

**HAMBUR BALIK AKUSTIK PERMUKAAN SUBSTRAT DASAR PERAIRAN  
MENGUNAKAN ECHOSONDER BIM TUNGGAL**  
*SURFACE BACKSCATTERING STRENGTH OF SEABED SUBSTRATE USING SINGLE BEAM ECHOSOUNDER*

Baigo Hamuna<sup>1\*</sup>, Lisiard Dimara<sup>1</sup>, Sri Pujiyati<sup>2</sup>, Nyoman Metta N. Natih<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Cenderawasih, Jayapura

<sup>2</sup>Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK) Institut Pertanian Bogor, Bogor

\*Corresponding author e-mail: [bhamuna@unicen.ac.id](mailto:bhamuna@unicen.ac.id)

Submitted: 17 Mei 2017 / Revised: 02 November 2018 / Accepted: 02 November 2018

<http://doi.org/10.21107/jk.v11i1.2892>

**ABSTRACT**

*The objectives of this research are to analyze the surface backscattering strength of seabed. The single beam echosounder Simrad EK15 with 200 kHz of frequencies was used for recordings of seabed acoustic backscattering. Data collection was conducted in April 29 – Mei 2 2017 which located in the Yos Sudarso Bay, Jayapura, Papua Province. Sampling substrate was taken for ground truth data using sedimen grab. The results show that average value of surface backscattering strength of sand varied between -37.48 dB up -36.03 dB, and mud varied between -46.98 dB up -45.15 dB. It shows also that sand has a high substrate roughness, hardness, and grain size larger than the type of mud substrate. In acoustic backscattering values of sand were greater than mud.*

**Keyword:** Surface scattering, Sand, Mud, Single beam echosounder,

**ABSTRAK**

*Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai hambur balik permukaan dasar perairan berupa pasir dan lumpur. Echosounder bim tunggal Simrad EK15 frekuensi 200 kHz digunakan untuk perekaman hambur balik akustik permukaan dasar perairan. Pengambilan data dilakukan pada bulan tanggal 29 April – 2 Mei 2017 yang berlokasi di perairan Teluk Yos Sudarso, Kota Jayapura Provinsi Papua. Pengambilan contoh substrat digunakan untuk data validasi menggunakan sedimen grab. Hasil penelitian ini menggambarkan nilai rata-rata hambur balik permukaan substrat perairan pasir bervariasi antara -37.48 dB sampai -36.03 dB, dan lumpur bervariasi antara -46.98 dB sampai -45.15 dB. Hal ini juga menunjukkan bahwa substrat pasir memiliki tingkat kekerasan dan ukuran butir yang lebih besar dibandingkan jenis substrat lumpur substrat. Secara akustik, nilai hambur balik permukaan pasir akan lebih tinggi dibandingkan lumpur.*

**Kata Kunci:** Hambur balik permukaan, Pasir, Lumpur, Echosounder bim tunggal

**PENDAHULUAN**

Teknologi hidroakustik memanfaatkan pencarian bawah laut dengan suara yang kuat untuk mendeteksi, mengamati dan menghitung parameter fisik dan biologi. Teknologi hidroakustik merupakan metode yang populer digunakan selama bertahun-tahun dalam survei sumber daya perikanan. Penelitian di bidang hidroakustik terus mengalami perkembangan yang signifikan. Berdasarkan teori dan formula hidroakustik, teknik ini sekarang telah dimanfaatkan untuk melakukan survei klasifikasi dan pemetaan dasar perairan,

hal ini didasari bahwa dasar perairan memiliki komposisi yang sangat kompleks mulai dari substrat berukuran kecil sampai batu-batuan seperti pasir, lumpur, lempung, karang dan patahan karang. Metode hidroakustik mampu melakukan pengukuran terhadap besar kecilnya pantulan dasar perairan dari berbagai tipe partikel. Gelombang akustik yang terjadi pada permukaan antara kolom air dan dasar laut yang mencakup pantulan dan pembauran pada daerah tersebut dan transmisi pada medium kedua. Proses ini secara umum ditentukan oleh beda impedansi akustik antara kedua medium (Siwabessy, 2001).

Konsep *scattering strength* dimunculkan untuk mengkuantifikasi *scattering* yang berasal dari dasar laut maupun permukaan laut, sedangkan *backscattering strength* merujuk pada bagian dari gelombang akustik yang dipantulkan kembali ke arah pemancar pada sistem sonar monostatik (Urick, 1983). Kekuatan energi akustik yang dipantulkan dari dasar perairan menggunakan SBES telah digunakan untuk mengklasifikasikan jenis dasar perairan dalam *Acoustics Discrimination System* (ADS). Hasil kuantifikasi pantulan akustik dasar perairan menunjukkan adanya perbedaan energi pantulan balik akustik dari sedimen dasar perairan seperti pasir, lumpur dan lempung (Manik, 2012; Ningsih, 2013). Selain itu, hasil kajian yang dilakukan oleh Hamuna *et al.*, (2014) bahwa terdapat perbedaan kekuatan hambur balik permukaan antara substrat dasar perairan berupa pasir dengan tipe substrat lainnya seperti karang dan patahan karang.

Salah satu instrumen dalam menentukan kuat hambur balik akustik adalah echounder bim tunggal. Echounder bim tunggal merupakan instrumen hidroakustik yang paling sederhana yang hanya memancarkan bim tunggal untuk mendeteksi target yang dilaluinya. Walaupun memiliki keterbatasan dibandingkan echounder lainnya, menurut Anderson *et al.*, (2008) terdapat beberapa kelebihan penggunaan echounder bim tunggal untuk survei substrat dasar perairan yang meliputi ketersediaan alat dan telah digunakan secara luas, efisiensi dan prosedur pengolahan data

yang standar, pengoperasian alat yang relatif mudah serta tingkat akurasi tinggi baik dalam resolusi maupun presisi hasil.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai hambur balik permukaan dasar perairan berupa pasir dan lumpur menggunakan echounder bim tunggal. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi tambahan database tentang kuat hambur balik akustik dasar perairan.

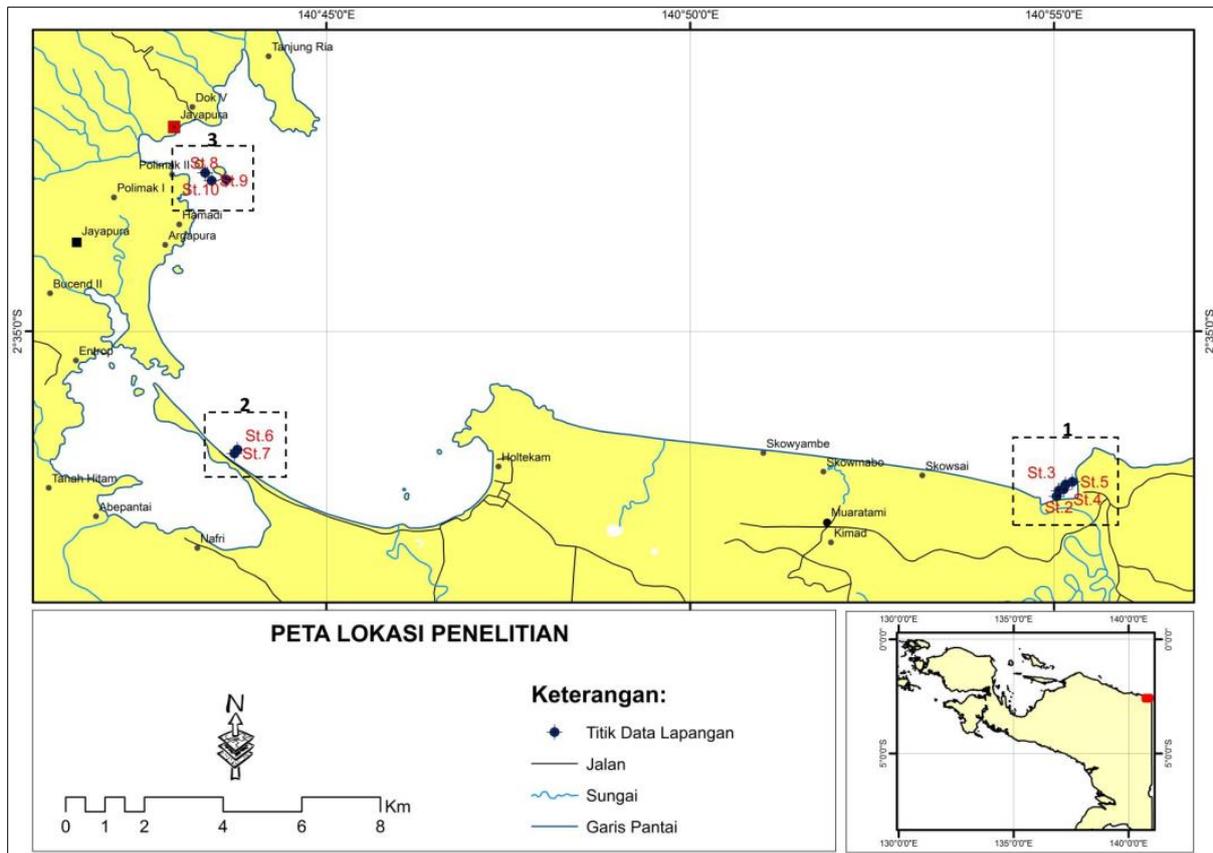
## MATERI DAN METODE

Perekaman data akustik dilaksanakan pada tanggal 29 April – 2 Mei 2017 dengan lokasi di perairan Teluk Yos Sudarso, Kota Jayapura Provinsi Papua. Lokasi pengambilan data terdiri dari 3 lokasi. Lokasi 1 terletak di perairan Muara Tami terdiri dari 5 stasiun yang mewakili substrat lumpur, lokasi 2 di perairan Enggros yang terdiri dari 2 stasiun yang mewakili substrat pasir, dan lokasi 3 di sekitar Pulau Kosong yang terdiri dari 3 stasiun yang mewakili substrat pasir (Gambar 1).

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini meliputi instrumen *echosounder single beam system* SIMRAD EK15 (spesifikasi alat pada Tabel 1), laptop, GPS, kapal nelayan dan *sedimen grab*. Perangkat lunak yang digunakan untuk pemrosesan data meliputi perangkat lunak Echoview 4.0, Microsoft Excel dan ArcGIS 10.5.

Tabel 1. Spesifikasi SIMRAD EK15

Parameter	Keterangan
Spesifikasi alat:	
Tipe transduser	Single beam
Frekuensi	200 kHz
Ping rate	>40 Hz
Durasi pulsa	80 – 1240 $\mu$ s
Lebar beam	26°
Output power	45 W
Pengoperasian alat:	
Kecepatan suara	1512,68 m/s (lokasi 1) 1545,87 m/s (lokasi 2 dan 3)
Panjang pulsa suara	0.16 ms
Koefisien absorpsi	0.01895 dB/m (lokasi 1) 0.05133 dB/m (lokasi 2 dan 3)
Transduser gain	14.2 dB



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Perekaman data akustik dilakukan menggunakan instrumen hidroakustik sistem bim

tunggal SIMRAD EK15 yang dioperasikan pada tiap stasiun penelitian. Perekaman data akustik dilakukan secara stasioner pada kondisi kapal dalam keadaan diam selama 5 sampai 10 menit. Pengambilan contoh diusahakan tepat berada di bawah *transducer* menggunakan *sedimen grab* (20 x 20 cm) yang kemudian contoh substrat dasar perairan tersebut disimpan dalam kantong plastik untuk dianalisis lebih lanjut. Tekstur substrat dan densitas dari substrat tersebut akan digunakan sebagai data *in situ* sekaligus sebagai data pembanding dari hasil data perekaman akustik.

Nilai *acoustic backscattering volume* ( $S_v$ ) diekstrak menggunakan perangkat lunak Echoview 4.0. Data pantulan akustik dasar perairan yang diperoleh terdiri dari data pantulan pertama (E1) dan pantulan kedua (E2). Proses membedakan echo pantulan akustik dari beberapa tipe dasar perairan dilakukan dengan mengkuantifikasi sinyal echo yang diperoleh untuk menghasilkan suatu data berdasarkan nilai rata-rata pantulan akustik dasar perairan. Dalam penelitian ini, nilai pantulan dasar perairan yang digunakan adalah nilai E1. Nilai E1 diolah menggunakan

*threshold* minimal -50.00 dB dan maksimum 0 dB. Satuan dasar pencuplikan (*Elementary Sampling Distance Unit, ESDU*) yang digunakan pada proses pengolahan data untuk mengetahui nilai pantulan akustik dasar perairan adalah 100 ping. Ketebalan integrasi nilai E1 sebesar 0.2 meter yang disesuaikan dengan ketebalan pengambilan contoh substrat dasar perairan. Prinsip dasar perhitungan nilai  $S_v$  sebagai berikut (Johanesson and Mitson, 1983):

$$S_v \text{ [dB]} = 10 \log \frac{I_r}{I_i}$$

Dimana  $I_r$  adalah energi hambur balik dari satuan volume objek pada jarak 1 meter, sedangkan  $I_i$  adalah energi yang mengenai objek.

*Surface backscattering strength* ( $SS$ ) merupakan model yang dikembangkan untuk mengetahui nilai hambur balik dari permukaan dasar perairan. Berdasarkan persamaan dari Manik *et al.*, (2006) bahwa nilai  $S_v$  diperoleh dengan menghubungkan nilai *surface backscattering coefficient* ( $S_s$ ) dan *bottom volume backscattering coefficient* ( $S_b$ ) sesuai persamaan:

$$S_v = \frac{S_s \Phi}{\Psi \left(\frac{CT}{2}\right)}$$

Pada puncak echo dasar perairan, nilai integrasi  $\Psi \approx \Phi$  sehingga persamaan diatas menjadi (Manik *et al.*, 2006):

$$S_s = \frac{CT}{2} S_v$$

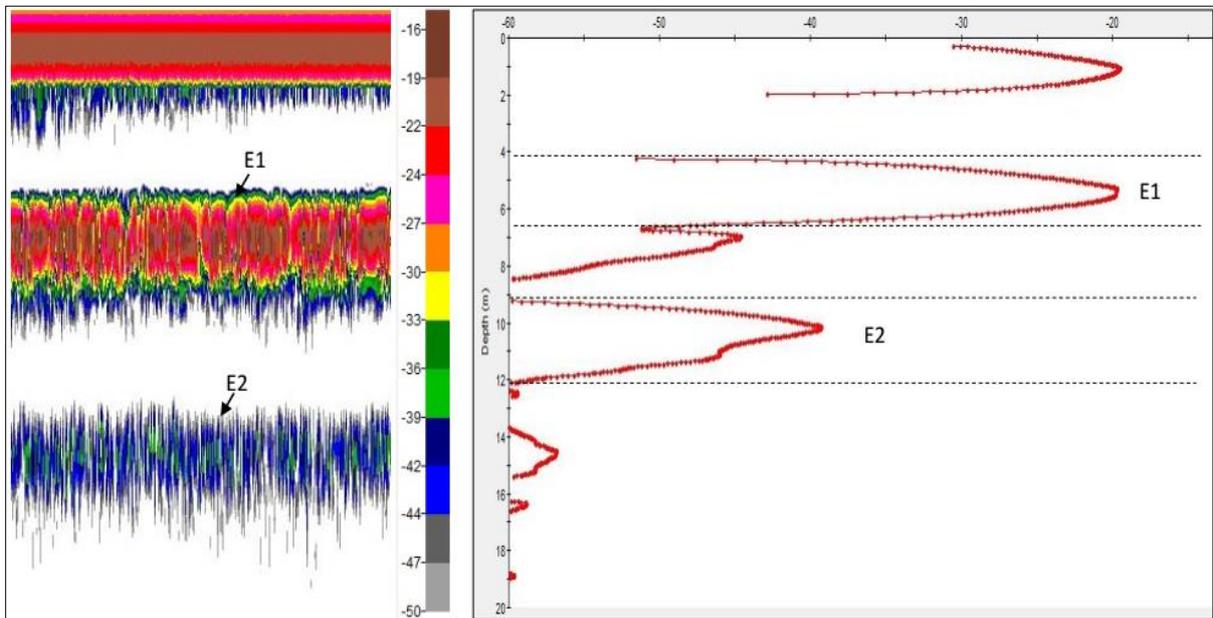
Sehingga diperoleh nilai SS menggunakan persamaan berikut:

$$SS [dB] = 10 \log S_s$$

Dimana,  $\Phi$  adalah *instantaneous equivalent beam angle for surface scattering*,  $\Psi$  adalah *equivalent beam angle for volume scattering*,  $c$  adalah kecepatan suara, dan  $\tau$  adalah panjang pulsa.

### HASIL DAN PEMBAHASAN Deteksi Dasar Perairan Secara Akustik

Setiap pulsa akustik (echo) yang dipancarkan dan dipantulkan oleh target mengandung berbagai informasi. Masing-masing pantulan akan memberikan informasi yang berbeda sesuai dengan bentuk morfologi dasar perairan. Hasil perekaman akustik secara umum dapat ditampilkan dalam bentuk echogram yang mengandung informasi mengenai karakteristik dari target yang terdeteksi dan berguna untuk klasifikasi dasar perairan (Preston *et al.*, 2000). Echogram merupakan tampilan grafis rekaman yang dihasilkan oleh echosounder, sebagai fungsi waktu, kekuatan echo dan waktu yang dibutuhkan echo untuk kembali. Skala warna pada echogram menunjukkan sebaran nilai pantulan balik akustik target yang terkandung dalam *echogram* yang diperoleh dari *raw data* yang terekam. Gambar 2 berikut merupakan tampilan echogram hasil perekaman akustik yang diolah menggunakan echoview 4.0.



Gambar 2. Hasil perekaman data akustik; tampilan echogram substrat pasir (kiri) dan grafik energi hambur balik substrat pasir pada ping 185 (kanan)

Berdasarkan echo pantulan akustik yang terekam oleh transduser pada Gambar 2, terlihat adanya pola perambatan sinyal akustik yang menggambarkan adanya pantulan yang berasal dari dasar perairan yang berupa E1 dan E2 dari setiap target. Nilai piksel yang tinggi akan menunjukkan pemantulan dari target yang keras, sedangkan yang rendah merupakan pengembalian yang lemah dan membelokkan sinyal untuk target yang halus atau lembut. E1 merupakan gema yang berasal dari dasar

perairan yang langsung diterima transduser, sedangkan E2 merupakan gema yang berasal dari dasar perairan kemudian kembali ke transduser tetapi dipantulkan oleh permukaan perairan atau kapal dan kembali ke dasar perairan dan kemudian dipantulkan kembali lagi ke transduser (Penrose *et al.*, 2005). Keras atau lunaknya dasar perairan akan memberikan pengaruh terhadap intensitas pantulan yang dikembalikan. Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai E1 lebih tinggi dari nilai

E2. Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain berkurangnya energi pantulan karena pengaruh jarak, penyerapan energi oleh medium serta penyebaran energi pada medium. E1 terbentuk dari satu kali pantulan sedangkan E2 dapat terbentuk lebih dari satu kali pantulan (permukaan perairan dan dasar perairan) sehingga menyebabkan kehilangan energi lebih banyak akibat absorpsi.

### Surface Backscattering Strength Dasar Perairan

*Surface backscattering strength* (SS) merupakan perbandingan antara kekuatan intensitas suara yang dipantulkan dengan intensitas suara yang mengenai permukaan dasar perairan. Nilai SS diperoleh dari puncak nilai echo pantulan permukaan dasar perairan. Tabel 2 berikut menyajikan hasil kuantifikasi nilai SS substrat dasar perairan berupa pasir dan lumpur.

Tabel 2. Nilai rata-rata *surface backscattering strength* pasir dan lumpur pada stasiun penelitian

Stasiun	Lokasi	Kedalaman (m)	SV (dB)	SS (dB)	Tipe substrat
1	Muara Tami	5.3	-35.99	-45.16	Lumpur
2	Muara Tami	18.2	-37.49	-46.66	Lumpur
3	Muara Tami	12.5	-37.81	-46.98	Lumpur
4	Muara Tami	8.9	-37.73	-46.90	Lumpur
5	Muara Tami	5.5	-37.44	-46.61	Lumpur
6	Enggros	6.1	-28.12	-37.19	Pasir halus
7	Enggros	4.5	-28.40	-37.48	Pasir halus
8	Pulau Kosong	4.3	-27.36	-36.44	Pasir
9	Pulau Kosong	4.6	-27.96	-36.03	Pasir
10	Pulau Kosong	7.8	-28.02	-37.10	Pasir

Berdasarkan Tabel 2 diatas diketahui bahwa nilai SS lebih rendah dibandingkan nilai SV. Hal ini disebabkan karena nilai SS merupakan nilai pantulan akustik dari permukaan dasar perairan saja, sedangkan SV merupakan nilai pantulan dasar perairan mulai permukaan sampai kedalaman 0,2 meter (tergantung pada kedalaman integrasi). Perbedaan selisih nilai SV dan SS pada lokasi 1 (-9.17 dB) dengan lokasi lainnya (-9.08 dB) disebabkan oleh kondisi oseanografi perairan tersebut, seperti suhu perairan, salinitas dan pH yang digunakan sebagai parameter kalibrasi dan akan berpengaruh terhadap cepat rambat kecepatan suara dan koefisien absorpsi perairan. Dari Tabel 2 bahwa terdapat perbedaan antara intensitas nilai SS yang dihasilkan oleh substrat dasar perairan pasir dan lumpur, begitupun antara pasir halus dengan pasir yang agak kasar. Hal ini menandakan bahwa tingginya tingkat penetrasi dan pantulan (*refleksi*) dasar perairan juga dipengaruhi oleh jenis sedimen. Keras atau lunaknya dasar perairan akan memberikan pengaruh terhadap intensitas pantulan yang dikembalikan, dimana dasar perairan yang keras memiliki pantulan yang lebih besar dari dasar perairan yang halus dan seterusnya (Siwabessy, 2001; Hamilton, 2001). Selain itu, permukaan dasar perairan yang kasar akan menyebabkan gema meluruh secara perlahan, sementara permukaan yang rata akan menyebabkan gema meluruh secara cepat (Boulton and Wyness, 2001).

Perbedaan ukuran butiran pasir atau substrat dasar perairan lainnya juga akan mempengaruhi intensitas nilai SS yang dipantulkan, dimana pasir ukuran butiran yang lebih besar akan memberikan nilai SS yang lebih tinggi dibandingkan pasir yang memiliki ukuran butiran yang lebih kecil. Substrat pasir yang kasar akan memiliki tingkat kekasaran, kekerasan dan ukuran diameter fraksi lebih besar dari pada substrat pasir halus, pasir berlumpur dan lumpur. Secara akustik semakin besar ukuran butir substrat semakin tinggi nilai SS yang terdeteksi. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Pujiyati *et al.*, (2010) dan Ningsih *et al.*, (2013) bahwa ukuran butiran substrat sangat mempengaruhi nilai hambur balik dasar perairan. Semakin besar ukuran butiran umumnya akan semakin besar tingkat kekasaran dan kekerasan dari tipe substrat dasar perairan sehingga dapat menghasilkan energi pantulan akustik yang lebih besar dari tipe substrat dengan ukuran butiran yang lebih kecil.

Hasil penelitian Ningsih *et al.*, (2013) mendapatkan nilai SS pasir berkisar antara -12.97 dB sampai -13.96 dB dan lumpur -19.25 dB sampai -30.87 dB, sedangkan penelitian Bemba (2011), SS pasir adalah -22.67 dB. Perbedaan nilai SS tersebut dengan hasil penelitian ini dapat disebabkan karena penggunaan instrumen dan frekuensi yang berbeda, dimana kedua penelitian tersebut menggunakan echosounder Simrad EY 60

frekuensi 120 kHz. Menurut Chakraborty *et al.*, (2007) bahwa penggunaan dual frekuensi instrumen akustik akan memberikan hasil yang berbeda, frekuensi yang rendah akan memberikan nilai pantulan akustik yang lebih tinggi dibandingkan frekuensi yang tinggi pada dasar perairan yang sama. Faktor lain yang diduga dapat menyebabkan perbedaan nilai SS adalah kondisi perairan tersebut yang meliputi parameter fisik dan kimia perairan serta kondisi dasar perairan. Trend nilai SS substrat dasar perairan pasir dan lumpur hasil penelitian ini tidak berbeda bandingkan dengan beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan, dimana nilai SS substrat dasar perairan pasir selalu lebih tinggi dibandingkan SS dasar perairan lumpur.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara akustik semakin besar ukuran butir substrat semakin tinggi nilai SS yang terdeteksi, dimana nilai SS dasar perairan berupa pasir lebih tinggi dibandingkan SS dasar perairan berupa lumpur. Parameter oseanografi seperti suhu, salinitas dan pH perairan dapat perbengaruh terhadap hasil kuantifikasi nilai SS yang diturunkan dari nilai SV. Nilai SS dasar perairan pasir berkisar antara -37.48 dB sampai -36.03 dB dan SS dasar perairan lumpur berkisar antara -46.98 dB sampai 45.15 dB.

Penulis menyarankan agar dilakukan penelitian dengan menggunakan instrumen atau echosounder multi frekuensi dan penggunaan instrumen yang berbeda pada substrat dasar perairan yang sama, serta kondisi substrat dasar perairan yang lebih bervariasi.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis atas bantuan Hibah Penelitian Kerjasama Antar Perguruan Tinggi Kemenristekdikti Tahun Anggaran 2017. Artikel ini merupakan salah satu bagian dari hasil penelitian Aplikasi Hidroakustik Untuk Pemetaan Substrat Dasar Perairan dan Kaitannya Dengan Pendugaan Sebaran Habitat Ikan Demersal Di Perairan Teluk Yos Sudarso, Jayapura-Papua.

### DAFTAR PUSTAKA

Anderson, J. T., Holliday, D. V., Kloser, R., Reid, D. G., & Simard, Y. (2008). Acoustic seabed classification: current practice and future directions. *ICES Journal of Marine Science*, 65, 1004-1011.

- Bemba, J. (2011). *Identifikasi dan klasifikasi lifeform karang menggunakan metode akustik*. Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Boulton, B., & Wyness, R. (2001). *Annual Report: Sangchal Seabed Mapping Survey*. London: BP.
- Chakraborty, B., Mahale, V., Navelkar, G., Rao, B. R., Prabhudesai, R. G., Ingole, B., & Janakiraman, G. (2007). Acoustic characterization of seafloor habitats on the western continental shelf of India. *ICES Journal of Marine Science*, 64, 551-558
- Hamilton, L. J. (2001). *Acoustics Seabed Classification System*. Fishermans Bend, Victoria (AU): DSTO Aeronautical and Maritime Research Laboratory.
- Hamuna, B., Pujiyati, S., & Hestirianoto, T. (2014). Karakterisasi pantulan akustik karang menggunakan echosounder single beam. *Jurnal Integrasi*, 6(2), 129-133.
- Johannesson, K. A., & Mitson, R. B. (1983). *Fisheries Acoustic A Practical Manual for Acoustic Biomass Estimation*. Roma: FAO Fisheries Technical Paper.
- Manik, H. M., Furusawa, M., & Amakasu, K. (2006). Measurement of sea bottom surface backscattering strength by quantitative echosounder. *Fisheries Science*, 72, 503-512.
- Manik, H. M. (2012). Seabed identification and characterization using sonar. *Advances in acoustics and vibration. Hindawi Publishing Corporation*. Volume 2012, Article ID 532458, 5 pages.
- Ningsih, E. N., Supriyadi, F., & Nurdawati, S. (2013). Pengukuran dan analisis nilai hambur balik akustik untuk klasifikasi dasar perairan Delta Mahakam. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 19(3), 139-146.
- Penrose, J. D, Siwabessy, P. J. W., Gavrilov, A., Parnum, I., Hamilton, L. J., Bickers, A., Brooke, B., Ryan, D. A., & Kennedy, P. (2005). *Acoustics Techniques for Seabed Classification*. Technical Report 32, September 2005. Cooperative Research Centre for Coastal Zone Estuary and Waterway Management.
- Preston, J. M, Rosenberger, A., & Collins, W. T. (2000). Bottom classification in very shallow water. In *OCEANS 2000 MTS/IEEE Conference and Exhibition* (pp. 1563-1567).
- Pujiyati, S., Hartati, S., & Priyono, W. (2010). Efek ukuran butiran, kekasaran, dan kekerasan dasar perairan terhadap nilai hambur balik hasil deteksi hidroakustik.

*Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 2(1), 59-67.

Siwabessy, P. J. W. (2001). *An investigation of the relationship between seabed type and benthic and benthic-pelagic biota using acoustic techniques*. The Curtin University of Technology, Australia.

Urick, R. J. (1983). *Principles of Underwater Sound*. 3<sup>rd</sup> edition. New York (US): McGraw-Hill Publishing.