IDENTIFIKASI FITUR DASAR LAUT MENGGUNAKAN *SIDE SCAN SONAR* SEBAGAI PENDUKUNG INVENTARISASI FITUR DASAR LAUT
(Studi Kasus : Peraian Pulau Nipa)

Muhammad Tosi Rosai[1] 23116004
Dr. Ir. Irdam Adil, M.T.[2], Agung Pandi Nugroho, S.T., M.T.,[3]
Institut Teknologi Sumatera
e-mail : muhammad.23116004@student.itera.ac.id

Abstrak: Proses pencitraan dasar laut dapat dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya pencitraan dengan menggunakan instrumen *side scan sonar*. Dalam hal ini untuk menjaga ekosistem laut terutama untuk pembangunan keberlanjutan diperlukannya inventarisasi akan fitur dasar laut sebagai upaya perlindungan lingkungan laut akan pembangunan instalasi laut. Inventarisasi fitur dasar laut pada penelitian ini tertuang dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2014 pasal 50 ayat 1 bahwa "Pemerintah melakukan upaya pelindungan lingkungan laut" salah satunya ialah melalui konservasi laut. Analisa pada citra *side scan sonar* dengan melihat hambur balik sinyal dari tekstur dasar laut dengan melihat hasil dari citra berdasarkan rona warna citra yang merepresentasikan hambur balik dari target. Pemrosesan data *side scan sonar* dilakukan melalui koreksi geometrik untuk menetapkan posisi yang sebenarnya pada pixel citra, yang terdiri atas *bottom tracking, slant range correction,* dan koreksi radiometrik. Lokasi penelitian berada di perairan Pulau Nipa Kepulauan Riau, berjumlah 7 *track lines*. Hasil yang didapatkan melalui pemrosesan adalah mosaik dengan georeferensi gambar raster *GeoTIFF* dengan sistem koordinat UTM dengan proyeksi WGS 1984. Hasil dari inventarisasi ditemukannya total 21 fitur dasar laut natural disekitar Pulau Nipa dengan fitur yang ditemukan ialah batuan dasar, karang, *pockmark cluster* dan riak sedimen.

Kata Kunci : *side scan sonar*, inventarisasi fitur dasar laut, geometrik, radiometrik, Pulau Nipa.

Abstract: *The process of imaging the seabed can be done in various ways, including imaging using a side scan sonar instrument. In this case to maintain the marine ecosystem, especially for sustainable development, an inventory of seabed features as an effort to protect the marine environment is needed for the construction of marine installations. Inventory of seabed features in this study is contained in Law of the Republic of Indonesia Number 32 of 2014 article 50 paragraph 1 that "the Government is making efforts to protect the marine environment" one of which is through marine conservation. Analysis on the side scan sonar image by looking at the backscattering of signals from the seabed texture by looking at the results of the image based on the color hue of the image that represents the backscattering of the target. Side scan sonar data processing is done through geometric correction to determine the actual position of the pixel image, which consists of bottom tracking, slant range correction, and radiometric correction. The research location is in the waters of Nipa Island, Riau Islands, totaling 7 track lines. The results obtained through processing are mosaics with GeoTIFF raster georeferenced images with UTM coordinate system with 1984 WGS projections. The results of the inventory found a total of 21 natural seabed features around Nipa Island with features found were bedrock, corals, pockmark clusters and sediment ripples.*

Keywords: side scan sonar, inventory of seabed features, geometric, radiometric, Nipa Island.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim dengan luas lautan yang lebih besar dibandingkan dengan luas daratannya, tetapi sumber daya alam kelautan belum maksimal dimanfaatkan untuk kesejahteraan masyarakat Indonesia. Untuk dapat mendukung dalam memanfaatkan sumber daya kelautan secara optimum diperlukan peta dasar laut yang didalamnya terdapat informasi situasi dan kondisi lingkungan dasar laut. Situasi dan kondisi lingkungan dasar laut tidaklah mudah diketahui secara pasti tanpa didukung ketersedian peralatan dan teknologi yang memadai. Beberapa faktor yang menyebabkan hal tersebut adalah bahwa semakin dalam perairan hingga ke dasar laut maka semakin tinggi pula tekanan air yang ada, dan manusia sangat memiliki keterbatasan untuk mampu menahan tekanan air yang begitu besar. Selain itu, kondisi dasar perairan memiliki pencahayaan terbatas menyebabkan jarak pandang sangat dekat. Untuk mendukung pekerjaan seperti inspeksi pemipaan migas dasar laut, keselamatan pelayaran, dan sebagainya dikenal beberapa metode diantaranya adalah dilakukannya prosedur penyapuan dasar laut (pencitraan dasar laut). Proses pencitraan dasar laut dapat dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya pencitraan dengan menggunakan instrumen *side scan sonar* [1].

Inventarisasi fitur dasar laut pada penelitian ini tertuang dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2014 pasal 50 ayat 1 bahwa “Pemerintah melakukan upaya pelindungan lingkungan laut” salah satunya ialah melalui konservasi laut. Konservasi laut dimaksudkan pada kegiatan untuk melindungi, melestarikan, dan memanfaatkan sumber daya Laut, termasuk ekosistem, jenis, dan genetik untuk menjamin keberadaan, ketersediaan dan kesinambungannya dengan tetap memelihara dan meningkatkan kualitas nilai keanekaragaman sumber daya laut. Upaya konservasi laut termasuk pelindungan dan pelestarian biota laut yang memiliki daya jelajah dan ruaya jauh seperti reptil (berbagai jenis penyu laut) dan mamalia laut (paus dan dugong) serta dalam rangka pelindungan situs budaya dan fitur geomorfologi laut. Oleh karena itu perlu dilakukannya inventarisasi fitur dasar laut untuk menjaga kelangsungan hidup ekosistem dan melindungi lingkungan laut.

Pada penelitian ini, akan dilakukan identifikasi fitur dasar laut dengan menggunakan *side scan sonar* untuk keperluan pendukung inventarisasi fitur dasar laut. Dengan ini akan didapatkan penggambaran kondisi dasar laut di area yang telah ditentukan yang nantinya akan di tampilkan menjadi suatu bentuk citra yang akan diinterpretasi untuk mengidentifikasi obyek-obyek maupun bentukan yang ada di dasar laut sehingga nantinya akan diinventarisasi sebagai data pendukung fitur dasar laut. Data yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini diperoleh dari hasil survei Pushidros TNI AL yang dilaksanakan di daerah Pulau terluar dari Indonesia yang berbatasan langsung dengan negara Singapura yaitu Pulau Nipa yang terletak di Kota Batam Provinsi Kepulauan Riau.

Secara urut tujuan dalan penilitian ini ditulis sebagai berikut :

a. Dapat memvisualisasikan dan menginterpretasi dari hasil citra side scan sonar dalam pendeteksian objek fitur dasar laut natural yang berupa pasir, lumpur, batuan, kerikil dan batuan karang.
b. Dapat mengestimasikan dimensi dan posisi dari objek fitur dasar laut natural dengan melihat hambur balik sinyal berdasarkan tekstur dasar laut gelap maupun terang suatu citra yang akan memberikan informasi kenampakan tekstur dari fitur dasar laut.

TEORI DASAR

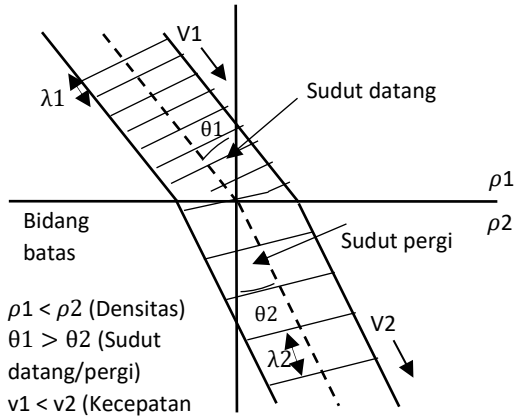
Konsep Gelombang dan Perambatan Gelombang Suara Dalam Air

Gelombang Rayleigh (*Groundroll*) merupakan gelombang yang merambat di permukaan dengan pergerakan partikel yang menyerupai elips dan bergerak mundur. Kecepatan gelombang rayleigh dalam medium homogen lebih kecil bila dibanding dengan kecepatan gelombang geser. Jika terdapat variasi sifat elastik terhadap kedalaman, gelombang rayleigh akan terdispersi, dimana panjang gelombang yang berbeda akan merambat dengan kecepatan berbeda [2].

Berikut merupakan faktor – faktor yang mempengaruhi propagasi gelombang suara dalam air :

a. Refraksi

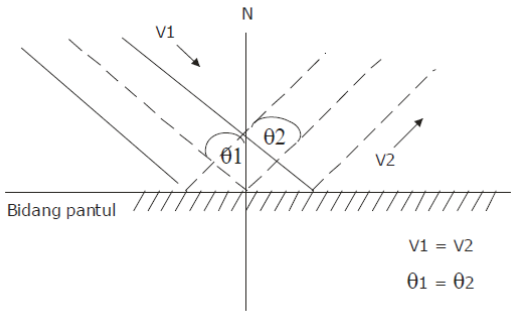
Refraksi adalah suatu fenomena dimana gelombang yang merambat melalui 2 medium yang berbeda akan mengalami pembelokan/ pembiasan.



Gambar 1 Pembiasan Gelombang

b. Refleksi

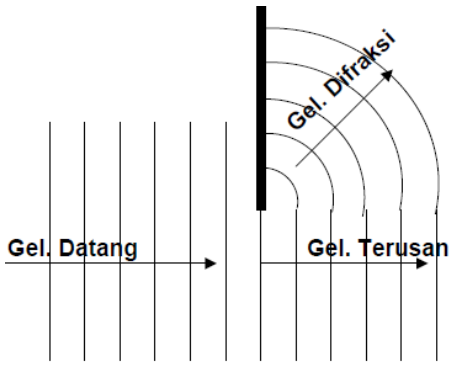
Refleksi merupakan fenomena pembelokan gelombang yang diakibatkan oleh suatu bidang pantul pada dasar laut. Arah pantulan gelombang tergantung dari permukaan bidang pantul, jika bidang pantul relatif datar maka arah gelombang pantul akan mengalami pantulan yang relatif seragam.



Gambar 2 Pantulan Gelombang

c. Difraksi

Difraksi merupakan peristiwa penyebaran atau pembelokan gelombang pada saat gelombang tersebut melintas melalui bukaan atau mengelilingi ujung penghalang.



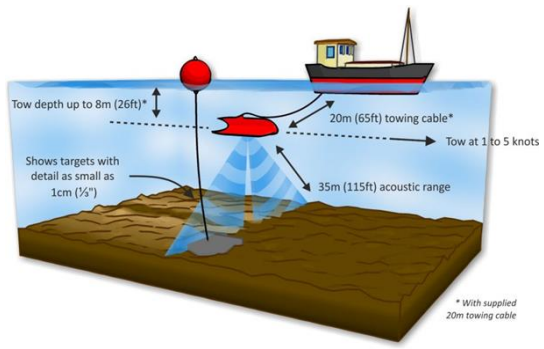
Gambar 3 Pembelokan Gelombang

Side Scan Sonar

Side Scan Sonar (SSS) merupakan salah satu sistem peralatan survei kelautan yang menggunakan teknologi gelombang akustik. SSS menggunakan prinsip *backscatter* akustik dalam mengindikasikan atau membedakan kenampakan bentuk dasar laut atau objek di dasar laut. Reflektor kuat akan menghasilkan pantulan *backscatter* yang kuat sedangkan reflektor lemah

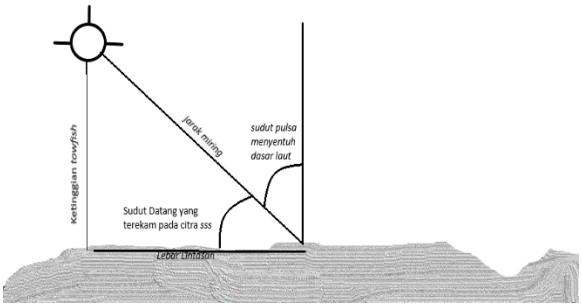
menghasilkan *backscatter* yang lemah. Material seperti besi, bongkahan, kerikil atau batuan vulkanik sangat efisien dalam merefleksikan pulsa akustik (*backscatter* kuat). Sedimen halus seperti tanah liat, lumpur tidak merefleksikan pulsa suara dengan baik (*backscatter* lemah). Dengan karakteristik seperti itu, SSS dapat digunakan untuk meneliti komposisi dasar laut dengan mengamati pengembalian kekuatan akustik dari objek – objek di dasar laut tersebut [3].

Side scan sonar merupakan sistem *dual frequency* yang memungkinkan dapat bekerja secara simultan dengan resolusi yang berbeda dan biasanya digunakan pada perairan yang relatif dangkal [4]. *Side scan sonar* memancarkan pulsa suara dikisaran 100-780 kHz pada setiap frekuensinya, suatu frekuensi pada alat akan berbeda-beda menyesuaikan spesifikasi yang ada pada alat. Frekuensi yang digunakan bervariasi yang diatur sebelum dilakukannya pengukuran sehingga memungkinkan untuk membatasi panjang array dibawah satu meter dengan jangkauan mencapai kisaran ratusan meter menyesuaikan dengan alat yang digunakan.



Gambar 1 Ilustrasi pemasangan *side scan sonar* [5].

Kunci untuk dapat memahami dan menginterpretasi data SSS adalah memahami geometri dari SSS itu sendiri, SSS terdiri dari transduser yang ditarik oleh kapal pada kedalaman tertentu dibawah permukaan air. Ketika transduser mulai memancarkan gelombang akustik, akan ada jeda waktu selama gelombang akustik merambat melalui kolom air dan tidak memantulkan gelombang akustik, jeda waktu ini akan muncul pada rekaman SSS sebagai *blind zone* kecuali sesuatu misalnya gerombolan ikan berada di kolom air ini. Tergantung dari keberadaan posisi *towfish* di dalam kolom air, pantulan pertama yang akan direkam bisa berasal dari permukaan air atau dari permukaan dasar laut. Sonar mempunyai lebar *beam* yang cukup sempit pada bidang horisontal, akan tetapi mempunyai *beam* yang cukup lebar pada bidang vertikal yang dapat menjangkau kedua permukaan baik itu permukaan air laut maupun permukaan dasar laut.



Gambar 2 Geometri dari SSS pada suatu objek.

Koreksi Data *Side Scan Sonar*

Koreksi yang dilakukan pada citra *side scan sonar* yang dilakukan dengan perangkat lunak SonarWiz7 terbagi menjadi dua, yaitu koreksi geometrik dan radiometrik terhadap citra dasar laut data side scan sonar. Koreksi geometrik bertujuan untuk menetapkan posisi yang sebenarnya pada pixel citra *side scan sonar*, sedangkan radiometrik berhubungan dengan intensitas hambur balik dan digital number yang ditetapkan pada setiap pixel [6]. Perbedaan yang ada kedua koreksi ini ialah pada koreksi geometrik menyangkut terkait posisi suatu objek seperti contoh slant range yang ada pada koreksi geometrik yang bertujuan menghilangkan *blind zone* atau *first return* pada nadir *towfish* yang akan merepresentasikan posisi sebenarnya dari objek, lalu pada koreksi radiometrik menyangkut kepada hal yang berkaitan dengan perbaikan gambar citra side

scan sonar sebagai contoh pada beam angle yang ada pada koreksi radiometrik yang bertujuan mengimbangi karakter dari fitur dasar laut yang terekam seperti daerah first return akan lebih gelap dari pada yang seharusnya.

Side scan sonar menggunakan prinsip backscatter akustik dalam mengindikasikan atau membedakan kenampakan bentuk dasar laut atau objek di dasar laut [7]. Koreksi geometrik dilakukan dalam beberapa proses yaitu koreksi *bottom tracking dan slant-range.* Proses koreksi radiometrik yaitu *Beam Angle Corretion* (BAC), *Automatic Gain Control* (AGC), *Empirical Gain Normalization* (EGN), *Time Varying Gain* (TVG).

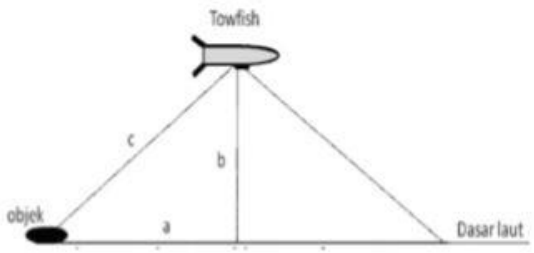
Koreksi bottom tracking dilakukan pada track line dengan melakukan digitasi pada area first return atau hambur balik, koreksi *bottom tracking* merupakan sebuah fungsi untuk penerapan koreksi *slant range* agar pada koreksi *slant range* tepat peruntukkannya. Koreksi *Slant Range* adalah menghitung jarak horizontal suatu objek di dasar laut dengan titik dasar laut di bawah *towfish*. Pada koreksi ini suatu objek diumpamakan terletak di sebelah kiri atau kanan towfish, sehingga untuk mendapatkan jarak horizontal dapat dihitung dengan menggunakan rumus *phytagoras*.

$$a^2 = \sqrt{c^2 + b^2} \quad (1)$$

dimana :*a* = Jarak Horizontal

b = Tinggi *towfish* terhadap dasar laut

c = *Slant Range*



Gambar 3 Skema Koreksi *Slant Range*, jarak yang dihasilkan dari *towfish* (c) ialah jarak miring maka harus diketahui jarak horizontal (a) untuk mendapatkan posisi horizontal dari objek [8].

Intensitas hambur balik dari pola beam yang terbentuk secara keseluruhan dikendalikan oleh pengembalian sudut (*grazing angle*). *Grazing angle* merupakan sudut di mana pulsa akustik mengenai topografi dasar laut. Hal ini menyebabkan area *first return* memiliki intensitas hambur balik jauh lebih kuat dibandingkan dengan area terluar dari lintasan *side scan sonar* atau mendekati *grazing angle*. Semakin kearah luar maka energi akan akan berkurang, sehingga dibutuhkannya penerapan koreksi *beam angle*. Hasil dari pada koreksi *beam angle* menunjukkan pengaruh dari sudut di sepanjang daerah sapuan pada dasar laut akibat jarak yang berbeda mampu dikurangi dengan *beam angle correction*, sehingga tampak intensitas pada daerah tengah sapuan (*center of the swath*) yang sebelumnya memiliki hambur balik yang kuat dapat berkurang. Penerapan *Automatic gain control* (AGC) mampu mengurangi atenuasi dengan jarak dan efek lainnya [9]. penerapan *Empirical Gain Normalization* (EGN) akan berpengaruh terhadap gain yang dinormalisasi pada piksel di citra tersebut. Intensitas yang paling kuat pada citra sebelum dikoreksi berada di area tepat dibawah *towfish*. Penerapan *Time Varying Gain* (TVG) mampu mengurangi atenuasi dengan jarak dan efek lainnya [9]. Koreksi *Time Varying Gain* (TVG) dilakukan pada pemrosesan data *side scan sonar* karena sistem sonar akan menghasilkan area cakupan beam yang memiliki warna lebih gelap maupun lebih terang bergantung pada tipe tekstur dasar laut.

Analisa Citra *Side Scan Sonar*

Untuk menginterpretasi dan menganalisis hasil citra SSS akan lebih mudah apabila memahami dan mengerti prinsip penjalaran

gelombang, spesifikasi peralatan yang digunakan dan *noise* yang akan mengganggu rekaman SSS baik yang berasal dari peralatan yang memakai prinsip gelombang akustik maupun *noise* yang ditimbukan oleh mesin kapal, propeler dan kelistrikan. Terdapat dua tahapan dalam pengolahan citra *Side Scan Sonar*, yaitu *real time processing* dan *post processing*. *Real time processing* bertujuan memberikan koreksi selama pencitraan berlangsung dari gerakan kapal,posisi objek, dan posisi dari *towfish* atau instrumen side scan sonar. sedangkan *post processing* bertujuan meningkatkan pemahaman akan suatu objek melalui interpretasi. Interpretasi pada *post processing* dapat dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Interpretasi secara kualitatif dilakukan untuk mendapatkan sifat fisik material dan bentuk objek, baik dengan mengetahui derajat kehitaman (*hue saturation*), bentuk (*shape*), dan ukuran (*size*) dari objek atau target [1].

Interpretasi kualitatif dalam penentuan suatu fitur dasar laut, dapat dilakukan melalui suatu interpretasi yang berdasarkan pada derajat kehitaman (intensitas gema) citra sonograf. Berdasarkan perbedaan derajat kehitaman citra tersebut, objek - objek yang terekam pada citra dapat dikenali bentuk, ukuran relatif, maupun penyebarannya. Untuk dapat mengenali jenis suatu objek atau bentuk suatu objek sonograf, dibutuhkan pengetahuan khusus dan pengalaman dalam hal tersebut. Tetapi dasarnya interpretasi yang bersifat kualitatif ini dapat dilakukan berdasarkan intensitas bentuk serta pola penyebaran bayangan pada citra yang diperoleh. Tujuan interpretasi secara kuantitatif adalah mendefinisikan hubungan antara posisi kapal, posisi *towfish* dan posisi objek sehingga diperoleh besaran horizontal dan vertikal. Besaran horizontal meliputi nilai posisi objek ketika lintasan *towfish* sejajar dengan lintasan kapal maupun ketika lintasan dengan *towfish* berbentuk sudut. Besaran vertikal meliputi tinggi objek dari dasar laut serta kedalaman objek [1].

Pada peta mosaik/hasil SSS, terlihat area yang memiliki gradasi warna terang maupun gelap. Variasi dari warna gelap dan terang pada citra SSS menunjukkan energi hambur balik yang dihasilkan dari dasar laut. Warna terang akan menunjukkan nilai hambur balik yang tinggi, sedangkan gelap menunjukkan nilai hambur balik yang rendah. Berdasarkan sebaran rona yang dihasilkan dari perbedaan kekuatan pantulan gelombang akustik dari objek di dasar laut yang di dasar laut yang berhubungan dengan jenis material dari sedimen penutup, maka rekaman *side scan sonar* daerah survei dapat dibedakan menjadi tiga bagian yaitu sebagai berikut.

a. Rona gelap ditafsirkan sebagai objek dasar laut yang bersifat homogen, lunak, dan relatif datar. Rona terang tersebut diduga sebagai dasar laut yang memiliki lapisan sedimen berbutir halus (lanau, lumpur, maupun pasir). Hal ini juga disebabkan karena intensitas gelombang akustik terserap lebih banyak dari pada yang dipantulkan kembali ke *towfish* sehingga tergambarkan pada citra menjadi lebih gelap dan berkenampakkan halus dari citra normalnya.
b. Rona sedang ditafsirkan sebagai objek dasar laut yang agak keras. Rona sedang dapat berupa lapisan sedimen berbutir lebih kasar dengan sebaran (pecahan) seperti terumbu karang kecil. Hal ini disebabkan pula karena intensitas gelombang akustik terserap sedikit dari pada yang dipantulkan ke *towfish* sehingga tergambarkan pada citra menjadi agak terang dan sedikit berkenampakkan kasar dari citra normalnya.

c. Rona terang diperkirakan sebagai material dasar laut yang keras baik itu berupa jatuhan benda logam, beton, dan singkapan terumbu karang tua yang dicirikan dengan rona yang sangat gelap dan terlihat kontras dengan lingkungan sekitarnya. Hal ini disebabkan pula karena intensitas gelombang akustik terserap lebih sedikit dari pada yang dipantulkan ke *towfish* hingga mengakibatkan hambur balik yang tinggi, sehingga tergambarkan pada citra menjadi terang dan terkadang berkenampakkan kasar dari citra normalnya.

METODOLOGI

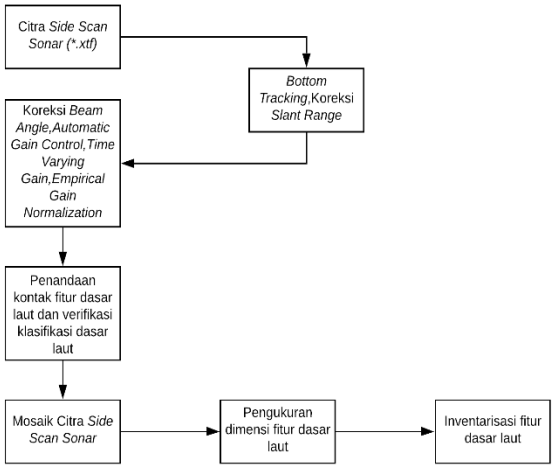
Data dan Peralatan

Penelitian ini menggunakan data *side scan sonar* yang berasal dari survei lapangan untuk alur pelayaran yang telah dilakukan oleh Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI Angkatan Laut (PUSHIDROSAL) pada bulan April tahun 2011. Secara administratif pulau Nipa termasuk ke dalam wilayah Desa Pomping, Kecamatan Belakang Padang, Kota Batam, Provinsi Kepulauan Riau. Data yang digunakan pada penelitian ini ialah data pengukuran *side scan sonar* yang berformat *xtf*. yang diperoleh dari pengukuran alur pelayaran yang dilakukan Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI Angkatan Laut (PUSHIDROSAL) dengan jumlah 7 *track lines* di perairan Pulau Nipa Kepulauan Batam. Data *side scan sonar* yang diperoleh berupa data digital dengan ekstensi *.xtf* yang kemudian diolah menggunakan perangkat lunak, sehingga diperoleh hasil berupa visualisasi target dari dasar perairan dalam bentuk mosaik. Mosaik adalah sebuah georeferensi gambar TIFF (*Tagged Image File Format*) yang didapatkan dari satu atau lebih track lines yang berisi data *side scan sonar*.

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah Instrumen *side scan sonar* C-MAX CM2 *Digital Towfish* , Laptop, Perangkat Lunak *SonarWiz* 7 untuk visualisasi dan estimasi dimensi fitur dasar laut, *Microsoft Excel* untuk melakukan penginventarisasian fitur dasar laut.

Diagram Alir

Secara umum tahapan penelitian ini dilakukan seperti pada **Gambar**



Gambar 4 Diagram Alir Penelitian

Koreksi Geometrik

Pada proses koreksi geometrik bertujuan untuk menentukan posisi yang sebenarnya pada pixel dan juga koreksi pada wilayah *blind zone* (zona gelap) pada *towfish*. Koreksi geometrik dilakukan dalam beberapa proses yaitu koreksi *bottom tracking* dan *slant range*. Tahap koreksi bottom tracking dilakukan pada *track line* dengan melakukan digitasi pada area *first return* atau hambur balik pada dasar laut yang pertama. Koreksi ini berfungsi penandaan wilayah *first return* untuk dilakukan koreksi selanjutnya yaitu koreksi *slant range*. Hasil dari penerapan koreksi *slant range* ini akan menghilangkan *blind zone* atau daerah ini tertutup dari koreksi yang dilakukan agar didapatkannya jarak horizontal dari objek. *Blind Zone* (zona

gelap) merupakan daerah yang berada di bagian tengah dari citra *side scan sonar* dengan intensitas hambur balik yang rendah [10].

Koreksi Radiometrik

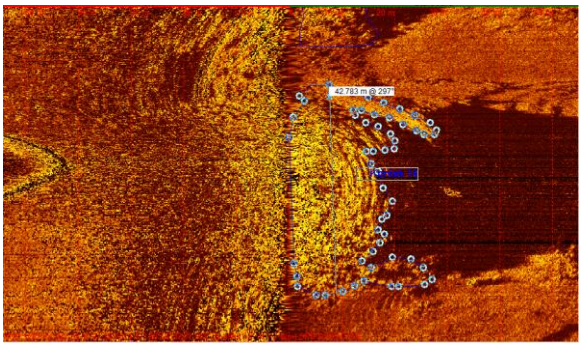
Pada proses koreksi radiometrik berhubungan dengan intensitas hambur balik pada citra *side scan sonar*. Proses koreksi radiometrik yaitu *Beam Angle Corretion* (BAC), *Automatic Gain Control* (AGC), *Empirical Gain Normalization* (EGN), *Time Varying Gain* (TVG). Pada proses koreksi *Time Varying Gain* (TVG) dilakukan pada data *side scan sonar*, koreksi ini mampu mengurangi atenuasi dengan jarak dan efek lainnya. Hasil dari pada koreksi *beam angle* menunjukkan pengaruh dari sudut di sepanjang daerah sapuan pada dasar laut akibat jarak yang berbeda mampu dikurangi dengan *beam angle correction*, sehingga tampak intensitas pada daerah tengah sapuan (*center of the swath*) yang sebelumnya memiliki hambur balik yang kuat dapat berkurang. Tahap pada koreksi *Empirical Gain Normalization* (EGN) dilakukan untuk *gain* yang dinormalisasi agar *backscatter* sonar *output* tidak bergantung pada sudut dan dapat membangun mosaik yang dinormalisasi, memberikan kontras dan kecerahan yang baik pada data *side scan sonar*. Pada proses koreksi *Automatic gain control* ialah untuk menormalisasi pantulan balik dari sonar agar citra *side scan sonar* tidak terpengaruh oleh geometri dasar laut.

Identifikasi dan Verifikasi Fitur Dasar Laut

Pada proses identifikasi dan verifikasi objek pada fitur dasar laut dengan melihat perbedaan dari kekuatan pantulan dari gelombang akustik dari objek di dasar laut yang berhubungan dengan jenis material atau sedimen penutupnya. Pola warna yang terbagi menjadi tiga bagian yaitu gelap, sedang, dan gelap dapat merepresentasikan hambur balik pada citra. Pada *tools* ini klasifikasi dasar laut ini akan memunculkan area yang sangat terang atau gelap dalam Karakterisasi, yang dapat berguna jika mencari area tersebut dalam kriteria untuk Karakterisasi.

Estimasi Dimensi Objek

Pada proses estimasi dimensi dari objek dasar laut yang ditemukan yaitu dilakukannya estimasi dari dimensi suatu objek dengan *tools* yang tersedia pada perangkat lunak mulai dari panjang, lebar dan juga tinggi dari objek.



Gambar 5 Contoh estimasi dimensi objek dengan *tools* yang tersedia pada perangkat lunak.

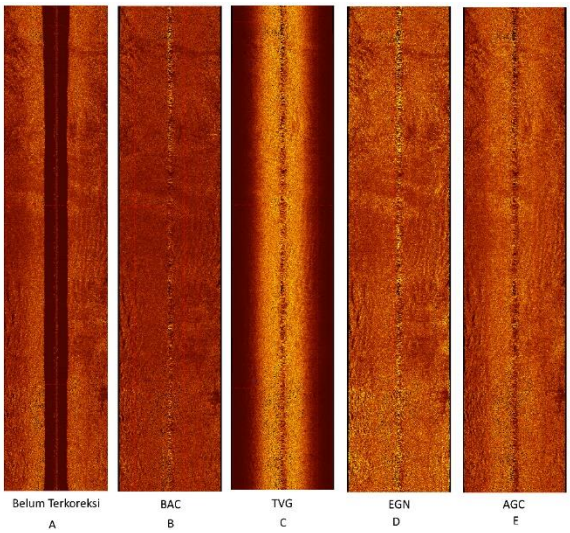
Pada pengestimasian dimensi dari objek dilakukannya pengukuran panjang, lebar, dan juga tinggi dari objek jika objek tersebut merupakan objek individu seperti gambar diatas. Tahap Terakhir yang dilakukan ialah menginventarisasi mulai dari luasan, tinggi objek, dan juga posisi dari objek yang telah diidentifikasi tersebut sebagai pendukung inventarisasi fitur dasar laut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

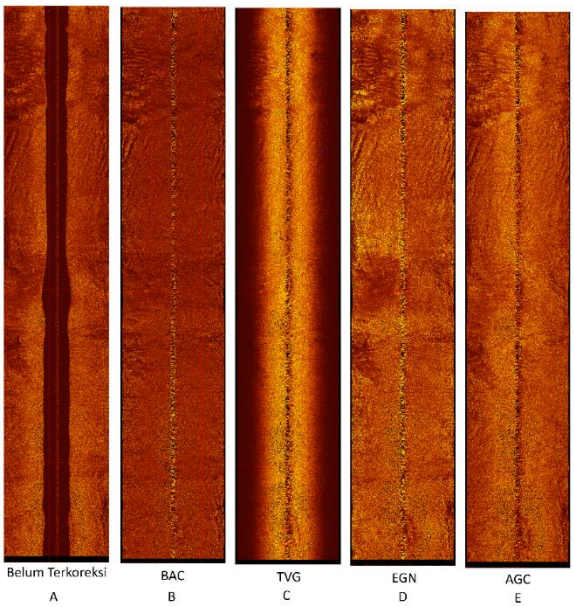
Hasil dan Analisis Pengolahan Data *Side Scan Sonar*

Hasil dari pengolahan citra *side scan sonar* dengan koreksi geometrik yaitu koreksi jarak miring (*slant range correction*) untuk menghilangkan *blind zone* (zona gelap) yang terekam tepat di bawah *towfish* atau *bottom tracking* pada area *first return* untuk penandaan wilayah yang akan dihilangkan,

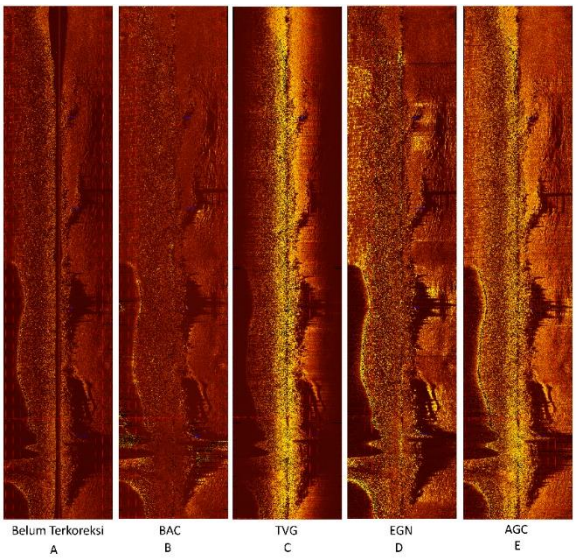
dan juga koreksi radiometrik seperti koreksi *Beam Angle Correction* (BAC), *Automatic Gain Control* (AGC), *Time Varying Gain* (TVG), dan *Empirical Gain Normalization* (EGN) yang diproses pada seluruh lajur secara berurutan disajikan pada tiap bagian gambar a, b, c, d, dan e.



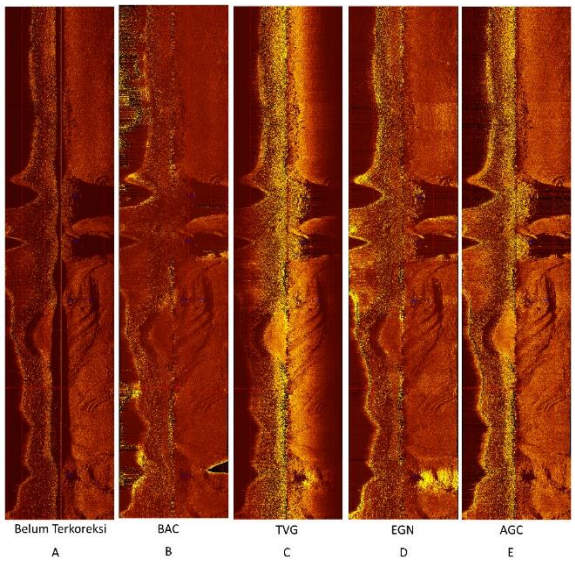
Gambar 6 Tampilan pada lajur 1 citra *side scan sonar* pada setiap koreksi.



Gambar 7 Tampilan pada lajur 2 citra *side scan sonar* pada setiap koreksi.



Gambar 8 Tampilan pada lajur 6 citra *side scan sonar* pada setiap koreksi.



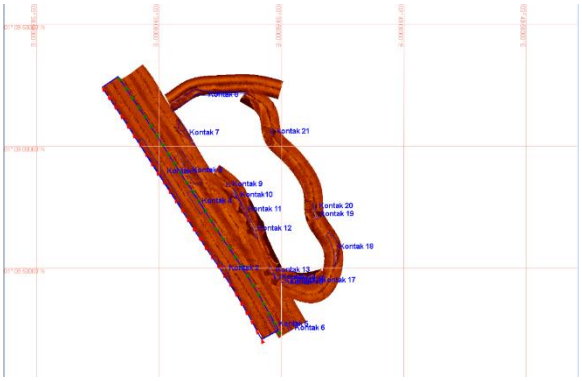
Gambar 9 Tampilan pada lajur 7 citra *side scan sonar* pada setiap koreksi.

Total dari lajur ialah berjumlah 7 lajur, dalam setiap lajur tentu memiliki fitur dasar laut yang berbeda pada setiap lajur, maka dari itu koreksi radiometrik dibutuhkan untuk memperjelas kualitas dari citra yang belum terkoreksi. Nilai hambur balik yang kuat dari setiap citra yang telah terkoreksi slant range terdapat pada bagian tengah, terlihat pada intensitas warna lebih terang. Intensitas

hambur balik dari pola beam yang terbentuk secara keseluruhan dikendalikan oleh pengembalian sudut (*grazing angle*). *Grazing angle* merupakan sudut di mana pulsa akustik mengenai topografi dasar laut. Hal ini menyebabkan area *first return* memiliki intensitas hambur balik jauh lebih kuat dibandingkan dengan area terluar dari lintasan *side scan sonar*. Semakin ke arah luar maka energi akan berkurang, sehingga dibutuhkan penerapan koreksi *beam angle*. Gambar B merupakan hasil pemrosesan pada citra side scan sonar setelah dilakukan penerapan *beam angle correction*. Pada gambar yang menunjukkan huruf C dan E (koreksi TVG dan AGC) mreupakan koreksi yang mampu mengurangi atenuasi dengan jarak dan efek lainnya. Maka dari itu koreksi ini dapat dilakukan jika ingin memperbaiki kualitas dari citra di wilayah yang jauh keluar atau sudut terjauh dari citra, dapat terlihat pula bahwa dengan koreksi ini citra akan memiliki intensitas yang lebih cerah dari pada sebelumnya. Pada gambar yang menunjukkan huruf D (koreksi EGN) merupakan koreksi yang menormalisasi gain pada citra yang terlihat bahwa citra akan memiliki intensitas yang lebih terang tetapi efek dari geometri citra yang semakin jauh akan berkurang hambur baliknya akan terlihat namun tetap dengan intensitas yang lebih baik dari pada citra yang belum dikoreksi.

Hasil Mosaik Citra *Side Scan Sonar*

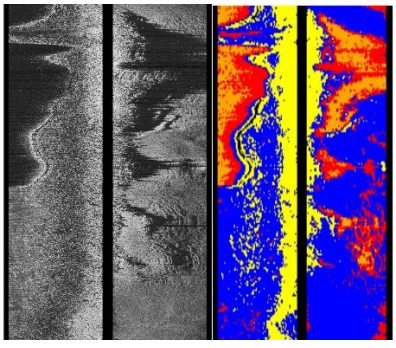
Setelah proses koreksi citra selesai dilakukan, selanjutnya adalah proses mosaik citra pada semua lajur agar cakupan daerah penelitian dapat terlihat secara keseluruhan dan memudahkan dalam proses interpretasi fitur dasar laut. Mosaik atau penyatuan data hasil identifikasi dasar laut menggunakan instrumen *side scan sonar* memberikan gambaran lintasan survei secara keseluruhan selama proses pengambilan data berlangsung. Perangkat lunak digunakan untuk pemrosesan data dengan format *.xtf* yang menghasilkan suatu mosaik.



Gambar 10 Hasil mosaik citra *side scan sonar*.

Hasil Analisis Fitur Dasar Laut

Fitur dasar laut yang terdeteksi pada citra *side scan sonar* diinterpretasikan berdasarkan rona, yaitu rona gelap, rona moderat (sedang), dan rona terang. Ketiga rona tersebut dapat mewakili nilai hambur balik dari gelombang akustik yang dipantulkan oleh objek. Setiap Perangkat Lunak akan memberikan rona berbeda terhadap nilai hambur balik yang diterima dan diinterpretasikan ke dalam citra. Hal ini bergantung pada koreksi yang dilakukan dan pengaturan skala warna dari citra side scan sonar tersebut. Sebagai hasil verifikasi dari analisis fitur dasar laut dengan menggunakan *tools* yang ada pada perangkat lunak sebagai berikut.



Gambar 11 Hasil karakterisasi fitur dasar laut untuk verifikasi citra *side scan sonar* pada lajur 6.

Pada hasil verifikasi akan fitur dasar laut yang pada prosesnya ialah mengkarakterisasikan fitur dasar laut yang mempunyai kesamaan pembentuk dari fitur tersebut. Pada hasil tersebut memperlihatkan fitur dasar laut yang telah terkarakterisasi sseperti pada citra yang telah terkarakterisasi terlihat pada warna rona kuning merepresentasikan sinyal hambur balik yang kuat atau sama halnya dengan rona warna terang, dan pada kedua citra tersebut merupakan citra yang fitur dasar lautnya kebanyakan ialah kerikil dan juga batuan karang. Lalu pada rona biru dapat merepresentasikan hambur balik yang rendah dari pada sinyal yang di representasikan pula pada rona warna gelap pada citra *side scan sonar*, pada rona merah dapat merepresentasikan tidak adanya hambur balik dikarenakan merupakan suatu bayangan dari objek dan juga tidak terbacanya daerah tersebut oleh *towfish* atau instrumen dari *side scan sonar* sehingga menampilkan rona warna merah pada hasil karakterisasi untuk verifikasi citra.

Hasil Inventarisasi dan Dimensi Fitur Dasar Laut

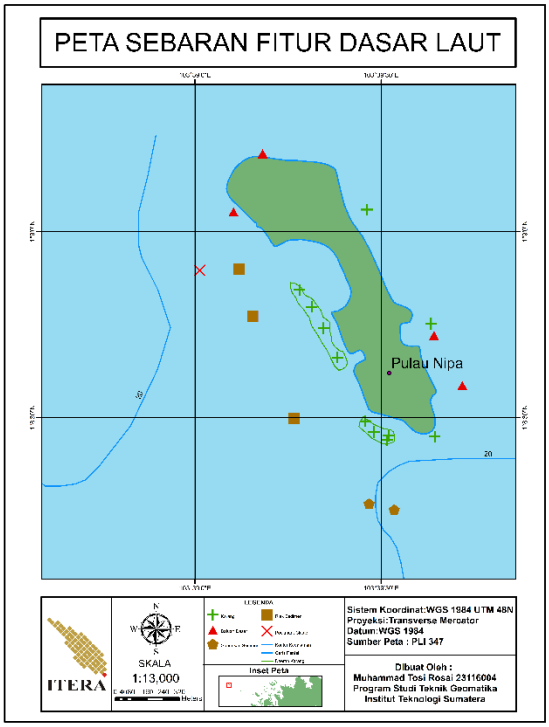
Hasil dari pengolahan citra *side scan sonar* yang setelahnya dilakukannya identifikasi akan fitur dasar laut yang ditemukan di perairan Pulau Nipa kemudian diinventarisasi sebagai pendukung penginventarisasian fitur dasar laut. Total ada 21 fitur dasar laut natural yang ditemukan di wilayah ini yang kemudian diinventarisasi mulai dari dimensi objek maupun lokasi dari objek. Berikut merupakan hasil inventarisasi fitur dasar laut di perairan Pulau Nipa.

Tabel 1 Hasil inventarisasi fitur dasar laut.

No.	Target	Luasan (m²)	Tinggi Objek (m)	Lintang (LU)	Bujur (BT)
1	Pockmark Cluser	19,315,472	-	1°8’53.747’’	103°39’0.792’’
2	Riak Sedimen	10,536,736	-	1°8’29.875’’	103°39’15.934’’
3	Riak Sedimen	17574.661	-	1°8’53.966’’	103°39’7.056’’
4	Riak Sedimen	8,457,443	-	1°8’46.298’’	103°39’9.292’’
5	Gundukan Sedimen	2,286,569	-	1°8’16.138’’	103°39’28.055’’
6	Gundukan Sedimen	842,882	-	1°8’15.166’’	103°39’32.112’’
7	Batuan Dasar	9,398,883	-	1°9’3.139’’	103°39’6.214’’
8	Batuan Dasar	29,791,381	-	1°9’12.528’’	103°39’10.901’’
9	Karang	533,680	1,488	1°8’50.554’’	103°39’16.826’’
10	Karang	2,327,602	1,238	1°8’47.846’’	103°39’18.817’’
11	Karang	2,137,979	2,411	1°8’44.408’’	103°39’20.707’’
12	Karang	4003.348	2,631	1°8’39.685’’	103°39’22.972’’
13	Karang	1,939,870	1,992	1°8’29.425’’	103°39’27.479’’
14	Karang	825,883	2,146	1°8’27.686’’	103°39’28.832’’
15	Karang	306,686	1,077	1°8’27.078’’	103°39’31.226’’
16	Karang	1,330,882	0,952	1°8’26.354’’	103°39’30.982’’
17	Karang	901,525	1,822	1°8’26.920’’	103°39’38.664’’
18	Batuan Dasar	12,216,572	3,879	1°8’35.167’’	103°39’43.085’’
19	Batuan Dasar	1,689,117	2,628	1°8’43.224’’	103°39’38.520’’
20	Karang	611,034	1,996	1°8’45.114’’	103°39’38.059’’
21	Karang	927,169	2,887	1°9’3.474’’	103°39’27.716’’

Berikut hasil dari inventarisasi fitur dasar laut yang telah diidentifikasi, hal yang ditunjukkan pada hasil berikut ialah jenis target dari fitur dasar laut, luasan area dari fitur, tinggi objek dari fitur jika itu merupakan objek tunggal, dan titik koordinat dari fitur dasar laut. Pada hasil identifikasi fitur dasar laut telah ditemukannya 21 fitur dasar laut natural di perairan sekitar Pulau Nipa dan tidak adanya fitur dasar laut buatan manusia seperti contoh bangkai kapal, pipa bawah laut, dan bangunan instalasi laut

lainnya. Seluruh fitur dasar laut yang ditemukan merupakan hasil interpretasi manual berdasarkan rona warna dari objek yang diidentifikasi yang dapat merepresentasikan hambur balik sinyal akustik dari objek atau target. Hasil *overlay* dengan peta dasar lalu juga target yang didapat dari citra *side scan sonar* yang telah dilakukannya identifikasi ditemukannya total 21 fitur dasar laut natural yang ditemui.



Gambar 12 Peta hasil sebaran fitur dasar laut.

Pada hasil berikut terlihat sebaran fitur dasar laut yang ada di sekitar perairan Pulau Nipa yang tersebar untuk wilayah yang dekat dengan Pulau Nipa rata-rata terlihat bahwa fitur dasar laut yang ditemukan ialah fitur seperti sebaran kerikil, batuan dasar dan karang. Terlihat pada simbol *cross* berwarna hijau merupakan batuan karang yang mempunyai dimensi besar di daerah tersebut yang akan dibahas lengkap dibab selanjutnya, dan simbol segitiga berwarna merah merupakan batuan dasar yang mempunyai dimensi besar pula di daerah sekitar Pulau Nipa. Berdasarkan hasil disekitar Pulau Nipa lainnya terlihat pada simbol X berwarna merah merupakan *Pockmark Cluster* yang merupakan daerah *Pockmark* berupa gundukan sedimen yang diindikasikan di daerah tersebut terdapatnya *shallow gas* di bawahnya yang dimana pada setiap pembangunan instalasi laut, mulai dari permukaan hingga dasar laut, fitur dasar laut ini harus dihindari untuk mitigasi suatu bencana maupun kerusakan akan konstruksi laut. Pada hasil disekitar Pulau Nipa lainnya terlihat terdapatnya fitur riak sedimen dan juga gundukan pasir yang berupa pasir maupun lumpur sebagai pembentuknya.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapat dari penelitian ini yaitu :

1. Dari hasil citra *side scan sonar* yang sudah dilakukannya koreksi dapat disimpulkan bahwasanya tiap citra dengan format **xtf* sebenarnya sudah dapat dilakukannya interpretasi tanpa harus adanya koreksi tetapi kualitas dari citra dan posisi dari citra kurang baik. Oleh karena itu koreksi dari citra dilakukan untuk memperbaiki kualitas dari citra, pemilihan koreksi untuk memperbaiki kualitas citra tergantung terhadap geometri atau posisi dari fitur dasar laut. Untuk pemilihan koreksi dapat disimpulkan pula dengan koreksi *Automatic Gain Control* (AGC) saja sudah dapat diinterpretasi dengan baik karena koreksi ini menghasilkan kualitas citra yang baik dan dapat mengurangi atenuasi dengan jarak sehingga geometri pada suatu fitur dasar laut tidak terpengaruh karena koreksi AGC.
2. Dari hasil citra *side scan sonar* dengan alat C-MAX CM2 *Digital Towfish* ini menghasilkan citra dengan rona terang merepresentasikan hambur balik sinyal

yang kuat dengan tekstur dasar laut yang keras seperti batuan maupun kerikil, dan rona gelap merepresentasikan hambur balik sinyal yang lemah dengan tekstur dasar laut yang lunak seperti sedimen pasir dan lumpur. Dari total 21 objek yang diidentifikasi bahwa lebih dari setengah hasil identifikasi memperlihatkan banyaknya batuan karang di wilayah sekitar Pulau Nipa yang harus dilindungi lingkungannya. Dari ke-21 objek yang telah diidentifikasi, 11 diantaranya merupakan karang yang memiliki ukuran dimensi yang besar mulai dari luasan hingga tingginya, ditemukan karang yang paling besar dengan luas 4003,348 m² dengan tinggi 2.631 m lalu ditemukan pula pockmark cluster dengan luasan 19315,472 m².

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. F. MAHYUDDIN, *PENGGUNAAN PERANGKAT LUNAK SONARPRO UNTUK PENGOLAHAN DATA SIDE SCAN SONAR*, pp. 11-12, 2008.

[2] Telford, *Applied Geophysics*, 1976.

[3] Tritech International Limited., " WHAT IS SIDE SCAN SONAR?. Artikel," 2011. [Online].

[4] X. Lurton, An introduction to underwater acoustics. Principles and applications, London: Springer, 2002.

[5] Klaucke, "Illustration of side scan sonar," *Beam Pattern*, 2008.

[6] . Chavez, Processing,mosaicking and management of the Monterey Bay digital sidescan-sonar images Marine Geology, 2002, pp. 305-315.

[7] I. Russel, *Basic Principles Of Hydrographic Surveying. Hydrographic*, pp. 24-27, 2001.

[8] P. Blondel, The HANDBOOK of SIDESCANSONAR, UK: Springer-Praxis Books, 1997.

[9] CHESAPEAKE TECHNOLOGY, SonarWiz 7.4 User Guide, ChesaPeake Technology, 2019.

[10] R. Ramdani, *DETEKSI DAN PENGUKURAN SINYAL HAMBUR BALIK DARI KAPAL KARAM MENGGUNAKAN INSTRUMEN SIDE SCAN SONAR*, 2017.