Dekonvolusi  
Pada tahap berikutnya, yaitu tahap dekonvolusi. Dekonvolusi dilakukan untuk menghilangkan atau mengurangi reverbrasi serta memperbaiki bentuk *wavelet* yang kompleks akibat pengaruh *noise*. Setelah dilakukan beberapa proses pengolahan data, maka *noise* yang terdapat pada data SBP akan tereduksi dan memperbesar rasio sinyal terhadap *noise*.
- vi. Interpretasi Data  
Interpretasi data dilakukan untuk menentukan batas dasar permukaan perairan dan menentukan ketebalan dari lapisan sedimen serta pola refleksinya. Pada penelitian ini digunakan interpretasi kualitatif, yaitu dengan melakukan penarikan horizon untuk mendapatkan kedalaman perairan dan batas pengendapan sedimen. Setelah itu dilakukan proses uji validasi dengan menyesuaikan hasil interpretasi terhadap sampel uji bor yang ada. Apabila hasil interpretasi sesuai dengan struktur sedimen penyusun pada sampel uji bor, maka proses interpretasi dinyatakan berhasil dan dapat dilanjutkan pada tahap pemodelan.
- vii. Pemodelan Ketebalan Sedimen  
Pemodelan ketebalan sedimen dilakukan setelah proses *picking horizon* terhadap permukaan dasar laut dan lapisan sedimen dalam interpretasi data selesai. Berikutnya dilakukan pembuatan *surface* 2D dan model 3D dari masing-masing lapisan, yaitu lapisan dasar laut dan lapisan sedimen, sehingga dapat dilakukan perhitungan ketebalan sedimen dari selisih antara kedua lapisan tersebut dan dilakukan analisis terhadap ketebalan sedimen.
- viii. Analisis  
Dilakukan analisis terhadap ketebalan sedimen serta pola distribusi normal pada sebaran data ketebalannya.

Gambar 3.4 Tahap Pengolahan Data *Side Scan Sonar*

- c. Pada tahap awal pengolahan data *side scan sonar* terbagi kedalam beberapa proses:
  - i. *Altitude Correction*  
*Altitude* atau ketinggian sensor dari dasar laut dikoreksi dengan mendeteksi kedalaman sesuai dengan rekaman *side scan sonar* sehingga didapatkan *first echo return*.
  - ii. *Slant Range Correction (SRC)*  
SRC dilakukan untuk menghitung jarak sebenarnya obyek yang ada di rekaman *side scan sonar* dari nadir (titik di bawah sensor) dan menghilangkan *water column* di rekaman *side scan sonar*.
  - iii. *Time Varying Gain (TVG)*  
TVG dilakukan untuk mendapatkan hasil citra dengan kecerahan yang sama meskipun obyek berada jauh dari nadir.
  - iv. Mosaic Citra  
Mosaic citra *side scan sonar* dilakukan untuk mendapatkan visualisasi yang berbentuk satu kesatuan citra akustik yang telah diolah, sehingga kenampakan permukaan dasar laut dapat diinterpretasi.
  - v. Interpretasi Citra  
Dari kenampakan permukaan dasar laut, dapat dilakukan interpretasi citra dengan pengklasifikasian berdasarkan pengamatan tekstur untuk mengenali karakteristik sedimen dasar laut.
  - vi. Analisis  
Dilakukan analisis terhadap pola sebaran sedimen serta perhitungan luas dari sedimen-sedimen penyusun yang telah diinterpretasi sehingga dihasilkan peta pola sebaran sedimen.

### 3.3.3 Tahap Akhir Penelitian

Tahap akhir dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah pembuatan laporan penelitian mengenai analisis pola sebaran

dan ketebalan sedimen di Teluk Lamong menggunakan data *side scan sonar* dan *sub bottom profiler*. Laporan ini mencakup seluruh kegiatan dari proses hingga hasil akhir dari penelitian.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN ANALISA**

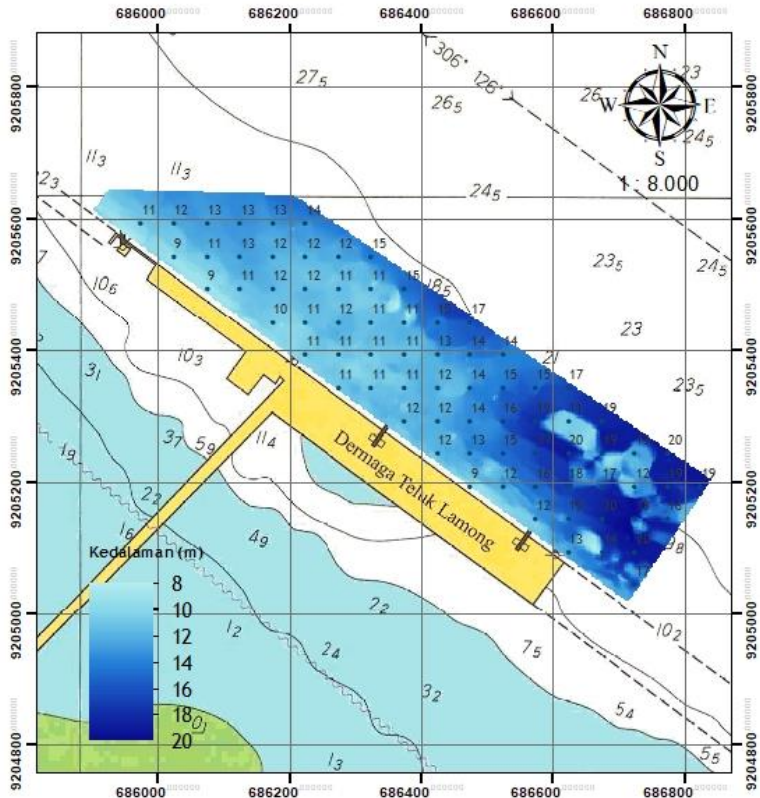
Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil analisa pola sebaran sedimen menggunakan data *side scan sonar* dan analisa ketebalan sedimen menggunakan data *sub bottom profiler* di Teluk Lamong. Selain itu akan dibahas juga mengenai integrasi antara data *sub bottom profiler* dengan data sampel uji bor (*borelog sample*) sehingga didapatkan interpretasi jenis sedimen yang cukup akurat.

#### **4.1 Analisis Batimetri**

Data dari alat SyQwest *Stratabox HD* dan data pasang surut selama survei berlangsung diperoleh melalui kegiatan survei yang dilakukan oleh PT. APBS pada tanggal 8 Desember 2018 kemudian diolah untuk memperoleh topografi dasar laut.

Langkah awal yang dilakukan dalam pengolahan terhadap data *sub bottom profiler* ialah *cleaning data* dengan maksud untuk menghilangkan *noise* pada data awal untuk menghasilkan gambaran permukaan dasar laut yang baik. Koreksi berikutnya terhadap nilai kedalaman dilakukan dengan memasukan nilai koreksi pasang surut terhadap datum vertikal surut terendah atau *Low Water Spring (LWS)* yang bernilai 4,612 meter diikatkan terhadap dermaga. Bacaan pasang surut yang diamati setiap 15 menit selama survei berlangsung ini perlu dilakukan interpolasi sebelum dapat dilakukan koreksi terhadap kedalaman seperti pada Gambar 4.1.

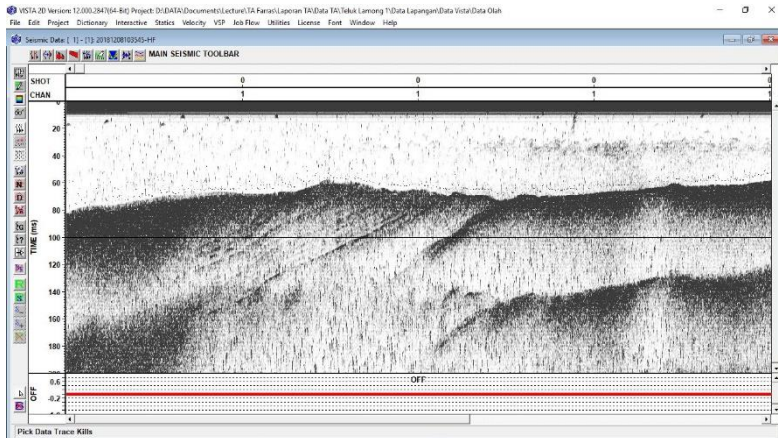
Kontur batimetri Teluk Lamong Surabaya memiliki kerapatan kontur yang kecil dikarenakan variasi nilai kedalaman dari lokasi penelitian. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai kedalaman yang berkisar antara 8 meter di wilayah dekat dermaga hingga 20 meter pada wilayah yang menjauhi dermaga dengan datum vertikal mengacu terhadap LWS. Dari data kontur tersebut diketahui keadaan topografi permukaan dasar Teluk Lamong



Gambar 4.1 Kenampakan batimetri pada Teluk Lamong

#### **4.2 Analisis Sub Bottom Profiler**

Pada penelitian ini terdapat 53 alur data seismik dengan format SEG-Y yang diperoleh dari mengkonversikan data dengan format ODC menjadi data digital dalam format SEG-Y. Pengolahan dilakukan satu per satu pada tiap alur. Lokasi yang dijadikan studi kasus dalam penelitian ini berfokus pada area kolam dermaga Pelabuhan Teluk Lamong, Surabaya. Untuk mendapatkan hasil interpretasi yang baik, maka data seismik harus melalui beberapa langkah pengolahan.

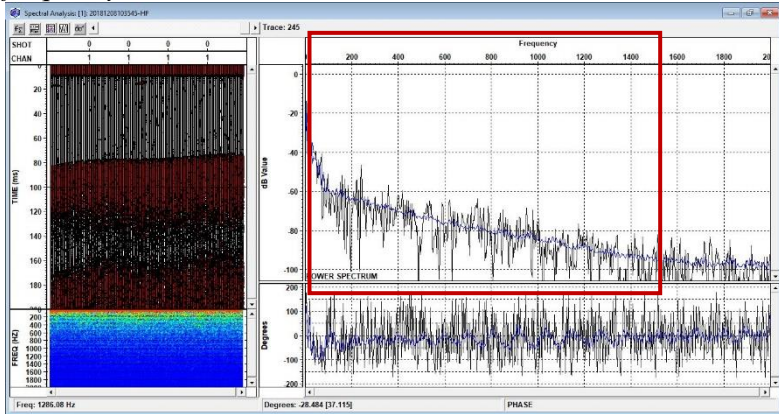


Gambar 4.2 Data seismik sebelum melalui proses pengolahan

Pada pengolahan data seismik, proses pertama yang dilakukan adalah koreksi geometrik untuk menentukan koordinat *shot point* agar sesuai dengan posisi geografis sesungguhnya. Pada tahap ini dilakukan pendefinisian geometri dari data yang telah dimasukkan sesuai dengan geometri penembakan pada saat pengambilan data di lapangan. Informasi mengenai geometri akan menjadi suatu identitas (*header*) dari *trace* seismik yang terekam, dan akan menjadi suatu atribut yang vital dalam pengolahan data seismik selanjutnya. Kemudian sebelum dilakukan *filtering*, terlebih dahulu dilakukan analisis spektral untuk menganalisa frekuensi pada data yang kemudian akan digunakan sebagai parameter untuk *bandpass filter*.

Analisis spektral dilakukan untuk menganalisa frekuensi pada data yang kemudian akan didapatkan parameter untuk *bandpass filter*. *Bandpass filter* merupakan metode penapisan (*filtering*) untuk mengeleminasi sinyal di luar frekuensi yang diinginkan dan hanya mengambil *cut off* frekuensi tertentu. Penerapan *bandpass filter* dipilih sebagai metode penapisan (*filtering*) dalam penelitian ini karena dapat mengeleminasi frekuensi rendah dan frekuensi tinggi dalam sinyal seismik. Sinyal

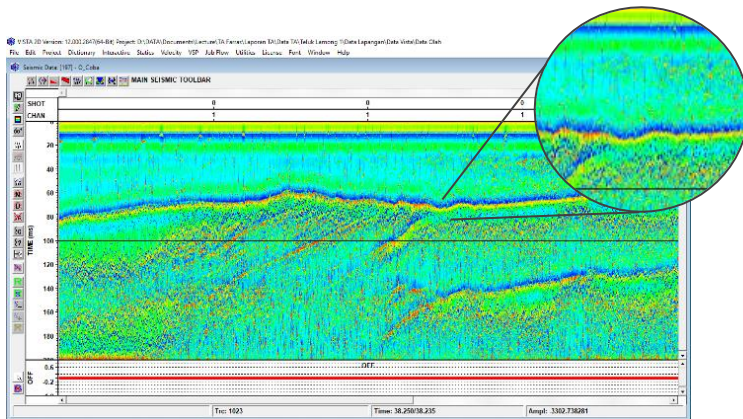
SBP menunjukkan bahwa nilai amplitudo (energi) yang besar berada pada frekuensi rendah dan nilai amplitudo semakin berkurang dengan bertambahnya frekuensi. Pada penelitian ini, nilai parameter *bandpass filter* yang digunakan ialah untuk *low truncation frequency* bernilai 30 Hz, *low cut frequency* bernilai 60 Hz, *high cut frequency* bernilai 1200 Hz, dan *high truncation frequency* bernilai 1500 Hz.



Gambar 4.3 Analisis Spektral Frekuensi

Kemudian untuk tahap selanjutnya dilakukan *filtering* terhadap data seismik. *Filtering* digunakan untuk mereduksi *noise* yang terdapat pada data. Proses *filtering* dilakukan dengan memasukan data penampang SBP lalu memasukan nilai parameter *bandpass* di atas untuk kemudian menghasilkan hasil seperti Gambar 4.4

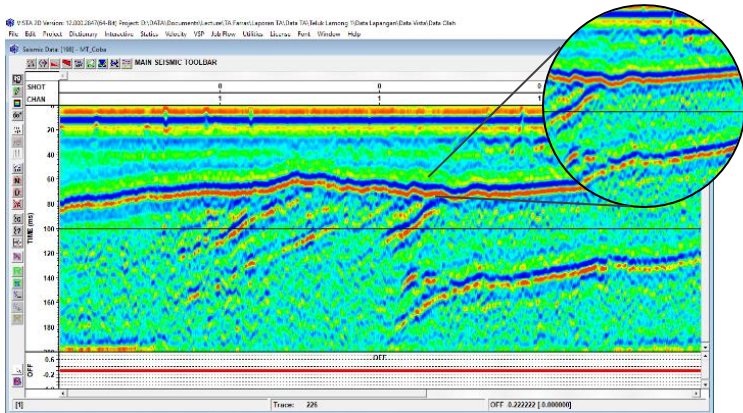




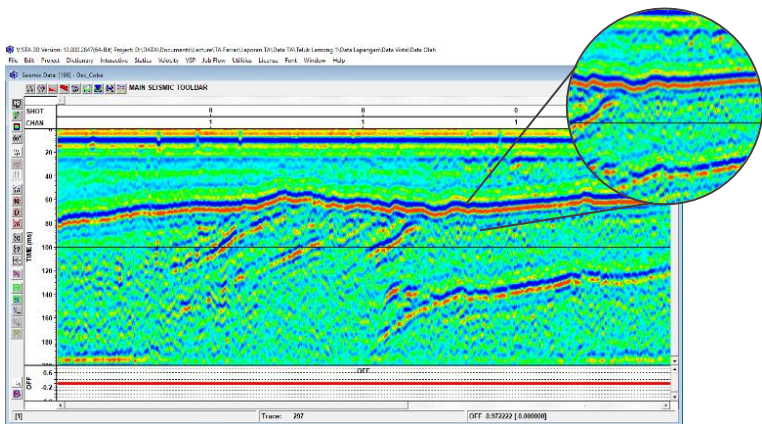
Gambar 4.4 Penampang SBP setelah dilakukan *Filtering*

Pada data SBP biasa ditemukan banyak *multishot* dalam satu posisi, sehingga hal tersebut dapat mengganggu proses pengolahan data. Oleh karena itu, perlu dilakukan *Mix N-Trace Weighted Mix* yang merupakan salah satu bagian dari *signal enhancement*. Kegunaan dari tahap ini ialah untuk menyatukan beberapa *trace* yang spesifik serta untuk *smoothing* pada data. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.5 di mana kontinuitas sinyal pada data penampang SBP lebih jelas dan lebih halus/*smooth*.

Pada gambar di bawah dapat dilihat bahwa pendefinisian dasar permukaan laut semakin terlihat jelas dengan diterapkannya *signal enhancement* terhadap data seismik. Pada tahap berikutnya, yaitu tahap dekonvolusi. Dekonvolusi dilakukan untuk menghilangkan atau mengurangi reverbrasi serta memperbaiki bentuk *wavelet* yang kompleks akibat pengaruh *noise*. Setelah dilakukan beberapa proses pengolahan data, maka *noise* yang terdapat pada data SBP akan tereduksi dan memperbesar rasio sinyal terhadap *noise*. Kemudian setelah seluruh data seismik selesai diolah, dilakukan *plotting* data pada *software* di mana interpretasi data seismik akan dilakukan.



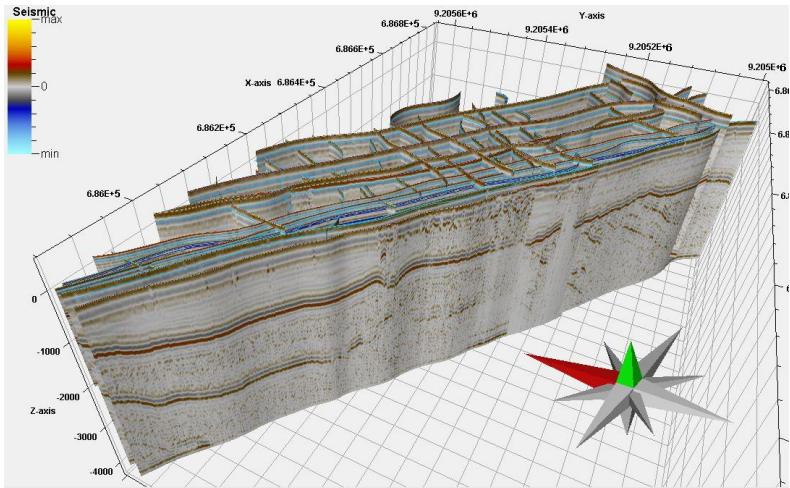
Gambar 4.5 Penampang SBP setelah dilakukan *Mix N-Trace Weighted Mix*



Gambar 4.6 Penampang SBP setelah dilakukan dekonvolusi

Tujuan dilakukannya interpretasi, yaitu untuk memperoleh informasi geologi bawah permukaan dari penampang seismik dalam hal ini dengan menentukan batas dasar permukaan laut dan menentukan ketebalan dari lapisan sedimen. Berdasarkan reflektivitasnya, kontras warna yang jelas menunjukkan batas ketebalan lapisan sedimennya. Interpretasi data dilakukan dengan membuat garis batas antara kontras warna yang berbeda.

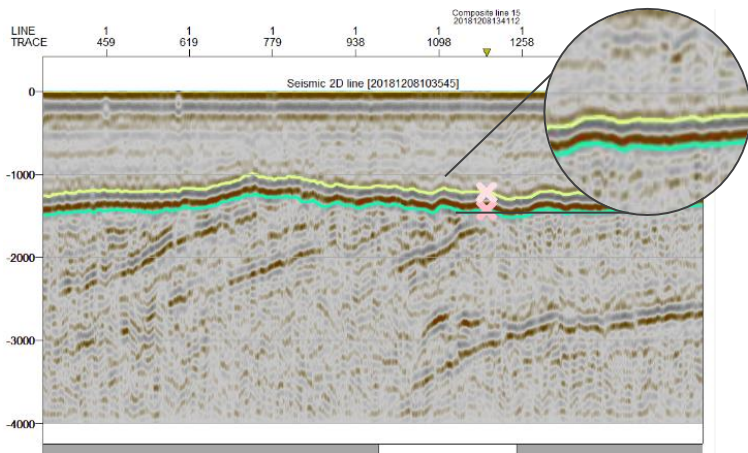
Pembuatan batas lapisan dilakukan dengan cara *picking horizon* sesuai bentuk lekukan lapisan dasar laut.



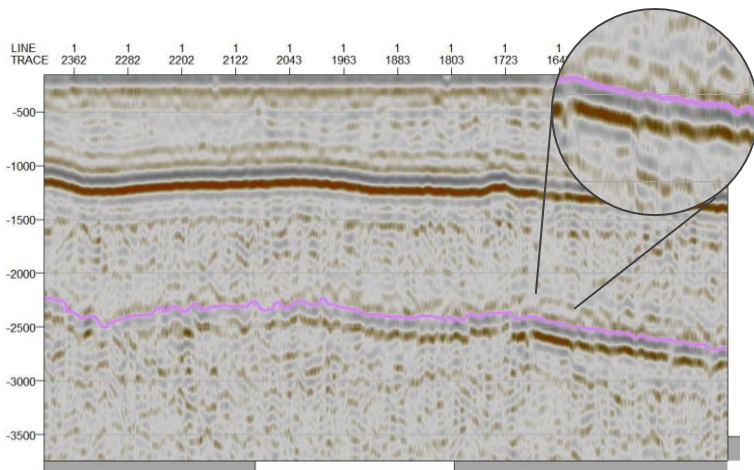
Gambar 4.7 Data SBP sesuai alur survei

Pada Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa telah dilakukan proses *picking horizon* berdasarkan reflektivitas yang menunjukkan perbedaan lapisan. *Picking horizon* dilakukan terhadap lapisan dasar laut dan lapisan sedimen di bawahnya sesuai dengan kemenerusan sinyal yang terlihat jelas, sehingga dapat dilakukan tahap interpretasi.

Perlu diketahui bahwa meskipun gelombang seismik dari alat SyQwest *Stratabox HD* dikatakan mampu merambat hingga kedalaman 40 meter di bawah permukaan laut, namun hasil data perekaman sangat dipengaruhi oleh jenis sedimen, kondisi alat serta operator. Pada penelitian ini, kekuatan sinyal cenderung hanya dapat merambat hingga kedalaman kurang dari 40 meter dari permukaan laut dan sudah mengalami *multipath* atau *noise* yang terlihat pada data seismik sebagai suatu pantulan sinyal yang berulang serta terdapat beberapa area dengan sinyal yang tidak stabil. Sehingga *picking horizon* hanya mampu dilakukan terhadap lapisan sedimen dengan kemenerusan sinyal yang terlihat jelas.



Gambar 4.8 Penampang SBP pada wilayah Teluk Lamong setelah dilakukan *picking horizon*

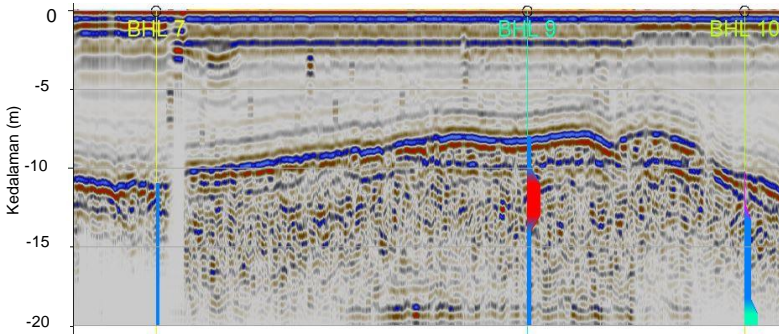


Gambar 4.9 *Multipath* pada data seismik

Selanjutnya validasi data SBP dilakukan dengan membandingkan antara data hasil perekaman akustik yang telah diinterpretasi dengan sampel uji bor (*borelog*) di lapangan. Hanya terdapat tiga titik bor yang dapat digunakan untuk mevalidasi hasil SBP. Tiga buah titik sampel uji bor ini memiliki kedalaman sampel

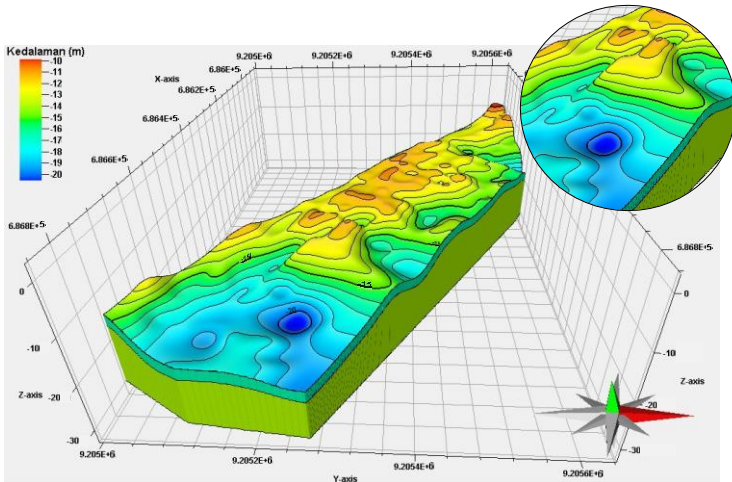


mencapai 20 meter di bawah dasar permukaan laut. Gambar 4.10 menyajikan titik bor yang telah diikatkan pada data seismik. Berdasarkan data sampel uji bor menunjukkan bahwa pada lapisan sedimen di dominasi oleh jenis sedimen pasir berkerikil yangmana ketebalannya sesuai dengan interpretasi data yang telah dilakukan terhadap lapisan di bawah permukaan dasar laut (lapisan sedimen).

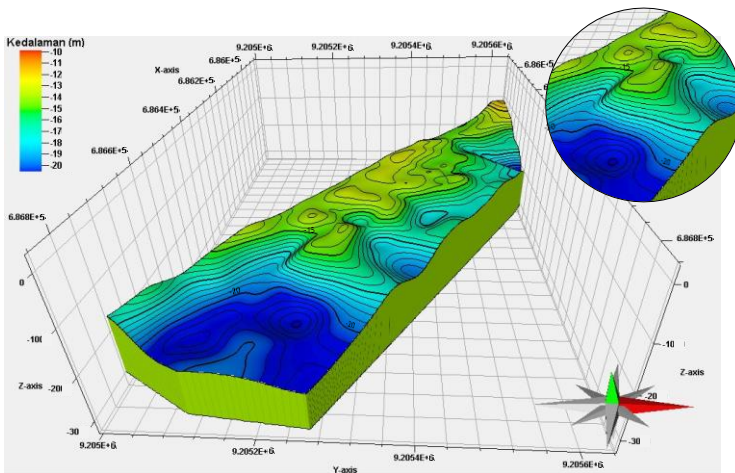


Gambar 4.10 Titik sampel uji bor diikatkan pada data seismik

Untuk mengetahui visualisasi dari setelah dilakukannya interpretasi, maka dilakukan pembuatan *boundary* terlebih dahulu dengan tujuan untuk menentukan batas-batas area yang akan dimodelkan menjadi *surface* 2D dan model 3D dari masing-masing lapisan, yaitu lapisan dasar laut dan lapisan sedimen. Ukuran grid yang digunakan berukuran 1×1 meter. Grid dibuat sedemikian rupa untuk dapat mewakili area studi. Dalam penelitian ini yang ditinjau adalah kolam dermaga Teluk Lamong. Dapat dilihat pola yang terbentuk antara *surface* pertama dan *surface* kedua bahwa penumpukan lapisan sedimen pada permukaan dasar laut cenderung mengikuti struktur lapisan yang berada di bawahnya. Dengan ketebalan sedimen tertinggi terletak pada daerah cekungan dan ketebalan terendah berada pada daerah puncak permukaan dasar laut.



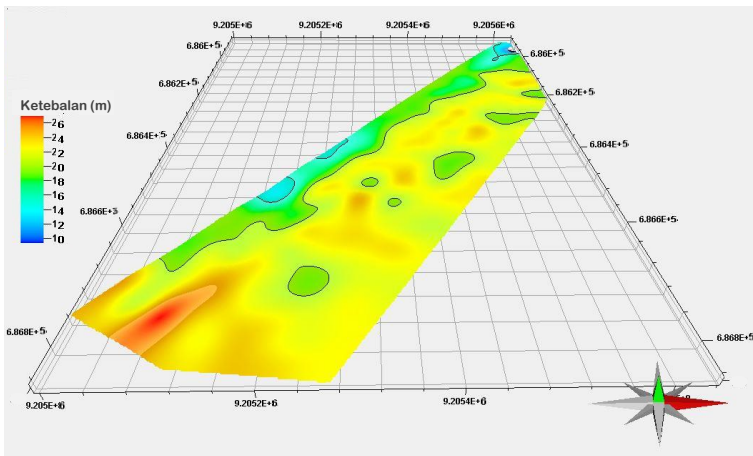
Gambar 4.11 *Surface* dari lapisan dasar laut



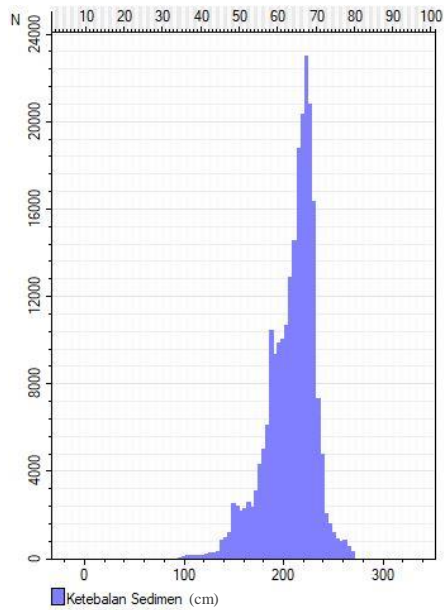
Gambar 4.12 *Surface* dari lapisan sedimen

Untuk mengetahui nilai ketebalan sedimen, diterapkan perhitungan dengan cara melakukan selisih antara kedua *surface* yang telah dibuat. Beberapa sampel hasil perhitungan ketebalan lapisan sedimen dapat dilihat pada Tabel 4.1. Didapatkan hasil, yaitu pada lokasi penelitian memiliki ketebalan maksimal sebesar

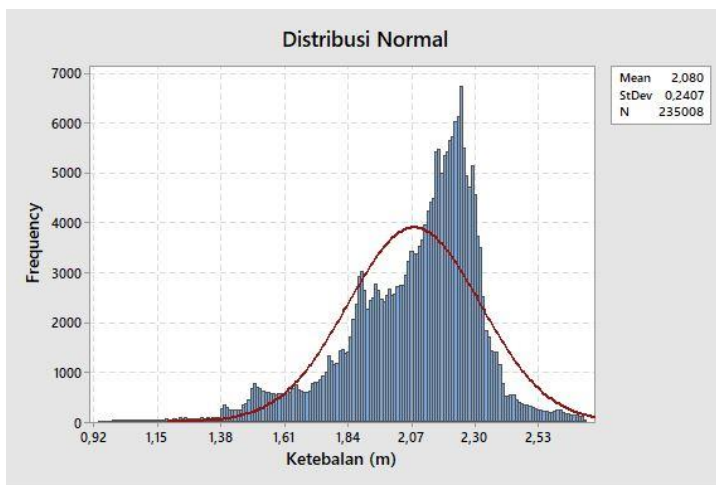
2,6978 meter dan ketebalan minimum 0,9391 meter. Untuk nilai rata-rata dari ketebalan sedimen di Teluk lamong bernilai 2,0795 meter dengan standar deviasi bernilai 0,2406. Nilai distribusi normal dihasilkan dari kedua parameter, yaitu nilai rata-rata dan standar deviasi yang kemudian dilakukan perhitungan. Untuk mendapatkan nilai ketebalan terdistribusi normal dapat dilakukan normalisasi data dan mendapatkan kurva distribusi normal dari data sebaran ketebalan sedimen, namun pada penelitian ini terlihat bahwa data ketebalan sedimen tidak terdistribusi normal seperti yang ditunjukkan pada Grafik distribusi normal dari pada Gambar 4.15.



Gambar 4.13 *Surface* ketebalan sedimen



Gambar 4.14 Grafik Histogram persebaran nilai ketebalan sedimen



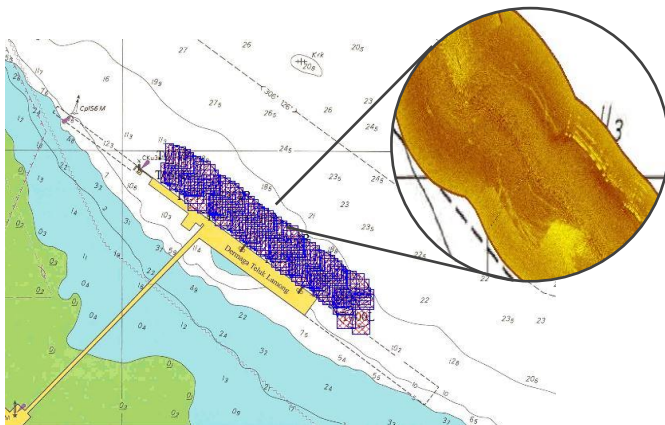
Gambar 4.15 Kurva distribusi normal persebaran nilai ketebalan sedimen



### 4.3 Analisis Side Scan Sonar

Area kajian *side scan sonar* berada pada wilayah kolam dermaga Teluk Lamong, Tanjung Perak, Surabaya. Data *side scan sonar* yang digunakan berformat .rsd yang merupakan format data yang dikeluarkan oleh instrumen Garmin Echomap 73sv. Pemrosesan data citra *side scan sonar* melalui tahap koreksi geometrik, yaitu dengan *Altitude Correction* dan *Slant Range Correction* serta melalui koreksi radiometrik, yaitu *Time Varying Gain*.

Pada penerapan *Altitude Correction* dilakukan digitasi terhadap *fisrt echo return* atau hambur balik dari kedalaman laut di mana gelombang akustik pertama kali menyentuh permukaan dasar perairan. Kemudian dilakukan *Slant Range Correction* yang bertujuan untuk menghilangkan bagian *blind zone* pada nadir dari citra *side scan sonar* di setiap baris jalur survei. Piksel nadir pada dasarnya menyatakan ketinggian transduser alat ke dasar laut. Setelah selesai dilakukan koreksi geometrik dan koreksi radiometrik, yaitu *Time Varying Gain* dengan cara memasukan beberapa nilai parameter yang akan mempengaruhi intensitas citra akibat variasi dari hambur balik yang dihasilkan pada saat sinyal akustik ditransmisikan.



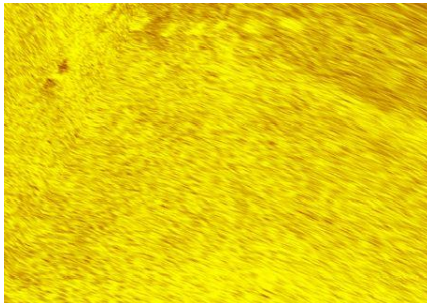
Gambar 4.16 Hasil koreksi citra *side scan sonar*

Setelah koreksi selesai dilakukan, untuk *create mosaic*, maka format data .kml dari hasil koreksi harus di *export* menjadi Geotiff agar proses mosaik dapat dilakukan. Mosaik citra *side scan sonar* dilakukan untuk mendapatkan visualisasi dari data *side scan sonar* yang telah dikoreksi, sehingga kenampakan permukaan dasar laut dapat terlihat. Mosaik yang dihasilkan digeoreferensi dalam sistem koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*) Zona 49 S dengan sistem proyeksi WGS 1984.

Pada visualisasi data mosaik, terlihat tekstur dengan bagian yang lebih kasar dan halus. Bagian yang memiliki tekstur kasar akan memberikan sinyal hambur balik yang lebih kuat dan intensitas warna yang cerah dibandingkan kenampakan tekstur yang halus dengan nilai hambur balik rendah dan intensitas warna lebih gelap. Analisis interpretasi citra *side scan sonar* yang dilakukan pada penelitian ini berdasarkan pada tekstur dan derajat kehitaman (*hue saturation*) objek. Berikut adalah sampel dari kenampakan visual hasil mosaik citra *side scan sonar*.

1) Tekstur Kasar

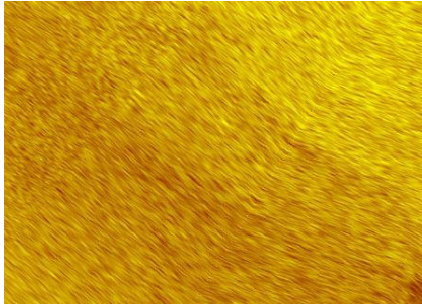
Sedimen dengan tekstur kasar diinterpretasikan dengan terlihat adanya butiran yang relatif lebih besar dibandingkan dengan kedua tekstur lainnya dengan *hue saturation* cerah.



Gambar 4.17 Fitur sedimen bertekstur kasar

2) Tekstur Sedang

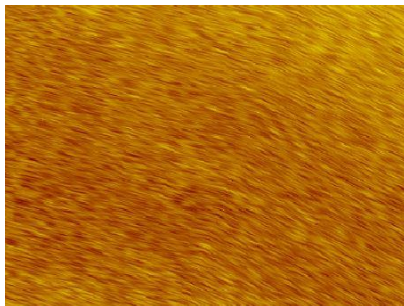
Sedimen dengan tekstur sedang diinterpretasikan dengan terlihat adanya *hue saturation* yang lebih gelap dibandingkan dengan tekstur kasar dan butiran yang cenderung lebih halus.



Gambar 4.18 Fitur sedimen bertekstur sedang

3) Tekstur halus

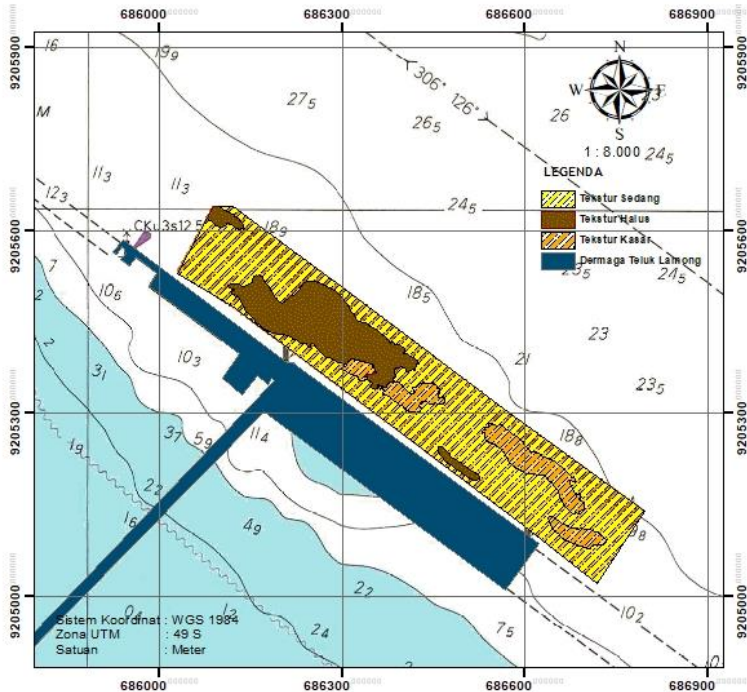
Sedimen dengan tekstur halus diinterpretasikan dengan terlihatnya *hue saturation* yang gelap dan butiran berukuran halus tanpa *shadow*.



Gambar 4.19 Fitur sedimen bertekstur halus

Berdasarkan sebaran titik-titik sampel uji bor pada permukaan laut yang merupakan tempat dimana sedimentasi berlangsung menunjukkan bahwa sedimen yang mendominasi berupa pasir berkerikil, pasir berlanau, dan lempung berlanau. Pada penelitian ini, tahap intepretasi kulitatif citra dasar laut yang divalidasi dengan sampel uji bor menunjukkan bahwa fitur yang

terang dan bertekstur kasar tersusun atas jenis sedimen yang berupa pasir berkerikil yangmana letak dari sedimen tersebut berada paling dekat dengan dermaga. Dikarenakan sebaran titik sampel uji bor yang kurang tersebar pada lokasi penelitian, sehingga validasi hanya dapat dilakukan terhadap 3 sampel, namun cukup untuk mendukung proses interpretasi.



Gambar 4.20 Sebaran sedimen

Pada Mosaik *citra side scan sonar* yang telah diinterpretasi, selanjutnya dihitung luasannya pada setiap area fitur yang diinterpretasi. Berikut merupakan hasil perhitungan luasannya yang diklasifikasikan berdasarkan pola tekstur yang ditunjukkan pada mosaik citra.

Tabel 4.1 Luasan fitur dasar laut hasil interpretasi kualitatif

No.	Tekstur Sedimen	Luasan (m <sup>2</sup> )
1	Kasar	12.821,6647
2	Sedang	79.711,8928
3	Halus	23.997,7722
<b>Total</b>		116.531,3297

Pada dasarnya, endapan permukaan sedimen dipengaruhi oleh ukuran butir sedimen dan bentuk morfologi dasar laut atau kemiringan yang membentuk topografi dasar laut itu sendiri. Pada penelitian ini dihasilkan luasan jenis sedimen dengan tekstur sedang mendominasi wilayah dermaga Teluk Lamong dengan nilai 79.711,8928 m<sup>2</sup>, sedimen dengan tekstur halus senilai 23.997,7722 m<sup>2</sup>, dan sedimen dengan tekstur kasar memiliki luasan paling minimum senilai 12.821,6647 m<sup>2</sup>.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang didapatkan dari analisis pola sebaran dan ketebalan sedimen di Teluk Lamong dengan menggunakan data *side scan sonar* dan *sub bottom profiler* adalah sebagai berikut:

1. Dihasilkan peta sebaran sedimen di Teluk Lamong menggunakan data *side scan sonar* dengan luasan total perhitungan terhadap lokasi sebesar 116.531,3297 m<sup>2</sup> luasan sedimen dengan tekstur kasar sebesar 12.821,6647 m<sup>2</sup>, tekstur sedang sebesar 79.711,8928 m<sup>2</sup>, dan tekstur halus sebesar 23.997,7722 m<sup>2</sup>.
2. Interpretasi kualitatif terhadap citra dasar laut menunjukkan adanya pengaruh tekstur dan derajat kehitaman (*hue saturation*) yang mana pengklasifikasian dibedakan berdasarkan fitur sedimen dengan tekstur kasar, tekstur sedang, dan tekstur halus. Sedimen pada wilayah kolam Dermaga Teluk Lamong, Surabaya didominasi oleh jenis sedimen bertekstur sedang yang merupakan sedimen berpasir.
3. Kolam Dermaga Teluk Lamong memiliki nilai kedalaman antara 8 meter hingga 20 meter terhadap LWS. Teluk Lamong memiliki ketebalan sedimen rata-rata senilai 2,0795 meter dengan ketebalan maksimal sebesar 2,6978 meter dan ketebalan minimum 0,9391 meter. Penumpukan lapisan sedimen pada permukaan dasar laut di wilayah kolam Dermaga Teluk Lamong cenderung mengikuti struktur topografi atau relief dari dasar laut. Dengan ketebalan sedimen tertinggi terletak pada daerah cekungan dan ketebalan terendah berada pada daerah puncak permukaan dasar laut.

#### **5.2 Saran**

Berikut ini adalah beberapa saran yang dapat penulis berikan:

1. Sebaiknya dalam proses validasi jenis dan kedalaman dari suatu lapisan sedimen dilakukan pengambilan sampel uji bor (*borelog*) yang tersebar merata sesuai dengan area penelitian.
2. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut terkait keamanan pelayaran di Teluk Lamong Surabaya.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## DAFTAR PUSTAKA

- Amirullah., M.D. 2018. Analisis Data Sub Bottom Profiler Untuk Identifikasi Ketebalan Sedimen. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Arsyad, S. 2000. Konservasi Tanah dan Air. UPT Produksi Media Informasi. Lembaga Sumberdaya Informasi. Institut Pertanian Bogor, IPB Press, Bogor.
- Bujana, P.A. 2014. Studi Penentuan *Draft* dan Lebar Ideal Kapal Terhadap Alur Pelayaran (Studi Kasus: Alur Pelayaran Barat Surabaya). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Corps of Engineers, US Army. 2013. Engineering and Design Hydrographic Surveying. Wasington: US Army.
- Fadilah, Suripin, Dwi Sasongko. 2013. Menentukan Tipe Pasang Surut dan Muka Air Rencana Perairan Laut Kabupaten Bengkulu Tengah menggunakan Metode Admiralty. Semarang: Universitas Diponegoro
- Islam, F.S. 2019. Pemodelan 3 Dimensi Terumbu Karang Menggunakan *Side Scan Sonar* dan *Singebeam Echosounder* (Studi Kasus: Pulau Gili Genting Kabupaten Sumenep)
- IHO. 2005. *Manual of Hydrography*. Monaco: International Hydrographic Bureau. Publication C-13
- IHO. 2008. "*IHO Standards for Hidrographic Survey*". Monaco: International Hydrographic Bureau.
- Lurton X. 2002. *An Introduction to Underwater Acoustics: Principles and Applications*. France (FR): Praxis Publ
- Mahendra, Juris. 2014. *Cutter Suction Dregger* dan Jenis Material (Pada Pekerjaan *Capital Dreging* Pembangunan Pelabuhan Teluk Lamong). Jurnal Konstruksia

- Manik, H M., Junaedi, L., dan Harsono,G. 2016. "Pemrosesan Citra Side Scan Sonar untuk Pemetaan Dasar Laut Pelabuhan Benoa." JNTETI, Vol. 5, No. 2.
- Medwin dan Clay. 1998. *Fundamental of Acoustical Oceanography*. USA: Academic Press
- Mehnazd. 2016. "What is a Fishfinder and How Does it Work?" *Marine Insight*. Diakses dari website: <http://www.marineinsight.com/marine-navigation/what-isa-fishfinder-and-how-does-it-work/> pada tanggal 9 September 2018.
- NOAA. 2002. " Submarine Ring of Fire". Miami: NOAA.
- Ongkosongo, S.R. & Otto, S., 1989. Project 1: Tides and Tidal Phenomena. Pasang\_Surut, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Jakarta.
- Penrose. 2005. "Acoustic Techniques for Seabed Classification" Australia: Cooperative Research Centre for Coastal Zone Estuary and Waterway Management
- Peraturan Pemerintah. 2009. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2009 Tentang Kepelabuhan.
- Perdana, Pujiraharjo, dan Wijatmiko. 2017. Karakteristik antrian Kapal dan Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Waktu Tunggu Kapal (*Waiting Time*) di Pelabuhan Tanjung Perak. Malang: Universitas Brawijaya
- Poerbandono dan Djunarsjah, Eka. 2005. Survey Hidrografi. Bandung: Refika Aditama.
- Purwohardjo, Umaryono U. 1989. Pengukuran Topografi. Jurusan Teknik Geodesi FTSP-ITB : Bandung.
- Pusat Pemetaan Kelautan dan Kedirgantaraan. 2004. "NPPSSSurvei Hidrografi". Bogor: BAKORSURTANAL

- Pushidrosal. 2016. "Informasi Pelabuhan Indonesia Edisi VI". Jakarta: Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI Angkatan Laut.
- Pushidrosal. 2016. "'daftar pasang surut stasiun pasut Indonesia 2016". Jakarta: Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI Angkatan Laut.
- Rochmanhadi. 1992. *Alat-Alat Berat Dan Penggunaannya*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Sanny, T.A. 1998. "Seismologi Refleksi." Dept. Teknik Geofisika, ITB, Bandung.
- SeaVision. 2007. *Sub Bottom Profiling Investigation Naval Station Mayport*. Florida.
- Seibold, E., dan Berger, W. H. 1993. "The Seafloor". New York: Springer-Verlag.
- Setiyono, Heryoso. 1996. *Kamus Oseanografi*. Gadjah Mada University Press Jogjakarta
- Solikin, Steven. 2018. *Pengukuran dan Analisis Sub Bottom Profiler untuk Ekstraksi Nilai Koefisien Refleksi Sedimen Selat Lembeh*. Bogor: IPB
- SyQwest Incorporated. 2016. *Stratabox HD™ Operations and Maintenance Manual*. Rhode Island
- Triatmodjo, Bambang. 2009. "Perencanaan Pelabuhan". Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.
- US Army. 2002. "Single Beam Acoustic Depth Measurement Techniques." *Engineering and Design - Hydrographical Surveying*, 9-1-9-46. <URL: <https://www.amazon.com/Engineering-Design-Hydrographic-Surveying-1110-2-1003/dp/1780397429>> diakses pada: Desember 2018.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LAMPIRAN

### **Lampiran 1.**

Peta Batimetri di Terminal Teluk Lamong

### **Lampiran 2.**

Peta Sebaran Sedimen di Terminal Teluk Lamong


### **Lampiran 3.**

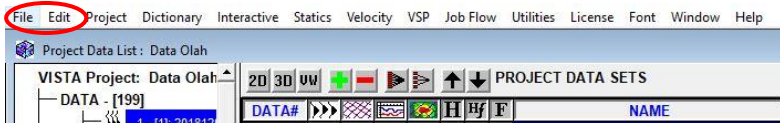
Modul Pengolahan data seismik

## Lampiran 3.

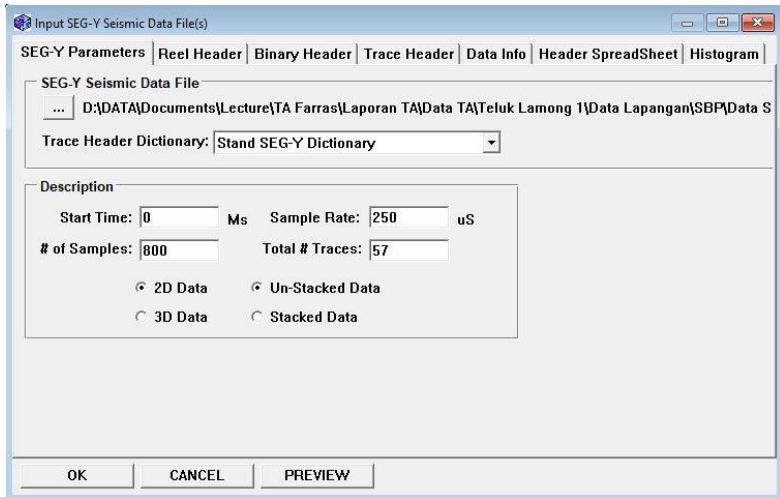
### Modul Pengolahan data seismik

Adapun langkah kerja berdasarkan diagram alir pengolahan data seismik akan dijelaskan berdasarkan tahapan-tahapan berikut ini:

1. Buka *Software VISTA*, pilih *File* pada *Menu Bar* – pilih *New Project* – Pilih *New Folder* dan tentukan nama *File* – Pilih **2D** karena data yang digunakan adalah data seismik 2D. Kemudian *Add data segy* dengan klik pada simbol  – Klik ok.



Gambar 1. Menu bar pada software VISTA



Gambar 2. Input Data Segy pada software VISTA

VISTA 2D Version: 12.000.2841(04-BJ) Project: D:\DATA\Documents\Lecture\VA Faraas\Laporan TA\Data LA\Seism Lamong 1\3>Data Lapangan\DATA VITAL\DATA OLAH

File Edit Project Dictionary Interactive Status Velocity VSP Job Flow Utilities License Font Window Help

Project Data List Data Glass

PROJECT DATA SETS



DATA #	DATE	TIME	NAME	ZONE	GEOMETRY	STACKED	FRAMES	TYPE	START	END	SD
1	11	20181208103445.HF	Thu Mar 28 15:06:26 2019	2.0	LAND	UNSTACKED	3480	TIME SEISMIC	0.00 ms	200.00 ms	250.00
2	11	Ormsby_3545		2.0	LAND	UNSTACKED	3480	TIME SEISMIC	0.00 ms	200.00 ms	250.00
3	11	MT_3545		2.0	LAND	UNSTACKED	3480	TIME SEISMIC	0.00 ms	200.00 ms	250.00
4	11	Thu Mar 28 16:49:55 2019		2.0	LAND	UNSTACKED	3480	TIME SEISMIC	0.00 ms	200.00 ms	250.00
5	11	Ormsby_4520		2.0	LAND	UNSTACKED	3383	TIME SEISMIC	0.00 ms	200.00 ms	250.00
6	11	MT_4520		2.0	LAND	UNSTACKED	3383	TIME SEISMIC	0.00 ms	200.00 ms	250.00
7	11	Thu Mar 28 16:49:55 2019		2.0	LAND	UNSTACKED	3370	TIME SEISMIC	0.00 ms	200.00 ms	250.00
8	11	Ormsby_5635		2.0	LAND	UNSTACKED	3370	TIME SEISMIC	0.00 ms	200.00 ms	250.00
9	11	MT_5635		2.0	LAND	UNSTACKED	3370	TIME SEISMIC	0.00 ms	200.00 ms	250.00
10	11	Thu Mar 28 16:49:55 2019		2.0	LAND	UNSTACKED	4427	TIME SEISMIC	0.00 ms	200.00 ms	250.00
11	11	Ormsby_0509		2.0	LAND	UNSTACKED	4427	TIME SEISMIC	0.00 ms	200.00 ms	250.00
12	11	MT_0509		2.0	LAND	UNSTACKED	4427	TIME SEISMIC	0.00 ms	200.00 ms	250.00
13	11	Thu Mar 28 16:49:55 2019		2.0	LAND	UNSTACKED	511	TIME SEISMIC	0.00 ms	200.00 ms	250.00
14	11	Ormsby_2317		2.0	LAND	UNSTACKED	511	TIME SEISMIC	0.00 ms	200.00 ms	250.00
15	11	MT_2317		2.0	LAND	UNSTACKED	511	TIME SEISMIC	0.00 ms	200.00 ms	250.00
16	11	Thu Mar 28 16:49:55 2019		2.0	LAND	UNSTACKED	4527	TIME SEISMIC	0.00 ms	200.00 ms	250.00
17	11	Ormsby_2531		2.0	LAND	UNSTACKED	4527	TIME SEISMIC	0.00 ms	200.00 ms	250.00
18	11	MT_2531		2.0	LAND	UNSTACKED	4527	TIME SEISMIC	0.00 ms	200.00 ms	250.00
19	11	Thu Mar 28 16:49:55 2019		2.0	LAND	UNSTACKED	2420	TIME SEISMIC	0.00 ms	200.00 ms	250.00
20	11	Ormsby_13815		2.0	LAND	UNSTACKED	2420	TIME SEISMIC	0.00 ms	200.00 ms	250.00
21	11	MT_13815		2.0	LAND	UNSTACKED	2420	TIME SEISMIC	0.00 ms	200.00 ms	250.00

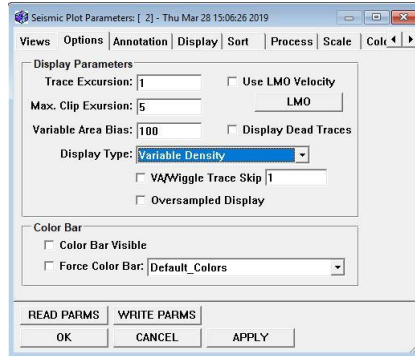
SORT FILE FLOW LOG NOTES HISTORY

SORT DATA TOOLS

SORT#	# SORTS	SORT NAME	MIN	MAX	SORT #2	MIN	MAX	SORT #3	MIN	MAX
1	1	3480 SHOT_POINT_NO	0	0	CHANNEL_NO	1	1			
2	1	FIELD_STATION_NUMBER	0	0						
3	1	TRAMP_NO	10001	10001	OFFSET_SH_REC	0	0			
4	1	3480 FIELD_RECORD_NO	0	1	3480 CHANNEL_NO	1	1			

Gambar 3. Data yang sudah ter-input pada *software* VISTA

2. Buka penampang seismik yang telah diinputkan ke dalam *software* VISTA dengan klik pada simbol berikut , kemudian pilih seismik data *plot parameters* dengan klik pada simbol berikut . Pada pilihan *options* di *plot parameters*, *user* dapat mengatur *display type* serta warna seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Pada pilihan *display* seperti ditunjukkan pada Gambar 5., *user* dapat merapikan *trace* sesuai kebutuhan, hal ini agar struktur penampang yang terbentuk terlihat lebih jelas.



Gambar 4. Menu Options






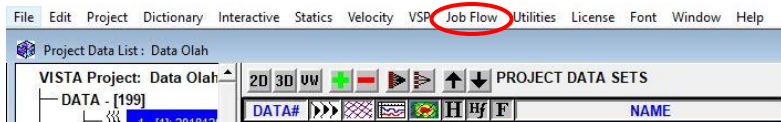
Gambar 5. Menu Display

3. Dalam melakukan proses data seismik, setiap tahapan akan dilakukan terhadap tiap-tiap penampang data seismik satu per satu. Untuk memulai setiap proses, klik *Job flow* pada *Menu Bar* – *open flow file + command window*. Pada *project flow window* merupakan *window* yang digunakan untuk tempat dilakukannya proses data, sedangkan pada *command window* terdapat berbagai pilihan untuk melakukan proses data seismik.
4. Kemudian pilih *command Input data*, lakukan *drag and drop* ke *project flow window* untuk setiap *command* yang dipilih –

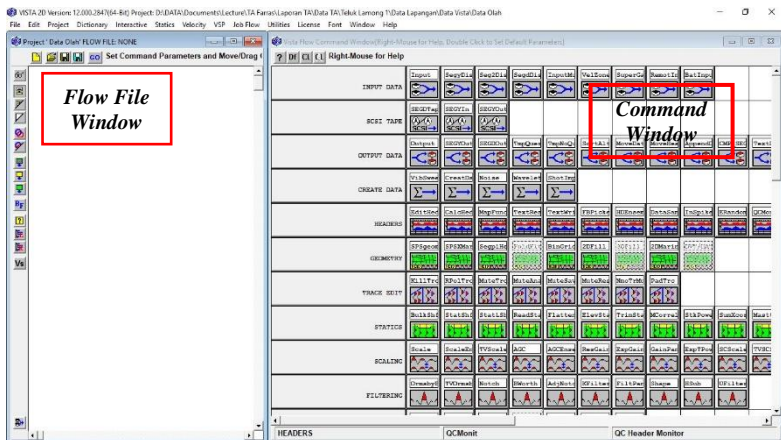


klik kanan pada *Input data* – pilih *input data control* kemudian *data input*.

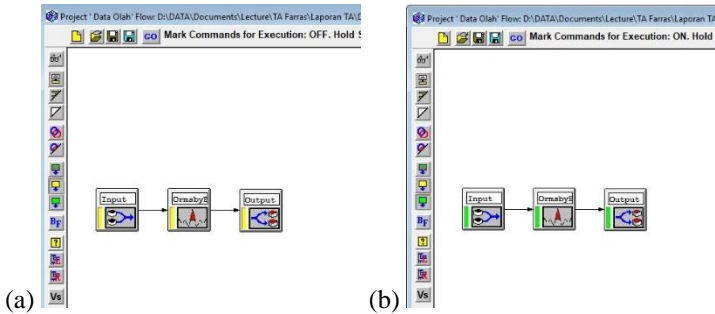
5. Untuk melakukan *filtering*, pilih *OrmsbyBP* – klik kanan pada *OrmsbyBP* – pilih *command parameter* untuk memasukan nilai parameter dari frekuensi sinyal yang akan digunakan – dan pilih *Output*.
6. Supaya proses dapat dilakukan, pilih tombol  untuk *create flow command link* sesuai urutan proses yang akan dilakukan. Pilih tombol *mark flow command for execution* berikut , apabila proses siap dilakukan *flow command* akan terlihat seperti Gambar 9. Lalu klik tombol  untuk melakukan proses.



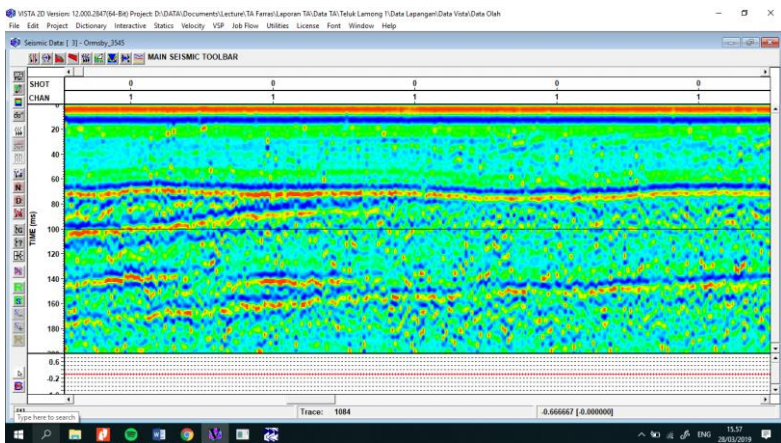
Gambar 6. Job Flow pada software VISTA



Gambar 7. Tampilan *flow file window* dan *command window* pada software VISTA

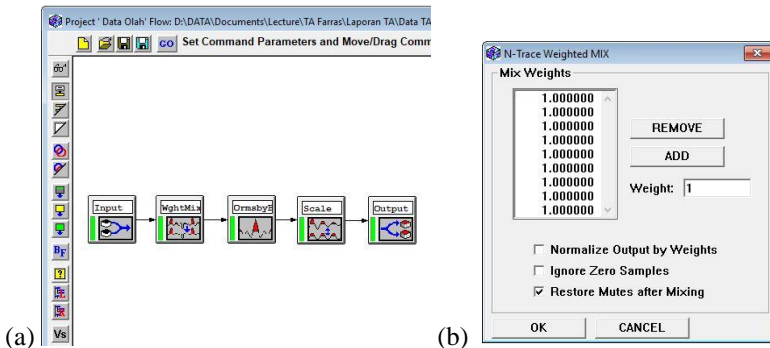


Gambar 8. (a) Tampilan *flow commands* yang sudah diurutkan, namun belum dapat dilakukan proses, (b) Tampilan *flow commands* setelah dilakukan *mark commands for execution* dan siap diproses.

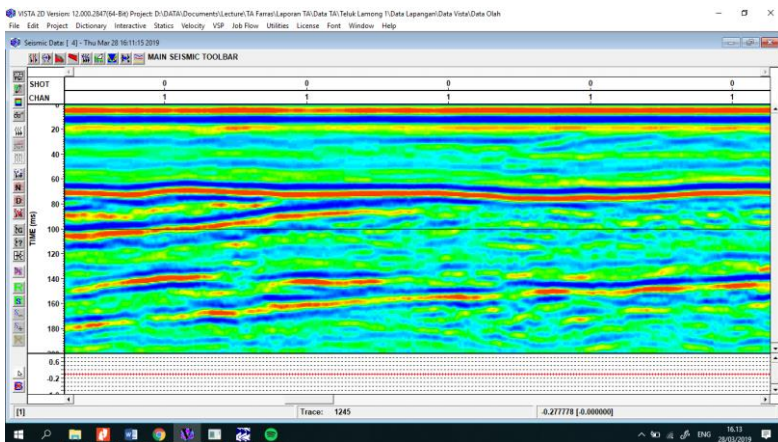


Gambar 9. Tampilan setelah proses *filtering*

7. Kemudian lakukan tahap *Mix N Trace*, pilih *Input data* seperti pada tahap 4 – pilih *command WghtMix* pada bagian *Signal Enhancement* – klik kanan pada *command WghtMix* – pilih *command parameter* untuk memasukkan parameter yang akan digunakan – dan pilih *Output data*. Lalu lakukan tahap 6.



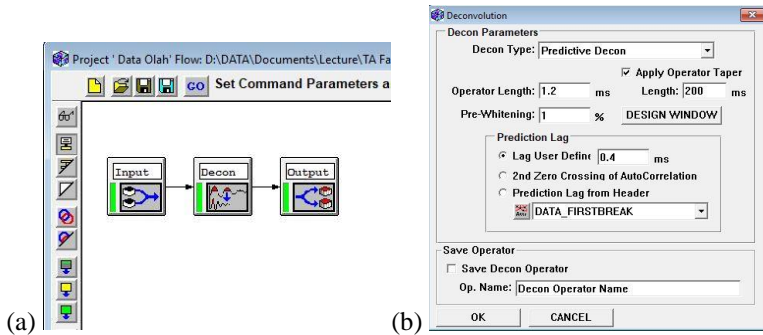
Gambar 10. (a) Tampilan *flow commands* dari tahap *Mix N Trace*, (b) Tampilan *input parameter*



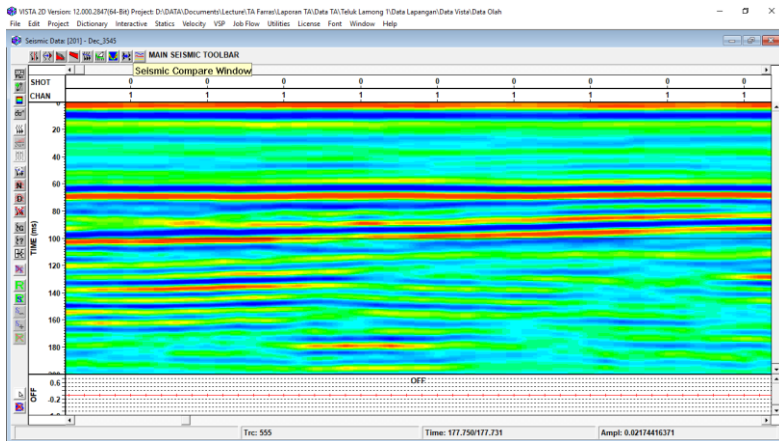
Gambar 11. Tampilan setelah proses *Mix N Trace*

8. Kemudian lakukan tahap Dekonvolusi, pilih *Input data* seperti pada tahap 4 – pilih *command Decon* pada bagian *Deconvolution* – klik kanan pada *command Decon* – pilih *command parameter* untuk memasukkan parameter yang akan digunakan. Pada *decon type* terdapat beberapa macam jenis pemrosesan dekonvolusi, amun pada penelitian ini yang

digunakan adalah *Predictive Deconvolution*. Kemudian pilih *Output data*. Lalu lakukan tahap 6.



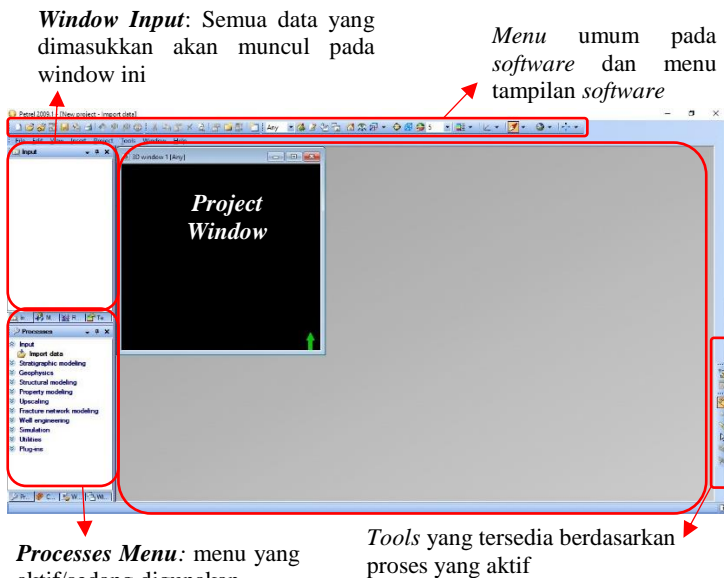
Gambar 12. (a) Tampilan *flow commands* dari tahap Dekonvolusi, (b) Tampilan *input parameter*



Gambar 13. Tampilan setelah proses Dekonvolusi

Setelah setiap alur data seismik melewati tahapan di atas, selanjutnya setiap alur akan di *plot* pada *software* Petrel yang akan membantu dalam proses interpretasi dan pemodelan 3D. Sebelum melanjutkan tahapan berikutnya, lakukan beberapa tahap untuk mempersiapkan pekerjaan. Antara lain menjalankan *software*, menyimpan *project* dan melakukan pengaturan *project*. Berikut adalah langkah kerjanya:

1. Aktifkan *software* Petrel, pilih *File* pada *Menu Bar* – pilih *New Project* – Pilih *New Folder* dan tentukan nama *File*.



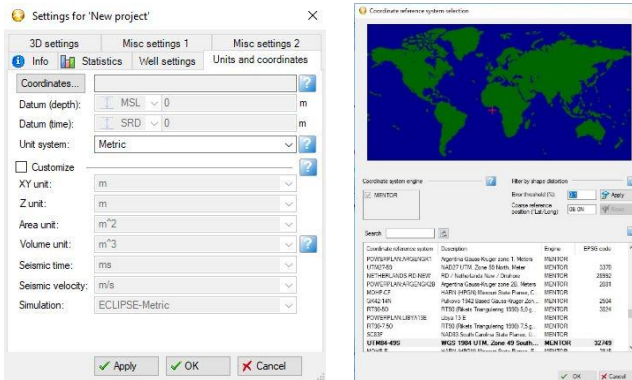
Gambar 14. Halaman utama pada *software* Petrel

Perlu diketahui bahwa seluruh pekerjaan akan dipengaruhi berdasarkan menu pada **Processes** dimana yang aktif (*bold*) akan mempengaruhi proses pekerjaan yang dapat dilakukan dan juga mempengaruhi menu-menu yang akan muncul di sebelah kanan jendela kerja.



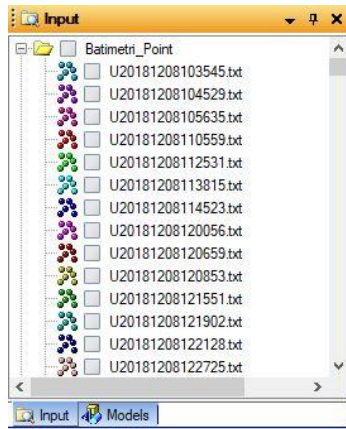
Gambar 15. Menu bar pada software Petrel

- Atur sistem koordinat terlebih dahulu. Hal ini penting dikarenakan berpengaruh terhadap koordinat lokasi sebenarnya dari data yang akan digunakan. Pada pengaturan ini, koordinat yang dimasukkan akan sesuai pada zona UTM yang dipilih, yaitu UTM Zona 49 S. Pada menu *software* pilih *Project – Project settings – Units and coordinates – Coordinates* – pilih sistem koordinat sesuai lokasi penelitian – ok.




Gambar 16. Penentuan sistem koordinat

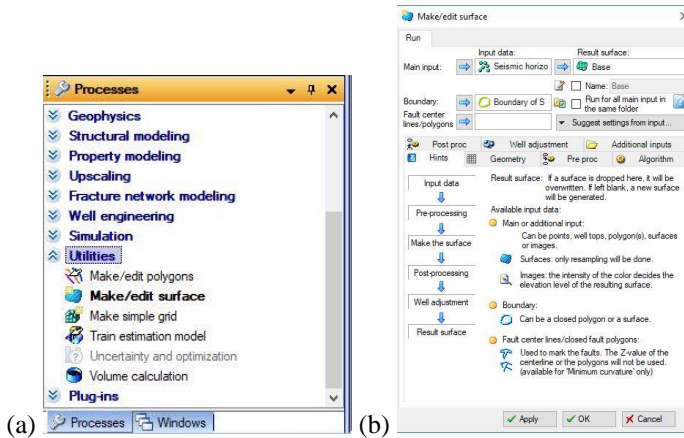
- Dalam melakukan *import* data agar terorganisir secara teratur, klik *Insert – New folder*, maka akan muncul folder baru pada *input window*. Pada folder itulah data tertentu yang diimport akan tersimpan. Kemudian klik kanan pada folder, pilih *Import (on selection)* – tentukan tipe data, lalu klik *open* – tentukan spesifikasi *template* yang akan digunakan (*elevation time* atau *elevation depth*), dalam hal ini yang dipilih adalah *thickness depth* agar jarak kedalaman dapat ditentukan berdasarkan satuan ukuran panjang.



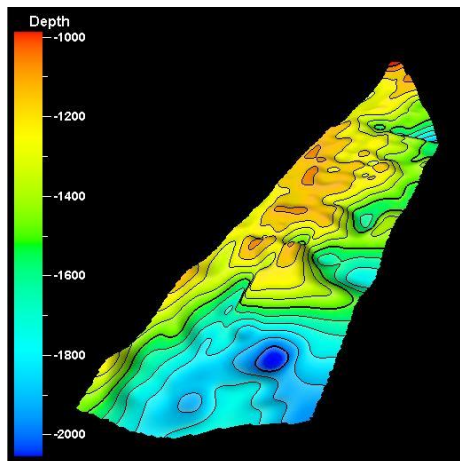
Gambar 17. Import data points/lines

4. Apabila ingin membuat suatu *surface*, diperlukan adanya *boundary* agar interpolasi yang dilakukan hanya terhadap data yang berada di dalam area *boundary*. Untuk membuat *boundary* pilih *utilities – make/edit polygon* – klik  – buat *boundary* sesuai area kajian
5. Untuk membuat visualisasi dari topografi dasar laut, pada menu *processes*, klik *utilities* – klik dua kali pada *make/edit surface* – *input* data poin pada *main input* – *input boundary* yang telah di buat – kemudian atur *geometry*, terdapat pilihan *automatic* atau *user defined* dimana *user* dapat menentukan koordinat minimum dan koordinat maksimum terhadap area *surface* yang akan dibuat – tentukan grid yang akan digunakan – setelah itu, klik pada *algorithm* dan pilih metode interpolasi yang akan digunakan. Dikarenakan *surface* yang akan dibuat adalah *structural surface* atau topografi, oleh karena itu metode interpolasi yang digunakan adalah *convergent interpolation*.





Gambar 18. (a) Pilihan *tools* pada *utilities* (b) *Setting* pada saat akan membuat *surface*

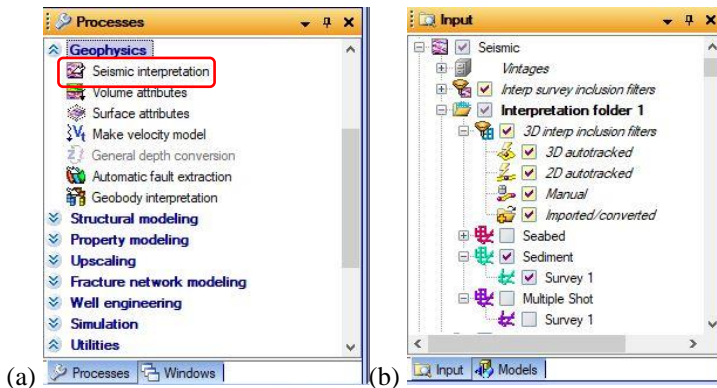


Gambar 19. *Surface*/topografi dasar laut yang telah terkoreksi terhadap Datum vertikal LWS

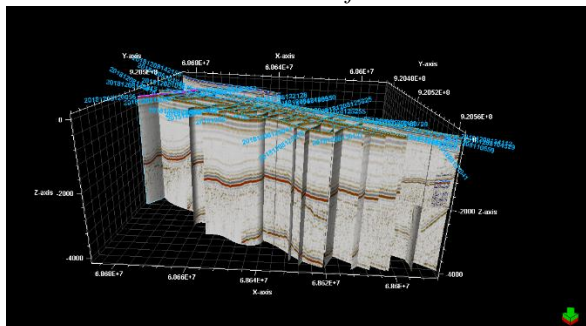
6. Dalam melakukan interpretasi data seismik pastikan *tools seismik interpretation* sudah aktif. Untuk memulai interpretasi data buat folder baru khusus untuk data seismic dengan cara



klik *insert* pada *menu bar* – *new seismic main folder* – klik kanan pada *seismic* yang muncul pada *input window* – pilih *insert seismic survey* – Akan muncul seperti pada Gambar 20b – klik kanan pada *folder seismic* lalu klik *import (on selection)*, masukan seluruh data seismik berformat *segy* yang dibutuhkan.



Gambar 20. (a) Pilihan *tools* pada *utilities* (b) *Setting* pada saat akan membuat *surface*



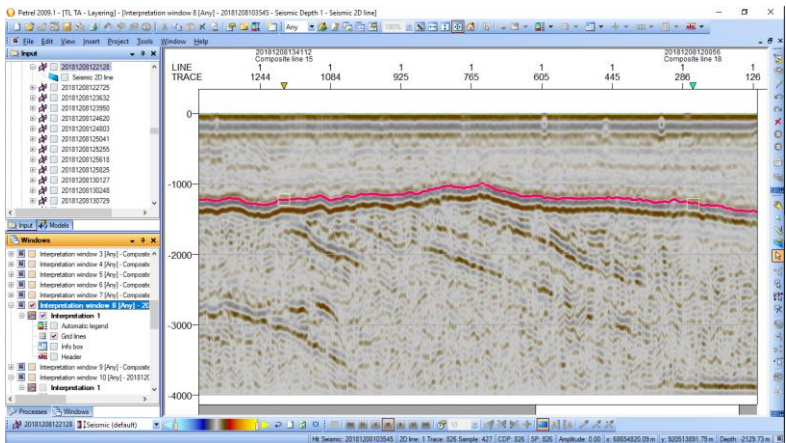
Gambar 21. *Plotting* alur data seismik

- Untuk melakukan *picking horizon* terhadap lapisan sedimen dapat dilakukan dengan cara klik kanan *interpretation folder* –


insert seismic horizon, maka akan muncul seperti berikut

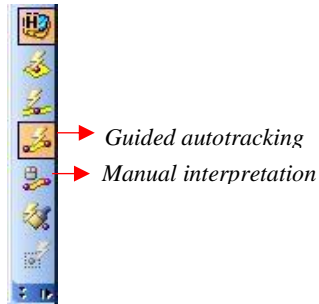


– kemudian klik kanan pada *seismic horizon* lalu pilih *insert interpretation for active survey* – pilih *2D window* pada menu *Windows*, maka akan tampil penampang data seismik sesuai data yang aktif. Interpretasi dapat dilakukan dengan cara *picking horizon* terhadap kontinuitas sinyal.



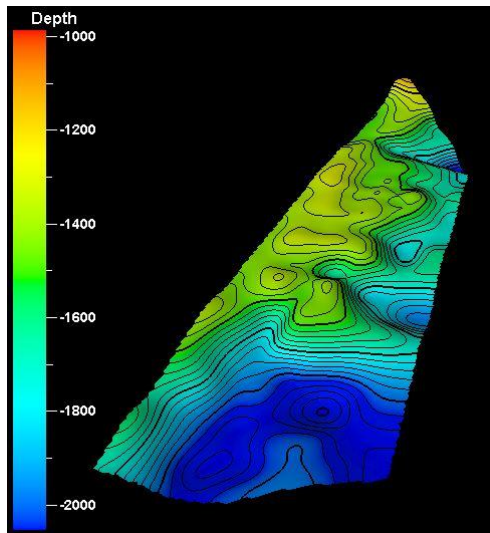
Gambar 22. Penampang 2D data seismik

8. Dalam melakukan *picking horizon* pilih *interpret grid horizon* yang ditunjukkan dengan simbol , kemudian akan muncul pilihan seperti Gambar 23. Kemudian klik pada *guided autotracking* atau *manual interpretation* untuk memulai proses *picking horizon*. Selama proses interpretasi terhadap seluruh alur, harus dilakukan *miss tie* terhadap kontinuitas sinyal dari alur yang saling berpotongan.



Gambar 23. Penampang

9. Setelah proses interpretasi selesai, *surface* dapat dibentuk dari data hasil interpretasi yang telah dikonvert kedalam bentuk poin-poin, sehingga langkah ke-5 dapat dilakukan kembali untuk menghasilkan visualisasi dari lapisan sedimen di bawah dasar laut.



Gambar 24. Lapisan sedimen di bawah dasar laut

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Jakarta, 28 Juni 1996, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Negeri 12 Pagi Jakarta, SMP Negeri 75 Jakarta, SMA Negeri 78 Jakarta. Kemudian melanjutkan jenjang S1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Departemen Teknik Geomatika. Selama menjadi mahasiswa S1, penulis aktif dalam organisasi intra kampus yaitu sebagai staff Departemen Daya Kreasi Mahasiswa (HIMAGE ITS) periode 2016 – 2017, Sekretaris Departemen Hubungan luar (HIMAGE ITS) periode 2017 – 2018, Penulis juga tergabung dalam AIESEC Surabaya sebagai staff *leadership Development* dari *Outgoing Global Volunteer Departement* periode 2016 – 2017. Selain itu, penulis aktif mengikuti pelatihan keterampilan manajemen mahasiswa seperti LKMM Pra TD, LKMM TD, dan LKMW TD. Serta mengikuti *Surabaya Youth Leadership Conference*, *Global Competences Training*, *Basic Global Competencies Workshop*, dan *Excursion Study to Singapore*. Penulis pun telah mengikuti kegiatan Kerja Praktik di Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (P3GL), Bandung. Untuk menyelesaikan Tugas Akhir, penulis memilih bidang keahlian dalam Laboratorium Geomarine dengan spesifikasi bidang Hidrografi/Oseanografi dengan judul Analisis Pola Sebaran Sedimen dan Ketebalan Sedimen di Teluk Lamong Menggunakan Data *Side Scan Sonar* dan *Sub Bottom Profiler*.