



TUGAS AKHIR - RM 184831

**IDENTIFIKASI GUNUNG BAWAH LAUT MENGGUNAKAN
DATA *MULTIBEAM ECHOSOUNDER* (STUDI KASUS:
PERAIRAN UTARA PAPUA)**

ALDIAS FANAN FAUZY
0331164000073

Dosen Pembimbing
Dinar Guruh Pratomo, S.T., M.T., Ph.D
Mohammad Rohmaneo Darminto, S.T., M.Sc

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020



TUGAS AKHIR - RM 184831

**IDENTIFIKASI GUNUNG BAWAH LAUT MENGGUNAKAN
DATA *MULTIBEAM ECHOSOUNDER* (STUDI KASUS:
PERAIRAN UTARA PAPUA)**

ALDIAS FANAN FAUZY
0331164000073

Dosen Pembimbing
Dinar Guruh Pratomo, S.T., M.T., Ph.D
Mohammad Rohmaneo Darminto, S.T., M.Sc

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



UNDERGRADUATE THESIS - RM 184831

IDENTIFICATION OF SEAMOUNT USING *MULTIBEAM ECHOSOUNDER* DATA (CASE STUDY: THE NORTH OCEAN OF PAPUA)

ALDIAS FANAN FAUZY
0331164000073

Supervisor
Dinar Guruh Pratomo, S.T., M.T., Ph.D
Mohammad Rohmaneo Darminto, S.T., M.Sc

DEPARTMENT OF GEOMATICS ENGINEERING
Faculty of Civil, Planning, and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**IDENTIFIKASI GUNUNG BAWAH LAUT
MENGUNAKAN DATA *MULTIBEAM ECHOSOUNDER*
(STUDI KASUS: PERAIRAN UTARA PAPUA)**

Nama mahasiswa : Aldias Fanan Fauzy
NRP : 03311640000073
Departemen : Teknik Geomatika FTSPK-ITS
Pembimbing : Danar Guruh Pratomo, ST, MT, PhD
M Rohmaneo Darminto, ST, MSc

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang memiliki wilayah laut yang luas dengan topografi yang bervariasi, salah satunya adalah pegunungan bawah laut. Proses identifikasi topografi membutuhkan teknologi dan pengetahuan terbaru. Untuk dapat mengidentifikasi keberadaan gunung api bawah laut dan sebarannya diperlukan penelitian menggunakan teknologi akustik berupa *multibeam echosounder* sehingga dapat dibuat model kondisi bawah air.

Pemetaan detail dasar laut ini memungkinkan untuk menghasilkan gambaran topografi bawah laut yang lebih jelas. Dalam penelitian ini dilakukan identifikasi mengenai keberadaan pegunungan bawah laut di lautan Utara Papua. Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari survei batimetri menggunakan *multibeam echosounder* yang dihasilkan oleh Badan Informasi Geospasial (BIG) bekerja sama dengan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) pada tahun 2019. Data yang diambil untuk mengoreksi data *multibeam echosounder* adalah SVP Data (*Sound velocity profiler*).

Penelitian ini dilakukan di lautan bagian Utara Papua yang terbagi menjadi dua lokasi. Lokasi pertama dengan koordinat 1°8'11.317 " - 1°13'59.674 " Lintang Selatan dan 140°6'25.376 " - 140°11'59,186" Bujur Timur yang disebut dengan Lokasi A dan

lokasi kedua dengan koordinat $1^{\circ}11'33.043''$ - $1^{\circ}16'49.468''$ Lintang Selatan dan $140^{\circ}14'28.698''$ - $140^{\circ}23'35.962''$ Bujur Timur yang disebut dengan lokasi B. Hasil identifikasi di lokasi pertama (Lokasi A) menunjukkan luas wilayah 57.666 km^2 dengan ketinggian 1.978 meter. Objek tersebut terletak kedalaman minimum 1.164 meter dan kedalaman maksimum 3.142 meter. Sedangkan pada lokasi kedua (Lokasi B), ditemukan objek yang memiliki luas sebesar $81,134 \text{ km}^2$, pada kedalaman minimum 1.997 meter, kedalaman maksimum 3.056 meter, dan memiliki ketinggian 1.059 meter. Hasil identifikasi kedua objek menunjukkan bahwa ketinggian kedua objek tersebut lebih dari 1.000 m, sehingga keduanya dapat dikategorikan sebagai gunung bawah laut atau *seamount*.

Kata Kunci: Perairan, Gunung Bawah Laut, *Multibeam Echosounder*

**IDENTIFICATION OF SEAMOUNT USING MULTIBEAM
ECHOSOUNDER DATA (CASE STUDY: THE NORTH
OCEAN OF PAPUA)**

Name : Aldias Fanan Fauzy
NRP : 03311640000073
Department : Geomatics Engineering FTSPK-ITS
Supervisor : Danar Guruh Pratomo, ST, MT, PhD
M Rohmaneo Darminto, ST, MSc

ABSTRACT

Indonesia is a country that has vast sea territory with varied topography, one of which is an undersea mountain. The topographic identification process requires the latest technology and knowledge. To be able to identify the existence of submarine volcanoes and their distribution, research is needed using acoustic technology in the form of a multibeam echosounder so that models of underwater conditions can be made.

This detailed mapping of the seabed is possible to produce a clearer underwater topographic picture. In this study, identification was carried out regarding the existence of undersea mountains in Papua's northern ocean. The data used in this study came from a bathymetry survey using the multibeam echosounder produced by the Badan Informasi Geospasial (BIG) in collaboration with the Badan Pengkaji dan Penerapan Teknologi (BPPT) in 2019. The data taken to correct the multibeam echosounder data are SVP (Sound velocity profiler) data.

This research was conducted in the northern ocean of Papua which is divided into two locations. The first is located at the area within boundaries of 1°8'11,317" - 1°13'59,674" South Latitude and 140° 6'25,376" - 140°11'59,186" East Longitude. The second location (area B) has coordinates 1°11'33,043" - 1°16'49,468"

South Latitude and 140°14'28,698" - 140°23'35,962" East Longitude. Based on the identification, the first location (A) has an area of 57,666 km² with 1,978 meters of height. This object is located at a minimum depth of 1,164 meters and a maximum depth of 3,142 meters. At the second location (B) were found an object with an area of 81,134 km², at a minimum depth of 1,997 meters, a maximum depth of 3,056 meters. The height of this object is 1,059 meters. Based on the results these two objects have more than 1,000 meters of height, thus the object can be categorized as an undersea mountain or seamount.

Keywords: Ocean, Seamount, Multibeam Echosounder

LEMBAR PENGESAHAN

**IDENTIFIKASI GUNUNG BAWAH LAUT
MENGUNAKAN DATA MULTIBEAM ECHOSOUNDER
(STUDI KASUS: PERAIRAN UTARA PAPUA)**

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

ALDIAS FANAN FAUZY
0331164000073

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Danar Guruh Pratomo, S.T., M.T., Ph.D

NIP. 19800507 200312 1 001

M. Rohmanco Darminto, S.T., M.Sc

NIP. 19902019111078



SURABAYA, JULI 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul **“IDENTIFIKASI GUNUNG BAWAH LAUT MENGGUNAKAN DATA *MULTIBEAM ECHOSOUNDER* (STUDI KASUS: PERAIRAN UTARA PAPUA)”** dapat diselesaikan dengan baik dan lancar.

Selama pelaksanaan penelitian tugas akhir ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis sehingga dapat terselesaikan laporan tugas akhir ini. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan do'a, dukungan, motivasi serta kasih sayang kepada penulis untuk kelancaran mengerjakan penelitian tugas akhir ini.
2. Bapak Danar Guruh Pratomo, ST, MT, Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Geomatika ITS dan dosen pembimbing I, atas segala bimbingan dan sarannya.
3. Bapak Mohammad Rohmaneo Darminto, ST, MSc selaku dosen pembimbing II, atas segala bimbingan dan sarannya
4. Bapak Teguh Sulistian, ST selaku pembimbing dari Badan Informasi Geospasial (BIG) yang telah membantu dan support ilmu dalam penelitian ini.
5. Seluruh bapak-ibu dosen pengajar dan karyawan Teknik Geomatika yang telah banyak membantu penulis selama masa perkuliahan
6. Teman-teman G18, mahasiswa Teknik Geomatika 2016 yang telah banyak membantu dan menemani selama menempuh kuliah di Teknik Geomatika ITS
7. Semua pihak yang telah membantu penulis, yang tidak dapat disebutkan satu-persatu

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat untuk semua pihak.

Surabaya, 2020

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
LEMBAR PENGESAHAN	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Tugas Akhir	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Survei Hidrografi	5
2.2 <i>Multibeam Echosounder</i>	5
2.3 Kalibrasi <i>Multibeam Echosounder</i>	10
2.3.1 <i>Patch test</i>	10
2.3.2 <i>Sensor Offset</i>	14
2.4 <i>Sound velocity profiler (SVP)</i>	16
2.5 DEM	18
2.6 Gunung Bawah Laut (<i>Seamount</i>).....	19
2.7 Wahana Survei.....	20
2.8 <i>Teledyne PDS</i>	23
2.9 Penelitian Terdahulu	24
BAB III METODOLOGI	25
3.1 Lokasi Tugas Akhir	25
3.2 Data dan Peralatan	26
3.2.1 Data	26
3.2.2 Peralatan	26

3.3	Metodologi Penelitian	27
3.3.1	Tahapan Penelitian.....	27
3.3.2	Tahapan Pengolahan Data	30
BAB IV	HASIL DAN ANALISA.....	35
4.1	Hasil dan Analisis <i>Sound velocity profile</i>	35
4.2	Hasil dan Analisis Data Survei <i>Multibeam</i>	37
4.3	Hasil dan Analisis Gunung Bawah Laut	38
4.4	Hasil dan Analisis Perbandingan Data DEM.....	45
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	55
BIODATA PENULIS	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Prinsip <i>Multibeam Echosounder</i>	6
Gambar 2. 2 Profil Kecepatan Suara dalam Air Laut.....	8
Gambar 2. 3 <i>Multibeam Echosounder Teledyne</i>	9
Gambar 2. 4 Pengambian Data <i>Time Latency</i>	11
Gambar 2. 5 Pengambilan Data <i>Pitch</i>	12
Gambar 2. 6 Pengambian Data <i>Roll</i>	13
Gambar 2. 7 Geometri Lajur Survei Untuk Kalibrasi <i>Yaw</i>	14
Gambar 2. 8 <i>Offset Static</i> Atau Kedudukan <i>Transducer</i>	15
Gambar 2. 9 Profil Kecepatan Suara Air Laut	16
Gambar 2. 10 <i>SVP AML Minos X</i>	17
Gambar 2. 11 K/R Baruna Jaya 1	21
Gambar 2. 12 Tampilan Editor Pada <i>Software Teledyne PDS</i>	23
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	25
Gambar 3. 2 Diagram Alir Tahapan Penelitian	28
Gambar 3. 3 Diagram Alir Pengolahan Data.....	31
Gambar 4. 1 Grafik <i>Sound Velocity Profile</i>	35
Gambar 4. 2 Hasil Raw Data Multibeam Echosounder.....	36
Gambar 4. 3 Hasil Raw Data Multibeam Echosounder.....	36
Gambar 4. 4 Model 2D Topografi Dasar Laut	37
Gambar 4. 5 Model 3D Topografi Dasar Laut	38
Gambar 4. 6 Model 3D Gunung Bawah Laut (Seamount).....	39
Gambar 4. 7 Lokasi A Gunung Bawah Laut (Seamount)	40
Gambar 4. 8 Lokasi B Gunung Bawah Laut (Seamount).....	40
Gambar 4. 9 Gunung Bawah Laut (Seamount) Lokasi A	41
Gambar 4. 10 Penampang Melintang Gunung Bawah Laut.....	42
Gambar 4. 11 Kemiringan Lereng Gunung Bawah Laut.....	42
Gambar 4. 12 Gunung Bawah Laut (Seamount) Lokasi B.....	44
Gambar 4. 13 Penampang Melintang Gunung Bawah Laut.....	44
Gambar 4. 14 Kemiringan Lereng Gunung Bawah Laut.....	45
Gambar 4. 15 Model 3D Gunung Bawah Laut (Seamount).....	46

Gambar 4. 16 Kemiringan Lereng Gunung Bawah Laut.....48
Gambar 4. 17 Penampang Melintang Gunung Bawah Laut48

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi <i>Teledyne Hydrosweep DS</i>	9
Tabel 2. 2 Spesifikasi <i>AML Minos X</i>	17
Tabel 2. 3 Spesifikasi K/R Baruna Jaya 1	21
Tabel 4. 1 Klasifikasi Slope dan Luas Lokasi A	43
Tabel 4. 2 Klasifikasi <i>Slope</i> dan Luas Lokasi B.....	45

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai negara yang memiliki wilayah perairan yang sangat luas dimana duapertiga wilayahnya ditutupi oleh laut. Wilayah laut yang sangat luas dan topografi perairan yang sangat bervariasi maka dibutuhkan teknologi dan pengetahuan yang mampu melakukan identifikasi berbagai bentuk topografi tersebut. Salah satu bentuk topografi dasar perairan yang masih sangat jarang dilakukan penelitiannya adalah gunung bawah laut. Gunung bawah laut (*seamount*) merupakan puncak-puncak gunung yang muncul pada dasar samudera dengan ketinggian sampai beberapa ratus meter di atas topografi sekitarnya. Gunung bawah laut merupakan bagian yang berdiri sendiri dan kakinya mulai dari dasar laut. Puncak gunung dapat muncul ke permukaan air. Gunung ini menjulang tinggi mencapai permukaan laut atau tidak namun akarnya ada di dasar laut (Nababan 2015).

Gunung-gunung tersebut banyak tersebar di perairan Indonesia. Keberadaan gunung bawah laut diharapkan pula diikuti dengan keberadaan mineral non hayati yang bersifat ekonomis berupa mineral logam seperti emas, perak, biji besi, nikel, kobalt, krom dan juga mineral non logam seperti kaolin, fosfat, dan zeolit. Untuk dapat mengidentifikasi keberadaan gunung bawah laut beserta sebarannya diperlukan penelitian geologi terpadu, yang meliputi bentang alam (mengacu pada gunung modern) dan struktur geologi, sedangkan untuk mengetahui keberadaannya dapat menggunakan bantuan ilmu geofisika. Teknologi akustik ini digunakan untuk mendapatkan informasi dasar perairan khususnya di laut. Teknologi akustik *multibeam echosounder* menjadi salah satu komponen survei laut yang digunakan untuk melakukan pengukuran kedalaman laut

secara cepat dan akurat, sehingga dapat dibuat model kondisi dasar perairan. Pemetaan detail dasar laut ini dimungkinkan dapat menghasilkan gambaran topografi bawah laut secara lebih jelas (Triarso dan Troa 2016).

Pada penelitian kali ini dilakukan identifikasi terkait keberadaan gunung bawah laut yang ada di wilayah perairan Utara Papua. Badan Informasi Geospasial (BIG) bekerjasama dengan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) pada tahun 2019 telah melakukan survei batimetri menggunakan *multibeam echosounder* untuk memperoleh gambaran topografi dasar laut. Data yang diambil untuk mengidentifikasi kondisi topografi dasar laut di perairan Utara Papua menggunakan data *multibeam echosounder*. Dalam penelitian kali ini juga akan dibahas mengenai proses pengolahan *multibeam echosounder* untuk mendapatkan informasi kedalaman dan kondisi topografi dasar laut di perairan Utara Papua.

1.2 **Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dimana lokasi gunung bawah laut pada area survei tersebut?
2. Bagaimana kondisi topografi gunung bawah laut pada area survei tersebut?

1.3 **Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Area studi yang digunakan dalam penelitian ini merupakan area di wilayah perairan Utara Papua.
2. Data yang digunakan adalah data *multibeam echosounder* dan *sound velocity profiler (SVP)* pada tahun 2019.
3. Data *multibeam echosounder* akan diolah untuk mendapatkan informasi kedalaman.

4. Analisa yang digunakan berdasarkan analisa visual dari data BATNAS sebagai data pembanding.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Adapun tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah:

1. Mengetahui lokasi gunung bawah laut yang ada di perairan Utara Papua.
2. Melakukan identifikasi kondisi topografi gunung bawah laut yang ada di perairan Utara Papua.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian Tugas Akhir ini terdiri dari dua aspek yaitu sebagai berikut:

1. Merekomendasikan lokasi gunung bawah laut kepada instansi terkait.
2. Memberikan informasi kondisi topografi gunung bawah laut kepada instansi terkait.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Survei Hidrografi

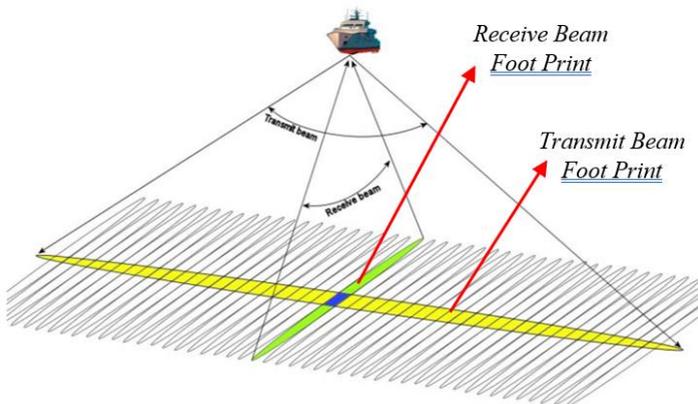
Survei hidrografi adalah serangkaian kegiatan pengukuran dan pengamatan yang dilakukan di wilayah perairan & sekitar pantai untuk menggambarkan sebagian atau keseluruhan permukaan bumi, terutama yang digenangi oleh air, pada suatu bidang datar (kertas yang disajikan dalam bentuk informasi titik-titik kedalaman, garis kontur kedalaman, dan titik-titik tinggi serta berbagai keragaman dibawah permukaan laut) (PM No.129 2016). Data survei hidrografi yang digunakan pada penelitian ini adalah data *multibeam echosounder* dan data *Sound velocity profiler (SVP)*.

Visualisasi dasar laut berupa kontur kedalaman yang disajikan pada perangkat pengolahan data dalam bentuk *digital elevation model* adalah hasil pemeruman menggunakan *multibeam echosounder*. Nilai kedalaman yang dihasilkan harus memiliki referensi terhadap datum vertikal oleh karena itu selama kegiatan survei menggunakan *multibeam echosounder* berlangsung harus dilaksanakan bersamaan dengan pengamatan pasut hal ini dikarenakan kedudukan muka air selalu bervariasi, sehingga menghasilkan kedalaman sesaat pada waktu tertentu. Untuk menghasilkan informasi nilai kedalaman bereferensi maka dilakukan reduksi data pengukuran kedalaman terhadap data pengamatan pasut.

2.2 Multibeam Echosounder

Multibeam echosounder adalah alat yang dapat digunakan untuk mengukur banyak titik kedalaman secara bersamaan yang didapat dari susunan transduser (*transducer array*) (Lekkerkerk 2006).

Multibeam echosounder menggunakan prinsip yang sama dengan *singlebeam echosounder* namun jumlah *beam* yang dipancarkan adalah lebih dari satu pancaran. Pola pancarannya melebar dan melintang terhadap badan kapal. Setiap *beam* akan mendapatkan satu titik kedalaman hingga jika titik kedalaman tersebut dihubungkan akan membentuk profil dasar laut. Jika kapal bergerak maju hasil sapuan *multibeam echosounder* tersebut menghasilkan suatu luasan yang menggambarkan permukaan dasar laut (Moustier 1998). Pada Gambar 2.1 menggambarkan prinsip sebagai berikut:



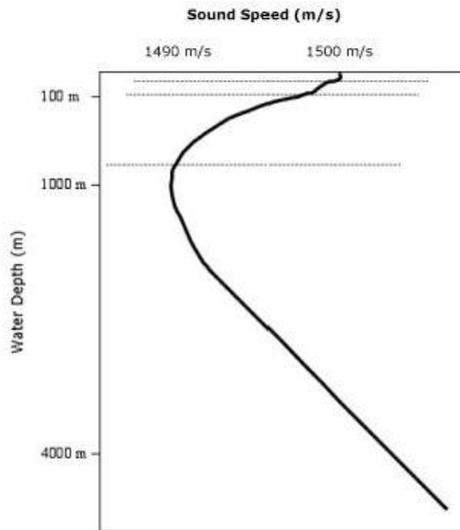
Gambar 2. 1 Prinsip *Multibeam Echosounder*
(Modifikasi dari Zwolak 2015)

Transducer pemancar pada *multibeam echosounder* menghasilkan berkas akustik yang lebar pada bidang tegak lurus dengan unit pengukur arah dan menyempit pada bidang yang sejajar dengannya seperti yang dijelaskan pada Gambar 2.1. *Transducer* penerima, ditempatkan secara tegak lurus dengan yang mentransmisikan, dapat menerima sinyal akustik yang dipantulkan dari bawah dalam sudut sempit dalam bidang tegak lurus dengan garis survei.

Bergantung pada modelnya, *echosounder* menghasilkan puluhan hingga ratusan *beam*. Dengan konfigurasi ini, penerimaan pulsa *single acoustic* (setelah memperhitungkan informasi tentang profil kecepatan suara di kolom air) menghasilkan perolehan sejumlah nilai kedalaman yang diatur kira-kira di sepanjang garis yang tegak lurus terhadap garis survei (Zwolak 2015).

Kalibrasi *multibeam echosounder* sangat mempengaruhi kualitas data kedalaman yang dihasilkan. Pada penelitian ini dilakukan kalibrasi cepat rambat gelombang akustik. Adanya perbedaan salinitas, suhu, dan tekanan pada setiap *layer* perairan mengakibatkan cepat rambat gelombang akustik pada tiap *layer* dalam kolom air berbeda-beda. Untuk itu dilakukan pengukuran cepat rambat gelombang akustik menggunakan *surface sound speed* dan *sound velocity profiler (SVP)*.

Untuk sistem yang memiliki desain *transducer* berbentuk datar, penting bagi pengguna untuk mengetahui secara pasti kecepatan suara pada daerah di sekitar *transducer*. Maka dari itu *surface sound speed* digunakan untuk mengetahui kecepatan suara yang ada di daerah sekitar *transducer* (Caris 2020). Sedangkan pada sistem kerja dari *SVP* adalah dengan menggunakan reflektor yang diletakkan di dasar laut yang kemudian dipantulkan sinyal akustik dari *SVP* yang terpasang dikapal selama selang waktu tertentu. Cepat rambat gelombang suara yang diukur dari *SVP* dibagi menjadi kecepatan *downward* untuk cepat rambat akustik dari *SVP* menuju ke reflektor dan *upward* untuk cepat rambat akustik dari reflektor menuju ke *SVP* yang terpasang di kapal. Cepat rambat gelombang akustik yang dihasilkan dari pengukuran ini kemudian dirata-ratakan untuk menghasilkan nilai koreksi dari cepat rambat gelombang akustik di setiap *layer* kedalaman pada kolom air pada wilayah penelitian. Pada Gambar 2.2 digambarkan grafik profil kecepatan suara dalam air laut sebagai berikut:



Gambar 2. 2 Profil Kecepatan Suara dalam Air Laut (Mike 2008)

Pada perairan, data *multibeam echosounder* yang sudah terkoreksi kedalamannya akan menghasilkan *point cloud* yang nantinya akan dilakukan proses *filtering* dan *cleaning* dari data yang dianggap *noise*. Serangkaian *filtering* dengan menggunakan algoritma yang kuat dirancang dan digunakan dalam program dengan maksud untuk mendeteksi dan menghilangkan *outliers*. Algoritma yang kuat berarti algoritma tersebut dapat menemukan perkiraan nilai nyata bahkan jika sejumlah besar *outliers* dalam sampel yang sama ditempatkan jauh dari nilai sebenarnya (Capena et. al 1999). Ada beberapa metode yang digunakan pada saat *filtering* data yang dianggap *noise* yaitu, *quick view*, *depth gating*, *outer beam limit*, *across-track line anomalies*, dan *along-track line anomalies* (Mahmud & Yusof 2005).

Perairan Utara Papua memiliki karakteristik laut yang dalam, oleh karena itu survei landas kontinen yang dilakukan di perairan tersebut harus menggunakan *multibeam echosounder* dengan spesifikasi penggunaan untuk laut dalam. Alat *multibeam echosounder* yang digunakan dalam pemeruman ini adalah *Teledyne Hydrosweep DS* dengan spesifikasi berikut:



Gambar 2. 3 *Multibeam Echosounder Teledyne Hydrosweep DS* (BPPT 2015)

Tabel 2. 1 Spesifikasi *Teledyne Hydrosweep DS* (*Teledyne RESON* 2018)

No.	Spesifikasi	Keterangan
1	<i>Depth Range</i>	<i>10 – 11,000 m</i>
2	<i>Operating Frequency</i>	<i>14 to 16 kHz Frequency modulation (Chirp)</i>
3	<i>Multi-Ping and Ping Rate</i>	<i>2x multi-ping Max. 10 Hz ping rate</i>
4	<i>Bathymetric Resolution</i>	<i>0.5°, 1° or 2° along track 1° or 2° across track</i>
5	<i>Number of Beams</i>	<i>960 soundings per single ping via High Order Beamforming 320 receive beams per single ping</i>
6	<i>Motion Correction</i>	<i>Roll $\pm 15^\circ$ stabilised Pitch $\pm 10^\circ$ stabilised Yaw $\pm 5^\circ$ stabilised by active multi-ping</i>

No.	Spesifikasi	Keterangan
7	<i>Acquired Data</i>	<i>Bathymetry, sidescan and backscatter with up to 10,000 values per single ping</i>
8	<i>Bathymetric Swath Width</i>	<i>140°, up to 5.5 times the water depth</i>
9	<i>Resolution and Accuracy</i>	<i>Max. range resolution 6 cm Max. output sample rate 12 kHz [0.5 m, 0.2% of water depth] for 0° to 45° [0.5 m, 0.3% of water depth] for 45° to 60° [0.5 m, 0.6% of water depth] for 60° to 70°</i>
10	<i>Water Column Recording</i>	<i>Max. 6 cm vertical resolution For up to 320 beams</i>
11	<i>Sub-Bottom Profiler</i>	<i>Parametric sub-bottom profiling option without additional transducers and electronics</i>

2.3 Kalibrasi Multibeam Echosounder

Wahana survei tidak pernah berhenti bergerak sewaktu survei dilaksanakan, baik karena faktor dinamika lautan maupun cuaca. *Multibeam Echosounder* yang terpasang pada wahana survei selalu membaca kedalaman dengan asumsi bahwa wahana survei diam sempurna, sehingga harus dilakukan kalibrasi agar nilai kedalaman tersebut valid. Proses kalibrasi yang dilakukan meliputi proses kalibrasi *offset static*, *patch test* (*pitch*, *roll*, *yaw*) serta kecepatan rambat akustik (Mann dan Godin 1996).

2.3.1 Patch test

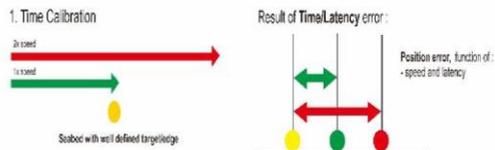
Keselarasan dari sonar *multibeam echosounder* terhadap sensor gerak dan *gyro* sangat berpengaruh di akurasi pengambilan data kedalaman. Tidak mungkin untuk pemasangan sonar tepat lurus dengan sensor gerak dan *gyro*, dibutuhkan koreksi ($x.xx^\circ$). Pengkoreksian terhadap waktu GPS juga diperlukan sewaktu pengambilan data kalibrasi. Masalah dari

kalibrasi *multibeam echosounder* harus dilakukan untuk mengukur koreksi sudut dari sonar, sensor gerak, *gyro* dan waktu yang tidak sinkron (Mann dan Godin 1996).

Patch test termasuk mengumpulkan data dari berbagai tipe permukaan dasar laut dan pemrosesan data sampai pada ke proses *patch test* nya. Ada dua metode untuk memproses data yang digunakan: yaitu dengan pendekatan model dan pendekatan dari permukaan berulang yang sama. Setiap metode ini mempunyai kekurangan dan kelebihan tergantung pada tipe permukaan yang disurvei. Semua perangkat lunak modern untuk pengumpulan data *multibeam echosounder* sudah memiliki fitur *patch test*. Pada perangkat lunak EIVA Navisuite fitur *patch test* meliputi *time latency*, *pitch*, *roll*, dan *yaw*.

a. *Time Latency* (keterlambatan waktu)

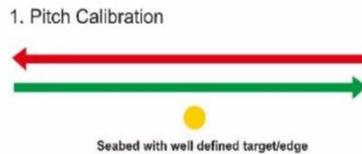
Pada kalibrasi untuk mengkoreksi keterlambatan waktu dalam pengambilan data kedalaman adalah dengan jalur kapal yang sama, tetapi dengan kecepatan kapal yang berbeda. Dibutuhkan sebuah objek didasar laut yang mudah untuk diidentifikasi seperti batu besar atau lereng. Kemudian menjadi data pembanding untuk menentukan keterlambatan waktu sewaktu survei (Brennan 2009).



Gambar 2. 4 Pengambilan Data *Time Latency* (Brennan 2009)

b. *Pitch*

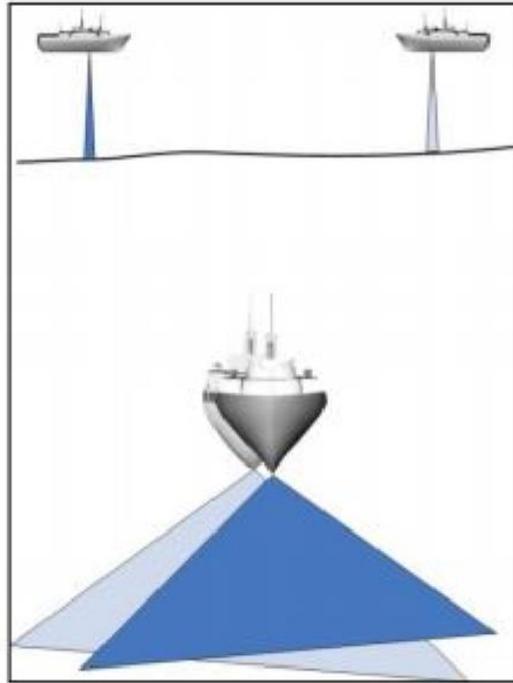
Dalam pengambilan data *pitch*, hampir sama dengan tipe permukaan dasar laut pada *latency test*. Perbedaan dengan *latency test* adalah pada kecepatan kapal. Dalam pengambilan data *pitch* kecepatan kapal sama. Kesalahan pada *pitch* ini semakin besar seiring dengan kedalaman (Brennan 2009).



Gambar 2. 5 Pengambilan Data *Pitch*
(Brennan 2009)

c. *Roll*

Pengambilan data untuk roll harus dipermukaan dasar laut yang relatif datar dan diambil 2 kali pulang pergi dalam satu jalur. Ketika data ditampilkan dalam potongan memanjang, maka terlihat perbedaan antara kedua permukaan. Banyak program *pitch test* akan melakukan iterasi untuk mengukur perbedaan terkecil antara kedua permukaan ini (Brennan 2009).

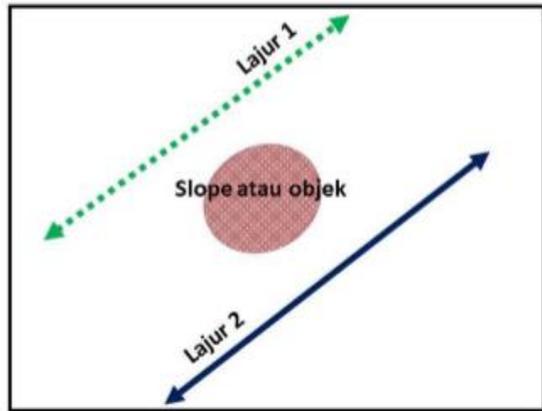


Gambar 2. 6 Pengambilan Data *Roll*
(Brennan 2009)

d. *Yaw*

Kesalahan *yaw* (*yaw offset*) menyebabkan objek-objek di dasar laut tampak bergeser di sepanjang lajur survei tepat di tengah sapuan (*coverage*) MBES (Gambar 2.7). Perpindahan objek-objek sepanjang lajur survei akan meningkat dengan jarak yang jauh dari lajur survei. *Yaw offset* dapat dikuantifikasi dengan memeriksa data kedalaman (*sounding data*) pada area yang tumpang-tindih (*overlap*) antara dua lajur survei yang saling berdekatan. Sapuan kedua lajur survei ini dilewatkan di kedua sisi objek dasar

laut dengan arah lajur survei yang berlawanan dan pada kecepatan yang sama. Bagian sapan kanan (*starboard*) lajur 1 *overlap* dengan sapan bagian kanan lajur 2, begitu juga untuk bagian sapan kiri (*port*) (Muljawan et. al 2017).



Gambar 2. 7 Geometri Lajur Survei Untuk Kalibrasi *Yaw* (Muljawan Et. Al 2017)

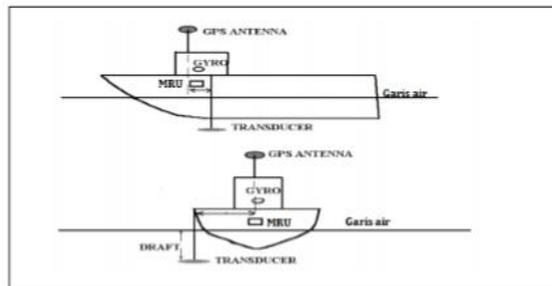
2.3.2 Sensor Offset

Offset statis adalah suatu kegiatan penentuan letak dari masing-masing alat atau sensor yang terpasang di wahana survei dan terhadap titik referensi wahana survei. Hasil yang didapat dari *offset* statis adalah suatu denah dengan koordinat x , y , dan z masing-masing sensor lainnya terhadap titik referensi wahana survei yang memiliki koordinat $(0; 0; 0)$ (Mann dan Godin 1996).

Multibeam echosounder Teledyne Hydrosweep DS merupakan sebuah sistem yang terintegrasi yang meliputi alat pengukur jarak atau range (*multibeam echosounder*), alat penentuan posisi global (DGPS), alat pengukur gerakan rotasi (*roll, pitch, dan yaw*) dan

translasi kapal atau *heave* (*Inertial Motion Unit/IMU*), alat pengukur arah atau *heading* (*Gyro Compas* atau *GPS Gyro*), dan kecepatan suara dalam kolom air atau pengaruh refraksi (*Sound velocity profile* atau *SVP* dan *Surface Sound Velocity* atau *SVS*).

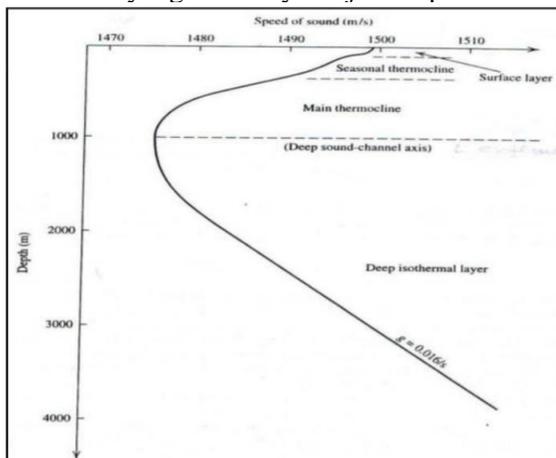
Offset static kedudukan *transducer multibeam echosounder* dan alat-alat atau sensor-sensor lainnya seperti *DGPS*, *IMU*, dan *Gyro Compas* terhadap *RP* dilakukan (Mann 1998) seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.8 Pengukuran akurat lokasi sensor adalah prasyarat untuk menjaga agar data yang diperoleh sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Kesalahan pengukuran kedudukan ini (*miss alignments offset static*) yang tidak terhitung dengan baik akan menghasilkan kesalahan kedalaman dan posisi, yang terwujud sebagai artefak data dalam bentuk riak *heave* (*ripples*) dan *cross-talk* antara *roll* dan *pitch*. Pengukuran kedudukan *transducer* dan sensor-sensor terhadap *RP* dilakukan dengan metode survei dimensional.



Gambar 2. 8 *Offset Static* Atau Kedudukan *Transducer* & *GPS*, *MRU*, *Gyro*, *Garis Air* Terhadap *RP* (Mann 1998)

2.4 Sound velocity profiler (SVP)

Sound velocity profile merupakan sebuah gambaran atau profil yang menggambarkan tingkat kecepatan rambat suara di perairan. Kecepatan suara sering disimbolkan dengan c . Nilai kecepatan rambat suara air laut berada antara 1.450 m/s – 1.540 m/s (Fahrulian 2012). Pengetahuan mengenai kondisi lingkungan air laut sangat penting untuk diketahui. Kecepatan suara akan meningkat dengan bertambahnya suhu, salinitas dan tekanan. Faktor-faktor tersebut memiliki hubungan yang sangat kompleks untuk dibahas. Namun variasi nilai kecepatan rambat suara ini relatif kecil. Kecepatan suara ini memiliki nilai yang bervariasi. (Kinsler et al 2000) membuat suatu profil kecepatan suara ketika berada di dalam kolom perairan. Perubahan kecepatan suara secara drastis terjadi pada palung laut atau berada pada lapisan thermocline. Hal ini dikarenakan pada lapisan tersebut terjadi perbedaan suhu yang signifikan. Gambar 2.9 menggambarkan profil kecepatan suara yang umumnya terjadi di perairan laut.



Gambar 2. 9 Profil Kecepatan Suara Air Laut
(Kinsler dkk 2000)

Dalam mengukur kecepatan rambat akustik di lokasi survei menggunakan alat *AML Minos X* dengan spesifikasi sebagai berikut:



Gambar 2. 10 *SVP AML Minos X*
(*AML Oceanographic 2019*)

Tabel 2. 2 Spesifikasi *AML Minos X*
(*AML Oceanographic 2019*)

No.	Spesifikasi	Keterangan
1	<i>Recommended Applications</i>	<i>Coastal Monitoring</i>
		<i>Deep Profiling</i>
		<i>Shallow Profiling</i>
2	<i>Sensor Ports</i>	3
3	<i>Optional Remote Sensor Ports</i>	2
4	<i>Depth Rating</i>	<i>1000 M</i>
		<i>6000 M</i>
5	<i>Housing Material</i>	<i>1000 M: Acetal</i>
		<i>6000 M: Titanium</i>
6	<i>Sensor Cage Material</i>	<i>Stainless Steel</i>
7	<i>Shackle</i>	<i>Included</i>
8	<i>Communications</i>	<i>Rs-232</i>
		<i>Rs-485</i>
		<i>Wifi (Optional Upgrade)</i>
9	<i>Gps</i>	<i>Optional Upgrade</i>
10	<i>Power Source</i>	<i>Internally Rechargeable Battery</i>
		<i>External</i>

No.	Spesifikasi	Keterangan
11	<i>Data Output</i>	<i>Logs To Memory</i>
		<i>Real-Time Output</i>
12	<i>Input Voltage</i>	8-26 V
13	<i>Length</i>	597 Mm (23.5")
14	<i>Diameter</i>	76 Mm (2.98")
15	<i>Weight In Air</i>	1000 M: 2.2 Kg (4.8 Lbs)
		6000 M: 4.6 Kg (10.1 Lbs)
16	<i>Weight In Water</i>	1000 M: 0.7 Kg (1.5 Lbs)
		6000 M: 3.1 Kg (6.8 Lbs)

2.5 DEM

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

DEM merupakan suatu sistem, model, metode, dan alat dalam mengumpulkan, *processing*, dan penyajian informasi medan. Susunan nilai-nilai digital yang mewakili distribusi spasial dari karakteristik medan, distribusi spasial diwakili oleh nilai-nilai pada sistem koordinat horizontal X dan Y serta karakteristik medan diwakili oleh ketinggian medan dalam sistem koordinat Z (Doyle 1991 dalam Purwanto 2015).

Digital Elevation Model (DEM) khususnya digunakan untuk menggambaran model relief rupa bumi tiga dimensi (3D) yang menyerupai keadaan sebenarnya di dunia nyata (*real world*) divisualisasikan dengan bantuan teknologi komputer grafis dan teknologi *virtual reality* (Mogal 1993 dalam Purwanto 2015). Sumber data dari DEM dapat bermacam-macam diantaranya FU *stereo*

(*Photogrammetric Techniques*), citra satelit *stereo* (*Stereopairs technique*), data pengukuran lapangan (GPS, *Theodolite*, EDM, *Total Station*, *Echosounder*), peta topografi (*Interpolation Technique*), peta topografi (*Interpolation Technique*), radar (*Radar Technique*), LiDAR (*Laser Scanner Technique*). Sedangkan bentuk data dari DEM meliputi titik (titik tinggi), garis (kontur), dan penyiaman (LiDAR) (Purwanto 2015).

2.6 **Gunung Bawah Laut (*Seamount*) dan Dimensinya**

Definisi mengenai gunung bawah laut (*seamount*) berkebang dari tahun ke tahun. Hal ini didasarkan pada sudut pandang disiplin ilmu yang digunakan oleh beberapa peneliti. Menurut (Menard 1964), gunung bawah laut dapat didefinisikan sebagai material yang membentuk sebuah ketinggian yang berada di dasar laut dengan bentuk yang bulat atau elips dengan ketinggian minimum 1 kilometer dan memiliki kemiringan (*slope*) tertentu serta terdapat puncak yang berukuran kecil. (Schieferdecker 1959) menyebutkan bahwa gunung bawah laut didefinisikan sebagai sebuah daerah di permukaan bumi dimana bahan magma dari dalam bumi keluar atau pernah keluar pada masa lampau, biasanya akan membentuk suatu gunung, berbentuk kerucut dan mempunyai kawah di bagian puncaknya. Secara bentang alam (William & McBirney 1979) membagi gunung yang berbentuk kerucut menjadi daerah puncak, lereng, kaki dan dataran sekitarnya.

Beberapa faktor pembentukan gunung bawah laut menurut (Spence & Turcotte 1985) terdiri dari beberapa proses. Pertama, material-material yang ada di bawah lapisan bumi memiliki asupan panas atau magma dari perut bumi tepatnya di lapisan litosphere. Kedua, magma yang berasal dari dalam perut bumi memiliki energi yang cukup untuk terangkat ke atas tanpa adanya proses pembekuan selama pembentukan tonjolan menyerupai gunung (Gass et al. 1978). Sebagian besar gunung bawah laut belum dapat

diketahui keberadaannya, hal ini dikarenakan hanya sebagian kecil saja dari dasar laut yang berhasil dipetakan oleh kapal yang melakukan survei kelautan.

Perolehan data mengenai gunung api bawah laut (*seamount*) pada awalnya dilakukan hanya dengan menggunakan peta profil batimetri disuatu perairan. Mekanisme penentuan ini lebih sering dilakukan bila dibandingkan dengan harus melakukan interpolasi dari sebuah peta. Sekitar 90% gunung bawah laut dengan ketinggian kurang dari 1 kilometer tidak dapat terlihat atau teramati, hal ini dikarenakan gunung tersebut terlihat hanya sebagai gundukan-gundukan kecil diantara gunung-gunung tinggi disekitarnya (Craig & Sandwell 1988). Gunung laut di dunia dapat ditemukan pada semua cekungan di laut, dengan distribusi yang cukup bervariasi dalam ruang dan waktu, dan dapat ditemukan pada bagian kerak samudra. Hampir setengah dari gunung laut di dunia ditemukan pada Samudra Pasifik dan sisanya tersebar pada bagian Atlantik dan Samudera India.

2.7 Wahana Survei

Pada survei Landas Kontinen yang dilakukan oleh BIG bekerjasama dengan BPPT menggunakan Kapal Baruna Jaya 1, dengan spesifikasi sebagai berikut.



Gambar 2. 11 K/R Baruna Jaya 1
(BPPT 2015)

Tabel 2. 3 Spesifikasi K/R Baruna Jaya 1

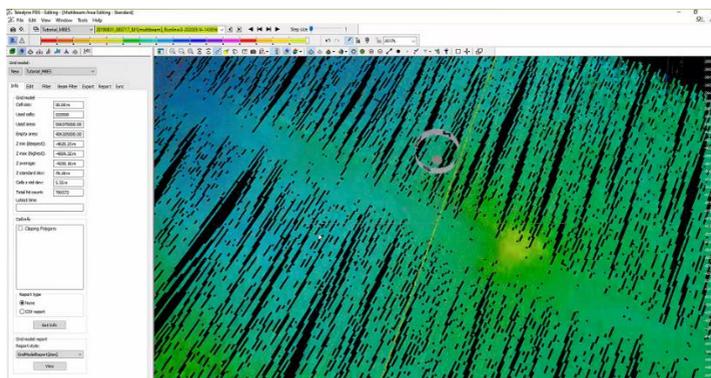
No.	Spesifikasi	Keterangan
1	Nama Kapal	K/R. BARUNA JAYA I
2	Nama Panggilan	YEAS
3	Pelabuhan Registrasi	Jakarta, Indonesia
4	Fungsi	<i>Multipurposes Deep-Sea Research</i>
5	Klas	<i>BKI, Research Vessel, A 100 I SM</i>
		<i>Bureau Veritas, Research Ship</i>
6	Nomor IMO	8420036
7	Galangan Pembuat	<i>CMN, Cherbourg-France</i>
8	Diluncurkan	1989
9	GRT	1184 Ton
10	NRT	355 Ton
11	LOA	60.40 m
12	LBP	52.39 m
13	Lebar	11.60 m
14	<i>Depth at Upper Deck</i>	6.50 m

No.	Spesifikasi	Keterangan
15	<i>Draft Mean</i>	4.50 m
16	Kecepatan	10 knots
17	Akomodasi	17 kru & 28 Enjinir/Peneliti
18	Pemilik	BPPT Indonesia
19	Mesin Utama	<i>2 x 1100 HP @850 RPM, Niigata SEMT Pielstick 5PA5L</i>
20	Mesin Bantu	<i>1 unit Diesel Generator Baudouin 270 HP @1500 RPM</i>
21	<i>Alternator Utama</i>	<i>2 unit shaft driven generator Leroy Somer @625 KVA</i>
22	<i>Synchronous Alternator</i>	<i>1 unit Leroy Somer 200 KVA @1500 rpm</i>
23	<i>Bow Thruster</i>	<i>1 unit Pleuger 200 HP @1450 rpm</i>
24	<i>Tipe Propeller</i>	<i>CPP 4 Blades type 417 CCW</i>
25	Kapasitas Tanki Bahan Bakar	<i>HSD 260.000 liter, Oil 14.000 liter</i>
26	Kapasitas Tanki Air Tawar	93.700 liter
27	<i>Reverse Osmosis</i>	350 liter/jam @air laut jernih
28	Konsumsi Bahan Bakar	6752 liter/hari
29	<i>Life Raft</i>	4 x 20 pax and 4 x 25 pax
		1 unit Rubber Boat dengan Mesin 40 HP
30	Navigasi	<i>Radar ARPA X Band Furuno, GPS, AIS</i>
31	Telekomunikasi	<i>SSB, GMDSS A3, Mini-Inmarsat-C</i>
32	Pesawat Angkat	<i>1 unit A Frame Gantry 10 Ton</i>
		<i>2 unit Side Gantry for CTD</i>
		<i>1 unit Side Gantry for Coring</i>
		<i>1 unit Main Crane, 0.75 t pada 12 m dan 2.5 t pada 5 m</i>

2.8 Teledyne PDS

Pada penelitian ini menggunakan perangkat lunak Teledyne untuk proses perencanaan survei, akuisisi data, pemrosesan, pengeditan, perhitungan volume, dan visualisasi grafis data multibeam. Perangkat lunak ini, memberikan fasilitas yang lengkap bagi surveyor dan juru mudi dalam melakukan survei multibeam secara efisien. Akuisisi data ditampilkan secara *real time* tampak atas, profil, dan secara 3D menggunakan model Digital Elevation Model (DEM) dengan gradasi warna (*Teledyne 2020*).

Berbagai pengaturan filter dapat diterapkan ke data *multibeam echosounder* secara online, sehingga pemrosesan data dapat dilakukan secara *real time*. Tampilan *Quality Control* meyakinkan operator bahwa data memiliki kualitas yang diinginkan (*Teledyne 2020*).



Gambar 2. 12 Tampilan Editor Pada Software *Teledyne PDS* (BIG 2020)

Setelah pemrosesan data akan dapat digunakan untuk perhitungan volume dan pembuatan *chart*. Pemodelan *chart* memberikan hasil *plot* yang cepat kepada operator terutama ketika survei yang dilakukan berulang kali. Secara opsional

data dapat diekspor ke *database* GIS untuk manajemen data yang lebih efisien (Teledyne 2020).

2.9 Penelitian Terdahulu

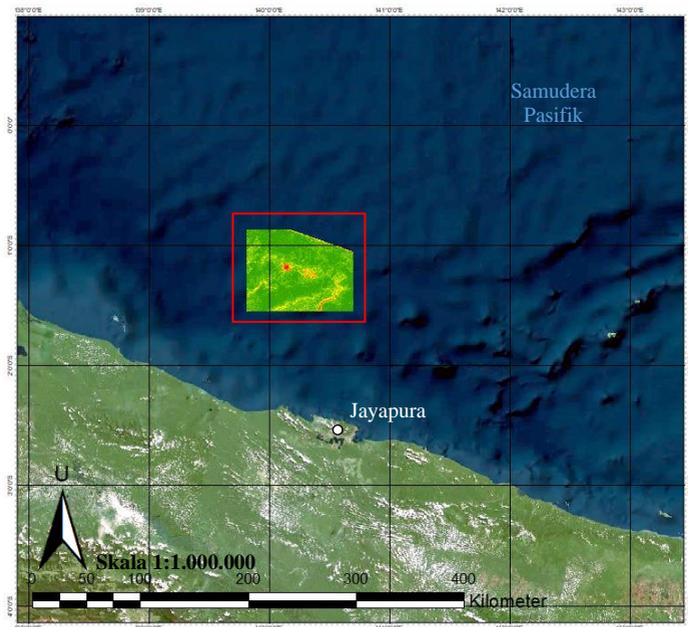
Sebelumnya telah dilakukan penelitian tentang gunung api bawah laut yang berada di kawasan perairan Sangihe-Talaud. Penelitian mengenai gunung api bawah laut masih sangat jarang dilakukan. Ekspedisi laut dalam di kawasan perairan Sangihe-Talaud telah dilaksanakan atas kerjasama antara Badan Litbang KP, Kementerian Kelautan dan Perikanan dengan *National Oceanic Atmospheric Administration* (NOAA), USA. Ekspedisi ini dilakukan dari tanggal 24 Juni hingga 6 Agustus 2010 dengan nama INDEX-SATAL (Indonesia *Expedition* Sangihe-Talaud), dimana salah satu tujuan dari ekspedisi ini adalah pemetaan detil dasar laut menggunakan *multibeam echosounder* (Triarso & Troa 2017).

Pengolahan ulang data batimetri menghasilkan kenampakan pola struktur maupun morfologi gunung api bawah laut yang tumbuh pada Lembah Sangihe. Gunung api bawah laut Kawio Barat memperlihatkan kenampakan berbentuk kerucut ideal yang timbul dari kedalaman 5400 meter di bawah permukaan laut dengan puncaknya mencapai kedalaman 1.890 meter di bawah permukaan laut. Kenampakan morfologi gunung api bawah laut Kawio Barat ini memperlihatkan bagian barat laut dari gunung api ini memiliki tekstur yang lebih kasar dibandingkan pada bagian di sebelah tenggaranya yang bertekstur lebih halus. Hal tersebut mengindikasikan produk vulkanik di sebelah barat laut berumur lebih tua dibandingkan dengan di sisi tenggara. Perbedaan itu dibatasi oleh lembah yang memanjang dari Utara ke barat daya. Perbedaan dari penelitian pada tugas akhir ini dengan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya terletak pada studi kasus yang dilakukan pada penelitian.

BAB III METODOLOGI

3.1 Lokasi Tugas Akhir

Lokasi penelitian terdapat di perairan wilayah Utara Papua dengan koordinat $1^{\circ}03'31,7371''\text{LS}$ hingga $1^{\circ}20'40,0728''\text{LS}$ dan $140^{\circ}01'3,2671''\text{BT}$ hingga $140^{\circ}29'53,2596''\text{BT}$ dengan cakupan wilayah 21×53 km. Lokasi penelitian ini dipilih karena perlunya mengetahui topografi dasar laut yang ada di Perairan Utara Papua pada survei landas kontinen yang dilakukan oleh BIG bekerjasama oleh BPPT pada tahun 2019.



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian

3.2 Data dan Peralatan

Untuk menunjang penelitian yang akan dilaksanakan, peneliti menggunakan data dan peralatan sebagai berikut.

3.2.1 Data

Pada penelitian ini, dibutuhkan beberapa data untuk menunjang pelaksanaan penelitian. Berikut adalah data yang dibutuhkan dalam penelitian ini:

- a. *Raw data multibeam echosounder* (Format data *.S7K) pada area penelitian pada tahun 2019.
- b. Data *Sound Velocity Profile* (Format data *.txt) pada area penelitian pada tahun 2019.
- c. Data BATNAS (Batimetri Nasional) dengan Format data (*.tiff).

3.2.2 Peralatan

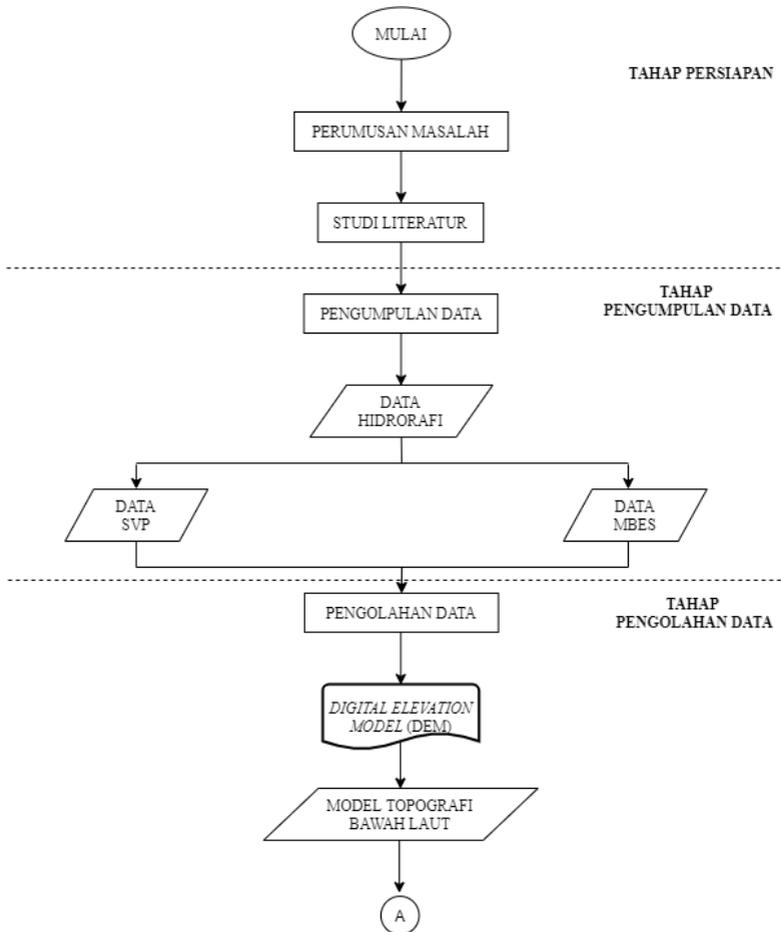
Ada beberapa peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini, baik *software* maupun hardware adalah sebagai berikut:

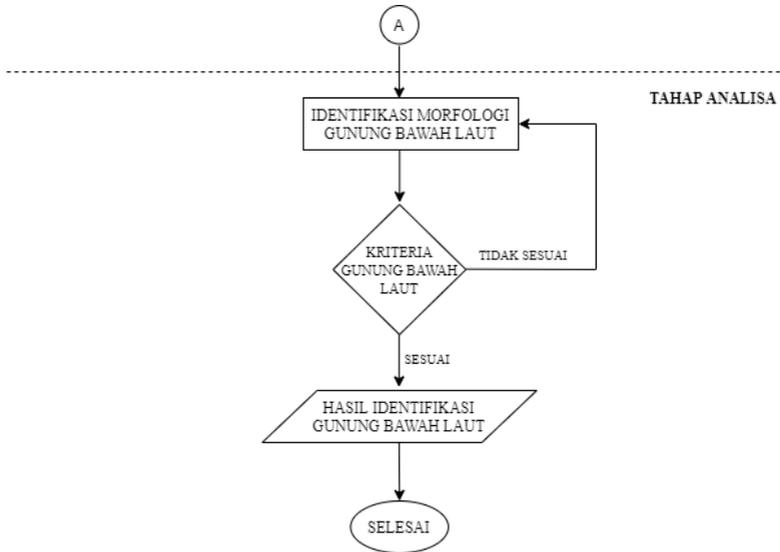
- a. Perangkat lunak *Teledyne PDS* untuk pengolahan data *multibeam echosounder*.
- b. Perangkat lunak Global Mapper, Surfer, dan ArcGIS untuk analisa DEM gunung bawah laut (*seamount*).
- c. *Microsoft Office* 2016 untuk pembuatan laporan dan pengolahan data.

3.3 Metodologi Penelitian

3.3.1 Tahapan Penelitian

Pada Gambar 3.2 dibahas mengenai diagram alir tahapan yang akan dilaksanakan pada penelitian ini:





Gambar 3. 2 Diagram Alir Tahapan Penelitian

Berikut adalah penjelasan diagram alir tahapan diatas :

1. Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan perumusan masalah dan studi literatur. Dalam perumusan masalah peneliti mencari permasalahan yang ada, membentuk lingkup permasalahan, serta pembatasan dimensi dan variabel yang akan dibahas dalam penelitian sehingga didapatkan fokus pengamatan dalam penelitian. Studi literatur dilakukan untuk mempelajari tentang penelitian yang sudah ada atau penelitian yang serupa tetapi memiliki sedikit perbedaan, pencarian materi-materi terkait dengan penelitian yang

dilaksanakan, serta pencarian informasi tentang bahan dan data yang diperlukan.

2. Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data-data yang diperlukan untuk melaksanakan penelitian. Pada penelitian ini terdapat data yang dibutuhkan yaitu data hasil survei hidrografi. Data hasil survei hidrografi berupa data *multibeam echosounder*, dan data *Sound Velocity Profiler (SVP)*

3. Tahap Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data-data yang sudah dikumpulkan. Pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini dijelaskan pada Gambar 3.3.

4. Tahap Analisis Data

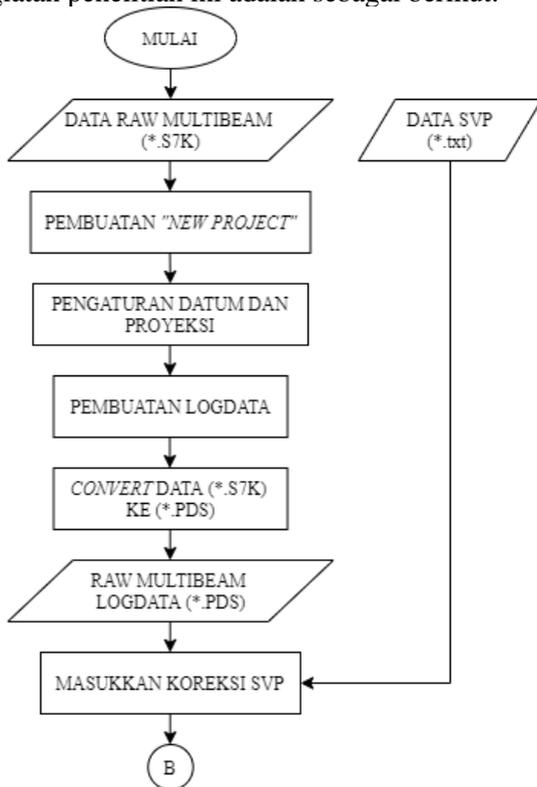
Dalam mengidentifikasi gunung bawah laut dari hasil pengukuran menggunakan data *multibeam echosounder* diperlukan beberapa parameter yaitu luasan gunung bawah laut, kedalaman tertinggi gunung bawah laut, kedalaman terendah gunung bawah laut, lokasi keberadaan gunung bawah laut, dan model gunung bawah laut.

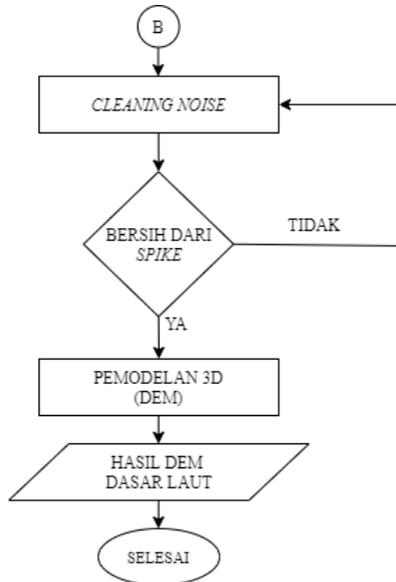
5. Tahap Hasil

Pada tahap ini dihasilkan beberapa hasil identifikasi gunung bawah laut sesuai dengan parameter-parameter yang telah ditentukan pada penelitian ini.

3.3.2 Tahapan Pengolahan Data

Adapun tahapan untuk pengolahan data untuk kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut:





Gambar 3. 3 Diagram Alir Pengolahan Data

Berikut adalah penjelasan diagram alir tahapan diatas :

1. Pembuatan “*New Project*”
Lakukan pembuatan “*New Project*” pada pengolahan data sebelum melakukan pengolahan data pada *software Teledyne PDS*.
2. Pengaturan Datum dan Proyeksi
Dikarenakan data kalibrasi *Multibeam echosounder* sudah dimasukkan ketika akuisisi, sehingga untuk pengolahan data hanya tinggal melakukan pengaturan datum dan sistem proyeksi saja. Pada penelitian kali ini menggunakan datum “WGS 84” dan sistem proyeksi “Mercator”.

3. Pembuatan *LogData*
Melakukan *copy Raw data Multibeam echosounder (*.S7K)* ke dalam folder “LogData” sebelum dilakukan pengolahan *Raw data* dan *editing Raw data*.
4. *Convert Data (*.S7K)* ke *(*.PDS)*
Pengolahan data *Multibeam echosounder* pada *software Teledyne PDS* harus menggunakan file dengan format *(*.PDS)*. Oleh karena itu dilakukan *convert data* format *(*.S7K)* ke dalam format *(*.PDS)* dengan cara *import file (*.S7K)* yang sudah di *copy* pada folder “LogData”
5. Memasukkan Koreksi *Sound velocity profile (SVP)*
Dikarenakan *Multibeam echosounder* yang digunakan adalah *Teledyne Hydrosweep DS* dengan pemasangan dilakukan secara permanen (*Full Mounted*) maka untuk parameter koreksi *patch test* sudah ada nilai tetap dan sudah dimasukkan koreksinya pada saat akuisisi data berlangsung.
Memasukkan koreksi *Sound velocity profile (SVP)* pada *Raw data Multibeam echosounder*. Data koreksi *Sound velocity profile (SVP)* dengan format file *(*.txt)* memuat dua informasi data yaitu data kedalaman (*depth*) dan data kecepatan suara (*sound velocity*).
6. Melakukan *Cleaning Noise*
Proses *Cleaning Noise* bisa dilakukan ketika semua *Raw data Multibeam echosounder* sudah terkoreksi. Proses *Cleaning Noise* dilakukan secara manual

pada setiap *file set* dan satu lajur, dengan proses *Cleaning* pada setiap 50 ping. Setelah proses *Cleaning Noise* dilakukan maka dilakukan penggabungan data-data *file set* yang sudah bersih dari *Spike* atau *Noise* untuk selanjutnya dibuat pemodelan DEM

7. Pemodelan DEM

Proses pemodelan DEM dilakukan setelah semua data digabungkan, DEM dari data hasil pengolahan *Multibeam echosounder* dibuat dengan resolusi 100m

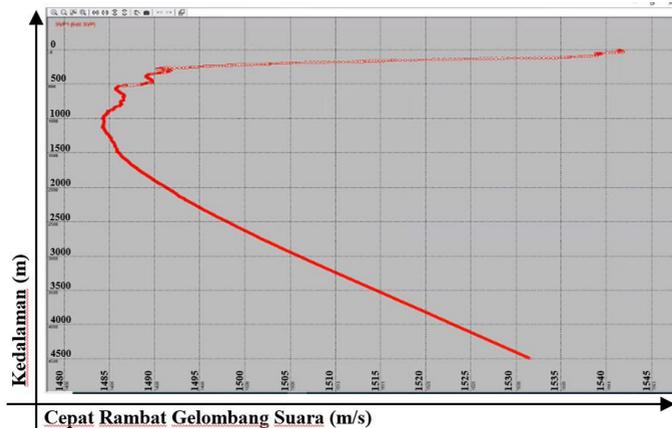
Setelah proses pembuatan DEM langkah selanjutnya adalah proses analisa data hasil DEM tersebut untuk diidentifikasi gunung bawah laut (*seamount*) yang terdapat pada area tersebut.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1 Hasil dan Analisis *Sound velocity profile*

Pengambilan data *SVP* di lokasi pada tanggal 21 Agustus 2019. Dengan menggunakan alat *AML Minos X* yang dicelupkan sampai ke dasar laut. Kedalaman maksimum adalah 3.900 m dan nilai rata - rata kecepatan rambat adalah 1.498,815 m/s. Nilai minimum adalah 1.482,837 m/s pada kedalaman 940 – 941 m dan nilai maksimum adalah 1.543,016 m/s pada kedalaman 27 m.

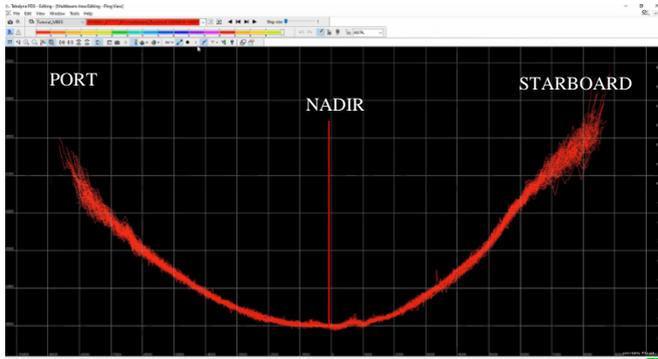


Gambar 4. 1 Grafik *Sound Velocity Profile* pada Software *Teledyne PDS*

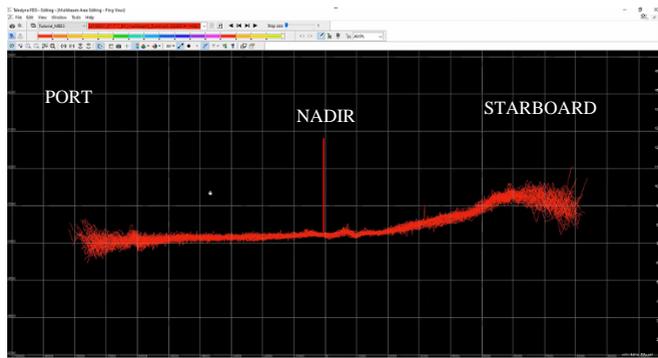
Pada Gambar 4.1 menggambarkan grafik data *Sound Velocity Profile* pada software *Teledyne PDS*. Data *Sound Velocity Profile* dalam pengolahan *multibeam echosounder* sangat diperlukan untuk koreksi. Perbedaan data *multibeam echosounder* yang sudah terkoreksi *Sound Velocity Profile* dengan data *multibeam echosounder* yang belum terkoreksi

Sound Velocity Profile akan jauh berbeda, terutama ketika dilakukan survei pada wilayah laut dalam (*deep water*).

Berikut merupakan perbandingan data *multibeam echosounder* yang sudah terkoreksi *Sound Velocity Profile* dengan data *Multibeam echosounder* yang belum terkoreksi *Sound Velocity Profile*:



Gambar 4. 2 Hasil Raw Data Multibeam Echosounder Yang Belum Terkoreksi Sound Velocity Profile

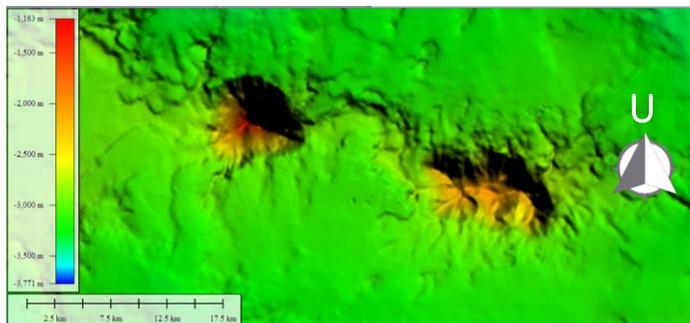


Gambar 4. 3 Hasil Raw Data Multibeam Echosounder Yang Sudah Terkoreksi Sound Velocity Profile

Pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 menunjukkan data *multibeam echosounder* sesudah dan sebelum terkoreksi data *Sound Velocity Profile*.

4.2 Hasil dan Analisis Data Survei *Multibeam Echosounder*

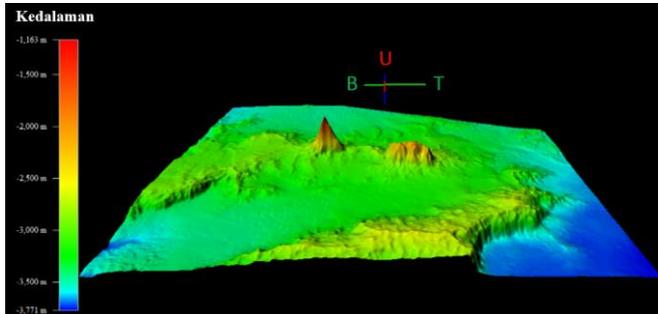
Batimetri didapatkan dari hasil akuisisi instrumen *Multibeam Echosounder Teledyne Hydrosweep DS* yang sudah terpasang pada kapal K/R Baruna Jaya 1. Pengolahan data *multibeam echosounder* menggunakan *software Teledyne PDS* dalam penelitian kali ini menghasilkan gambaran topografi dasar laut pada area penelitian. Gambar 4.5 menampilkan bentuk gambaran 2 dimensi (2D) dari hasil pengolahan data *multibeam echosounder*. Pada gambar tersebut memberikan informasi kedalaman area penelitian secara umum. Area penelitian memiliki kedalaman tertinggi sekitar 1.163 meter dan kedalam terendah 3.771 meter.



Gambar 4. 4 Model 2D Topografi Dasar Laut Pada Area Penelitian

Hasil dari pengolahan data *Multibeam echosounder* ini dapat membantu dalam memberikan informasi kedalaman serta bentuk topografi dasar laut. Gambar 4.5 menampilkan bentuk gambaran 3 dimensi (3D) dari hasil pengolahan data *Multibeam echosounder*. Pada gambar

tersebut memberikan informasi tentang kedalaman serta bentuk topografi dasar laut yang sangat bervariasi, sehingga dengan menggunakan pemodelan 3 dimensi (3D) akan mempermudah dalam identifikasi objek pada dasar perairan tersebut.

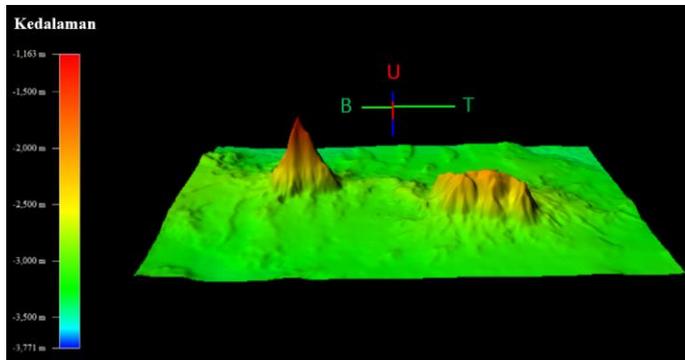


Gambar 4. 5 Model 3D Topografi Dasar Laut Pada Area Penelitian

Terlihat pada Gambar 4.5 bahwa permukaan dasar laut (*seabed surface*) relatif bergelombang dengan perbedaan kedalaman yang sangat signifikan.

4.3 Hasil dan Analisis Gunung Bawah Laut (*Seamount*)

Dari pengolahan data *Multibeam echosounder* terdapat dua objek pada area penelitian tersebut yang memiliki area yang luas dengan *slope* yang sangat tinggi yang mengindikasikan bahwa kedua objek tersebut merupakan gunung bawah laut (*seamount*).

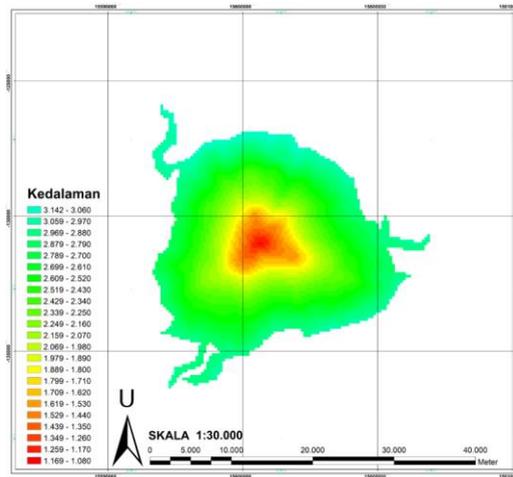


Gambar 4. 6 Model 3D Gunung Bawah Laut (Seamount)

Pada Gambar 4.6 menampilkan bentuk gambaran 3 dimensi (3D) dari topografi gunung bawah laut (*seamount*) dari lokasi pertama (Lokasi A) dan lokasi kedua (Lokasi B). Beberapa parameter yang digunakan dalam identifikasi topografi gunung bawah laut (*seamount*) adalah sebagai berikut:

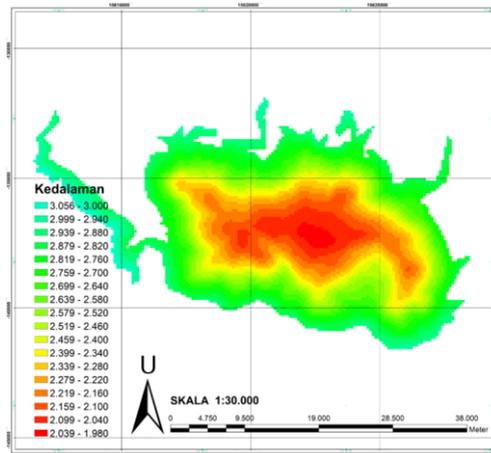
1. Lokasi Gunung Bawah Laut (*Seamount*)

Dari hasil identifikasi yang dilakukan, terdapat dua gunung bawah laut (*seamount*) yang terletak pada area penelitian tersebut. Pada penelitian ini lokasi dibagi menjadi dua lokasi, yaitu lokasi pertama (Lokasi A) dan lokasi kedua (Lokasi B).



Gambar 4. 7 Lokasi A Gunung Bawah Laut (Seamount)

Terlihat pada Gambar 4.7 lokasi gunung bawah laut (*seamount*) Lokasi A berada di koordinat $1^{\circ}8'11,3172''$ LS hingga $1^{\circ}13'59,6748''$ LS dan $140^{\circ}6'25,3764''$ BT hingga $140^{\circ}11'59,1864''$ BT.



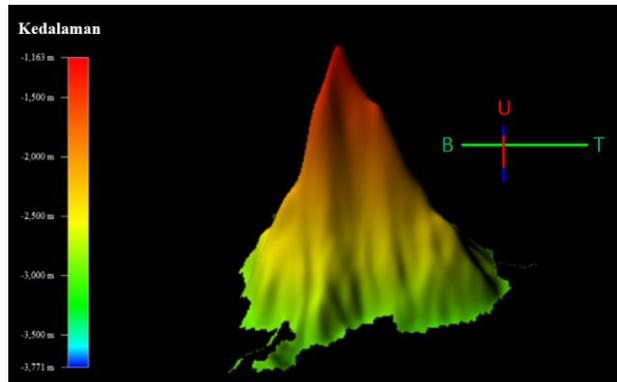
Gambar 4. 8 Lokasi B Gunung Bawah Laut (Seamount)

Terlihat pada Gambar 4.8 lokasi gunung bawah laut (*seamount*) lokasi B berada di koordinat $1^{\circ}11'33,0432''$ hingga $1^{\circ}16'49,4688''$ LS dan $140^{\circ}14'28,698''$ BT hingga $140^{\circ}23'35,9628''$ BT

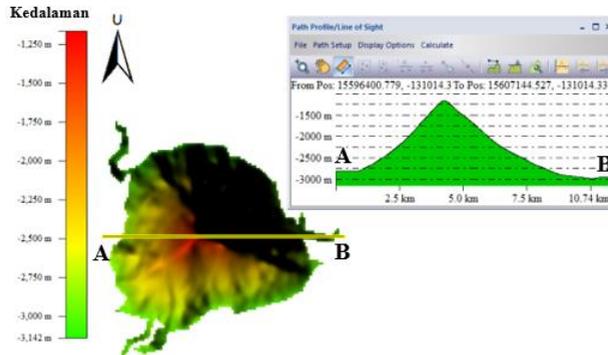
2. Kondisi topografi gunung bawah laut (*seamount*)

- Lokasi A

Dari hasil identifikasi kondisi topografi yang dilakukan didapatkan luas gunung bawah laut (*seamount*) pada lokasi A sebesar $57,666 \text{ km}^2$ dengan kedalaman minimum sebesar 1.164 meter dan kedalaman maksimum sebesar 3.142 meter. Gunung bawah laut (*seamount*) pada lokasi A memiliki ketinggian 1.978 meter, sehingga dapat dikategorikan sebagai gunung atau pegunungan.

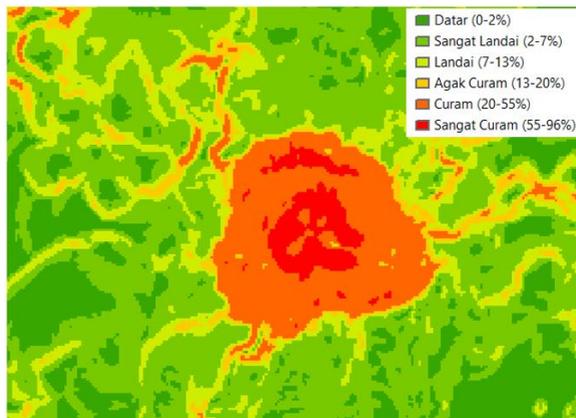


Gambar 4. 9 Gunung Bawah Laut (Seamount)
Lokasi A



Gambar 4. 10 Penampang Melintang Gunung Bawah Laut (Seamount) Lokasi A

Pada gambar Gambar 4.10 menampilkan penampang topografi pada gunung bawah laut (*seamount*) lokasi A dari arah barat menuju ke timur dengan bentuk penampang yang menyerupai kerucut.



Gambar 4. 11 Kemiringan Lereng Gunung Bawah Laut (Seamount) Lokasi A

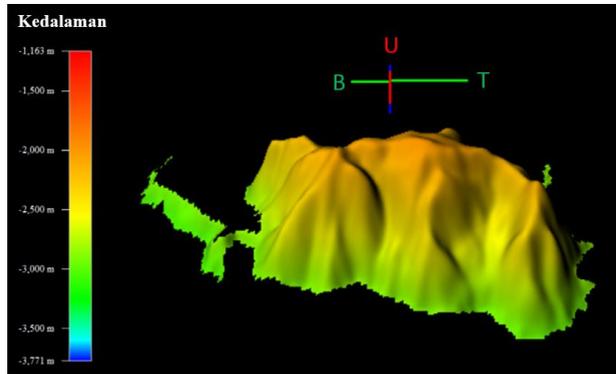
Pada Gambar 4.11 terdapat kondisi kemiringan lereng (*slope*) pada lokasi A yang di dominasi oleh lereng yang curam dengan persentase kemiringan berkisar antara 20-55% (Bermana 2006).

Tabel 4. 1 Klasifikasi Slope dan Luas Lokasi A

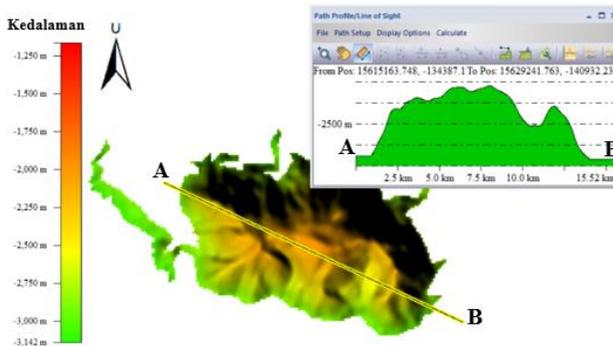
<i>Slope (%)</i>	Keterangan	Luas (m²)	Luas (km²)
0-2	Datar	25.615,532	0,026
2-7	Sangat Landai	108.826,715	0,109
7-13	Landai	2.528.251,556	2,528
13-20	Agak Curam	3.069.938,168	3,070
20-55	Curam	41.297.372,880	41,297
>55	Sangat Curam	10.524.095,201	10,524

- Lokasi B

Dari hasil identifikasi kondisi topografi yang dilakukan didapatkan luas gunung bawah laut (*seamount*) pada lokasi B sebesar 81,134 km² dengan kedalaman minimum sebesar 1.997 meter dan kedalaman maksimum sebesar 3.056 meter. Gunung bawah laut (*seamount*) pada lokasi B memiliki ketinggian 1.059 meter, sehingga dapat dikategorikan sebagai gunung atau pegunungan.

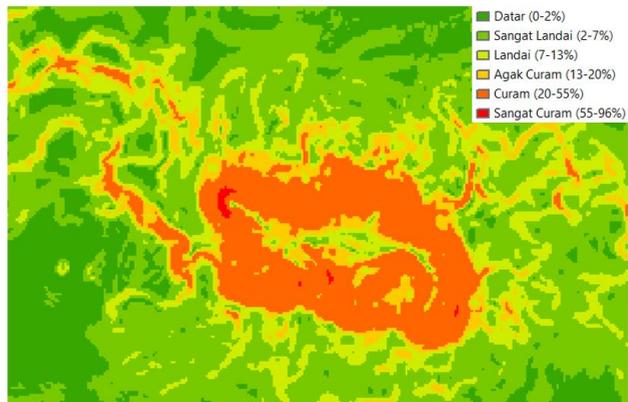


Gambar 4. 12 Gunung Bawah Laut (Seamount)
Lokasi B



Gambar 4. 13 Penampang Melintang Gunung Bawah
Laut (Seamount) Lokasi B

Pada Gambar 4.13 menampilkan penampang topografi pada gunung bawah laut (*seamount*) lokasi B dari arah barat menuju ke timur dengan bentuk penampang yang menyerupai mangkuk terbalik.



Gambar 4. 14 Kemiringan Lereng Gunung Bawah Laut (Seamount) Lokasi B

Pada Gambar 4.14 terdapat kondisi kemiringan lereng (*slope*) pada lokasi B yang di dominasi oleh lereng yang curam dengan persentase kemiringan berkisar antara 20-55% (Bermana 2006).

Tabel 4. 2 Klasifikasi *Slope* dan Luas Lokasi B

<i>Slope</i> (%)	Keterangan	Luas (m ²)	Luas (km ²)
0-2	Datar	52.904,804	0,053
2-7	Sangat Landai	1.191.065,904	1,191
7-13	Landai	8.125.292,179	8,125
13-20	Agak Curam	13.133.449,061	13,133
20-55	Curam	57.870.813,402	57,871
>55	Sangat Curam	690.134,952	0,690

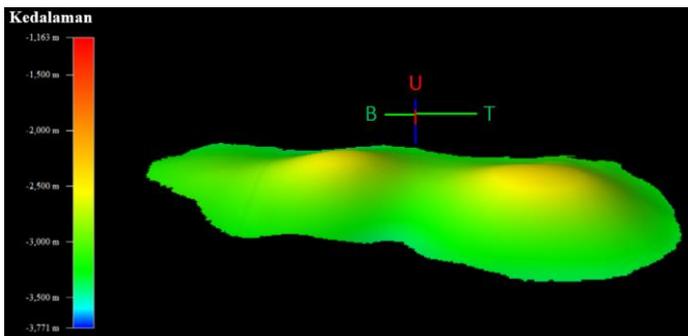
4.4 Hasil dan Analisis Perbandingan Data DEM Multibeam dengan Data DEM Batnas

Pada pengolahan data *Multibeam echosounder* menghasilkan data *Digital Elevation Model (DEM)* dengan

resolusi 100 meter yang akan dibandingkan dengan data *Digital Elevation Model (DEM)* yang diunduh dari data BATNAS dengan resolusi 180 meter.

Hasil dari data DEM BATNAS yang telah dilakukan identifikasi terdapat dua gunung bawah laut (*seamount*) yang terdapat pada area penelitian tersebut. Dengan perbandingan dengan data DEM *Multibeam echosounder* yang memiliki lokasi tidak jauh berbeda yang berada di lokasi A dan lokasi B

1. Perbandingan pada lokasi gunung bawah laut (*seamount*)



Gambar 4. 15 Model 3D Gunung Bawah Laut (*Seamount*)
Dari Data DEM BATNAS

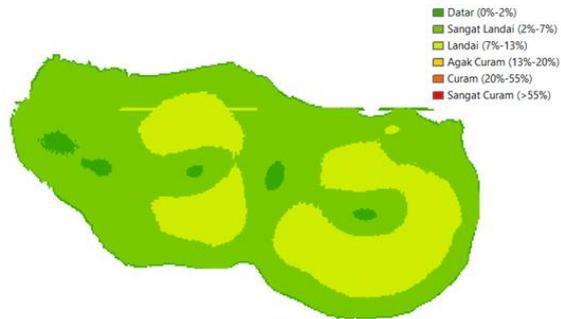
Pada Gambar 4.6 terlihat perbandingan lokasi kedua gunung bawah laut (*seamount*) dari data DEM *Multibeam echosounder* terlihat terpisah, sedangkan dari hasil data DEM BATNAS pada Gambar 4.15 terlihat kedua gunung bawah laut (*seamount*) yang menyatu.

2. Perbandingan kondisi topografi gunung bawah laut (*seamount*)

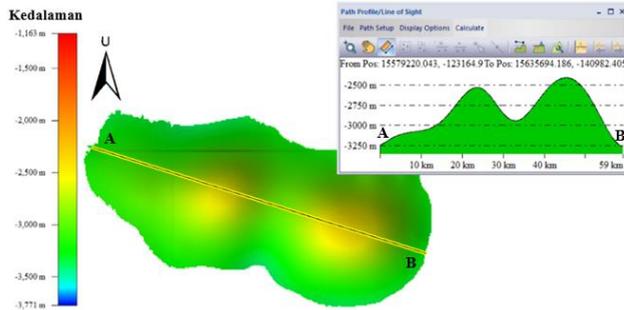
Dari hasil identifikasi kondisi topografi yang dilakukan didapatkan kondisi topografi gunung bawah laut (*seamount*) pada lokasi A dan B yang terlihat menyatu serta memiliki luas sebesar 1.314,942 km².

Pada gunung bawah laut (*seamount*) lokasi A memiliki kedalaman minimum sebesar 2.508 meter dan kedalaman maksimum sebesar 3.379 meter. Sedangkan pada gunung bawah laut (*seamount*) lokasi B memiliki kedalaman minimum sebesar 2.410 meter dan kedalaman maksimum sebesar 3.383 meter. Dari proses identifikasi data DEM BATNAS didapatkan hasil kedua gunung bawah laut (*seamount*) pada area tersebut memiliki ketinggian 871 meter pada lokasi A dan 973 meter pada lokasi B.

Hasil dari data DEM BATNAS berbeda dengan data DEM *Multibeam echosounder* dikarenakan data DEM BATNAS dibentuk dari hasil inversi data *gravity anomaly* hasil pengolahan data almetri dengan menambahkan data pemeruman (*sounding*) yang dilakukan oleh BIG, NGDC, BODC, BPPT, LIPI, P3GL dan lembaga lainnya dengan survei *singlebeam* maupun *multibeam echosounder*. Resolusi spasial data BATNAS adalah 6 *arc-second* dengan menggunakan datum MSL (BIG 2018).



Gambar 4. 16 Kemiringan Lereng Gunung Bawah Laut (Seamount) Dari Data DEM BATNAS



Gambar 4. 17 Penampang Melintang Gunung Bawah Laut (Seamount) Dari Data DEM BATNAS

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dari pengolahan data *multibeam echosounder* terdapat dua objek gunung bawah laut (*seamount*) pada area penelitian di perairan Utara Papua yang terbagi menjadi dua lokasi yaitu lokasi A dan lokasi B. Dengan koordinat sebagai berikut:
 - a. Lokasi A:
1°8'11,3172" LS hingga 1°13'59,6748" LS dan
140°6'25,3764" BT hingga 140°11'59,1864" BT
 - b. Lokasi B:
1°11'33,0432" LS hingga 1°16'49,4688" LS dan
140°14'28,698" BT hingga 140°23'35,9628" BT

2. Dari hasil identifikasi kedua gunung bawah laut (*seamount*) pada area penelitian di perairan Utara Papua didapatkan hasil topografi bawah laut seperti berikut:
 - a. Lokasi A
Kondisi topografi bawah laut pada gunung bawah laut (*seamount*) lokasi A memiliki luas sebesar 57,666 km² dengan kedalaman minimum sebesar 1.164 meter dan kedalaman maksimum sebesar 3.142 meter. Gunung bawah laut (*seamount*) pada lokasi A memiliki ketinggian 1.978 meter, sehingga dapat dikategorikan sebagai gunung atau pegunungan. Terdapat kondisi kemiringan lereng (*slope*) pada lokasi A yang di dominasi oleh lereng yang curam dengan persentase kemiringan berkisar antara 20-55%.
 - b. Lokasi B
Kondisi topografi bawah laut pada gunung bawah laut (*seamount*) lokasi B memiliki luas sebesar 81,134 km² dengan kedalaman minimum sebesar 1.997 meter dan kedalaman maksimum sebesar 3.056 meter. Gunung

bawah laut (*seamount*) pada lokasi B memiliki ketinggian 1.059 meter, sehingga dapat dikategorikan sebagai gunung atau pegunungan. Terdapat kondisi kemiringan lereng (*slope*) pada lokasi B yang didominasi oleh lereng yang curam dengan persentase kemiringan berkisar antara 20-55%.

5.2 Saran

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dalam melakukan analisa topografi dasar perairan yang sangat bervariasi sebaiknya untuk penelitian selanjutnya dilakukan identifikasi dengan cakupan wilayah yang lebih luas agar bisa mengetahui jenis fitur dasar laut yang ada di sekitar wilayah penelitian.
2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data sampel sedimen agar bisa mengetahui kandungan maupun lapisan sedimen yang ada di gunung bawah laut (*seamount*) tersebut, sehingga diharapkan bisa mengetahui karakteristik gunung bawah laut (*seamount*) lebih detail lagi.
3. Perlunya analisa lebih lanjut dalam penelitian selanjutnya terkait data *backscatter* yang ada di wilayah gunung bawah laut (*seamount*) tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Bermana, I. (2006). Klasifikasi Geomorfologi Untuk Pemetaan Geologi Yang Telah Dibakukan. *Bulletin of Scientific Contribution*, 161-173.
- BIG. 2018. Batimetri Nasional. Diakses 29 Juni 2020.
<http://tides.big.go.id/DEMNAS>
- Brennan, C.W. 2009. *Multibeam Calibration: The Patch test*. R2Sonic LLC. USA
- Capena, G., Bergem, O. and Pace, N.G. (1999). *Trismap: A Fast way to Deal With New Multibeam Sonar Data*. *Sea Technology*, Vol. 40, No. 10, October 1999, pp. 49-52.
- Caris, T. (2020, Agustus 13). *Reference - Surface Sound Speed*. Diambil Dari Teledyne Caris:
http://www.teledynecaris.com/docs/4.4.11/hips%20and%20sips/index.html#page/CARIS%20HIPS%20and%20SIPS%20Help/COMMANDS_HIPS-LtoZ.15.091.html
- Craig CH, DT Sandwell. 1988. Global distribution of seamounts from seasat profiles. *Journal of Geophysical Research*, 93 (B9): 1040810420.
- Fahrulian. (2012). *Deteksi Keberadaan Gunung Bawah Laut (Seamount) Dan Dimensinya Menggunakan Echosounder Multibeam di Perairan Bengkulu*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Gass I.G, DS Chapman, HN Pollack, RS Thorpe. 1978. Geological and geophysical parameter of mind-plate volcanism. *Philos. Trans. R. Soc. London, Ser. A*, 288, 581-597.
- Glenn MF, 1997. *Introducing an Operational Multi-beam Array Sonar*. US Naval Oceanographic Office.

- Lekkerkerk, and Huibert-Jan, 2006. *Handbook of Offshore Surveying: Acquisition and Processing*. Fugro. Netherlands.
- Mahmud, M. R., & Yusof, O. M. (2005). *Automatic Filtering Of Far Outliers In Multibeam Echo Sounding Dataset Using Robust Detection Algorithms*. *International Symposium & Exhibition on Geoinformation 2005*, 1D1-1D8.
- Mann, R. (1998). *Field Calibration Procedures for Multibeam Sonar Systems*, U.S. Army Corps of Engineers Topographic Engineering Center, Virginia, USA.
- Mann, Robert and Godin, André. 1996. *Field Procedures for the Calibration of Shallow Water Multibeam Echo-Sounding Systems*. *Canadian Hydrographic Conference*. Canada.
- Menard, H.W. 1964. *Marine Geology of the Pacific*, New York: McGraw-Hill.
- Mike K. 2008. *Estimation of the ocean sound velocity profile*. http://www.hypack.com/new/portals/1/pdf/sb/06_08/Estimation%20of%20the%20Ocean%20Sound%20Velocity%20Profile.pdf [4 Agustus 2012].
- Moustier, De, 2005. *Course Multibeam Sonar Method. Publication Data*. Inggris.
- Muljawan, D., Haryanto, D., & Ilyas, M. (2017). *Kalibrasi Patch test Untuk Multibeam echosounder Laut Dalam Di Kr. Baruna Jaya-I* . 1-12.
- Nababan, F. V. (2015). *Oceanografi Geologi Morfologi Dasar Laut*. Semarang: Universitas Diponegoro
- Purwanto, T. H. (2015). *Digital Terrain Modelling*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Rohman, S. (2012). *Aplikasi Multibeam Dan Side Scan Sonar Untuk Mendeteksi Target Runtuhnya Jembatan Kartanegara*

Di Kutai Kalimantan Timur. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Schieferdecker AAG. 1959. Geological Nomenclature. Royal Geol. And Minings Soc. Of the Netherlands, J. Noorduijn en Zoon NV, Gorinchem.

Spence DA, DL Turcotte. 1985. Magma-Driven Propagation Cracks, J. Geophys. Res, 90, 575-580

Teledyne Marine. 2020. *PDS Multibeam Survey And Processing/Charting*. Diakses 4 Agustus 2020. <http://www.teledynemarine.com/pds-multibeam-survey-and-processing-charting?ProductLineID=116>

Tempfli, K . 1991. *DEM and Differential Modelling. Proceeding ISPRS and OE EPE Joint Workshop on 51 Updating Digital Data by Photogrammetric Methods 15-17 September 1991* Oxford, England:193-200.

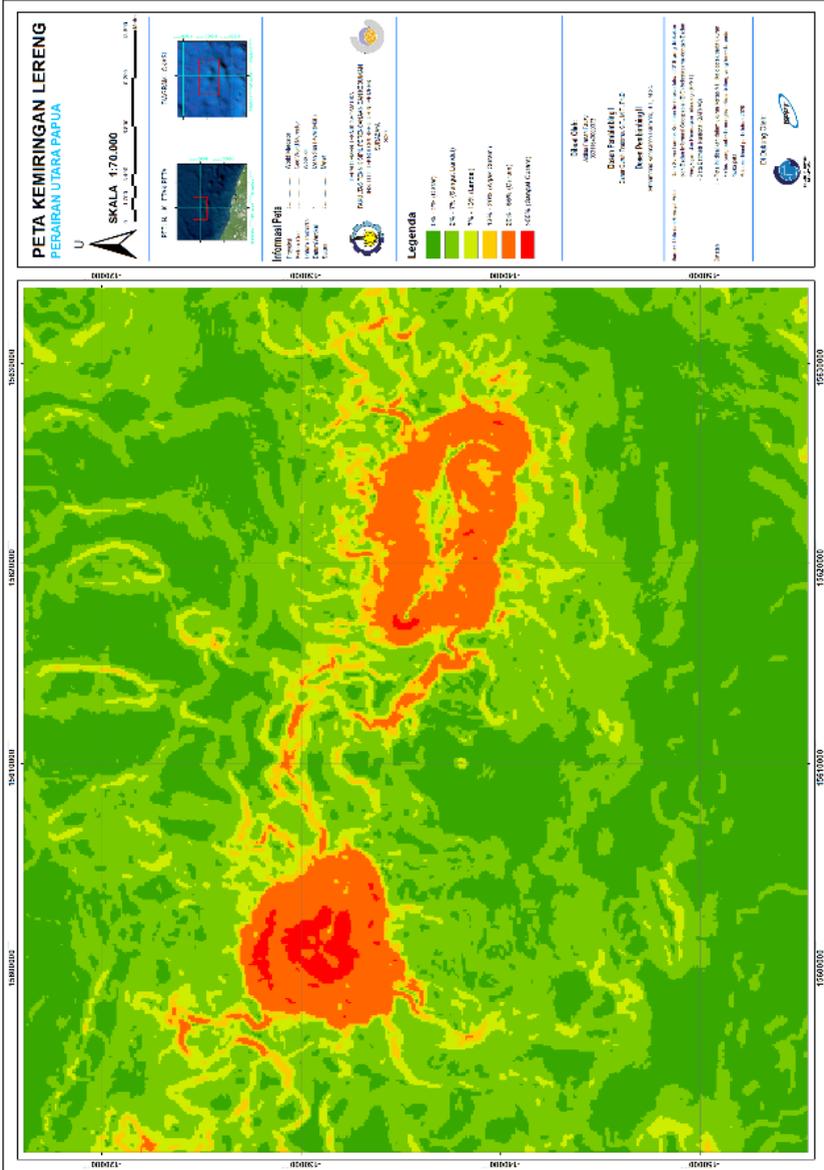
Triarso, E., & Troa , R. A. (2016). Pemetaan Geologi Gunung Api Bawah Laut Kawio Barat Perairan Sangihe-Talaud Menggunakan *Multibeam echosounder* Resolusi Tinggi. *Jurnal Kelautan Nasional*, 67-75.

Williams H, McBirney AR. 1979. *Volcanology*. Freeman, Cooper, San Francisco.

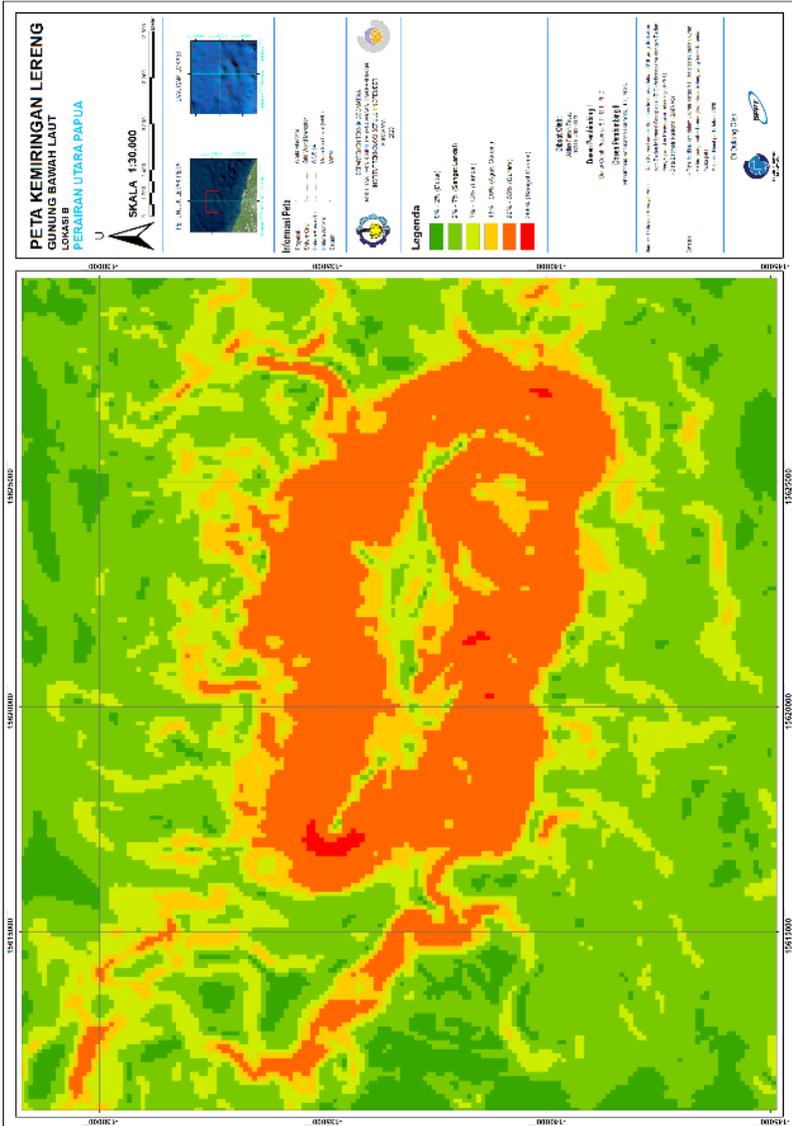
Zwolak, K. (2015). Underwater Objects Detection System Choice For Harbor Surveillance Purposes. *Scientific Journal Of Polish Naval Academy*, 47-57.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 4. Peta Kemiringan Lereng Perairan Utara Papua



Lampiran 6. Peta Kemiringan Lereng Gunung Bawah Laut (Seamount) Lokasi B



BIODATA PENULIS



Aldias Fanan Fauzy. Penulis dilahirkan di Tulungagung pada tanggal 21 April 1998. Merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Al-Khodijah, SDN 1 Sawo, SMPN 1 Tulungagung, SMAN 1 Boyolangu. Kemudian melanjutkan Pendidikan S-1 di Departemen Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Terdaftar pada tahun 2016 dengan NRP 03311640000073. Selama duduk di bangku kuliah penulis aktif dalam berorganisasi lingkup ITS maupun luar ITS, yaitu di HIMAGE-ITS, UKM Cinta Rebana ITS, UKM Catur ITS, dan IMGI. Organisasi yang pernah diikuti oleh penulis adalah staf Big Event HIMAGE-ITS 18/19, staf kaderisasi UKM Cinta Rebana ITS 18/19, anggota Forkom IMGI-ITS 18/19, ketua biro Eksternal Departemen Hublu HIMAGE-ITS 2019, ketua Forkom IMGI-ITS 19/20. Selain melakukan aktivitas di organisasi kemahasiswaan, penulis juga aktif berpartisipasi dalam melaksanakan pekerjaan dan pelatihan yang berkaitan dengan keprofesian teknik geomatika di bidang survey terestris, fotogrametri, survey GNSS, dan survei hidrografi. Dalam penelitian tugas akhir, penulis memilih bidang keahlian hidrografi yang berfokus pada *Multibeam echosounder*.