

PEMANFAATAN DATA *SUB BOTTOM PROFILER* UNTUK IDENTIFIKASI PIPA BAWAH LAUT (STUDI KASUS PERAIRAN KARANGANTU BANTEN)

APPLICATION OF SUB-BOTTOM PROFILER DATA FOR SUBSEA PIPELINE IDENTIFICATION (CASE STUDY IN KARANGANTU WATERS, BANTEN)

Aang Juli Saputra¹, Dikdik Satria Muyadi^{1,2}, Dadang Handoko³, Endro Sigit Kurniawan¹, Dian Adrianto⁴, Agus Iwan Santoso⁴, Novi Susetyo Adi⁴, Gathot Winarso¹, Khoirol Imam Fatoni¹, Iska Putra¹, Yoyok Nurkaya Santosa¹

¹Program Studi D-III Hidro-Oseanografi, Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut (STTAL), DKI Jakarta, Indonesia

²Pusat Hidro Oseanografi TNI angkatan Laut, DKI Jakarta, Indonesia

³Program Studi S1 Hidrografi, Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut (STTAL), DKI Jakarta, Indonesia

⁴Program Studi S2 Oseanografi, Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut (STTAL), DKI Jakarta, Indonesia

e-mail : achmadiiswan67@gmail.com

ABSTRAK

SBP merupakan alat survei akustik yang mampu mendeteksi objek yang terpendam dalam sedimen dasar laut melalui pemancaran gelombang suara berfrekuensi rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi Pipa Bawah Laut menggunakan data *Sub Bottom Profiler* (SBP) di perairan Karangantu, Banten. Data yang digunakan berasal dari Latihan Praktek Survei Hidro-Oseanografi Mahasiswa S1 Angkatan 44 STTAL Hidros tahun 2024 dengan instrumen SBP Innomar SES 2000 Compact dengan frekuensi 10 kHz. Metodologi penelitian melibatkan proses, pengolahan data dan menggunakan perangkat lunak seperti *SonarWiz*, *Seisee*, dan *Matlab*, serta validasi terhadap Peta Laut Indonesia dan data pendukung lainnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa SBP dapat secara efektif mengidentifikasi posisi, kedalaman, dan dimensi pipa bawah laut serta menentukan nilai intensitas hambur balik (*backscattering strength*) yang menjadi indikator keberadaan material logam. Hasil pengolahan dan analisa dari *SonarWiz* menunjukkan rata-rata dimensi Pipa Bawah Laut dari 20 lajur memiliki lebar 0,84 meter dan tinggi 0,58 meter. Hasil pengolahan nilai hambur balik target dari 20 lajur teridentifikasi mendapatkan nilai *backscattering strength* (Hambur Balik) rata-rata -0,525 dB, nilai hambur balik tertinggi pada target 16 dengan nilai -0,03 dB, dan terendah pada target 8 dengan nilai -1,823 dB, yang menunjukkan kemungkinan besar nilai hambur balik tertinggi adalah objek keras berupa Pipa Bawah Laut. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan SBP memberikan kontribusi signifikan dalam mendukung pemeliharaan infrastruktur bawah laut serta mitigasi risiko kerusakan.

Kata Kunci: *Sub Bottom Profiler*, Innomar SES 2000, Pipa Bawah Laut, Dimensi, Hambur Balik, Karangantu.

ABSTRACT

The Subbottom Profiler (SBP) is an acoustic survey tool capable of detecting objects buried in seabed sediments by emitting low-frequency sound waves. This study aims to identify submarine pipes using Subbottom Profiler (SBP) data in the waters off Karangantu, Banten. The data were obtained from the Hydro-Oceanographic Survey Training conducted by the 44th Class of STTAL Hydrography undergraduate

students in 2024, using the Innomar SES 2000 Compact SBP instrument operating at a frequency of 10 kHz. The research methodology involved data acquisition and processing using software such as SonarWiz, Seisee, and Matlab, along with validation against Indonesian Nautical Charts and supporting data. The results demonstrate that SBP effectively identifies the position, depth, and dimensions of submarine pipelines, and determines the backscattering strength, which serves as an indicator of metallic materials. Analysis using SonarWiz revealed that the average dimension of the submarine pipeline from 20 lines was 0.84 meters in width and 0.58 meters in height. The average backscattering strength from the 20 surveyed lines was -0.525 dB, with the highest value at target 16 recorded at -0.03 dB and the lowest at target 8 recorded at -1.823 dB, indicating that the highest value likely corresponds to a solid object such as a submarine pipeline. This research highlights that SBP significantly contributes to the maintenance of underwater infrastructure and the mitigation of damage risks.

Keywords: Sub Bottom Profiler, Innomar SES 2000, Submarine Pipeline, Dimension, Backscattering Strength, Karangantu.

PENDAHULUAN

Sebagai negara dengan garis pantai terpanjang kedua di dunia, Indonesia memiliki potensi sumber daya alam laut yang sangat besar, termasuk minyak dan gas bumi. Eksplorasi dan produksi minyak dan gas bumi di lepas pantai telah menjadi salah satu tulang punggung perekonomian Indonesia. Untuk menunjang kegiatan eksplorasi ini, diperlukan infrastruktur yang memadai, pipa bawah laut merupakan instalasi yang dibangun untuk menyalurkan fluida produksi (minyak dan gas). Salah satu kegiatan perawatan pipa laut adalah inspeksi secara berkala terhadap kondisi pipa laut tersebut. Kegiatan inspeksi pipa di dasar laut dilakukan untuk mengendalikan resiko yang dapat terjadi pada pipa tersebut. Kegiatan ini memerlukan informasi yang teliti mengenai kondisi, posisi, dan keadaan sekitar pipa (Pratomo *et al.*, 2018).

Pada pelaksanaannya instalasi dan pemeliharaan pipa bawah laut menghadapi berbagai tantangan, mulai dari faktor geologi, hidrodinamika, hingga potensi bahaya dari aktivitas manusia seperti penangkapan ikan, navigasi kapal, dan ancaman kecelakaan kapal. Salah satu tantangan terbesar adalah memastikan bahwa pipa bawah laut tetap

berada dalam kondisi yang baik dan tidak rusak akibat berbagai faktor. Oleh karena itu, identifikasi dan pemantauan kondisi pipa bawah laut secara berkala menjadi sangat penting untuk mencegah kebocoran yang dapat mengakibatkan kerugian ekonomi dan kerusakan lingkungan yang signifikan (Rachmat *et al.*, 2016).

Dalam konteks industri maritim dan eksplorasi sumber daya bawah laut, pipa bawah laut yang terpendam memainkan peran sentral sebagai sarana transportasi untuk berbagai material kritis seperti minyak, gas, dan air. Keberadaan pipa-pipa ini sangat penting bagi operasi industri yang bergantung pada infrastruktur bawah laut untuk memastikan kelancaran distribusi sumber daya serta efisiensi operasional. Namun, mengingat pipa-pipa ini sering kali tertutup oleh lapisan sedimen dasar laut, pemantauan dan identifikasi mereka menjadi tugas yang kompleks dan menantang. Untuk mengatasi tantangan tersebut, peneliti mencoba memanfaatkan data *Sub Bottom Profiler* (SBP) untuk mengoptimalkan kemampuannya guna memberikan gambaran mendetail tentang struktur bawah permukaan dasar laut (Saleh & Rabah, 2016). Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah Bagaimana *Sub*

Bottom Profiler (SBP) dapat menentukan nilai hambur balik dari material pipa bawah laut yang telah diidentifikasi.

BAHAN DAN METODE

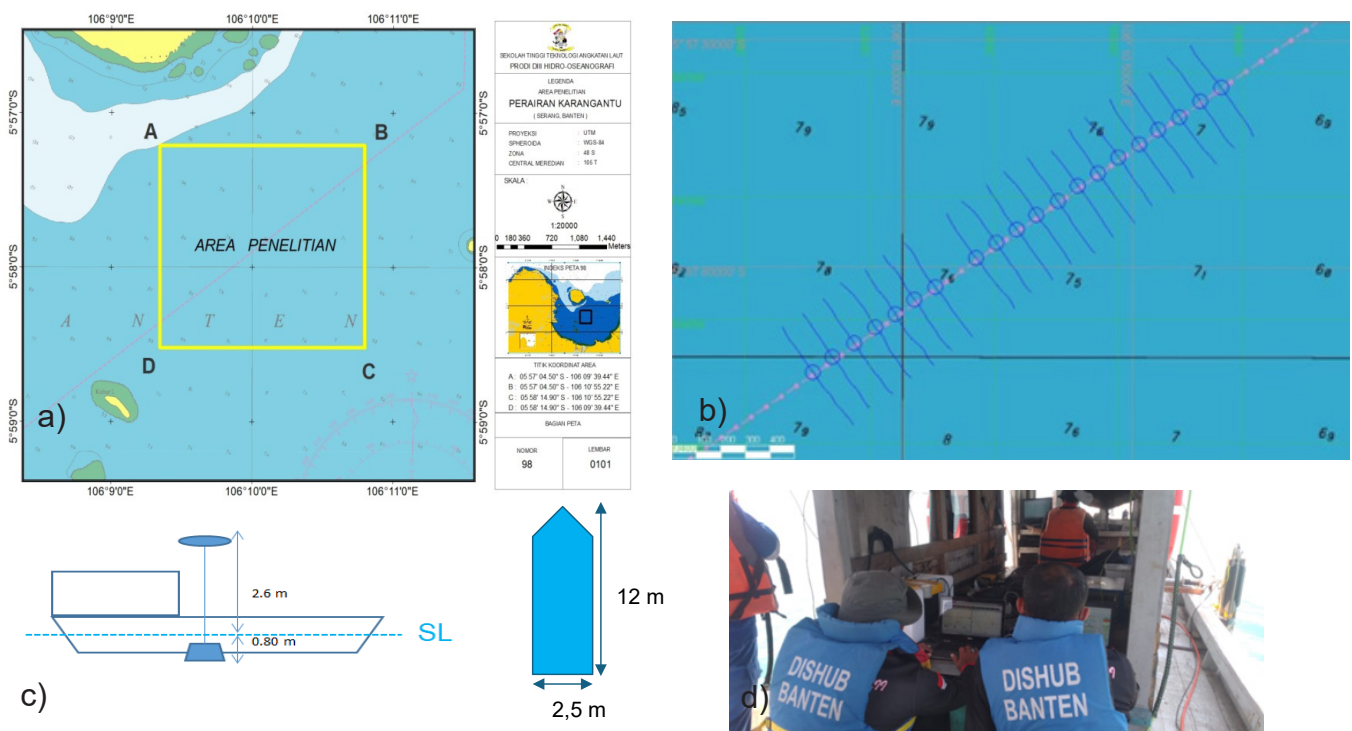
Akustik adalah suatu ilmu yang mempelajari tentang gelombang suara yang merambat pada suatu medium. Akustik kelautan merupakan salah satu cabang dari ilmu akustik yang khusus mempelajari akustik dalam medium air laut. Akustik kelautan mendeteksi target di kolom perairan dan dasar perairan. Hal yang dibahas dalam akustik kelautan yaitu, kecepatan gelombang suara dalam media air, waktu (pada saat gelombang dipancarkan hingga gelombang dipantulkan kembali) dan kedalaman perairan (Santoso, 2024).

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah raw data SBP dari hasil Pelaksanaan Latihan Praktek Survei dan Pemetaan Hidro-Oseanografi Mahasiswa STTAL Prodi S1 Hidrografi Angkatan 44 tahun 2024 di perairan Karangantu, Teluk Banten,

Serang, Banten (Gambar 1) yang dimulai pada tanggal 4 September s.d. 3 Oktober 2024 selama 30 hari. Dalam penelitian ini, Mahasiswa STTAL Prodi S1 Hidrografi Angkatan 44 sebagai subyek penelitian yang membantu dalam memberikan informasi, raw data, keterangan dan pengolahan data dalam penelitian ini. Pada penelitian ini, Lokasi yang dijadikan obyek penelitian adalah investigasi pipa bawah laut menggunakan *Sub Bottom Profiler* (SBP) di perairan Karangantu, Teluk Banten, Serang, Banten dengan Peta Laut Indonesia (PLI) nomor 98 skala 1: 25000 edisi ke-3 tahun 2018. Instrumen yang digunakan dalam pengumpulan data adalah menggunakan instrumen Sub Bottom Profiler (SBP) yaitu tipe Innomar SES 2000 Compact. Parameter spesifikasi Innomar dapat dilihat dalam Tabel 1.

Analisis Penghamburan Akustik

Penentuan nilai hambur dari SBP Merupakan nilai refleksi yang diakibatkan oleh proses penghamburan atau yang dapat disebut juga rasio dari energi suara yang mengenai permukaan dasar perairan



Gambar 1. (a) Lokasi penelitian di Perairan Karangantu; (b) Lajur akusisi data SBP; (c) konfigurasi kapal saat akusisi data SBP; dan (d) proses akusisi data SBP.

Tabel 1. Spesifikasi Innomar SES 2000 Compact

Spesifikasi	Kondisi Operasional
Water Depth Range	0.5–500 m below transducer
Sediment Penetration	up to 50 m (depending on sediment type and noise)
Sample / Range Resolution	<1 cm / up to 5 cm (depending on pulse settings)
Transmit Beam Width (-3dB)	c. 4° (±2°) for all frequencies / footprint c. 7% of water depth
Ping Rate	up to 50 Hz (pings/s), multi-ping mode available
Heave / Roll / Pitch Compensation	heave + roll (or pitch); depending on external sensor data
Primary Frequencies (PHF)	c. 100 kHz (frequency band 85–115 kHz)
PHF Source Level / Acoustic Power	>240 dB/μPa re 1 m / c. 3.5 kW
Secondary Low Frequency (SLF)	centre frequency user selectable: 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15 kHz
SLF Total Frequency Band	2–22 kHz
Data File Format	Innomar “SES3” (24 bit) and “RAW” (16 bit), “SEG Y” (via SES-convert)

dengan energi suara yang kembali kepada transmitter. Nilai hambur balik merupakan fungsi dari sudut datang dari pulsa akustik dan karakteristik fisik dari permukaan dasar perairan. Pemetaan batimetri dan komputasi sinyal akustik di dasar laut menggunakan perangkat lunak MB-System telah dilakukan di perairan Simeleu (Manik *et al.*, 2006). Perumusan koefisien refleksi didapatkan dari persamaan Zoeppritz (Saleh & Rabah, 2016, Santosa, *et al.*, 2024) yang mendefinisikan formulasi backscattering strength yang dapat ditulis sebagai Persamaan 1.

$$BS = 20 \log_{10} \frac{V0}{V1} \dots\dots\dots 1)$$

Keterangan:

BS : *Backscattering Strength*

V0 : Nilai Amplitudo Yang Terukur

V1 : Nilai Amplitudo Maksimal

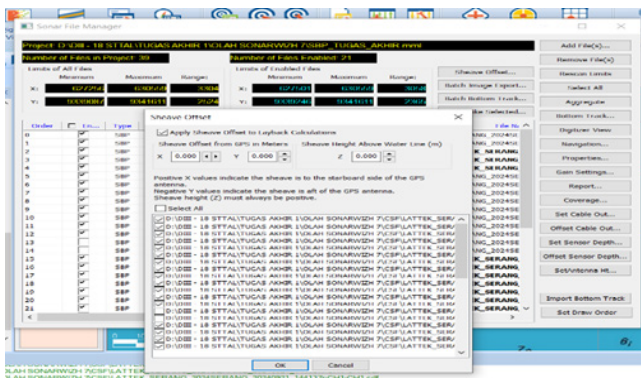
Persamaan 1 digunakan untuk rumus ini menghitung perbedaan dalam intensitas antara sinyal yang dipantulkan kembali dan intensitas sinyal yang datang. Perbedaan ini kemudian diubah ke dalam skala logaritmik untuk memberikan nilai *backscattering strength* dalam (dB). Semakin tinggi nilai BS, semakin kuat pantulan kembali dari obyek atau permukaan di bawah laut (Saputra, 2024). Impedansi akustik berkaitan dengan tingkat densitas dari material dan nilai

saat gelombang akustik melewati lapisan-lapisan permukaan dasar laut. Ketika terjadi perubahan nilai hambatan pada gelombang akustik, seperti permukaan air yang dipengaruhi oleh sedimen, maka gelombang akustik akan memantul (Penrose *et al.*, 2005). Energi ini akan dipantulkan ketika bertemu dengan lapisan sedimen di bawahnya yang memiliki tingkat impedansi berbeda (Rienstra & Hirschberg-Acoustics, 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data *Sub Bottom Profiler* (SBP) dalam penelitian ini menggunakan 20 lajur dengan format awal berbentuk raw yang kemudian format data tersebut di ubah formatnya menggunakan perangkat lunak SESConvert ke dalam bentuk SGY. Analisa pengolahan SBP dilakukan dengan memasukkan data berupa format SGY ke dalam perangkat lunak Sonarwiz. Kemudian dilaksanakan penerapan koreksi offset, Bottom tracking serta koreksi *Time Varying Gain* (TVG), *Automatic Gain Control* (AGC), dan *User Defined Gain* (UDG). Pada Gambar 2 adalah koreksi *offset*.

Gambar 3 menunjukkan adanya anomali warna dengan gradien merah yang diduga mengindikasikan tingkat kekerasan tinggi, sehingga dilakukan penandaan atau plotting pada area tersebut (Target 01). Dalam



Tabel 2. Setting Offset Pada Sonarwiz.

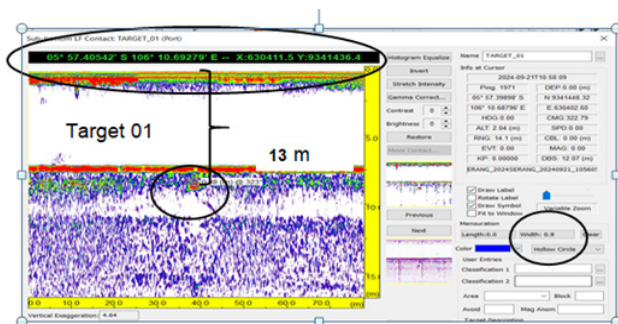
proses ini, perangkat lunak Sonarwiz secara otomatis menampilkan informasi terkait koordinat, kedalaman obyek di dasar laut, kedalaman obyek yang tertanam di bawah permukaan dasar laut, serta dimensi obyek yang terdeteksi.

Penentuan Nilai Amplitudo dan Hambur Balik

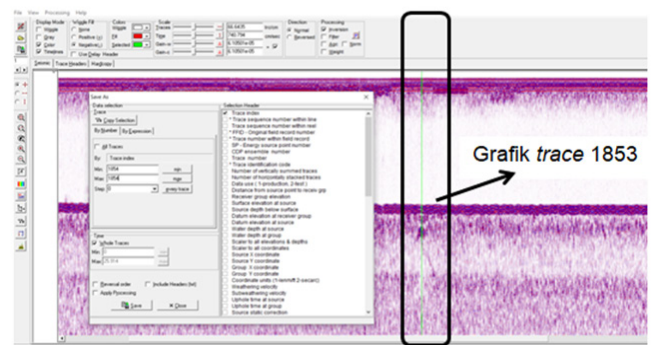
Analisis penentuan nilai amplitudo dari data seismik dilakukan menggunakan perangkat lunak Seisee dengan format data SGY yang merupakan format serupa dengan yang digunakan dalam pengolahan pada perangkat lunak Sonarwiz. Pada tahap ini, dilakukan proses filtrasi terhadap nilai trace yang sesuai dengan target analisis, yaitu obyek yang diduga sebagai pipa. Hasil filtrasi tersebut kemudian disimpan dalam format *Trace Sample Text* (txt), sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4.

Lunak Seisee

Semakin tinggi nilai amplitudo maka semakin kasar atau keras target yang



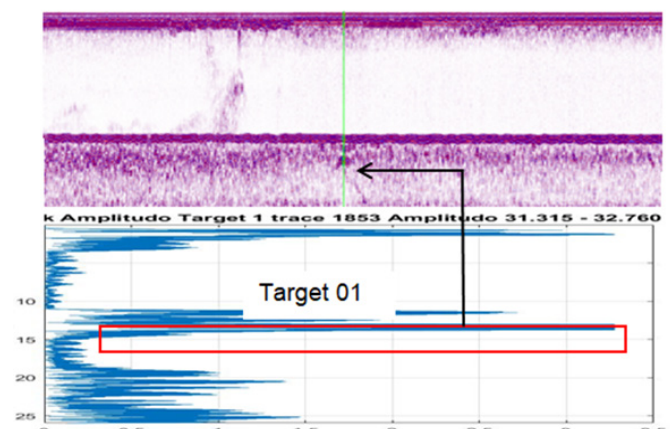
Tabel 3. Plotting Target Pada Sonarwiz.



Tabel 4. Tampilan Grafik Trace 1853 Pada Perangkat Lunak Seisee.

terdeteksi. Begitu pula semakin kecil nilai amplitudo maka tingkat kekasaran maupun kekerasan suatu obyek semakin menurun/rendah. Selain faktor kekerasan dan kekasaran (*roughness*) suatu benda, frekuensi suara pada alat yang digunakan serta grazing angle dari pulsa akustik juga dapat menjadi faktor yang mempengaruhi nilai hambur balik di dasar perairan (Solikin *et al.*, 2017).

Gambar 5 menunjukkan tampilan amplitudo untuk Target 01 yang dihasilkan melalui perangkat lunak Matlab. Kolom bergaris merah menandai visualisasi puncak grafik amplitudo yang menyerupai karakteristik pantulan dari obyek dengan material keras, dengan kisaran nilai amplitudo antara 31.315 hingga 32.760 mV. Sementara itu, garis berwarna hitam menunjukkan keberadaan anomali target obyek keras sebagaimana ditampilkan pada perangkat



Tabel 5. Grafik Nilai Amplitudo Target 1.

Tabel 2. Penelitian Terdahulu

Peneliti	Lokasi	Alat	Obyek	Amplitudo (mV)
Manik, dan Ramadhani (2017)	Cirebon, Jawa Barat	Side Scan Sonar	Kapal (Besi/Baja)	31.616 – 31.872 mV
Dainuri Syamsuddin (2019)	Balongan, Jawa Barat	Side Scan Sonar	Pipa Dasar Laut (Besi)	20.100 – 32.000 mV
Penelitian ini (2025)	Karangantu, Banten	Sub Bottom Profiler	Pipa Bawah Laut (Besi) Target 1	31.315 – 32.760 mV

lunak Seisee. Tabel 2. menyajikan hasil dari sejumlah penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan nilai amplitudo terhadap obyek keras berbahan logam, seperti besi. Penelitian-penelitian tersebut menggunakan instrumen akustik dengan variasi frekuensi yang berbeda-beda.

Selanjutnya adalah perhitungan nilai Hambur Balik Pada perumusan koefisien refleksi didapatkan dari persamaan Zoeppritz mendefinisikan formulasi backscattering strength (Nilai Hambur Balik) yang dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 BS &= 20 \log_{10} \frac{V_0}{V_1} \\
 &= 20 \log_{10} \frac{31315}{32760} \\
 &= -0.3918 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Keterangan:

BS = *Backscattering Strength* (dB)

V0 = Nilai Amplitudo Yang Terukur (mV)

V1 = Nilai Amplitudo Maksimal (mV)

Target 1

Dari hasil pengolahan dan penentuan nilai hambur balik keseluruhan lajur dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan dari hasil perhitungan nilai hambur balik dari

Tabel 3. Hasil Penentuan Nilai Hambur Balik 20 Lajur

Target	Kedalaman (m)	X	Y	Nilai Amplitudo (mV)	Nilai Hambur Balik (dB)
1	13,748	630411,48	9341436,43	31315 - 32760	-0,3918
2	13,622	630327,06	9341381,75	28652 - 32760	-1,1638
3	13,034	630243,48	9341317,94	29611 - 32767	-0,8797
4	13,664	630159,28	9341265,78	31804 - 32767	-0,2591
5	15,526	630083,9	9341206,81	32270 - 32760	-0,1309
6	15,54	630132,65	9340957,24	31502 - 32760	-0,3401
7	15,12	629918,31	9341090,66	31505 - 32760	-0,3393
8	15,54	629836,54	9341039,12	26558 - 32760	-1,8230
9	15,344	629756,34	9340976,84	29506 - 32760	-0,9087
10	14,896	629670,65	9340921,53	30975 - 32760	-0,4867
11	15,176	629591,72	9340861,19	30389 - 32760	-0,6525
12	15,722	629508,55	9340809,31	31243 - 32760	-0,4118
13	15,232	629428,32	9340745,67	31972 - 32760	-0,2115
14	15,232	629263,81	9340628,25	30270 - 32760	-0,6866
15	15,66	629181,83	9340576,93	30410 - 32760	-0,6465
16	15,078	629105,72	9340517,51	32647 - 32760	-0,0300
17	15,428	629023,12	9340465,9	31040 - 32760	-0,4684
18	15,372	628938,58	9340402,01	32071 - 32760	-0,1846
19	15,414	628850,72	9340345,73	32426 - 32760	-0,0890
20	15,274	628773,43	9340283,74	31278 - 32760	-0,4021
Rata - Rata Nilai Amplitudo					-0,5253

keseluruhan target, mempunyai nilai hambur balik yang bervariasi serta mempunyai range dari yang paling rendah yaitu -1,8230 dB pada target 8 sampai dengan yang paling tinggi pada target 16 sebesar -0,03 dB, dan rata-rata dari 20 target mempunyai nilai -0,525 dB. Nilai yang beragam ini dipengaruhi oleh kekasaran maupun kekerasan dari target (Simanjuntak *et al.*, 2023).

KESIMPULAN DAN SARAN

Analisis data *Sub Bottom Profiler* (SBP) dari 20 lintasan survei mengidentifikasi 20 target pipa bawah laut dengan posisi yang konsisten terhadap jalur eksisting sebagaimana tercantum pada Peta Laut Indonesia (PLI) Nomor 98. Dimensi rata-rata pipa yang terdeteksi adalah lebar 0,84 m dan tinggi 0,58 m. Nilai hambur balik (*backscatter*) menunjukkan rata-rata -0,525 dB, dengan amplitudo tertinggi -0,03 dB pada target nomor 16 dan terendah -1,823 dB pada target nomor 8. Hasil ini menegaskan efektivitas metode SBP dalam mengidentifikasi, memetakan, dan mengkarakterisasi infrastruktur pipa bawah laut secara presisi. Metode identifikasi pipa bawah laut berbasis nilai hambur balik *Sub Bottom Profiler* (SBP) dapat dipertimbangkan sebagai alternatif ketika survei dilakukan di area tanpa ketersediaan data magnetometer. Untuk meningkatkan akurasi validasi hasil deteksi SBP terhadap objek pipa bawah laut, diperlukan ketersediaan data spesifikasi teknis pipa eksisting. Selain itu, penelitian lanjutan perlu dilakukan guna mengembangkan metode identifikasi yang mampu memberikan resolusi dan detail karakteristik pipa bawah laut secara lebih komprehensif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pembimbing, atas bimbingan dan arahan yang sangat berharga selama proses penelitian dan penulisan karya ilmiah ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada STTAL, atas dukungan dan fasilitas

yang diberikan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Terima kasih juga kepada rekan dan kolega, atas diskusi dan kontribusi yang konstruktif dalam pengembangan ide dan analisis data.

DAFTAR PUSTAKA

- Manik, H. M., Furusawa, M., & Amakasu, K. (2006). Measurement of sea bottom surface backscattering strength by quantitative echo sounder. *Fisheries Science*, 72(3), 503–512. <https://doi.org/10.1111/j.1444-2906.2006.01178.x>
- Penrose, J. D., Siwabessy, P. J. W., Gavrilov, A., Parnum, I., Hamilton, L. J., Bickers, A., BroOke, B., Ryan, D. A., & Kennedy, P. (2005). Acoustic Techniques for Seabed Classification. *Cooperative Research Centre for Coastal Zone Estuary and Waterway Management*, September, 141.
- Pratomo, D. G., Khomsin, K., & Pambudhi, D. (2018). Deteksi Pipa Bawah Laut Dengan Data Multibeam Echosounder (Studi Kasus: Muara Bekasi). *Geoid*, 13(2), 115. <https://doi.org/10.12962/j24423998.v13i2.3685>
- Rachmat, B., Purwanto, C., & Raharjo, P. (2016). Kajian Identifikasi Infrastruktur Jaringan Pipa Migas Bawah Laut Di Perairan Sebelah Utara Provinsi Banten. *Jurnal Geologi Kelautan*, 9(2), 79. <https://doi.org/10.32693/jgk.9.2.2011.202>
- Rienstra & Hirschberg-Acoustics. (2013). An Introduction to Acoustics. <https://www.scribd.com/document/190074296/9-2004-S-W-Rienstra-a-Hirschberg-Acoustics>
- Saleh, M., & Rabah, M. (2016). Seabed sub-bottom sediment classification using parametric sub-bottom Profiler. *NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics*,

5(1), 87–95. <https://doi.org/10.1016/j.nrjag.2016.01.004>

Santoso, H. (2024). Pengantar Akustik Kelautan. In Lukmanul Hakim (Ed.), *Pengantar Akustik Kelautan*. <https://doi.org/10.62083/1q0rw680>

Santosa, N. Y., Amirudin, M., Handoko, D., & Putra, I. W. E. S. (2024). Pemanfaatan Data Side Scan Sonar Untuk Identifikasi Sedimen Dasar Laut (Studi Kasus Perairan Pesisir Lingga). *Jurnal Chart Datum*, 10(1), 47-62. <https://doi.org/10.37875/chartdatum.v10i1.348>

Saputra, I. D. (2024). *Analisis Tipe Sedimen Dasar Laut Menggunakan Data Sub Bottom Profiler (Studi Kasus Perairan Lingga Kepulauan Riau)*. Skripsi Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut.

Simanjuntak, B. F., Pujiyati, S., Solikin, S., & Lubis, M. Z. (2023). Identifikasi dan Analisis Nilai Hamburbalik Obyek Dasar Di Perairan Punggur Batam. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(3), 447–455. <https://doi.org/10.14710/buloma.v12i3.52393>

Solikin, S., Manik, H. M., Pujiyati, S., & Susilohadi, S. (2017). Pemrosesan Sinyal Data Sub-bottom Profiler Substrat Dasar Perairan Selat Lembeh. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 13(1), 42. <https://doi.org/10.17529/jre.v13i1.6060>