

Identifikasi dan Analisis Nilai Hamburbalik Objek Dasar Di Perairan Punggur Batam

Bryan Felix Simanjuntak¹, Sri Pujiyati^{1*}, Steven Solikin¹, Muhammad Zainuddin Lubis²

¹Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University
Kampus IPB, Jl. Raya Dramaga, Babakan, Kec. Dramaga, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16680 Indonesia

²Program Studi Teknik Geomatika Jurusan Teknik Informatika, Politeknik Negeri Batam
Jl. Ahmad Yani, Batam Center, Batam 29461 Indonesia

Email: sripu@apps.ipb.ac.id

Abstrak

Deteksi objek dasar perairan merupakan proses analisa objek yang menggunakan kemampuan teknologi sonar. Side scan sonar (SSS) adalah alat yang menggunakan komponen satu beam (Single beam) yang dapat menampilkan citra dalam bentuk dua dimensi (2D). Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis dan mendeteksi objek dasar di Perairan Punggur Batam. Penggunaan data side scan sonar sangat efisien dalam mengidentifikasi Perairan Punggur Batam. Data side scan sonar dengan format Xtf diproses dengan menggunakan koreksi radiometrik dan geometrik melalui perangkat lunak SonarWiz 7 untuk mendapatkan klasifikasi citra. Proses ekstraksi data menggunakan perangkat lunak SeiSee 2.2 untuk menampilkan nilai amplitudo dan waktu. Trace diambil sesuai nomor ping target. Trace data dikonversi ke dalam format txt atau xls kemudian data trace diinput ke dalam perangkat lunak Matlab r2017a untuk menampilkan grafik amplitudo (mV). Analisis hamburbalik menggunakan perhitungan logaritma yaitu $20\text{Log}10 (V_t/V_0)$ dengan V_t merupakan dominan dan V_0 amplitudo maksimum. Berdasarkan hamburbalik SSS di perairan Punggur Batam diperoleh 6 target yang memiliki nilai hamburbalik -3,32 dB, -5,71 dB, -1,13 dB, -6,81 dB, -4,86 dB, dan -3,74 dB. Nilai hamburbalik digunakan untuk menduga jenis target yang ada di perairan Punggur, yaitu karang besar, karang sedang, batu besar, batu sedang, serta batu cukup besar. Besar kecilnya nilai hamburbalik yang didapatkan dipengaruhi oleh amplitudo target.

Kata kunci: Hamburbalik, Perairan Punggur, Side Scan Sonar

Abstract

Identification and Analysis of Backscattering Values of Seabed Objects in Punggur Batam Waters

Detection of underwater objects is an object analysis process that uses the capabilities of sonar technology. Side scan sonar is a tool that uses Single beam which can display images in two dimensions (2D). The purpose of this study is to analyze and detect objects on the bottom of the waters. The use of side scan sonar data is very efficient in identifying Punggur Batam Waters. Side scan sonar (SSS) data in Xtf format was processed using radiometric and geometric corrections with SonarWiz 7 software to obtain image classifications. The data extraction process used SeiSee 2.2 software to show the amplitude and time values. Traces were taken based on the target ping number. The trace data were converted into txt or xls format then the trace data was inputted into the Matlab r2017a software to show an amplitude (mV) graph. The backscatter analysis used a logarithmic calculation, $20\text{Log}10 (V_t/V_0)$ with V_t being the dominant and V_0 being the maximum amplitude. Based on the SSS backscattering in the waters of Punggur Batam we got 6 targets which had backscatter values about -3.32 dB, -5.71 dB, -1.13 dB, -6.81 dB, -4.86 dB, and -3.74 dB. The backscatter value is used to estimate the types of targets in Punggur waters, namely large corals, medium corals, large rocks, medium rocks, and quite large rocks. The size of the backscatter value was influenced by the target amplitude.

Keywords: Backscatter, Punggur Waters, Side Scan Sonar

PENDAHULUAN

Perairan Punggur merupakan kawasan perairan strategis yang banyak dimanfaatkan oleh kalangan masyarakat maupun perusahaan yang ada di sekitarnya. Setiap kawasan perairan memiliki banyak objek yang dapat di manfaatkan maupun yang tidak dapat dimanfaatkan. Sumber daya alam laut berupa ikan, vegetasi, minyak bumi, energi terbarukan maupun harta karun dasar perairan. Agni (2016) menyatakan bahwa Indonesia sangat kaya dengan peninggalan arkeologi bawah air. Perairan Punggur terletak di kecamatan Nongsa, Batam kepulauan Riau. Laut Punggur termasuk dalam Kawasan perairan Laut China Selatan. Wilayah laut Indonesia menyimpan sumber daya alam yang melimpah yang belum banyak dieksplorasi. Perairan punggur merupakan perairan yang dominan dilalui oleh masyarakat umum maupun perusahaan atau perindustrian yang ada di sekitarnya. Perusahaan yang beraktivitas di sekitar perairan tersebut antara lain PT. ASDP Indonesian Ferry, PLTU, Roro Sekupang, selain itu kawasan tersebut juga merupakan kawasan tempat pembuangan akhir (TPA) sampah yang memungkinkan daerah tersebut terkontaminasi benda-benda berbahaya yang berdampak buruk bagi lingkungan karena tidak adanya aspek perlindungan lingkungan (Sukrorini *et al.*, 2014).

Teknologi hidroakustik diciptakan untuk mendeteksi dan mengeksplorasi sumber daya alam (SDA) yang ada di lautan. Hidroakustik adalah salah satu metode pengoperasian yang mampu mendeteksi semua target yang ada pada kolom perairan (Lubis *et al.*, 2016). Hidroakustik adalah instrumen yang menggunakan gelombang suara atau disebut dengan SONAR dalam mendeteksi objek. Salah satu jenis instrumen yang memanfaatkan SONAR dalam prinsip kerjanya adalah *side scan sonar* (SSS). SSS dapat mendeteksi area yang luas (Erskine dan Armstrong, 2021). Teknologi SSS merekam energi gelombang akustik yang dipancarkan oleh hamburbalik dasar laut secara ortogonal dengan mengikuti jalur pemeruman (Chabane *et al.*, 2012). SSS memiliki prinsip kerja menggunakan suara untuk mendeteksi dan mengetahui objek secara khusus yang ada di dasar laut (Hansen, 2011).

Nilai hamburbalik SSS dapat menganalisa jenis objek seperti lumpur, kerikil, karang, pasir, dan jenis lainnya (Bartholoma, 2006). Selain itu, SSS sangat diperlukan dalam berbagai aplikasi di bidang kelautan seperti pembuatan peta navigasi guna menjamin keamanan dan keselamatan lalu

lintas kapal, pencarian kapal karam dan objek lainnya. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi dan menganalisis nilai hamburbalik objek dasar perairan berdasarkan nilai hamburbalik akustik di perairan Punggur, Batam Kepulauan Riau. Nilai hamburbalik yang diperoleh nantinya akan dapat mengidentifikasi objek-objek apa saja yang ada pada dasar perairan tersebut dan mengetahui apakah berpotensi positif atau negatif terhadap aktivitas masyarakat sekitarnya.

MATERI DAN METODE

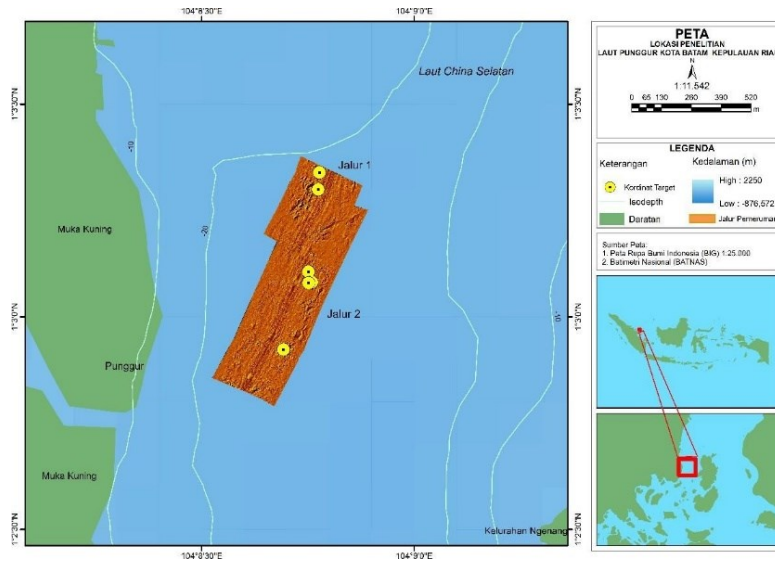
Pengambilan data dilaksanakan pada tanggal 20 Desember 2016. Pengolahan data dilakukan pada tanggal 25 Januari – 23 Maret 2022. Data pemeruman dari instrumen SSS di kedalaman perairan 10 - 40 meter. Lokasi penelitian pada Gambar 1 berada di perairan Punggur kecamatan Nongsa kota Batam kepulauan Riau. Pengolahan data serta analisis data di laksanakan di Divisi Akustik Instrumentasi dan Robotika Kelautan, Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu Side Scan Sonar C-MAX CM2 dengan frekuensi 325 Khz beserta seperangkat Laptop Asus ROG STRIX yang dilengkapi dengan perangkat lunak SonarWiz 7 untuk memproses data SSS; XtfToSegy untuk mengkonversi file; SeiSee 2.2 untuk pengolahan data Trace, amplitudo, dan waktu; Microsoft Excel untuk mencari nilai amplitudo rata-rata dan maksimum; Matlab R2017a untuk memunculkan grafik amplitudo; dan ArcGIS 10.8 untuk pembuatan peta lokasi penelitian. Penggunaan frekuensi 325 Khz pada penelitian sesuai dengan perhitungan rata-rata kedalaman perairan dimana ini bertujuan untuk memaksimalkan kualitas data yang diperoleh sehingga mengurangi noise pada data. Bahan yang digunakan yaitu data SSS C-MAX (325 Khz), data Batimetri Nasional (BATNAS), dan Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI).

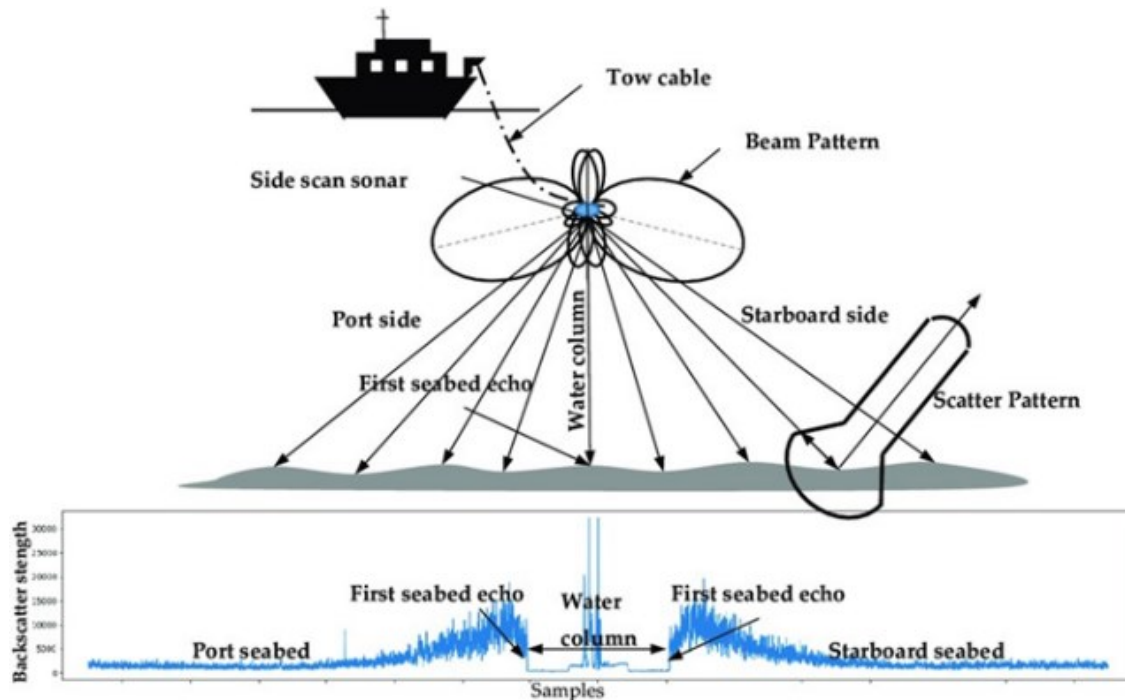
Pengoperasian instrumen SSS dilakukan dengan cara ditarik (towing) di bagian samping kapal dan menggunakan *towfish* atau *tow vehicle* dengan kecepatan kapal 3-6 knot. Panjang *tow cable* disesuaikan dengan kedalaman. Kedalaman wilayah perairan sounding berkisar antara 13 meter hingga 18 meter dengan metode pengambilan data *paralel line*. SSS memancarkan gelombang akustik (gelombang suara) secara menyamping ke arah sisi kiri (*port side*) dan sisi kanan (*starboard*) seperti

pada Gambar 2, kemudian hamburbalik dari gelombang akustik diolah sehingga dapat menampilkan citra dasar laut dan dapat dianalisis nilai hamburbaliknya (*backscatter*). Instrumen akustik merekam dalam jangka waktu tertentu, sehingga dapat dibentuk sebuah *time series* (urutan) dari amplitudo yang diterima. Penelitian telah menunjukkan bahwa karakteristik hamburbalik akustik yang diukur dapat memberikan informasi untuk pengenalan target

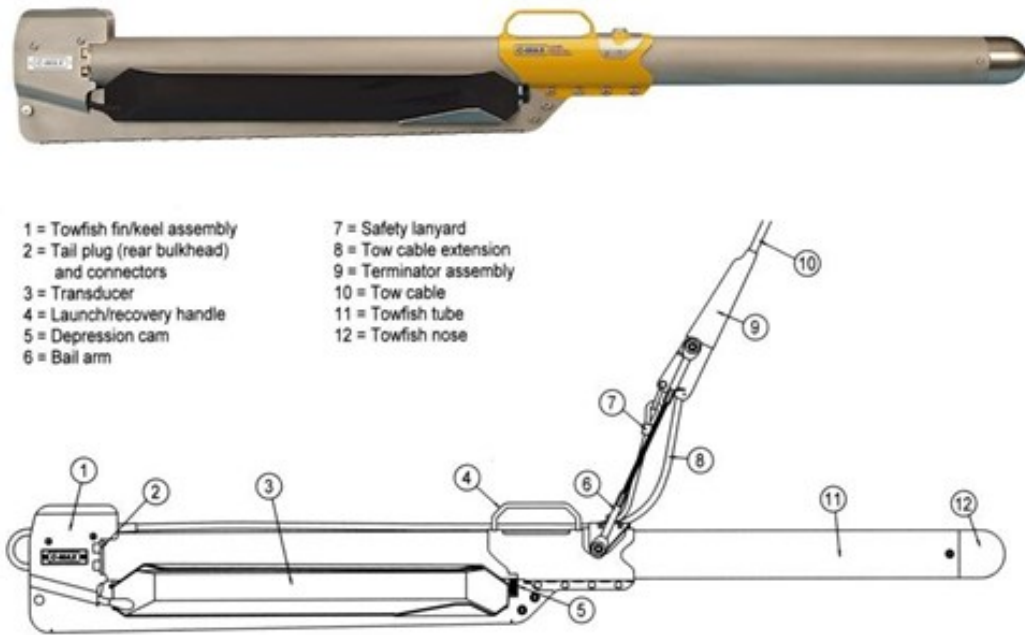
(Williams, 2015). Gelombang suara yang dipancarkan SSS akan menyapu hingga jarak 50 m pada daerah *port* dan *starboard*. Lebar sapuan *beam* SSS dipengaruhi oleh kedalaman dan frekuensi alat. Frekuensi SSS disesuaikan dengan kedalaman perairan sehingga mengurangi resiko adanya derau (*noise*) pada data. SSS di-*towing* pada kolom perairan dan tidak boleh keluar dari permukaan air sehingga sensor pada SSS bekerja dengan baik.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian



Gambar 2. Ilustrasi Pemeruman Menggunakan Instrumen Side Scan Sonar (SSS) (Sumber: Yan *et al.* 2020)



Gambar 3. Side Scan Sonar (SSS) C-MAX CM2 (Sumber: cmaxsonar.com)

Instrumen SSS memiliki bentuk seperti torpedo. SSS dilengkapi dengan sensor dan komponen-komponen penyusun yang dapat dilihat pada Gambar 3.

Pengolahan Data

Data SSS yang diperoleh dengan format xtf diinput dalam perangkat lunak SonarWiz 7. Selanjutnya dilakukan koreksi *blind zone* pada *bottom track* dan mengatur nadir dan *layback* pada citra. Setelah itu dilakukan koreksi radiometrik yang terdiri dari koreksi *Beam Angle Correction* (BAC), *Time Varying Gain* (TVG), dan *Automatic Gain Control* (AGC) untuk mengatur intensitas cahaya pada citra sehingga terlihat lebih halus dan mudah dianalisa. BAC yang digunakan yaitu pings 30 dan *average* 20, AGC yang digunakan yaitu resolusi 5 dan intensitas 45, TVG yang digunakan pada *port* dan *starboard* 0. Selain itu mengatur *nadir angle* sampai nadirnya bias. *Nadir angle* yang digunakan pada penelitian ini 42. Setelah tahapan koreksi selesai selanjutnya dilakukan penentuan target objek yang akan didigitasi. Enam target objek ditentukan berdasarkan bentuk, ukuran, intensitas cahaya, dan kontur dasar perairan. Secara visual target objek akan kelihatan berbeda dengan dasar perairan lainnya. Hasil digitasi kemudian di-*export* ke dalam bentuk PDF.

Pengolahan data *trace* dilakukan dengan menggunakan *software* XtfToSegy dan SeiSee 2.2 akan mengolah data *trace* sesuai dengan nomor

ping target. Perangkat lunak Ms. Excel akan menampilkan nilai amplitudo maksimum dan rata-rata dari masing-masing *trace*. Data amplitudo dan waktu yang sudah dikonversi dalam format xls di-*running* pada Matlab r2017a yang akan menampilkan grafik amplitudo sesuai dengan *trace* target yang telah ditentukan.

Analisis Data

Analisis hamburbalik dilakukan dengan menggunakan perhitungan logaritma (Syamsuddin *et al.*, 2020). Perhitungan hamburbalik akustik dilakukan dengan menggunakan nilai amplitudo yang didapatkan dari hasil konversi citra SSS ke dalam bentuk *trace* dan diekstrak ke dalam Ms. Excel. Menurut Lurton (2002), nilai amplitudo sedimen yang telah didapatkan dari hasil ekstrak pada data SSS dapat dilakukan perhitungan untuk memperoleh nilai *Echo Level* dan *Backscatter*. Nilai hamburbalik digunakan untuk menganalisa target objek dasar perairan. Rumus yang digunakan untuk mencari nilai hamburbalik sebagai berikut (Syamsuddin *et al.* 2020):

$$BS = 20Log_{10} \left(\frac{V_0}{V_1} \right) \dots\dots\dots(1)$$

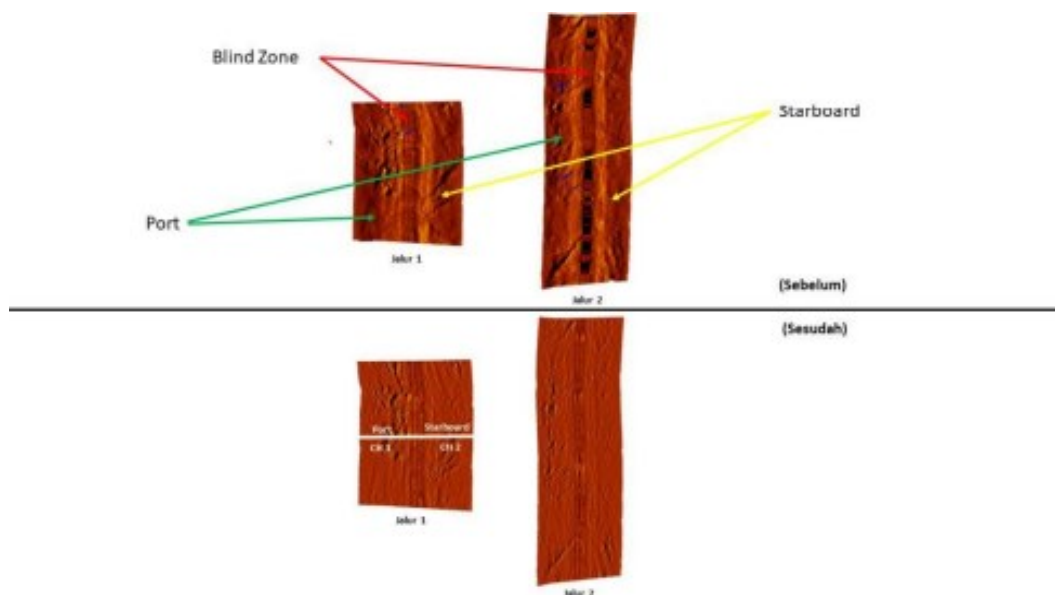
Keterangan : BS = *Backscatter* (dB); V0 = Nilai amplitudo rata-rata yang terukur dari target (mV); V1 = Nilai amplitudo maksimum yang terukur dari target (mV)

Nilai BS dihasilkan oleh hamburbalik gelombang suara yang dipantulkan oleh target. Setiap ping yang diterima oleh *receiver* memuat informasi yang ada pada dasar perairan. Informasi yang didapatkan dari pemantulan gelombang BS akan berbeda, hal tersebut tergantung dengan morfologi dasar perairannya (Ningsih *et al.*, 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

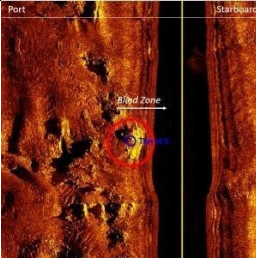
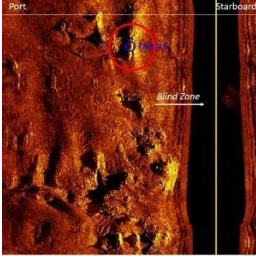
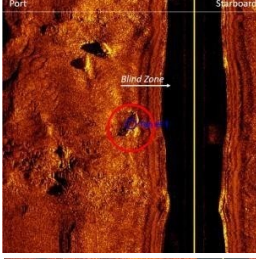
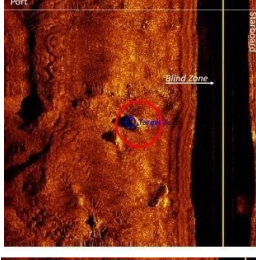
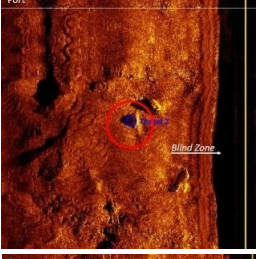

Pemrosesan citra SSS melibatkan koreksi geometrik dan radiometrik yang dilakukan dengan perangkat lunak SonarWiz 7. Koreksi geometrik merupakan koreksi yang dilakukan pada *bottom track*, *slant range*, dan *layback*. Koreksi radiometrik dilakukan dengan melakukan koreksi pada bagian BAC, AGC, TVG, Empirical Gain Normalization (EGN), dan pengaturan *nadir angle* yang diproses pada jalur yang mendeteksi target. Tampilan hasil citra SSS sebelum dan sesudah dilakukannya proses koreksi dapat dilihat pada Gambar 4. Gambar 4 menunjukkan perbedaan pada jalur yang belum dilakukan koreksi akan memiliki tampilan yang lebih gelap dan jalur yang sudah dilakukan koreksi akan memiliki tampilan yang lebih cerah dan jelas. Zhao *et al.* (2017) menyatakan bahwa koreksi radiometrik yang dilakukan pada pengolahan data dasar laut yang terdiri dari dua sedimen utama yaitu pasir kasar dan lanau digunakan untuk menghilangkan distorsi radiometrik dan membuat gambar lebih mulus. Hasil yang diperoleh dengan koreksi akan menampilkan hasil akurasi citra yang baik.

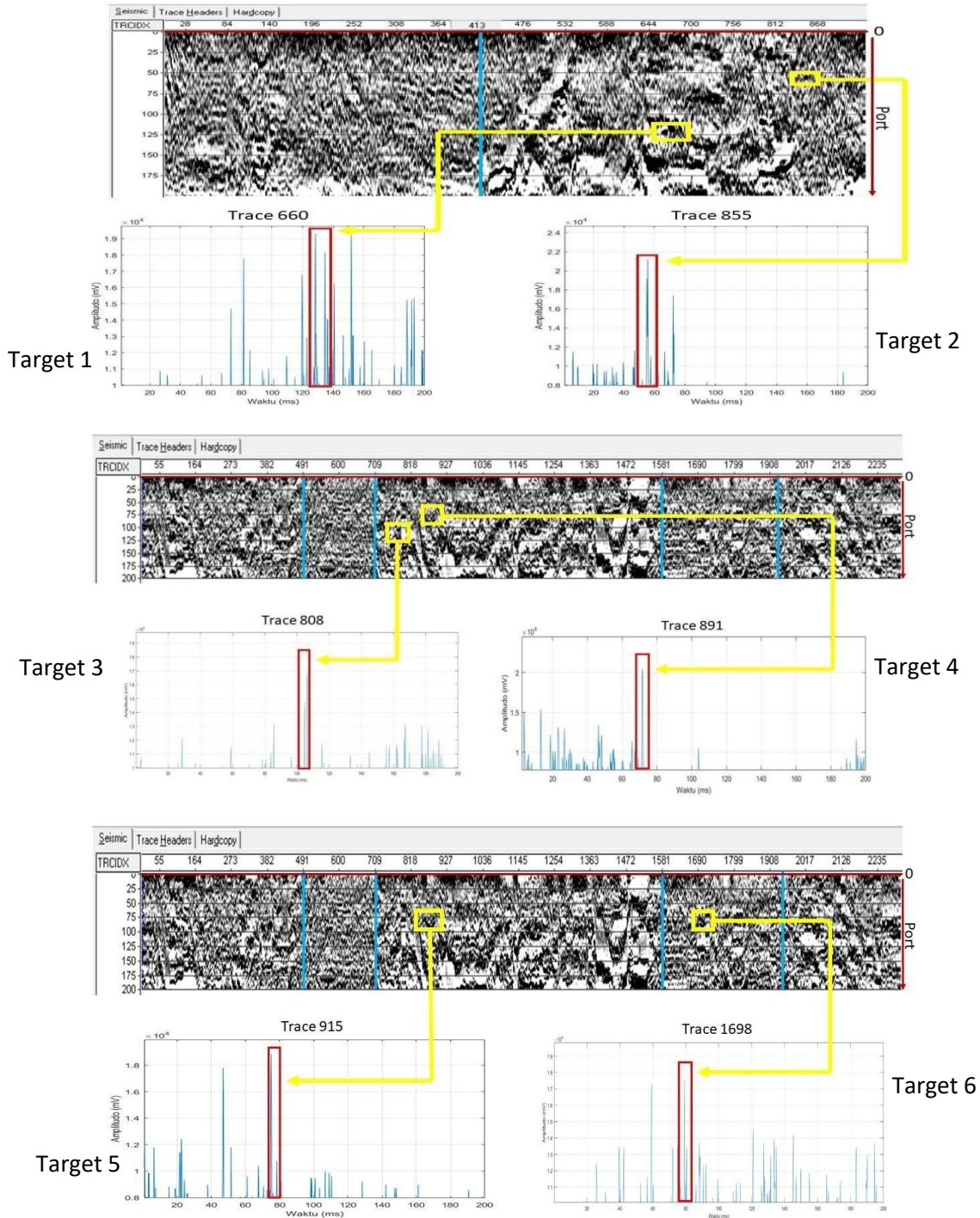
Hasil yang diperoleh dari pengolahan data SSS menggunakan perangkat lunak SonarWiz 7 yaitu berupa *layouting* citra dan identifikasi objek yang didapatkan melalui hasil digitasi untuk menentukan target objek. Target objek yang diambil terdiri dari 6 target yang dapat dilihat pada Tabel 1. Ukuran target sangat beragam, hal ini menggambarkan bahwa di perairan Punggur memiliki jenis target yang berbeda-beda. Digitasi pada Target 1 sampai dengan Target 6 dilakukan dengan menggunakan digitasi point. Tampilan raw data pada SSS akan menampilkan bagian dari *port side*, *starboard*, dan pada bagian tengah disebut sebagai *blind zone* (Manik *et al.*, 2016). Sebanyak 6 target objek berada pada bagian *port side* yang terdiri dari Target 1, Target 2, Target 3, Target 4, Target 5, dan Target 6. Enam target objek tersebut didapatkan dari 2 jalur data pemeruman SSS. Sebaran Target 1 hingga Target 2 berada di Jalur 1, sedangkan Target 3 hingga Target 6 berada di Jalur 2. Nilai amplitudo yang diketahui pada dasarnya sudah dapat menginterpretasi sebuah objek. Nilai amplitudo yang dihasilkan oleh Target 1 hingga Target 6 memiliki besaran yang bervariasi. Identifikasi nilai amplitudo selanjutnya dapat digunakan dengan mengubah nilai amplitudo ke dalam bentuk grafik, sehingga terlihat perbedaan garis grafik tiap satuan waktu. Tinggi rendahnya nilai amplitudo dipengaruhi oleh keras lunaknya target objek yang terdeteksi. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan (Siwabessy, 2001). Menurut Ramadhani *et al.* (2017) tinggi rendahnya nilai amplitudo atau nilai



Gambar 4. Citra SSS sebelum dan sesudah dilakukan koreksi

Tabel 1. Indentifikasi Target objek dasar perairan Punggur

Nama Target	Posisi		Nomor Ping	Gambar	Identifikasi ukuran target
	Bujur Timur	Lintang Utara			
Target 1	104°8'4 6.441"	1°3'17.9 72"	660		Lebar: 12.06 m Tinggi: 1.69 m Panjang: 20.97 m Bayangan: 2.77 m Kedalaman: 16.55 m Jalur 1
Target 2	104°8'4 6.608"	1°3'20.3 60"	855		Lebar: 3.26 m Tinggi: 0.17 m Panjang: 10.99 m Bayangan: 0.62 m Kedalaman: 13.33 m Jalur 1
Target 3	104°8'4 5.064"	1°3'6.35 8"	808		Lebar: 9.28 m Tinggi: 3.76 m Panjang: 16 m Bayangan: 6.58 m Kedalaman: 18.75 m Jalur 2
Target 4	104°8'4 5.078"	1°3'4.77 6"	891		Lebar: 3.77 m Tinggi: 2.43 m Panjang: 9.25 m Bayangan: 7.39 m Kedalaman: 15.25 m Jalur 2
Target 5	104°8'4 5.539"	1°3'4.90 6"	915		Lebar: 5.14 m Tinggi: 0.17 m Panjang: 10.68 m Bayangan: 0.54 m Kedalaman: 16.5 m Jalur 2
Target 6	104°8'4 1.541"	1°2'55.3 76"	1698		Lebar: 5.62 m Tinggi: 0.10 m Panjang: 14.18 m Bayangan: 0.50 m Kedalaman: 13.33 m Jalur 2



Gambar 5. Hasil ekstraksi data Jalur12 menggunakan SeiSee 2.2 dan grafik amplitudo maksimum Target 1 dan 2, dan jalur 2 untuk Target 3, 4, 5 dan 6.

Hamburbalik dipengaruhi oleh frekuensi suara pada alat yang digunakan pada saat pemeruman dan juga *grazing angle* dari pulsa akustik yang diperkirakan dapat memengaruhi nilai hamburbalik dasar perairan Gambar 6 adalah hasil ekstraksi data Jalur 1 menggunakan SeiSee 2.2 dan

grafik amplitudo maksimum Target 1 dan 2, dan jalur 2 untuk Target 3, 4, 5, 6.

Analisis nilai hamburbalik akustik dilakukan dengan memanfaatkan nilai amplitudo. Nilai amplitudo yang didapatkan akan dianalisis menggunakan analisis hamburbalik. Nilai hamburbalik

Tabel 2. Nilai hambur balik Target

No. Target	Nilai BS (dB)	Dugaan Jenis Target
1	-3,32 dB	Karang besar
2	-5,71 dB	Karang sedang
3	-1,13 dB	Batu besar
4	-6,81 dB	Batu sedang
5	-4,86 dB	Batu cukup besar
6	-3,74 dB	Batu besar

Target dapat dilihat pada Tabel 2 dan grafik amplitudo pada Gambar 7. Nilai hambur balik dari 6 target sangat beragam dari yang terbesar -1,13 dB dan terbesar -6,81 dB. Nilai yang beragam ini dipengaruhi oleh kekasaran maupun kekerasan dari target (Pujiyati, 2010).

KESIMPULAN

SSS C-MAX (325 Khz) mampu melakukan identifikasi objek bawah air di perairan Punggur Batam. Data hasil deteksi ditemukan 6 Target yang berbeda-beda ukuran. Nilai hambur balik dari 6 target berbeda-beda, yaitu -3,32 dB, -5,71 dB, -1,13 dB, -6,81 dB, -4,86 dB, dan -3,74 dB. Nilai hambur balik digunakan untuk menduga jenis target yang ada di perairan Punggur, yaitu karang besar, karang sedang, batu besar, batu sedang, serta batu cukup besar. Hal ini menggambarkan bahwa di perairan Punggur memiliki target berukuran berbeda dan memiliki kekasaran maupun kekerasan yang berbeda pula.

DAFTAR PUSTAKA

- Agni, S.M. 2016. In-situ Preservation Sebagai Strategi Pengelolaan Peninggalan Arkeologi Bawah Air Indonesia. *Kalpataru*, 25(1): 53–64. doi: 10.24832/kpt.v25i1.83
- Bartholoma, A. 2006. Acoustic bottom detection and seabed classification in the German Bight, southern North Sea. *Geo-Marine Letters*. 26(3):p.177.
- Chabane, A.N., Zerr, B., & Chenadec, G.L. 2012. Range-independent segmentation of sidescan sonar images with unsupervised SOFM algorithm (self-organizing feature maps)”, Proceedings of the 11th European Conference on Underwater Acoustics, Edinburgh.
- Cmaxsonar.com. 2015. <https://www.yumpu.com/fr/document/view/52403046/cm2-sidescan-sonar-towfish-specification-c-max>
- Erskine, K.L., & Armstrong, E.J. 2021. Water-related death investigation: practical methods and forensic applications. CRC Press.
- Lubis, M.Z., & Anurogo, W. 2016. Fish stock estimation in Sikka Regency Waters, Indonesia using Single Beam Echosounder (Cruz Pro fish finder PcFF-80) with hydroacoustic survey method. *Aceh Journal of Animal Science*. 1(2):70-78.
- Lurton, X. 2002. An introduction to underwater acoustics: principles and applications. London: springer. Vol. 2.
- Manik, H.M., Junaedi, L., & Harsono, G. 2016. Pemrosesan citra side scan sonar untuk pemetaan dasar laut Pelabuhan Benoa. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, 5(2):93-100.
- Pujiyati, S., Hartati, S., & Priyono, W. 2010. Efek ukuran butiran, kekasaran, dan kekerasan dasar perairan terhadap nilai hambur balik hasil deteksi hidroakustik. *E-Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 2(1):59-67.
- Ramadhani, R., & Manik, H.M. 2017. Deteksi dan pengukuran sinyal hambur balik dari kapal karam menggunakan instrumen side scan sonar di perairan Cirebon. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=ID2021102889> (download 16 Desember 2022)
- Siwabessy, P.J.W. 2001. An Investigation of the Relationship between Seabed Type and Benthic and Benthic-Pelagic Biota Using Acoustic Techniques [tesis]. Perth (AU): Curtin University of Technology Australia.
- Sukrorini, T., Budiastuti, S., Ramelan, A.H., & Kahar, F.P. 2014. Kajian Dampak Timbunan Sampah Terhadap Lingkungan di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Putri Cempo Surakarta. *Jurnal Ekosains*, 6(3): 56-70.
- Syamsuddin, D., Muiyadi, D.S., & Adi, A.P. 2020. Interpretasi objek dasar laut berdasarkan nilai hambur balik menggunakan instrumen Side

- Scan Sonar (Studi Kasus Pipa Pertamina di Balongan). *Jurnal Chart Datum*, 6(1): 52-68.
- Yan, J., Meng, J., & Zhao, J. 2020. Real-time bottom tracking using side scan sonar data through one-dimensional convolutional neural networks. *Remote Sensing Journal*, 12(37):1-21.
- Zhao, J., Yan, J., Zhang, H., & Meng, J. 2017. A new radiometric correction method for side-scan sonar images in consideration of seabed sediment variation. *Remote Sensing*, 9(6): p.575.