

DETEKSI NILAI HAMBUR BALIK DASAR PERAIRAN TELUK PALU MENGUNAKAN MULTIBEAM ECHOSOUNDER DAN PEMANFAATANNYA DALAM PERTAHANAN BAWAH PERMUKAAN

DETECTION OF BACKGROUND BETWEEN VALUE OF PALU BAY WATERS USING MULTIBEAM ECHOSOUNDER AND ITS USE IN UNDER SURFACE DEFENSE

Wanri Sitanggang¹, Trismadi², Gentio Harsono³

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGINDERAAN, UNIVERSITAS PERTAHANAN
wanrisitanggang@gmail.com, trismadi@gmail.com, hgentio1969@gmail.com

Abstrak – Setiap negara memiliki kebutuhan untuk mempertahankan dan menjaga kedaulatannya dari ancaman negara lain. Multibeam echosounder merupakan instrumen akustik untuk pemetaan dasar perairan yang menghasilkan data kedalaman dan data nilai hambur balik (backscatter). Analisis terhadap nilai hambur balik dapat menentukan jenis sedimen yang dapat digambarkan pada peta spasial dan menentukan lokasi daerah duduk, bersembunyinya dan area terlarang kapal selam. Perairan Teluk Palu sangat strategis dikarenakan masuk dalam kawasan ALKI II. Metode yang digunakan dalam analisis hamburan balik yaitu metode Angular Range Analysis dan Sediment Analysis Tools (ARA&SAT) dimana hubungan hamburan balik dengan ukuran butir sangat erat. Nilai hamburan balik yang didapatkan dengan tipe sedimen batu memiliki nilai antara -11 sampai -13 dB, untuk pasir memiliki nilai hamburan balik -14 sampai -29 dB, lanau nilai hamburan baliknya -30 sampai -39 dB dan lempung nilai hamburan baliknya -40 sampai -49 dB. Area yang tidak dapat diduduki kapal selam dilihat dari jenis sedimen yaitu lanau dan lempung.

Kata Kunci: ARA dan SAT, Echosounder, Hamburan Balik, Multibeam, Pertahanan Bawah Permukaan, Teluk Palu

Abstract – Every country has a need to defend and protect its sovereignty from the threats of other countries. Multibeam echosounder is an acoustic instrument for mapping the bottom of the waters that produces depth data and backscatter value data. Analysis of the backscatter value can determine the type of sediment that can be drawn on a spatial map and determine the location of the submarine's seated, hiding and restricted areas. Palu Bay waters are very strategic because they are included in the ALKI II area. The methods used in the backscattering analysis are the Angular Range Analysis method and the Sediment Analysis Tools (ARA & SAT) where the backscattering relationship with grain size is very close. The backscattering value obtained with the rock sediment type has a value between -11 to -13 dB, for sand it has a backscattering value of -14 to -29 dB, silt has a backscattering value of -30 to -39 dB and clay its back scattering value is -40 to -49 dB. Sitting area for submarine with sand sediment type, for the submarine's hiding area with rock sediment with a maximum depth of 3010 m. The dangerous area on a submarine is seen from the type of sediment, namely silt and clay. Judging from the depth of the dangerous area, which exceeds the submarine's ability to dive.

Keywords: Back Scattering, Multibeam echosounder, ARA & SAT, Palu Bay, Subsurface Defense

Pendahuluan

Setiap negara memiliki kebutuhan untuk mempertahankan dan menjaga kedaulatannya dari ancaman negara lain, hal tersebut merupakan upaya menjamin keberlangsungan hidup suatu bangsa. Menurut Kementerian Pertahanan, dalam keputusan Menteri Pertahanan, tentang Kebijakan Pertahanan Negara Tahun 2018, menjelaskan bahwa pertahanan negara Indonesia berlangsung dalam rangka mempertahankan kedaulatan negara, menjaga utuhnya wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia, dan keselamatan seluruh warga negara dari semua ancaman yang akan datang. Dalam buku putih pertahanan tahun 2015, dijelaskan bahwa upaya mempertahankan negara dilakukan dalam sistem pertahanan semesta, dimana sistem tersebut melibatkan semua warga negara, wilayah, seluruh sumber daya dan sarana prasarana nasional, dipersiapkan secara dini dan diselenggarakan secara total, terpadu, terarah dan berlanjut. Sifat semesta ini menggabungkan pertahanan militer dan nirmiliter. Persiapan dini mengharuskan sistem pertahanan dibangun secara terus-menerus dan berkelanjutan, guna menghadapi semua jenis ancaman yang

berkembang, baik ancaman militer, nonmiliter maupun hibrida.

Pemetaan dasar laut menggunakan multibeam echosounder menghasilkan data dengan akurasi yang tinggi dan memiliki cakupan yang sangat luas dan dapat memberi gambaran yang sangat baik mengenai kolom maupun dasar perairan (Manik 2016). Penelitian ini juga sesuai yang dilakukan oleh (Hasan dkk., 2014) bahwa *multibeam echosounder* merupakan alat yang sangat cocok untuk memetakan dasar perairan karena memiliki tingkat tutupan yang luas, resolusi hasil data yang tinggi dan memiliki cakupan kedalaman yang tinggi dan data backscatter atau sering dikenal nilai hamburan balik. Pemetaan dasar perairan sendiri penting dilakukan untuk mengetahui tipe substrat dasar pada setiap perairan, dikarenakan setiap perairan memiliki karakteristik yang berbeda (Park dkk., 2011). *Multibeam echosounder* menghasilkan tipe dataset yang sangat berguna untuk memetakan dasar perairan yang juga dapat dimanfaatkan pada bidang pertahanan bawah permukaan (Adi dkk., 2016).

Hambur balik suatu dasar perairan sangat dipengaruhi oleh sudut orientasi target, tingkat kekasaran dan kekerasan dari sedimen dasar (Manik,

2016). Substrat yang halus seperti lanau mempunyai nilai hambur balik yang lebih kecil dan nilai hambur balik pada substrat dengan tingkat kekasaran yang lebih tinggi (Rzhanov dkk., 2012), selain itu (Manik, 2016) juga menyatakan bahwa hambur balik dasar perairan dapat menunjukkan tipe sedimen, ukuran butir, porositas dan tingkat kekasaran dasar perairan. Nilai hambur balik dari multibeam echosounder menunjukkan intensitas hamburan gelombang akustik dari dasar perairan yang digambarkan lewat Grayscale, dimana dasar perairan yang berbeda akan memberikan nilai intensitas yang bervariasi (Hasan dkk., 2014). Grayscale ini banyak digunakan di berbagai teknik klasifikasi (Hasan dkk., 2014). Pola hambur balik sedimen dasar suatu perairan sering dimanfaatkan dalam strategi pertahanan bawah permukaan seperti area-area dimana sedimen dapat mengabsorpsi dan memantulkan kuat sinyal akustik kuat sehingga dapat digunakan sebagai tempat persembunyian kapal selam terhindar dari sonar lawan. Nilai hamburan balik dasar perairan menunjukkan negatif dengan satuan desibel (dB). Hal ini karena arah intensitas suara mengarah balik atau di

pantulkan kembali yang menghasilkan nilai negatif.

Teluk Palu terletak di Sulawesi Tengah dengan lebar sekitar 30-50 km dengan kedalaman variatif sekitaran 100-500 m, luas perairan 189,00 km². Potensi perikanan di perairan Teluk Palu di tahun 2017 sebesar 1.787,5 ton/tahunya menurut data BPS Kota Palu,(2008) dari banyaknya potensi alam yang belum dieksplorasi. Lokasi perairan Teluk Palu juga sangat strategis dikarenakan dekat dengan negara tetangga. Teluk Palu juga masuk dalam kawasan ALKI II yang mulai melintas dari Laut Sulawesi melintas Selat Makasar, Laut Flores dan Selat Lombok ke Samudra Hindia. Pengembangan dan pembangunan dermaga kapal selam juga sedang dilakukan di perairan Teluk Palu dari tahun 2011 hingga saat ini.

Melihat kawasan Teluk Palu mempunyai letak yang strategis karena perairannya berada di jantung ALKI II yang merupakan skala prioritas khusus pengamanan dari Negara Indonesia karena banyak di gunakan sebagai jalur masuk keluarnya kapal dari berbagai Negara dengan berbagai jenis kapal (Soedewo, 2015). Untuk itu penelitian ini menurut peneliti sangat relevan dengan kepentingan pertahanan terutama

pertahanan bawah permukaan. Disamping itu penelitian tentang sedimen dasar perairan Teluk Palu menggunakan Multibeam Echosounder baru dilakukan oleh Fariyah dkk. (2020), yaitu menganalisis tipe morfologi sedimen dari data hamburan baliknya dalam skala riset. Oleh karena itu peneliti merasa perlu melakukan pengembangan lebih lanjut terkait data hamburan balik yang dianalisis dalam skala pemanfaatannya dalam pertahanan bawah permukaan seperti menentukan pola distribusi sedimen yang digambarkan pada peta spasial dan penentuan lokasi area duduk, bersembunyi dan area terlarang untuk kapal selam.

Ketertarikan peneliti dalam penelitian ini adalah salah satunya masih kurangnya pengembangan dalam pemanfaatan data hamburan balik (*backscatter*) untuk mendukung pertahanan bawah permukaan. Pemanfaatan nilai hamburan balik dapat di jadikan sebagai sarana dalam meningkatkan pertahanan negara yaitu menentukan lokasi duduk dan bersembunyi kapal selam untuk melakukan pengintaian pada pelanggaran baik di bawah ataupun di permukaan. Keterkaitan penelitian ini

pada Teknologi Pengindraan yaitu pada instrumentasi atau akustik kelautan seperti Multibeam Echosounder. Data yang dihasilkan oleh Multibeam Echosounder dapat dimanfaatkan untuk pertahanan negara.

Pada penelitian ini dapat diuraikan menjadi beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana pola distribusi butir sedimen yang digambarkan dalam peta spasial ?
- b. Bagaimana tipe distribusi sedimen di Teluk Palu pada penentuan lokasi tidak dapatnya duduk kapal selam pada dasar perairan ?

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian yang akan dicapai dalam penelitian ini yaitu:

- a. Menganalisis pola distribusi butir sedimen yang digambarkan pada peta spasial
- b. Menganalisis lokasi tidak dapatnya duduk kapal selam pada dasar perairan dilihat dari tipe distribusi sedimen Teluk Palu.

Metode Penelitian *Angular Range Analysis dan Sediment Analysis Tools (ARA&SAT)*

Klasifikasi tipe sedimen menggunakan metode *Angular Response Analysis* (ARA) dan *Sediment Analysis Tool* (SAT) yang semuanya sudah tertanam dalam perangkat lunak Caris Hips and Ships versi 11.9.3. Caris Hips and Ships adalah salah satu *software* yang digunakan pada survey Hidrografi untuk mengolah data yang sesuai dengan yg diinginkan.

Beberapa parameter diekstrak dari hambur balik batimetri yang didefinisikan sebagai nomor dari ping pada sonar yang dipilih sebagai pendekatan dimensi dari lebar sapuan sepanjang arah track (Flinders dkk., 2014). *Angular response* terbagi kedalam *near range* (dari sudut datang 0° sampai 25°), *far range* (dari 25°-55°) dan *outer range* (dari 55° sampai 85°). Masing-masing beam memiliki sudut dimana pengaruhnya sangat besar terhadap nilai hambur balik yang diterima (Fonseca dkk., 2009). ARA dapat menunjukkan impedansi akustik, kekasaran dan ukuran butir sedimen di area dekat dengan dasar laut. Menurut Fonseca dan Mayer (2007) nilai *backscatter* adalah sebagai berikut:

$$\text{Backscatter} = \text{Surface backscatter} (S_s) + \text{Volume Backscatter} (S_v)$$

$$\text{Surface backscatter} = \sigma_r(\theta, f) = F(\theta, f; \epsilon, \rho(\epsilon), v(\epsilon), \delta(\epsilon), \omega_2 \gamma)$$

dimana:

θ = *interface* hambur balik penampang melintang per unit *angle*

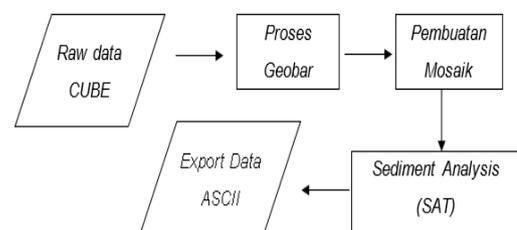
f = *frekuensi* (Hz)

ρ = rasio densitas sedimen terhadap densitas masa air

v = rasio kecepatan suara pada sedimen terhadap kecepatan suara kolom air

δ = Parameter rasio imajiner terhadap jumlah gelombang suara pada sedimen

ω_2 = kekuatan spektrall relief dasar perairan



Gambar 1. Proses pengolahan hamburan balik

Sumber: Farihah dkk., 2020

Hasil Penelitian dan Pembahasan Analisis Morfologi Pola Distribusi Sedimen Berdasarkan Peta Spasial

Morfologi dasar perairan adalah suatu gambaran yang memperlihatkan kondisi dasar perairan laut seperti yang terlihat di daratan seperti lembah, gunung, dataran dan lainnya. Morfologi dasar perairan ini juga digunakan sebagai

data dalam membuat peta kelerengan suatu dasar perairan. Juga dapat digunakan untuk menganalisis kondisi dasar perairan apakah batuan, karang ataupun pasir serta lanau (Masrukhin dkk., 2014).

Dalam klasifikasi sedimen mempunyai dua cara yaitu secara konvensional biasanya menggunakan sedimen *grab sample* lalu dianalisis di laboratorium dengan metode ayakan dan *pipeting*, tapi hal ini dapat dilakukan pada perairan menengah dan dangkal saja. Pada perairan dalam biasanya memanfaatkan *Multibeam echosounder* seperti pada yang dilakukan di penelitian ini. Pada sistem data yang didapatkan berupa hamburan balik. Data hamburan balik tersebut diolah menggunakan *software* HIPS dan SIP. Dari hasil oleh hamburan baliknya didapatkan beberapa data yaitu berupa angka dan juga dapat berupa peta morfologi dasar perairan seperti pada *gambar 4.1* (Manik dkk., 2016).

Pada penelitian ini, nilai hamburan balik yang didapatkan yaitu sebesar -11 sampai -49 dB, dengan tipe sedimen batu memiliki nilai hamburan balik antara -11 sampai -13 dB, untuk pasir memiliki nilai hamburan balik -14 sampai -29 dB, lanau nilai hamburan baliknya -30 sampai -39

dB, dan lempung nilai hamburan baliknya -40 sampai -49 dB. Jumlah pengambilan data 65536. Dari hasil perhitungan ini digunakan dalam pengklasifikasian tipe sedimen di perairan Teluk Palu dengan menggunakan metode SAT dan ARA. Hasil yang didapatkan ini tidak berbeda jauh dari yang dilakukan penelitian sebelumnya yaitu nilai hamburan balik untuk pasir halus sebesar -17 dB dengan pasir paling halus -20 dB dan lanau -25 dB (Adi dkk., 2016). Hal yang sama juga dilakukan oleh Manik (2016) dengan nilai hamburan balik untuk tipe sedimen pasir -18 dB, lanau pasir -23 dB, lanau -31 dB yang artinya semakin besar ukuran butir semakin besar pula nilai hamburan baliknya.

Dengan nilai hamburan balik yang didapatkan dengan tipe sedimen batu memiliki nilai antara -11 sampai -13 dB, untuk pasir memiliki nilai hamburan balik -14 sampai -29 dB, lanau nilai hamburan baliknya -30 sampai -39 dB dan lempung nilai hamburan baliknya -40 sampai -49 dB. Sebaran sedimen di Teluk Palu di dominasi oleh tipe sedimen dengan jenis batu, pasir, lempung dan lanau. Berdasarkan teori identifikasi jenis sedimen di perairan dasar laut menggunakan akustik *multibeam echosounder* sudah memenuhi standar

seperti yang di jelaskan oleh Harahap dkk. (2010), tentang metode pengklasifikasian jenis sedimen berdasarkan akustik.

Analisis Daerah Tidak Dapat Duduknya Kapal Selam

Kondisi lingkungan sangat berpengaruh pada area yang tidak dapat diduduki kapal selam atau area terlarang untuk kapal selam. Hal ini dikarenakan jika lingkungan perairan tersebut terdapat karang, rumput laut seperti sweet, lamun dan jenis tumbuhan laut lainnya akan dapat mengakibatkan pada kerusakan lingkungan. Untuk itu perlunya diperhatikan dari aspek lingkungan dalam penentuan area latihan kapal selam (Witomo dkk., 2017).

Area yang tidak dapat diduduki oleh kapal selam yaitu area yang memiliki morfologi dengan jenis sedimen lempung dan lanau. Jenis sedimen lempung dapat menempel pada kapal selam ketika duduk akibatnya kapal selam akan kesulitan untuk naik kembali ke permukaan. Jenis sedimen lanau juga memiliki sifat mudah menempel hal ini akan mempengaruhi kapal selam kesulitan untuk naik ke permukaan. Hal ini didukung oleh Sri Hetty (2019), bahwa sifat tanah lanau dan lempung

cenderung dapat menempel pada benda di atasnya dan memiliki tekstur yang lunak.

Kesimpulan dan Rekomendasi

Berdasarkan hasil analisis yang telah diolah dan diketahui dalam pembahasan penelitian, maka kesimpulannya adalah sebagai berikut:

- a. Sebaran sedimen di Teluk Palu yang didominasi oleh batu, pasir, lanau dan lempung dengan nilai hamburan balik -11 sampai -13 dB untuk batu, nilai hamburan balik -14 sampai -29 dB untuk pasir, nilai hamburan balik -30 sampai -39 dB untuk lanau, dan nilai hamburan balik -40 sampai -49 dB untuk lempung.
- b. Didapatkan untuk area tidak dapat diduduki kapal selam dilihat dari jenis sedimen yaitu lanau, lempung, karang dan tumbuhan laut lainnya.

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi yang bermanfaat khususnya untuk setiap instansi seperti TNI AL, PT. PAL dan Kementerian Pertahanan dalam menentukan area duduk dan bersembunyi kapal selam. Harapannya, hasil dari penelitian ini bisa digunakan sebagai konsep awal yang dapat ditindaklanjuti menjadi penelitian yang lebih teknis, sehingga dapat

digunakan untuk data pendukung dalam setiap rencana latihan untuk kapal selam. Namun, peneliti menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan dan keterbatasan dalam ketersediaan data, pengolahan data, analisis data, serta fasilitas pendukung lainnya. Oleh sebab itu, peneliti memberikan rekomendasi agar penelitian dengan tema penentuan daerah duduk, bersembunyi dan terlarang kapal selam ini bisa terlaksana dan terkaji lebih lanjut.

a. Perlu adanya pengkajian dan penelitian yang lebih mendalam di kawasan perairan Teluk Palu yang bisa digunakan sebagai data dukung untuk melakukan penentuan area duduk kapal selam seperti menganalisis longsor lempeng dan menganalisis potensi bencana yang ada di daerah Teluk Palu.

b. Penentuan kawasan duduk dan bersembunyinya kapal selam tidak dilakukan di daerah yang memiliki kelerengan yang cukup tinggi, karena daerah tersebut berpotensi adanya longsor maupun pergerakan lempeng. Memperhatikan nilai hamburan balik, serta tipe sedimen dan lainnya untuk melakukan latihan dikawasan perairan Teluk Palu.

c. Perlu adanya kajian lebih mendalam terhadap bathimetri untuk area duduk kapal selam dan peta 3D daerah duduk, bersembunyi dan area terlarang kapal selam teruntuk kawasan ALKI Indonesia.

Daftar Pustaka

Adi, A. P., Manik, H. M., & Pujiyati, S (2016). *Integrasi Data Multibeam Batimetri Dan Mosaik Backscatter Untuk Klasifikasi Tipe Sedimen (Data Integration Bathymetry Multibeam And Backscatter Mosaic For Classification Type Of Sedimen)*.

Fariyah, R. A., Manik, H. M., & Harsono, G. (2020). Pengukuran Dan Analisis Hambur Balik Akustik Menggunakan Teknologi *Multibeam Echosounder* untuk Klasifikasi Sedimen Dasar Laut Teluk Palu. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(2), 439-455.

Flinders, A.F., Mayer, L.A., Calder, B.A., & Armstrong, A.A. (2014). Evaluation of arctic multibeam sonar data quality using nadir crossover error analysis and compilation of a full-resolution data product. *Journal Computer and Geoscience*, 66, 228–236.

Fonseca L, Brown C, Calder B, Mayer L & Rzhanov Y. (2009). Angular range analysis of acoustic themes from stanton banks ireland: a link between visual interpretation and multibeam echosounder angular signatures. *Applied Acoustics*, 70:1298-1304.

Fonseca, L & Mayer, L.A. (2007). Remote estimation of surficial seafloor

- properties through the application angular range analysis to multibeam sonar data. *Marine Geophysical Research*, 28, 119-126.
- Harahap, Z.A., Manik, H.M., & Pujiyati, S. (2010). Acoustic Backscatter Quantification Of Seabed Using Multibeam Echosounder Instrument. *Proceedings of the Third International Conference on Mathematics and Natural Sciences*, 911-922.
- Hasan RC, Ierodionou D, Laurenson L, Schimel A. (2014). Integrating multibeam backscatter angular response, mosaic and bathymetry data for benthic habitat mapping. *PLOS One Journal*, 9:1-14.
- Kementerian Pertahanan. (2015). *Buku putih pertahanan Indonesia*. Jakarta: Kementerian Pertahanan Republik Indonesia.
- Manik, H.M. (2016). Acoustical measurement and biot model for coral reef detection and quantification. *Advances in Acoustics and Vibration*, 1-11.
- Masrukhin, Agus, M.A., Sugianto, D.N., & Satriadi, A. (2014). Studi batimetri dan morfologi dasar laut dalam penentuan jalur peletakan pipa bawah laut (Perairan Larangan-Maribaya, Kabupaten Tegal). *Journal of Oceanography*, 3,(1), 94-104.
- Park, Chul-Kyu, Zhen-Zhong Xu, Tong Liu, Ning Lü, Charles N. Serhan, & Ru-Rong Ji. "Resolvin D2 is a potent endogenous inhibitor for transient receptor potential subtype V1/A1, inflammatory pain, and spinal cord synaptic plasticity in mice: distinct roles of resolvin D1, D2, and E1." *Journal of Neuroscience* 31, no. 50 (2011): 18433-18438.
- Rzhanov, Yuri, Luciano Fonseca, & Larry Mayer. (2012). Construction of seafloor thematic maps from multibeam acoustic backscatter angular response data. *Computers & Geosciences*, 41, 181-187.
- Soedewo, A. Pemberlakuan Ketentuan Bagi Kapal Berbendera Asing Untuk Melintas di Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI) II Ditinjau Dari Perspektif Hukum Negara Indonesia dan United Nations Convention on The Law of The Sea (UNCLOS) 1982. *Kumpulan Jurnal Mahasiswa Fakultas Hukum* (2015).
- Witomo, Mirwantini, C., Firdaus, M., Soejarwo, P.A., Muawanah, U., Ramadhan, A., Pramoda, R., & Koeshendrajana, S. (2017). Estimasi Kerugian Ekonomi Kerusakan Terumbu Karang Akibat Tabrakan Kapal Caledonian Sky Di Raja Ampat. *Buletin Ilmiah Marina Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 3(1), 7-19.