

PEMANFAATAN DATA SIDE SCAN SONAR UNTUK IDENTIFIKASI SEDIMEN DASAR LAUT (STUDI KASUS PERAIRAN PESISIR LINGGA)

THE UTILIZATION OF SIDE SCAN SONAR DATA FOR IDENTIFICATION OF SEABED SEDIMENTS (A CASE STUDY OF LINGGA COASTAL WATERS)

Yoyok Nurkarya Santosa¹, Mohammad Amirudin¹, Dadang Handoko², & I Wayan Sumardana E. Putra¹

¹Prodi Hidro-Oseanografi, Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut (STTAL), Jakarta, Indonesia

²Prodi Hidrografi, Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut (STTAL), Jakarta, Indonesia

e-mail : yoyoknurkaya@gmail.com

ABSTRAK

Teknologi *Side Scan Sonar* (SSS) telah menjadi alat penting dalam eksplorasi bawah laut, terutama untuk pemetaan dasar laut, identifikasi objek bawah air, dan survei arkeologi maritim. Teknologi ini bekerja dengan memancarkan gelombang suara ke samping dari kapal atau platform bawah laut, kemudian menangkap pantulan gelombang suara untuk menghasilkan gambar dua dimensi dari permukaan dasar laut. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keefektifan penggunaan SSS dalam pemetaan dasar laut. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi jenis sedimen yang ada di dasar laut. Pemrosesan data SSS dilakukan menggunakan koreksi geometrik dan koreksi radiometrik. Lokasi penelitian berada di sekitar Perairan Lingga menggunakan instrumen *Side Scan Sonar* C-MAX CM2 dengan frekuensi 325 kHz. Pengolahan data menggunakan *software* SonarWiz 7, XtfTosegy, Seisee dan Matlab sehingga menampilkan grafik yang dapat menunjukkan nilai amplitudo dari target yang terdeteksi pada 10 titik sampling sedimen dasar laut. Hasil pengolahan dan klasifikasi sedimen dari 10 titik tersebut terbagi menjadi 4 jenis sedimen antara lain: karang, kerikil pasiran, pasir, dan pasir kerikilan. Masing – masing jenis sedimen memiliki rentang nilai amplitudo sebesar 24920 - 32384 mV (karang); 27776 mV (kerikil pasiran); 20224 - 27520 mV (pasir); dan 23168 - 31744 mV (pasir kerikilan) dengan konversi amplitudo menjadi nilai hambur balik sebesar -1 s.d. -0.03 dB; -1.37 dB; -4.12 s.d. -1.45 dB; dan -2.94 sd -0.21dB. Pemanfaatan data SSS dapat menjadi alternatif untuk mengidentifikasi jenis sedimen pada kegiatan survei dan pemetaan hidro-osenaografi.

Kata Kunci: *Side Scan Sonar*, sedimen dasar laut, amplitudo, hambur balik, Lingga.

ABSTRACT

Teknologi Side Scan Sonar (SSS) telah menjadi alat penting dalam eksplorasi bawah laut, terutama untuk pemetaan dasar laut, identifikasi objek bawah air, dan survei arkeologi maritim. Teknologi ini bekerja dengan memancarkan gelombang suara ke samping dari kapal atau platform bawah laut, kemudian menangkap pantulan gelombang suara untuk menghasilkan gambar dua dimensi dari permukaan dasar laut. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keefektifan penggunaan SSS dalam pemetaan dasar laut. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi jenis sedimen yang ada di dasar laut. Pemrosesan data SSS dilakukan menggunakan

koreksi geometrik dan koreksi radiometrik. Lokasi penelitian berada di sekitar Perairan Lingga menggunakan instrumen Side Scan Sonar C-MAX CM2 dengan frekuensi 325 kHz. Pengolahan data menggunakan software SonarWiz 7, XtfTosegy, Seisee dan Matlab sehingga menampilkan grafik yang dapat menunjukkan nilai amplitudo dari target yang terdeteksi pada 10 titik sampling sedimen dasar laut. Hasil pengolahan dan klasifikasi sedimen dari 10 titik tersebut terbagi menjadi 4 jenis sedimen antara lain: karang, kerikil pasiran, pasir, dan pasir kerikilan. Masing – masing jenis sedimen memiliki rentang nilai amplitudo sebesar 24920 - 32384 mV (karang); 27776 mV (kerikil pasiran); 20224 - 27520 mV (pasir); dan 23168 - 31744 mV (pasir kerikilan) dengan konversi amplitudo menjadi nilai hambur balik sebesar -1 s.d. -0.03 dB; -1.37 dB; -4.12 s.d. -1.45 dB; dan -2.94 sd -0.21dB. Pemanfaatan data SSS dapat menjadi alternatif untuk mengidentifikasi jenis sedimen pada kegiatan survei dan pemetaan hidro-osenaografi.

Kata Kunci: Side Scan Sonar, sedimen dasar laut, amplitudo, hambur balik, Lingga.

PENDAHULUAN

Pemanfaatan informasi geospasial dari hasil survei Hidro-Oseanografi telah digunakan dalam berbagai aspek, baik pada tahapan perencanaan, pelaksanaan dan pengambilan keputusan dalam mendukung pengelolaan dan eksplorasi sumber daya lautan (Syamsuddin *et al.*, 2016; Indramawan *et al.*, 2016). Kebutuhan informasi spasial tersebut berupa nilai kedalaman laut untuk kepentingan pelayaran, kegiatan penyediaan hasil survei kemaritiman, penyediaan data perubahan tingkat topografi di dasar laut, pertahanan nasional, serta batas wilayah. Oleh karena itu, peningkatan kualitas data hendaknya mengacu pada standar yang telah ditetapkan oleh International Hydrographic Organization (IHO) S-44 edisi 6.1.0 Tahun 2020 dalam konteks pelaksanaan survei Hidro-Oseanografi. Klasifikasi data survei Hidro-Oseanografi berpegang pada perhitungan statistik dan persyaratan yang telah ditetapkan dalam beberapa orde survei (eksklusif, khusus, 1A/1B dan 2). Pada tiap tingkatan orde tersebut menuntut minimalisasi kesalahan dalam setiap kegiatan pengambilan data survei untuk membatasi area yang bersifat penting, strategis, dan kritis seperti area yang berpotensi menimbulkan bencana. Kemajuan teknologi baik perangkat lunak, peralatan survei hingga proses pengolahan menjadikan

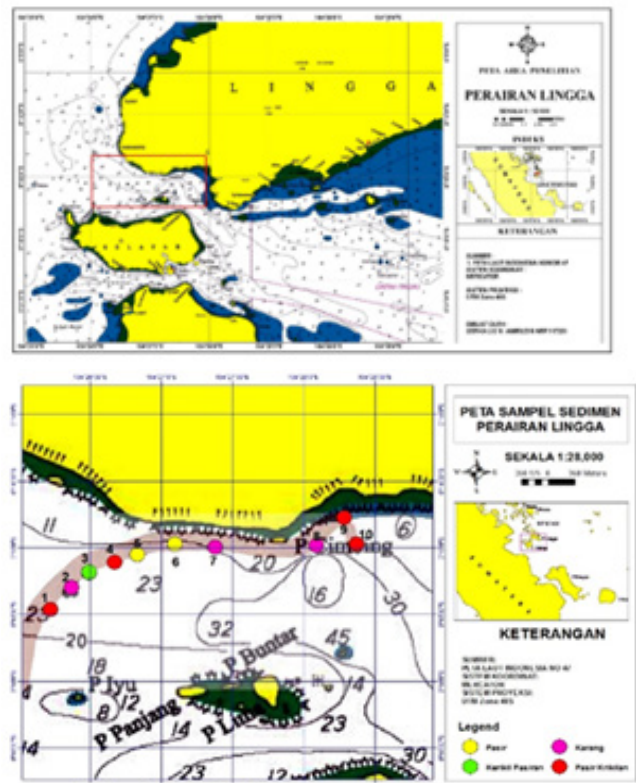
nilai tambah dalam mempercepat pengumpulan data survei Hidro-Oseanografi, seperti peralatan *Multi Beam Echosounder* (MBES), *Single Beam Echosounder* (SBES) dan Side Scan Sonar (SSS) (Aisah, 2019) yang proses kerjanya menggunakan metode hidroakustik yang mana dapat memberikan informasi menyeluruh dari permukaan, kolom air hingga ke dasar laut. Salah satu luaran yang dapat dimanfaatkan dari penggunaan peralatan tersebut adalah mengidentifikasi jenis dasar laut (Nasution, 2012) yang memanfaatkan penggunaan nilai hambur balik.

Sesuai IHO Publication untuk C-13 Chapter 4 (2005) saat digunakan dalam survei hidrografi, SSS memiliki beberapa fungsi utama yaitu deteksi bangkai kapal, dapat mendeteksi dan mengklasifikasi data dasar laut yang sangat kecil kemampuan ini sangat penting dalam operasi kapal selam dan perang ranjau serta dalam pengembangan sumber daya perikanan (Manik & Ramadhani 2017). Identifikasi area bergerak di dasar laut adanya gelombang pasir dan riak-riak tersebut indikasi bahwa dasar laut pada suatu wilayah bersifat mobile pada rute pelayaran utama seperti itu daerah mungkin memerlukan survei ulang berkala untuk memastikan keselamatan navigasi.

Penelitian kali ini bertujuan untuk memanfaatkan luaran dari peralatan *Side Scan Sonar* (SSS) dalam mengkarakterisasi sedimen di permukaan dasar laut, dimana SSS mampu menunjukkan dalam citra dua dimensional permukaan dasar laut dengan kondisi kontur, topografi dan target secara bersamaan. Instrumen ini mampu membedakan besar kecil partikel penyusun. Permukaan dasar laut seperti batuan, lumpur, pasir, kerikil atau tipe-tipe dasar perairan lainnya (Bartholomä, 2006). Teknologi SSS dalam pemetaan dasar laut dapat menghasilkan tampilan kenampakan permukaan dasar suatu perairan dan target secara bersamaan. Teknologi ini merupakan penginderaan jauh akustik untuk pemetaan sedimen dan struktur dasar laut (Manik *et al.* 2016). Pada pelaksanaan survei Hidro-Oseanografi pengambilan contoh dasar laut secara konvensional adalah dengan menurunkan Ekman *Grab Sampler* ataupun menggunakan coring yang merupakan salah satu proses penting dalam pemenuhan kebutuhan informasi peta laut (Salsabila *et al.* 2022). Diharapkan pada masa mendatang penggunaan SSS tidak hanya dapat menggambarkan fitur/objek, akan tetapi juga dapat dimanfaatkan dalam karakterisasi substrat dasar laut yang dapat berimplikasi menurunkan biaya dan mempercepat pekerjaan survei Hidro-Oseanografi.

BAHAN DAN METODE

Sumber data pada penelitian ini adalah data primer yang diperoleh dari LPPM STTAL. Data yang dikumpulkan berupa raw data side scan sonar tahun 2023 di Perairan Lingga. Lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1. Pengambilan data dilakukan oleh mahasiswa LPPM STTAL dengan menggunakan instrumen *side scan sonar* C-MAX CM2 digital towfish dengan frekuensi 325 kHz dengan toleransi batas kecepatan kapal 2-8 knot. Penggunaan Instrumen ini ditarik (*towing*) di belakang kapal.



Gambar 1. Lokasi Penelitian dan titik pengambilan jenis dasar laut.

Figure 1. Research location and collection points for seabed types.

Instrumen yang digunakan dalam pengumpulan data adalah menggunakan instrumen SSS yaitu tipe C-MAX CM2, dengan spesifikasi peralatan disajikan pada Tabel 1. Selain instrument SSS dalam pelaksanaan akuisisi data, juga digunakan GPS (*Global Positioning System*) dengan sistem DGPS (*Differential Global Positioning System*) yang digunakan dalam penentuan posisi objek, yang ditampilkan pada Tabel 2. Beberapa perangkat lunak yang digunakan dalam pengolahan data dalam penelitian ini, ditampilkan pada Tabel 3.

Berdasarkan uraian bahan dan metode penelitian di atas, maka didapatkan diagram alir yang digunakan dalam penelitian sebagai pedoman alur pikir pelaksanaan dari tahap pengumpulan data awal sampai dengan interpretasi hasil penelitian, disajikan pada Gambar 2.

Tabel 1. Spesifikasi dan parameter proses akuisisi data SSS C-MAX CM2.
 Table 1. Specifications and parameters of the SSS C-MAX CM2 data acquisition process.

Spesifikasi C-MAX CM2 Digital Towfish (C-MAX Ltd. 2010)	
Spesifikasi	Kondisi Operasional
Transmit Frekuensi	Tipe EDF: 325/780 kHz frekuensi ganda
Jangkauan (kanan dan kiri)	25 m, 50 m, 75 m, 100 m, 150 m di 325 kHz 12,5 m, 25 m, 37,5 m di 780 kHz
Acoustic pulse rates, ping per-detik (jarak)	780 kHz: 24,7(12,5 m); 13,5(25 m); 18,0(37,5 m) 325 kHz: 13,5(25 m); 13,0(50 m); 9,1(75 m); 7,0(100 m); 4,8(150 m)
Panjang array dan beamwidths	0,45° horizontal pada 325 kHz; 0,32° horizontal pada 780 kHz
Resolusi Lateral	18 mm pada 780 kHz dan 39 mm pada 325 kHz
Kedalaman pengoperasian	0-2000 m
Kecepatan pengoperasian	1-8 knot
Kecepatan maksimum towing	12 knot
Konstruksi bahan	Stainless steel (tanpa aluminium)
Dimensi Towfish	1,24 m panjang; EDF type: 17,1 kg di udara, 11,3 kg dalam air laut
Kisaran Suhu Towfish	-10 to +45 °C pengoperasian -20 to +50 °C non-operasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data citra SSS dalam penelitian ini hanya berfokus pada lajur yang bertumpang tindih dengan 10 titik sampling dasar laut saat akuisisi data di Perairan Lingga.

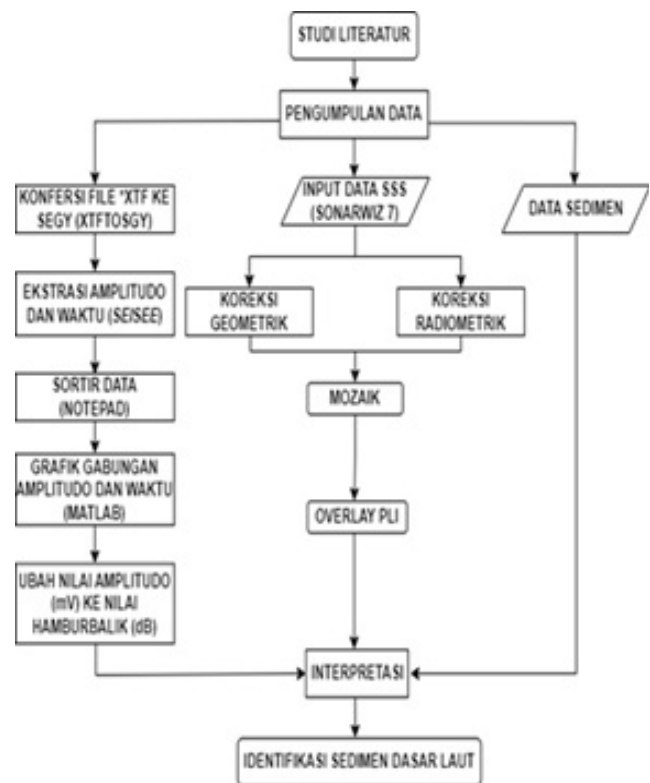
Tampilan Citra *Side Scan Sonar* Gambar 3. Merupakan hasil input data SSS yang telah dilakukan pengolahan, akan muncul tampilan citra SSS yang memperlihatkan target yang terdeteksi.

Tabel 2. Instrumen Penentuan Posisi
 Table 2. Positioning Instrument Specifications

DGPS	SSS
DGPS Marine Star (Primary)	C-MAX CM2
Trimble R8s (Secondary)	C-MAX CM2

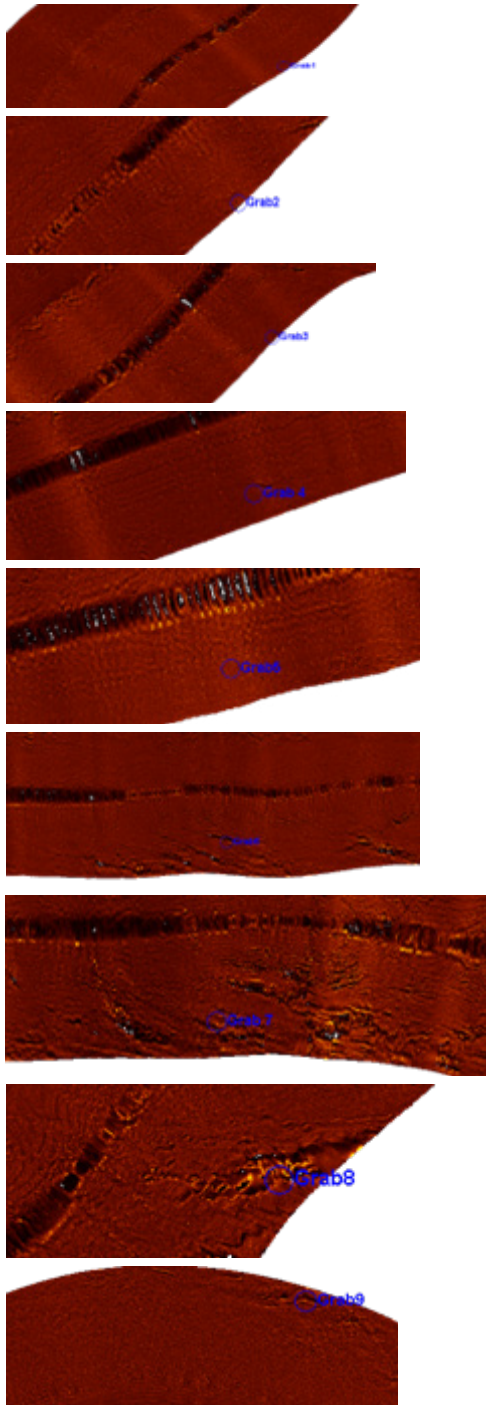
Tabel 3. Instrumen Pengolahan Data
 Table 3. Data Processing Instruments

Perangkat Lunak	Keterangan
Sonarwiz 7	Olah data SSS
XtfToSegy 1.03	konversi file *.xtf ke dalam ekstensi *.seggy
Seisee 2.22.5 (2015)	Mengekstrak Nilai Trace dari target ke dalam format *.txt
Microsoft Excel 2016	Merapikan data
Matlab R2016a	Untuk mendapatkan grafik Amplitudo dan waktu dari tekstur dasar dan objek dasar laut



Gambar 2. Diagram Alir.
 Figure 2. Research Flowchart.

Target yang terdeteksi akan diinterpretasi berdasarkan rona yaitu rona terang, rona sedang dan rona gelap. Dari ketiga rona tersebut dapat mewakili kuat atau lemahnya pantulan sinyal akustik yang dipantulkan oleh objek dasar laut. Kualitas data citra SSS dipengaruhi juga oleh beberapa faktor yaitu gelombang, angin, arus, kedalaman dan



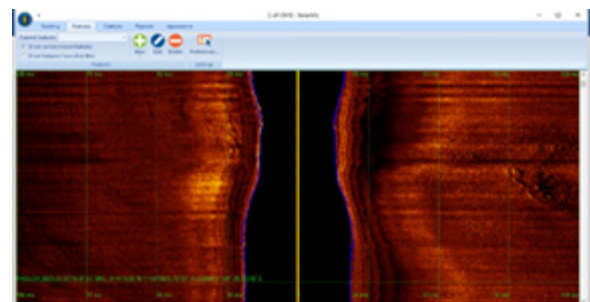
Gambar 3. Tampilan Citra SSS yang setelah proses pengolahan.
 Figure 3. Display of SSS image after processing.

kemampuan dari *towfish* untuk merekam data. Gambar 3. juga menunjukan citra SSS di titik pengambilan sample dasar laut yang sudah terkoreksi (Syamsuddin *et al.* 2016; Charnila dan Manik 2017; Pujiyati *et al.* 2019).

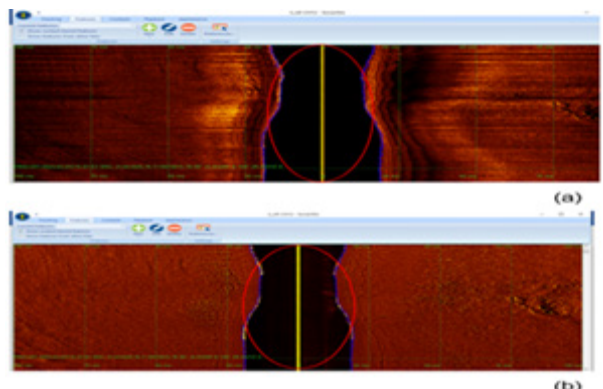
Analisis Citra SSS

Proses pengolahan pada citra side scan sonar dilakukan dengan beberapa koreksi, diantaranya koreksi Geometrik yaitu koreksi bottom tracking, slant range dan layback. Koreksi bottom tracking (digitasi altitude) dilakukan dengan mode otomatis yang sudah tersedia pada perangkat lunak SonarWiz. Gambar 4 adalah tampilan citra koreksi bottom tracking.

Gambar 4 adalah hasil penerapan dari koreksi bottom tracking terlihat hasil dari menghilangkan/merata-ratakan kekosongan data yang berada di bawah *towfish*. Koreksi slant range dilakukan setelah dilakukan digitasi altitude yang lakukan sebaik mungkin agar pada saat penggabungan dua sisi citra



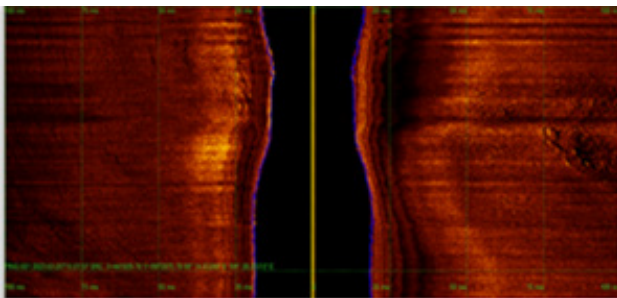
Gambar 4. Proses Koreksi Bottom Tracking.
 Figure 4. Bottom Tracking Correction Process.



Gambar 5. Proses koreksi slant range.
 Figure 5. Slant range correction process.

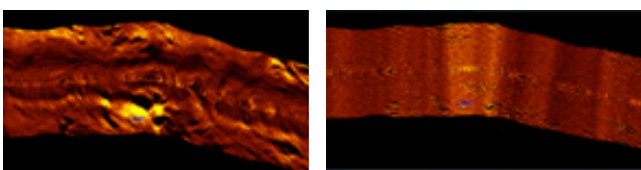
yang berseberangan dihasilkan koreksi slant range yang baik. Pada Gambar 5a adalah citra SSS sebelum dilaksanakan koreksi slant range. Sedangkan, Gambar 5b adalah citra SSS setelah dilaksanakan koreksi slant range terlihat ada penggabungan sisi sapuan citra antara kiri (*port*) dan sisi sebelah kanan (*starboard*) data chanel karena adanya penyimpangan pancaran pulsa saat pengambilan data.

Koreksi layback dilakukan untuk mengetahui posisi towfish yang sebenarnya dari posisi antenna GPS yang terpasang pada kapal. Untuk melakukan perhitungan layback kita harus memasukkan data offset GPS di kapal dan panjang kabel dari kapal ke towfish. Setelah parameter layback dimasukan, maka akan terjadi perubahan posisi lintang dan bujur. Pada penelitian ini, koreksi layback sudah dilakukan pada saat akuisisi data. Koreksi Radiometrik yaitu *Beam Angle Correction* (BAC), *Automatic Gain Control* (AGC), *Time Varying Gain* (TVG), *Empirical Gain Normalization* (EGN) yang di proses pada lajur yang mendeteksi target secara berurutan.



Gambar 6. Citra SSS saat proses koreksi radiometrik.

Figure 6. SSS image during the radiometric correction process.

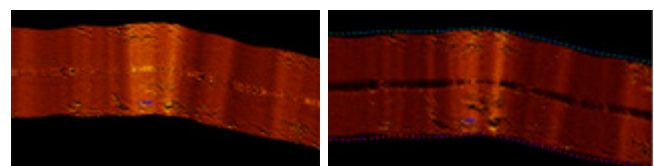


Gambar 7. Citra SSS proses koreksi BAC.

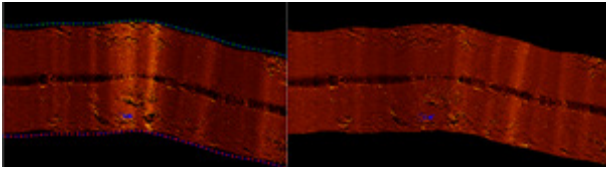
Figure 7. SSS image of BAC correction process.

Gambar 6 adalah citra side scan sonar sebelum dikoreksi menunjukkan hasil dari pencitraan dasar laut, sejumlah piksel terlihat pada kedua sisi nadir (*center of the swath*) pada area sisi kiri dan sisi sebelah kanan. Pada bagian tengah atau nadir tidak terdapat informasi mengenai permukaan dasar laut (*blind zone*). Pada Gambar 7a adalah sebelum dilakukan koreksi slant range correction dan *Beam Angle Correction* (BAC). Gambar 7b adalah hasil penerapan dari koreksi slant range correction dan *Beam Angle Correction* (BAC) yang merupakan koreksi terhadap masalah geometris pencitraan dasar laut dan pengaruh sudut sepanjang sapuan sonar. Intensitas hambur balik dari pola beam yang terbentuk secara keseluruhan dikendalikan oleh sudut pengembalian (*grazing angle*). Sudut pengembalian ini maksudnya adalah sudut yang terbentuk pada saat pulsa akustik menyentuk topografi dasar laut. Sehingga dalam hal ini menyebabkan area pada *first return* memiliki intensitas hambur balik yang jauh lebih kuat dibandingkan dengan area terluar dari lintasan *side scan sonar*. Semakin ke arah luar dari sapuan beam maka pancaran energi akan semakin berkurang. Pengaruh dari *slant range correction* dan *Beam Angle Correction* (BAC) dapat dilihat dari garis sepanjang sapuan. Terlihat tidak ada kekosongan data dan kekuatan dari pantulan *first return* sudah merata di sepanjang garis sapuan. Sehingga objek yang terdeteksi terlihat seperti objek sebenarnya. Pada Gambar 8a adalah sebelum dilakukan Koreksi AGC (*Automatic Gain Control*).

Gambar 8b adalah hasil dari koreksi *slant range correction*, *beam angle correction* (BAC), *automatic gain control* (AGC) dan



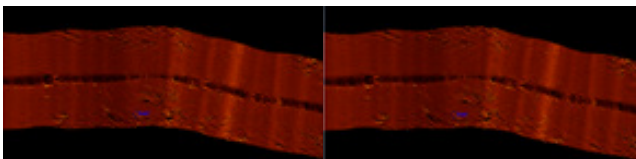
Gambar 8 Citra SSS hasil koreksi AGC
Figure 8 SSS image resulting from AGC correction.



Gambar 9. Citra SSS hasil koreksi TVG.
 Figure 9. SSS image resulting from TVG correction.

sudah terlihat karakter dari citra yang dihasilkan dan dengan menghilangkan efek skala besar dari insiden angel atau jarak propagasi pada Amplitudo refleksi sinyal sehingga terjadi penurunan pengaruh *noise*. Pada Gambar 9a sebelum dilakukan koreksi *Time Varying Gain* (TVG).

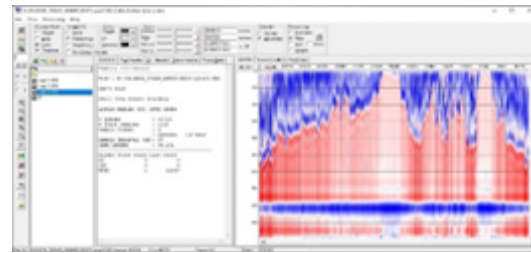
Gambar 9b adalah hasil dari koreksi *slant range correction*, *beam angle correction* (BAC), *automatic gain control* (AGC) dan *Time Varying Gain* (TVG) sehingga citra side scan sonar telah mengalami perubahan



Gambar 10. Citra SSS Hasil Koreksi EGN.
 Figure 10. SSS image resulting from EGN correction.



Gambar 11. Ekstraksi data dengan perangkat lunak XtfToSegy.
 Figure 11. Data extraction with XtfToSegy Software.



Gambar 12. Ekstraksi Data dengan Perangkat Lunak SeiSee.
 Figure 12. Data Extraction with SeiSee Software.

tampilan rata-rata dari nilai hambur balik. Pada Gambar 10a sebelum dilakukan koreksi *Empirical Gain Normalization* (EGN). Gambar 10b adalah hasil dari koreksi EGN sehingga akan berpengaruh pada gain yang telah dinormalisasi pada piksel di citra tersebut.

Ekstraksi Data untuk Perhitungan Amplitudo

Proses ini merupakan pengolahan data yang dilakukan ekstraksi adalah data dalam format *.xtf yang dilakukan koreksi yang tersimpan dalam file project SSS. Data dalam bentuk *.xtf ini kemudian di ekstrak kedalam file dalam bentuk segy dengan menggunakan perangkat lunak XtfToSegy. Proses ekstraksi dengan perangkat lunak XtfToSegy dapat dilihat pada Gambar 11.

Hasil ekstraksi tersimpan dalam bentuk *.seg. Proses selanjutnya adalah melakukan ekstraksi data dari *.seg kedalam bentuk *.txt yang bertujuan untuk dapat menampilkan sinyal transducer kedalam bentuk angka-angka numerik. Proses ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SeiSee. Kita dapat melihat *Trace/Ping* urutan keberapa dimana itu sudah mencakup objek dan sekitarnya supaya tidak terlalu banyak angka yang dikeluarkan setelah dipilih kemudian bisa di simpan kedalam format *.txt.

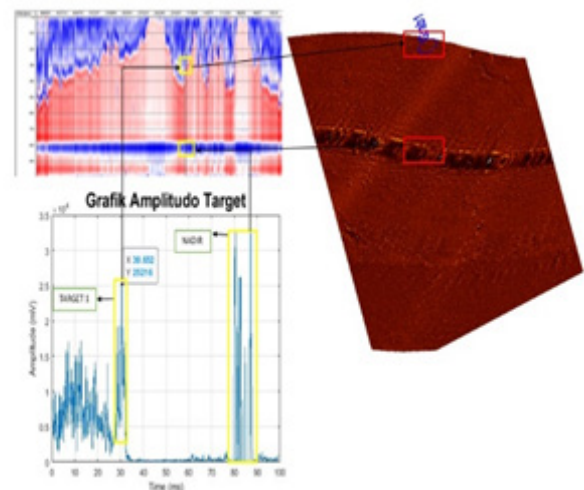
Namun sebelum disimpan, terlebih dahulu dilakukan beberapa penyesuaian atau pengaturan yang terdapat pada *tools* nya. Gambar 12 merupakan gambaran pada tampilan perangkat lunak SeiSee. *Trace* yang diambil untuk di ekstrak dan di proses dalam

bentuk tabel angka adalah sebagai sample yaitu 1 (satu) *Trace* yang nantinya akan diolah kedalam bentuk grafik amplitudo dari target. Hasil dari proses ekstraksi ini adalah data dengan format file *.txt. Hasil ekstraksi yang ditampilkan adalah waktu dan amplitudo dari sample *Trace* yang dikeluarkan oleh transduser selama melakukan pencitraan dasar laut. Data ini kemudian dirapikan menggunakan perangkat lunak notepad. Hasil ekstraksi data tersebut, dapat dilanjutkan pada proses selanjutnya yaitu pengukuran sinyal hambur balik objek (nilai amplitudo target) dalam bentuk grafik menggunakan perangkat lunak Matlab.

Nilai Amplitudo Target

Nilai amplitudo ini secara tidak langsung dapat menggambarkan objek maupun permukaan dasar laut yang memantulkan gelombang akustik dari transduser. Semakin tinggi nilai amplitudo maka semakin kasar atau keras suatu target yang terdeteksi. Begitu pula semakin kecil nilai amplitudo maka tingkat kekasaran maupun kekerasan suatu objek 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 (Manik & Ramadhani, 2017). Nilai amplitudo target dapat kita ketahui menggunakan perangkat lunak Matlab yang menginput data dari hasil ekstraksi perangkat lunak Seisee berupa data dengan format *.xtf. Data yang digunakan untuk menampilkan nilai amplitudo hanya diambil satu *Trace* saja yang tepat pada objek. Pada perangkat lunak Seisee penunjukkan objek ditunjukkan oleh warna biru dan bayangannya ditunjukkan oleh warna merah.

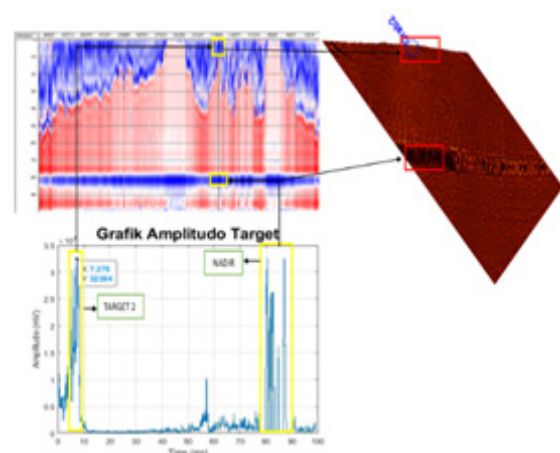
Gambar 14 merupakan grafik amplitudo dari *Trace* 17450 yang merupakan area dengan jenis dasar laut karang berdasarkan hasil pengambilan sampel menggunakan grab. *Ping* yang digunakan pada citra tersebut



Gambar 14. Grafik amplitudo *Trace* 19114 untuk Target 1.

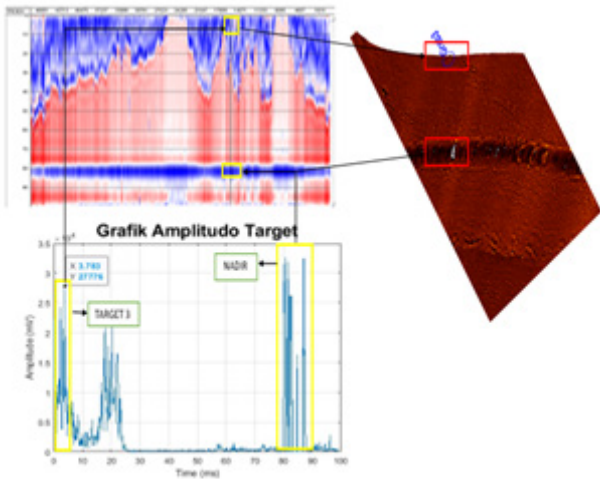
Figure 14. *Trace* 19114 amplitude graph for Target 1.

adalah *Trace* 17450 yang ditunjukkan dengan garis horizontal hitam. Sumbu x menunjukkan data waktu (ms), sumbu y menunjukkan nilai amplitudo (mV), dan garis biru menunjukkan hasil hubungan keduanya. Terlihat pada grafik amplitudo relatif stagnan dengan ada kenaikan nilai amplitudo di waktu 5-11 ms. Amplitudo tertinggi pada target bernilai 32384 mV. Nilai amplitudo karang digambarkan pada kotak berwarna kuning dengan keterangan target 1 sedangkan kotak berwarna kuning dengan keterangan nadir merupakan nadir



Gambar 15. Grafik amplitudo *Trace* 17450 Target 2.

Figure 15. Graph of *Trace* 17450 Target 2 amplitude.



Gambar 16. Grafik amplitudo Trace 16204 Target 3.

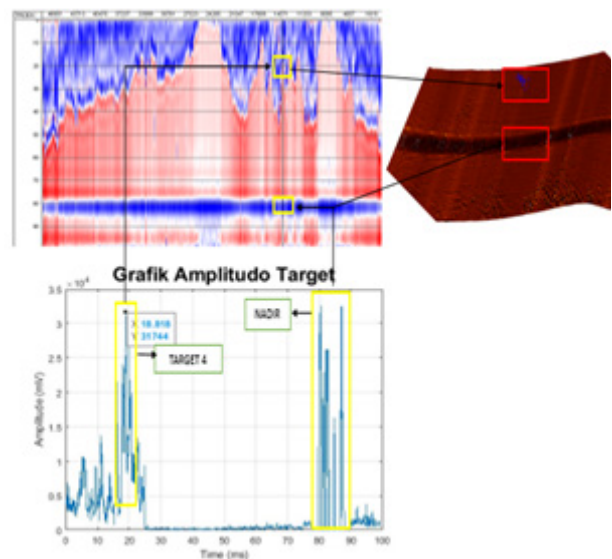
Figure 16. Graph of Trace 16204 Target 3 amplitude.

citra dasar laut.

Amplitudo tertinggi pada target bernilai 25216 mV. Nilai amplitudo pasir kerikilan digambarkan pada kotak berwarna kuning dengan keterangan Target 1 sedangkan kotak berwarna kuning dengan keterangan nadir merupakan nadir citra dasar laut.

Gambar 15 merupakan grafik amplitudo dari Trace 17450 yang merupakan area dengan jenis dasar laut karang berdasarkan hasil pengambilan sampel menggunakan grab. Ping yang digunakan pada citra tersebut adalah Trace 17450 yang ditunjukkan dengan garis horisontal hitam. Sumbu x menunjukkan data waktu (ms), sumbu y menunjukkan nilai amplitudo (mV), dan garis biru menunjukkan hasil hubungan keduanya. Terlihat pada grafik amplitudo relatif stagnan dengan ada kenaikan nilai amplitudo di waktu 5-11 ms. Amplitudo tertinggi pada target bernilai 32384 mV. Nilai amplitudo karang digambarkan pada kotak berwarna kuning dengan keterangan target 1 sedangkan kotak berwarna kuning dengan keterangan nadir merupakan nadir citra dasar laut.

Gambar 16 merupakan grafik amplitudo dari Trace 16204 yang merupakan area

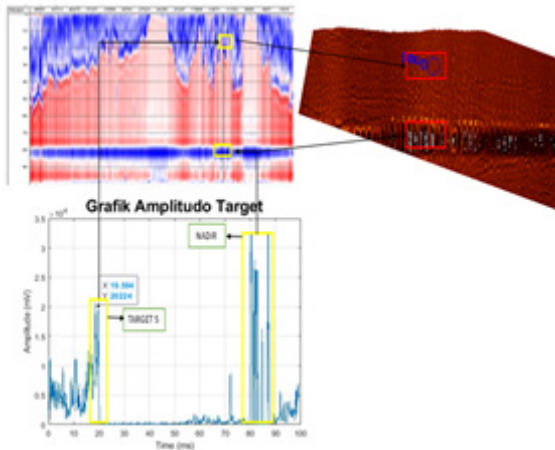


Gambar 17. Grafik amplitudo Trace 14466 Target 4.

Figure 17. Graph of Trace 14466 Target 4 amplitude.

dengan jenis dasar laut kerikil pasiran berdasarkan hasil pengambilan sampel menggunakan grab. Ping yang digunakan pada citra tersebut adalah Trace 16204 yang ditunjukkan dengan garis horisontal hitam. Sumbu x menunjukkan data waktu (ms), sumbu y menunjukkan nilai amplitudo (mV), dan garis biru menunjukkan hasil hubungan keduanya. Terlihat pada grafik amplitudo relatif stagnan dengan ada kenaikan nilai amplitudo di waktu 3-8 ms. Amplitudo tertinggi pada target bernilai 27776 mV. Nilai amplitudo karang digambarkan pada kotak berwarna kuning dengan keterangan target 1 sedangkan kotak berwarna kuning dengan keterangan nadir merupakan nadir citra dasar laut.

Gambar 17 merupakan grafik amplitudo dari Trace 14466 yang merupakan area dengan jenis dasar laut pasir kerikilan berdasarkan hasil pengambilan sampel menggunakan grab. Ping yang digunakan pada citra tersebut adalah Trace 14466 yang ditunjukkan dengan garis horisontal hitam. Sumbu x menunjukkan data waktu (ms), sumbu y menunjukkan nilai amplitudo (mV),



Gambar 18. Grafik amplitudo Trace 12958 Target 5.

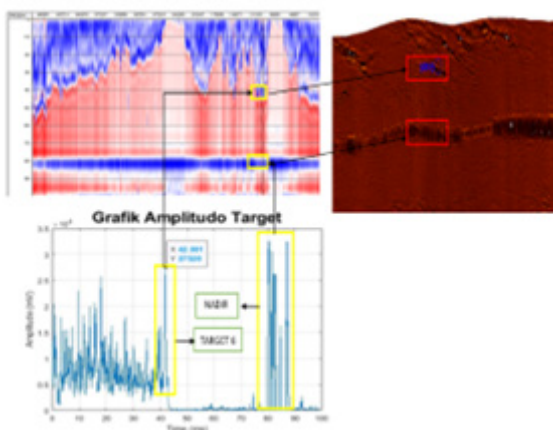
Figure 18. Graph of Trace 12958 Target 5 amplitude.

dan garis biru menunjukkan hasil hubungan keduanya. Terlihat pada grafik amplitudo relatif stagnan dengan ada kenaikan nilai amplitudo di waktu 18-22 ms. Amplitudo tertinggi pada target bernilai 31744 mV. Nilai amplitudo kerikil pasir digambarkan pada kotak berwarna kuning dengan keterangan target 1 sedangkan kotak berwarna kuning dengan keterangan nadir merupakan nadir citra dasar laut.

Gambar 18 merupakan grafik amplitudo dari Trace 12958 yang merupakan area

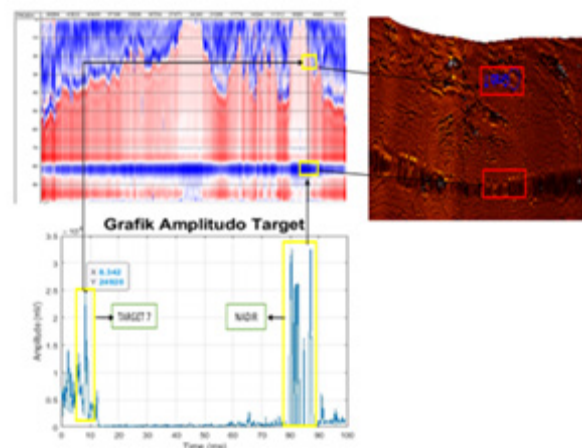
dengan jenis dasar laut pasir berdasarkan hasil pengambilan sampel menggunakan grab. Ping yang digunakan pada citra tersebut adalah Trace 12958 yang ditunjukkan dengan garis horizontal hitam. Sumbu x menunjukkan data waktu (ms), sumbu y menunjukkan nilai amplitudo (mV), dan garis biru menunjukkan hasil hubungan keduanya. Terlihat pada grafik amplitudo relatif stagnan dengan ada kenaikan nilai amplitudo di waktu 18-21 ms. Amplitudo tertinggi pada target bernilai 20224 mV. Nilai amplitudo pasir kerikilan digambarkan pada kotak berwarna kuning dengan keterangan target 1 sedangkan kotak berwarna kuning dengan keterangan nadir merupakan nadir citra dasar laut.

Gambar 19 merupakan grafik amplitudo dari Trace 10278 yang merupakan area dengan jenis dasar laut pasir berdasarkan hasil pengambilan sampel menggunakan grab. Ping yang digunakan pada citra tersebut adalah Trace 10278 yang ditunjukkan dengan garis horizontal hitam. Sumbu x menunjukkan data waktu (ms), sumbu y menunjukkan nilai amplitudo (mV), dan garis biru menunjukkan hasil hubungan keduanya. Terlihat pada grafik amplitudo relatif stagnan dengan ada kenaikan nilai amplitudo di waktu 38-45 ms. Amplitudo tertinggi pada target bernilai 27520 mV. Nilai amplitudo pasir digambarkan pada



Gambar 19. Grafik amplitudo Trace 10278 Target 6

Figure 19. Graph of Trace 10278 Target 6 amplitude.

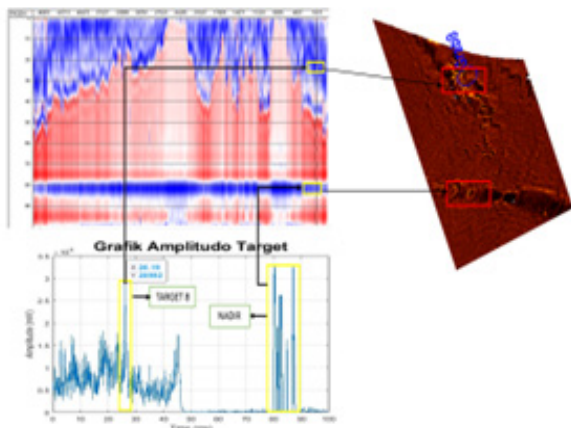


Gambar 20 Grafik amplitudo Trace 6504 Target 7
Figure 20. Graph of Trace 6504 Target 7 amplitude

kotak berwarna kuning dengan keterangan target 1 sedangkan kotak berwarna kuning dengan keterangan nadir merupakan nadir citra dasar laut.

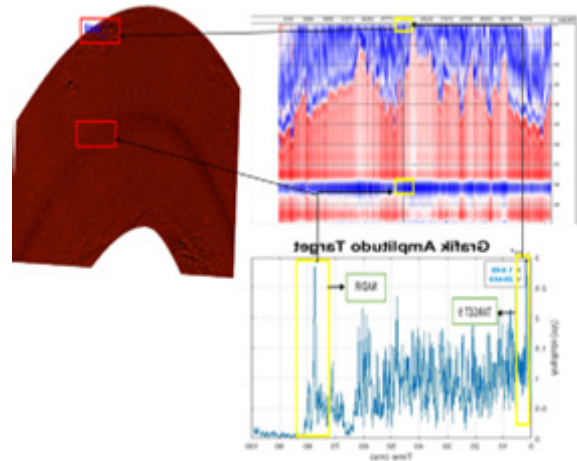
Gambar 20 merupakan grafik amplitudo dari Trace 6504 yang merupakan area dengan jenis dasar laut karang berdasarkan hasil pengambilan sampel menggunakan grab. Ping yang digunakan pada citra tersebut adalah Trace 6504 yang ditunjukkan dengan garis horisontal hitam. Sumbu x menunjukkan data waktu (ms), sumbu y menunjukkan nilai amplitudo (mV), dan garis biru menunjukkan hasil hubungan keduanya. Terlihat pada grafik amplitudo relatif stagnan dengan ada kenaikan nilai amplitudo di waktu 5-12 ms. Amplitudo tertinggi pada target bernilai 24920 mV. Nilai amplitudo pasir digambarkan pada kotak berwarna kuning dengan keterangan target 1 sedangkan kotak berwarna kuning dengan keterangan nadir merupakan nadir citra dasar laut.

Gambar 21 merupakan grafik amplitudo dari Trace 1850 yang merupakan area dengan jenis dasar laut karang berdasarkan hasil pengambilan sampel menggunakan grab. Ping yang digunakan pada citra tersebut adalah Trace 1850 yang ditunjukkan dengan garis horisontal hitam. Sumbu x menunjukkan data waktu (ms), sumbu y menunjukkan nilai



Gambar 21. Grafik amplitudo Trace 1850 Target 8.

Figure 21. Graph of Trace 1850 Target 8 amplitude.

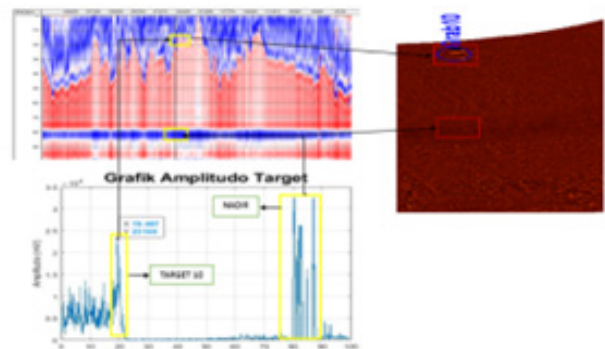


Gambar 22. Grafik amplitudo Trace 20445 untuk Target 9.

Figure 22. Graph of Trace 20445 Target 9 amplitude.

amplitudo (mV), dan garis biru menunjukkan hasil hubungan keduanya. Terlihat pada grafik amplitudo relatif stagnan dengan ada kenaikan nilai amplitudo di waktu 25-29 ms. Amplitudo tertinggi pada target bernilai 28992 mV. Nilai amplitudo karang digambarkan pada kotak berwarna kuning dengan keterangan target 1 sedangkan kotak berwarna kuning dengan keterangan nadir merupakan nadir citra dasar laut.

Gambar 22 merupakan grafik amplitudo dari Trace 20445 yang merupakan area dengan jenis dasar laut pasir kerikilan berdasarkan hasil pengambilan sampel menggunakan grab. Ping yang digunakan



Gambar 23. Grafik amplitudo Trace 25360 Target 10.

Figure 23. Graph of Trace 25360 Target 10 amplitude.

pada citra tersebut adalah *Trace* 20445 yang ditunjukkan dengan garis horizontal hitam. Sumbu x menunjukkan data waktu (ms), sumbu y menunjukkan nilai amplitudo (mV), dan garis biru menunjukkan hasil hubungan keduanya. Terlihat pada grafik amplitudo relatif stagnan dengan ada kenaikan nilai amplitudo di waktu 1-7 ms. Amplitudo tertinggi pada target bernilai 29440 mV. Nilai amplitudo pasir kerikilan digambarkan pada kotak berwarna kuning dengan keterangan target 1 sedangkan kotak berwarna kuning dengan keterangan nadir merupakan nadir citra dasar laut.

Gambar 23 merupakan grafik amplitudo dari *Trace* 25360 yang merupakan area dengan jenis dasar laut pasir kerikilan berdasarkan hasil pengambilan sampel menggunakan grab. *Ping* yang digunakan pada citra tersebut adalah *Trace* 25360 yang ditunjukkan dengan garis horizontal hitam. Sumbu x menunjukkan data waktu (ms), sumbu y menunjukkan nilai amplitudo (mV), dan garis biru menunjukkan hasil hubungan keduanya. Terlihat pada grafik amplitudo relatif stagnan dengan ada kenaikan nilai amplitudo di waktu 18-22 ms. Amplitudo tertinggi pada target bernilai 23168 mV. Nilai amplitudo pasir kerikilan digambarkan pada kotak berwarna kuning dengan keterangan target 1 sedangkan kotak berwarna kuning dengan keterangan nadir merupakan nadir citra dasar laut. Menurut penelitian Manik *et al.* (2016); Manik & Ramadhani 2017); dan (Rohana *et al.* (2020) mengukur nilai amplitudo hambur balik dari substrat pasir sebesar 17.792 – 32.640 mV, Sedangkan Salsabila *et al.* (2022), mengukur nilai hambur balik dari kapal karam sebesar 31.616 – 31.872 mV. Beberapa nilai amplitudo hambur balik berbeda dengan hasil penelitian ini karena instrumen dan frekuensi yang digunakan juga berbeda.

Nilai Hambur balik Target Dasar Laut Terdeteksinya 10 target pada penelitian ini, yaitu tiga karang dua pasir satu kerikil pasiran dan empat pasir kerikilan. Nilai hambur

Target 1 $BS = 20 \log_{10} \frac{(27828 \text{ mV})}{(32812 \text{ mV})} \text{ dB}$ $BS = 20 \log_{10}(0,84645) \text{ dB}$ $BS = -1,45 \text{ dB}$	Target 6 $BS = 20 \log_{10} \frac{(27828 \text{ mV})}{(32812 \text{ mV})} \text{ dB}$ $BS = 20 \log_{10}(0,84645) \text{ dB}$ $BS = -1,44 \text{ dB}$
Target 2 $BS = 20 \log_{10} \frac{(32384 \text{ mV})}{(32812 \text{ mV})} \text{ dB}$ $BS = 20 \log_{10}(0,99606) \text{ dB}$ $BS = -0,03 \text{ dB}$	Target 7 $BS = 20 \log_{10} \frac{(24920 \text{ mV})}{(32812 \text{ mV})} \text{ dB}$ $BS = 20 \log_{10}(0,76648) \text{ dB}$ $BS = -2,30 \text{ dB}$
Target 3 $BS = 20 \log_{10} \frac{(27776 \text{ mV})}{(32812 \text{ mV})} \text{ dB}$ $BS = 20 \log_{10}(0,85433) \text{ dB}$ $BS = -1,36 \text{ dB}$	Target 8 $BS = 20 \log_{10} \frac{(28992 \text{ mV})}{(32812 \text{ mV})} \text{ dB}$ $BS = 20 \log_{10}(0,89173) \text{ dB}$ $BS = -0,99 \text{ dB}$
Target 4 $BS = 20 \log_{10} \frac{(31744 \text{ mV})}{(32812 \text{ mV})} \text{ dB}$ $BS = 20 \log_{10}(0,97637) \text{ dB}$ $BS = -0,20 \text{ dB}$	Target 9 $BS = 20 \log_{10} \frac{(29440 \text{ mV})}{(32812 \text{ mV})} \text{ dB}$ $BS = 20 \log_{10}(0,90551) \text{ dB}$ $BS = -0,86 \text{ dB}$
Target 5 $BS = 20 \log_{10} \frac{(20224 \text{ mV})}{(32812 \text{ mV})} \text{ dB}$ $BS = 20 \log_{10}(0,62204) \text{ dB}$ $BS = -4,12 \text{ dB}$	Target 10 $BS = 20 \log_{10} \frac{(23168 \text{ mV})}{(32812 \text{ mV})} \text{ dB}$ $BS = 20 \log_{10}(0,71259) \text{ dB}$ $BS = -2,94 \text{ dB}$

Keterangan:

Pasir Kerikilan	Kerikil Pasiran
Karang	Pasir

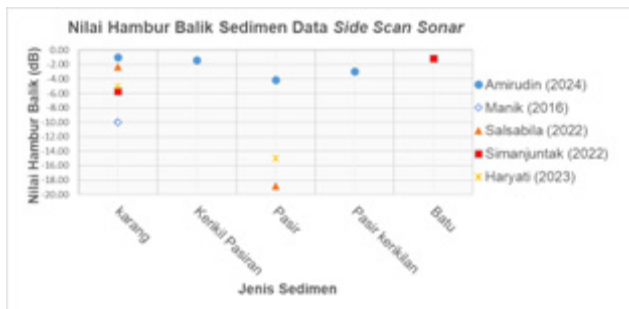
Gambar 24. Tabel Perhitungan nilai hambur balik.

Figure 24. Calculation table for backscatter values.

balik dari sepuluh target tersebut disajikan pada Tabel 6. Perhitungan nilai hambur balik dilakukan dengan menggunakan rumus yang disajikan pada Tabel 6, dimana V_0 adalah nilai amplitudo yang terukur dari target dan V_1 adalah nilai amplitudo maksimal yang terukur dari dari objek dengan satuan mV. Hasil perhitungan didapatkan nilai hambur balik disajikan pada Gambar 24.

Tabel 4. Nilai Backscattering (dB)
Table 4. Backscattering Value (dB)

No	Target	Sedimen	Nilai Amplitudo (mV)	Nilai Backscattering (dB)
1	1	Pasir kerikilan	25216	-2,21
2	2	Karang	32384	-0,3
3	3	Kerikil Pasiran	27776	-1,37
4	4	Karang	31744	-0,21
5	5	Pasir	20224	-4,12
6	6	Kerikil Pasiran	27520	-1,45
7	7	Pasir	24920	-2,31
8	8	Karang	28992	-1,00
9	9	Kerikil Pasiran	29440	-0,86
10	10	Pasir Kerikilan	23168	-2,94



Gambar 25. Grafik Perbandingan Nilai Hambur Balik dengan penelitian sejenis.

Figure 25. Comparison graph of backscatter values with similar research.

Penelitian ini mengacu pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Manik *et al.* (2016) dengan hasil nilai hambur balik kerangka bermaterial karang -10 dB, penelitian yang dilakukan oleh Salsabila *et al.* (2022) dengan hasil nilai hambur balik bermaterial karang -2,33 dB dan pasir -18,79 dB, penelitian yang dilakukan oleh Simanjuntak *et al.* (2023) dengan hasil nilai hambur balik bermaterial karang -5,71 dB dan batu -1,13 dB, penelitian yang dilakukan oleh Haryati *et al.* (2023) dengan hasil nilai hambur balik bermaterial karang -5,04 dB dan pasir -15 dB. Gambar 1 merupakan peta posisi pengambilan data jenis sedimen dasar laut (beadlod) pada area penelitian. Dari hasil sample *beadlod* titik 1 dan 10 merupakan pasir kerikilan pada peta ditunjukkan dengan tanda titik warna merah, titik 2, 4 dan 8 merupakan karang pada peta ditunjukkan dengan tanda titik warna ungu, titik 3, 6 dan 9 merupakan kerikil pasiran pada peta ditunjukkan dengan tanda titik warna hijau, serta titik 5 dan 7 merupakan pasir pada peta ditunjukkan dengan tanda titik warna kuning. Perbandingan nilai hambur balik dengan penelitian terdahulu disajikan pada Gambar 25.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data *side scan sonar* pada penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa peralatan *side scan sonar* CMAX CM2 akurat untuk menentukan

jenis sedimen dasar laut, sesuai dengan penelitian terdahulu yang menunjukkan nilai amplitudo serupa. Hasil pendugaan dari 10 target menunjukkan nilai amplitudo dan hambur balik sebagai berikut. Target 1 nilai amplitudo 25,216 mV, hambur balik -2,21 dB. Target 2 nilai amplitudo 32,384 mV, hambur balik -0,03 dB. Target 3 nilai amplitudo 27,776 mV, hambur balik -1,37 dB. Target 4 nilai amplitudo 31,744 mV, hambur balik -0,21 dB. Target 5 nilai amplitudo 20,224 mV, hambur balik -4,12 dB. Target 6 nilai amplitudo 27,520 mV, hambur balik -1,45 dB. Target 7 nilai amplitudo 24,920 mV, hambur balik -2,31 dB. Target 8 nilai amplitudo 28.992 mV, hambur balik -1,00 dB. Target 9 nilai amplitudo 29,440 mV, hambur balik -0,86 dB. Target 10 nilai amplitudo 23,168 mV, hambur balik -2,94 dB. Hasil pengambilan sampel *bedload* target 1 pasir kerikilan, target 2 karang, target 3 kerikil pasiran, target 4 pasir kerikilan, target 5 pasir, target 6 pasir, target 7 karang, target 8 karang, target 9 pasir kerikilan dan target 10 pasir kerikilan.

Saran

Penelitian pada masa mendatang diharapkan melaksanakan pengambilan sampel *bedload* dilakukan saat laut tenang dan kapal stabil untuk mengurangi gangguan dan meningkatkan kualitas sampel. Untuk hasil citra yang lebih baik, skill interpreter harus selalu dilatih. Selain metode dan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini, disarankan mencoba metode dan perangkat lunak lain yang mungkin memberikan hasil lebih baik atau efisien dalam interpretasi nilai hambur balik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak STTAL yang mengizinkan penggunaan data dan kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Artikel ini juga merupakan bagian dari tugas akhir Mohammad Amirudin yang disupervisi oleh para penulis lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisah S. (2019). *Nilai Backscattering Strength Berdasarkan Tipe Sedimen Menggunakan Sub Bottom Profiler di Alur Pelayaran Cilacap*. Skripsi. Universitas Jendral Soedirman. https://repository.unsoed.ac.id/16145/1/cover-siti_aisah-h1k013018-skripsi_fpik-2019.pdf.
- Bartholomä, A. (2006). Acoustic bottom detection and seabed classification in the German Bight, southern North Sea. *Geo-Marine Lett.* 26, 177–184. doi:10.1007/s00367-006-0030-6.
- Charnila, D., & Manik, H. M. (2017). Pemetaan Dan Klasifikasi Sedimen Dengan Instrumen Side Scan Sonar Di Perairan Balongan, Indramayu-Jawa Barat. *J Teknol Perikan dan Kelautan*, 1(2), 105–112. doi:10.24319/jtpk.1.105-112.
- Haryati, T. P, Manik, H. M, Mulyadi DS. (2023). *Pemrosesan dan Analisis Acoustic Backscatter Sedimen Dasar Laut di Perairan Teluk Yos Sudarso, Jayapura Menggunakan Instrumen Side Scan Sonar*. IPB University, Bogor. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/125752>.
- IHO, I. H. O. (2005). Manual on Hydrography. In C. M. Zafaryab, C. L. Lamberti, L. A. Di Lieto, L. C. P. Lawrence, L. C. F. Artilheiro, L. C. P. Johnson, C. J. Mills, M. S. Gill, M. F. Mayer, M. H. Salgado, L. C. B. Wilson, & L. C. D. Wyatt (Eds.), *Manual on Hydrography (Publication C-13) (1st Edition, Vol. 1, Issue May)*. International Hydrographic Bureau. https://iho.int/uploads/user/pubs/cb/c13/english/C13_Chapter_1_and_contents.pdf
- IHO. (2020). International Hydrographic Organization Standards for Hydrographic Surveys (International Hydrography Organization (ed.); Edition 6.). International Hydrography Organization. https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-44/S-44_Edition_6.1.0.pdf
- Indramawan, B. S., Adi, A. P., Djunarsjah, E., & Pandoe, W. W. (2022). Analisis Nilai Hambur Balik Pada Kapal Karam (Wreck) Menggunakan Data Multibeam Echosounder di Perairan Belawan: Analysis of Backscatter Values on Wreck Using Multibeam Echosounder Data in Belawan Waters. *Jurnal Chart Datum*, 4(1), 51–67. <https://doi.org/10.37875/chartdatum.v4i1.127>
- Manik, H. M., Junaedi, L., & Harsono, G. (2016). Pemrosesan Citra Side Scan Sonar untuk Pemetaan Dasar Laut Pelabuhan Benoa. *J Nas Tek Elektro dan Teknol Inf*, 5(2). doi:10.22146/jnteti.v5i2.231.
- Manik, H. M, & Ramadhani, R. (2017). *Deteksi dan Pengukuran Sinyal Hambur Balik dari Kapal Karam Menggunakan Instrumen Side Scan Sonar di Perairan Cirebon*. IPB University, Bogor. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/83355?show=full>.
- Nasution, S. S. (2012). *Deteksi dan Interpretasi Sinyal Akustik Side Scan Sonar (Studi Kasus Laut Maluku Utara)*. Universitas Telkom. <https://repositori.telkomuniversity.ac.id/pustaka/92379/deteksi-dan-interpretasi-sinyal-akustik-side-scan-sonar-studi-kasus-laut-maluku-utara.html?btwaf=89860368>.
- Pujiyati ,S., Natih, N. M., Hamuna, B., & Dimara, L. (2019). The Value of Acoustic Backscattering in Determining the Integration Thickness of the Seabed in Yos Sudarso Bay Papua. *J Appl Geospatial Inf*, 3(2), 240–243.

doi:10.30871/jagi.v3i2.1605.

Rohana, U., Alam, T., & Brodjonegoro, I., P N. (2020). Analisis Spasial Sebaran Sedimen Permukaan Dasar Laut Dari Data Citra Sidescan Sonar (Studi Kasus Perairan Pulau Setokok Selatan Batam). *Jurnal Chart Datum*. 1(1), 21–28. doi:<https://doi.org/10.37875/chartdatum.v1i1.8>.

Salsabila, A. S., Manik, H. M., & Mulyadi, D. S. (2022). *Kuantifikasi Data Side Scan Sonar untuk Klasifikasi Tipe Dasar Laut Perairan Teluk Yos Sudarso, Jayapura*. IPB University, Bogor. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/112355>.

Simanjuntak, B. F., Pujiyati, S., Solikin, S., & Lubis, M. Z. (2023). Identifikasi dan Analisis Nilai Hambur Balik Objek Dasar Di Perairan Punggur Batam. *Bul Oseanografi Mar*, 12(3), 447–455. doi:10.14710/buloma.v12i3.52393.

Syamsuddin, D., Mulyadi, D. S., & Adi, A P. (2016). interpretasi objek dasar laut berdasarkan nilai hambur balik menggunakan instrumen side scan sonar (studi kasus pipa pertamina di balongan). *Jurnal Chart Datum*, 6(1), 53–67. doi:<https://doi.org/10.37875/chartdatum.v6i1.173>.

