Tugas Akhir – RG141536

PENENTUAN HABITAT IKAN DEMERSAL BERDASARKAN RENTANG KEDALAMAN DAN JENIS SEDIMEN MENGGUNAKAN DATA MULTIBEAM ECHOSOUNDER

Dimas Rizqi Dwiaji
NRP 03311440000062

Dosen Pembimbing
Danar Guruh Pratomo, ST., MT., Ph.D
Khomsin, ST., MT.
Dwi Haryanto, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknil Sipil, Lingkungan, dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Tugas Akhir – RG141536

PENENTUAN HABITAT IKAN DEMERSAL BERDASARKAN RENTANG KEDALAMAN DAN JENIS SEDIMEN MENGGUNAKAN DATA MULTIBEAM ECHOSOUNDER

Dimas Rizqi Dwiaji
NRP 03311440000062

Dosen Pembimbing
Danar Guruh Pratomo, ST., MT., Ph.D
Khomsin, ST., MT.
Dwi Haryanto, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknil Sipil, Lingkungan, dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Final Assignment – RG141536

DEMERSAL FISHES HABITAT DETERMINATION BASED ON DEPTH AND SEDIMENT TYPES USING MULTIBEAM ECHOSOUNDER DATA

Dimas Rizqi Dwiaji
NRP 03311440000062

Supervisor
Danar Guruh Pratomo, ST., MT., Ph.D
Khomsin, ST., MT.
Dwi Haryanto, ST., MT.

GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil, Environmental, and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

PENENTUAN HABITAT IKAN DEMERSAL BERDASARKAN RENTANG KEDALAMAN DAN JENIS SEDIMEN MENGGUNAKAN DATA MULTIBEAM ECHOSOUNDER

Nama : **Dimas Rizqi Dwaiji**
NRP : **03311440000062**
Departemen : **Teknik Geomatika FTSLK-ITS**
Dosen Pembimbing : **Danar Guruh Pratomo, ST., MT., Ph.D**
Khomsin, ST., MT.
Dwi Haryanto, ST. MT.,

Abstrak

Potensi perikanan di Indonesia terdiri dari beberapa jenis, umumnya berupa ikan karang, pelagis besar dan kecil, lobster, udang, dan demersal. Salah satu cara mengoptimalisasi potensi jenis-jenis potensi perikanan tersebut adalah dengan mencari habitat ikan. Habitat ikan ini selanjutnya dapat digunakan sebagai daerah penangkapan ikan. Pada penelitian kali ini, habitat ikan demersal dicari berdasarkan preferensi ikan demersal. Adapaun jenis-jenis ikan demersal yang dicari habitatnya adalah ikan Petek, Beloso, Peperek, Kakap Merah, Kurisi, Kakap Putih, Lencam, dan Kuwe. Berdasarkan preferensi ikan demersal yang hidup di dasar laut dengan jenis sedimen tertentu, pendekatan secara akustik digunakan untuk menentukan kedalaman dan jenis sedimen yang menjadi preferensi beberapa jenis ikan demersal. Instrumen akustik yang digunakan pada penelitian kali ini adalah instrument *Multibeam Echosounder* (*MBES*). Data yang digunakan dari *MBES* adalah data batimetri dan hambur balik (*backscatter* strength). Data batimetri digunakan untuk mendapat nilai kedalaman dari lokasi penelitian, sedangkan data hambur balik diolah sehingga menghasilkan mosaik hambur balik dan *angular response curve.*

Angular response curve selanjutnya digunakan untuk klasifikasi jenis sedimen pada mosaik hambur balik, sehingga didapat jenis sedimen di area penelitian berupa lanau, lanau berpasir, pasir berlanau, dan pasir. Dilakukan pengirisan (*intersection*) dari data kedalaman dan persebaran sedimen berdasarkan preferensi kedalaman dan jenis sedimen ikan-ikan demersal. Area hasil irisan menunjukkan bahwa ikan *Lutjanus campechanus* (Kakap merah) memiliki habitat paling luas, yaitu 905.221,356 m^2, sedangkan *Lates calcarifer* (Kakap putih) sebaliknya, yaitu 105.317,213 m^2.

Kata kunci : Habitat, ikan demersal, hambur balik, batimetri

DEMERSAL FISHES HABITAT DETERMINATION BASED ON DEPTH AND SEDIMENT TYPES USING MULTIBEAM ECHOSOUNDER DATA

Name : **Dimas Rizqi Dwaiji**
NRP : **03311440000062**
Department : **Teknik Geomatika FTSLK-ITS**
Supervisor : **Danar Guruh Pratomo, ST., MT., Ph.D**
Khomsin, ST., MT.
Dwi Haryanto, ST., MT.

Abstract

Indonesia's fisheries potential consists of reefs, pelagic, lobster, shrimp, and demersal fishes. To optimize this potential, the habitat of these fish can be mapped. The result of demersal fish habitat mapping can be used as *fishing ground*. This research aims to map demersal fish habitat based on its preferences. In this research, Splendid ponyfish, Brushtooth lizardfish, Ponyfish, Red snapper, Japanese threadfin bream, Barramundi, Sprangled emperor fishes, and Giant travelly are demersal fish that are sought after. Since demersal fish live near seafloor with certain sediment types, acoustic approach is used to map seafloor depth and sediment types that match demersal fishes's preferences. Acoustic instrument used in this research is Multibeam Echosounder (MBES). There are 2 MBES data used in this research, bathymetry and backscatter strength. Bathymetric data is used to analyze seafloor depth, while backscatter strength data is used to create backscatter strength mosaic and Angular Response Curve. Angular response curve is used to classify sediment types on backscatter mosaic, creating sediment distribution map. Based on sediment classification result, it is known that research site has 4 types of sediment, such as silt, sandy silt, silty sand, and sand. Then, fish habitat is mapped by

intersecting seafloor depth and sediment types according to demersal fishes's preferences. The intersecting result shows that *Lutjanus campechanus* (Red snapper) has the largest habitat (905,221.356 m^2), while *Lates calcarifer* (Barramundi/sea bass) shows the opposite (105,317.213 m^2).

Key word : Habitat, demersal fish, bathymetry, backscatter strength

HALAMAN PENGESAHAN

PENENTUAN HABITAT IKAN DEMERSAL BERDASARKAN RENTANG KEDALAMAN DAN JENIS SEDIMEN MENGGUNAKAN DATA MULTIBEAM ECHOSOUNDER

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumian

Oleh :

DIMAS RIZQI DWIAJI

NRP.03311440000062

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Danar Guruh Pratomo, ST., MT, Ph.D (.....)
   NIP. 19800507 200312 1 001
2. Khomsin, ST., MT. (.....)
   NIP. 19750705 200012 1 001
3. Dwi Haryanto, ST, MT. (.....)
   NIP. 19800825 200901 1 003

SURABAYA, JULI 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT sebagai Tuhan Yang Maha Kuasa, karena atas rahmat dan karunia-Nya, tugas akhir dengan judul "Penentuan Habitat Ikan Demersal Berdasarkan Rentang Kedalaman dan Jenis Sedimen Menggunakan Data Multibeam Echosounder" dapat terselesaikan dengan baik.

Selama pelaksanaan penelitian tugas akhir ini, penulis mendapat berbagai bantuan dan motivasi, baik moral ataupun material. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga besar atas doa, perhatian, dan dukungannya.
2. Bapak M. Nur Cahyadi, ST, M.Sc, Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Geomatika ITS.
3. Bapak Danar Guruh Pratomo, ST, MT, Ph.D dan Bapak Khomsin, ST, MT. selaku dosen pembimbing dari ITS, serta Bapak Dwi Haryanto, ST, MT. selaku pembimbing dari BPPT.
4. Balai Teknologi Survei Kelautan sebagai unit kerja dari Balai Pengkajian dan Penerapan Teknologi atas bantuan penyediaan data.
5. Tim pengembang *software MB-Systems* atas bantuan teknis terkait penggunaan *MB-Systems*.
6. Teman-teman pelaksana tugas akhir bidang keahlian Geomarin yang menemani, memberi dukungan, dan memberi saran pada penulis.
7. Teman-teman mahasiswa Teknik Geomatika ITS angkatan 2014, 2013, dan 2012 atas bantuannya.
8. Pihak-pihak lain yang membantu penulis dalam berbagai hal yang tidak dapat disebut satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan tugas akhir ini masih memiliki berbagai kekurangan. Maka dari itu, penulis berharap kritik dan saran yang membangun agar tugas akhir penulis bermanfaat.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL iii
ABSTRAK vii
HALAMAN PENGESAHAN xi
KATA PENGANTAR xiii
DAFTAR ISI xv
DAFTAR GAMBAR xvii
DAFTAR TABEL xix
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Permasalahan 4
1.3. Batasan Masalah 4
1.4. Tujuan Tugas Akhir 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1. Ikan Demersal 5
2.2. Daerah Penangkapan Ikan dan Habitat Ikan 8
2.3. Aplikasi *Multibeam Echosounder* 10
2.4. Penentuan Nilai Kedalaman Dasar Laut Menggunakan Data Batimetri 13
2.5. Penentuan Jenis Sedimen Menggunakan Data *Backscatter* 18
2.6. Uji Korelasi 25
2.7. *ELAC SeaBeam 1050* 25
2.8. Penelitian Terdahulu 28

BAB III METODOLOGI 31
3.1. Lokasi Penelitian 31
3.2. Data dan Peralatan 31
3.3. Metodologi Penelitan 32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 41
4.1. Hambur Balik dan Klasifikasi Sedimen 41
4.1.1. Mosaik Hambur Balik 41
4.1.2. *Angular Response Curve* 46
4.1.3. Klasifikasi Jenis Sedimen 52
4.1.4. Uji Korelasi 54
4.2. Batimetri 56
4.3. Penentuan Habitat Ikan 64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 75
5.1. Kesimpulan 75
5.1. Saran 75
DAFTAR PUSTAKA 77
LAMPIRAN 82
BIOGRAFI PENULIS 86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Daerah Penangkapan Ikan 9
Gambar 2. 2 Area Sapuan *MBES* 11
Gambar 2. 3 Data Batimetri. 12
Gambar 2. 4 Kumpulan Ikan dideteksi Menggunakan Data Kolom Air 13
Gambar 2. 5 Jenis Interaksi Gelombang Akustik dengan Dasar Laut. 19
Gambar 2. 6 Pembagian *domain* pada *ARC* 23
Gambar 2. 7 *Angular Response Curve* 24
Gambar 2. 8 Perbedaan Intensitas *Backscatter Strength* Sedimen Halus dan Kasar 24
Gambar 2. 9 *Backscatter Mosaic* 25
Gambar 2.10 *ELAC SeaBeam 1050*.....28
Gambar 2.11 Pola Perilaku Ikan Pemangsa dan Zooplankton ...29
Gambar 3. 1 Lokasi penelitian 31
Gambar 3. 2 Diagram Alir Tahapan Penelitian 33
Gambar 3. 3 Diagram Alir Pengolahan Data.....36
Gambar 4. 1 *Raw* mosaic hambur balik (a), perbesaran persebaran nilai hambur balik di nadir dengan intensitas rendah (b), dan area dengan nilai hambur balik rendah (c).....43
Gambar 4. 2 Mosaik hambur balik yang sudah diolah. 44
Gambar 4. 3 Artefak hambur balik. 46
Gambar 4. 4 Area pembuatan *ARC*. 47
Gambar 4. 5 *Angular response curve* 51
Gambar 4. 6 Tipikal *ARC* berbagai jenis sedimen 51
Gambar 4. 7 Hasil klasifikasi sedimen.. 53
Gambar 4. 8 Grafik korelasi ukuran butiran sedimen dengan nilai hambur balik. 56
Gambar 4. 9 Proses pengaturan kecepatan suara di *MB-Systems* 57

Gambar 4.10 Proses penghapusan *spike*.....60
Gambar 4.11 Tampilan batimetri lokasi penelitian 62
Gambar 4.12 Habitat ikan Petek.....65
Gambar 4.13 Habitat ikan Beloso 66
Gambar 4.14 Habitat ikan Peperek.....67
Gambar 4.15 Habitat ikan Kakap merah 68
Gambar 4.16 Habitat ikan Kurisi 69
Gambar 4.17 Habitat Kakap putih.....70
Gambar 4.18 Habitat ikan Lencam.....71
Gambar 4.19 Habitat ikan Kuwe.....72
Gambar 4.20 Habitat ikan demersal area studi kasus.....73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Preferensi Ikan Demersal 7
Tabel 2. 2 Standar Minimum Survey Hidrografi..... 16
Tabel 2. 3 Kategori Kekuatan Kubungan Antar Variabel 26
Tabel 2. 4 Spesifikasi *ELAC SeaBeam 1050*..... 27
Tabel 4. 1 *Grazing angle* terhadap hambur balik area sampel 48
Tabel 4. 2 Tabel ukuran butiran sedimen 54
Tabel 4. 3 Sampel hasil perhitungan ketelitian 64
Tabel 4. 4 Luas habitat ikan demersal..... 72

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu potensi maritim di Indonesia adalah sumber daya perikanan. Berdasarkan data dari Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 47 Tahun 2016, diestimasi nilai potensi sumber daya ikan di seluruh Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) Republik Indonesia mencapai 9.931.920 ton per tahun. Potensi sumber daya ikan bernilai ekonomi tinggi tersebut terbagi menjadi beberapa jenis sumber daya, salah satunya adalah ikan demersal.

Ikan demersal adalah ikan yang hidup di dasar laut (Haedrich 1996) dan jenis sedimen dasar laut tertentu (Walrond 2006). Dikarenakan preferensi untuk hidup di dasar laut tersebut, ikan demersal sulit dideteksi daerah penangkapan ikannya, sedangkan ikan pelagis yang hidup di dekat permukaan laut cenderung lebih mudah ditentukan daerah penangkan ikannya dengan aplikasi penginderaan jauh (Putra, Gaol dan Siregar 2016). Maka, penentuan daerah penangkapan ikan demersal membutuhkan pendekatan tertentu, yaitu dalam penelitian ini dilakukan dengan mencari habitat ikan demersal sebagai daerah penangkapan ikan tersebut. Salah satu pendekatan tersebut adalah pendekatan akustik. Dengan pendekatan akustik, nilai hambur balik dari dasar laut, kolom air, dan kedalaman dasar laut dianalisis untuk menentukan jenis sedimen sebagai habitat ikan demersal.

Pemetaan dasar laut menggunakan pendekatan akustik telah dikembangkan dalam waktu yang lama, salah satunya adalah pengembangan *swath bathymetry* dan *backscatter strength*. Hasil pengolahan *swath bathymetry* menghasilkan nilai kedalaman dasar laut, sedangkan *backscatter strength* menghasilkan nilai intensitas hambur balik dasar laut. Habitat ikan demersal berdasarkan

preferensinya terhadap kedalaman dan jenis sedimen dapat diketahui dengan menganalisis nilai kedalaman dan intensitas hambur balik dasar laut tersebut(Falco dkk. 2010). Kedua parameter tersebut dapat menentukan habitat ikan demersal karena habitat itu sendiri adalah lingkungan yang dihuni oleh satu atau lebih organisme dikarenakan preferensi dari organisme-organisme tersebut terhadap faktor fisika, kimiawi, dan biologis lingkungan habitat tersebut dibandingkan lingkungan lain (Brown dan Blondel 2009).

Metode penentuan habitat dasar laut dari ikan demersal mempunyai perbedaan dengan habitat ikan pelagis yang berada di dekat permukaan laut. Habitat ikan pelagis dapat ditentukan menggunakan metode penginderaan jauh secara optis yang menentukan habitat organisme menggunakan faktor spektral dari *pixel* yang ada. Adapun habitat ikan demersal pada dasar laut cenderung ditentukan menggunakan analisis karakteristik morfologi 2 atau 3 dimensi suatu area, ditambah dengan memperhitungkan faktor parameter hidrografis area tersebut (Conway, Barrie dan Krautter 2005), sehingga dibutuhkan data yang dapat merepresentasikan morfologi dan karakteristik dasar laut suatu area. Ada 2 jenis data yang memenuhi kriteria ini, yaitu data dari *side scan sonar* (*SSS*) dan data hambur balik dari *multibeam echosounder* (*MBES*).

Pemetaan habitat ikan berdasarkan jenis sedimen dasar laut harus mementingkan beberapa faktor, 2 diantaranya adalah resolusi dan akurasi posisi. *MBES* dan *SSS* mempunyai resolusi yang baik, dimana *MBES* tergantung pada frekuensi alat dan *SSS* tergantung pada jarak alat dengan dasar laut (bila bersistem *towfish*). Namun, pada faktor akurasi posisi, *MBES* lebih unggul, dikarenakan sistemnya diam terhadap acuan posisi, yaitu *Inertial Measurement Unit* (IMU) dan *GPS*, sedangkan *SSS* belum tentu diam terhadap acuan posisi dikarenakan sistem *towfish*

atau kabel meungkinkan terjadinya gerakan diluar gerakan kapal sehingga untuk meningkatkan ketelitiannya dibutuhkan sistem terpisah (misal *Ultra Short Baseline* atau *USBL*) yang menambah biaya operasional (Le Bas dan Huvenne 2009).

Berdasarkan pertimbangan pertimbangan-pertimbangan yang sudah disebutkan, maka penelitian kali ini mencoba menentukan habitat ikan demersal menggunakan data batimetri dan hambur balik. Penelitian kali ini terletak di area yang masuk kedalam Wilayah Pengelolaan Perikanan Republik Indonesia(WPP-RI) 715. WPP-RI sendiri adalah wilayah pengelolaan perikanan untuk penangkapan ikan, pembudidayaan ikan, konservasi, penelitian, dan pengembangan perikanan yang meliputi perairan pedalaman, perairan kepulauan, laut teritorial, zona tambahan, dan zona ekonomi eksklusif Indonesia. Pada WPP-715, potensi ikan demersal mencapai 114.004 ton per tahun, namun pemanfaatan dari potensi ini baru mencapai 0,51. Potensi perikanan di lokasi penelitian dapat ditingkatkan dengan memetakan habitat ikan demersal, melalui parameter jenis sedimen dan kedalaman dasar laut, sebagaimana yang dicoba dilakukan pada penelitian kali ini.

Penelitian dengan tujuan pemetaan habitat di laut tidak hanya menggunakan data *MBES*. Pada penelitian oleh Le Bas dan Huvenne pada 2009, pemetaan dilakukan dengan data *MBES* dan *SSS* yang dibandingkan. Selain itu, penelitian serupa dilakukan oleh Horne pada 2000 untuk mendeteksi persebaran ikan dengan resolusi tinggi menggunakan data kolom air (Colbo dkk. 2014). Perbedaan penelitian kali ini dengan penelitian sebelumnya adalah menentukan habitat ikan berdasarkan 2 variabel preferensi ikan demersal, yaitu kedalaman dan jenis sedimen dasar laut.

1.2. Rumusan Permasalahan

1. Berapa rentang nilai kedalaman dasar laut di lokasi penelitian ditinjau dari hasil pengolahan data batimetrinya?
2. Bagaimana persebaran sedimen di lokasi penelitian ditinjau dari hasil pengolahan data hambur baliknya?
3. Bagaimana persebaran habitat ikan demersal di lokasi penelitian berdasarkan preferensi ikan demersal terhadap rentang kedalaman dan jenis sedimen dasar laut?

1.3. Batasan Masalah

1. Studi kasus yang digunakan adalah lokasi X, Provinsi Sulawesi Utara. Detil lokasi tidak disebutkan karena privasi penyedia data.
2. Parameter yang digunakan untuk menentukan habitat adalah jenis sedimen dan rentang kedalaman dasar laut.
3. Perangkat lunak yang digunakan untuk mengolah data batimetri dan backscatter adalah MB-System, sedangkan untuk pembuatan peta Persebaran Sedimen Dasar Laut, Batimetri, dan habitat Ikan Demersal menggunakan ArcGIS 10.3

1.4. Tujuan Tugas Akhir

1. Menganalisis rentang nilai kedalaman dasar laut di lokasi penelitian yang didapatkan dari hasil pengolahan data batimetri.
2. Menganalisis persebaran sedimen di lokasi penelitian sebagai hasil pengolahan data hambur balik.
3. Menganalisis habitat ikan demersal di lokasi penelitian berdasarkan preferensi ikan demersal terhadap rentang nilai kedalaman dan jenis sedimen dasar laut.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ikan Demersal

Ikan demersal adalah ikan yang hidup di dekat atau dasar laut dan atau danau (Bone dan Moore 2008). Pada umumnya ikan demersal hidup di jenis sedimen dasar laut berupa lumpur, pasir, kerikil, dan batuan (Walrond 2006). Ikan demersal merupakan ikan yag berbeda dengan ikan pelagis, dimana ikan pelagis merupakan ikan yang hidup di kolom air, yaitu lapisan air di atas dasar laut (Sabol dkk. 2002).

Ikan demersal terbagi menjadi 2 jenis, yaitu bentik dan bentopelagis. Ikan bentik adalah ikan yang hidup di dasar laut, sedangkan bentopelagis dapat hidup di dekat permukaan dasar laut. Ikan bentik dapat hidup di dasar laut dikarenakan mempunyai kemampuan mengapung (*buoyancy*) yang netral, sedangkan bentopelagis *buoyancy*nya negatif atau massa jenisnya lebih tinggi. Ikan bentik, dengan kemampuannya untuk tinggal di bawah air, hidup dan mencari makan dengan cara menutup diri dengan lapisan sedimen dasar laut (misal pasir) atau bergerak bebas secara aktif untuk mencari makan dan berbaring di dasar laut untuk menipu mangsa (Fairchild dan Howell 2004) sedangkan ikan bentopelagis hidup di atas dasar laut dengan mengonsumsi zooplankton (Mauchline 1986).

Berdasarkan sifat-sifat dari ikan demersal, maka dapat disimpulkan bahwa salah satu hal yang mempengaruhi habitat ikan demersal adalah morfologi dasar laut itu sendiri. Pada dasarnya, di perairan Indonesia dapat ditemukan seperti paparan (*shelf*), landas benua (*continental slope*), bentuk-bentuk cekungan yang dalam berupa basin dan palung (*basin, abyssal, trench* dan *trough*), bentuk-bentuk elevasi berupa punggung-punggung (*rise* dan *ridge, plateau*), bentuk-bentuk karang (*reefs),* atol, beting (*shoal*)

dan gosong (*banks*) (Suman 2014). Pada penelitian kali ini, area dari studi kasus adalah di lokasi X, Provinsi Sulawesi Utara.

Lokasi penelitian ini termasuk dalam Wilayah Pengelolaan Perikanan 715 (WPP-715), yang juga mencakup wilayah Teluk Tomini, Laut Maluku, Laut Halmahera, Laut Seram, dan Teluk Berau (Papua). Persebaran sumber daya ikan demersal di area ini berbeda dari Wilayah Pengelolaan Perikanan(WPP) yang lain (Suman 2014). Ikan demersal yang dominan ditangkap di WPP-715 adalah ikan lencam sebanyak 7.531 ton, kuwe sebanyak 3.646 ton, kakap putih 3.537 ton, dan kakap merah 3.282 ton dalam 1 tahun. Potensi lestari di WPP-715 adalah 121.300 ton/tahun, sedangkan jumlah tangkapan yang diperbolehkan adalah 97.064 ton/tahun(80% dari potensi lestari). Berdasarkan data Statistik Perikanan Tangkap dalam Suman (2014), diketahui bahwa dalam tahun 2011 tingkat pemanfaatan penangkapan ikan baru mencapai 35%, yang berarti WPP-715 belum dieksploitasi penuh dan belum terjadi *overfishing*.

Dari data-data ikan demersal yang umum ditangkap di WPP-715 dan di Indonesia pada umumnya, dicari data preferensi habitat ikan-ikan tersebut dilihat dari kedalaman dasar laut dan jenis sedimen dasar laut sebagaimana dinyatakan dalam Tabel 2.1.

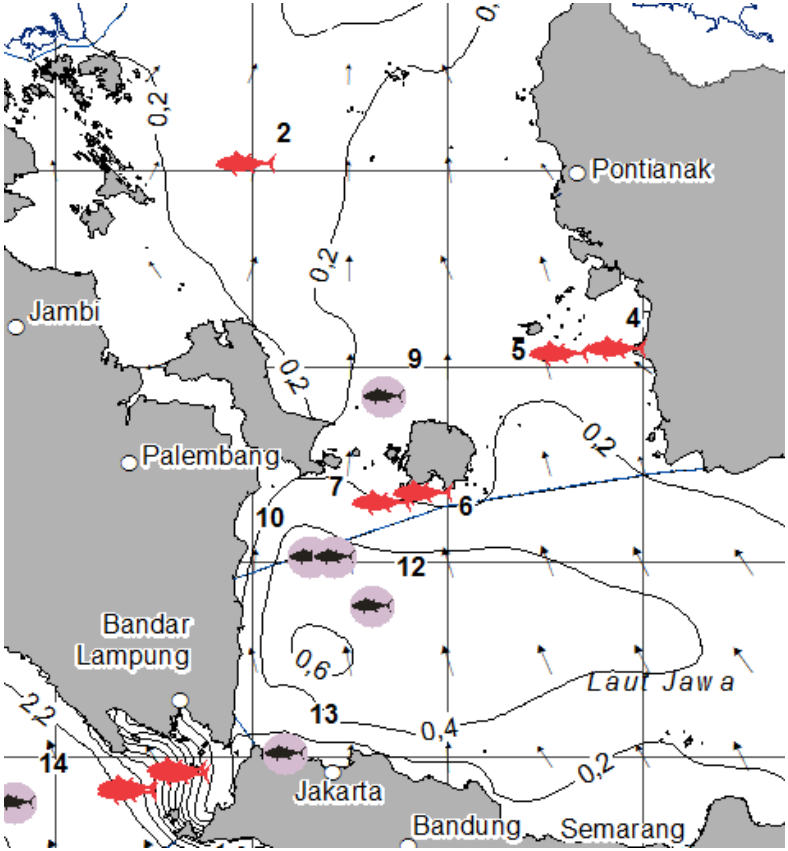
Tabel 2.1 Preferensi Ikan Demersal (IUCN Red List of Threatened Species 2012)

Spesies Ikan	Preferensi Habitat		
	Rentang Kedalaman (m)	Sedimen Dasar Laut	Temperatur(^{o}C)
Leiognathus splendens (Petek)	10-65	Lumpur Pasir Berlumpur	26.130 - 28.013
Saurida undosquamis (Beloso)	20-260	Lumpur	1.324 - 28.342
Leiognathus equulus (Peperek)	25-250	Lumpur Pasir Tanah	25.585 - 28.954
Lutjanus campechanus (Kakakp Merah)	10-190	Bebatuan (Dewasa) Karang (Dewasa) Pasir (Remaja) Lumpur (Remaja)	18.854 - 26.729
Nemipterus japonicus (Kurisi)	5-80	Lumpur Pasir	19.909 - 28.063
Lates calcarifer (Kakap Putih)	10-40	Pasir	26 - 30
Lethrinus nebulosus (Lencam)	10-75	Terumbu Karang Rumput Laut (Seagrass) Pasir Bebatuan (Pantai)	20.792 - 28.365
Caranx ignobilis (Kuwe/*Giant Trevally*)	10-188	Pasir Bebatuan Karang	22.098 - 29.282

2.2. Daerah Penangkapan Ikan dan Habitat Ikan

Berbagai jenis ikan di dunia hanya ditangkap di beberapa area tertentu yang biasa disebut dengan daerah penangkapan ikan (Borzone, Pezzuto dan Marone 1999). Hubungan antara faktor oseanografis dan meteorologis terhadap daerah penangkapan ikan atau *fishing ground* umumnya dipelajari, sehingga diketahui bahwa terdapat berbagai faktor yang mempengaruhi adanya daerah penangkapan ikan, diantaranya adalah kedalaman (Demestre, Sanchez dan Abello 2000), ketersediaan makanan, musim (Amri 2008), salinitas, temperatur, dan sedimen (Borzone, Pezzuto dan Marone 1999). Selain itu, kondisi *upwelling* dan *oceanic front* juga mempengaruhi daerah penangkapan ikan tertentu.

Adapun daerah penangkapan ikan dapat berbeda-beda sesuai dengan preferensi ikan tersebut. Pada kategori ikan pelagis misalnya, daerah penangkapan ikan dipengaruhi dengan suhu permukaan laut, *upwelling*, dan *oceanic front* (Amri 2008). Hal ini dikarenakan bahwa faktor-faktor tersebut menunjukkan ada atau tidaknya sumber makanan bagi ikan pelagis, yaitu plankton. Ketiga faktor tersebut saling terkait, dimana suhu permukaan laut tertentu dan fenomena *oceanic front* mengindikasikan adanya *upwelling* yang membawa zat hara atau nutrien berupa plankton untuk dikonsumsi oleh ikan pelagis tersebut.



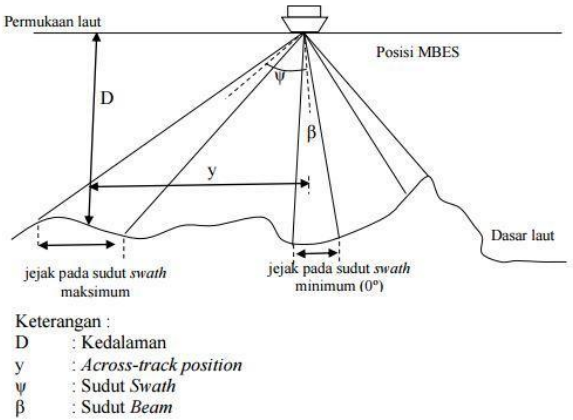
Gambar 2. 1 Peta Daerah Penangkapan Ikan (Balai Riset dan Observasi Laut 2018). Daerah penangkapan ikan ditunjukkan dengan simbol ikan berwarna merah, sedangkan daerah potensi ikan dengan simbol ikan berwarna hitam

Sedangkan untuk ikan demersal yang hidup di dekat atau dasar laut, penentuan daerah penangkapan ikannya didasarkan pada preferensi habitat ikan demersal tersebut, dimana beberapa faktor di antaranya adalah rentang

kedalaman (Bone and Moore 2008), jenis sedimen dasar laut sebagai tempat hidupnya (Walrond 2006), temperatur, dan salinitas (Demestre, Sanchez dan Abello 2000). Hal-hal ini, yang nilainya dipengaruhi oleh faktor musim, mempunyai beberapa efek terhadap persebaran ikan demersal, terutama pola-pola distribusinya selama siklus hidup ikan tersebut (Demestre, Sanchez dan Abello 2000). Hal ini direfleksikan dengan ikan demersal pada umur remaja atau dalam umur berreproduksi spesies tertentu di jenis sedimen dasar laut tertentu di kedalaman tertentu.

2.3. Aplikasi *Multibeam Echosounder*

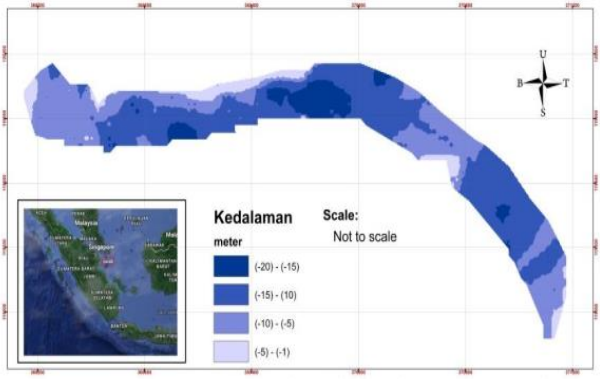
Berbeda dengan *Single Beam Echosounder* (*SBES*) yang hanya mentransmisi dan menerima satu sinyal akustik, *MBES* menerima banyak sinyal akustik sehingga membentuk area sapuan/*swath* dengan sudut tertentu sebagaimana pada Gambar 2.2. Hal ini menyebabkan *MBES* lebih cocok untuk mengamati ikan, dikarenakan apabila peneltian menggunakan *SBES* yang sinyal akustiknya hanya dari nadir, ikan punya kecenderungan perilaku untuk menghindari *SBES* yang terpasang di kapal. Selain itu, *MBES* modern menyediakan data denga resolusi yang lebih tinggi dari *SBES* dimana resolusi vertikalnya adalah kurang dari 1% dari kedalaman (Colbo dkk. 2014). Maka dari itu, berbagai jenis data yang dapat dihasilkan dari *MBES* dapat digunakan untuk meneliti ikan.



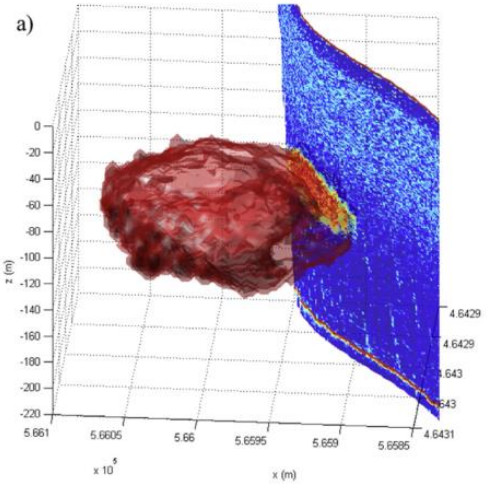
Gambar 2.2 Area Sapuan *MBES* (Jong 2002 dalam Talif dan Khomsin 2017)

Dengan adanya area cakupan *MBES* yang luas dalam bentuk *swath*, data batimetri atau data kedalaman *MBES* digunakan untuk membuat *digital elevation model* (DEM) dari dasar laut untuk menentukan bentuk dasar lautnya sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.3. Untuk mengembangkan aplikasi yang sudah ada, mulai juga dikembangkan penggunaan informasi *backscatter* dari sinyal *MBES*. *Backscatter* pada sinyal *MBES* penggunaannya mirip dengan *SSS*, yaitu dapat digunakan untuk menginterpretasi jenis, kekerasan, dan tekstur sedimen dasar laut (Colbo dkk 2014). Hal ini berguna untuk penyempitan area eksplorasi gas dasar laut (Ostrovsky 2008), studi geologi dasar laut, dan penentuan habitat ikan (Brown dan Blondel 2009). Selain itu, ada juga sinyal balik akustik dari kolom air yang mendanakan adanya objek di kolom air. Informasi ini dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi ikan-ikan, baik ikan pelagis maupun ikan demersal (Manik 2009). Adapun aplikasi lainnya adalah mengetahui persebaran dan konsentrasi zooplankton di

kolom air yang menjadi makanan berbagai jenis ikan, sehingga secara tidak langsung bisa dikatakan sebagai area habitat ikan. Namun, pada umumnya, penggunaan data kolom air untuk perikanan adalah utuk menentukan dan mengevaluasi populasi ikan secara akurat dan mempelajari perilaku ikan.



Gambar 2.3 Data Batimetri (Talif dan Khomsin 2017). Pada gambar ini, semakin gelap warna biru menandakan semakin dalamnya laut di daerah tersebut.



Gambar 2.4 Kumpulan Ikan dideteksi Menggunakan Data Kolom Air (Colbo dkk. 2014). Bongkahan merah menunjukkan kumpulan ikan, sedangkan warna kuning oranye menunjukkan kenaikan nilai *echogram* dibanding bagian kolom air lainnya yang umumnya berwarna biru

Dikarenakan pada penelitian kali ini, penentuan habitat dilakukan menggunakan data batimetri dan hambur balik, maka pada dasar teori kali ini akan lebih dijelaskan mengenai 2 data tersebut dan aplikasinya dalam penentuan habitat.

2.4. Penentuan Nilai Kedalaman Dasar Laut Menggunakan Data Batimetri

MBES adalah sebuah instrumen yang mampu memetakan lebih dari satu titik lokasi permukaan dasar laut dengan satu kali pancaran sinyal dan menghasilkan resolusi yang lebih baik dari *echosounder* konvensional. Secara garis besar, pekerjaan yang biasa dilakukan menggunakan *MBES* dapat dilakukan di beberapa permukaan dasar laut yang berbeda pada saat yang bersamaan. Kemampuan tersebut

dikarenakan *MBES* mempunyai *receive beam* dalam jumlah yang banyak(Exon dan Hill 1996). Salah satu data yang didapat dari alat *MBES* adalah data batimetri, yaitu data kedalaman yang didapat dari survei batimetri. Survei batimetri merupakan survei untuk melakukan pengukuran kedalaman yang ditujukan untuk memperoleh Gambaran (model) bentuk permukaan (konfigurasi) dasar perairan (*seabed surface*). Menurut IHO, survei batimetri adalah *"measured or charted depth of water or the measurement of such depth"*. Pengukuran kedalaman dilakukan secara bersamaan dengan pengukuran posisi horisontalnya. Kedalaman diukur dengan instrument gelombang akustik, sedangkan posisi horisontal didapatkan dari penentuan posisi menggunakan *Global Positioning System* (*GPS*) dengan metode diferensial atau *DGPS*. Pasang surut air laut juga berpengaruh terhadap survei dikarenakan variasi muka laut sehingga diperlukan pengamatan pasang surut untuk mereduksi hasil survei terhadap dinamika air laut tersebut.

Adapun untuk mendapatkan nilai kedalaman tersebut, sebelumnya dilakukan proses-proses tertentu untuk mengoreksi nilai kedalaman yang didapat dari *raw data MBES*, dimana proses-proses tersebut adalah koreki *attitude*, *spike filtering*, koreksi kecepatan suara, dan koreksi pasang surut koreksi *draft* kapal. Koreksi *attitude* adalah koreksi kesalahan nilai batimetri akibat rotasi kapal saat survei, yaitu *roll*, *pitch*, *yaw/heading*, dan *heave* (Supartono 2013). Setelah itu dilakukan koreksi kecepatan gelombang suara. Gelombang suara adalah jenis gelombang yang digunakan oleh *transducer*, yang mana nilai kecepatannya berubah-ubah tergantung faktor-faktor oseanografi. Persamaan yang digunakan untuk mendapat nilai kedalaman adalah (Lurton dkk. 2015) :

$$D = \frac{c}{t} \qquad (2.1)$$

dimana D adalah kedalaman, c adalah kecepatan cepat rambat gelombang suara, sedangkan t adalah waktu kembalinya sinyal dari dasar laut ke *transducer*. Koreksi selanjutnya yang dilakukan adalah koreksi pasang surut air laut dan *draft* kapal. Koreksi pasang surut air laut adalah koreksi yang bertujuan untuk mereduksi nilai kedalaman yang diperoleh terhadap variasi muka air laut (Nugraha dan Yuwono 2014), sedangkan koreksi *draft* kapal adalah koreksi untuk menghilangkan pengaruh posisi *transducer* terhadap permukaan air. Untuk melakukan kedua jenis koreksi ini, digunakan persamaan (Lurton dkk. 2015) :

$$D' = D - Bacaan\ Pasang\ Surut + Chart\ Datum + Draft \quad (2.2),$$

dimana D' adalah kedalaman terkoreksi, D kedalaman, *chart datum* adalah acuan/datu vertikal. Tahap selanjutnya yang dilakukan untuk mengoreksi nilai kedalaman adalah melakukan proses *spike filtering*, yaitu proses pembersihan terhadap gangguan data yang terjadi akibat operasional kapal, gelembung air, dan faktor-faktor lainnya (Nugraha dan Yuwono 2014).

Data batimetri dari alat MBES mempunyai nilai ketelitian yang berbeda-beda, dimana standar ketelitian ini dapat berbeda-beda tergantung dari orde ketelitian yang ingin dicapai. Adapun nilai orde ketelitian ini tergantung dari jenis survei yang ingin dilakukan. Survei yang membutuhkan ketelitian tinggi, seperti pembangunan dermaga, akan membutuhkan standar ketelitian yang lebih tinggi. Hal ini dikarenakan pembangunan dermaga itu sendiri membutuhkan hasil kedalaman yang akurat sehingga pembangunan dan aplikasinya dapat berjalan dengan aman. Tabel 2.2 menunjukkan standar minimum tiap orde survey hidrografi.

Tabel 2. 2 Standar Minimum Survey Hidrografi (International Hydrographic Organization 2008)

	Orde			
	Spesial	1a	1b	2
Deskripsi Area	Area dimana bagian di bawah lambung kapal penting.	Area dimana bagian di bawah lambung kapal tidak sepenting orde spesial namun masih berpotensi berbahaya.	Area dimana bagian di bawah lambung kapal dianggap tidak bermasalah bagi kapal yang singgah di area tersebut.	Area yang umumnya berkedalaman lebih dari 100 meter dimana gambaran umum dari dasar laut dianggap cukup.
Ketelitian Horizontal	2 meter	5 meter + 5% kedalaman	5 meter + 5% kedalaman	20 meter + 10% kedalaman
Ketelitian Vertikal	a = 0,0025 meter b = 0,0075	a = 0,5 meter b = 0,013	a = 0,5 meter b = 0,013	a = 1 meter b = 0,023
Cakupan Dasar Laut Secara Penuh	Perlu	Perlu	Tidak Perlu	Tidak Perlu

Deteksi Fitur Dasar Laut	Fitur kubus >1 meter	2 meter untuk kedalaman sampai 40 meter; 10% kedalaman untuk sisanya	Tidak diaplikasikan	Tidak diaplikasikan
Rekomendasi Jarak Antar Jalur Survei	Tidak didefinisikan karena cakupan penuh dasar laut dibutuhkan	Tidak didefinisikan karena cakupan penuh dasar laut dibutuhkan	3 x Kedalaman atau 25 meter (dipilih yang lebih besar)	4 x kedalaman rata-rata

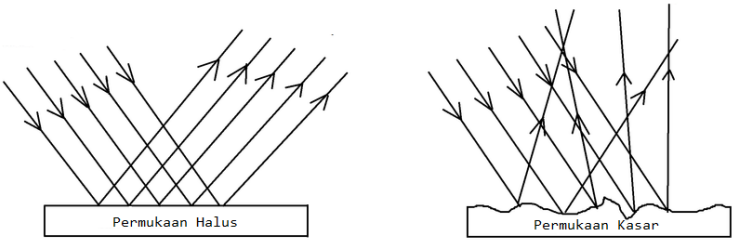
Perhitungan ketelitian dilakukan pada daerah pertampalan antara lajur utama dengan lajur silang, asumsinya titik-titik kedalaman pada daerah yang bertampalan ini memiliki niai kedalaman yang sama, namun kenyataan di lapangan menujukkan bahwa nilai kedalaman pada daerah tersebut bisa saja memiliki kedalaman yang berbeda (Brammadi dkk. 2017). Perhitungan ketelitian dilakukan menggunakan persamaan berikut (IHO 2008) :

$$Ketelitian = \pm\sqrt{a^2 + (b \times d)^2} \quad (2.2)$$

dimana a adalah faktor kesalahan yang tidak dipengaruhi kedalaman, b merupakan faktor keaslahan yang dipengaruhi, dan d adalah rata-rata dari kedalaman pada jalur utama dan silang.

2.5. Penentuan Jenis Sedimen Menggunakan Data *Backscatter*

Dasar laut merupakan daerah yang sangat kompleks, yang akibatnya kemungkinan besar sinyal akustik dengan frekuensi yang tinggi akan memantulkan kembali sinyal transmisinya. Ketika gelombang suara melakukan kontak atau bersentuhan dengan 2 medium yang mempunyai impedansi yang berbeda (kolom air dan dasar laut), ada 3 kemungkinan yang dapat terjadi, yaitu gelombang dapat dipantulkan, diteruskan, atau dihamburkan sebagaimana pada Gambar 2.5. Data hambur balik atau *backscatter* adalah gelombang kembalinya sinyal sebagai *echo* dari *incident signal* yang dikirimkan dari suatu sonar atau sumber gelombang lain terhadap *target-seafloor*. Nilai dari hambur balik ini sendiri dipengaruhi dari sifat *target seafloor* (Lurton dkk. 2015). Ketika gelombang akustik mencapai dasar laut (*seafloor*), gelombang tersebut dihambur balikkan sesuai dengan kekasaran tekstur (*roughness*) dari fitur dasar laut. Sudut penghamburbalikkan ini tergantung pada detil kekasaran fitur. Untuk fitur dasar laut dengan tekstur yang halus, sebagian besar gelombang akustik dihamburbalikkan secara teratur atau specular, dan sisanya kembali ke arah datangnya gelombang. Sedangkan untuk fitur dasar laut yang kasar (*high roughness*), gelombang akustik yang dating dihamburbalikkan ke berbagai arah. Proporsi energi yang dihamburbalikkan dari permukaan yang kasar ditentukan dari kontras impendasi, atau biasa juga disebut kekasaran, dan kekasaran relative terhadap panjang gelombang akustik. Semakin tinggi kontras impedansi, atau dalam kata lain semakin kasar suatu permukaan, maka semakin tinggi nilai intensitas hambur balik.



Gambar 2.5 Jenis Interaksi Gelombang Akustik dengan Dasar Laut (Panini 2015). Gambar sebelah kiri menunjukkan hamburan dari permukaan yang halus, sedangkan sebelah kanan menunjukkan permukaan yang kasar, sehingga arah hamburan tidak beraturan.

Terdapat beberapa parameter dalam penentuan nilai hambur balik. Parameter-parameter tersebut adalah *echo level(EL)*, *source level(SL)*, *transmission losses(TL)*, dan *target strength(TS)* atau *backscatter strength(BS)*. Pada saat gelombang ditransmisikan, sinyal yang dikembalikan ke kapal adalah *EL*. Adapun nilai dari *EL* dipengaruhi oleh parameter-parameter tertentu, yaitu *SL*, *TL*, dan *BS*. Hubungan antara *EL* dengan parameter-parameter tersebut adalah (Lurton dkk. 2015) :

$$EL = SL - 2TL + BS \quad (2.3)$$

Sinyal yang ditransmisikan dari *transducer*, yaitu *SL*, ditransmisikan dan intensitasnya semakin menurun seiring jarak tempuh sinyal tersebut. Menurunnya intensitas sinyal ini diakibatkan oleh 2 hal, yaitu *spreading* dan *attenuation*. Nilai dari *attenuation* atau koefisien penyerapan sinyal dipengaruhi oleh medium perambatan, yaitu air. Setiap *ping*, sinyal mengalami dua kali *transmission lossess*, yaitu saat transmisi dan saat dihambur balikkan ke *transducer*. Saat sinyal transmisi mengenai dasar laut, intensitas yang dihambur balikkan disebut *backscatter strength*, dimana

nilainya tergantung dari kekerasan maupun tekstur dari jenis sedimen dasar laut.

SL adalah nilai intensitas gelombang akustik dari *transducer* yang dinyatakan dengan rumus (Lurton dkk. 2015) :

$$SL = 10\log_{10}\left[\frac{I_0}{I_{ref}}\right] \quad (2.4)$$

dimana I_0 adalah intensitas ambang pendengaran, dan I_{ref} adalah intensitas gelombang akustik referensi. Nilai I_{ref} ini biasanya direferensikan terhadap intensitas gelombang tekanan 1µPa pada jarak 1 m.Nilai I_{ref} ini berbeda tiap alat *MBES* yang digunakan tergantung kalibrasi yang digunakan. Parameter selanjutnya yang harus diketahui adalah parameter *TL*. Gelombang akustik mempunyai sifat amplitudonya berkurang semakin jauh gelombang tersebut meninggalkan *transducer*. Alasan dari berkurangnya amplitudo ini adalah penyebaran spheris *(spherical spreading)* dan penyerapan atau atenuasi. Cara menentukan parameter ini adalah (Lurton dkk. 2015) :

$$2TL = 40\log_{10}(R) + 2.\frac{\alpha}{1000}.R \quad (2.5)$$

dimana R adalah jarak dari gelombang terhadap *transducer*, sedangkan *a* adalah koefisien atenuasi, atau koefisien penyebaran yang dinyatakan dalam satuan db/m (Hiroji 2016). Setelah pulsa gelombang mencapai dasar laut, sebagian dari gelombang tersebut dihamburbalikkan menuju ke *transducer*. *TS* atau *backscatter strength(BS)adalah* parameter yang digunakan untuk menunjukkan seberapa banyak gelombang akustik yang dihamburbalikkan. Parameter ini dicari dengan cara (Lurton dkk. 2015) :

$$BS = 10\log_{10}\left[\frac{I_S}{I_i}\right], I_i = SL - TL \quad (2.6)$$

dimana I_s adalah intenstias hambur balik ke arah *transducer* dan jarak referensi 1 m dari fitur dasar laut. Pada umumnya, intensitas hambur balik tergantung pada karaksteristik fitur

dasar laut dan gelombang akustik tersebut. Nilai I_s ini dapat berubah sesuai dengan frekuensi sonar, panjang pulsa sonar, dan sifat-sifat akustik baik dari *transducer* dan fitur dasar laut. Sifat-sifat akustik ini tergantung dari kalibrasi *MBES*.

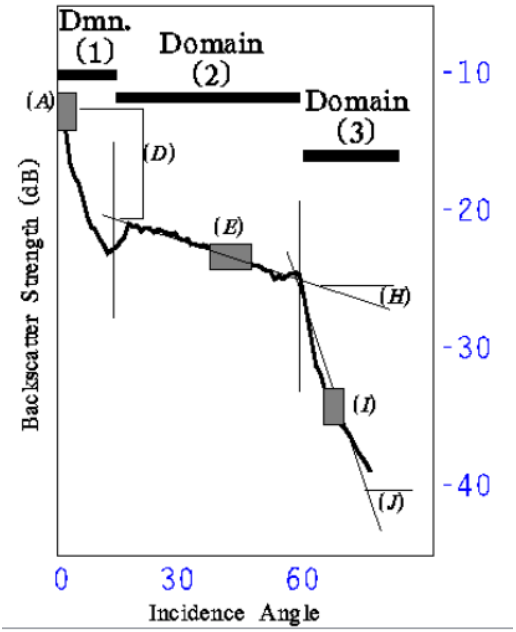
Terdapat beberapa komponen kalibrasi *MBES* yang mempengaruhi intensitas hambur balik, dibagi pada beberapa tahap. Pada tahap kalibrasi transmisi, parameter yang dikalibrasi adalah *transmit source level, transmit beam pattern, transmit band width and pulse length*. Pada tahap kalibrasi *amplification* dan *filtering*, bagian yang dikalibrasi adalah *gain, receiver intensity,* dan juga *noise* yang disebabkan oleh mesin kapal dan pengoperasian kapal lainnya suaranya dapat menginterferensi nilai hambur balik. Setelah itu, dapat dilakukan kalibrasi *receive beam pattern* dan metodologi pengukuran amplitudo. Selain kalibrasi, intensitas hambur balik juga tergantung pada sifat dasar laut, yaitu tekstur dan tingkat kekerasan fitur dasar laut.

Nilai hambur balik yang tergantung pada kekasaran fitur dasar laut menunjukkan bahwa sedimen dasar laut dapat diklasifikasi menggunakan rentang nilai tersebut. Salah satu produk olahan hambur balik, yaitu mosaik hambur balik, merupakan persebaran intensitas hambur balik yang dinyatakan dalam rona hitam putih (*grayscale*). Sebagaimana dinyatakan pada paragraf sebelumnya, gelombang akustik yang bertemu dengan objek yang kasar akan terhamburbalikkan secara acak, sehingga nilai hambur balik kecil. Sebaliknya, gelombang akustik yang bertemu objek halus dihamburbalikkan dengan secara teratur dan lebih banyak yang kembali ke *transducer*. Dua hal ini berarti bahwa objek halus mempunyai nilai hambur balik yang lebih besar, dan objek kasar nilai hambur baliknya kecil. Persebaran nilai hambur balik yang terdapat dalam mosaik hambur balik berarti bahwa mosaik hambur balik dapat digunakan untuk membedakan sedimen kasar dan halus.

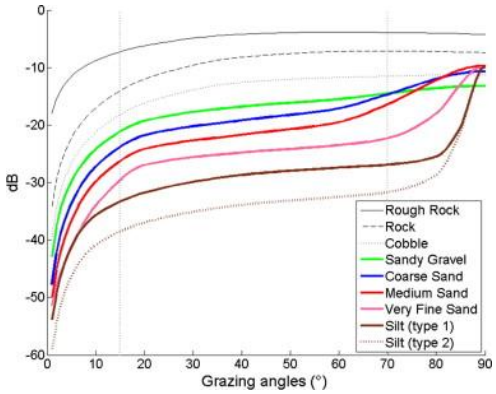
Namun, terdapat kekurangan dari klasifikasi sedimen menggunakan mosaik hambur balik, yaitu ketidakmampuan mosaik hambur balik untuk membedakan subjenis sedimen, contohnya pasir dengan pasir halus, pasir sangat halus, dan pasir kasar. Metode klasifikasi yang dapat digunakan untuk membedakan subjenis sedimen tersebut adalah melakukan analisis dari *angular response curve*.

Angular response curve (ARC) adalah kurva yang menunjukkan hubungan *grazing angle* dengan nilai hambur balik. *ARC* dibagi menjadi 3 bagian atau *domain*, yaitu *domain 1*, *2*, dan *3* (Clarke, Danforth, dan Valentine 1997). *Domain 1* adalah *domain* atau area yang berada pada dekat nadir, dengan *grazing angle* berkisar antara 90-70 atau 65 derajat. *Domain 2* adalah *domain* dengan *grazing angle* 70 atau 65 derajat hingga 10 derajat. *Domain 3* adalah *domain* dengan *grazing angle* 10 sampai 0 derajat. Pembagian *domain* pada *ARC* dapat dilihat pada gambar 2.6 Pada *vertical incidence*, nilai hambur balik dari objek yang skala kekasaran tinggi namun variasinya kecil mendominasi hambur balik objek dengan skala kekerasan rendah. Di sudut *incidence* menengah, hambur balik dari objek skala kekerasan rendah mendominasi, sedangkan pada nilai *grazing angle* yang rendah, nilai hambur balik terus menurun, sehingga mengurangi nilai intensitas hambur balik. Hal ini dapat terlihat melalui contoh *angular response curve* seperti pada Gambar 2.7. Nilai dari *angular response* atau *angular dependence* merupkan nilai yang harus diperhatikan, dikarenakan mempunayi pengaruh terhadap interpretasi dari jenis sedimen dasar laut. Dasar laut yang kasar (misal batuan) cenderung menghamburkan gelombang suara secara homogen ke semua arah dan *echo level*nya tidak terlalu bergantung pada *incidence angle* (intensitas BS stabil di semua sudut), sedangkan dasar laut atau sedimen yang halus mempunyai respon balik dimana pada sudut vertikal

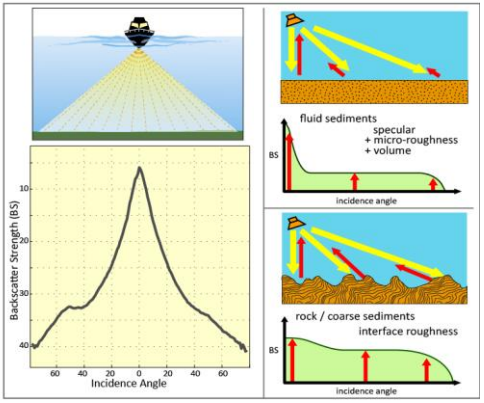
nilainya maksimum dan nilainya minimum di sudut miring sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 6 Pembagian *domain* pada *ARC*. *Domain* dibagi berdasarkan kestabilan dari nilai hambur balik pada rentang *grazing angle* tertentu (Clarke, Danforth, dan Valentine 1997)



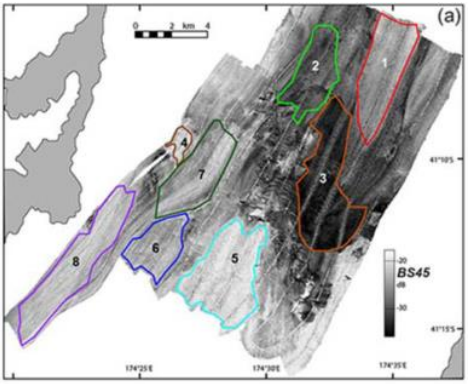
Gambar 2.7 *Angular Response Curve* (Haniotis, Cervenka, dan Negreira 2015)



Gambar 2.8 Perbedaan Intensitas *Backscatter Strength* Sedimen Halus dan Kasar (Lurton dkk. 2015)

Dengan mengoreksi nilai hambur balik terhadap *grazing angle*, dapat diketahui nilai hambur balik yang dapat dicocokkan dengan *grain size*. Setelah dicocokkan dengan *grain size*, dapat diketahui klasifikasi jenis sedimen dasar laut dari area studi kasus.

Dalam pengolahan data hambur balik, terdapat 2 *output* yang dihasilkan, yaitu *backscatter mosaic* dan *angular response*. *Backscatter mosaic* adalah citra yang tergeoreferensi dan divisualisasikan dalam warna *greyscale* (derajat keabuan) dari reflektivitas dasar laut dimana rona dan tekstur dari citra tersebut merepresentasikan sifat dan geomorfologi dari dasar laut sebagaimana pada Gambar 2.9, sedangkan *angular response* adalah grafik *backscatter strength* (BS) sebagai fungsi dari *grazing* atau *incidence angle* dari dasar laut (Lurton dkk. 2015).



Gambar 2.9 *Backscatter Mosaic* (Lurton dkk. 2015)

2.6. Uji Korelasi

Pada penelitian kali ini, diketahui bahwa nilai hambur balik dipengaruhi oleh sifat dari *target seafloor* atau dasar laut itu sendiri (Lurton dkk. 2015). Besar pengaruh sifat dasar laut tersebut perlu dianalisis dengan uji statistik. Dengan menanalisis besarnya nilai hubungan tersebut, surveyor dapat mengetahui bisa atau tidaknya penggunaan nilai hambur balik untuk pemetaan persebaran sedimen. Jenis uji statistik yang bertujuan mengetahui hubungan

antara dua variabel (dalam kasus ini hubungan data sampel sedimen dengan nilai hambur balik) adalah uji korelasi.

Uji korelasi adalah uji statistik untuk mengukur kekuatan hubungan antara 2 variabel. Ukuran untuk derajat kekuatan hubungan ini dinamakan koefisien korelasi. Nilai dari koefisien korelasi dinyatakan dalam rentang nilai -1 hingga 1. Nilai koefisien negatif berarti apabila suatu variabel meningkat nilainya, maka variabel lainnya mengalami penurunan nilai. Sebaliknya, apabila nilai koefisien korelasi bernilai positif, meningkatnya nilai suatu variabel juga berarti meningkatnya variabel lainnya. Hubungan korelasi semakin kuat apabila nilai koefisien korelasi semakin mendekati nilai 1. Kekuatan hubungan antar variabel dibagi menjadi beberapa kategori, yaitu :

Tabel 2. 3 Kategori kekuatan hubungan antar variabel (Sarwono 2006)

Koefisien Korelasi	Hubungan
<0,20	Hubungan dapat dianggap tidak ada
>0,20 - 0,40	Hubungan ada tapi rendah
>0,40 – 0,70	Hubungan cukup
>0,70 – 0,90	Hubungan tinggi
>0,90 – 1	Hubungan sangat tinggi

Adapun persamaan untuk menghitung nilai koefisien korelasi adalah (Sarwono 2006):

$$r = \frac{\frac{1}{N}\sum(X-\bar{X})(Y-\bar{Y})}{\sqrt{\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{N}} \times \sqrt{\frac{\sum(Y-\bar{Y})^2}{N}}} \qquad (2.7)$$

dimana r adalah koefisien korelasi, N jumlah sampel, X adalah variabel 1, Y variabel 2, $\bar{\bar{X}}$ dan $\bar{Y}$ adalah rata-rata variabel X dan Y.

2.7. *ELAC SeaBeam 1050*

ELAC SeaBeam 1050 merupakan *multibeam echosounder* yang mempunyai kemampuan mengakuisisi data batimetrik dan hambur balik dengan *beam* sebesar 1,5ºx1,5º dan lebar sapuan (*swath width*) mencapai 150º. *ELAC SeaBeam 1050* merupakan instrument yang ideal untuk kedalaman mencapai 3000 meter, dikarenakan mempunyai frekuensi sebesar 50 KHz. Frekuensi 50 KHz merupakan frekuensi yang termasuk rendah, namun kelebihan dari frekuensi *MBES* yang rendah adalah kemampuan penetrasinya yang dalam, sedangkan *MBES* berfrekuensi tinggi mempunyai kemampuan penetrasi yang dangkal.

Tabel 2. 4 Spesifikasi *ELAC SeaBeam 1050* (L-3 Communications ELAC Nautik 2011)

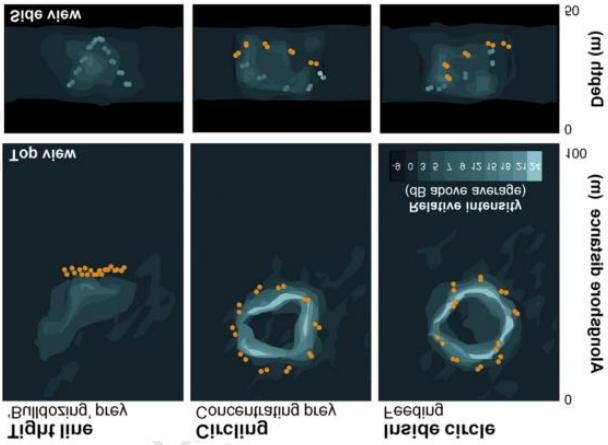
Spesifikasi	Nilai
Frekuensi	180 KHz
Kedalaman Maksimum	580 m
Along-ship Beam Width	1,5º
Across-ship Beam Width	1,5º
Panjang Pulsa	0,15 – 10 ms
Peredaman *Sidelobe*	36 dB
Swath Angle Maksimum	>153º
Jumlah *beam* Maksimum	126
Beam Spacing	*Equiangular*

Gambar 2. 10 *ELAC SeaBeam 1050* (L-3 Communications ELAC Nautik 2011)

2.8. Penelitian Terdahulu

Pemetaan habitat di laut tidak hanya menggunakan data *MBES*. Pada penelitian oleh Le Bas dan Huvenne pada 2009, pemetaan dilakukan menggunakan kedua jenis data tersebut dan membdaningkannya. Selain itu, penelitian serupa dilakukan oleh Horne pada 2000 untuk mendeteksi persebaran ikan dengan resolusi tinggi menggunakan data kolom air (Colbo dkk. 2014). Menggunakan sistem akustik frekuensi tinggi, dilakukan berbagai penelitian mengenai identifikasi zooplankton. Organisme ini dipilih dikarenakan menjadi bahan makanan berbagai jenis ikan, baik ikan demersal maupun ikan pelagis. Konsentrasi ooplankton pada penelitian-peneltian jenis ini digunakan sebagai variabel penentu dalam hal ada atau tidaknya ikan jenis tertetu di suatu daerah. Sebagaimana dijelaskan sebelumnya, salah satu metode yang digunakan untuk medeteksi zooplankton adalah menggunakan sistem akustik frekuensi tinggi. Penelitian ini dilakukan oleh De Robertis pada tahun 2003, dimana dibuat *MBES* yang dimodifikasi dnegan frekuensi 455 KHz untuk mengamati perilaku ikan. Dengan

mengetahui *target strength* dari ikan dan zooplankton, dapat diketahui perilaku ikan di sekitar zooplankton. Diketahui bahwa zooplankton tidak mengambil perilaku khusus ketika dipredasi ikan. Maka, dapat disimpulkan bahwa lokasi adanya zooplankton adalah habitat berbagai jenis ikan dikarenakan zooplankton diam sehingga ikan dapat memangsa zooplankton tanpa harus bergerak jauh, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.9. Perbedaan penelitian kali ini dengan penelitian sebelumnya adalah menentukan habitat ikan berdasarkan 2 variabel preferensi ikan demersal, yaitu kedalaman dan jenis sedimen dasar laut.



Gambar 2. 11 Pola Perilaku Ikan Pemangsa dan Zooplankton (Colbo dkk. 2014)

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB III
METODOLOGI

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah lokasi X, Provinsi Sulawesi Utara. Lokasi penelitian dinamakan lokasi X dikarenakan privasi dari penyedia data sehingga detil lokasi tidak ditampilkan.

Gambar 3.1 Lokasi penelitian(maps.google.com)

3.2. Data dan Peralatan

3.2.1. Data

a. Data *multibeam echosounder* area studi kasus untuk mendapat data kedalaman dan jenis sedimen dasar laut.
b. Data pasang surut air laut yang telah diolah untuk mengoreksi data kedalaman.

c. Data *sound velocity profiler* area studi kasus untuk mengoreksi data kedalaman.
d. Data sampel sedimen untuk melakukan uji korelasi hasil pengolahan data hambur balik.

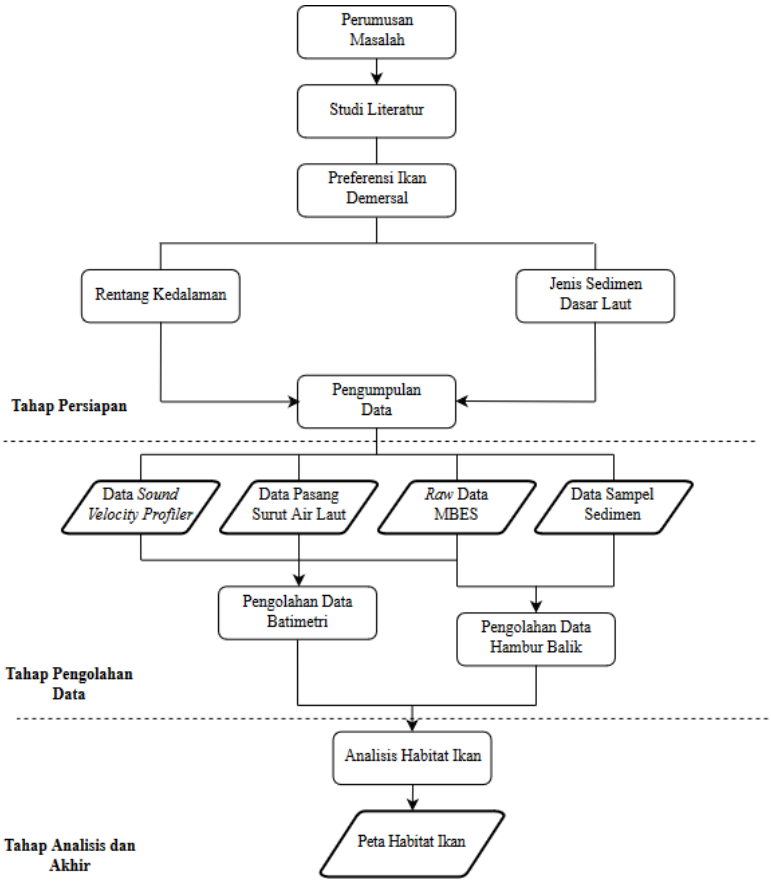
3.2.2. Peralatan

a. Laptop HP Pavilion G4-2308 TX untuk melakukan pengolahan data.
b. *Software* MB-Systems untuk mengolah data batimetri dan hambur balik.
c. *Software* ArcGIS 10.3 untuk pembuatan peta habitat ikan demersal.

3.3. Metodologi Penelitan

3.3.1. Metode Pelaksanan Penelitian

Berikut adalah metode yang digunakan pada pelaksanaan penelitian :



Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian

Adapun penjelasan dari diagram alir adalah sebagai berikut :

1. Perumusan Masalah

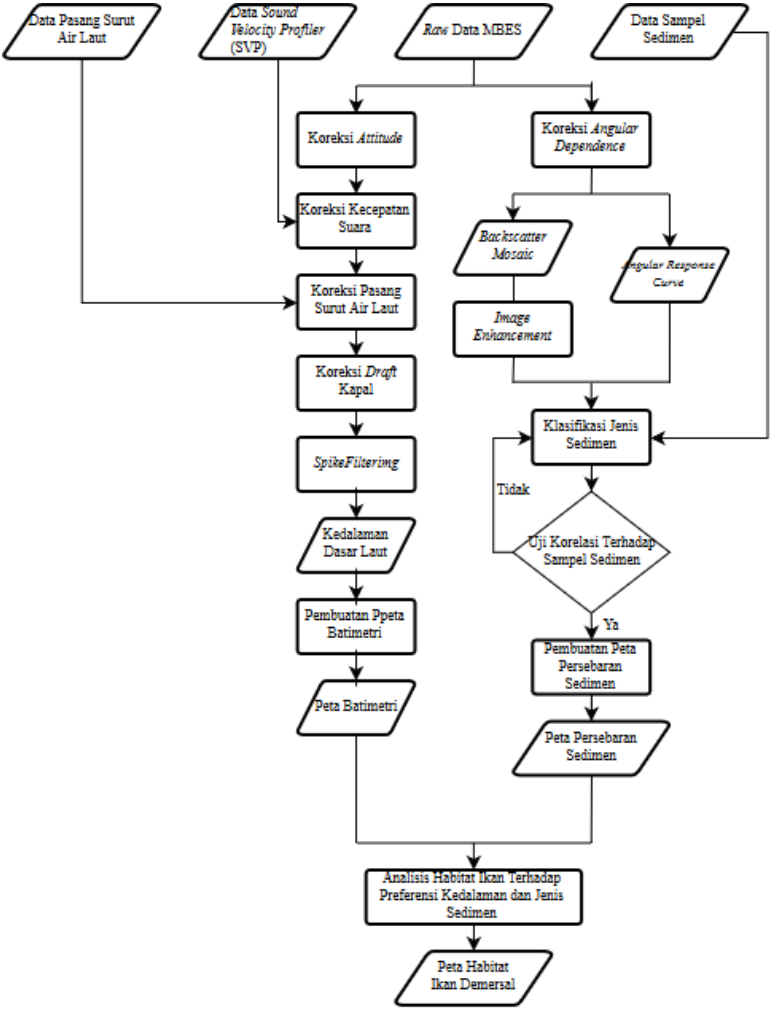
   Merupakan tahap untuk mencari masalah yang akan dicari solusinya, beserta area penelitian. Pada penelitian kali ini, masalah yang didapat bertopik penentuan habitat ikan demersal menggunakan

jenis sedimen dasar laut dan rentang kedalaman dasar laut.

2. Studi Literatur
   Adalah tahap dimana dicari teori-teori untuk menunjang didapatkannya solusi terhadap rumusan masalah. Terkait penelitian kali ini, maka dilakukan studi literatur mengenai ikan demersal, preferensi habitat dan perilakunya, penggunaan data sedimen dan kedalaman dasar laut sebagai parameter penentuan habitat ikan demersal, dan data yang dibutuhkan untuk mendapat nilai kedalaman dan jenis sedimen dasar laut, yaitu data batimetri dan hambur balik.
3. Akuisisi Data
   Data yang diakuisisi adalah *raw data MBES*, data pasang surut air laut, data *Sound Velocity Profiler(SVP)*, dan data sampel sedimen pada area studi kasus dengan melakukan permintaan data pada Balai Teknologi Survei Kelautan.
4. Pengolahan data
   Data yang diolah adalah *raw data MBES*, data pasang surut air laut, dan data *sound velocity profiler* untuk mendapatkan peta batimetri. Selain itu, *raw data MBES* juga diolah untuk mengklasifikan persebaran jenis sedimen dasar laut ditinjau dari nilai hambur baliknya, yang selanjutnya diuji korelasi terhadap data sampel sedimen dan dibuat peta persebaran sedimen dasar laut.
5. Analisis
   Analisis data habitat ikan demersal yang didapat dilakukan dengan menampalkan data kedalaman dan jenis sedimen dasar lautnya, lalu menyesuaikan dengan preferensi berbagai ikan

demersal. Setelah melakukan analisis habitat ikan tersebut, dibuat peta habitat ikan demersal dan laporan tugas akhir.

3.3.2. Tahap Pengolahan Data



Gambar 3. 3 Diagram Alir Pengolahan Data

Berikut merupakan penjelasan dari diagram alir ini adalah :

1. Koreksi *Attitude*
   Saat survey, kapal bergerak dan mengalami rotasi dalam bentuk gerakan *roll*, *pitch*, *yaw*, dan *heave*. Koreksi *attitude* digunakan untuk mengompensasi efek dari gerak rotasi tersebut.
2. Koreksi Kecepatan Suara
   Dilakukan untuk mengoreksi kesalahan penentuan kedalaman akibat perbedaan kecepatan suara di laut akibat pengaruh parameter-parameter oseanografi. Adapun persamaan matematis untuk menghitung nilai kedalaman batimetri secara umum menggunakan data kecepatan suara adalah (Lurton dkk. 2015) :
   $$D = \frac{c}{t} \qquad (3.1)$$
   dimana D adalah kedalaman, c kecepatan suara, dan t adalah waktu kembalinya sinyal dari dasar laut ke *transducer*.
3. Koreksi Pasang Surut Air Laut
   Dikarenakan saat survei kapal berada dalam posisi pasang atau surut, maka bacaan kedalaman dapat meleset dari acuan vertikalnya, *misal mean sea level*. Maka dari itu, diperlukan koreksi pasang surut air laut untuk mengurangi efek perbedaan kedalaman tersebut.
4. Koreksi Draft Kapal
   Tahap ini mengoreksi posisi sensor pada kapal terhadap titik referensi kapal.
5. *Spike Filtering*
   Proses untuk menghilangkan titik-titik kedalaman berkualitas buruk yang ditandakan dengan niai

kedalamannya yang berbeda jauh dengan titik di sekitarnya.

6. Koreksi *Angular Dependence*
   Merupakan koreksi untuk mengurangi pengaruh variasi BS pada *across-track* dikarenakan keterbatasan sapuan *MBES* dan respon dasar laut terhadap *grazing angle*. Setelah dikoreksi, terdapat hasil BS yang ternormalisasi sepanjang sapuan ke suatu nilai standar. Hasil dari koreksi ini adalah citra persebaran nilai backscatter strength dan *angular response curve*. Adapun rumus matematis yang di proses ini adalah (Lurton dkk. 2015) :

$$SL = 10\log_{10}\left[\frac{I_0}{I_{ref}}\right] \quad (3.2)$$

$$2TL = 40\log_{10}(R) + 2.\frac{\alpha}{1000}.R \quad (3.3)$$

$$BS = 10\log_{10}\left[\frac{I_S}{I_i}\right], I_i = SL - TL \quad (3.4)$$

$$BS_\theta = 10\log\left[Aexp(-\alpha\theta^2) + Bcos^\beta\theta\right] \quad (3.5)$$

$$BScor(\theta) = BS_\theta - \overline{BS}_\theta + \overline{BS_{\theta ref}} \quad (3.6)$$

   Dimana SL adalah *source level*, I_0 adalah intensitas ambang, I_{ref} intensitas alat, TL *transmission losses*, TS sebagai *target strength*, BS adalah nilai hambur balik, BS_θ adalah nilai hambur balik di sudut *grazing angle* tertentu, dan $BS_{corr(\theta)}$ adalah koreksi nilai hambur balik di *grazing angle* tertentu.

7. *Image Enhancement*
   Proses ini merupakan proses untuk memperjelas mosaic yang telah dibuat, yaitu dengan cara meningkatkan atau mengurangi nilai kecerahan,

kontras, tipe *stretch*, dan lain-lain agar mosaik lebih mudah diinterpretasi.

8. Klasifikasi Jenis Sedimen
   Merupakan tahapan klasifikasi nilai BS ke jenis sedimen berdasarkan hasil pencocokkan dari proses *angular range analysis*.
9. Uji Korelasi Terhadap Sampel Sedimen
   Hasil klasifikasi jenis sedimen yang didapat pada langkah sebelumnya dicocokkan terhadap sampel sedimen. Apabila terdapat perbedaan signifikan antara sampel sedimen dengan klasifikasi sedimen, maka dilakukan klasifikasi jenis sedimen dengan pengaturan yang berbeda hingga setidaknya tidak terdapat perbedaan signifikan.
10. Analisis Habitat Ikan Terhadap Preferensi Kedalaman dan Jenis Sedimen
    Habitat ikan demersal dicari pada tahap ini. Untuk mencari habitat ikan demersal, dilakukan *overlay* atau penampalan data batimetri dan persebaran sedimen. Setelah itu, hasil pertampalan diiris dengan preferensi rentang kedalaman dan jenis sedimen dari habitat ikan demersal yang dicari.
11. Pembuatan peta
    Pada tahap ini, ada beberapa peta yang dibuat. Peta yang dibuat adalah peta Persebaran Sedimen, Batimetri, dan Habitat Ikan Demersal.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hambur Balik dan Klasifikasi Sedimen

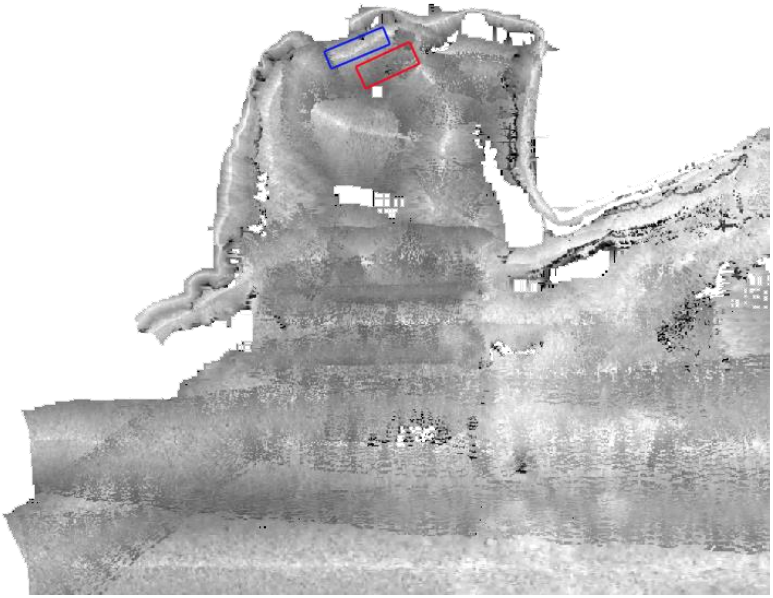
Mosaik hambur balik digunakan untuk mengklasifikasi jenis sedimen dari area studi kasus. Data hambur balik sendiri merupakan salah satu jenis rekaman data *MBES* selain data batimetri, sehingga digunakan file yang sama dalam pengolahannya. Data hambur balik pada penelitian kali ini diolah dengan perangkat lunak *MB-System*. *Command* utama yang digunakan pada pemrosesan hambur balik ada 2, yaitu *mbbackangle*, *command* yang berfungsi menghasilkan nilai hambur balik terhadap *grazing angle*. Nilai ini dapat digunakan untuk mengoreksi data hambur balik akibat perubahannya terhadap *angle*. *Command mbprocess* akan melakukan koreksi hambur balik dari nilai hambur balik tersebut terhadap *grazing angle*.

4.1.1. Mosaik Hambur Balik

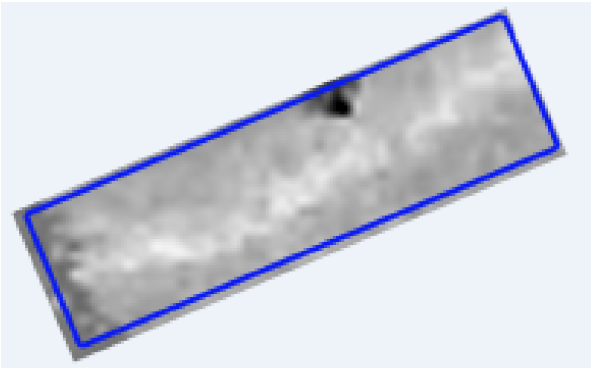
Gambar 4.1 (a) menunjukkan intensitas hambur balik yang belum dikoreksi. Intensitas hambur balik divisualisasikan dengan warna *grayscale*. Warna terang menunjukkan intensitas hambur balik yang tinggi, dimana pada Gambar 4.1. Sebelum dilakukan koreksi dengan *mbbackangle*, terdapat kesulitan untuk menginterpretasi persebaran sedimen secara visual, dikarenakan pada daerah dekat nadir, intensitas hambur balik menunjukkan nilai yang tinggi (ditunjukkan pada Gambar 4.1 (b), sedangkan di luar nadir intensitas semakin menurun, sesuai pada Gambar 4.1 (c).

Intensitas hambur balik yang belum dikoreksi selanjutnya dikoreksi menggunakan *command mbbackangle*. *Command mbbackangle* menghasilkan

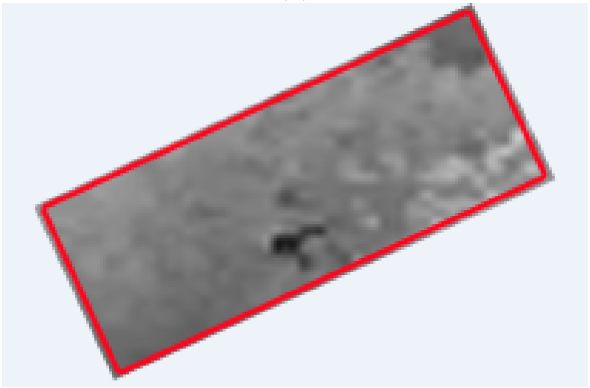
tabel-tabel nilai intensitas hambur balik terhadap *grazing angle*. Pada penelitian kali ini, tabel-tabel tersebut didapat dengan merata-rata nilai intensitas hambur balik setiap 50 *ping*, dikarenakan 50 *ping* sudah dapat mengestimasi bentuk kurva *angular response* yang baik.



(a)



(b)

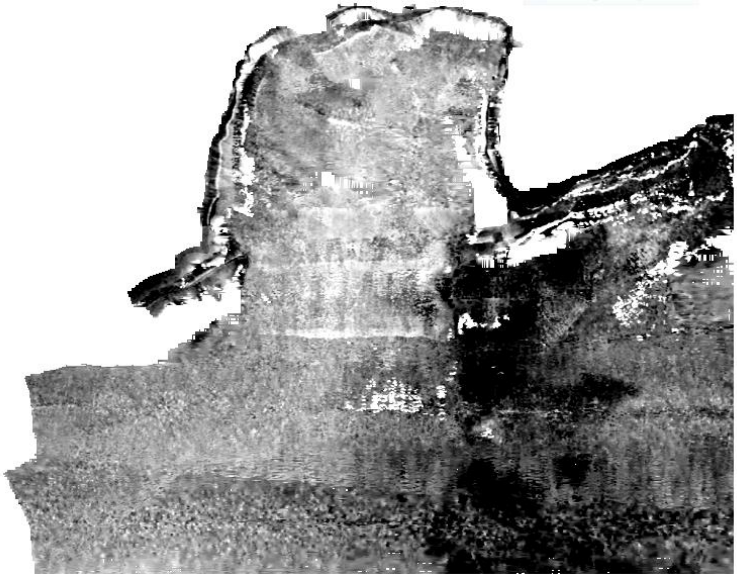


(c)

Gambar 4. 1 *Raw* mosaic hambur balik (a), perbesaran persebaran nilai hambur balik di nadir dengan intensitas tinggi (b), dan area dengan nilai hambur balik rendah (c)

Command mbprocess menggunakan tabel hasil *mbbackangle* untuk membuat mosaik hambur balik yang dikoreksi. Mosaik hambur balik yang sebagaimana ditunjukkan Gambar 4.2 lebih mudah untuk dinterpretasi batas antar sedimennya secara

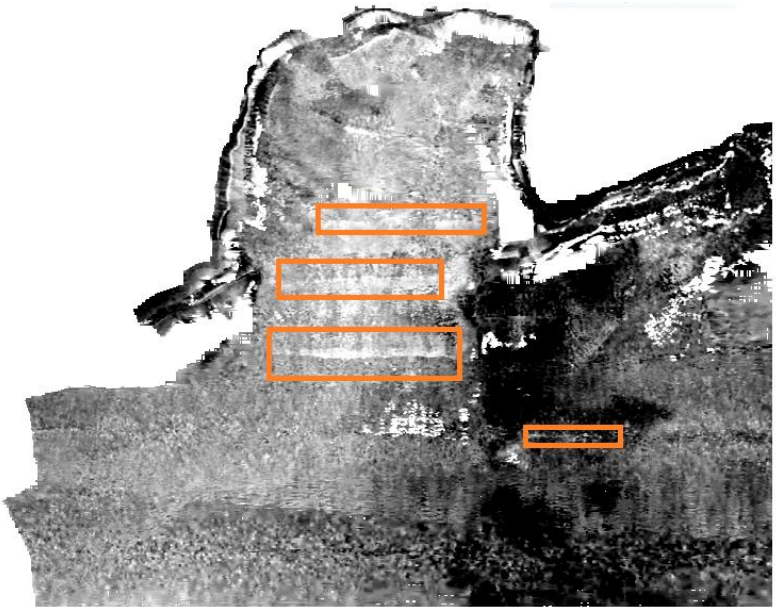
visual atau kualitatif. Metode ini cukup untuk membedakan antara sedimen halus seperti lumpur dengan pasir kasar dan bebatuan, namun metode ini tidak bisa untuk membedakan antar berbagai variasi sedimen-sedimen tersebut (Clarke, Danforth, dan Valentine 1997). Maka dari itu, pada penelitian kali ini, klasifikasi dilakukan dengan menentukan rentang intensitas hambur balik tiap jenis sedimen. Rentang tersebut didapat dari *angular response curve*.



Gambar 4. 2 Mosaik hambur balik yang sudah diolah.

Hasil pengolahan hambur balik menghasilkan mosaik hambur balik sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.2. Mosaik hambur balik yang sudah diolah merupakan mosaik yang dapat diinterpretasi baik secara visual maupun kualitatif. Pada Gambar 4.2, semakin gelap warna pada mosaik, maka semakin

rendah intensitas hambur baliknya. Intensitas hambur balik yang semakin rendah menandakan semakin lunaknya sedimen di suatu *pixel*. Interaksi antara dasar laut dengan gelombang akustik dari *multibeam echosounder* menyebabkan hal ini. Ketika gelombang akustik melewati batas antara 2 jenis medium dengan sifat yang berbeda (pada kasus ini antara air dengan sedimen), gelombang akustik mengalami refleksi, transmisi, dan penghamburan. Pada hasil olahan mosaik hambur balik yang telah dibuat, masih terdapat artefak. Artefak disebabkan oleh pengaruh nilai hambur balik terhadap *grazing angle*. Koreksi *angular dependence* dari *command mbbackangle* dan *mbprocess* mengasumsikan dasar laut bersifat homogen atau jenisnya sama. Koreksi pada dasar laut yang bersifat homogen akan menghasilkan mosaik yang tidak berartifak, atau setidaknya artifak bersifat minimal. Pada dasar laut yang tidak bersifat homogen, atau dalam kata lain tidak sesuai asumsi, akan menghasilkan artifak sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.3



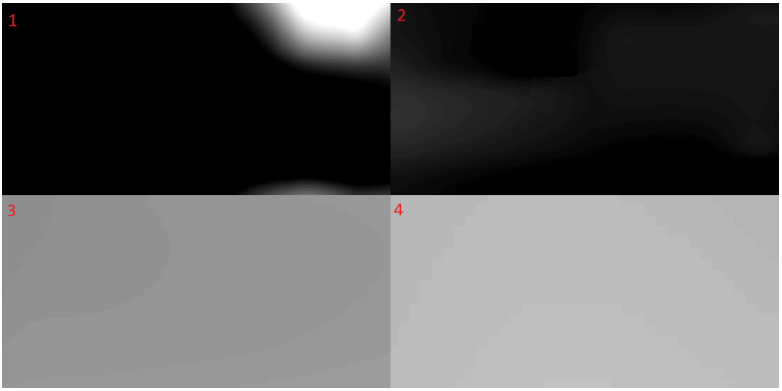
Gambar 4. 3 Artefak hambur balik. Persegi panjang berwarna oranye menunjukkan garis yang terdapat artefak

4.1.2. *Angular Response Curve*

Angular response curve (ARC) adalah grafik yang menunjukkan nilai intensitas hambur balik terhadap *grazing angle*. Nilai-nilai tersebut didapat dari hasil proses *mbbackangle*. *ARC* yang telah dibuat lalu dicari jenis sedimennya. Rentang nilai *backscatter strength* untuk tiap jenis klasifikasi sedimen didapat dengan mencari nilai maksimum dan minimum dari *ARC* sedimen tersebut. *ARC* sendiri dibagi menjadi 3 *domain* berdasarkan nilai *grazing angle*nya. *Domain 1* adalah *domain* yang berada di dekat nadir dengan sudut *grazing angle* sekitar 90-70

atau 65 derajat. *Domain 2* adalah *domain* dengan *grazing angle* 70 atau 65 derajat hingga 10 derajat. *Domain 3* adalah *domain* dengan *grazing angle* 10 sampai 0 derajat.

Rata-rata dari 50 *ping* digunakan untuk menghasilkan tabel nilai hambur balik terhadap *grazing angle*, yang selanjutnya diplot menjadi *ARC*. 4 area dipilih untuk diplot *ARC*nya. Area tersebut dipilih dari mosaik hambur balik berdasarkan warna di mosaiknya. Gambar 4.4 menunjukkan warna mosaik di sampel yang akan dipakai. Area *ARC* lanau dipilih di area yang sifatnya gelap, warna gelap menunjukkan intensitas hambur balik yang rendah, yang berarti jenis sedimen di area tersebut lunak. Sesuai Gambar 4.4, warna yang semakin terang digunakan untuk sampel sedimen yang semakin keras pula. Tabel 4.1 menunjukkan nilai *grazing angle* terhadap hambur balik (*backscatter strength*) area-area tersebut.



Gambar 4. 4 Area pembuatan *ARC*.

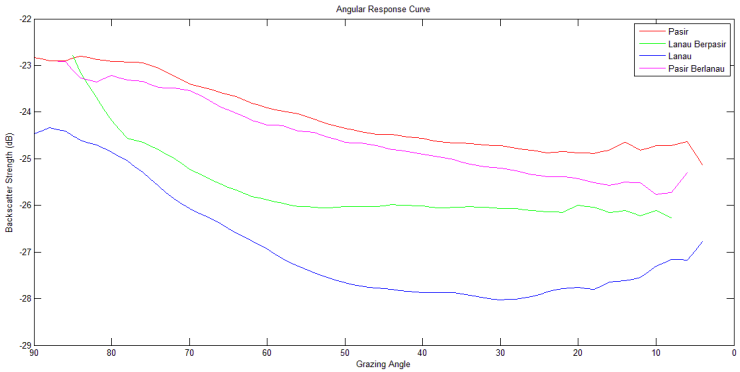
Tabel 4. 1 *Grazing angle* terhadap hambur balik area sampel

Grazing Angle	*Backscatter Strength* (dB)			
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4
0			-26,799	
2				
4	-26,784			-25,134
6	-27,169		-25,306	-24,635
8	-27,158	-26,272	-25,722	-24,714
10	-27,31	-26,109	-25,766	-24,717
12	-27,539	-26,228	-25,512	-24,825
14	-27,622	-26,113	-25,507	-24,652
16	-27,649	-26,16	-25,569	-24,821
18	-27,801	-26,044	-25,513	-24,884
20	-27,764	-25,995	-25,427	-24,88
22	-27,784	-26,146	-25,387	-24,852
24	-27,855	-26,144	-25,387	-24,879
26	-27,961	-26,117	-25,337	-24,82
28	-28,01	-26,066	-25,261	-24,775
30	-28,029	-26,062	-25,196	-24,724
32	-27,992	-26,042	-25,175	-24,701
34	-27,932	-26,032	-25,121	-24,677
36	-27,878	-26,038	-25,024	-24,656
38	-27,873	-26,056	-24,963	-24,634

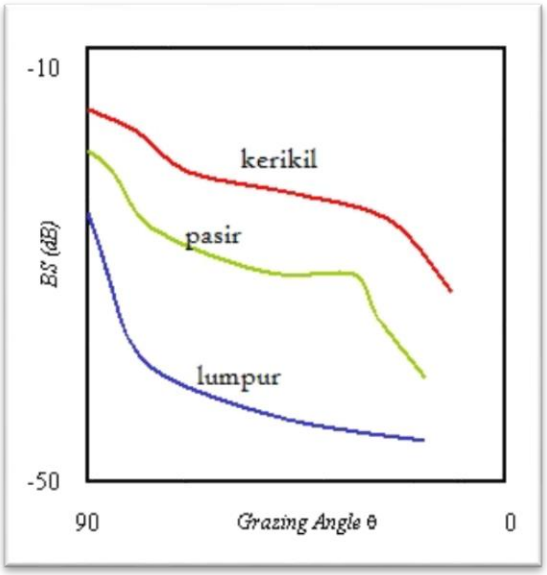
Grazing Angle	*Backscatter Strength* (dB)			
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4
40	-27,868	-26,015	-24,899	-24,565
42	-27,844	-25,994	-24,846	-24,53
44	-27,806	-25,989	-24,799	-24,481
46	-27,775	-26,029	-24,717	-24,477
48	-27,735	-26,023	-24,668	-24,415
50	-27,657	-26,023	-24,645	-24,353
52	-27,562	-26,049	-24,55	-24,259
54	-27,448	-26,044	-24,434	-24,147
56	-27,308	-26,019	-24,41	-24,04
58	-27,153	-25,961	-24,296	-23,986
60	-26,94	-25,886	-24,275	-23,913
62	-26,758	-25,807	-24,173	-23,804
64	-26,594	-25,674	-24,024	-23,665
66	-26,389	-25,544	-23,89	-23,581
68	-26,223	-25,386	-23,7	-23,48
70	-26,071	-25,226	-23,534	-23,393
72	-25,86	-24,987	-23,486	-23,227
74	-25,586	-24,806	-23,47	-23,055
76	-25,288	-24,652	-23,342	-22,947
78	-25,049	-24,569	-23,312	-22,926
80	-24,862	-24,179	-23,217	-22,911
82	-24,702	-23,684	-23,35	-22,876
84	-24,61	-23,163	-23,277	-22,797

Grazing Angle	*Backscatter Strength* (dB)			
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4
86	-24,41	-22,394	-22,923	-22,899
88	-24,339		-22,923	-22,904
90	-24,465			-22,827

Setelah diketahui nilai intensitas hambur balik di tiap sudut *grazing angle*, nilai *grazing angle* dan hambur balik nilai *grazing angle* tersebut diplot dalam bentuk grafik *angular response curve* (*ARC*). Hasil dari *ARC* tersebut ditampilkan di Gambar 4.5. Setelah *ARC* dibuat, dilakukan analisis terhadap *ARC* tersebut untuk mengklasifikasi jenis sedimen dasar laut lokasi penelitian. Pada Gambar 4.5, nilai hambur balik di *domain 1* lebih tinggi karena berada di dekat nadir. Pada *domain 2*, bentuk grafik mulai stabil. Grafik *angular response curve* pada *Domain 3* umumnya menunjukkan bentuk yang naik turun dikarenakan kemiringan sudut pantul sinyal akustik yang diterima *transducer*, walaupun pada jenis sedimen lanau nilai hambur balik secara umum meningkat. Maka, klasifikasi sedimen ditentukan dari nilai hambur balik di *domain 2*, dikarenakan pada *domain* tersebut bentuk *ARC* stabil.



Gambar 4. 5 *Angular response curve*



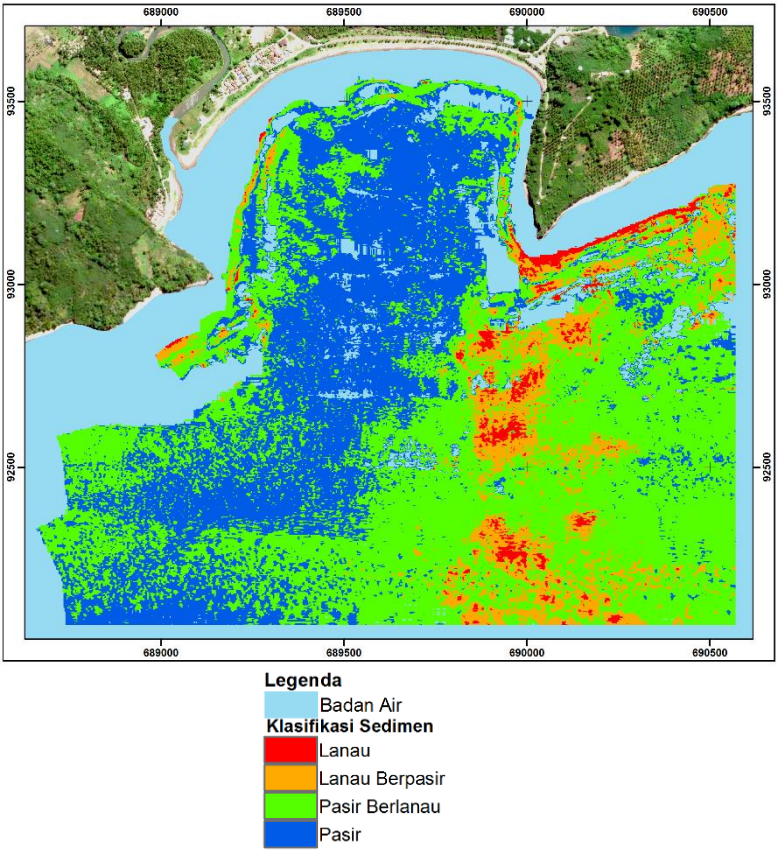
Gambar 4. 6 Tipikal *ARC* berbagai jenis sedimen (Clarke 2012 dalam Hiroji 2016)

Setelah *ARC* diplot, dilakukan klasifikasi jenis sedimen berdasarkan bentuk dari *ARC*. *ARC* yang terletak di bawah adalah jenis sedimen yang bersifat halus, dan semakin tinggi nilai hambur balik terhadap maka semakin keras pula jenis sedimennya. Pada penelitian kali ini, sedimen yang didapat dari klasifikasi adalah lanau, lanau berpasir, pasir berlanau, dan pasir. Hal ini diketahui dengan membandingkan kemiripan antara bentuk *ARC* yang dibuat dengan tipikal *ARC* untuk berbagai sedimen. Tipikal *ARC* ini dapat dilihat di Gambar 4.6. Warna biru menunjukkan jenis sedimen lanau, hijau lanau berpasir, ungu pasir berlanau, dan merah pasir.

4.1.3. Klasifikasi Jenis Sedimen

Jenis sedimen pasir (*sand*), nilai hambur balik menunjukkan nilai yang tinggi, yaitu dengan rentang mulai dari -23,581 sampai -24,387 desibel (dB). Sedimen dasar laut berjenis pasir berlanau (*silty sand/muddy sand*) pada area penelitian mempunyai nilai hambur balik dengan rentang -24,386 sampai -25,556 dB. Sedimen lanau berpasir (*sandy silt*) mempunyai nilai hambur balik dengan rentang -25,556 hingga -26,274 dB. Jenis sedimen lanau (*silt*) memiliki nilai hambur balik terkecil (*lowest intensity*) dengan rentang -26,274 hingga -28,029 dB. Nilai hambur balik bernilai negatif dikarenakan intensitas gelombang hambur balik dari dasar laut nilainya lebih kecil dari intensitas gelombang transmisi awal dari *transducer*, sehingga ketika nilai intensitas gelombang hambur balik dasar laut dibandingkan dengan intensitas awal *transducer* dalam persamaan logaritma, hasil perhitungannya negatif.

Berdasarkan klasifikasi sedimen yang telah dilakukan, sedimen yang paling luas ukurannya adalah pasir berlanau, dengan luas 1.016.997 m^2, selanjutnya pasir dengan luas 701.810 m^2, lanau berpasir dengan luas 186.749 m^2, dan yang paling kecil luasannya adalah lanau dengan luas 41.658 m^2.



Gambar 4. 7 Hasil klasifikasi sedimen

4.1.4. Uji Korelasi

Hasil klasifikasi sedimen kemudian diuji korelasi dengan data sedimen di lapangan. Data sampel sedimen di lapangan bersumber dari BPPT. Tujuan dari analisis ini adalah menguji hasil klasifikasi yang dibuat. Variabel yang merepresentasikan sedimen adalah ukuran butiran sedimen. Variabel ini menjadi variabel bebas. Variabel terikat dari uji korelasi ini adalah nilai hambur balik.

Tabel 4. 2 Tabel ukuran butiran sedimen

Jenis Sedimen	Ukuran Butiran (mm)	Hambur Balik (dB)
Pasir berlanau	0,177	-24,458
Pasir berlanau	0,125	-24,711
Pasir berlanau	0,105	-25,0498
Pasir berlanau	0,062	-25,308
Lanau berpasir	0,044	-26,011

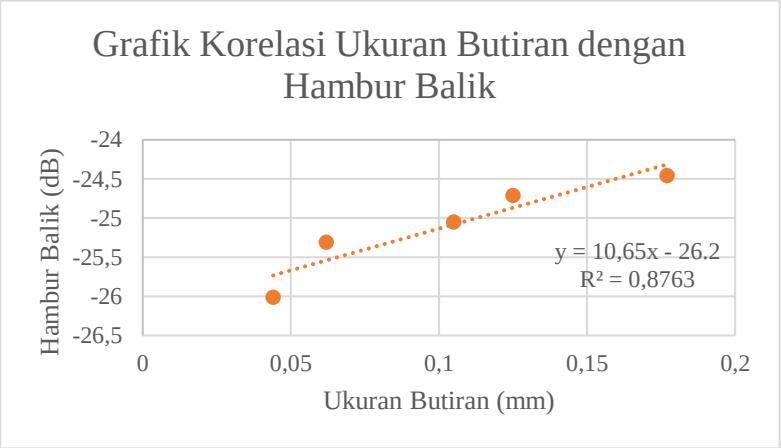
Setelah dilakukan uji korelasi, diketahui bahwa ada korelasi kuat antara ukuran butiran sedimen dengan nilai hambur balik, dimana semakin tinggi intensitas hambur balik maka nilai ukutan butiran semakin halus. Uji korelasi mempunyai rentang nilai 0 hingga 1. Nilai yang mendekati 1 menandakan semakin kuatnya hubungan antar variabel. Adapun patokan hasil analisi korelasi adalah <0,20 yang berarti hubungan tidak ada, 0,20 – 0,40 yang menandakan adanya hubungan namun tingkatnya

rendah, >0,40 – 0,70 berarti hubungan antar variabel cukup, >0,70 - 0,90 menandakan adanya hubungan tinggi, dan nilai korelasi >0,90 – 1 menunjukkan hubungan sangat tinggi (Sarwono 2006). Adapun persamaan untuk menghitung nilai koefisien korelasi adalah (Sarwono 2006):

$$r = \frac{\frac{1}{N}\sum(X-\bar{X})(Y-\bar{Y})}{\sqrt{\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{N}} \times \sqrt{\frac{\sum(Y-\bar{Y})^2}{N}}} \qquad (4.1)$$

dimana r adalah koefisien korelasi, N jumlah sampel, X adalah variabel ukuran butiran sedimen, Y variabel berisi nilai hambur balik, $\overline{\overline{X}}$ dan $\overline{Y}$ adalah rata-rata variabel X dan Y.

Pada penelitian kali ini, perlu dilakukan klasifikasi ulang apabila hasil korelasi tidak lebih dari 0,71 (hubungan tinggi). Namun, klasifikasi sedimen yang telah dilakukan tidak diulang, ditunjukkan dengan nilai korelasi yang mencapai 0,8763. Nilai korelasi 0,8763 berarti terdapat hubungan yang tinggi antara variabel ukuran butiran sedimen dengan nilai hambur balik. Hasil ini sebenarnya menunjukkan bahwa hasil pengolahan hambur balik yang dilakukan dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi sedimen, namun perhatian lebih diberikan karena pada penelitian kali ini sampel yang digunakan untuk melakukan pengujian hanya 5, sehingga nilai korelasi dapat berubah secara signifikan apabila ada 1 atau 2 data yang nilai hambur baliknya tidak sesuai pola. Hubungan yang kuat antara sampel sedimen di lapangan dan nilai intensitas hambur balik di titik tersebut berarti bahwa nilai intensitas hambur balik dapat digunakan untuk klasifikasi jenis sedimen.



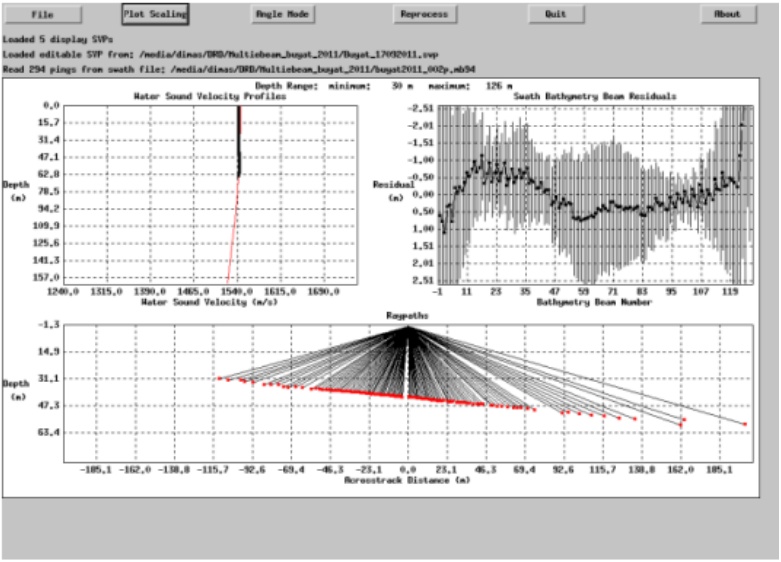
Gambar 4. 8 Grafik korelasi ukuran butiran sedimen dengan nilai hambur balik.

4.2. Batimetri

Penelitian ini menggunakan *raw data MBES* dari instrumen Elac SeaBeam 1050D untuk pengolahan data batimetrinya. Data ini diakuisisi oleh Balai Teknologi Survei Kelautan, unit kerja Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. *Raw data MBES* dari instrumen ini memiliki format .xse. *MB-Systems* merupakan perangkat lunak bersifat *open-source* yang dapat mengolah format data ini. *MB-Systems* dapat dijalankan pada sistem operasi *Ubuntu*. Hasil pengolahan data batimetri dari perangkat lunak *MB-Systems* akan ditampalkan dengan data persebaran sedimen, diolah dari data hambur balik file-file survey *MBES* yang sama, untuk selanjtnya dianalisis berdasarkan preferensi ikan demersal sehingga didapat habitat ikan tersebut.

Pengolahan data batimetri menggunakan *MB-Systems* pada penelitian kali ini terdiri dari tahapan berikut :

1. Pembuatan *datalist*
   Datalist dalam *MB-Systems* berguna untuk menyatukan banyak file survei MBES dalam satu data sehingga pengguna dan perangkat lunak hanya perlu memanggil satu file untuk mengolah semua data. Selain itu, dengan pembuatan datalist ini, akan didapat juga file *attitude* dan *metadata* tiap file.
2. Koreksi kecepatan suara
   Pada tahap ini, dengan menggunakan *command mbvelocitytool*, dapat divisualisasikan dan disesuaikan nilai kecepatan suara yang akan digunakan. Selanjutnya, dengan *command mbset*, kecepatan suara yang sebelumnya diolah dapat digunakan sebagai parameter pemrosesan data batimetri.



Gambar 4. 9 Proses pengaturan kecepatan suara di *MB-Systems*.

Gambar 4.9 menunjukkan 3 grafik. Grafik di kiri atas menunjukkan nilai kecepatan suara terhadap kedalaman, grafik kanan atas nilai residual, grafik bagian bawah menunjukkan kedalaman dasar laut setelah dikoreksi data kecepatan suara. *MB-Systems* mampu menyajikan berbagai profil kecepatan suara secara bersamaan. Pada Gambar 4.9, terdapat 2 jenis kecepatan suara, yaitu yang berasal dari file kecepatan suara hasil pengukuran (garis hitam pada grafik kiri atas) dan pemodelan kecepatan suara hasil dari algoritma *MB-Systems* itu sendiri, sehingga pengguna bisa memakai model tersebut saat tidak melakukan pengukuran kecepatan suara.

Data *MBES* yang di*input* pada *mbvelocitytool* mempunyai nilai sudut *beam* dan waktu bolak-balik ke *transducer*. Nilai kedalaman dan jarak antar *beam* dapat diketahui menggunakan nilai-nilai tersebut lalu ditampilkan dalam plot *raypath*. Setiap perubahan terhadap kecepatan suara yang digunakan akan merubah nilai kedalaman yang ditampilkan di plot *raypath*.

3. Koreksi pasang surut air laut

   Koreksi ini dilakukan dengan menggunakan *command mbset –PTIDEMODE:1* lalu memasukkan nama file pasang surut yang digunakan dengan opsi *command –PTIDEFILE:*. Pada penelitian kali ini, data pasang surut yang digunakan adalah data pasang surut yang sebelumnya telah diolah oleh BPPT.

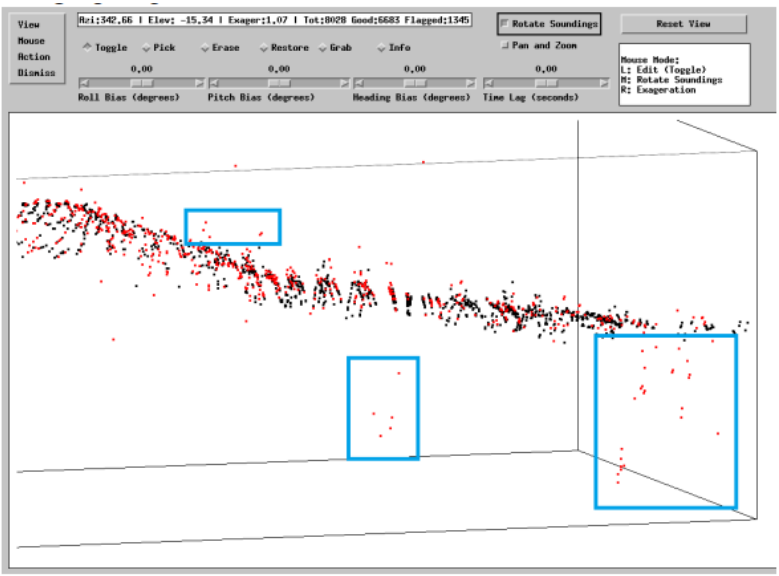
4. Koreksi titik referensi kapal

   Titik referensi kapal disatukan agar nilai posisi horizontal, vertikal, dan pengaruh pergerakkan kapal dapat disamakan ke satu titik. Koreksi ini dilakukan menggunakan *command mbset* dengan opsi –PDRAFTMODE:1 untuk mengaktifkan pengaruh

parameter *draft* kapal saat penghitungan nilai kedalaman, lalu –PDRAFT untuk memasukkan nilai *draft* kapal. Setelah itu opsi –PLEVERMODE:1 digunakan untuk melakukan koreksi terhadap perbedaan referensi berbagai alat yang ada. Nilai offset posisi untuk *transducer* dan *motion reference unit* dimasukkan menggunakan opsi –PVRUOFFSET dan –PSONAROFFSET.

5. Penghapusan *spike*

   Raw data MBES berpotensi mengandung perbedaan kedalaman yang signifikan antar 2 titik yang letaknya. bersebelahan atau berdekatan sehingga membentuk pola kedalaman yang berbeda dengan titik-titik lainnya. Titik-titik ini biasa disebut *spike* dan harus dihapus. *MB-Systems* menyediakan command *mbeditviz* untuk menghapus *spike*. Contoh penghaspusan *spike* dapat dilihat pada gambar 4.10. Daerah yang ditandai kotak biru, titik-titik kedalamannya berbeda pola dengan kumpulan titik lain sehingga dihapus atau ditandai titik merah (red flagged)



Gambar 4. 10 Proses penghapusan *spike*

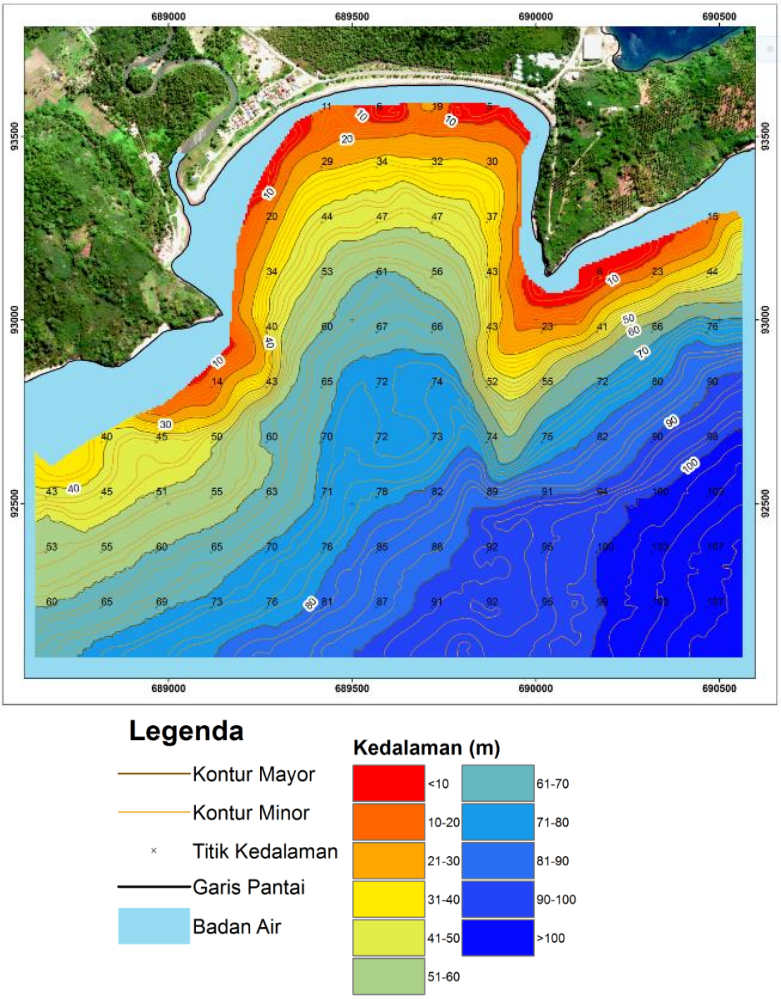
6. Pembuatan *grid* data batimetri hasil olahan

   Hasil olahan batimetri selanjutnya diexport dalam format .grd berupa *grid*. Dari data tersebut, dibuat kontur dengan interval sebesar 5 meter.

Hasil pengolahan data batimetri di lokasi penelitian mempunayi rentang nilai kedalaman mulai dari yang paling dangkal yaitu 4,993 m hingga yang paling dalam mencapai 110,101 m. Luas yang tercakup dalam hasil pengolahan batimetri penelitian kali ini adalah 2.542.178,730 m^2 . Topografi dasar laut lokasi penelitian memiliki topografi yang semakin ke selatan (arah laut) kedalamannya cenderung meningkat dengan cukup signifikan, yaitu dari rentang kurang dari 10 meter sampai sekitar 35 meter hingga rentang kedalaman 75 meter sampai lebih dari 105 meter.

Hal ini disebabkan karena lokasi ini berada di area Sulawesi Utara, dimana lautnya bersifat perairan laut dalam.

Pada penelitian kali ini, data batimetri tidak sampai mencakup area garis pantai. Walaupun secara teori bisa dilakukan interpolasi dari titik-titik batimetri terluar sampai ke garis pantai, hal ini tidak dilakukan. Hal ini dikarenakan jarak antara titik terluar data batimetri dengan garis pantai dapat mencapai puluhan meter. Konsep interpolasi adalah mencari nilai yang berada di antara dua nilai (dalam kasus ini, kedalaman titik terluar data batimetri dengan garis pantai yang elevasinya 0). Apabila hal ini dilakukan, akan muncul nilai kedalaman antara data batimetri dengan garis pantai yang nilainya bisa berbeda secara signifikan dengan kondisi lapangan, dikarenakan jauhnya jarak antara titik-titik interpolasi hingga garis pantai.



Gambar 4. 11 Tampilan batimetri lokasi penelitian.

Setelah dibuat peta batimetri, dilakukan analisis ketelitian pemeruman sesuai dengan aturan pada IHO SP-44. Untuk

menghitung ketelitian hasil pemeruman, digunakan rumus (IHO 2008):

$$Ketelitian = \pm\sqrt{a^2 + (b \times d)^2} \quad (4.2)$$

Pada rumus 4.1, nilai a mewakili bagian ketidakpastian yang tidak dipengaruhi oleh kedalaman, nilai b adalah koefisien yang menandakan bagian ketidakpastian yang berubah sesuai nilai kedalaman, dan d adalah kedalaman. Nilai a dan b berbeda-beda tergantung orde kedalaman yang menjadi acuan. Pada penelitian kali ini, digunakan nilai a dan b sesuai orde 2, yaitu a=1 dan b=0,023. Nilai ini dipilih karena berdasarkan standar minimum untuk survey hidrografi berdasarkan IHO SP-44, area dengan kedalaman lebih dari 100 meter masuk ke orde 2, dimana pada area penelitian, kedalaman mencapai sekitar 110 meter. Tabel 4.3 berisi hasil perhitungan ketelitian dari beberapa titik yang dipakai untuk perhitungan ketelitian. Dari tabel tersebut, dapat diketahui bahwa akurasi kedalaman dari data batimetri yang ada tidak melebihi nilai toleransi dan terklasifikasi dalam orde 2. Pada tabel 4.3, kolom toleransi menujukkan kesalahan yang dapat diterima dari perbedaan kedalaman jalur utama dengan silang, dinyatakan dengan datum WGS84 dan sistem proyeksi UTM Zona 51N. Sebagai contoh, jika toleransi menunjukkan nilai 1,838 m, maka perbedaan kedalaman antara jalur utama yang dapat ditoleransi mencapai 1,838 m.

Tabel 4. 3 Sampel hasil perhitungan ketelitian

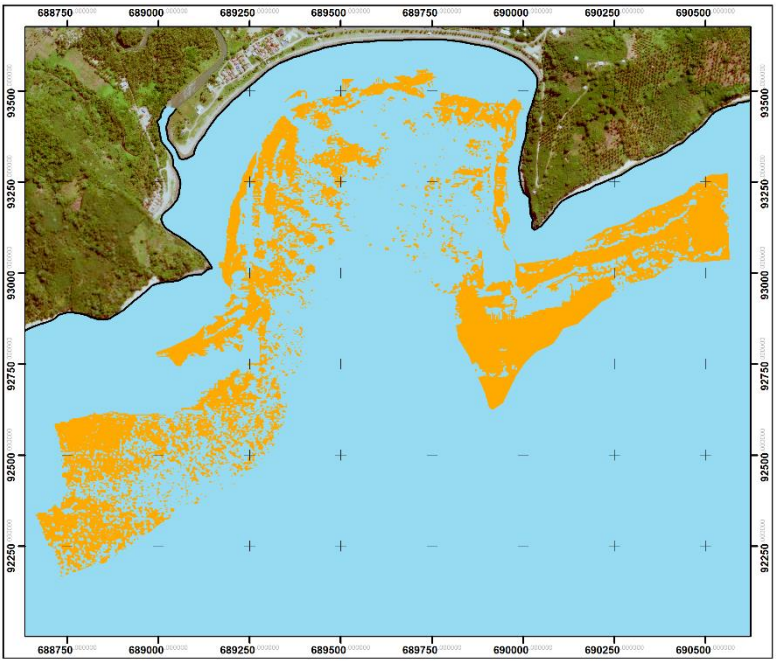
Koordinat Horizontal (m)		Kedalaman (m)				
Easting	Northing	Silang Interpolasi	Utama	Rata-Rata	Selisih	Toleransi
690.181,819	92.262,372	100,338	100,375	100,357	0,037	0,517
690.179,319	92.262,372	100,262	100,295	100,278	0,034	0,517
690.176,819	92.262,372	100,186	100,215	100,200	0,029	0,517
690.174,319	92.262,372	100,109	100,135	100,122	0,026	0,517
690.171,819	92.262,372	100,032	100,055	100,044	0,023	0,517
690.169,319	92.262,372	99,929	99,947	99,938	0,019	0,517
690.166,819	92.262,372	99,812	99,824	99,818	0,013	0,517
690.164,319	92.262,372	99,694	99,701	99,698	0,007	0,517
690.159,319	92.262,372	99,460	99,455	99,457	-0,004	0,516
690.156,819	92.262,372	99,346	99,336	99,341	-0,010	0,516

4.3. Penentuan Habitat Ikan

Habitat ikan demersal didapatkan dari hasil perpotongan (*intersection*) data batimetri dan hambur balik. Area perpotongan dapat dilihat dengam melakukan proses penampalan (*overlay*). Penampalan dilakukan berdasarkan preferensi dari ikan demersal. Ikan demersal yang dicari habitatnya adalah ikan *Leiognathus splendens* (Petek) , *Saurida undosquamis* (Beloso), *Leiognathus equulus* (Peperek), *Lutjanus campechanus* (Kakap Merah), *Nemipterus japonicas* (Kurisi), *Lates calcarifer* (Kakap Putih), *Lethrinus nebulosus* (Lencam), *Caranx ignobilis* (Kuwe/*Giant Trevally*).

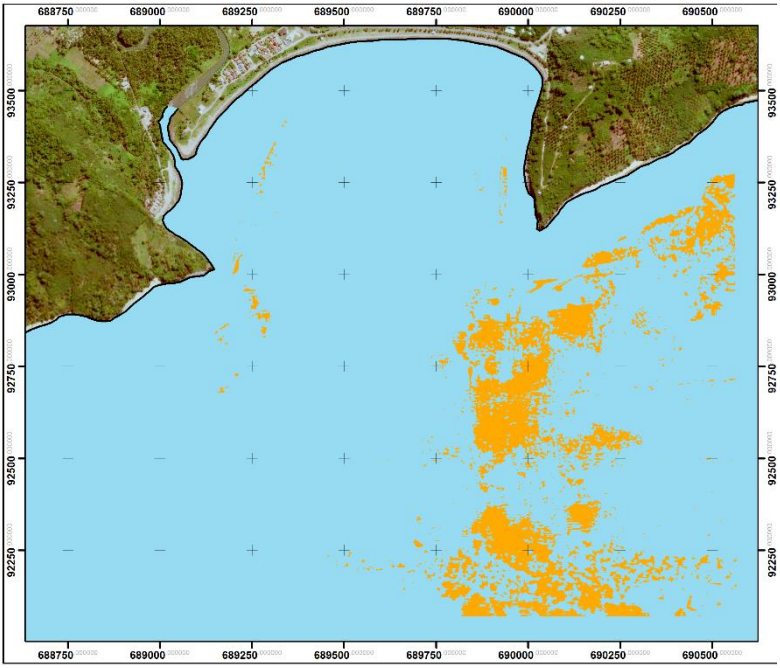
Jenis ikan *Leiognathus splendens* (Petek) adalah jenis ikan yang dapat ditemukan di rentang kedalaman 10-65 meter dan sedimen dasar laut lumpur dan pasir berlumpur. Di lokasi penelitian kali ini, ikan Petek memiliki habitat dengan luasan 374.272,724 m^2. Habitat ikan Petek di lokasi

studi kasus umumnya tersebar di bagian timur, barat, dan utara.



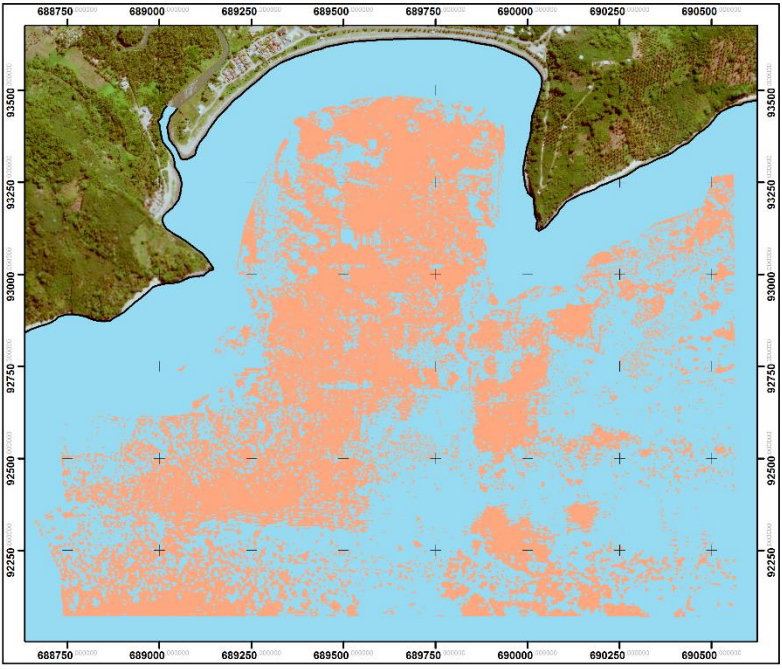
Gambar 4. 12 Habitat ikan Petek

Ikan *Saurida undosquamis* (Beloso) adalah jenis ikan dengan preferensi kedalaman pada rentang 20-260 meter. Preferensi sedimen dasar laut dari ikan ini adalah lumpur. Luas dari habitat Beloso mencapai 194.953,066 m^2. Area habitat ikan Beloso ada yang menyebar dan mengumpul. Umumnya lokasi habitat terletak di bagian sebelah timur studi kasus, mulai dari pinggiran pantai di luar teluk melebar ke arah selatan.



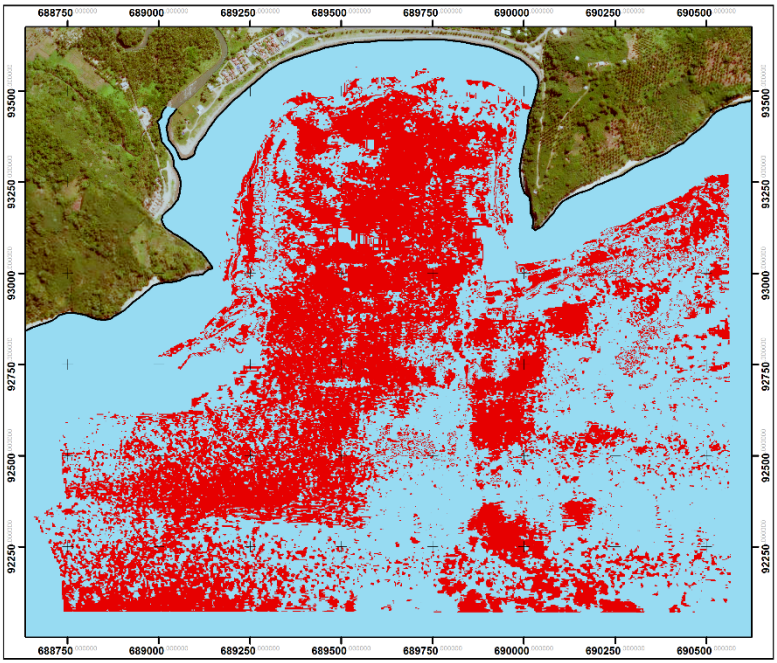
Gambar 4. 13 Habitat ikan Beloso

Ikan *Leiognathus equulus* (Peperek) merupakan ikan yang hidup pada kedalaman 25-250 meter di sedimen dasar laut yang bervariasi antara lumpur, pasir, dan tanah. Habitat ikan Peperek pada penelitian kali ini memiliki luas yang besar, yaitu 859.338,387 m^2. Area habitat pada penelitian kali ini besar karena preferensi kedalaman ikan Petek yang hampir mencakup seluruh area studi kasus dan jenis sedimennya sesuai dengan sedimen dasar laut penyusun area studi kasus. Preferensi-preferensi tersebut menyebabkan habitat ikan Peperek letaknya menyebar dengan cukup merata.



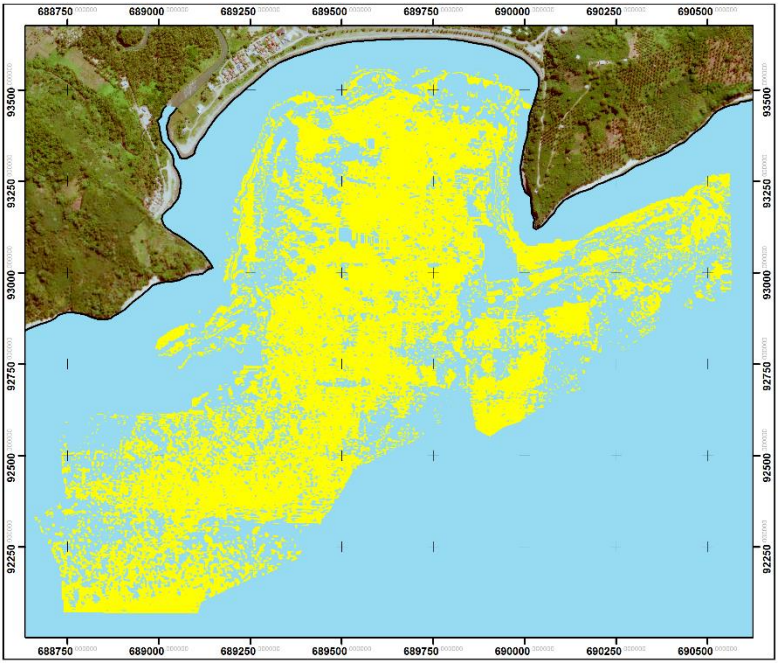
Gambar 4. 14 Habitat ikan Peperek

Ikan *Lutjanus campechanus* (Kakap merah) adalah jenis ikan dengan preferensi kedalaman dasar laut mulai dari 10 hingga 190 meter sebagai habitatnya. Preferensi sedimen Kakap merah beragam, yaitu bebatuan, karang, pasir, dan lumpur. Luas dari habitat Kakap merah mencapai 905.221,356 m^2.



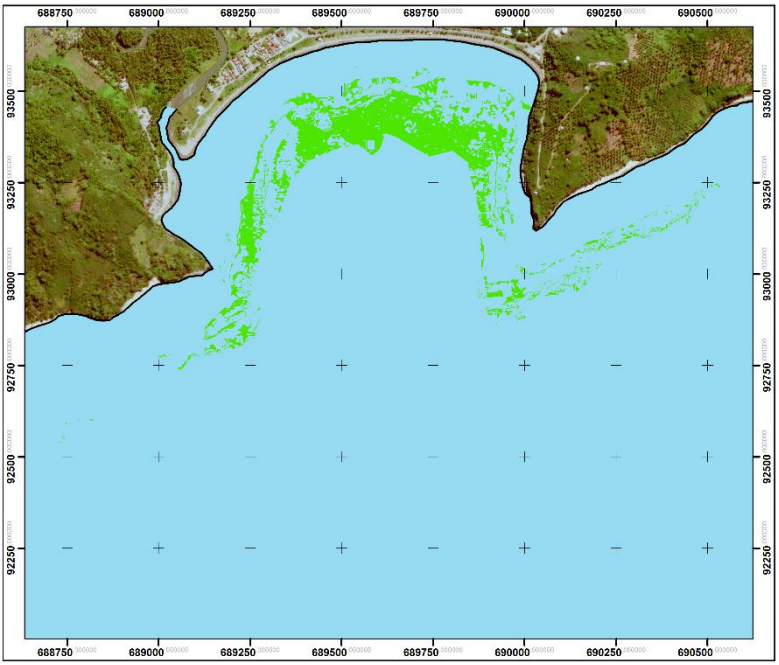
Gambar 4. 15 Habitat ikan Kakap merah

Ikan *Nemipterus japonicus* (Kurisi) hidup di rentang kedalaman 10-80 meter pada jenis sedimen lumpur dan pasir. Habitat ikan Kurisi berdasarkan preferensi tersebut mempunyai luas 765.243,855 m^2. Ikan Kurisi mempunyai habitat yang mengumpul di bagian teluk, timur, dan barat daya lokasi penelitian.



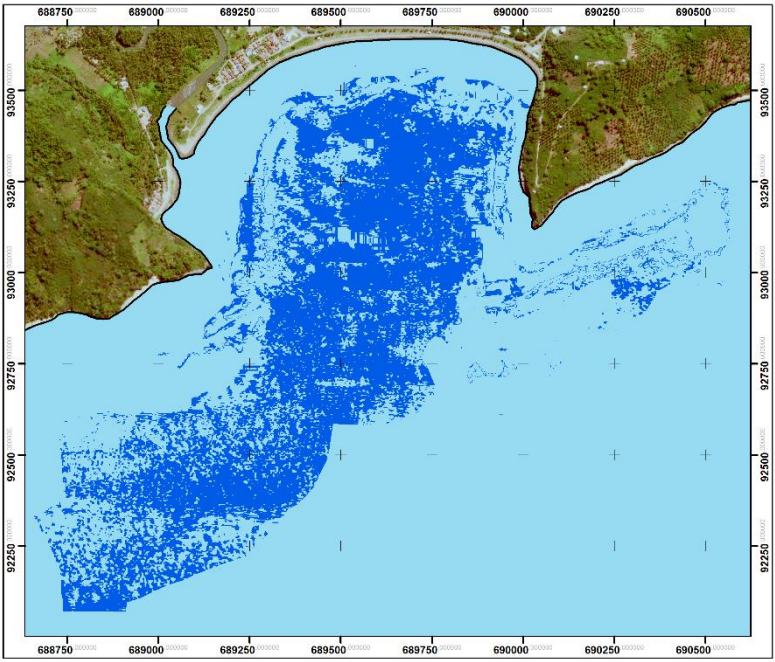
Gambar 4. 16 Habitat ikan Kurisi

Ikan *Lates calcarifer* (Kakap putih) adalah ikan demersal yang mempunyai preferensi kedalaman di rentang 10 – 40 meter. Preferensi sedimen dasar laut ikan Kakap putih adalah pasir. Luas habitat ikan kakap putih mencapai 105.317,213 m^2. Habitat ikan Kakap putih umumnya terletak di pinggir teluk, karena pengaruh preferensi kedalamannya. Habitat ikan Kakap putih mempunyai 2 pola persebaran, yaitu terkumpul di satu area dan tersebar. Habitat ikan Kakap putih yang mengumpul terletak di dekat ujung teluk, sedangkan area yang tersebar umumnya terletak di luar teluk yang berada di pinggir pantai.



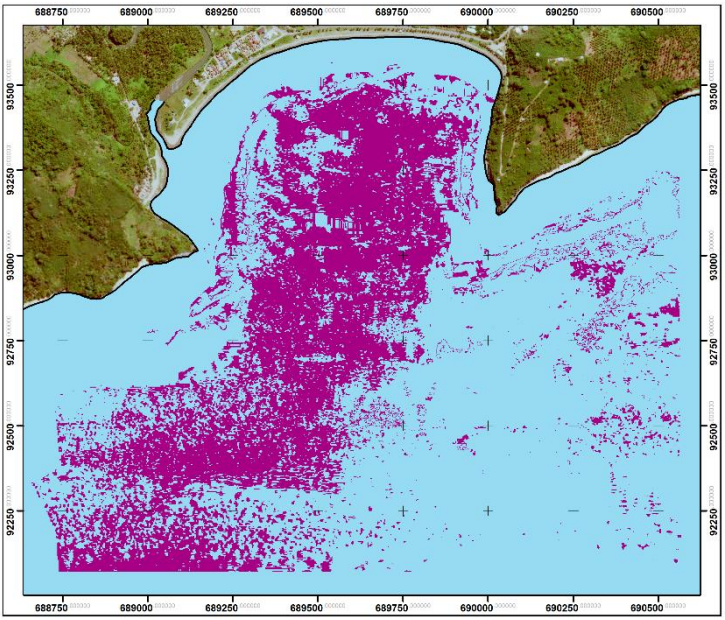
Gambar 4. 17 Habitat Kakap putih

Ikan *Lethrinus nebulosus* (Lencam) adalah ikan yang mempunyai preferensi hidup di kedalaman 10-75 meter dengan jenis sedimen batuan, terumbu karang, pasir, dan bebatuan. Berdasarkan irisan dari preferensi kedalaman dan jenis sedimennya, ikan Lencam mempunyai luas habitat sebesar 589.115,385 m^2. Letak habitat ikan Lencam umumnya terpusat di bagian teluk hingga barat daya lokasi penelitian.



Gambar 4. 18 Habitat ikan Lencam

Ikan *Caranx ignobilis* (Kuwe/Giant Trevally) adalah ikan yang mempunyai preferensi kedalaman 10-188 meter dengan jenis sedimen pasir, bebatuan, dan karang sebagai habitatnya. Habitat sesuai preferensi tersebut mempunyai luas 695.619,101 m^2. Habitat ikan Kuwe terletak di bagian teluk hingga bagian barat daya dari lokasi penelitian.



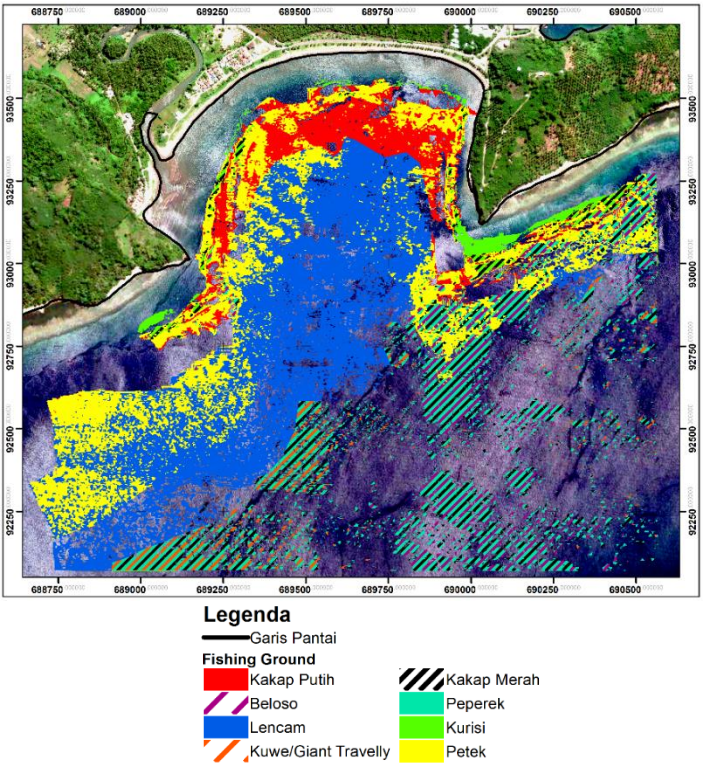
Gambar 4. 19 Habitat ikan Kuwe

Setelah dibuat habitat tiap jenis ikan, maka dibuat 1 peta habitat yang mencakup semua jenis ikan yang sebelumnya sudah dicari habitat. Beberapa jenis ikan demersal mempunyai habitat yang saling bertampalan, diakibatkan adanya persamaan pada preferensi kedalaman dan jenis sedimen. Maka, untuk menghindari kesalahan interpretasi area habitat ikan demersal dikarenakan penampalan tersebut, dibuat tabel yang berisi luas habitat tiap ikan demersal.

Tabel 4. 4 Luas habitat ikan demersal

Spesies Ikan	Luas (m^2)
Leiognathus splendens (Petek)	374.272,724
Saurida micropectoralis (Beloso)	194.953,066

Spesies Ikan	Luas (m^2)
Leiognathus equulus (Peperek)	859.338,387
Lutjanus campechanus (Kakap Merah)	905.221,356
Nemipterus japonicus(Kurisi)	765.243,855
Lates calcarifer (Kakap Putih)	105.317,213
Lethrinus nebulosus(Lencam)	589.115,385
Caranx ignobilis (Kuwe/*Giant Trevally*)	695.619,101



Gambar 4. 20 Habitat ikan demersal area studi kasus

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Data hambur balik menghasilkan mosaik hambur balik dan *angular response curve*. Dengan mosaik hambur balik, klasifikasi sedimen sudah bisa dilakukan secara kualitatif, namun untuk klasifikasi sedimen secara lebih detil, digunakan *angular response curve*, sehingga menghasilkan jenis sedimen lanau, lanau berpasir, pasir berlanau, dan pasir. Selanjutnya dilakukan uji korelasi dengan ukuran butiran sedimen dan hasil uji korelasi menunjukkan adanya korelasi kuat, yaitu bernilai 0,8763, antara nilai hambur balik dengan ukuran butiran.
2. Lokasi penelitian mempunyai rentang nilai kedalaman adalah 4,993 m di bagian paling dangkal dan 110,101 m di bagian terdalam. Hasil pengolahan batimetri terklasfikasi dalam orde 1 sesuai aturan IHO SP-44.
3. Pemetaan habitat ikan demersal dilakukan dengan proses *overlay* lalu *intersecting* (menampal dan memotong) data batimetri dan klasifikasi sedimen sesuai preferensi ikan. Ikan yang dicari habitatnya adalah Kakap putih, Beloso, Lencam, Kuwe, Peperek, Kakap merah, Kurisi, Petek. Ikan dengan habitat terluas adalah Kakap merah(905.221,356 m^2) dan yang paling kecil adalah Kakap putih(105.317,213 m^2).

5.1. Saran

1. Memperbesar area penelitian, sehingga memberi lebih banyak pilihan tempat melaut bagi nelayan.
2. Memperbanyak parameter dalam penentuan habitat ikan demersal. Preferensi ikan demersal bukan hanya

kedalaman dan jenis sedimen, namun juga termasuk salinitas dan temperatur.

3. Membandingkan habitat ikan yang dihasilkan dengan hasil tangkapan ikan di daerah penelitian sehingga dapat dianalisis.
4. Penambahan sampel sedimen untuk memberikan hasil yang lebih merepresentasikan hubungan antara sedimen dasar laut dengan nilai hambur balik saat uji statistik.

DAFTAR PUSTAKA

Amri, K. 2008. “Analisis Hubungan Kondisi Oseanografi dengan Fluktuasi Hasil Tangkapan Ikan di Selat Sunda”. Jurnal Literatur Perikanan Indonesia : 55-65

Balai Riset dan Observasi Laut. 2018. Peta Prakiraan Daerah Penangkapan Ikan. Jembrana : Balai Riset dan Observasi Laut.

Bone, Q., R. Moore. 2008. Biology of Fishes. Abingdon: Taylor and Francis.

Borzone, C. A., Pezzuto, P. R., Marone, E.1999.”Oceanographics Characteristics of a Multi-Spesific Fishing Ground of the Central South Brazil Bight.” Marine Ecology : 131-146

Brammadi, S, Nugraha, A.L, Sudarsono, B, Mudita I. 2017. “Analisis Pengolahan Data Multibeam Echosounder Menggunakan Perangkat Lunak MB-System dan CARIS HIPS dan SIPS Berdasarkan Standar S-44 IHO 2008”. Jurnal Geodesi UNDIP : 351-361.

Brown, Craig J, dan Phillipe Blondel. 2009. "Developments in the Application of Multibeam Sonar Backscatter for Seafloor Habitat Mapping." Applied Acoustics Vol. 70 : 1242-1247.

Clarke, J.E.H, Danforth, B.W., Valentine, P. 1997. “Areal Seabed Classification Using Backscatter Angular Response at 95 KHz”. High Frequency Acoustics in Shallow Water. Lerici : NATO SACLANT Undersea Research Centre.

Colbo, K., Ross, T., Brown, C., Weber, T. 2014. "A Review of Oceanographic Applications of Water Column Data from Multibeam Echosounders." Estuarine, Coastal and Shelf Science : 1-16.

Conway, K.W., Barrie V.J., dan Krautter, M. 2015. "Geomorphology of Unique Reefs on the Western Canadian Shelf: Sponge Reefs Mapped by Multibeam Bathymetry." Geo-Marine Letters Vol. 25 : 205-213.

Demestre, M., Sanchez, P., Abello, P. 2000.”Demersal Fish Assemblages and Habitat Characteristics on the Continental Shelf and Upper Slopeof the North-Western Mediterranian”. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom : 981-988

Fairchild, E. A., dan Howell, W. H.. 2004 "Factors Affecting the Post-Release Survival of Cultured Juvenile Pseudopleuronectes Americanus." Journal of Fish Biology : 69-87.

Exon, N, Hill, P. 1996. "Seabed Mapping Using Multibeam Swath-Mapping Systems: an Essential Technology for Mapping Australia's Margins." AGSO Journal of Australian Geology & Geophysics : 1-16.

Falco, G. D., Tonielli, R., Di Martino, G., Innagi, S., Simeone, S., Parnum, I.M. "Relationships Between Multibeam Backscatter , Sediment Grain Size dan Posidonia Oceanica Seagrass Distribution." Continental Shelf Research Vol. 30, 2010: 1941-1950.

Falyar, C. R. Mei 2017. Reflection, Refraction, Scattering, and Attenutation. <URL: http://www.vaultrasound.com/educational resources/ultrasound-physics/reflection-refraction/>. Dikunjungi pada tanggal 8 Februari 2017.

Fonseca, L., Brown, C., Calder, B., Mayer, L., Rrzhanov, Y. 2009.“Angular Range Analysis of Acoustic Themes from Stanton Banks Ireland: A Link Between Visual Interpretation and Multibeam Echosounder Angular Signatures” Applied Acoustics : 1298-1304

Ghazali, Anwar. 2017. Analisis Gelembung Emisi Gas Dasar Laut Menggunakan Data Kolom Air Dari Multibeam Echosounder. Surabaya: ITS.

Haedrich, R. L. 1996. "Deep-Water Fishes: Evolution dan Adaptation in the Earth's largest Living Spaces." Journal of Fish Biology Vol. 49 : 40-53.

Haniotis, S., Cervenka, P., Negreira, C. 2015.”Seafloor Segmentation Using Angular Backscatter Responses Obtained at Sea with a Forward-Looking Sonar System”.Applied Acoustics : 306-319.

Hiroji, A. D. 2016. Extracting Sonar Relative Beam Pattern For Multi-Sector Multibeam Sonar. New Brunswick : University of New Brunswick.

International Union for Conservation of Nature. 2012. The IUCN Red List of Threatened Species, <URL: http://www.iucnredlist.org/details/199624/0>. Dikunjungi pada tanggal 27 Juli 2018, jam 16.30.

Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 47 Tahun 2016 Tentang Estimasi Potensi, Jumlah Tangkapan yang Diperbolehkan, dan Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia.

International Hydrographic Organization. 2008. IHO Standards for Hydrographic Surveys 5th Edition Special Publication 2008. Monaco : International Hydrographic Bureau.

L-3 Communications ELAC Nautik. 2011. ELAC SeaBeam 1050 Leaflet. Kiel : L-3 Communications ELAC Nautik GmbH.

Le Bas, T. P., dan V. A. I. Huvenne. 2009. "Acquisition dan Processing of Backscatter Data for Habitat Mapping – Comparison of Multibeam dan Sidescan Systems." Applied Acoustics Vol. 70 : 1248-1257.

Lurton, X., Lamarche, G., Brown, C., Lucieer, V., Rice, G., Schimel, A., Weber, T. 2015. Backscatter Measurements By Seafloor-Mapping Sonars : Guidelines and Recommendations. Washington : GeoHab.

Manik, H. 2009. "Measurement of Acoustic Reflection of Tuna Fish Using Echosounder Instrument." Ilmu Kelautan : 84-88.

Mauchline. 1986. "Foraging strategies of deep-sea fish." Marine Ecology : 227-238.

Moyle, P. 2004. Fishes: An Introduction to Ichthyology. United States: Pearson.

Nugraha, I. M. D. S. N., Yuwono.2014. “Studi Aplikasi Multibeam Echosounder dan Side Scan Sonar Untuk Mendeteksi Free Span Pada Saluran Pipa Bawah Laut.”Geoid : 65-69

Ona, E. 2003.”An Expanded Target-Strength Relationship for Herring”. ICES Journal of Marine Sciences : 493-499

Ostrovsky, I. 2008. "Quantifying Gas Ebullition With Echosounder: The Role of Methane Transport by Bubbles in a Medium-Sized Lake." Limnology and Oceanography : Methods : 105-118.

Panini, S. 2015. Design and Development of Soft X-Ray Optics for Planetary Observations. Bengaluru : Indian Institute of Astrophysics.

Parnum, I. 2007. Benthic Habitat Mapping Using Multibeam Sonar Systems. Curtin : Curtin University of Technology.

Putra, E., Gaol, J. L, dan Siregar, V. P.. 2016. "Hubungan Konsentrasi Klorofil-a dan Suhu Permukaan Laut Dengan Hasil Tangkapan Ikan Pelagis Utama di Perairan Laut Jawa Dari Citra Satelit MODIS." Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan. Vol. 3. No. 2 : 1-10.

Sabol, B., Melton, R.E., Chamberlain, R., Doering, P., Haunert, K. 2002. "Evaluation of a Digital Echo Sounder System for Detection of Submersed Aquatic Vegetation." Estuaries : 133-141.

Sarwono, J. 2006. Metode Penelitian Kuantitatid dan Kualitatif. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Suman, Ali. 2014. Potensi dan Tingkat Pemanfaatan Sumberdaya Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Republik Indonesia (WPP RI). Jakarta: Ref Grafika.

Supartono, B. 2013. Pengukuran Acoustic Backscattering Strength Dasar Perairan dengan Instrumen Single dan Multibeam Echosounder. Bogor: IPB.

Talif, M., Khomsin. 2017. Analisa Data Multibeam Echosounder dan Sidescan Sonar Untuk Identifikasi Fitur Dasar Laut di Perairan Kepulauan Riau. Surabaya : ITS.

Walrond, C. Juni 2006. Fish of the Open Sea Floor. <URL:https://teara.govt.nz/en/coastal-fish/page-5>. Dikunjungi pada tanggal 8 Desember 2017.

LAMPIRAN

Tabel perhitungan ketelitian pemeruman

No	Koordinat Horizontal (m)		Kedalaman (m)				
	Easting	Northing	Silang Interpolasi	Utama	Rata-Rata	Selisih	Toleransi
1	690.181,819	92.262,372	100,338	100,375	100,357	0,037	0,517
2	690.179,319	92.262,372	100,262	100,295	100,278	0,034	0,517
3	690.176,819	92.262,372	100,186	100,215	100,200	0,029	0,517
4	690.174,319	92.262,372	100,109	100,135	100,122	0,026	0,517
5	690.171,819	92.262,372	100,032	100,055	100,044	0,023	0,517
6	690.169,319	92.262,372	99,929	99,947	99,938	0,019	0,517
7	690.166,819	92.262,372	99,812	99,824	99,818	0,013	0,517
8	690.164,319	92.262,372	99,694	99,701	99,698	0,007	0,517
9	690.159,319	92.262,372	99,460	99,455	99,457	-0,004	0,516
10	690.156,819	92.262,372	99,346	99,336	99,341	-0,010	0,516
11	690.151,819	92.262,372	99,314	99,321	99,317	0,007	0,516
12	690.149,319	92.262,372	99,298	99,313	99,305	0,016	0,516
13	690.146,819	92.262,372	99,282	99,306	99,294	0,025	0,516
14	690.144,319	92.262,372	99,266	99,299	99,282	0,034	0,516
15	690.139,319	92.262,372	99,055	99,077	99,066	0,023	0,516
16	690.346,819	92.697,372	90,853	90,842	90,847	-0,010	0,514
17	690.336,819	92.697,372	90,382	90,368	90,375	-0,014	0,514
18	690.329,319	92.697,372	90,029	90,060	90,045	0,031	0,514
19	690.406,819	92.852,372	84,537	84,526	84,531	-0,011	0,512
20	690.399,319	92.852,372	83,863	83,871	83,867	0,008	0,512
21	690.396,819	92.849,872	83,616	83,627	83,622	0,011	0,512
22	690.379,319	92.824,872	83,471	83,516	83,493	0,046	0,512
23	690.394,319	92.852,372	83,471	83,499	83,485	0,028	0,512
24	690.389,319	92.852,372	83,233	83,300	83,266	0,067	0,512
25	690.384,319	92.852,372	82,994	83,101	83,048	0,107	0,512
26	690.371,819	92.834,872	81,962	81,959	81,961	-0,003	0,511
27	690.359,319	92.824,872	81,652	81,637	81,645	-0,015	0,511
28	690.349,319	92.824,872	80,999	80,986	80,992	-0,013	0,511
29	690.334,319	92.824,872	80,400	80,396	80,398	-0,004	0,511
30	690.351,819	92.849,872	79,431	79,436	79,434	0,005	0,511
31	690.341,819	92.849,872	78,819	78,807	78,813	-0,012	0,510
32	689.751,819	92.807,372	75,349	75,352	75,350	0,004	0,510
33	689.741,819	92.807,372	75,118	75,122	75,120	0,004	0,509

No	Koordinat Horizontal (m)		Kedalaman (m)				
	Easting	Northing	Silang Interpolasi	Utama	Rata-Rata	Selisih	Toleransi
34	689.734,319	92.807,372	74,985	74,993	74,989	0,008	0,509
35	689.724,319	92.807,372	74,763	74,772	74,767	0,010	0,509
36	689.721,819	92.807,372	74,707	74,717	74,712	0,010	0,509
37	689.716,819	92.807,372	74,595	74,603	74,599	0,008	0,509
38	689.711,819	92.807,372	74,484	74,489	74,486	0,006	0,509
39	689.706,819	92.849,872	73,590	73,601	73,595	0,011	0,509
40	689.704,319	92.849,872	73,526	73,536	73,531	0,011	0,509
41	689.699,319	92.849,872	73,494	73,504	73,499	0,011	0,509
42	689.696,819	92.849,872	73,461	73,472	73,467	0,011	0,509
43	689.694,319	92.849,872	73,429	73,439	73,434	0,010	0,509
44	689.689,319	92.849,872	73,377	73,381	73,379	0,005	0,509
45	689.681,819	92.849,872	73,302	73,297	73,300	-0,005	0,509
46	689.676,819	92.849,872	73,249	73,241	73,245	-0,008	0,509
47	689.674,319	92.849,872	73,220	73,212	73,216	-0,008	0,509
48	688.986,819	92.177,372	71,188	71,198	71,193	0,010	0,508
49	688.974,319	92.177,372	70,715	70,697	70,706	-0,017	0,508
50	688.964,319	92.177,372	70,502	70,482	70,492	-0,020	0,508
51	688.961,819	92.177,372	70,435	70,412	70,424	-0,023	0,508
52	688.959,319	92.177,372	70,355	70,327	70,341	-0,028	0,508
53	688.956,819	92.177,372	70,276	70,242	70,259	-0,033	0,508
54	688.954,319	92.177,372	70,196	70,157	70,177	-0,039	0,508
55	688.826,819	92.147,372	68,991	68,986	68,988	-0,004	0,508
56	688.821,819	92.147,372	68,879	68,877	68,878	-0,002	0,508
57	688.811,819	92.147,372	68,693	68,701	68,697	0,008	0,508
58	688.806,819	92.147,372	68,599	68,610	68,604	0,011	0,508
59	688.804,319	92.147,372	68,551	68,561	68,556	0,011	0,508
60	688.799,319	92.147,372	68,455	68,463	68,459	0,008	0,508
61	688.789,319	92.147,372	68,109	68,106	68,108	-0,003	0,508
62	688.786,819	92.147,372	67,988	67,981	67,984	-0,007	0,508
63	688.784,319	92.147,372	67,867	67,855	67,861	-0,011	0,508
64	688.776,819	92.147,372	67,560	67,540	67,550	-0,019	0,508
65	688.771,819	92.147,372	67,394	67,373	67,384	-0,021	0,508
66	688.766,819	92.147,372	67,229	67,206	67,217	-0,022	0,508

No	Koordinat Horizontal (m)		Kedalaman (m)				
	Easting	Northing	Silang Interpolasi	Utama	Rata-Rata	Selisih	Toleransi
67	688.761,819	92.147,372	67,160	67,142	67,151	-0,018	0,508
68	688.751,819	92.147,372	67,042	67,032	67,037	-0,010	0,508
69	689.396,819	93.077,372	52,823	52,821	52,822	-0,002	0,505
70	689.391,819	93.077,372	52,311	52,301	52,306	-0,010	0,505
71	689.386,819	93.077,372	51,810	51,781	51,795	-0,029	0,505
72	689.464,319	93.214,872	50,023	50,017	50,020	-0,006	0,504
73	689.461,819	93.217,372	49,650	49,635	49,643	-0,015	0,504
74	689.456,819	93.217,372	49,395	49,369	49,382	-0,026	0,504
75	689.441,819	93.214,872	49,225	49,229	49,227	0,004	0,504
76	689.451,819	93.217,372	49,229	49,207	49,218	-0,022	0,504
77	689.449,319	93.217,372	49,180	49,165	49,173	-0,015	0,504
78	689.446,819	93.217,372	49,131	49,123	49,127	-0,008	0,504
79	689.444,319	93.217,372	49,082	49,081	49,082	-0,001	0,504
80	689.359,319	93.077,372	48,692	48,647	48,669	-0,045	0,504
81	689.461,819	93.229,872	48,533	48,537	48,535	0,005	0,504
82	689.356,819	93.077,372	48,456	48,409	48,433	-0,047	0,504
83	689.354,319	93.077,372	48,334	48,294	48,314	-0,040	0,504
84	689.451,819	93.229,872	48,236	48,245	48,241	0,009	0,504
85	689.429,319	93.214,872	48,035	48,021	48,028	-0,014	0,504
86	689.424,319	93.214,872	47,627	47,613	47,620	-0,014	0,504
87	689.419,319	93.214,872	47,347	47,340	47,344	-0,007	0,504
88	689.416,819	93.214,872	47,207	47,204	47,206	-0,003	0,504
89	689.404,319	93.232,372	45,269	45,286	45,278	0,017	0,503
90	689.389,319	93.232,372	43,856	43,874	43,865	0,018	0,503
91	689.976,819	93.032,372	9,543	9,490	9,516	-0,053	0,500
92	689.979,319	93.032,372	9,463	9,413	9,438	-0,050	0,500
93	689.984,319	93.032,372	9,302	9,258	9,280	-0,044	0,500
94	689.991,819	93.032,372	9,129	9,093	9,111	-0,035	0,500
95	690.006,819	93.032,372	9,092	9,074	9,083	-0,018	0,500
96	689.996,819	93.032,372	9,066	9,037	9,052	-0,029	0,500
97	690.001,819	93.032,372	9,004	8,981	8,992	-0,022	0,500
98	689.266,819	93.354,872	4,451	4,420	4,435	-0,031	0,500
99	689.264,319	93.359,872	3,734	3,626	3,680	-0,108	0,500
100	689.239,319	93.354,872	3,293	3,252	3,272	-0,041	0,500

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BIOGRAFI PENULIS

Dimas Rizqi Dwiaji dilahirkan di Jakarta, 31 Agustus 1995. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal di SDN Pondokcina 1 Depok, SMPN 41 Jakarta, dan SMAN 38 Jakarta. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikan S-1 di Jurusan Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumian, Institut Teknologi Sepuluh Nopember melalui jalur SBMPTN pada tahun 2014. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa dengan NRP 03311440000062. Selama masa perkuliahan, penulis cukup aktif mengikuti acara-acara yang diselenggarakan oleh Himpunan Mahasiswa Geomatika (HIMAGE) ITS dan Jurusan Teknik Geomatika, baik sebagai panitia maupun peserta. Penulis telah melaksanakan kerja praktik di Balai Riset dan Observasi Laut. Penulis memilih bidang keahlian hidrografi dan melakukan penelitian tugas akhir dengan judul "Penentuan Habitat Ikan Demersal Berdasarkan Rentang Kedalaman dan Jenis Sedimen Menggunakan Data Multibeam Echosounder" sebagai syarat memperoleh gelar sarjana teknik.