

KUANTIFIKASI KAPAL KARAM BERMATERIAL LOGAM MENGGUNAKAN *MULTIBEAM ECHOSOUNDER*

QUANTIFICATION OF METAL SHIPWRECK USING MULTIBEAM ECHOSOUNDER

Ari Wahyudi¹, Henry M Manik², Indra Jaya²

¹Program Studi Teknologi Kelautan, Sekolah Pascasarjana

²Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

Korespondensi: arwah45@gmail.com, henrymanik@ipb.ac.id, indrajaya.ipb@gmail.com

ABSTRACT

The use of Multibeam echosounder (MBES) equipment for seabed detection has been done by several researchers, which provided intensity values of each research object. However, artificial targets (such as shipwreck) was very dangerous object for ship navigation hence its very important to quantify it. This research was conducted in the Sunda Strait to detect the target of metal shipwreck. The Kongsberg EM 2040 MBES was used along with supporting equipment and SIS software as a data recorder. MBES acquisition results then processed using software CARIS. Display of the results were presented using the software CARIS and Surfer. The results of this study showed that the detection of the shipwreck with MBES Kongsberg EM 2040 is very clear with 3-dimensional shape of the shipwreck. The shipwreck backscattering intensity values have range from -3 to +6.99 dB.

Keyword: backscatter, intensity values, multibeam echosounder, shipwreck

ABSTRAK

Penggunaan peralatan *Multibeam Echosounder* (MBES) untuk mendeteksi dasar perairan sudah dilakukan oleh beberapa peneliti, yang menghasilkan nilai intensitas dari objek penelitian. Objek yang berupa kapal karam merupakan benda yang berbahaya bagi pelayaran maka akan sangat penting untuk mengkuantifikasinya. Penelitian ini dilaksanakan di Perairan Selat Sunda dengan target kapal karam bermaterial logam. MBES Kongsberg EM 2040 digunakan bersama peralatan pendukungnya dan digunakan software SIS sebagai perekam data. Hasil akuisisi MBES kemudian diolah dengan menggunakan *software* CARIS. Tampilan dari hasil penelitian ini menggunakan *software* CARIS dan Surfer. Hasil penelitian ini diperoleh bahwa pendeteksian kapal karam dengan MBES Kongsberg EM 2040 hasilnya sangat baik serta menghasilkan bentuk objek 3 dimensi dari kapal karam. Hasil *backscattering* dari kapal karam diperoleh rentang nilai intensitas antara -3 sampai +6.99 dB.

Kata kunci: *backscatter*, kapal karam, *multibeam echosounder*, nilai intensitas

PENDAHULUAN

Penelitian yang membahas pendeteksian terhadap objek buatan seperti kapal karam telah dilakukan oleh beberapa peneliti luar negeri tetapi masih sangat terbatas dari peneliti dalam negeri. Oleh karena itu, perlu lebih banyak lagi dilakukan penelitian dan pengkajian kuantifikasi objek/target terutama berupa kapal karam dengan metode akustik yang membahas nilai intensitas dari target serta kaitannya dengan parameter fisik dari sedimen yang diduga ikut mempengaruhi nilai intensitas dari target tersebut. Hal ini diperlukan untuk mendeteksi objek-objek, seperti kapal karam, yang dapat membahayakan

navigasi pelayaran, juga untuk menambah basis data keilmuan bidang akustik.

Objek/target yang diteliti pada penelitian ini adalah sebuah kapal karam yaitu eks kapal perang Australia HMAS Perth. HMAS Perth merupakan kapal perang milik Angkatan Laut Australia yang tenggelam di Perairan Selat Sunda pada 1 Maret 1942 akibat pertempuran dengan kapal perang Jepang. Kini, bangkai kapal ini sudah diselimuti lumpur dan pasir pada bagian dasarnya serta sudah ditumbuhi berbagai macam terumbu karang seperti gorgonian (Thamrin 2014) (Gambar 1). Sayangnya, belum ada perlindungan formal untuk bangkai kapal perang Australia ini, yang berakibat adanya laporan terjadi

pengangkatan bagian kapal oleh oknum yang tidak bertanggung jawab sehingga hilangnya beberapa bagian dari kapal bersejarah ini (Handoko 2016).

Tujuan penelitian ini adalah



pemanfaatan *Multibeam Echosounder* (MBES) untuk mendeteksi keberadaan target/objek berupa kapal karam bermaterial logam dan mengkuantifikasi nilai intensitas dari kapal karam tersebut.



Gambar 1. HMAS Perth sebelum tenggelam (kiri) dan setelah karam 71 tahun (kanan)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berlokasi di Selat Sunda, Banten (Gambar 2). Kedalaman area penelitian sekitar 34–38 m, yang menunjukkan bahwa area dasar perairannya relatif landai. Jenis dasar laut perairan ini didominasi oleh pasir dan pasir lanau (Dishidros 2007) beserta abu gunung-api kasar, pasir koral, pasir cangkang moluska dan gelas gunung-api (PPGL 1991). Target yang berada di lokasi penelitian berupa kapal karam bermaterial besi/logam.

Peralatan akuisisi data

Wahana yang digunakan pada saat pengambilan data adalah KRI Rigel – 924 milik TNI AL, dengan dimensi panjang 60.1m dan lebar 11.5m. Peralatan pemeruman yang digunakan pada penelitian ini adalah *Multibeam Echosounder* (MBES) Kongsberg EM 2040 dengan frekuensi yang digunakan adalah 400 kHz, yang dapat bekerja hingga kedalaman 600 m dan memiliki akurasi >10mm (Kongsberg 2016). Peralatan pendukung MBES yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1. Seluruh peralatan ini sudah terpasang di KRI Rigel dan terintegrasi dalam suatu sistem.

Akuisisi data

Sebelum pelaksanaan pengambilan data MBES, dilaksanakan kalibrasi atau yang biasa disebut *Patch Test* terhadap sistem pemeruman yang akan dioperasikan. *Patch Test* dilakukan untuk menentukan ketidaksejajaran relatif terhadap sensor

gerak, gyro dan waktu GPS. Ketidaksejajaran ini mengurangi akurasi, maka penting untuk melaksanakan *Patch Test* sebelum akuisisi data. Survei tanpa *Patch Test* tidak dianjurkan karena tidak akurat dan kemungkinan terjadinya pemetaan yang tidak sesuai seperti area sebenarnya (Buchanan *et al.* 2013). Hasil dari *Patch Test* berupa simpangan dari nilai *pitch* (angguk kapal), *roll* (oleng kapal) dan *yaw* (halu kapal) serta *latency* (selisih waktu penerimaan sinyal GPS).

Data pemeruman yang digunakan pada penelitian ini merupakan bagian dari data survei batimetri KRI Rigel di Selat Sunda. Data yang digunakan hanya data yang terdapat target berupa kapal tenggelam yaitu HMAS Perth, dimana pada area ini hanya diambil 3 buah lajur sapuan MBES dengan jarak antar lajur sekitar 100 m dengan overlap data sampai 75 m.

Pengolahan data

Tahapan pengolahan data pemeruman dibagi dalam 5 tahap (CARIS 2015). Tahap pertama merupakan tahap persiapan yaitu berupa pembuatan file kapal perum (bentuk, dimensi, *offset* peralatan dan memasukkan nilai koreksi dari sensor) dan pembuatan projek baru. Tahap kedua merupakan tahap memasukkan dan membaca data yang terdiri dari proses konversi data mentah (*raw data*) agar dapat dibuka pada program Caris, kemudian memasukkan data pelengkap, dilanjutkan dengan memasukkan data terkoreksi terhadap peralatan. Tahap ketiga adalah tahap pemrosesan data, dimana terjadi proses pengkoreksian terhadap

kecepatan suara (*sound velocity*) dan pasang surut (pasut), dilanjutkan dengan proses penghitungan nilai *Total Propagated Uncertainty* (TPU) dan proses selanjutnya adalah penggabungan data terhadap koreksi-koreksinya. Tahap keempat dari pengolahan data pemeruman adalah tahap kontrol kualitas data, dimana pada tahap ini dilakukan proses pembuatan peta dasar berupa *base surface* yang dilanjutkan dengan proses pengeditan dan pemfilteran data. Tahap terakhir dari pengolahan data pemeruman adalah tahap produksi, yaitu berupa peta permukaan, peta kontur, peta kedalaman terseleksi, bentuk lainnya seperti intensitas atau *backscatter* maupun produk lain berupa hasil *ekspor* ke format *file* lain yang diinginkan (Gambar 3).

Dalam pengolahan data, digunakan *tools geocoder* dari *software* CARIS, yang merupakan hasil dari Fonseca (2001) yaitu perhitungan nilai *backscatter cross-section* yaitu:

$$\sigma_r(\theta, f) = F(\theta, f; \xi, \rho(\xi), v(\xi), \delta(\xi), \omega_2, \lambda)$$

dimana :

- σ_r = Hambur balik penampang melintang (*backscatter cross-section*) per unit sudut tetap per unit area pada *interface*
- θ = *Grazing angle*
- f = Frekuensi (Hz)
- ξ = *Free gas* (Gas terbebas) = Volume gas/total volume sedimen
- ρ = Rasio densitas sedimen terhadap densitas air laut
- v = Rasio kecepatan suara pada sedimen terhadap kecepatan suara pada air

- δ = Parameter kehilangan : rasio dari jumlah gelombang imajiner terhadap riil pada sedimen
- ω_2 = Kekuatan spektral dari spektrum relief dasar perairan
- λ = Eksponen spektral dari spektrum relief dasar perairan

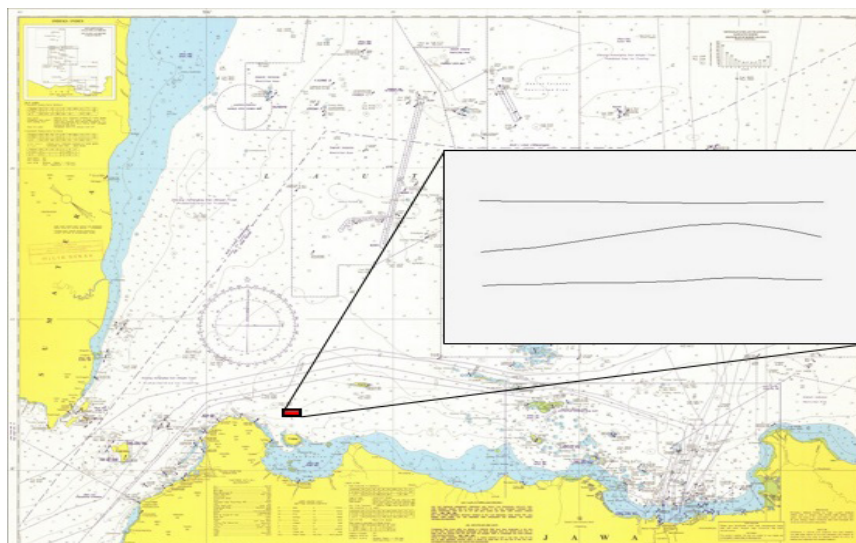
Penelitian ini juga menggunakan perhitungan nilai *volume backscatter cross-section* dari Fonseca (2001) yaitu:

$$\sigma_v(\theta) = \frac{5(\xi \sum_b + \sigma_2 \alpha(\xi)) c_w |1 - R^2(\theta)|^2 \sin^2(\theta)}{40\pi f |P(\theta)|^2 \text{Im} |P(\theta)|}$$

dimana:

- σ_v = Volume hambur balik penampang melintang (*Volume backscatter cross-section*)
- ξ = *Free gas* (Gas terbebas) = Volume gas/total volume sedimen
- \sum_b = *Backscattering cross section* dari gelembung gas
- σ_2 = Parameter volume scattering
- $\alpha(\xi)$ = Koefisien atenuasi sedimen dalam dB/m
- c_w = Kecepatan suara di air
- $R(\theta)$ = Koefisien refleksi kompleks
- θ = *Grazing angle*
- f = Frekuensi (Hz)
- $P(\theta)$ = Fungsi kompleks untuk model kehilangan energi

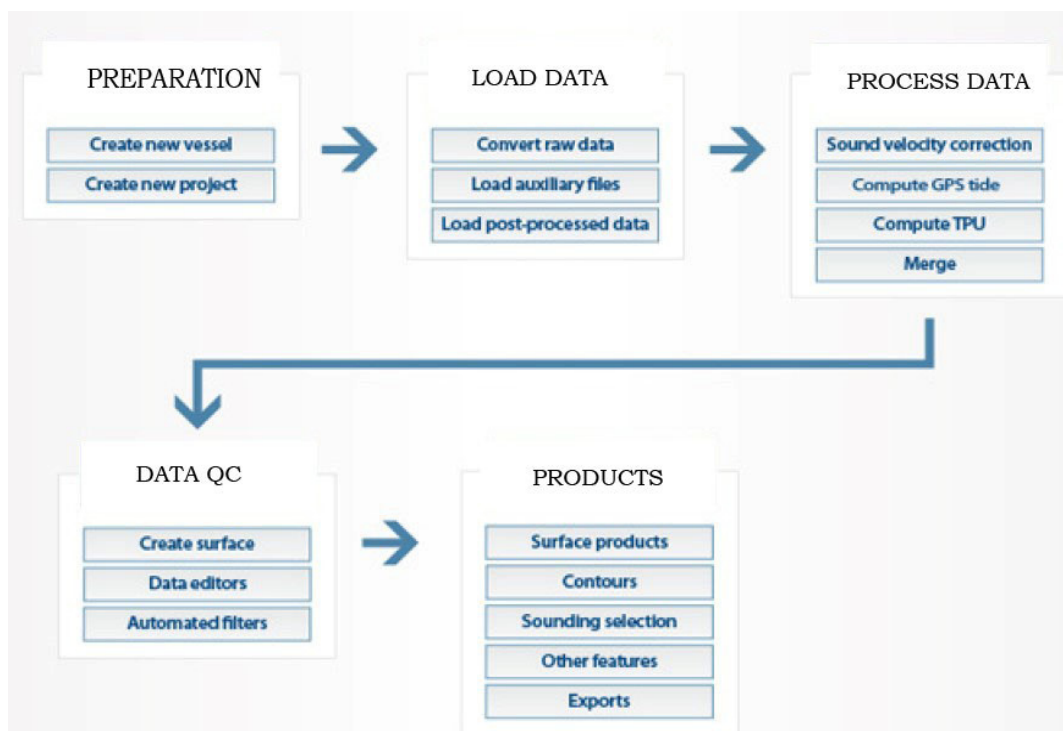
Pada penelitian ini, setelah pengolahan data dengan *software* CARIS hingga diperoleh nilai intensitas, dilanjutkan dengan pembuatan peta intensitas dengan menggunakan *software* Surfer dengan menggunakan data hasil ekspor dari CARIS.



Gambar 2. Lokasi area penelitian dan lajur survei MBES

Tabel 1. Peralatan yang digunakan

No	Peralatan	Spesifikasi Teknis	Keterangan
1	<i>MBES Kongsberg EM 2040</i>	+ Frekuensi : 200 – 400 kHz + Lebar beam : 0.4° x 0.7° + Panjang pulsa : 25 μ s - 12 ms + Lebar cakupan : 5,5 x kedalaman + Jumlah beam per ping : maks 800 + Kedalaman kerja : 0,5 – 600 m + Akurasi : >10 mm	Terpasang di lunas
2	<i>Motion Sensor Teledyne TSS DMS-05</i>	+ Akurasi : - Heave : 5 cm - Roll : 0.05° - Pitch : 0.05° + Pengukuran maks : - Heave : \pm 10 m - Roll : \pm 60° - Pitch : \pm 60°	Terpasang
3	<i>GNSS MarineStar</i>	+ GPS, GLONASS, Galileo, DGNS receiver + Akurasi : Horizontal 10cm, Vertikal 15cm	Terpasang
4	<i>Heading Veripos</i>	+ Akurasi : 0.1°	Terpasang
5	<i>SVProfiler Valeport</i>	+ Rentang pengukuran : 1375–1900m/s + Resolusi : 0.001m/s + Akurasi : \pm 0.02m/s	<i>Mobile</i>
6	<i>Software SIS</i>	+ Menampilkan hasil pemeruman beresolusi tinggi + Menampilkan mosaik dasar laut + Menampilkan refleksi akustik di kolom air + Real time koreksi pasang surut + Real time data cleaning dari data batimetri	Terintegrasi
7	<i>Tide Gauge Valeport</i>	+ Rentang pengukuran \pm 10m + Akurasi : \pm 0.1% dari skala yang digunakan	<i>Mobile</i>



Gambar 3. Diagram alir pengolahan data *multibeam*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dasar perairan

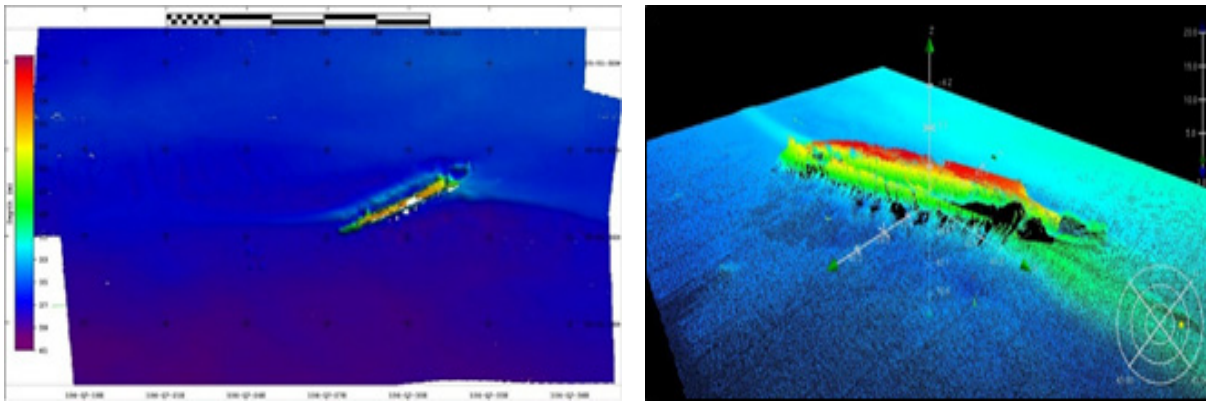
Hasil pengolahan data batimetri di area sekitar kapal karam menunjukkan kedalaman perairan sekitar 35-38 m, yang menunjukkan bahwa area dasar perairannya relatif landai. Kedalaman pada posisi kapal karam hanya sekitar 19-20 m (Gambar 4). Kedalaman kurang dari 20 m ini dapat membahayakan bagi kapal-kapal besar yang memiliki *draught* lebih dari 20 m.

Intensitas target

Urick (1983), dengan menggunakan sonar aktif berfrekuensi 20-30 kHz, diperoleh intensitas kapal perang bernilai +15 sampai +25 dB (dengan penuh ketidak-pastian). Kagesten (2008) dengan menggunakan MBES berfrekuensi 300 kHz, mendeteksi kapal karam berbahan logam (baja) yang memiliki nilai intensitas berkisar antara -25 sampai -11 dB. Manik *et al.* (2014) dengan menggunakan peralatan *Side Scan Sonar* (SSS) *Edge Tech* berfrekuensi 300 kHz, menjelaskan tentang nilai intensitas dari jembatan yang runtuh ke sungai beserta objek-objek disekitarnya. Besar nilainya antara lain yaitu kerangka jembatan sebesar 7200-7974 mV (setara +17 sampai +18 dB), benda berbentuk kotak sebesar 2019 - 2715 mV (setara +6 sampai +8 dB), gundukan kecil sebesar 1795 - 2490 mV (setara +5 sampai +8 dB).

Berdasarkan hasil pengolahan data, pada penelitian ini diperoleh bahwa nilai intensitas tertinggi dari target yang berupa kapal tenggelam (HMAS Perth) adalah +6.99dB dan nilai terendahnya sekitar -3dB (Gambar 5). Dari hasil ini, diketahui bahwa nilai intensitas yang diperoleh lebih kecil dari hasil penelitian Urick diatas, hal ini dapat akibatkan oleh frekuensi yang digunakan berbeda. Urick menggunakan frekuensi

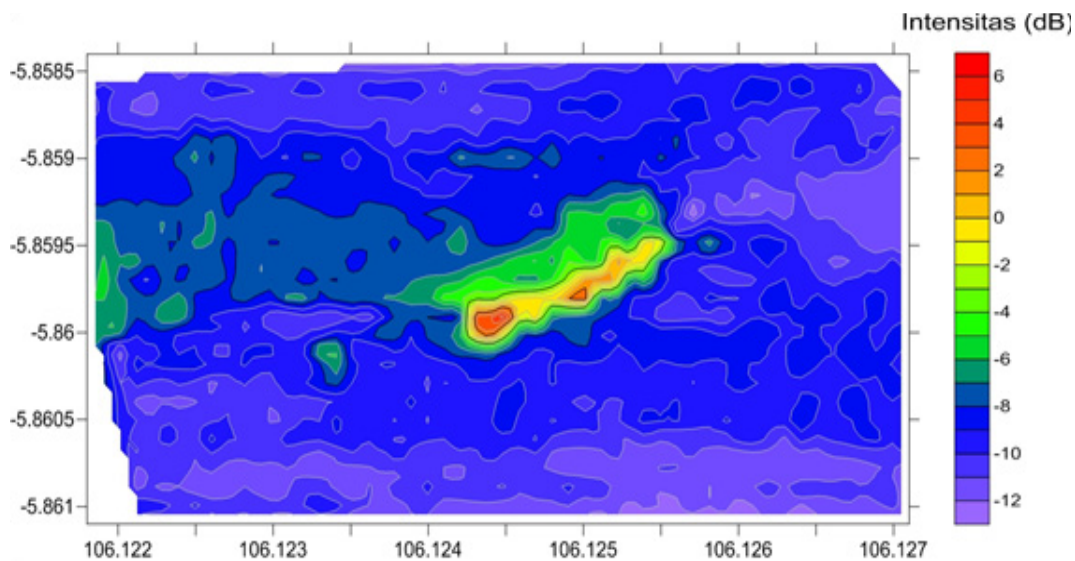
rendah (20-30 kHz), sedangkan penelitian ini menggunakan frekuensi tinggi (400 kHz). Hal ini menjelaskan bahwa semakin rendah frekuensi yang digunakan maka akan semakin tinggi nilai intensitas yang dihasilkan. Selain perbedaan frekuensi, material target pun berbeda. Target yang diteliti oleh Urick adalah kapal perang yang masih berada dipermukaan dengan perawatan teratur untuk membuang karang yang tumbuh di lambung kapal, sedangkan pada penelitian ini berupa kapal perang berbahan logam yang sudah lama tenggelam sehingga sudah ditumbuhi terumbu karang serta terdapat bagian kapal yang tertimbun lumpur dan pasir. Material inilah yang kemungkinan mempengaruhi pantulan gelombang akustik yang mengakibatkan mengecilnya nilai intensitas dari target. Sedangkan jika dibandingkan dengan Kagesten (2008), nilai intensitas target yang diperoleh sesuai dengan nilai intensitas dari lumpur sampai pasir yang ditelitinya, yaitu *muddy clay* (lempung berlumpur) bernilai -28.5 sampai -22.5 dB, *silt* (endapan lumpur) bernilai -19.5 sampai -15 dB dan *sand* (pasir) bernilai -18 sampai -15 dB. Jadi nilai intensitas yang diperoleh merupakan nilai intensitas dari substrat dasar laut yang menutupi target, sehingga disimpulkan bahwa substrat dasar laut mempengaruhi nilai intensitas yang diperoleh. Penelitian Manik *et al.* (2014) menghasilkan nilai intensitas +17 sampai +18 dB dari jembatan berbahan logam. Nilai ini lebih besar dari pada hasil penelitian ini, kemungkinannya karena frekuensi yang digunakan lebih rendah (300 kHz) dan material logam dari jembatan yang belum ditumbuhi karang atau tertutupi substrat dasar lautnya, sehingga nilai intensitas yang diperoleh lebih tinggi. Peralatan yang digunakan pun menggunakan SSS, berbeda dengan penelitian ini yang menggunakan MBES, hal ini juga perlu diteliti lebih lanjut agar diperoleh hasil yang lebih pasti mengenai penggunaan instrumen yang berbeda.



Gambar 4. Hasil batimetri 2-dimensi (kiri) dan 3-dimensi (kanan) dari HMAS Perth

Tabel 2. Nilai intensitas dari target (dB)

Target	Urlick (1983)	Kagesten (2008)	Manik <i>et al.</i> (2014)	Penelitian ini
Kapal perang	+15 s.d +25			
Kapal logam		-25 s.d -11		-3 s.d +6,99
Jembatan logam			+17 s.d +18	



Gambar 5. Nilai intensitas target dan dasar laut pada area penelitian

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa *Multibeam Echosounder Kongsberg EM 2040* dengan menggunakan frekuensi 400 kHz dapat digunakan untuk mendeteksi kapal karam serta mendapatkan nilai intensitas dari dasar laut dan target/objek yang ada di atasnya. Nilai intensitas yang diperoleh dari target penelitian ini adalah -3 sampai +6.99 dB. Hal ini menyimpulkan

bahwa material logam yang menjadi material dari kapal karam memiliki nilai intensitas yang tinggi meskipun materialnya sudah tertutupi terumbu karang, pasir dan lumpur. Juga dapat dinyatakan bahwa semakin keras material dari suatu objek akan menghasilkan nilai intensitas yang semakin tinggi.

Saran

Saran untuk penelitian berikutnya yaitu perlu adanya data *grab sample* atau

coring dari dasar laut. Hal ini diperlukan agar data jenis dasar laut dapat terdeteksi dengan lebih detail dan lebih baik untuk mendukung akurasi pendeteksian target/objek. Perlu juga dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan peralatan yang berbeda dengan frekuensi yang berbeda pula sehingga semakin menambah basis data terhadap target/objek yang diteliti.

DAFTAR PUSTAKA

- Buchanan C, Spinoccia M, Picard K, Wilson O, Sexton MJ, Hodgkin S, Parums R, Siwabessy PJW. 2013. *Standard Operation Procedure for a Multibeam Survey : Acquisition & Processing*. Geoscience Australia. Canberra.
- CARIS. 2015. Caris HIP and SIPS 9.0.17 User Guide. Canada.
- Dinas Hidro Oseanografi TNI AL (Dishidros). 2007. Laporan survei hidro-oseanografi di Perairan Merak Banten. Jakarta.
- Fonseca LEND. 2001. A model for backscattering angular response of gassy sediments: Applications to petroleum exploration and development programs [Disertasi]. University of New Hampshire. New Hampshire.
- Handoko E. 2016. Australia ajak Indonesia lindungi bangkai kapal perang di Selat Sunda. <http://nationalgeographic.co.id/berita/2016/06/australia-ajak-indonesia-lindungi-bangkai-kapal-perang-di-selat-sunda>. diakses 16 Juli 2016
- Kagesten G. 2008. Geological seafloor mapping with backscatter data from a multibeam echo sounder. Department of Earth Sciences Uppsala University. Gothenburg Sweden.
- Kongsberg. 2016. *Bring clarity to the world below; The complete underwater mapping product range*. Kongsberg Maritime. Norwegia.
- Manik HM, Hartoyo D, Rohman S. 2014. Underwater multiple objects detection and tracking using Multibeam and Side Scan Sonar, International Journal of Applied Information Systems (IJAIS). Vol. 7, No. 4. Hal. 5 – 8.
- Pusat Pengembangan Geologi Kelautan (PPGL). 1991. Peta sedimen permukaan dasar laut wilayah laut Indonesia. Bandung.
- Thamrin MY. 2014. Pusat arkeologi nasional : Repihan HMAS Perth terancam amblas. <http://nationalgeographic.co.id/berita/2014/09/pusat-arkeologi-nasional-repihan-hmas-perth-terancam-amblas>. diakses 26 Desember 2015.
- Urlick RJ. 1983. *Principles of underwater sound /3d edition*. McGraw-Hill Book Company. New York.