

ANALISIS NILAI HAMBUR BALIK PADA KAPAL KARAM (WRECK) MENGGUNAKAN DATA MULTIBEAM ECHOSOUNDER DI PERAIRAN BELAWAN

Brama Setya Indramawan¹, Anang Prasetya Adi², Eka Djunarsjah³, Wahyu W Pandoe⁴

¹Mahasiswa Program Studi S1 Hidrografi, STTAL

²Peneliti dari Pusat Hidro-Oceanografi Angkatan Laut, Pushidrosal

³Dosen dari Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan, ITB

⁴Dosen Pengajar Prodi S1 Hidrografi, STTAL

ABSTRAK

Wreck (kapal karam) sangat membahayakan bagi pelayaran terutama di alur pelayaran, maka menjadi penting untuk dapat mengetahui posisi, dimensi dan karakteristik wreck tersebut. Pendeteksian wreck selama ini menggunakan magnetometer *dan side scan sonar*, padahal dengan kemampuan *Multibeam Echosounder* (MBES) saat ini pendeteksian itu dapat dilakukan oleh MBES, karena mampu menghasilkan data batimetri dan data hambur balik dari material dasar laut. Penelitian ini memanfaatkan data batimetri MBES untuk mendapatkan nilai kedalaman dan nilai intensitas dari wreck. Dari nilai intensitas inilah dapat diketahui material badan kapal yang tenggelam. Data yang digunakan adalah data MBES Kongsberg EM2040C hasil Survei Pushidrosal tahun 2016 di perairan Belawan. Pengolahan data menggunakan software Caris Hips and Ships 9.0 dengan cara membuat CUBE Surface untuk mendapatkan nilai kedalaman dan estimasi dimensi (panjang dan lebar) dari wreck. Untuk mendapatkan nilai hambur balik menggunakan metode Angular Response Analysis (ARA) dan Sediment Analysis Tool (SAT). Hasil penelitian ini diperoleh nilai intensitas dari kapal karam berkisar -9,7 sampai -3,02 dB pada wreck bermaterial besi dan -27,3 sampai -21,5 pada wreck bermaterial kayu dengan nilai koefisien refleksi 0.928 dan 0.414

Kata Kunci : wreck, multibeam echosounder, hambur balik, nilai intensitas, koefisien refleksi.

ABSTRACT

Wreck (shipwreck) is very dangerous for navigation at the sea, especially in the cruise line, it becomes important to be able to know the position, dimension and character of the wreck. Wreck detection during this time using magnetometer and side scan sonar, whereas with the ability of Multibeam Echosounder (MBES) at this time the detection can be done by MBES, because it is able to produce bathymetry data and backscatter data from seabed material. This research utilizes bathymetry data of MBES to obtain depth value and intensity value of wreck. From the value of this intensity can be known material ship body sink. The data used is MBES Kongsberg EM2040C which is the result of Pushidrosal Survey 2016 in Belawan waters. Data processing using Caris Hips and Ships 9.0 software by creating CUBE Surface to get depth value and dimension estimation (length and width) of wreck. To get the value of backscatter using Angular Response Analysis (ARA) and Sediment Analysis Tool (SAT) method. The results of this study obtained the intensity value of wreck ranged from -9.7 to -3.02 dB on wreck made of iron and -27.3 to -21.5 on wreck made of wood with the value of reflection coefficient 0.928 on iron and 0.414 on wood.

Keywords : wreck, multibeam echosounder, backscatter, intensity value, reflection coefficient.

PENDAHULUAN

Wreck adalah kapal yang tenggelam dan berada di dasar perairan disebut juga kapal karam. Keberadaan kapal karam ini sangat membahayakan bagi pelayaran apalagi jika posisi kapal karam berada di alur pelayaran. Maka menjadi penting untuk dapat diketahui posisi, dimensi dan karakteristik material kapal karam tersebut, sehingga informasi ini dapat digunakan utamanya untuk penempatan Sarana Bantu Navigasi Pelayaran (SBNP), *updating* Buku Kerangka Kapal dan *updating* peta serta kepentingan lainnya sesuai dengan bidang dan tujuan dari pihak-pihak yang memerlukan informasi tersebut.

MBES merupakan hasil pengembangan dari alat *Singlebeam Echosounder*. Alat ini menggunakan gelombang suara/akustik. Oleh karena itu, penggunaan MBES saat ini lebih banyak dibanding penggunaan *Singlebeam Echosounder*. Selain mendapatkan data batimetri, alat ini juga mendapatkan data hambur balik. Dari data batimetri dan hambur balik tersebut dapat digunakan untuk mengidentifikasi posisi dan dimensi serta karakteristik material *wreck*.

Nilai hambur balik dari MBES adalah nilai intensitas akustik yang dipantulkan dasar perairan menggunakan fungsi respon sudut pancaran (*angular response*), hasil yang diperoleh adalah berupa grafik hubungan antara nilai intensitas dengan respon sudut pancaran. Saat ini nilai hambur balik dari MBES banyak dimanfaatkan untuk mengidentifikasi kondisi dasar perairan serta penentuan jenis dasar perairan. Siwabessy (2001) menjelaskan bahwa nilai hambur balik dari dasar perairan yang lebih keras akan lebih besar dibandingkan nilai hambur balik dasar perairan yang lunak. Hal ini dikarenakan semakin besar impedansi suatu medium semakin besar pula koefisien refleksinya.

Penelitian ini menggunakan data sekunder data MBES hasil survei Pushidrosal di perairan Pelabuhan Belawan tahun 2016 untuk melakukan investigasi guna mengetahui posisi, dimensi, serta karakteristik material *wreck* di wilayah sekitar alur pelabuhan. Karakteristik material *wreck* dapat diketahui melalui nilai hambur balik dari data MBES dengan menggunakan metode *Angular Response Analysis* (ARA) dan *Sediment Analysis Tool* (SAT). Penelitian yang pernah dilakukan terhadap kapal karam adalah menggunakan *side scan sonar* yaitu Deteksi dan Klasifikasi dasar laut menggunakan instrument *side scan sonar* (Mahdi, 2014)

mendapatkan nilai hambur balik kapal karam - 6,33 dB dan -4,20 dB pada dua tempat yang berbeda, penelitian yang sama dilakukan oleh Marsugi (2012) mendapatkan nilai hambur balik kapal karam -24,42 dB dan -24,84 pada dua tempat yang berbeda pula. Pada penelitian ini akan dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan jenis dan nilai hambur balik dari *wreck* dan analisis terhadap nilai tersebut.

RUMUSAN MASALAH

Aplikasi penggunaan MBES saat ini masih banyak hanya terpaku pada penentuan nilai kedalaman/batimetri suatu daerah, padahal MBES sendiri memiliki kemampuan selain mendapatkan data batimetri juga mendapatkan data hambur balik. Nilai hambur balik dapat digunakan untuk menentukan jenis dasar perairan. Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana menentukan dimensi, posisi, dan kedalaman *Wreck* dengan mengolah data MBES menggunakan metode *Combined Uncertainty and Bathymetry Estimator* (CUBE)?
2. Bagaimana menentukan nilai hambur balik dari *Wreck* dengan cara mengolah data hambur balik menggunakan metode ARA dan SAT untuk?
3. Bagaimana menghitung nilai impedansi dan koefisien refleksi dari target yang sudah diketahui nilai intensitasnya?

BATASAN MASALAH

Penelitian ini difokuskan pada pengolahan *raw data* MBES dan analisis hasil pengolahannya untuk menentukan karakteristik material *wreck*. Adapun data yang diolah adalah data MBES di sekitar 3 target *wreck* yang akan diteliti. Data batimetri diolah menggunakan metode CUBE dan data hambur balik menggunakan metode ARA dan SAT. Untuk memperkuat analisis digunakan perbandingan berupa hasil penelitian sebelumnya dan daftar nilai koefisien refleksi. Perangkat lunak utama yang digunakan dalam pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan *Caris Hips & Sips 9.0* beserta *dongle key* dan *Arc GIS versi 10.3* yang digunakan untuk menampilkan visualisasi data hasil akhir.

Data dan informasi dalam penelitian ini diperoleh dari hasil survei akustik untuk keperluan batimetri yang menggunakan

peralatan multibeam echosounder *Kongsberg EM 2040C* di Perairan Belawan, Kota Medan, Sumatera Utara tahun 2016 yang diperoleh dari Pusat Hidro-Oseanografi TNI AL.

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis dan mengidentifikasi *wreck* yang meliputi :

1. Mengetahui nilai kedalaman, posisi dan estimasi dimensi (panjang dan lebar) *Wreck*.
2. Menentukan nilai hambur balik dari *Wreck* menggunakan metode *Angular Response Analysis (ARA)* dan *Sediment Analysis Tool (SAT)*.
3. Mengetahui nilai impedansi dan koefisien refleksi pada material *wreck*.

MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini diharapkan memberikan informasi posisi *wreck* dan nilai hambur balik dalam penentuan karakteristik material *wreck* yang digunakan sebagai informasi bagi *updating* peta laut, buku kerangka kapal dan penempatan SBNP serta dapat digunakan sebagai salah satu alternatif dalam survei cepat (*quick survey*) untuk menentukan karakteristik material dari *wreck*. Disebut survei cepat dikarenakan pada perairan dangkal maupun dalam untuk menentukan karakteristik material *wreck* tidak diperlukan penyelam, sebagai mana diketahui kemampuan maksimal penyelam adalah 60-70 m dengan menggunakan baju mix gas. Selain itu juga akan menjadi lebih efisien dalam pelaksanaan survei, karena hanya menggunakan satu alat MBES tanpa harus membawa alat SSS ataupun Magnetometer.

LANDASAN TEORI

Survei Batimetri

Survei batimetri merupakan survey untuk melakukan pengukuran kedalaman yang ditujukan untuk memperoleh gambaran (model) bentuk permukaan (konfigurasi) dasar perairan (*seabedsurface*). Menurut IHO, survey batimetri adalah "*measure dorcharted depth of water or the measurement of such depth*". Pengukuran kedalaman dilakukan secara bersamaan dengan pengukuran posisi horisontalnya. Kedalaman diukur dengan instrumen gelombang akustik, sedangkan posisi horizontal 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 survey terhadap dinamika air laut tersebut (Nugroho, 2014).

Alat yang digunakan untuk kegiatan ini adalah *echosounder* atau perum gema. Penggunaan alat ini merupakan pengukuran kedalaman secara tidak langsung dengan mengukur waktu tempuh pulsa gelombang akustik yang dipancarkan oleh transduser. Interval waktu tempuh gelombang akustik tersebut kemudian dikonversi menjadi kedalaman dengan prinsip sebagai berikut:

$$D = \frac{1}{2} (v \cdot \Delta t) \dots \dots \dots (1)$$

Deteksi Dasar Laut

Untuk memastikan navigasi yang aman perlu dilakukan deteksi dasar laut yang memungkinkan menjadi bahaya untuk navigasi, baik itu buatan manusia atau alam. Pendeteksian ini digunakan untuk mendefinisikan benda atau objek apa pun di dasar laut yang sangat berbeda dari daerah sekitarnya. Benda tersebut dapat berupa *isolated rock* pada permukaan dasar laut yang datar sampai bangkai pesawat maupun kapal. Kegiatan ini disebut dengan deteksi dasar laut. Kegiatan tersebut adalah survei batimetri sesuai dengan jalur yang sudah ditentukan. Cakupan wilayah MBES digunakan untuk deteksi fitur dan untuk memberikan informasi mengenai klasifikasi dasar laut. Dalam beberapa kasus atau kegunaan deteksi fitur lebih penting dibandingkan akuisisi batimetri. Fitur khusus yang telah diidentifikasi pada *Multibeam Echosounder* biasanya akan memerlukan pemeriksaan yang lebih baik dari posisi dan kedalaman sebenarnya (IHO, 2008).

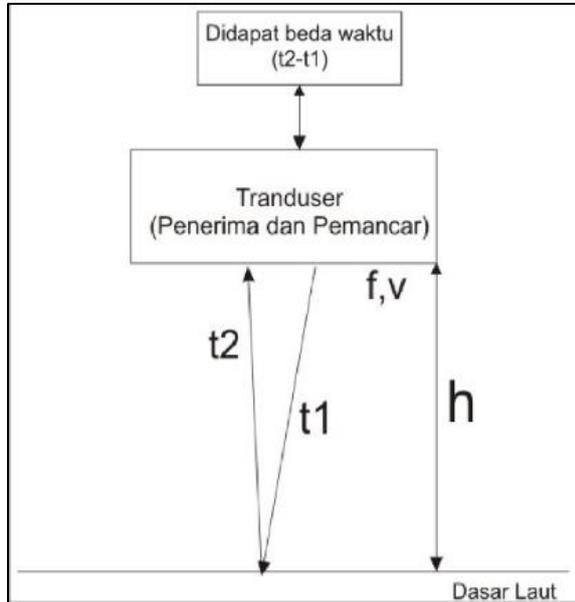
Multibeam Echosounder

Multibeam Echosounder (MBES) adalah salah satu alat yang digunakan untuk survei batimetri dalam cakupan survey hidrografi. Survei batimetri sendiri adalah proses dan aktivitas yang ditunjukkan untuk memperoleh gambaran (model) bentuk permukaan (topografi) dasar perairan (*seabedsurface*). Sedangkan survei hidrografi adalah proses penggambaran dasar perairan tersebut, sejak pengukuran, pengolahan, hingga visualisasinya. (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005).

MBES digunakan untuk mengukur banyak titik kedalaman secara bersamaan yang didapat dari suatu susunan transduser (*transducer array*) (Lekkerkerk, 2006). Berbeda dengan *sidescan sonar*, pola pancaran yang dimiliki MBES melebar dan melintang terhadap badan kapal. Perbedaan lainnya, MBES dengan alat lain adalah jumlah beam

yang dipancarkan lebih dari satu pancaran. Setiap *beam* memancarkan satu pulsa suara dan memiliki penerimanya masing-masing.

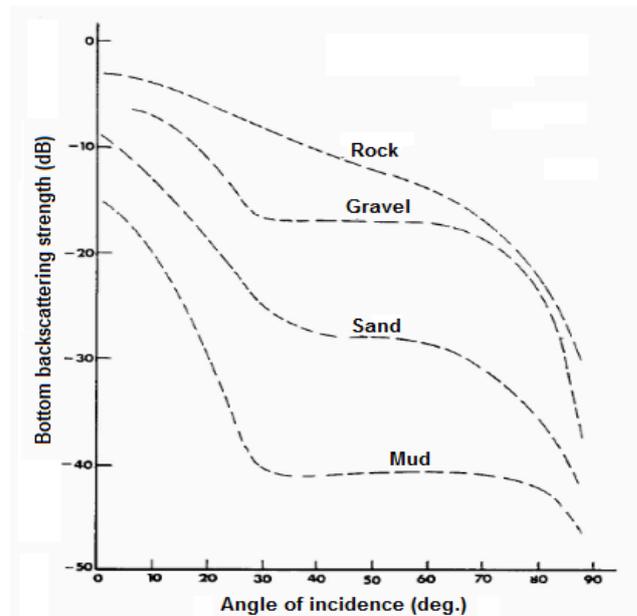
Menurut Sasmita (2008), pada prinsipnya MBES menggunakan pengukuran selisih fase pulsa untuk teknik pengukuran yang digunakan. Selisih fase ini merupakan fungsi dari selisih pulsa waktu pancaran dan penerimaan pulsa akustik serta sudut datang dari tiap-tiap transduser.



Geometri Waktu Transduser
(Sumber : Djunarsjah, 2005)

Metode hidroakustik mampu melakukan pengukuran terhadap kuat atau lemahnya pantulan dasar perairan. Secara ringkas gelombang akustik yang terjadi antara muka (*interface*) air laut – dasar laut mencakup pantulan dan pembauran pada daerah itu dan transmisi di medium kedua. Pada saat gelombang hidroakustik mengenai permukaan dasar perairan, sebagian energi akan menembus dasar perairan dan sebagian kembali ke *transduser*.

Dasar perairan atau sedimen yang memiliki sifat yang lebih keras akan memberikan pantulan dengan nilai amplitudo yang lebih besar (Hamilton, 2001). Nilai *backscattering strength* dipengaruhi oleh perbedaan impedansi akustik sebagai faktor utama, selain itu juga dipengaruhi oleh tingkat kekasaran (*roughness*) permukaan sedimen dan volume *heterogenitas* sedimen (Fonseca dan Mayer, 2007). Adapun hubungan sudut datang dan pantulan pada berbagai tipe dasar perairan ada pada gambar berikut:



Hubungan sudut datang dan pantulan pada berbagai tipe dasar perairan
(Sumber : Siwabessy, 2001)

Mosaik Hambur Balik

Mosaik hambur balik adalah penggambaran derajat keabu-abuan (*gray level*) yang menunjukkan intensitas akustik yang dipantulkan oleh dasar perairan. Kuat lemahnya nilai hambur balik dapat digambarkan secara spasial dalam sebuah image. Mosaik merupakan hasil blending dari nilai parameter akustik yang telah terbentuk. Mosaik dibangun atas dasar pembuatan Geo BaRs (*Georeferenced Backscatter Raster*) yang telah dilakukan pada proses sebelumnya. Pembuatan Geo BaRs ditujukan untuk memberikan penilaian awal kualitas data dan editing data. Oleh karena itu, dimungkinkan untuk membuat banyak geobars di tiap lajur survei (Adi, 2016). Pada data MBES *Kongsberg EM2040C* dapat merekam data hambur balik dalam dua format yaitu *average beam* dan *beam time series*. Kedua format tersebut memiliki perbedaan yaitu, *average beam* hanya menghasilkan 1 nilai intensitas per beam sedangkan *time series* merekam nilai intensitas dalam jumlah yang banyak tiap ping nya sehingga hasilnya akan lebih kasar.

Angular Response Analysis (ARA)

Sinyal yang dipantulkan oleh dasar perairan mengalami kejadian atau proses yang banyak. MBES bisa menangkap semua informasi yang ada dari kolom perairan hingga yang berada di dekat permukaan dasar (*sea surface*). Multibeam dalam pola pancarannya terdiri dari banyak beam yang terusun secara teratur. Secara keseluruhan masing-masing

beam yang terintegrasi memiliki sudut secara total. Pengaruh sudut yang dihasilkan sangat besar terhadap nilai hambur balik yang diterima. Sinyal yang berasal dari nadir memiliki nilai intensitas yang lebih besar dibandingkan dengan yang jauh dari nadir. Analisis pengaruh sudut multibeam terhadap nilai hambur balik dikembangkan menjadi metode yang dikenal dengan *Geocoder* (Fonseca and Calder, 2007). *Geocoder* merupakan model yang efektif untuk menentukan kepadatan di air sehingga dapat untuk memperkirakan karakteristik tipe sedimen atau dasar laut dengan menggunakan data hambur balik (William, 2001).

Sedimen Analysis Tool (SAT)

Tool ini didesain untuk melengkapi proses pembuatan mosaik hambur balik akustik. Dengan menggunakan *tool* ini akan menghasilkan kurva model pendekatan tiap tipe/jenis sedimen dasar laut berdasarkan nilai intensitasnya terhadap respon sudut pancaran.

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.

Metode hidroakustik 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.

Menurut Lurton (2002), dengan data ρ dan c diketahui dapat dihitung nilai impedansi akustik dan koefisien refleksinya. Impedansi akustik dihitung dengan rumus :

$$Z = \rho \cdot c \dots\dots\dots(2)$$

Sedangkan koefisien refleksi tekanan akustik ditentukan sebagai (Clay and Medwin 1977) :

$$R = \frac{P_i}{P_r} = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{\rho_1 c_1 - \rho_2 c_2}{\rho_1 c_1 + \rho_2 c_2} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan : Z = impedansi akustik ($\text{kg/m}^2\text{sec}$)
 ρ = Massa Jenis (kg/m^3)
 c = Kecepatan Suara (m/s)
 R = Koefisien Refleksi

METODOLOGI PENELITIAN

Desain Penelitian

Dalam melakukan suatu penelitian salah satu hal yang penting ialah membuat

desain penelitian. Desain penelitian merupakan pedoman dalam melakukan proses penelitian diantaranya dalam menentukan instrumen pengambilan data, penentuan sampel, pengumpulan data, serta analisa data (Hasibuan, 2007). Oleh karena itu, diperlukan metode untuk membuatnya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif dengan menggunakan pendekatan kuantitatif yaitu penelitian yang kemudian diolah dan dianalisis untuk mengambil kesimpulan. Artinya penelitian yang dilakukan adalah penelitian yang menekankan analisisnya pada data-data numerik (angka) yang diolah dengan menggunakan metode penelitian ini, akan diperoleh hubungan yang signifikan antar variabel yang diteliti.

Metode deskriptif merupakan metode yang digunakan untuk menggambarkan atau menganalisis suatu hasil penelitian tetapi tidak digunakan untuk membuat kesimpulan yang lebih luas (Sugiyono, 2005). Sedangkan pendekatan kuantitatif adalah suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui (Kasiram dalam Sujarweni, 2014).

Pada penelitian ini dilakukan pengolahan data multibeam echosounder menggunakan *Cube Surface* untuk mendapatkan kedalaman, dimensi dan posisi dari *wreck*, setelah itu dari *Cube Surface* dengan menggunakan ARA dapat menentukan nilai hambur balik dari *wreck*, kemudian dengan menggunakan SAT dilakukan analisa karakteristik material dari *wreck* tersebut untuk kemudian diekstraksi. Proses-proses tersebut menggunakan *Software Caris Hips & Ships 9.0*.

Dari data hasil ekstraksi tersebut dianalisa dan dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya, setelah itu dilakukan perhitungan nilai impedansi akustik dan koefisien refleksinya untuk memperkuat hasil analisa. Proses pengolahan data MBES akan dilakukan di Dishidro bidang pengolahan data Pushidrosal.

Sumber Data /Subyek/Obyek Penelitian

Data yang dibutuhkan dalam penelitian adalah data hasil survei batimetri di perairan pelabuhan Belawan, kota Medan, Sumatera Utara pada tanggal 17 – 29 Mei 2016. Nilai kedalaman pada perairan tersebut rata-rata antara 2 meter – 13 meter. Data dan informasi dalam penelitian ini diperoleh melalui survei akustik untuk keperluan batimetri dengan menggunakan alat MBES *Kongsberg EM 2040C* di perairan pelabuhan Belawan yang diperoleh dari Pusat Hidro-Oseanografi

TNI AL. Pemilihan data pada daerah ini, karena pada perairan pelabuhan Belawan banyak terdapat *wreck* sehingga dapat mendukung penelitian ini dan juga diharapkan dapat mewakili karakteristik material dari kapal yang berbeda-beda. Penelitian ini mengolah data batimetri di sekitar *wreck* yang dijadikan target penelitian.

Selain data hasil survei batimetri yang diolah dengan menggunakan *software Caris Hips & Ships 9.0* diperlukan data lain untuk memvalidasi hasil dari analisa nilai hambur balik dengan menggunakan ARA dan SAT, data tersebut adalah hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya agar dapat memperkuat hasil analisa dari penelitian ini.

Teknik Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini dikumpulkan melalui teknik kajian literatur (*literature research*) dan penggunaan data sekunder (*secondary data collection*). Untuk dapat mengkaji lebih jauh tentang nilai hambur balik dari kapal karam perlu adanya dukungan teoritis konseptual dan empiris tentang hal tersebut. Dukungan teoritis konseptual berasal dari sumber-sumber terpercaya. Sedangkan dukungan empiris berasal dari data lapangan. Oleh karena itu, untuk melakukan pengkajian lebih jauh diperlukan kajian literatur. Kajian literatur berasal dari laporan hasil penelitian, jurnal ilmiah, karya ilmiah, dokumen tertulis atau karya-karya lain yang relevan (Setyosari, 2010). Dalam penelitian ini dukungan teoritis konseptual menggunakan kajian literatur yang berasal dari laporan hasil penelitian Nugroho (2011) tentang manfaat *Multibeam echosounder* terhadap laut dalam, penelitian Simbolon (2014) tentang aplikasi instrument MBES dan *Side Scan Sonar* untuk deteksi kapal karam (contoh studi kapal Bahuga Jaya di perairan Selat Sunda), penelitian Adi (2016) tentang *Angular Response Analysis* (ARA) hasil deteksi MBES di sungai Kapuas.

Dukungan empiris berupa data lapangan menggunakan data sekunder berupa data MBES di perairan Belawan hasil survei batimetri tahun 2016 dari PUSHIDROSAL dan juga peta laut no.19 cetakan ke 9 tahun 2012.

Teknik Analisa Data

Pengolahan Data Pasang Surut

Data pasang surut yang digunakan sebagai koreksi data batimetri, merupakan data pasang surut yang sudah dikurangi nilai muka surutan. Metode penentuan Duduk Tengah (DT) dan Muka Surutan (MS) menggunakan metode Admiralty. Data surutan yang digunakan disesuaikan dengan

waktu pelaksanaan pengambilan data batimetri.

Data pasang surut ini pada *software Caris Hips & Ships 9.0* diatur menggunakan *tool tide editor*. Sebelum dimasukkan dalam *tide editor* disiapkan data pasang surut dalam *MS. Excel*. Format ini merupakan format dasar data pasang surut (*basic tide format*). Adapun langkah – langkahnya adalah sebagai berikut :

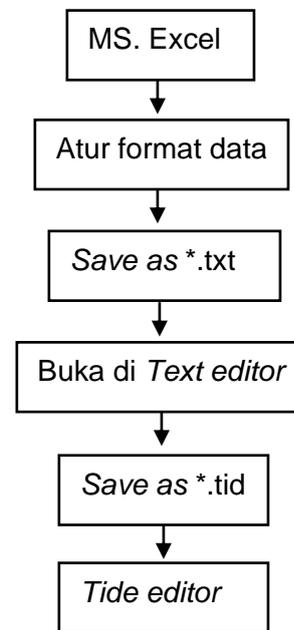


Diagram alir pengolahan data pasut

Pengolahan Data Kecepatan Suara

Data kecepatan suara ditampilkan dengan *sound velocity editor* pada *Caris Hips & Ships 9.0*. Langkah – langkahnya adalah sebagai berikut :

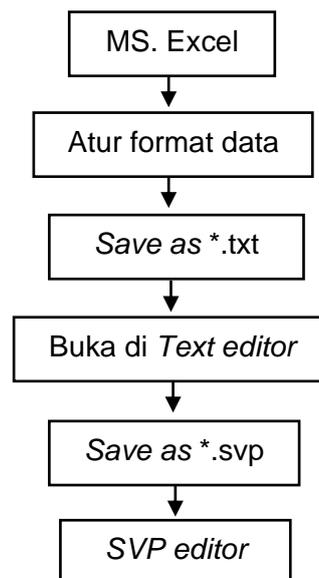


Diagram alir pengolahan data kecepatan suara

Sebelum ditampilkan dalam *sound velocity editor* dilakukan pengaturan format penyusunan data kecepatan suara dalam *MS. Excel*, yaitu kolom pertama sebagai data kedalaman dan kolom kedua sebagai data kecepatan suara. File data kecepatan suara disimpan dengan ekstensi *.svp. Data tersebut kemudian ditampilkan dengan tools *SVP editor*.

Pengolahan Data Batimetri

Survei batimetri digunakan untuk mendapatkan nilai kedalaman dan konfigurasi dasar perairan berdasarkan analisa profil kedalaman dari hasil pemeruman (*sounding*). Survei batimetri di perairan pelabuhan Belawan ini menggunakan MBES yang mana hasil data MBES diolah dengan menggunakan *Caris Hips & Ships 9.0*. Data tersebut akan mengalami serangkaian proses meliputi koreksi alat, koreksi oseanografi, *filtering*, *gridding* dan *interpolation* yang terangkum dalam metode CUBE (*Combined Uncertainty and Bathymetry Estimator*) (Adi, 2016). Pengolahannya melalui 8 (Delapan) fase

Uji Kualitas Pengukuran Kedalaman

Pada setiap pengukuran kedalaman sering kali nilai kedalaman yang didapat bukanlah nilai kedalaman sebenarnya tetapi nilai *outlier* sehingga perlu adanya uji kualitas (*quality control*) untuk menghilangkannya. Batas toleransi kesalahan nilai beda kedalaman diatur dalam IHO SP 44 tahun 2008 dan SNI 7646-2010 dengan tingkat kepercayaan 95%.

Pengolahan Data Hambur Balik

Pengolahan data hambur balik menggunakan algoritma *geocoder*. Implementasi *geocoder* digunakan untuk memproses dan menganalisa data hambur balik, proses geobar dan pembuatan mosaik (Dufek, 2012). Pengolahan ini dilakukan setelah pengolahan data batimetri yang menggunakan metode *Cube Surface* benar-benar sudah terkoreksi dengan baik. Pengolahan ini meliputi tiga hal, yaitu proses geobar, pembuatan mosaik hambur balik dan analisa tipe sedimen.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahapan kegiatan, tahap pertama yaitu pengumpulan data sekunder berupa *raw data* MBES survei alur pelabuhan Belawan tahun 2016, data pasang surut, data CTD dan

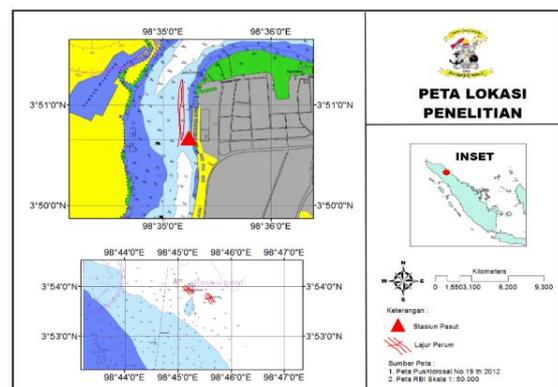
data hasil penelitian-penelitian sebelumnya yang mendukung dalam penelitian ini.

Tahapan kedua adalah pengolahan data MBES dengan menggunakan perangkat lunak *Caris Hips & Ships 9.0*. Pada tahapan ini dilaksanakan pembuatan *project*, *Vessel Configuration*, koreksi pasut, dan koreksi kecepatan suara. Setelah itu dibuat *Surface* menggunakan metode *Cube Surface*. Setelah itu dilakukan pengklasifikasian Orde menurut IHO yang ditampilkan dalam bentuk grafik *Quality Control (QC)*. Dalam *software Caris Hips and Ships 9.0* terdapat *tool* untuk melaksanakan QC, hasilnya berupa data hasil QC dan prosentase pengklasifikasian orde dari data hasil survei. Data hasil QC kemudian diolah dengan excel untuk melihat grafik data tersebut. Setelah itu dilaksanakan pengukuran estimasi dimensi dari target yang ada. Setelah itu didapatkan data x, y, z dan estimasi ukuran dari target.

Tahapan ketiga adalah pengolahan lanjutan dari *CUBE Surface* dengan menggunakan ARA dan SAT sehingga didapatkan klasifikasi nilai hambur balik di daerah penelitian.

Tahapan keempat adalah analisa nilai hambur balik dari hasil pengolahan diatas, dengan cara membandingkan nilai hambur balik pada target dengan nilai hambur balik dari hasil penelitian-penelitian sebelumnya, sehingga didapatkan jenis material dari *Wreck* tersebut.

Tahapan selanjutnya adalah tahapan kelima yaitu menghitung nilai impedansi akustik dan nilai koefisien refleksi dari *Wreck* tersebut, untuk kemudian hasilnya dapat dibandingkan dengan daftar tabel nilai koefisien refleksi yang telah dibuat berdasarkan penelitian oleh Hamilton (1971), Clay dan Medwin (1977) dan Kohl (1967). Dari hasil perhitungan tersebut dapat digunakan untuk memperkuat analisa pada tahapan keempat tentang material penyusun dari Kapal Karam (*Wreck*).



Layout Daerah Penelitian

Diagram Alir Penelitian

Secara keseluruhan proses pengolahan dan analisis pada penelitian ini digambarkan pada diagram alir berikut ini :

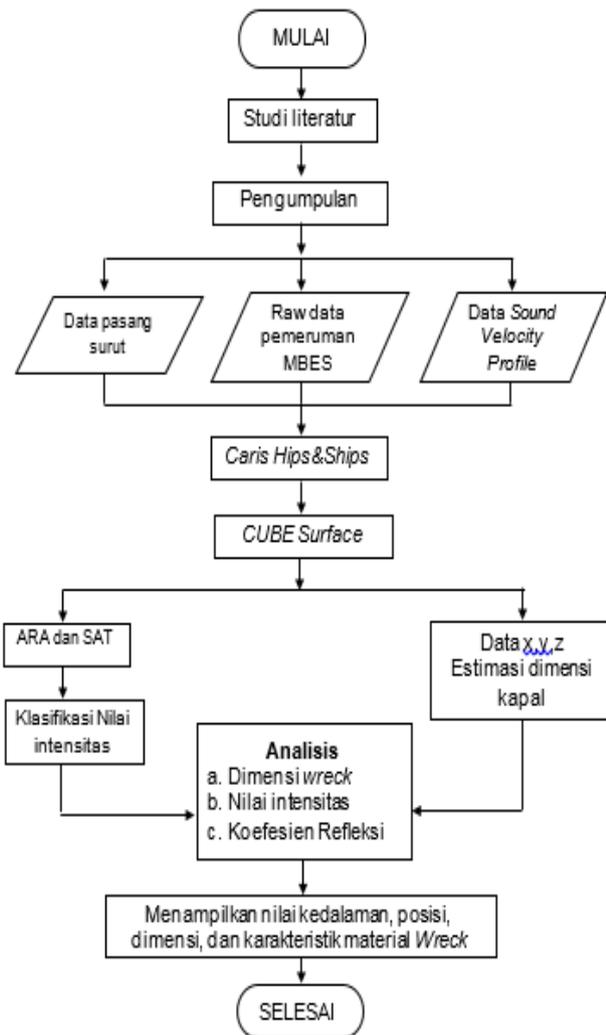
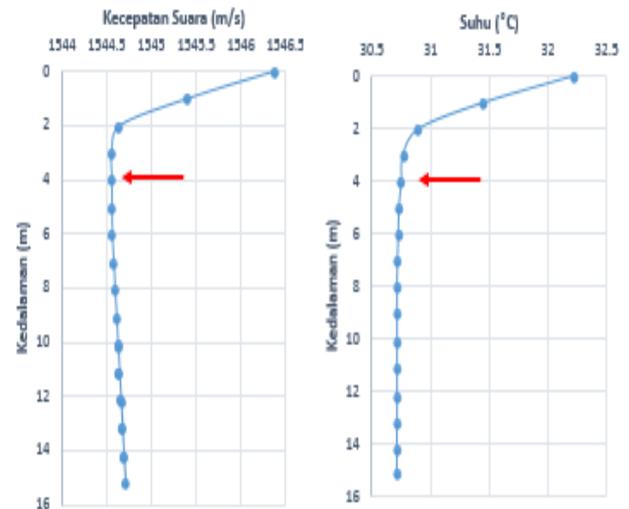


Diagram alir Penelitian

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN Profil Kecepatan Suara

Profil Kecepatan Suara (*Sound Velocity Profile* (SVP)) di lokasi penelitian diperlukan untuk mengkoreksi data MBES hasil pemeruman. Profil kecepatan suara ini menunjukkan data kecepatan tiap kedalaman kolom perairan. Pada saat pengolahan data koreksi kecepatan suara ini dimasukkan sesuai dengan hasil pengukuran nilai SVP di lokasi penelitian. Dari hasil pengukuran SVP didapatkan penurunan nilai SVP hingga kedalaman 4 meter kemudian mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya kedalaman. Tanda panah merah pada grafik menunjukkan titik balik peningkatan dan

penurunan nilai dari kecepatan suara dan suhu. Sumbu x pada gambar tersebut merupakan nilai kecepatan suara (m/s) sedangkan sumbu y merupakan nilai kedalaman pengukuran (m).



Profil Kecepatan Suara (*Sound Velocity Profile*) dan Suhu di daerah penelitian

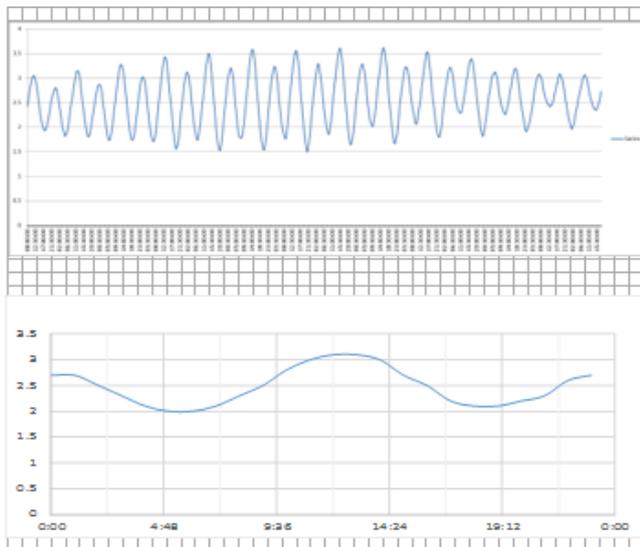
Hasil Pengukuran SVP di daerah penelitian menunjukkan kecepatan suara tertinggi terjadi di permukaan, yaitu 1546,377 m/s kemudian menurun hingga pada kedalaman 4 meter, yaitu 1544,542 m/s dan mengalami peningkatan kembali hingga pada kedalaman 15 meter, yaitu 1544,704 m/s.

Perbedaan yang terjadi pada kecepatan suara di setiap kedalaman dipengaruhi oleh tekanan dan suhu. Semakin tinggi suhunya semakin cepat rambat suara, hal ini dikarenakan suhu yang tinggi membuat semakin cepat getaran-getaran partikel dalam medium tersebut, sehingga membuat proses perpindahan getaran semakin cepat. Selain suhu, tekanan juga berpengaruh terhadap kecepatan suara di dalam air, setiap penambahan kedalaman maka tekanan akan semakin tinggi dan semakin tinggi tekanan akan membuat cepat rambat suara juga semakin tinggi. Hal ini dikarenakan partikel-partikel zat yang bertekanan tinggi terkompresi sehingga cepat rambat yang dihasilkan lebih besar. Pengaruh tekanan akan lebih besar dibandingkan dengan suhu pada lapisan deep layer.

Dari gambar terlihat kecepatan suara menurun sama halnya dengan suhu sampai pada kedalaman 4m, kemudian kecepatan suara meningkat seiring dengan bertambahnya kedalaman dan tekanan, sebaliknya suhu mengalami penurunan seiring bertambahnya kedalaman. Menurut Kinsler *et al.* (2000), suhu akan menurun seiring dengan

bertambahnya kedalaman, sementara tekanan akan semakin meningkat seiring bertambahnya kedalaman. Peningkatan suhu sebesar 10 °C akan meningkatkan kecepatan perambatan gelombang suara sebesar 4 m/s. Peningkatan tekanan air laut sebesar 1 km akan menyebabkan cepat rambat gelombang akustik meningkat sebesar 17m/s. Suhu di perairan banyak dipengaruhi oleh panas dari sinar matahari, *upwelling*, hujan dan *run off* dari sungai.

Fluktuasi Pasang Surut

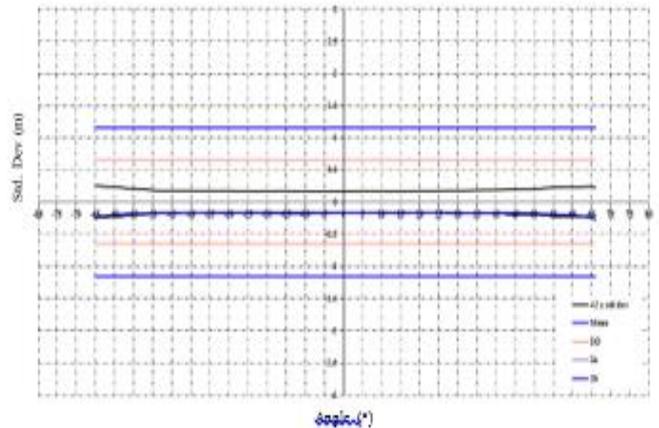


Pasang surut merupakan fenomena naik turunnya permukaan air laut yang dapat mengubah kedalaman suatu perairan. Pasang surut digunakan untuk mengoreksi kedalaman yang dilakukan pada saat akuisisi data (HIPS and SHIP 9.0 User's Guide). Berdasarkan grafik pasang surut di atas sifat/jenis Pasut di sekitar perairan Belawan adalah Campuran Condong ke Harian Ganda. Air tinggi tertinggi selama periode pengamatan 15 piamtan pada Dermaga Belawan, adalah 361 cm dan air rendah terendah adalah 149 cm.

Profil Batimetri

Profil batimetri menggambarkan kedalaman dan bentuk dasar laut di daerah penelitian yang merupakan hasil pengolahan data MBES yang telah dikoreksi dengan pasang surut dan kecepatan suara dan dilakukan koreksi pula terhadap pengaruh *pitch*, *yaw*, *roll* dan *heave*. Nilai kedalaman di area sekitar kapal karam yang diteliti adalah ±0.04 m – 15 m. Pengolahan data batimetri ini menggunakan software caris hips ships 9.0, software ini juga dapat langsung menampilkan *quality control (QC) report* data batimetri yang

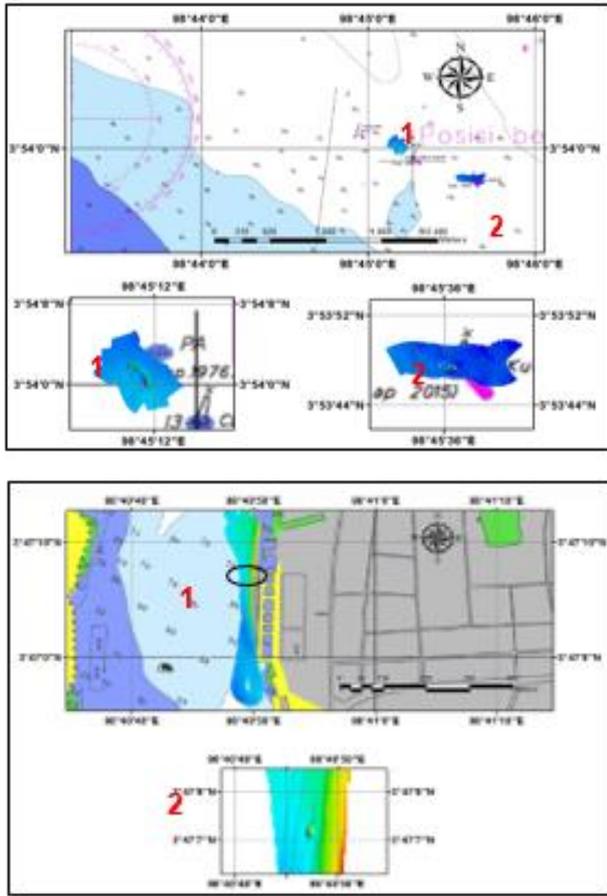
diolah. Untuk mengetahui kualitas akuisi data dapat dilakukan melalui metode *performance Test* untuk kemudian dapat dilihat kualitas dari tiap beam MBES yang digunakan. Hasil grafik QC dari *Performance test* menunjukkan bahwa data batimetri ini masuk dalam orde khusus (*Spesial Order*) yang ditunjukkan pada Gambar berikut.



Hasil Kualifikasi *Performance Test*

Dari grafik QC di atas dapat terlihat bahwa sesuai dengan tabel 3.2 tentang spesifikasi alat yaitu *coverage sector* alat ini adalah 130° (± 65°). Sedangkan untuk klasifikasi ordo masuk dalam ordo khusus, hal ini terlihat dari grafik di atas dimana nilai standar deviasinya masuk dalam batasan nilai standar ordo khusus.

Data MBES yang digunakan dalam penelitian ini adalah data batimetri target 3 kapal karam yaitu pada posisi 03° 54'0.07"U - 098° 45' 11.40"T, 03° 53'47.49"U - 098° 45' 35.66"T dan 03° 47' 7.14"U - 098° 40' 49.61"T. Target 1 memiliki Panjang area survei ± 259,49 m dan lebar 253,45 m, Target 2 memiliki panjang area survei ± 345 m dan lebar ± 128 m. Sedangkan Target 3 memiliki panjang area survei ± 568 m dan lebar ± 85 m. Pengolahan data Batimetri kedua target ini menggunakan *CUBE surface* sehingga dapat menggambarkan topografi dasar laut secara detail dan baik dengan ukuran pixel 1 x 1m.



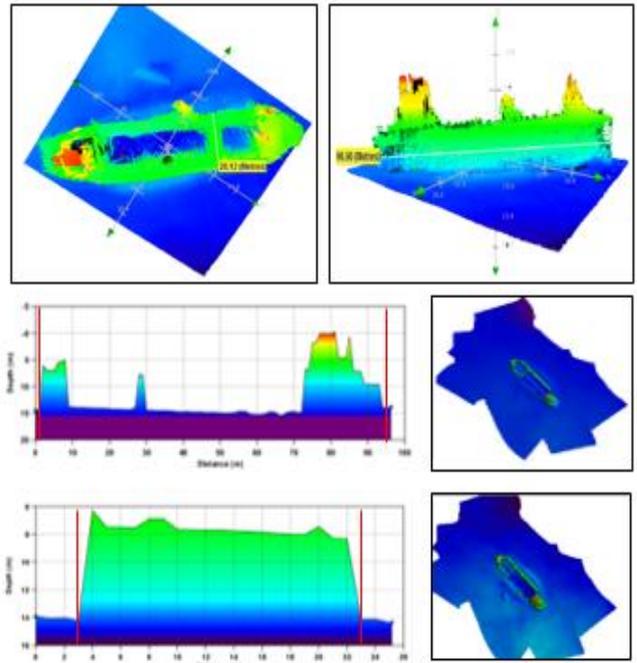
Pada gambar di atas dijelaskan bahwa poin 1 adalah peta batimetri keseluruhan pada target *wreck* 3 dan tanda lingkaran hitam menunjukkan posisi *wreck* yang akan diteliti. Sedangkan poin 2 menunjukkan gambaran batimetri disekitar target *wreck* setelah di zoom. Hasil batimetri menunjukkan target 1 memiliki kedalaman terdangkal 0,08 m dari permukaan air, target 2 memiliki kedalaman terdangkal 7,5 m dari permukaan air dan target 3 memiliki kedalaman terdangkal 4,5 m dari permukaan air.

Estimasi Dimensi Kapal

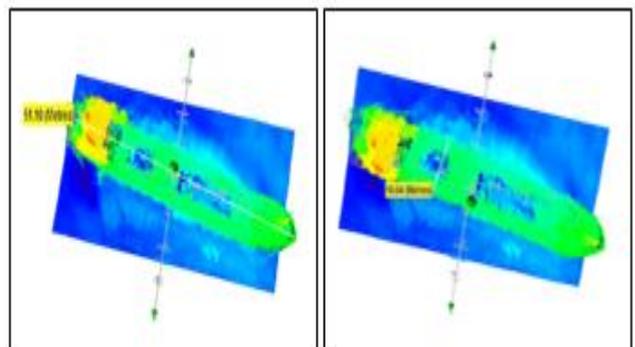
Estimasi pengukuran dimensi *wreck* dilakukan dengan menggunakan *tool measurement* yang ada pada perangkat lunak *caris hips & ships 9.0*. Dimensi dari target yang diukur adalah panjang dan lebar dari. Skema pengukuran dimensi kapal karam adalah sebagai berikut :

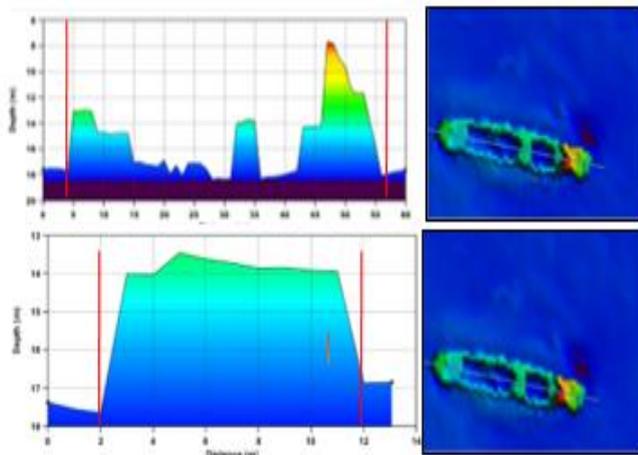


Estimasi dimensi *wreck* dengan menggunakan *tool measure distance* pada software *caris hips & ships* dengan cara menandai target terlebih dahulu, setelah itu dengan menggunakan *tool* kita ukur target tersebut panjang dan lebarnya. Selain itu estimasi dimensi dilakukan dengan menggunakan *tool digitize profile* untuk melihat penampakan profil dari target tersebut.

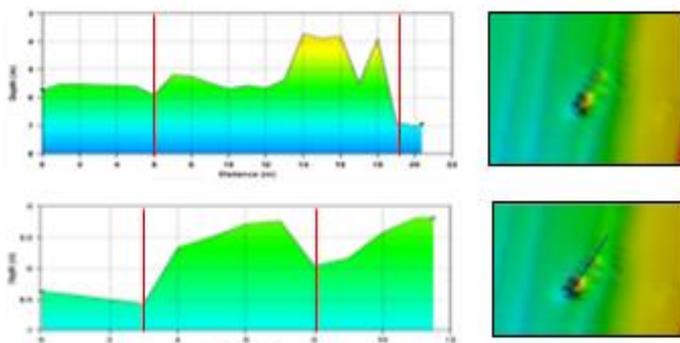
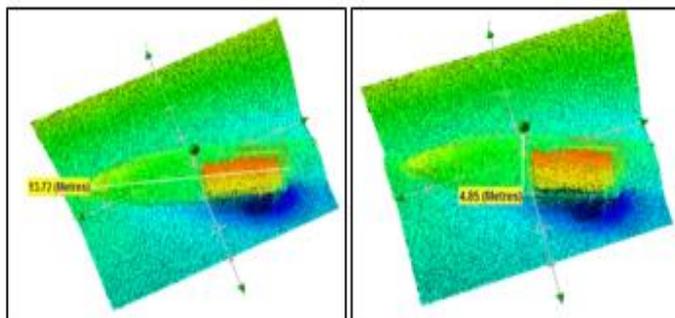


Hasil estimasi dimensi *wreck* target 1 menggunakan *tool measure distance* didapatkan panjang target 96.90 m dan lebar 20.12 m sedangkan menggunakan *tool digitize profile* didapatkan panjang ±96 m dan lebar ±20 m. *Wreck* Target 1 ini menurut informasi di BPI no.11 tahun 2016 adalah MV. ISA WINNER. Menurut data dari www.marinetraffic.com dan www.equasis.org MV. ISA WINNER memiliki panjang 96 m dan lebar 20 m. Hal ini berarti estimasi pengukuran menggunakan *tool measure distance* dan *tool digitize profile* mendekati ukuran yang sebenarnya. Sehingga untuk target 2 dan 3 dapat dilakukan estimasi dimensi dengan menggunakan kedua *tool* ini.





Hasil estimasi dimensi *wreck* target 2 menggunakan *tool measure distance* didapatkan panjang target 51.10 m dan lebar 10.04 m sedangkan menggunakan *tool digitize profile* didapatkan panjang ± 51 m dan lebar ± 10 m.



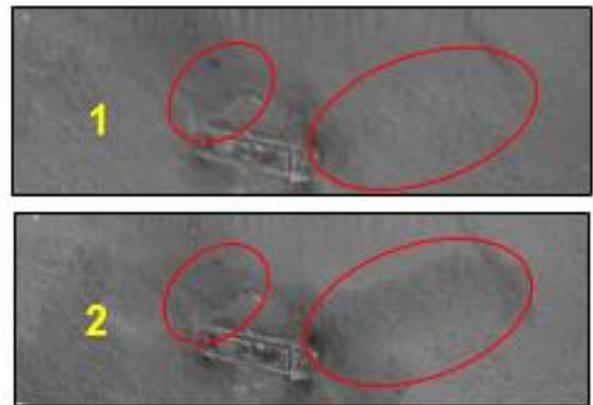
Hasil estimasi dimensi *wreck* target 3 menggunakan *tool measure distance* didapatkan panjang target 13,72 m dan lebar 4.85 m sedangkan menggunakan *tool digitize profile* didapatkan panjang ± 13 m dan lebar ± 5 m.

Hasil Pembuatan Mosaik

GeoBaR dibangun oleh algoritma yang cukup efektif digunakan untuk mengestimasi, mengklasifikasi serta mendeliniasi ukuran dari masing-masing jenis sedimen. Sehingga dapat untuk mengolah dan menganalisis lebih jauh lagi signal akustik yang terekam. GeoBaR terbentuk dari line survei secara terpisah. Artinya ketika kita hanya memiliki 1 line survei, GeoBaR masih

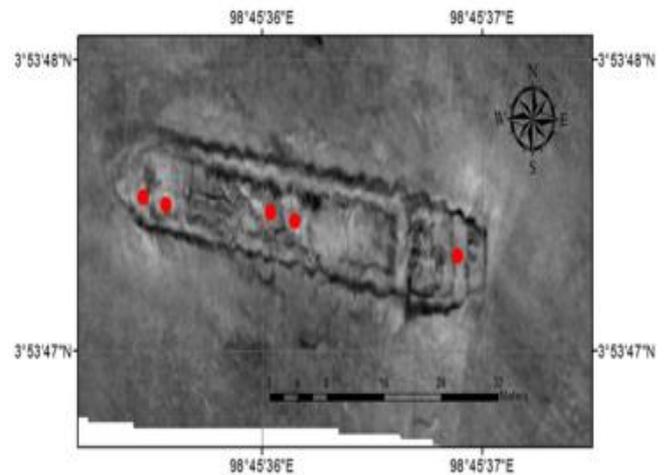
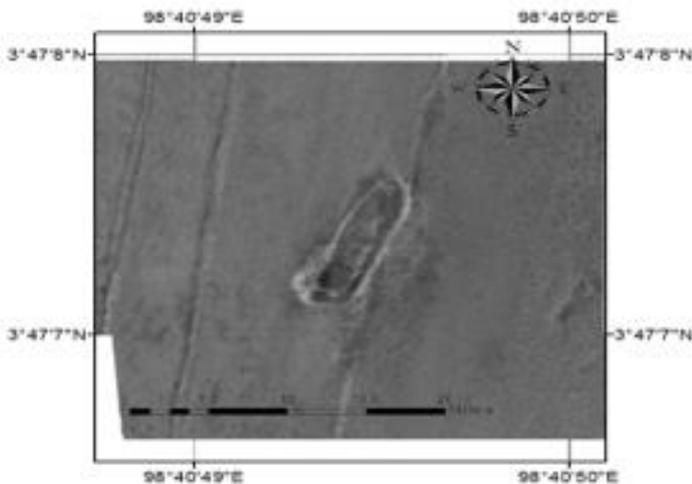
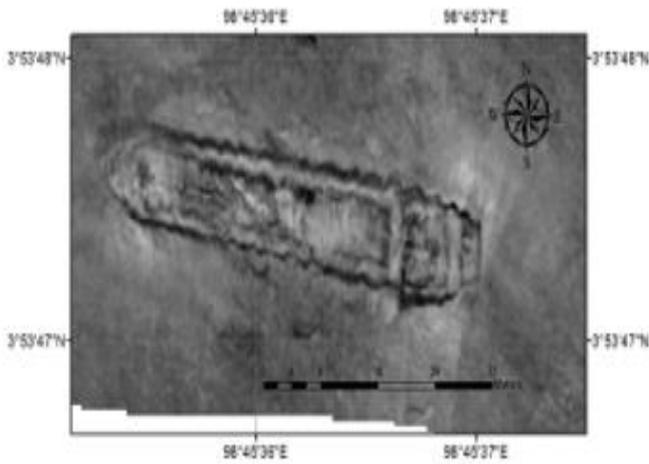
bisa terbentuk untuk melihat sebaran nilai intensitasnya.

Perpaduan lebih dari satu GeoBaRs akan membentuk Mosaik. Citra ini dimanfaatkan untuk mengklasifikasikan atau melakukan segmentasi beberapa kelas dari dasar laut berdasarkan tekstur dasar laut dan atribut yang dimiliki dari masing-masing kelas. Dalam proses pembuatan mosaik pada tiap lajur survei harus dilakukan koreksi yaitu koreksi *autogain*, *time varying gain* dan *angle varying gain* dan *anti aliasing*. Mosaik memberikan gambaran dasar laut yang menyimpan informasi berupa intensitas yang terekam oleh multibeam echosounder secara *time series* maupun secara *beam average*.



Pada penelitian ini digunakan GeoBars format *time series* karena dengan format ini bisa didapatkan banyak nilai intensitas dan tampak lebih kasar. Sedangkan pada *average beam* tampilannya lebih halus karena hanya menghasilkan satu nilai intensitas tiap beamnya, hal ini terlihat dari tanda lingkaran merah pada gambar 4.14. Sebaran nilai intensitas pada mosaik ini digunakan sebagai informasi awal untuk selanjutnya dapat dilakukan analisis sedimen, berikut adalah mosaik dari tiap-tiap target yang diteliti :

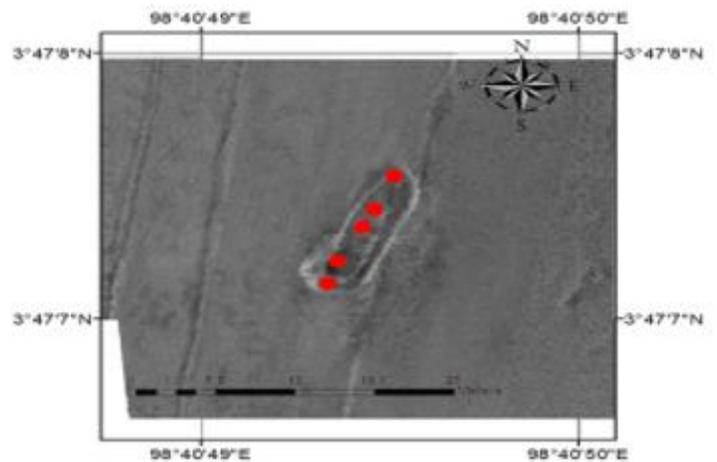




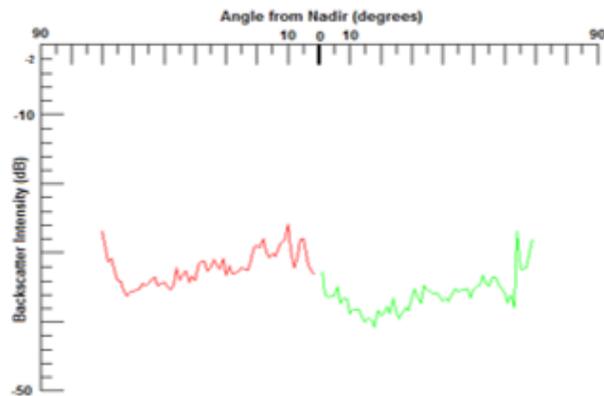
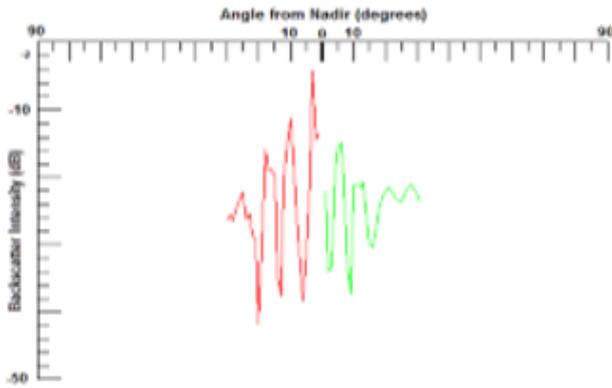
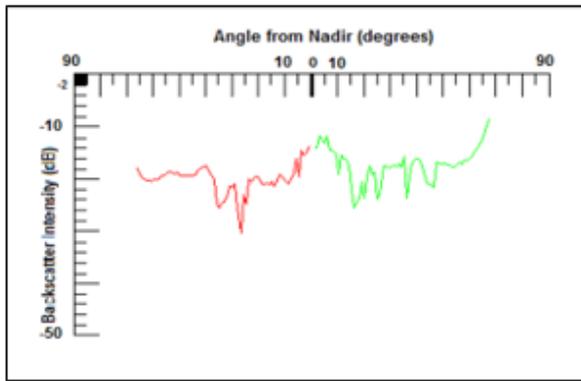
Nilai Intensitas Wreck

Nilai intensitas adalah nilai yang mempresentasikan nilai hambur balik. 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, mode sapuan menjadi kelompok yang berasal dari sisi kiri (*Port*) dan sisi kanan (*Starbord*). Terminologi *port* adalah semua data yang berhasil terekam oleh sisi bagian kiri penerimaan signal yang dipancarkan oleh transducer selama kegiatan pemeruman berlangsung. Sedangkan istilah *starbord* merujuk pada semua data yang direkam oleh sisi bagian kanan.

Pada penelitian ini diambil data 5 titik pada setiap target untuk diketahui nilai intensitasnya mulai dari haluan (depan), bagian tengah dan buritan (belakang) dari *wreck*. Dengan menggunakan *Sediment Analysis Tool* akan didapatkan informasi dalam bentuk grafik yang menunjukkan hubungan antara sudut dari titik nadir ($^{\circ}$) dan nilai intensitas (dB). Posisi titik-titik yang dibuat pada target *wreck* dan grafik nilai intensitas adalah sebagai berikut :



Gambar di atas adalah sebaran titik-titik pengambilan data *wreck* yang diambil posisinya melalui software *Caris Hips and Ships 9.0* dan dipetakan kembali menggunakan *Arcgis 10.3*, untuk grafik nilai intensitas pada titik-titik tersebut adalah sebagai berikut :

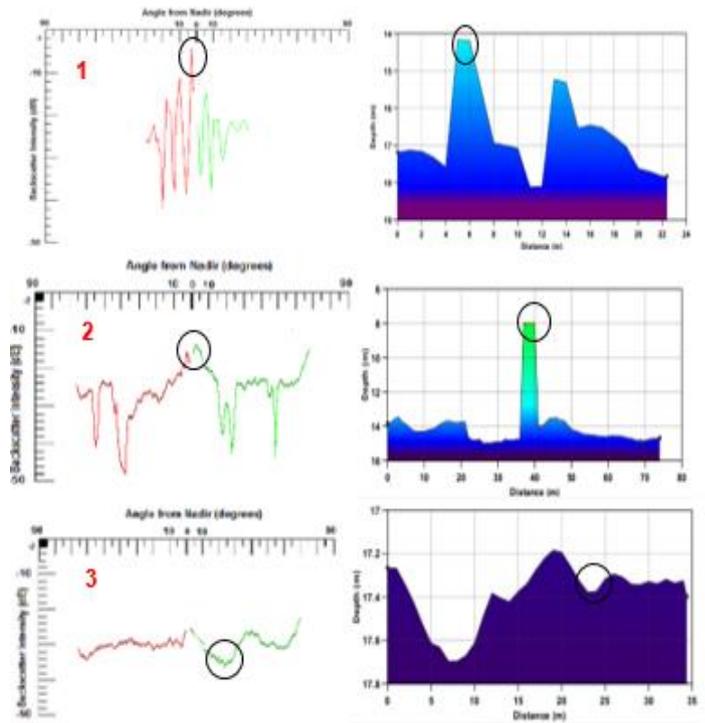


Rentang nilai intensitas yang didapatkan pada target 1 antara -9,7 dB hingga -3,02 dB target 2 berada pada -8,12dB hingga -3.5 dB sedangkan pada target 3 berada pada -27,3 dB hingga -21,5 dB. Nilai-nilai tersebut diperoleh dari hasil rasio antara power yang ditransmit dan power yang diterima oleh *tranceiver*. 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 multibeam echosounder.

Dasar perairan sebenarnya memiliki relief yang hampir sama dengan di daratan

yaitu adanya gunung dan lembah. Begitu juga dengan adanya *wreck* membuat topografi dasar perairan ini berubah bentuk dikarenakan perubahan kedalaman. Sinyal akustik yang dipancarkan ke *wreck* target menghasilkan bentuk kurva nilai intensitas yang mengikuti daripada bentuk dari *wreck* dan dasar perairan tersebut.

Dari Gambar berikut terlihat bentuk *wreck* dan topografi dasar laut berpengaruh terhadap nilai intensitas, namun jenis dasar laut lebih besar pengaruhnya, pada target 1 dan 2 fluktuasi nilai intensitas sangat tinggi sedangkan pada target 3 tidak terjadi perubahan nilai intensitas yang terlalu tinggi. Hal ini bisa dikarenakan tingkat kekerasan yang berbeda antara target 1 dan 2 dengan target 3. Secara fisik apabila dilihat secara 3D terlihat target 1 dan 2 adalah kapal cargo sedangkan target 3 adalah kapal kecil yang memiliki bentuk hampir sama dengan kapal kayu pengangkut penumpang (perahu taxi).



Penelitian sebelumnya banyak menggunakan alat *side scan sonar* untuk meneliti nilai intensitas dari kapal karam, hasil penelitian Mahdi (2014) mendapatkan hasil nilai intensitas bangkai kapal -4,20 dB dengan frekuensi 300 Khz dan -6,23 dB dengan frekuensi 500 Khz, Simbolon(2014) mendapatkan nilai intensitas bangkai kapal (besi) -13,3 s/d 2,88 dB dengan menggunakan multibeam berfrekuensi 50 Khz, namun marsugi (2012) mendapatkan nilai intensitas bangkai kapal yang sangat kecil dibanding penelitian yang lain dengan nilai -29,42 dan -

24,84 dB, Marsugi tidak menyebutkan bangkai kapal tersebut apakah kapal besi atau kapal yang terbuat dari kayu padahal penelitiannya menggunakan alat yang sama dengan yang digunakan oleh Mahdi. Pada penelitian ini didapatkan nilai intensitas yang besar dan kecil pada ketiga target, pada target 1 memiliki nilai intensitas antara -9,7 dB s/d -3,2 dB, target 2 nilai intensitas antara -8,12 dB s/d -3,5 dB dan pada target 3 didapatkan nilai yang hampir sama dengan penelitian Marsugi yaitu antara -27,3 s/d -21,5 dB. Ada tiga hal yang mempengaruhi nilai hambur balik yaitu koefisien refleksi yang dipengaruhi impedansi akustik, tingkat kekasaran permukaan yang merupakan fungsi dari panjang gelombang akustik, dan tingkat reverberasi yang juga merupakan fungsi panjang gelombang akustik (Diaz, 1991).

Apabila dilihat dari frekuensi yang dipakai pada penelitian ini menggunakan frekuensi 300 Khz dan penelitian Marsugi menggunakan 100 Khz dan 500 Khz. Hasil yang didapatkan mendekati kesamaan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Simbolon menggunakan frekuensi 100 Khz dan 500 Khz didapatkan nilai yang sama pada target 1 dan 2, dapat diambil pengertian bahwa material penyusun *wreck* yang diteliti oleh Marsugi dan Simbolon adalah berbeda. Yang berintensitas besar terbuat dari besi dan yang berintensitas kecil terbuat dari bahan yang lebih lunak dalam hal ini adalah kayu.

Peneliti	Lokasi	Alat	Objek	Nilai Intensitas (dB)
Marsugi (2012)	Tuban, Jawa Timur	Side Scan Sonar Klein system 3000 (100 dan 500 Khz)	Bangkai Kapal	-29,42 dB dan -24,84 dB
Mahdi (2014)	Selat Sunda	Side Scan Sonar Klein system 3000 (300 Khz)	Bangkai Kapal	-4,20 dB
	Teluk Jakarta	Side Scan Sonar Klein system 3000 (500 Khz)	Bangkai Kapal	-6,23 dB
Simbolon (2014)	Selat Sunda	Elac Seabeam 1050D (50 Khz)	Kapal (besi)	-13,3 dB s/d -2,88 dB
Penelitian ini (2017)	Belawan, Sumatra Utara	Kongsberg EM 2040C (300 Khz)	Kapal (besi)	-9,7 dB s/d -3,02 dB
			Kapal (kayu)	-27,3 dBs/d -21,5 dB

Impedansi dan Koefisien Refleksi

Impedansi akustik menggambarkan seberapa besar nilai pantulan sinyal dari suatu obyek berdasarkan kekompakan material atau keras dan lunaknya suatu obyek. Berdasarkan

hasil penelitian dari Clay dan Medwin (1977) serta Khol (1967) dapat diketahui nilai impedansi akustik dari besi lebih tinggi dibandingkan dengan substrat lumpur. Impedansi akustik ini dihitung berdasarkan nilai densitas ρ dan cepat rambat gelombang dalam medium c .

Wreck target 1 dan 2 akan memiliki ρ dan c yang berbeda dengan *wreck* target 3 berdasarkan nilai intensitas yang telah didapatkan dari pengolahan data MBES. Pada penelitian Clay dan medwin serta Kohl yang diteliti adalah lumpur, lumpur pasir, besi cor dan baja. Lumpur memiliki nilai ρ 1420 kg/m³ dan c 1519 m/s, lumpur berpasir nilai ρ dan c adalah 1830 kg/m³ dan 1677 m/s (Clay dan Medwin, 1977), sedangkan besi nilai ρ dan c adalah 7800 kg/m³ dan 5130 m/s (Kohl 1967). Untuk nilai ρ dan c pada kayu adalah sebagai berikut:

JENIS KAYU	Kg/m ³
Pinus	350 – 560
Jati	630 – 720
Mahoni	495 – 545
Yellow Balau	880 – 980
Merbau	725 – 900
Meranti merah	580 – 770
Eucalyptus Saligna	660 – 670
Acasia	550 – 600

(Sumber: www.tentangkayu.com)

Kayu yang digunakan untuk membuat geladak kapal adalah jenis kayu meranti merah (Husna, 2014), pada tabel 4.3 disebutkan nilai densitas dari kayu merah adalah 580 – 770 kg/m³, pada penelitian ini diambil densitas terbesar 770 Kg/m³ untuk mendapatkan nilai impedansi terbesar dari kayu. Sedangkan nilai cepat rambat suara pada medium kayu adalah 4700 m/s (Yusriati, 2012). Setelah diketahui nilai masing-masing densitas dan kecepatan rambat gelombang suara, maka nilai dari masing-masing impedansi akustik Z dapat dihitung.

Target	ρ (Kg/m ³)	c (m/s)	Impedansi Akustik	Koefisien Refleksi
Lanau	1420	1519	2156980	0.189
Lanau berpasir	1830	1677	3068910	0.343
Besi cor	7850	5130	40270500	0.928
Baja	7850	6100	47885000	0.939

(Sumber: Clay dan Medwin, 1977 dan Kohl 1967)

Jenis material badan kapal pada *wreck* target 1,2 dan 3 selain dapat dilihat dari nilai intensitasnya dapat juga dihitung pada perhitungan impedansi dan koefisien refleksi. Tabel 4.4 adalah perhitungan yang telah dilakukan oleh Clay dan medwin tahun 1977 dan Kohl pada tahun 1967, pada penelitian ini akan dihitung impedansi dan koefisien refleksi pada besi dan kayu yang merupakan bahan pembuat badan kapal pada *wreck* target 1,2 dan 3.

Nilai koefisien refleksi atau yang lebih dikenal dengan R dihitung berdasarkan nilai perbandingan antara medium 1 dan medium 2, dalam hal ini yang dimaksud dengan medium 1 adalah air dan medium 2 adalah target yang dicurigai. Sebelum dilakukan proses perhitungan nilai koefisien refleksi, perlu diketahui nilai densitas ρ dan cepat rambat gelombang c pada air, dalam hal ini adalah air laut. Nilai densitas dan cepat rambat gelombang yang digunakan adalah 1000 kg/m^3 dan 1500 m/s (Clay dan Medwin, 1977). Setelah diketahui nilai dari masing-masing variabel maka nilai impedansi akustik dari air itu sendiri adalah $1.5 \times 10^3 \text{ Kg/m}^2$. Kemudian, dilakukan proses perhitungan nilai koefisien refleksi.

Target 1 dan 2 :

$$\begin{aligned} Z_1 \text{ (air laut)} &= \rho \cdot c \\ &= 1000 \times 1500 \\ &= 1500000 \text{ Kg/m}^2\text{s} \\ Z_2 \text{ (Besi)} &= \rho \cdot c \\ &= 7850 \times 5130 \\ &= 40270500 \text{ kg/m}^2\text{s} \end{aligned}$$

$$R = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{1500000 - 40270500}{1500000 + 40270500} = 0,928$$

Target 3 :

$$\begin{aligned} Z_1 \text{ (air laut)} &= \rho \cdot c \\ &= 1000 \times 1500 \\ &= 1500000 \text{ Kg/m}^2\text{s} \\ Z_2 \text{ (Kayu)} &= \rho \cdot c \\ &= 770 \times 4700 \\ &= 3619000 \text{ kg/m}^2\text{s} \end{aligned}$$

$$R = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{1500000 - 3619000}{1500000 + 3619000} = 0,414$$

$$R = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{1500000 - 3619000}{1500000 + 3619000} = 0,414$$

Berdasarkan perhitungan koefisien refleksi dan impedansi akustik beberapa material diatas, dapat dikatakan bahwa koefisien refleksi dari besi lebih tinggi dari kayu, dimana hasil perhitungan kayu memiliki koefisien refleksi kecil hampir sama dengan lumpur berpasir. Selain itu juga dapat dipastikan target 1 dan 2 adalah besi dan target 3 adalah kayu mengacu pada

penelitian yang dilakukan oleh Marsugi (2012), Simbolon (2014) dan Simbolon (2014) menunjukkan intensitas pada penelitian ini pada target 1 dan 2 mendekati sama dengan penelitian simbolon yang merupakan kapal besi dan target 3 hampir sama dengan Marsugi yang tidak menyebutkan jenis kerangka kapal yang diteliti.

PENUTUP

Kesimpulan

a. Hasil pendeteksian *wreck* didapatkan dimensi target 1 panjang $\pm 96 \text{ m}$ dan lebar $\pm 20 \text{ m}$, pada posisi $03^\circ 54' 00.07'' \text{U} - 098^\circ 45' 11.40'' \text{T}$ pada kedalaman terdangkal $0,08 \text{ m}$, target 2 memiliki panjang $\pm 51 \text{ m}$ dan lebar $\pm 10 \text{ m}$ pada posisi $03^\circ 53' 47.49'' \text{U} - 098^\circ 45' 35.66'' \text{T}$, pada kedalaman terdangkal $7,5 \text{ m}$ dan target 3 memiliki panjang $\pm 13 \text{ m}$ dan lebar $\pm 5 \text{ m}$, pada posisi $03^\circ 47' 7.14'' \text{U} - 098^\circ 40' 49.61'' \text{T}$ pada kedalaman terdangkal $4,3 \text{ m}$

b. Nilai intensitas yang didapatkan setelah pengolahan data yaitu : target 1 berkisar antara $-9,7 \text{ dB}$ s/d $-3,02 \text{ dB}$, target 2 berkisar antara $-8,12 \text{ dB}$ s/d $-3,5 \text{ dB}$ dan target 3 berkisar $-27,3 \text{ dB}$ s/d $-21,5 \text{ dB}$, sehingga dapat diartikan bahwa target 1 dan 2 memiliki kekerasan yang lebih dibanding dengan target 3. Dilihat dari nilai intensitas dan bentuk secara 3D dipastikan target 1 dan 2 terbuat dari besi dan target 3 terbuat dari kayu.

c. Hasil perhitungan nilai impedansi akustik dan koefisien refleksi yaitu pada target 1 dan 2 memiliki koefisien refleksi $0,928$ dan target 3 sebesar $0,414$.

Saran

Untuk penelitian berikutnya perlu adanya pembandingan data berupa hasil side scan sonar dengan nilai intensitas atau menggunakan magnetometer untuk memastikan tingkat kemagnetan dari target-target yang diteliti, selain itu juga dapat menggunakan *Autonomous Underwater Vehicle (AUV)* untuk mendapatkan pencitraan langsung bentuk dan ukuran dari target yang diteliti.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, Anang Prasetya. 2016. *Analisis Respon Sudut Pancaran (Angular Response Analysis) Hasil Deteksi Multibeam Echosounder di Sungai Kapuas Pontianak*. [Tesis]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor
- CARIS. 2015. *Caris HIP and SIPS 9.0.17 User Guide*. Canada
- Clay.C.S. dan H. Medwin. 1977. *Acoustical Oceanography: Principle and*

- Application*. John Wiley & Sons. New York
- Diaz, J.V.M. 1991. *Analysis of Multibeam Sonar Data for the Characterization of Seafloor Habitats*. The University of New Brunswick
- Djunarsjah, E. 2005. *Diktat Hidrografi*. Program Studi Teknik Geodesi dan Geomatika Institut Teknologi Bandung
- Djunarsjah, E. dan Poerbandono. 2005. *Survey Hidrografi*. Bandung: Refika Aditama
- Dufek, T. 2012. *Backscatter Analysis of Multibeam Sonar Data in the Area of the Valvadia Fracture Zone using Geocoder in CARIS HIPS & SIPS and IVS 3D Fledermus*. Master Thesis. University Hamburg
- Flood, R.D, dan 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 Journal*. 228: 153-172.
- Fonseca, L. Mayer, L. 2007. *Remote Estimation of Surficial Seafloor Properties Through The Application Angular Range Analysis to Multibeam Sonar Data*. *Mar Geophys Res*, 28: 119-126.
- Hasibuan, Zainal A. 2007. *Metode Penelitian Pada Bidang Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi* : Konsep Teknik dan Aplikasi. Jakarta: Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia.
- Husna, Asmaul *et al*. 2014. *Jenis Kayu yang digunakan untuk Konstruksi Kapal di Aceh*. *Onesiklopedia*
- IHO. 2008. *Standards For Hydrographic Surveys*. International Hydrographic Bureau. Monaco.
- Kagesten, G. 2008. *Geologi Seafloor Mapping With Backscatter Data From A Multibeam Echosounder*. Department of Earth Sciences Uppsala University. Gothenburg Sweden
- Kasiran. 2008. *Metodologi Penelitian Kualitatif & Kualitatif*. Malang :Universitas Islam Malang
- Kinsler, LE *et al*. 2000. *Fundamentals of Acoustics*. 4th Edition. New York: John Wiley & Sons
- Kohl, W.H. 1967. *Handbook Of Materials And Techniques For Vacuum Devices Covering High Temperature Properties, Materials Selection, Joining Processes, Etc*. REINHOLD PUBLISHING CORP. New York.
- Lekkerkerk, H.-J., Velden, R. v., Haycock, T., Jansen, P., Vries, R. d., Waalwijk, P. v., *et al*. 2006. *Handbook of Offshore Surveying Volume One: Preparation & Positioning*. London: Clarkson Research Service Limited
- Lurton X. 2002. *An Introduction to Underwater Acoustic*. Springer, Praxis. Chichester. UK
- Mahdi, DPI. 2014. *Deteksi dan Klasifikasi Dasar Laut Menggunakan Instrumen Side Scan Sonar* [Skripsi]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor.
- Manual Book Operating System Multibeam Echosounder Kongbergs EM 2040C*, 2014.
- Marsugi, S. 2012. *Kuantifikasi Sinyal Akustik pada Beberapa Target Dasar Laut dengan Instrument Side scan sonar Klein System 3000* [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Masetti *et al*. 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.
- Nugraha, 2014. *Multibeam Echosounder, Side Scan Sonar, And Sub-Bottom Profiler Application for Subsea Pipeline Free Span Detection*. Surabaya: Departemen Teknik Geomatika.
- Nugroho, Agung. 2011. *Pemetaan Dasar Laut Menggunakan Multibeam Echosounder Untuk Penelitian Laut Dalam (Studi Kasus: Survei Index – Satal 2000)*. [Skripsi]. Program Studi Teknik Geodesi dan Geomatika. Institut Teknologi Bandung.
- Ramdhani R. 2017. *Deteksi dan pengukuran sinyal hambur balik dari kapal karam menggunakan instrument side scan sonar di Perairan Cirebon*. [Skripsi]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor
- Sasmita, D.K. 2008. *Aplikasi Multibeam Echosounder System (MBES) untuk Keperluan Batimetri*. [Skripsi]. Program Studi Teknik Geodesi dan Geomatika. Institut Teknologi Bandung.
- Setyosari, Punaji. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan dan Pengembangan*. Jakarta : Kencana
- Simbolon, Sumiharjon. 2014. *Aplikasi Instrumen Multibeam Sonar dan*

- Side Scan Sonar Untuk Mendeteksi Kapal Karam (Contoh Studi Kapal Bahuga Jaya di Perairan Selat Sunda.* [Skripsi]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor
- Siwabessy PJW. 2001. *An Investigation of the Relationship between Seabed Type and Benthic and Benthic-Pelagic Biota Using Acoustic Techniques* [thesis]. Perth (AU): Curtin University of Technology Australia.
- Siwabessy, P.J.W. 2005. *Acoustic Techniques for Seabed Classification.* The Coastal Water Habitat Mapping (CWHM) Project of The Cooperative Research Centre for Coastal Zone. Sydney. Australia.
- Sugiyono. 2009. *Metode Deskriptif.* Edisi kedua, Alfabet, Bandung.
- Urick RJ. 1983. *Principles of Underwater Sound. 3rd ed.* New York (US): McGraw-Hill.
- Williams, K L.2001. *An effective density fluid model for acoustic propagation in sedimen derived from Biot theory.* *Journal of the Acoustic Society of America*, 110(5), pp.2276-2281.
- Yusriati, Ihya. 2012. *Cepat Rambat Bunyi.* Kalimantan Selatan
- www.noaateacheratsea.com, 2010
- www.tentangkayu.com. *Massa Jenis Kayu*