

**STUDI PEMANFAATAN DATA *BACKSCATTER* AKUSTIK  
*MULTIBEAM ECHOSOUNDER* UNTUK IDENTIFIKASI OBJEK DASAR LAUT  
(STUDI KASUS PERAIRAN TELUK JAKARTA)**

***STUDY OF ACOUSTIC BACKSCATTER DATA UTILIZATION  
MULTIBEAM ECHOSOUNDER FOR IDENTIFICATION OF SEABED OBJECTS  
(CASE STUDY OF JAKARTA BAY WATERS)***

Yoga Prihantoro<sup>1</sup>, Henry M. Manik<sup>2</sup>, & Anang Prasetia Adi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut

<sup>2</sup>Institut Pertanian Bogor

<sup>3</sup>Pusat Hidro-Oseanografi Angkatan Laut

Email: yogaprihantoro@gmail.com

**ABSTRAK**

Survei batimetri memiliki peranan yang penting dalam rangka menyediakan informasi spasial yang diperlukan untuk berbagai keperluan, terutama berkaitan dengan perencanaan, pelaksanaan kegiatan dan pengambilan keputusan dalam kaitannya dengan bidang kelautan. Salah satu peralatan yang digunakan untuk akuisisi data batimetri adalah Multibeam Echosounder. Hasil data yang didapatkan berupa data batimetri dan backscatter. Data *backscatter Multibeam Echosounder* dapat dimanfaatkan untuk menentukan klasifikasi sedimen dasar laut maupun untuk identifikasi objek dasar laut. Penelitian ini berlokasi di Teluk Jakarta pada area dengan koordinat 5°55'33.20" LS s/d 5° 57'11.38" LS dan 106°48'00.00" BT s/d 106°51'42.75" BT. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dari Multibeam Echosounder EM302 yang terpasang di KRI Rigel-933. *Raw data* batimetri diolah menggunakan perangkat lunak Caris Hips and Sips 10.4 dengan koreksi data pasang surut dan *sound velocity* di area penelitian, menghasilkan base surface batimetri dan mosaic backscatter. Hasil penelitian ini mendapatkan objek di area penelitian berupa kapal karam (*wreck*) dan dua lajur pipa di dasar laut. Objek pertama berupa kapal karam (*wreck*) berada pada posisi 5°55'36.58" LS - 106°51'23.39" BT dan kedalaman minimum 15,6 meter. Nilai intensitas yang diperoleh yaitu -17,481 dB s/d -12,083 dB. Objek Pipa 1 berada pada posisi 5°55'31.92" LS – 106°51'17.03" BT sampai dengan 5°57'13.61" LS - 106°49'47.93 BT dengan kedalaman 26,1 meter sampai dengan 30,3 meter. Nilai intensitas objek Pipa 1 -26,38 dB sampai dengan -14,26 dB. Objek Pipa 2 pada posisi 5°56'58.08" LS - 106°47'58.68" BT, kedalaman antara 24,7 meter sampai dengan 26,3 meter. Nilai intensitas Pipa 2 antara -23,99 dB sampai dengan -14,99 dB.

**Kata Kunci:** Multibeam Echosounder, batimetri, *backscatter*.

## ABSTRACT

*Bathymetric surveys have an important role in providing the necessary spatial information for various purposes, especially those related to planning, implementing activities and making decisions in relation to the marine sector. One of the equipment used for bathymetric data acquisition is the Multibeam Echosounder. The results of the data obtained in the form of bathymetry and backscatter data. Backscatter Multibeam Echosounder data can be used to determine the classification of seabed sediments as well as to identify objects on the seabed. This research is located in Jakarta Bay in an area with coordinates 5° 55' 33.20" South Latitude to 5° 57' 11.38" South Latitude and 106° 48' 00.00" East Longitude to 106° 51' 42.75" East Longitude. The data used in this study is secondary data from the Multibeam Echosounder EM302 installed on the KRI Rigel-933. The bathymetry raw data was processed using Caris Hips and Sips 10.4 software with tidal and sound velocity data corrections in the research area, producing a bathymetric base surface and mosaic backscatter. The results of this study found objects in the research area in the form of a shipwreck (wreck) and two pipelines on the seabed. The first object is a shipwreck (wreck) at a position of 5°55'36.58" South Latitude - 106°51'23.39" East Longitude and a minimum depth of 15.6 meters. The intensity value obtained is -17.481 dB to -12.083 dB. Pipe object 1 is located at a position of 5°55'31.92" S – 106°51'17.03" E to 5°57'13.61" S - 106°49'47.93" E with a depth of 26.1 meters to 30.3 meters. Pipe object intensity values 1 - 26.38 dB to -14.26 dB. Pipe object 2 at position 5°56'58.08" S - 106°47'58.68" E, depth between 24.7 meters to 26.3 meters. The intensity value of Pipe 2 is between -23.99 dB to -14.99 dB.*

**Keywords:** *Multibeam Echosounder, bathymetry, backscatter.*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Survei batimetri merupakan salah satu bagian dari survei hidrografi. Secara umum, kegiatan yang dilaksanakan dalam survei batimetri adalah pengukuran kedalaman laut. Survei batimetri memiliki peranan yang penting dalam rangka menyediakan informasi spasial yang diperlukan untuk berbagai keperluan, terutama berkaitan dengan perencanaan, pelaksanaan kegiatan dan pengambilan keputusan dalam kaitannya dengan bidang kelautan. Untuk mendapatkan data batimetri dapat digunakan peralatan yang

bekerja berdasarkan teknologi hidroakustik.

Teknologi hidroakustik merupakan suatu teknologi yang telah banyak dimanfaatkan untuk pendeteksian bawah air menggunakan perangkat akustik (*acoustic instrument*). Salah satu peralatan yang menggunakan prinsip hidroakustik adalah *echosounder*. Peralatan tersebut mempunyai prinsip kerja memancarkan gelombang suara dan selanjutnya gema dari gelombang suara tersebut ditangkap kembali sehingga dapat diketahui kedudukan benda-benda di bawah air. Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi,

echosounder berkembang dari yang pada awalnya menggunakan *singlebeam echosounder* (SBES) hingga saat ini menggunakan *multibeam echosounder* (MBES).

*Multibeam echosounder* (MBES) merupakan peralatan akustik yang banyak digunakan dalam pemetaan dasar perairan, terutama karena teknologi ini memiliki kemampuan yang lebih baik, terutama cakupannya yang luas dan resolusi yang tinggi untuk akuisisi data batimetri (Anderson *et al.*, 2008). *Multibeam echosounder* merupakan alat yang sangat cocok untuk memetakan dasar perairan karena memiliki *coverage area* yang luas resolusi hasil data yang tinggi dan memiliki rentang kedalaman yang lebar (Hasan *et al.*, 2014). *Multibeam echosounder* menghasilkan dua tipe dataset yaitu data batimetri dan hambur balik (*backscatter*) yang sangat berguna untuk memetakan dasar perairan (Adi *et al.*, 2016).

Perairan Teluk Jakarta merupakan bagian dari Laut Jawa yang terletak di sebelah utara Provinsi DKI Jakarta, Indonesia. Di teluk ini terdapat pulau-pulau kecil berjenis pulau karang yang bernama Kepulauan Seribu. Perairan Teluk Jakarta memiliki peran yang penting dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi daerah melalui pengembangan industri kelautan seperti jasa perhubungan laut, *transshipment*, penambangan minyak dan pariwisata. Di teluk ini terdapat Pelabuhan Tanjung Priok, pelabuhan terbesar di Indonesia yang juga menjadi pusat kegiatan ekspor impor. Peranan penting dari Pelabuhan Tanjung Priok tersebut menuntut standar

yang tinggi dalam hal keamanan dan keselamatan navigasi dan pelayaran.

Dalam rangka meningkatkan keamanan dan keselamatan navigasi dan pelayaran, diperlukan survei investigasi untuk pemutakhiran peta laut di perairan Teluk Jakarta, karena di dasar perairan Teluk Jakarta tersebut terdapat berbagai macam objek seperti instalasi pipa dan kabel bawah laut, bangkai kapal (*wreck*) dan lain sebagainya. Saat ini MBES memiliki fitur yang dapat memproses data batimetri untuk mengidentifikasi jenis sedimen di dasar laut dengan memanfaatkan sinyal hambur balik (*backscatter*). Dari hasil pendeteksian tersebut akan diperoleh tingkatan nilai intensitas akustik pada suatu objek yang terkandung di dasar laut.

Pada penelitian ini akan dilaksanakan identifikasi objek bawah laut dan sedimen di sekitarnya menggunakan *raw data* batimetri di Teluk Jakarta berdasarkan nilai intensitas akustik objek tersebut. Penelitian ini penting untuk dilaksanakan guna memberikan tambahan informasi mengenai adanya objek bawah laut yang perlu diwaspadai untuk menjamin keselamatan pelayaran terutama kapal-kapal yang berlayar di Teluk Jakarta menuju ke Pelabuhan Tanjung Priok.

### **Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat dirumuskan beberapa masalah antara lain:

- a. Bagaimana pengolahan data batimetri dan data *backscatter Multibeam Echosounder*?
- b. Bagaimana mengidentifikasi objek dasar laut dengan memanfaatkan nilai

intensitas akustik dan jenis sedimen dasar laut di sekitarnya?

### **Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian dalam penulisan ini adalah:

- a. Mengetahui pengolahan data batimetri dan *backscatter Multibeam Echosounder*.
- b. Mengetahui identifikasi objek dasar laut dengan memanfaatkan nilai intensitas akustik dan jenis sedimen dasar laut di sekitarnya.

### **Manfaat Penelitian**

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memanfaatkan nilai backscatter dari hasil pengolahan MBES untuk membantu mengidentifikasi objek-objek bawah laut yang berada di permukaan dasar laut serta membantu proses perencanaan kegiatan survei identifikasi objek bawah laut sesuai dengan kondisi teknis di lapangan sehingga pengambilan keputusan dapat dilaksanakan lebih optimal.

### **Pembatasan masalah**

Pembatasan masalah dalam penulisan ini adalah sebagai berikut:

- a. Pengolahan data dan studi identifikasi objek bawah laut menggunakan perangkat lunak Caris Hips and Sips 10.4 untuk mengukur kedalaman dan menginterpretasikan bentuk dasar laut.
- b. Proses identifikasi sedimen dasar laut menggunakan metode *Angular Response Analysis (ARA)* dan *Sediment Analysis (SAT)* pada perangkat lunak Caris Hips and Sips 10.4.

- c. Data batimetri yang digunakan adalah data dari Latsurta KRI Rigel-933 Satsurvei Pushidrosal di perairan Teluk Jakarta pada November 2020.

## **LANDASAN TEORI**

### **Teori Akustik Bawah Air**

Akustik adalah ilmu yang membahas tentang gelombang suara dan perambatannya dalam suatu medium (Lubis, 2016). Dalam pengertian yang lain menurut Kencanawati (2017), akustik diartikan sebagai bidang ilmu yang mempelajari tentang suara dan bunyi yang ditimbulkan dari benda yang bergetar. Teknologi akustik banyak dimanfaatkan dalam bidang kelautan, salah satunya adalah untuk mendeteksi objek di kolom air serta di dasar perairan.

Cepat rambat gelombang suara dalam suatu media air memiliki nilai yang tidak selalu konstan. Hal tersebut dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu temperatur, tekanan, dan salinitas. Ketiga faktor menyebabkan lintasan kecepatan suara ke dasar laut tidak bergerak secara tegak lurus.

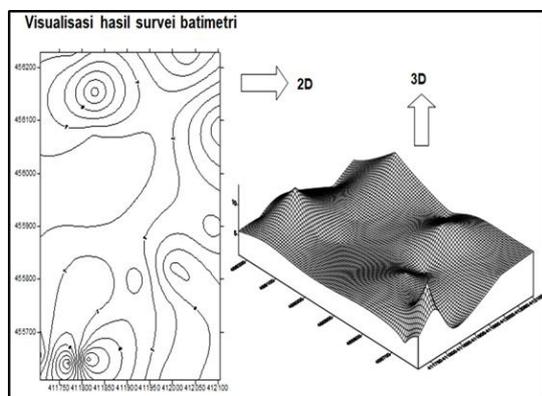
Teknologi akustik bawah air dapat melakukan pengukuran terhadap kuat lemahnya pantulan dasar perairan dari berbagai macam jenis partikel. Impedansi akustik dan koefisien refleksi inilah yang digunakan untuk menentukan seberapa besar kuat/nilai dari pantulan suatu objek (Indramawan *et al.*, 2017).

### **Survei Batimetri**

Survei adalah kegiatan terpenting dalam menghasilkan informasi atau data. Survei hidrografi didefinisikan sebagai kegiatan pengukuran untuk memperoleh

gambar permukaan dasar laut. Batimetri merupakan metode atau teknik untuk menentukan kedalaman laut atau profil dasar laut yang didapatkan dari hasil analisis data kedalaman *International Hydrographic Organization (IHO) S-44*, (2008). Survei batimetri dilaksanakan untuk mendapatkan data kedalaman dan konfigurasi atau topografi dasar laut, termasuk lokasi dan luasan obyek-obyek yang mungkin membahayakan.

Survei batimetri merupakan suatu aktivitas dan proses dalam menentukan posisi titik-titik di dasar permukaan air laut dengan sistem koordinat tertentu, sehingga dari data hasil survei didapatkan suatu model bentuk topografi dasar laut yang divisualisasikan dalam bentuk peta. Visualisasi hasil survei batimetri dapat dilihat pada Gambar 1.



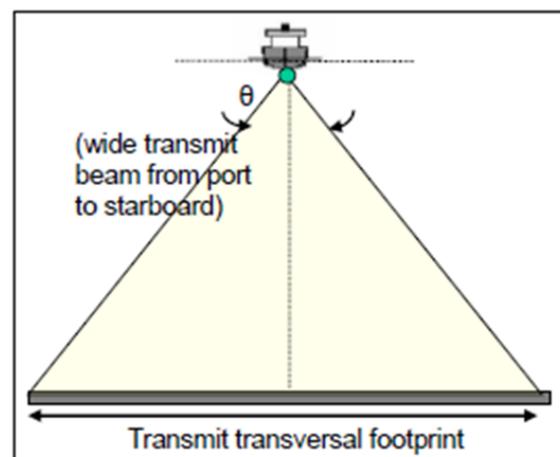
Gambar 1. Visualisasi Data Batimetri (Sumber: Yantarto, 2006)

### **Multibeam Echosounder**

Multibeam Echosounder (MBES) adalah salah satu alat yang digunakan untuk survei batimetri dalam cakupan survei hidrografi. MBES digunakan untuk mengukur banyak titik kedalaman secara bersamaan yang didapat dari suatu

susunan transduser (*transducer array*) (Lekkerkerk, 2006). MBES menggunakan pancaran gelombang suara yang berasal dari transduser yang memiliki kemiringan berbeda-beda tiap beam, sehingga MBES dapat mengukur kedalaman bukan dibawah lunas kapal melainkan juga sisi samping luar dari kapal.

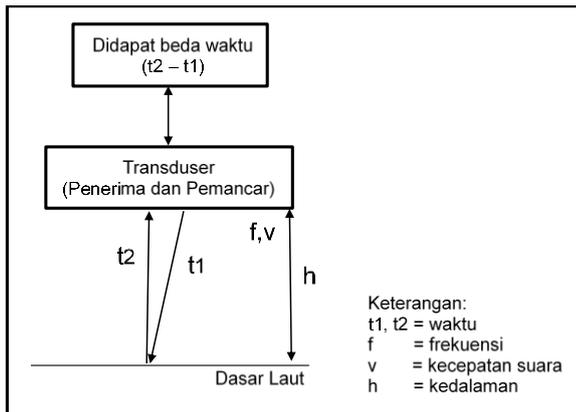
Prinsip dasar Multibeam Echosounder untuk memperoleh nilai kedalaman adalah transmitter pada transduser memancarkan gelombang akustik secara vertikal menuju dasar perairan dengan frekuensi tertentu, kemudian gelombang akustik tersebut dipantulkan kembali oleh dasar perairan dan diterima oleh receiver. Data yang dihasilkan dari proses tersebut adalah selang waktu dari gelombang dipancarkan hingga gelombang diterima kembali, dengan data tersebut kedalaman dasar perairan dapat diperoleh (Poerbandono & Djunarsjah, 2005). Lebar sapuan multibeam echosounder ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sapuan Multibeam Echosounder (Sumber: SHOM, 2014)

Menurut Sasmita (2008), pada prinsipnya MBES menggunakan

pengukuran selisih fase pulsa untuk teknik pengukuran yang digunakan. Selisih fase ini merupakan fungsi dari selisih pulsa waktu pancaran dan penerimaan pulsa akustik serta sudut datang dari tiap-tiap transduser. Prinsip kerja MBES menggunakan selisih fase pulsa ditunjukkan pada Gambar 3.

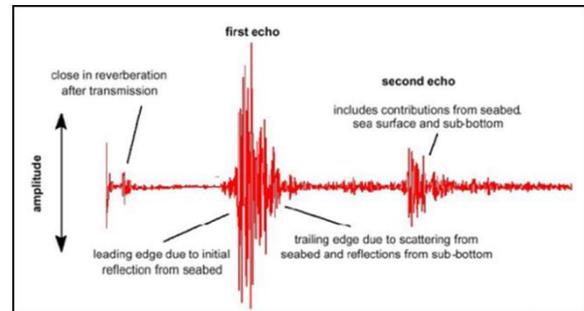


Gambar 3. Geometri Waktu Transduser (Sumber: Djunarsjah, 2005)

Hamburan (*scatter*) merupakan suatu pemantulan pada bidang licin (*specular*) di suatu perbatasan medium yang halus antara dua medium, dimana dimensi dari perbatasan lebih besar daripada panjang gelombang dari energi akustik yang datang. Hamburan akustik berasal dari objek medium yang ukuran panjang gelombangnya lebih kecil sehingga menyebabkan gelombang menyebar ke banyak arah.

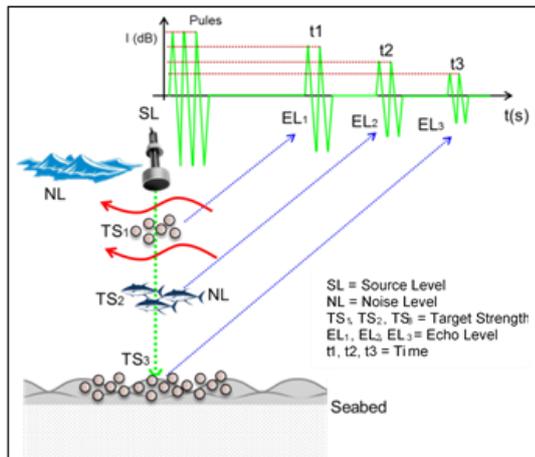
Pemantul kasar (*nonspecular*) memantulkan suara pada semua arah sehingga amplitudo dari echo yang dikembalikan lebih lemah dari pada echo di permukaan jaringan. Pada umumnya, amplitudo sinyal echo dari suatu medium tergantung kepada jumlah hamburan per unit volume, impedansi akustik material,

ukuran penghambur, dan frekuensi gelombang akustik (Prayoga et al., 2016).



Gambar 4. Ilustrasi Proses Penerimaan Sinyal *Backscatter* Pada MBES (Penrose et al., 2005)

Gelombang akustik yang tersebar kembali ke penerima sebagai intensitas sinyal (Trismadi, 2017). Gema backscatter tidak hanya berasal dari refleksi dasar laut, tetapi juga dari hal-hal lain selain dari target asli seperti gelembung, ikan, dan partikel tersuspensi (Lurton, 2010). Selain dari intensitas sinyal serta panjang gelombang yang dipancarkan, kekuatan backscatter juga dipengaruhi oleh bentuk kemiringan dasar laut, kekasaran dasar laut dan kondisi dasar laut yang mempengaruhi proses *scattering* dan refleksi dari gelombang akustik (Trismadi, 2017). Deteksi *echo level* dapat digambarkan pada Gambar 5.



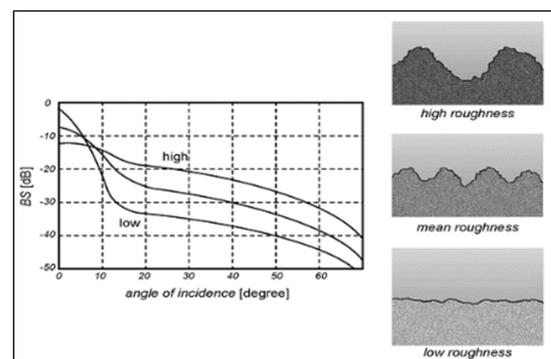
Gambar 5. Deteksi Echo Level Pada MBES Dalam Pendeteksian Dasar Laut (Sumber: Prayoga et al., 2016)

*Geocoder* merupakan suatu algoritma yang digunakan untuk pengolahan data backscatter akustik, diciptakan oleh Dr. Luciano Fonseca dan dilisensi oleh CARIS melalui Universitas New Hampshire. Implementasi *geocoder* digunakan untuk memproses dan menganalisa data hambur balik, proses geobars, pembuatan mosaik dan mengestimasi ukuran butiran tipe sedimen berdasarkan respon sudut pancaran (Dufek, 2012).

Pengolahan data hambur balik menggunakan *geocoder* merupakan tahapan lanjutan setelah pengolahan data batimetri menggunakan metode CUBE Surface, sehingga bisa dipastikan bahwa data yang digunakan sudah terkoreksi dengan baik (MacDonald et al., 2008). Pengolahan ini difokuskan pada tiga hal utama yaitu proses geobars, pembuatan mosaik hambur balik dan analisa tipe sedimen (Adi, 2016).

Kekuatan hambur balik (*backscatter strength*), respon sudut pancaran (*angle of incidence*) dan sifat

dasar laut (*roughness*) memiliki hubungan yang saling terkait, untuk jenis dasar laut yang sangat keras (*high roughness*) memiliki nilai intensitas yang tinggi sedangkan jenis dasar laut yang lunak (*low roughness*) memiliki nilai intensitas yang rendah, hal ini digambarkan dalam kurva model dibawah ini. Grafik hubungan antara kekuatan hambur balik, respon sudut pancaran dan kekasaran jenis dasar laut ditunjukkan pada Gambar 6.

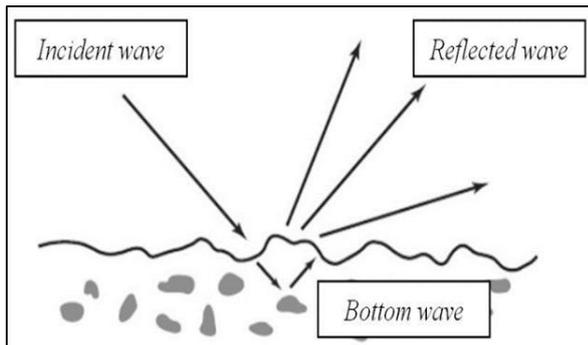


Gambar 6. Grafik Hubungan Antara Kekuatan Hambur Balik, Respon Sudut Pancaran Dan Kekasaran Jenis Dasar Laut (Sumber: Masetti et al., 2011).

Metode akustik untuk klasifikasi dasar perairan menggunakan sinyal hambur balik (*acoustic backscatter*) untuk memperkirakan kekerasan dari dasar laut, dan pengukuran terhadap waktu lamanya echo kembali untuk memperkirakan kekasaran dasar laut. Jenis echosounder yang digunakan memiliki beamwidth 12-75° agar mendapatkan informasi mengenai kekerasan dan kekasaran (Siwabessy, 2005).

Kekasaran permukaan dasar laut merupakan variabel penting dalam kaitannya dengan intensitas *backscatter*

akustik dengan frekuensi tinggi. Pengaruh dari kekasaran pada intensitas backscatter bervariasi tergantung tipe, magnitudo, dan orientasi dari kekasaran dasar perairan (Flood & Ferrini, 2005). Pantulan sinyal akustik di permukaan dasar laut terhadap dasar perairan yang heterogen dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pantulan Sinyal Akustik terhadap Dasar Perairan yang Heterogen. (Sumber: Flood & Ferrini, 2005)

### Sedimen

Sedimen adalah pecahan batuan dari berbagai proses (pelapukan fisik, kimia, biologi). Batuan dapat disebabkan karena adanya proses vulkanik (letusan), sedimentasi, metamorf, atau biogenik (karang). Ukuran sedimen adalah umumnya diwakili oleh diameternya ( $d$ ), dengan asumsi bahwa butiran sedimen adalah ideal bola. Menurut ukuran mereka, sedimen berada diklasifikasikan menjadi lumpur ( $d \leq 62,5$  mm), pasir ( $62,5$  mm  $< d \leq 2$  mm), dan kerikil ( $d > 2$  mm) (Poerbandono, 2015).

Sedimen didefinisikan secara luas sebagai material yang diendapkan di dasar suatu cairan (air dan udara), atau secara sempit sebagai material yang diendapkan oleh air, angin, atau gletser/es. Jenis sedimen memiliki kekuatan hamburan yang berbeda karena

variasi ukuran butir dan kekasaran permukaan. Akibatnya, data *backscatter* dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menginterpretasikan struktur sedimen dan dasar laut (Trismadi, 2017). Dalam menentukan klasifikasi jenis dasar laut oleh MBES sangat bergantung pada intensitas nilai backscatter. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain:

- Jarak Target
- Source Power dan arah beam
- Area pendeteksian (*Slope*, kemiringan objek, refraksi)

### METODE PENELITIAN

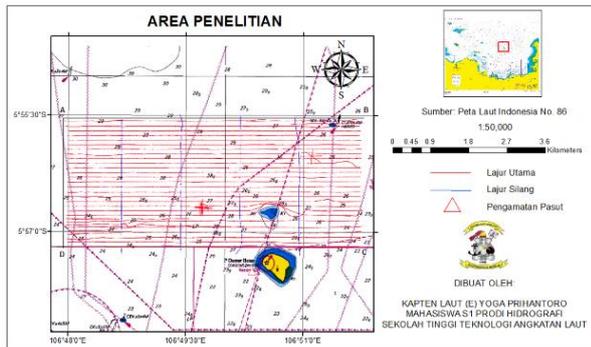
#### Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *raw* data hasil survei dari KRI Rigel-933 Satuan Survei Pushidrosal pada bulan November 2020 berupa *raw* data batimetri, data pasang surut dan data SVP. Data tersebut diperoleh melalui pengajuan data ke Dinas Hidrografi Pushidrosal. Data hasil penelitian sebelumnya juga digunakan untuk referensi dalam penelitian ini.

#### Objek Penelitian

Obyek dalam penelitian ini adalah Perairan Teluk Jakarta pada area Latsurta Pushidrosal TA. 2020 yang tercantum pada Peta Laut Indonesia Nomor 86. Batas – batas area penelitian sebagai berikut ini.

- 106° 48' 00.00" BT - 5° 55' 33.20" LS
- 106° 51' 42.75" BT - 5° 55' 33.20" LS
- 106° 51' 42.75" BT - 5° 57' 11.38" LS
- 106° 48' 00.00" BT - 5° 57' 11.38" LS



Gambar 8. Peta Area Penelitian.

### Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini menggunakan teknik kajian literatur (*literature research*) dan penggunaan data sekunder (*secondary data collection*). Dukungan teoritis konseptual berasal dari sumber-sumber yang dapat dipercaya secara ilmiah, sedangkan dukungan empiris berasal dari lapangan. Kajian literatur berasal dari laporan hasil penelitian, jurnal ilmiah, karya ilmiah, dokumen tertulis atau karya-karya lain yang relevan (Indramawan *et al.*, 2017).

Dukungan empiris didapatkan dari data lapangan hasil survei batimetri menggunakan peralatan MBES oleh personel KRI Rigel-933 di Perairan Teluk Jakarta pada bulan November tahun 2020. Penggambaran lokasi penelitian Peta Laut Indonesia No.86 cetakan tahun 2019 yang diterbitkan oleh Pushidrosal.

### Instrumen Pengumpulan Data

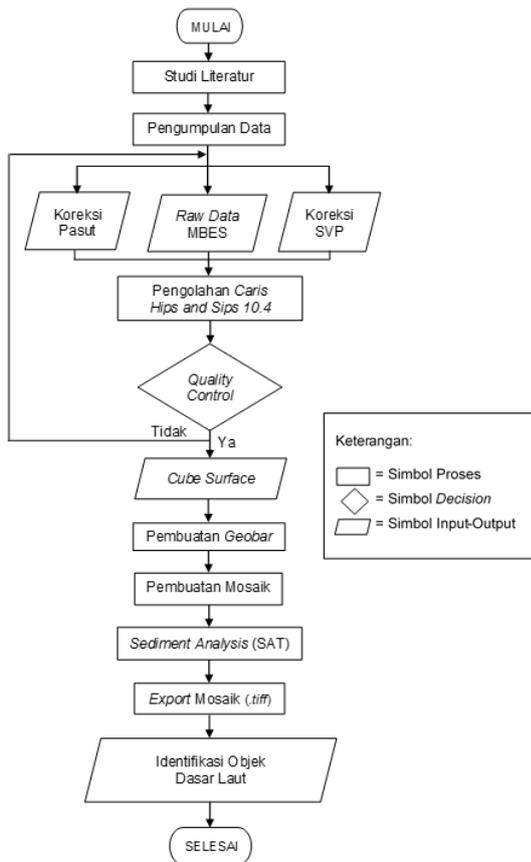
Penelitian ini dilaksanakan menggunakan beberapa peralatan untuk pengumpulan dan pengolahan data penelitian yaitu :

- a. *Multibeam Echosounder Kongsberg EM302* yang terpasang di KRI Rigel-933, digunakan sebagai peralatan pengumpulan data batimetri.

- b. Perangkat lunak SIS (*Seafloor Information System*) yang digunakan pada saat bernavigasi dan pengumpulan data batimetri.
- c. Perangkat lunak *Caris Hips and Sips 10.4*, digunakan untuk pengolahan data batimetri dan pengolahan data hambur balik (*backscatter*) akustik.
- d. Sistem penentuan posisi pemeruman dan pengukuran titik kontrol pemetaan menggunakan *Wide-Area Differential Global Positioning System (WADGPS) Fugro SeaSTAR*.
- e. Perangkat lunak *Global Mapper* dan *ArcGIS*. Digunakan untuk menyajikan dan plotting hasil pengolahan data dalam bentuk raster.

### Diagram Alir Penelitian

Gambar 9 adalah diagram alir yang digunakan dalam penelitian sebagai pedoman alur pikir pelaksanaan dari tahap pengumpulan data awal sampai dengan interpretasi hasil penelitian.

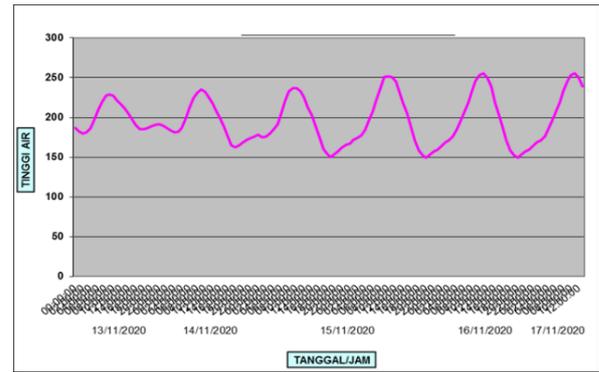


Gambar 9. Diagram Alir Penelitian.

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

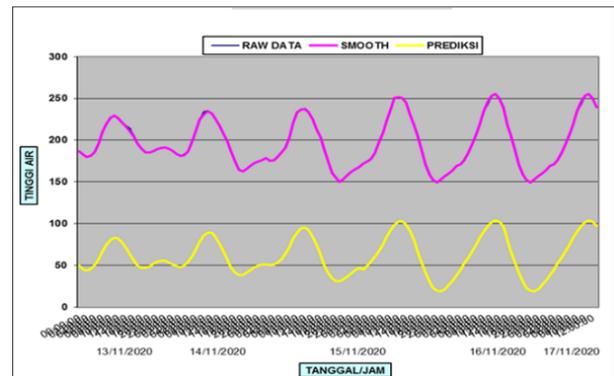
### Koreksi Pasang Surut

Pengamatan pasang surut dilaksanakan di Dermaga Pulau Damar Besar dengan koordinat  $05^{\circ}57'30.0700''$  LS -  $106^{\circ}50'32.1823''$  BT selama tiga piantan sehingga didapatkan duduk tengah sementara (DTS) harian dan DTS rata-rata. Dari hasil pengamatan tersebut didapatkan DTS I sebesar 199.9 cm, DTS II sebesar 193.3 cm dan DTS III sebesar 191.8 cm. DTS rata-rata dari tiga piantan tersebut sebesar 195.0 cm diatas nol palem. Pola pasut Pulau Damar Besar ditunjukkan pada Gambar 10.



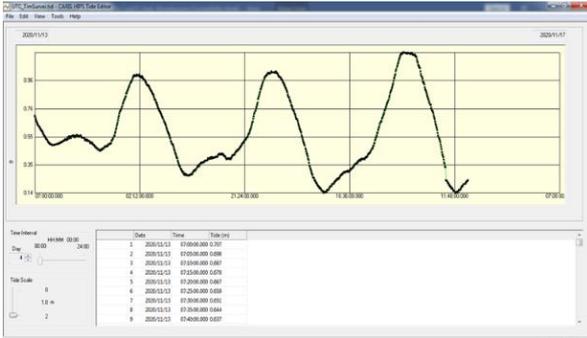
Gambar 10. Pola Pasut Pulau Damar Besar.

Pasut yang didapatkan dari hasil pengamatan selanjutnya dibandingkan dengan prediksi, sehingga didapatkan hasil yang ditunjukkan pada Gambar 11.



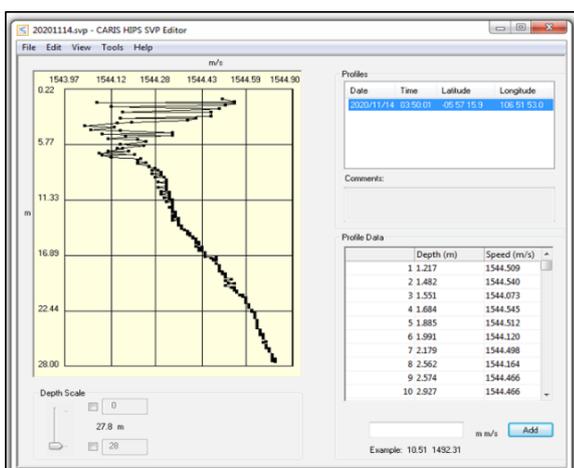
Gambar 11. Pola Pasut Pulau Damar Besar Dan Prediksi.

Data pasut hasil pengamatan digunakan sebagai input data pada *tools Tide Editor* dalam pengolahan batimetri menggunakan perangkat lunak *Caris Hips and Sips 10.4*, sehingga nilai yang ditunjukkan merupakan hasil dari nilai *time series* kedalaman sebenarnya. Tampilan *Tide Editor* perangkat lunak *Caris Hips and Sips 10.4* sebagai koreksi pasang surut dalam pengolahan data batimetri ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Koreksi Pasut Menggunakan *Tide Editor*.

Pengambilan data kecepatan suara di lokasi penelitian menggunakan peralatan SVP AML Minos X pada posisi  $106^{\circ}51'53.0''$  BT /  $05^{\circ}57'53.0''$  LS. Pengambilan data dilaksanakan pada 14 November 2020 dan dilaksanakan pengukuran sampai pada kedalaman 27.5 meter. Data *sound velocity* hasil pengambilan data menggunakan SVP selanjutnya digunakan untuk koreksi pengolahan data batimetri menggunakan perangkat lunak *Caris Hips and Sips 10.4*. Data *sound velocity* tersebut dimasukkan ke dalam *tools SVP Editor*. Tampilan *SVP Editor* dapat ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Tampilan *Caris Hips SVP Editor*.

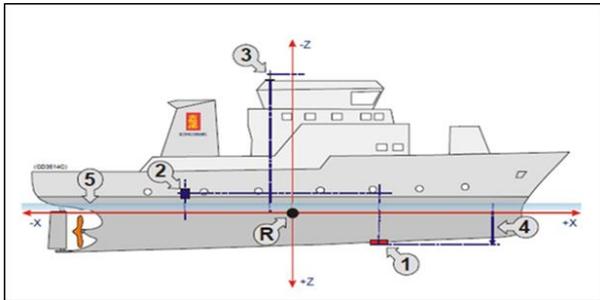
Dari Gambar 4.5 diatas data SVP hasil pengolahan pada *Caris Hips SVP Editor* dapat dilihat bahwa *sound velocity* terendah berada di permukaan perairan di area penelitian. Pengukuran *sound velocity* di area penelitian dimulai pada kedalaman 1.2 meter dengan nilai *sound velocity* 1544.5 m/s. Nilai *sound velocity* mengalami perubahan yang tidak konstan pada kedalaman kurang dari 6 meter. Pada kedalaman lebih dari 6 meter, nilai *sound velocity* mengalami perubahan secara konstan dengan nilai semakin besar dengan bertambahnya kedalaman perairan.

### Konfigurasi Peralatan Pemeruman

Salah satu tahapan penting yang harus dilaksanakan sebelum melaksanakan akuisisi data batimetri adalah melaksanakan instalasi peralatan untuk menghitung nilai *offset* peralatan survei terhadap kapal survei. Pada penelitian ini, transduser dijadikan sebagai titik acuan atau *Center of Gravity* (COG). Peralatan survei yang berupa *echosounder*, *motion sensor* dan *GPS* dilaksanakan *setting offset* terhadap kedudukan *reference point*. KRI Rigel-933 memiliki dimensi Panjang kapal 60.1 meter, lebar kapal 11,1 meter dan *draught* kapal 3,5 meter. Gambar 14 menunjukkan *offset Multibeam Echosounder EM302* dengan kapal survei.

Posisi transduser berada di depan *reference point*, sedangkan posisi *motion sensor* berada di belakang *reference point*. Perhitungan *offset* peralatan pemeruman bernilai positif apabila posisinya berada di depan *reference point* dan bernilai negatif apabila berada di belakang *reference point*. Adapun data

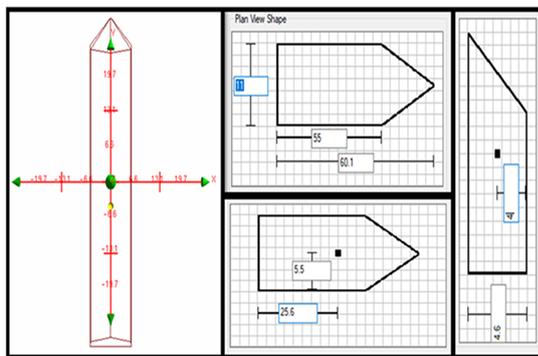
konfigurasi kapal survei dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 14. Offset Kapal dengan MBES Kongsberg EM302

Keterangan:

- (1) Transduser
- (2) Motion sensor
- (3) GPS antenna
- (4) Draught
- (5) Water line
- (R) Reference point



Gambar 15. Data Vessel/ KRI Rigel-933

Perhitungan *offset* dari tiap peralatan pemeruman dan positioning di kapal survei dilaksanakan saat pembuatan kapal dengan mengacu pada COG (*Center of Gravity*) dari kapal yang berada pada 25,6 meter dari buritan pada *centerline* dan 4 meter dari lunas kapal. *Reference frame* terdapat di ruang *gyro*

KRI dengan koordinat (x,y,z) terhadap COG (dalam meter) adalah (-2.069, -0.077, -0.785). Offset peralatan pemeruman KRI Rigel-933 ditunjukkan pada Tabel 1 sebagai berikut.

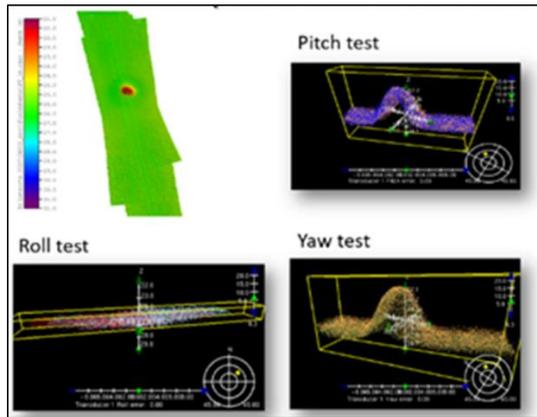
Tabel 1. Offset Peralatan Pemeruman KRI Rigel-933

No	Nama Peralatan	X	Y	Z
1.	GPS	4.936	-0.802	-15.725
2.	Motion Sensor	-2.090	0.256	-0.930

### Kalibrasi Patch Test

Kalibrasi *Multibeam Echosounder* yang terpasang di kapal survei dilaksanakan untuk mendapatkan nilai error akibat oleng (*roll*), angguk (*pitch*), halu (*yaw*) dan keterlambatan waktu penerimaan sinyal (*latency time delay*) pada saat pelaksanaan akuisisi data. Kalibrasi patch test dilaksanakan sebelum pelaksanaan akuisisi data.

*Tranducer* KRI Rigel-933 merupakan *tranducer* permanen (*hull mounted*) yang sudah terpasang pada lunas (gondola) KRI Rigel-933 maka pelaksanaan *patch test* dilaksanakan hanya satu kali di awal pelaksanaan survei. Area pelaksanaan *patch test* dilaksanakan pada posisi 5°57'30" LS - 106°52'00" BT. Hasil *surface patch test* yang telah dilaksanakan pada saat penelitian ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16. Hasil Kalibrasi *Patch Test*.

Nilai koreksi *patch test* yang dihasilkan dari kalibrasi *patch test* selanjutnya dijadikan input ke dalam konfigurasi kapal (*vessel config*) yang ada pada perangkat lunak *Caris Hips and Sips 10.4*. Hasil nilai koreksi *patch test* ditampilkan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Nilai Koreksi *Patch Test*

NO	TANGGAL	JULIAN DAY	NILAI KOREKSI			KETERANGAN
			PITCH	ROLL	YAW	
1.	14-11-2020	319	0	0	0	

Koreksi *patch test* baik berupa koreksi *pitch*, *roll* maupun *yaw* pada *Multibeam Echosounder Kongsberg EM305* seluruhnya bernilai 0 (nol). Hal ini disebabkan posisi transduser yang terpasang secara permanen pada lunas KRI Rigel-933.

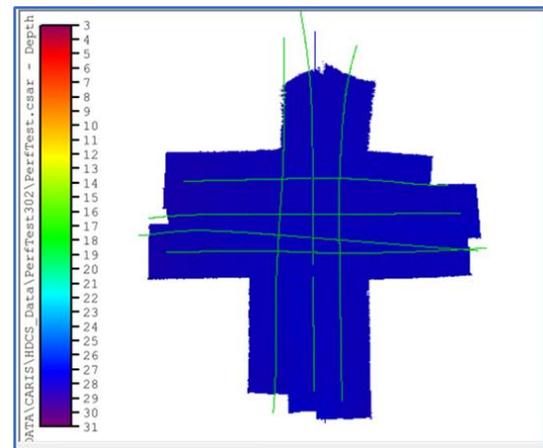
### Performance Test

Untuk mengetahui nilai performa dari resolusi sudut dan jarak pancaran akustik *multibeam echosounder* perlu dilakukan validasi dengan menggunakan metode *performance test*. *Check line* menggunakan sapuan dengan sudut bukaan maksimal dibandingkan dengan

*reference surface* dengan menggunakan sudut bukaan optimum.

*Performance test* pada penelitian ini dilaksanakan pada posisi 5°55'40" LS - 106°47'40" BT. Akuisisi data sebanyak 8 (delapan) lajur menggunakan sudut bukaan maksimum dengan *beamwidth* 75° *overlapping* 100% dan dilanjutkan akuisisi data pada lajur tegak lurus dengan *beamwidth* maksimum 70°.

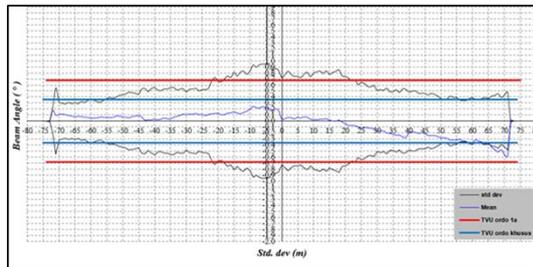
Area *performance test* memiliki kedalaman relatif seragam antara 27 meter s/d 28 meter. Pengolahan data *performance test* menggunakan perangkat lunak *Caris Hips and Sips 10.4* dengan dikoreksi pasut dan *sound velocity* menghasilkan *base surface* seperti ditampilkan pada Gambar 17.



Gambar 17. Hasil *Base Surface Performance Test*.

Kualitas data seluruh perbedaan hasil ukur kedalaman antara lajur silang dan lajur utama pada area penelitian tersebut masih memenuhi batas ketelitian < 0.4 meter sehingga dapat dikategorikan ke dalam orde khusus sesuai dengan standar S44 IHO. Dari hasil *performance test* didapat sudut bukaan maksimal untuk

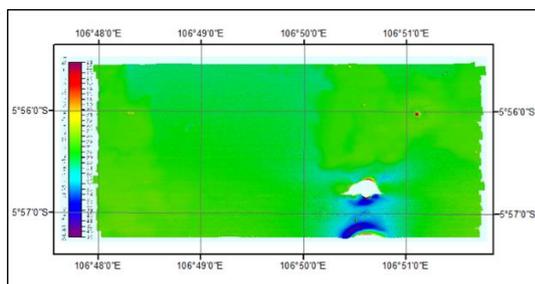
mencapai ordo khusus S44 IHO edisi ke-5 tahun 2008 untuk MBES *Kongsberg EM302* KRI Rigel – 933 adalah sebesar  $\pm 70^\circ$ . Grafik *performance test* ditunjukkan pada Gambar 18.



Gambar 18. Grafik *Performance Test*.

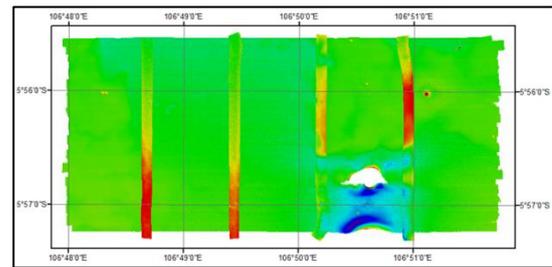
### Pengolahan Data Batimetri Area Penelitian

Penelitian ini menggunakan data batimetri dengan panjang lajur area penelitian  $\pm 6.95$  km dan lebar  $\pm 3.1$  kilometer. Tampilan profil dasar laut atau nilai kedalaman di lokasi penelitian dapat ditunjukkan pada Gambar 19. Pengolahan data batimetri menggunakan metode *CUBE Surface* sehingga dapat menggambarkan topografi dasar laut secara detail dan baik dengan ukuran pixel 1 x 1 meter.



Gambar 19. Profil Batimetri Area Penelitian.

Sebagai jaminan kualitas data, dilakukan pemeriksaan menggunakan 4 (empat) lajur silang untuk memastikan hasil survei pemeruman pada batas standar minimum orde S44 IHO edisi ke-5 tahun 2008. Hasil pemeriksaan lajur utama dengan lajur silang ditampilkan pada Gambar 20.



Gambar 20. Pemeriksaan dengan 4 (Empat) Lajur Silang.

Dari hasil analisis TVU (*Total Vertical Uncertainty*) didapat seluruh *cross check line* masuk kedalaman orde khusus S44 IHO edisi ke-5 tahun 2008 dengan kalkulasi ditunjukkan pada Tabel 3 sebagai berikut.

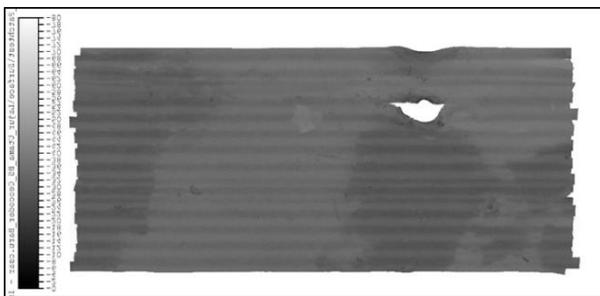
Tabel 4. Kalkulasi TVU (*Total Vertical Uncertainty*)

Total Data	SPECIAL	1A/B	ORDO 2	REJECTED	Total Prosentase
14901	97.49 %	2.51%	0.00%	0.00%	100.00%

### Pembuatan Mosaic

*Mosaic* hambur balik merupakan hasil penggambaran derajat keabu-abuan (*grey level*) yang menunjukkan pantulan intensitas akustik oleh dasar perairan. *Mosaic* dibangun atas dasar pembuatan *GeoBaRs* (*Georeferenced Backscatter Raster*).

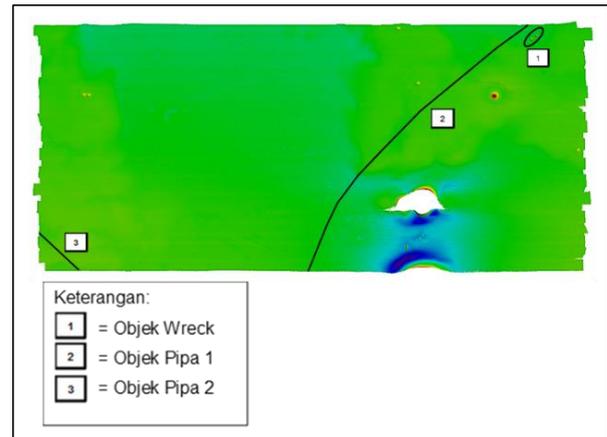
Pada penelitian ini dilaksanakan pembuatan *SIPS Mosaic* menggunakan algoritma *Geocoder*. Pembuatan *mosaic* pada setiap lajur survei dilakukan beberapa koreksi yaitu *koreksi autogain*, *time varying gain*, *angle varying gain* dan *anti-aliasing*. Hasil pembuatan *mosaic* memiliki nilai posisi lintang dan bujur serta nilai intensitas dari sedimen dasar laut di area penelitian. Gambar 21 di bawah ini menampilkan hasil pembuatan *mosaic*.



Gambar 21. Hasil Pembuatan *Mosaic*.

### Identifikasi Objek Dengan *Base Surface*

Hasil *base surface* batimetri area penelitian menunjukkan terdapat objek dasar laut yang dapat teridentifikasi. Objek tersebut berupa kapal karam (*wreck*) dan pipa yang digelar di dasar laut. Objek pipa yang terdeteksi terdapat di dua bagian area penelitian yaitu pipa pertama melintang area penelitian sedangkan pipa kedua terdapat di bagian selatan barat area penelitian. Objek tersebut ditunjukkan pada Gambar 22.

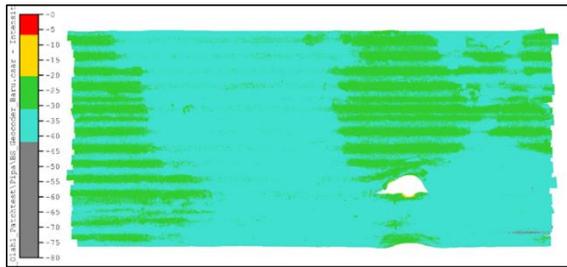


Gambar 22. Objek Dasar Laut Pada *Base Surface*.

Pada Gambar 4.18 ditunjukkan tampilan dari objek-objek yang teridentifikasi menggunakan *base surface*. Objek *wreck* terletak pada posisi pada posisi  $5^{\circ}55'33.77''$  LS -  $106^{\circ}51'22.59''$  BT dengan kedalaman minimum 15.6 meter. Objek Pipa 1 terletak pada posisi  $5^{\circ}55'31.89''$  LS -  $106^{\circ}51'17.10''$  BT sampai dengan  $5^{\circ}57'13.41''$  LS -  $106^{\circ}49'47.97''$  BT dengan kedalaman 27 – 31 meter. Objek Pipa 2 terletak pada posisi  $5^{\circ}56'58.08''$  LS -  $106^{\circ}47'58.65''$  BT sampai dengan  $5^{\circ}57'14.24''$  LS -  $106^{\circ}48'15.38''$  BT dengan kedalaman 24 – 26 meter.

### Hasil Klasifikasi Dasar Laut

Interpretasi data hasil olahan *mosaic* ditampilkan ke dalam gradasi warna yang mengacu pada nilai histogram intensitas akustik sedimentasi pada area penelitian. Histogram akan mencerminkan kelas dan warna pada setiap kelas yang akan ditentukan (Caris, 2015). Adapun hasil klasifikasi sedimen berdasarkan nilai intensitas akustiknya ditunjukkan pada Gambar 23.

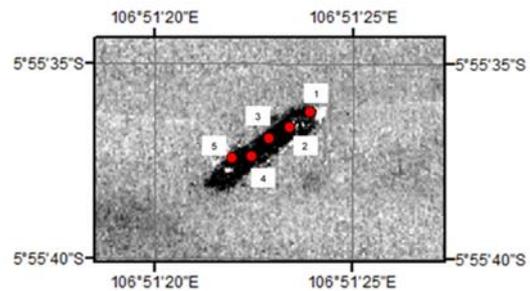


Gambar 23. Klasifikasi 4 Kelas Sedimen.

Pada Gambar 23 di atas secara umum dapat dilihat bahwa perairan di area penelitian umumnya memiliki dasar laut berupa lempung (*clay*) dan lumpur (*silt*) yang ditandai dengan kontur berwarna biru muda dan hijau dengan nilai intensitas antara -41.91 dB s/d -31.07 dB untuk sedimen berupa lempung (*clay*) dan intensitas antara -31.07 dB s/d -20.23 dB untuk sedimen berupa lumpur (*silt*). Sedimen lempung sebagian besar berada pada sisi barat dan sisi timur area penelitian sedangkan pada sisi tengah area penelitian sebagian besar sedimen berupa lumpur.

### Nilai Intensitas Objek *Wreck*

Nilai intensitas adalah nilai yang mempresentasikan nilai hambur balik akustik *multibeam echosounder*. Intensitas yang didapatkan dari pengolahan merupakan rasio dari energi yang dipancarkan (*transmit*) terhadap energi yang diterima (*receive*). Hal ini dapat dilihat dari data yang dihasilkan.



Gambar 24. Posisi Titik-titik Pengambilan Nilai Intensitas Objek *Wreck*

Pada penelitian ini diambil data 5 titik pada objek *wreck* untuk diketahui nilai intensitasnya mulai dari buritan (belakang), bagian tengah dan haluan (depan). *Sediment Analysis Tools* digunakan untuk mendapatkan informasi dalam bentuk grafik yang menunjukkan hubungan antara sudut dari titik nadir ( $^{\circ}$ ) dan nilai intensitas (dB). Posisi titik-titik yang dibuat pada objek *wreck* ditunjukkan pada Gambar 24.

Tabel 5. Nilai Intensitas Objek *Wreck*

No	Posisi	Kedalaman (meter)	Nilai Intensitas (dB)
1.	5°55'36.27" LS - 106°51'23.70" BT	18.0	-13.15
2.	5°55'36.75" LS - 106°51'23.05" BT	25.8	-17.48
3.	5°55'37.03" LS - 106°51'22.32" BT	26.7	-16.32
4.	5°55'37.61" LS - 106°51'22.09" BT	25.9	-15.46
5.	5°55'37.60" LS - 106°51'21.68" BT	27.4	-12.08

Rentang nilai intensitas yang didapatkan pada objek *wreck* antara -17.481 dB hingga -12.083 dB. Berdasarkan sebaran nilai tersebut, kita dapat mengamati bahwa nilai intensitas yang tinggi cenderung berada di tengah (nadir). Hal ini dikarenakan sinyal-sinyal tersebut masih berada di dalam bukaan *beam* yang cenderung sempit atau dikenal dengan istilah *narrow beam*. Nilai intensitas akan semakin lemah ketika menjauh titik nadir. Pola ini terjadi pada

setiap perekaman data dengan menggunakan peralatan *multibeam echosounder*.

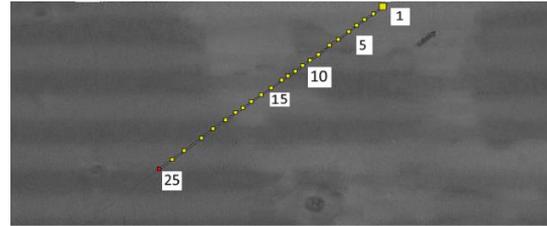
### Nilai Intensitas Objek Pipa 1

Untuk mengidentifikasi nilai *backscatter* objek pipa 1 maka digunakan beberapa sampel posisi pipa untuk mendapatkan besaran nilai intensitas akustiknya masing – masing posisi pipa diambil 25 titik sampel pada objek pipa sepanjang 1.178 meter. Nilai intensitas sampel Pipa 1 ditunjukkan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Intensitas Objek Pipa 1

No	Posisi	Kedalaman (meter)	Nilai Intensitas (dB)
1	5°55'32.18" LS - 106°51'16.75" BT	28.5	-24.04
2	5°55'33.05" LS - 106°51'15.55" BT	29.1	-24.92
3	5°55'33.03" LS - 106°51'15.57" BT	29.2	-24.04
4	5°55'33.52" LS - 106°51'14.89" BT	29.1	-26.38
5	5°55'37.78" LS - 106°51'14.57" BT	29.2	-26.48
6	5°55'33.95" LS - 106°51'14.31" BT	29.2	-25.31
7	5°55'34.14" LS - 106°51'14.08" BT	29.1	-24.00
8	5°55'34.41" LS - 106°51'13.69" BT	29.2	-22.96
9	5°55'34.92" LS - 106°51'09.37" BT	29.0	-24.39
10	5°55'35.38" LS - 106°51'12.36" BT	28.9	-25.84
11	5°55'35.74" LS - 106°51'11.88" BT	28.4	-25.53
12	5°55'38.18" LS - 106°51'11.26" BT	28.5	-19.06
13	5°55'37.28" LS - 106°51'09.80" BT	29.0	-14.26
14	5°55'40.27" LS - 106°51'05.90" BT	27.1	-23.69
15	5°55'41.17" LS - 106°51'04.67" BT	27.3	-24.38
16	5°55'41.92" LS - 106°51'03.60" BT	27.6	-21.24
17	5°55'42.44" LS - 106°51'02.86" BT	27.6	-24.45
18	5°55'42.93" LS - 106°51'02.17" BT	27.6	-23.64
19	5°55'44.40" LS - 106°51'00.10" BT	28.0	-21.37
20	5°55'44.78" LS - 106°50'59.63" BT	28.1	-23.30
21	5°55'46.93" LS - 106°50'56.51" BT	28.0	-26.21
22	5°55'52.65" LS - 106°50'48.71" BT	26.4	-21.59
23	5°55'53.53" LS - 106°50'47.55" BT	26.9	-23.17
24	5°55'54.09" LS - 106°50'46.87" BT	27.0	-20.80
25	5°55'54.35" LS - 106°50'46.51" BT	27.0	-25.77

Pada Tabel 6 ditunjukkan posisi lintang dan bujur, kedalaman dan nilai intensitas dari titik-titik sampel pada objek Pipa 1. *Plotting* titik-titik pengambilan sampel pada objek Pipa 1 ditunjukkan pada Gambar 25. Hasil dari pengambilan sampel pada 25 titik sepanjang lajur pipa 1 memiliki rentang nilai antara -14.26 dB sampai dengan -26.38 dB.



Gambar 25. *Plotting* Titik Sampel Intensitas Pipa 1

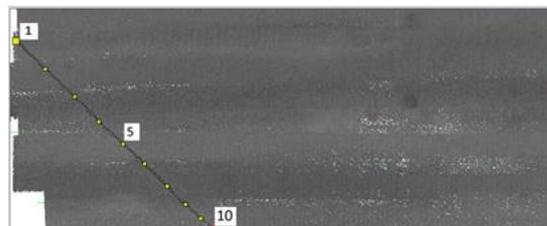
### Nilai Intensitas Objek Pipa 2

Pada objek Pipa 2 dilaksanakan *plotting* titik-titik untuk mendapatkan nilai intensitas masing-masing. *Plotting* ini dilaksanakan dengan mengambil sampel 10 titik sepanjang objek Pipa 2. Titik-titik tersebut ditunjukkan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Nilai intensitas Objek Pipa 2

No	Posisi	Kedalaman (meter)	Nilai Intensitas (dB)
1.	5°56'58.31" LS - 106°47'58.81" BT	26.3	-16.39
2.	5°57'00.72" LS - 106°48'01.36" BT	26.2	-23.27
3.	5°57'03.14" LS - 106°48'03.88" BT	25.1	-18.12
4.	5°57'05.22" LS - 106°48'05.96" BT	25.7	-17.0
5.	5°57'07.35" LS - 106°48'08.30" BT	24.9	-23.84
6.	5°57'08.66" LS - 106°48'09.67" BT	24.8	-23.99
7.	5°57'09.54" LS - 106°48'10.56" BT	24.6	-14.99
8.	5°57'10.64" LS - 106°48'11.67" BT	25.0	-17.79
9.	5°57'12.84" LS - 106°48'13.91" BT	25.4	-22.79
10.	5°57'14.01" LS - 106°48'15.11" BT	25.8	-17.78

Pada Tabel 7 ditunjukkan posisi, kedalaman dan nilai intensitas 10 titik sampel pada objek Pipa 2. *Plotting* titik-titik pengambilan sampel pada objek Pipa 2 ditunjukkan pada Gambar 26.



Gambar 26. *Plotting* Titik Sampel Intensitas Pipa 2.

Pada Gambar 26 ditunjukkan plotting titik-titik sampel pada objek Pipa 2. Hasil dari pengambilan sampel pada 10 titik sepanjang lajur pipa 1 memiliki rentang nilai antara -14.26 dB sampai dengan -26.38 dB, sedangkan intensitas sedimen di sekitar titik 8 bernilai antara -36.80 dB sampai dengan -32.02 dB.

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilaksanakan untuk mengidentifikasi intensitas akustik sebuah objek menggunakan peralatan *Multibeam Echosounder*, seperti yang dilasanakan oleh Simbolon (2014), Wahyudi (2017), Indramawan (2017), dan Abimanyu (2019).

Simbolon (2014) mendapatkan nilai intensitas bangkai kapal (besi) -13,3 s/d 2,88 dB dengan menggunakan *multibeam echosounder* berfrekuensi 50 Khz, Wahyudi (2017) menggunakan *multibeam echosounder* dengan frekuensi 400 kHz mendapatkan intensitas kapal karam (besi) dengan intensitas -3 dB s/d 6,99 dB. Penelitian oleh Indramawan (2017) mendapatkan intensitas bangkai kapal (besi) bernilai antara -9,7 dB s/d -3,02 dB dan bangkai kapal (kayu) dengan nilai -27,3 dB s/d -21,5 dB menggunakan *multibeam echosounder* dengan frekuensi 400 kHz.

Abimanyu (2019) melaksanakan penelitian dengan peralatan *multibeam echosounder* yang sama dengan Indramawan (2017) untuk mendapatkan nilai intensitas pipa laut. Hasil penelitian Abimanyu (2019) memperoleh nilai intensitas dari pipa laut sebesar -24,1 dB. Penelitian ini menggunakan peralatan *multibeam echosounder* dengan frekuensi 30 kHz mendapatkan nilai intensitas bangkai kapal (besi) dengan nilai -17,481

dB hingga -12,083 dB, sedangkan pipa laut dengan intensitas antara -23,47 dB sampai dengan -19,6 dB. Beberapa penelitian yang telah dilaksanakan ditunjukkan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Nilai Intensitas Beberapa Penelitian

NO	NAMA	LOKASI	OBJEK	INTENSITAS	ALAT
1.	Simbolon (2014)	Selat Sunda	Bangkai Kapal (Besi)	-13.3 dB s/d -2.88 dB	MBES Elac Seabem 1050D
2.	Wahyudi (2017)	Selat Sunda	Bangkai Kapal (Besi)	-3 dB s/d +6.99 dB	MBES Kongsberg EM 2040
3.	Indramawan (2017)	Belawan	Bangkai Kapal (Besi)	-9.7 dB s/d -3.02 dB	MBES Kongsberg EM2040C
			Bangkai kapal (Kayu)	-27.3 dB s/d -21.5 dB	
4.	Abimanyu (2019)	Teluk Balikpapan	Pipa Laut	-24.1 dB	MBES Kongsberg EM2040C
5.	Penelitian ini	Teluk Jakarta	Bangkai Kapal (Besi)	-17.481 dB s/d -12.083 dB	MBES Kongsberg EM302
			Pipa Laut 1	-26.38 dB s/d -14.26 dB	
			Pipa Laut 2	-23.99 s/d -14.99 dB	

Pada identifikasi kapal karam (wreck), nilai intensitas yang didapatkan pada penelitian ini lebih kecil daripada penelitian sebelumnya. Hal ini dapat disebabkan karena penggunaan peralatan *Multibeam Echosounder EM302* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki frekuensi yang lebih rendah daripada penelitian sebelumnya, yaitu 30 kHz. Nilai intensitas pipa laut yang didapatkan pada penelitian ini yaitu pada rentang -26,38 dB s/d -14,26 dB pada Pipa 1 dan pada rentang nilai -23,99 dB s/d -14,99 dB memiliki nilai yang tidak jauh berbeda dengan penelitian sebelumnya oleh Abimanyu (2019) yang memiliki nilai rata-rata intensitas -24,1 dB.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Pengolahan data batimetri hasil akuisisi data *Multibeam Echosounder Kongsberg EM302* di Perairan Teluk Jakarta mendapatkan hasil *base surface* dengan rentang kedalaman minimum 11,4 meter dan kedalaman maksimum 43,0 meter, dengan rata-rata kedalaman 28.2 meter. Pengolahan mosaik menghasilkan data *backscatter* dengan nilai intensitas yang diperoleh -79,93 dB sampai dengan -0,84 dB.
- b. Hasil intensitas *backscatter* dari penelitian dapat mengidentifikasi objek dasar laut berupa *wreck* dan dua lajur pipa. Objek *wreck* berada pada posisi 5°55'36.58" LS - 106°51'23.39" BT dengan nilai intensitas -17,48 dB sampai dengan -12,08 dB. Objek Pipa 1 berada pada posisi 5°55'31.92" LS – 106°51'17.03" BT sampai dengan 5°57'13.61" LS - 106°49'47.93 BT dengan kedalaman 26.1 meter sampai dengan 30.3 meter. Nilai intensitas objek Pipa 1 -26,38 dB sampai dengan -14,26 dB. Objek Pipa 2 pada posisi 5°56'58.08" LS - 106°47'58.68" BT, kedalaman antara 24,7 meter sampai dengan 26,3 meter. Nilai intensitas Pipa 2 antara -23,99 dB sampai dengan -14,99 dB.

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, ada beberapa saran yang dapat diajukan yaitu:

- a. Untuk penelitian berikutnya perlu adanya data pembanding berupa penggunaan peralatan *Autonomous Underwater Vehicle (AUV)* agar lebih memaksimalkan pencitraan langsung bentuk dan ukuran dari objek yang diteliti.

- b. Perlu adanya data *grab sample* sebagai validasi data *insitu* sedimen dasar laut di area penelitian.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adi, A. P., Manik, H. M., & Pujiyati, S. (2016). Integrasi Data Multibeam Batimetri Dan Mosaik Backscatter Untuk Klasifikasi Tipe Sedimen. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 7(1), 77-84.
- Anderson, J. T., Holliday, D. V., Kloser, R., Reid, D. G., & Simard, Y. (2008). Acoustic Seabed Classification: Current Practice And Future Directions. *ICES Journal of Marine Science*, 65(6), 1004-1011. DOI:10.1093/icesjms/fsn061.
- Dufek, T. (2012). *Backscatter Analysis of Multibeam Sonar Data in the area of the Valdivia Fracture Zone using GEOCODER in CARIS HIPS&SIPS and IVS3D Fledermaus*. (Doctoral Dissertation, HafenCity Universität Hamburg).
- Fahrulian, F., Manik, H. M., Jaya, I., & Udrek, U. (2016). Angular Range Analysis (ARA) and K-Means Clustering of Multibeam Echosounder Data for Determining Sediment Type. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 21(4), 177-184.
- Fariyah, R.A., Manik, H.M., & Harsono, G. (2020). Pengukuran Dan Analisis Hambur Balik Akustik Menggunakan Teknologi Multibeam Echosounder Untuk Klasifikasi Sedimen Dasar Laut Teluk Palu. *Jurnal Ilmu Dan*

- Teknologi Kelautan Tropis*, 12(2), 437-453.
- Flood, R. D., & Ferrini, V. L. (2005). The Effect of Fine Scale Surface Roughness and Grain Size on 300 Khz Multibeam Backscatter Intensity in Sandy Marine Sedimentary Environment. *Marine Geology*, 228(1), 153-172. DOI:10.1016/j.margeo.2005.11.010.
- Hasan, R. C., Ierodionou, D., Laurenson, L., & Schimel, A. (2014). Integrating Multibeam Backscatter Angular Response, Mosaic and Bathymetry Data for Benthic Habitat Mapping. *PLOS ONE*, 9(5), 1-14.
- Hutabarat, S., & Evans, S. M. (1985). *Pengantar Oseanografi*. Jakarta: UI Press.
- Indramawan, B. S., Adi, A. P., Djunarsjah, E., & Pandoe, W. W. (2018). Analisis Nilai Hambur Balik pada Kapal Karam (Wreck) Menggunakan Data Multibeam Echosounder di Perairan Belawan. *Jurnal Chart Datum*, 4(1), 51-67. <https://doi.org/10.37875/chartdatum.v4i1.127>
- International Hydrographic Organization (IHO). (2008). Special Publication S44 5th Edition. Monaco: International Hydrographic Bureau.
- International Hydrographic Organization (IHO). (2010). C-13 Manual On Hydrography. In I. H. Organization, Manual On Hydrography Chapter 4. Monaco: International Hydrographic Bureau.
- Kasiram, M. (2008). *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Malang: UIN Press.
- Kencanawati, C. I. P. K. (2017). *Bahan Ajar Mata Kuliah: Akustik, Noise, dan Material Penyerap Suara*. Denpasar (ID): Universitas Udayana.
- Lekkerkerk, Huibert-Jan. (2006). *Handbook of Offshore Surveying: Acquisition and Processing*. Fugro: Netherland.
- Lubis, M. Z., Pujiyati, S., & Wulandari, P. D. (2016). Akustik Pasif untuk Penerapan di Bidang Perikanan dan Ilmu Kelautan. *Jurnal Oseana*, 41(2).
- Lurton, X., & Leviandier, L. (2010). *Underwater acoustic wave propagation. An Introduction to Underwater Acoustics: Principles and Applications (2nd Edn)*. Chichester: Praxis Publishing.
- MacDonald, A., & Collins, C. (2008). *Taking Geocoder to Work. Proceedings of the Shallow Survey Conference 2008*. Portsmouth, N.H.
- Masetti, G., Sacile, R., & Trucco, A. (2011). Remote Characterization Of Seafloor Adjacent To Shipwrecks Using Mosaicking And Analysis Of Backscatter Response. *Italian Journal of Remote Sensing 2011*, 43(2), 79-92.
- Penrose J. D., Siwabessy P. J. W., Gavrilov, A., Parnum, I., Hamilton, L. J., Bickers, A., Brooke, B., Ryan, D. A., & Kennedy, P. (2005). *Acoustics Techniques For Seabed Classification. Technical Report 32*. Cooperative Research Centre

- for Coastal Zone Estuary & Waterway Management.
- Poerbandono, D. E., & Djunarsjah, E. (2005). *Survei Hidrografi*. Bandung: Refika Aditama.
- Prayoga, A. (2016). *Studi Karakteristik Hambur Balik Data Multibeam Echosounder Untuk Klasifikasi Dasar Perairan (Studi Kasus Marine Electronic Highway (MEH) di One Fathom Bank Selat Malaka Tahun 2015)*. Jakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut.
- Sasmita, D. K. (2008). *Aplikasi Multibeam Echosounder System (MBES) untuk Keperluan Batimetrik*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- SHOM. (2014). *OSV190 Project: Theoretical Training*. (Christophe Vrignaud, Performer).
- SHOM. (2014). *Training Course Theoretical Training Part 3*. (Christophe Vrignaud, Performer)
- Simbolon, S. (2014). *Aplikasi Instrumen Multibeam Sonar dan Side Scan Sonar Untuk Mendeteksi Kapal Karam (Contoh Studi Kapal Bahuga Jaya di Perairan Selat Sunda)*. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Sugiyono. (2008). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Trismadi, H. D. (2017). *Seabed Classification Based on Multibeam Echo Sounder Backscatter Data in the Area of Lombok Strait Indonesia*. Hamburg: Hafencity Universitat.
- Wahyudi, A., Manik, H. M., & Jaya I. (2017). Kuantifikasi Kapal Karam Bermaterial Logam menggunakan Multibeam Echosounder. *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan*, 8(1), 59-65.
- Yantarto, D. (2006). *Pengantar Manajemen Survei*. Jakarta.

