

**PENGUKURAN NILAI *ACOUSTIC BACKSCATTERING*
STRENGTH BERBAGAI TIPE SUBSTRAT DASAR PERAIRAN
ARAFURA DENGAN INSTRUMEN SIMRAD EK60**

ROHANIPAH IRFANIA

SKRIPSI



**DEPARTEMEN ILMU DAN TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2009**

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul

PENGUKURAN NILAI *ACOUSTIC BACKSCATTERING STRENGTH* BERBAGAI TIPE SUBSTRAT DASAR PERAIRAN ARAFURA DENGAN INSTRUMEN SIMRAD EK60

adalah benar merupakan hasil karya sendiri dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Semua sumber data dan informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka dibagian akhir Skripsi ini.

Bogor, Agustus 2009

ROHANIPAH IRFANIA

C54053025

RINGKASAN

ROHANIPAH IRFANIA. Pengukuran Nilai *Acoustic Backscattering Strength* Berbagai Tipe Substrat Dasar Perairan Arafura Dengan Instrumen SIMRAD EK60. Dibimbing oleh HENRY M. MANIK dan SRI PUJIYATI

Pada umumnya pengambilan data dasar perairan menggunakan *grab* yang memiliki banyak kendala, misalnya hanya dapat dipergunakan dalam wilayah yang terbatas dan dangkal dengan waktu yang lama, untuk itu perlu diupayakan metode yang mampu mendeteksi kondisi dasar laut secara cepat dan tepat. Metode hidroakustik merupakan metode yang mampu mendapatkan informasi mengenai tipe dasar perairan dengan menggunakan *echosounder*. Di samping dapat mengetahui informasi mengenai tipe dasar perairan, metode hidroakustik dapat diaplikasikan dalam pemetaan kedalaman perairan atau batimetri. Tujuan penelitian ini adalah mengukur nilai *volume backscattering strength (SV)* dan nilai *surface backscattering strength (SS)* berbagai tipe dasar perairan di Perairan Arafura dengan menggunakan instrumen hidroakustik SIMRAD EK60 dengan frekuensi 120 kHz.

Penelitian ini dilakukan pada koordinat $5^{\circ} - 8^{\circ}$ LS dan $133^{\circ} - 138^{\circ}$ BT, pada bulan November 2006 di Perairan Arafura dengan kedalaman sekitar 3 – 82 meter. Data yang digunakan milik Balai Riset Perikanan Laut (BRPL) Departemen Kelautan dan Perikanan (DKP). Akuisisi data akustik menggunakan SIMRAD EK60. Pengolahan data akustik di Perairan Arafura menggunakan perangkat lunak Matlab v.7.0.1 dengan listing program Rick Towler. Pengolahan data kedalaman untuk mendapatkan informasi mengenai peta batimetri dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Echoview 4*. Terdapat 94 stasiun data akustik, ada 58 data *grab* atau data substratnya.

Hasil analisis besar butir yang dilakukan oleh pihak BRPL DKP terdapat empat jenis tipe substrat yaitu berpasir (13 stasiun), pasir berlumpur (22 stasiun), lumpur berpasir (11 stasiun), dan lumpur (12 stasiun). Pengelompokan klasifikasi ini berdasarkan komposisi substrat di setiap stasiun.

Klasifikasi tipe dasar perairan dapat dilihat juga dari nilai *backscattering* atau nilai *SV* dan *SS*. Nilai *backscattering* terbesar dimiliki oleh tipe substrat pasir dan pasir berlumpur, dengan nilai *SV* pasir (-13,72 dB sampai -19,53 dB) dan nilai *SS* pasir (-17,74 dB sampai -23,56 dB), nilai *SV* pasir berlumpur (-12,90 dB sampai -21,83 dB) dan nilai *SS* pasir berlumpur (-16,93 dB sampai -25,86 dB).

Nilai *backscattering* terkecil dimiliki oleh tipe substrat lumpur berpasir dan lumpur, dengan nilai *SV* lumpur berpasir (-15,50 dB sampai -22,28 dB) dan nilai *SS* lumpur berpasir (-19,52 dB sampai -26,31 dB), nilai *SV* lumpur (-18,15 dB sampai -25,48 dB) dan nilai *SS* lumpur (-22,17 dB sampai -29,50 dB). Pasir dan pasir berlumpur memiliki nilai *SV* dan *SS* yang besar. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa tipe substrat pasir dan pasir berlumpur memiliki nilai *SV* dan *SS* yang besar.

© Hak cipta milik Rohanipah Irfania, tahun 2009
Hak cipta dilindungi

Dilarang mengutip dan memperbanyak tanpa izin tertulis dari
Institut Pertanian Bogor, sebagian atau seluruhnya dalam
bentuk apapun, baik cetak, *fotocopy*, *microfilm*, dan sebagainya

**PENGUKURAN NILAI *ACOUSTIC BACKSCATTERING*
STRENGTH BERBAGAI TIPE SUBSTRAT DASAR PERAIRAN
ARAFURA DENGAN INSTRUMEN SIMRAD EK60**

Oleh :

ROHANIPAH IRFANIA

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Ilmu Kelautan
Pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Institut Pertanian Bogor

SKRIPSI

**DEPARTEMEN ILMU DAN TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2009**

Judul Skripsi : **PENGUKURAN NILAI *ACOUSTIC BACKSCATTERING STRENGTH* BERBAGAI TIPE SUBSTRAT DASAR PERAIRAN ARAFURA DENGAN INSTRUMEN SIMRAD EK60**

Nama Mahasiswa : Rohanipah Irfania

Nomor Pokok : C54053025

Departemen : Ilmu dan Teknologi Kelautan

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Pembimbing II

Dr.Ir. Henry M. Manik, M.T
NIP. 19701229 199703 1 008

Dr. Ir. Sri Pujiyati, M.Si
NIP. 19671021 199203 2 002

Mengetahui,

Ketua Departemen,

Prof. Dr. Ir. Setyo Budi Susilo, M.Sc
NIP. 19580909 198303 1 003

Tanggal lulus : 11 Agustus 2009

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas semua rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Tidak lupa Rasul tercinta Nabi Muhammad S.A.W yang telah menjadi panutan dan tauladan umat islam. Skripsi yang berjudul **Pengukuran Nilai *Acoustic Backscattering Strength* Berbagai Tipe Substrat Dasar Perairan Arafura Dengan Instrumen SIMRAD EK60** diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.

Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orangtua, A Chandra, A Irwan, A Charlie, Winani dan Lusie serta semua keluarga besar Penulis yang tak henti-hentinya mendoakan dan memotivasi,
2. Dr. Ir. Henry M. Manik, M.T dan Ibu Dr. Ir. Sri Pujiyati, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah membantu dalam proses penyelesaian skripsi dan memberikan masukan yang berarti bagi Penulis,
3. Balai Riset Perikanan Laut (BRPL) yang telah membantu dalam perolehan dan pengolahan data,
4. Dr. Ir. I Nyoman Arnaya M.Sc selaku dosen penguji dan Dr. Ir. Jonson L Gaol M.Sc selaku dosen penguji komisi pendidikan ITK,
5. Dr. Ir James Parlindungan Panjaitan selaku Pembimbing Akademik
6. Seluruh dosen dan staf penunjang Departemen ITK
7. Syahrul purnawan M.Si, Obed agtapura S.Pi, Roshyana Wahyu NJ, Amylia Yarshinta, Yosep Riantoro, Erwin Maulana, Steven Syahrinaldi,

Iqbal Suhaemi Gultom, Martiwi Diah Setiawati, Santi Oktavia, Nofaria
Simbolon,

8. Teman-teman ITK 42, seluruh warga ITK dan semua pihak yang telah membantu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi Penulis dan semua pihak.

Bogor, Agustus 2009

ROHANIPAH IRFANIA

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pada umumnya pengambilan data dasar perairan menggunakan *grab* yang memiliki banyak kendala, misalnya hanya dapat dipergunakan dalam wilayah yang terbatas dan dangkal dengan waktu yang lama, untuk itu perlu diupayakan metode lain yang dapat memberikan informasi dasar laut.

Metode hidroakustik merupakan metode yang mampu mendapatkan informasi mengenai tipe dasar perairan dengan menggunakan *echosounder*. Di samping dapat mengetahui informasi mengenai tipe dasar perairan, metode hidroakustik dapat diaplikasikan dalam pemetaan kedalaman perairan atau batimetri.

Penelitian-penelitian yang pernah dilakukan dengan menggunakan hidroakustik sangat membantu dalam bidang perikanan dan kelautan. Misalnya seperti penelitian yang dilakukan oleh Pujiyati (2008) mengenai pendekatan metode hidroakustik untuk analisis keterkaitan antara tipe substrat dasar perairan dengan komunitas ikan demersal.

Laut Arafura dengan tingkat kesuburan yang tinggi dan memiliki potensi cukup besar dalam bidang perikanan, sehingga memiliki daya tarik tersendiri untuk dikaji. Tingkat kesuburan dan potensi yang ada tidak terlepas dari faktor yang mempengaruhinya seperti biota yang hidup di dasar perairan, struktur sedimen dan jenis atau tipe dasar laut, sehingga untuk mencapai tujuan tersebut informasi kuantitatif dasar laut sangat penting untuk diketahui.

Penelitian ini memberikan informasi kuantitatif mengenai nilai *backscattering* dari berbagai tipe dasar perairan yang dikenal dalam bidang akustik kelautan yaitu nilai *volume backscattering strength* dan nilai *surface backscattering strength*.

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah mengukur nilai *volume backscattering strength* (*SV*) dan nilai *surface backscattering strength* (*SS*) berbagai tipe substrat dasar perairan di Perairan Arafura dengan menggunakan instrumen hidroakustik SIMRAD EK60.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Dasar Laut Arafura merupakan paparan yang sangat luas. Menurut Nontji (1987), paparan Arafura (diberi nama oleh Krummel, 1897) ini terdiri dari tiga bagian yaitu Paparan Arafura, Paparan Rowley dan Paparan Sahul atau Paparan Australia Utara. Dalam pemakaian istilah di atas para ahli sering memakai nama Paparan Sahul untuk seluruh Paparan tersebut. Luas seluruh wilayah Paparan adalah 1.5 juta km² yang terdiri dari atas Paparan Arafura 930.000 km² dan paparan Sahul serta Paparan Rowley masing-masing 300.000 km².

Paparan Arafura memiliki kedalaman 30-100 m terdiri dari Kepulauan Aru, yang terdiri dari lima pulau dan masing-masing dipisahkan oleh selat-selat sempit, seperti sungai dengan dasar laut yang lebih dalam dari dasar Paparan sekitarnya. Sebuah punggung yang tidak terlampau jelas terdapat memanjang mulai dari Kepulauan Aru ke arah timur yang dikenal sebagai Punggung Merauke (Nontji, 1987).

Pada zaman Plistosin, ketika permukaan laut masih rendah Kepulauan Aru menyatu dengan daratan Irian, tetapi antara Kepulauan Aru dengan Kepulauan Kai tidak pernah ada hubungan semacam itu meskipun jaraknya lebih dekat. Ini dikarenakan di antara kedua kepulauan itu terdapat penghalang berupa cekungan Aru yang dalamnya lebih 3.000 m (Nontji, 1987).

Penelitian yang pernah dilakukan di Laut Arafura menunjukkan bahwa air naik di Laut Banda bisa meluas sampai ke tepian Paparan Arafura. Ini terlihat dari beberapa pertanda misalnya turunnya suhu permukaan yang dibarengi dengan

salinitas dan fosfat yang tinggi serta kandungan oksigen yang rendah yang bisa diamati pada Musim Timur (Nontji, 1987).

2.2 Sistem Akustik Bim Terbagi (*Split Beam Acoustic System*)

Bim terbagi (*Split beam*) merupakan metode baru yang dikembangkan untuk memperbaiki kelemahan-kelemahan dari metode sebelumnya seperti sistem akustik bim tunggal (*Single beam*) dan sistem akustik bim ganda (*Dual beam*).

Perbedaan *split beam* dengan metode sebelumnya terdapat pada konstruksi *transducer* yang digunakan, dimana pada *echosounder* ini *transducer* dalam empat kuadran. Menurut Simrad (1993), pada prinsipnya *transducer split beam* terdiri dari empat kuadran yaitu *Fore* (bagian depan), *Aft* (buritan kapal), *Port* (sisi kiri kapal), dan *Starboard* (sisi kanan kapal).

Sistem akustik bim terbagi modern memiliki fungsi *Time Varied Gain* (*TVG*) di dalam sistem perolehan data akustik yang berfungsi secara otomatis untuk mengeliminir pengaruh *R* (*range = depth*) dan meminimalisasi pengaruh atenuasi yang disebabkan oleh frekuensi suara yang dikirim, medium yang digunakan, dan resistansi dari medium yang digunakan maupun absorpsi suara ketika merambat dalam air.

Sistem ini menggunakan *transducer* dimana *beam* yang terbentuk memiliki empat kuadran, dimana ke empat *beam* memiliki frekuensi yang sama. Pengiriman sinyal akustik menggunakan *full beam* namun penerimaan sinyal akustik secara terpisah.

Peralatan hidroakustik memiliki berbagai tipe di antaranya *echosounder split beam* SIMRAD EK60 yang merupakan *scientific echosounder* modern.

SIMRAD EK60 mempunyai beberapa keistimewaan dibandingkan dengan *echosounder* lainnya, yaitu (Simrad, 1993) :

1. Sistem lebih fleksibel dan mudah digunakan
2. Menu pemakai dan fungsi sistem menggunakan *mouse* sedangkan input data menggunakan *keyboard*
3. Sistem *hard disk* dapat menyimpan data mentah dan data hasil olahan
4. Tampilan EK60 dibuat dengan menyesuaikan dengan cara kerja *Microsoft Windows* sehingga lebih mudah
5. Data *output* dalam bentuk kertas echogram dapat dikurangi karena data yang tidak terproses tersimpan secara langsung ke *hard disk*

Deskripsi detail tentang EK60 meliputi : frekuensi *beam* terbagi *transducer* tersedia dari 12~710 kHz, dapat berhubungan dengan sensor lain seperti navigasi (GPS), *motion*, sensor *twal input*, *datagram output* dan *remote control*. *General Purpose Transceiver* (GPT) terdiri dari *transmitter* dan *receiver* elektronika dimana *receiver* didesain memiliki kepekaan rendah terhadap *noise* dan memerlukan *dynamic amplitude range* sebesar 160 dB, kabel *ethernet* antara GPT dengan komputer bisa lebih dari 100 m, mayoritas fungsi-fungsi pada *echosounder* berhubungan dengan *software* dimana penerapan algoritma pendeteksian dasar berbeda-beda untuk setiap frekuensi yang dipakai (Simrad, 1993).

2.3 Sedimen Dasar Laut

Sedimen adalah kerak bumi (*regolith*) yang ditransportasikan melalui proses hidrologi dari suatu tempat ke tempat yang lain, baik secara vertikal maupun secara horizontal. Seluruh permukaan dasar laut ditutupi oleh partikel-

partikel sedimen yang diendapkan secara perlahan-lahan dalam jangka waktu berjuta-juta tahun (Garrison, 2005).

Ukuran-ukuran partikel sedimen merupakan salah satu cara yang mudah untuk menentukan klasifikasi sedimen. Klasifikasi berdasarkan ukuran partikelnya menurut Wentworth (1922) dalam Dale dan William (1989) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi sedimen berdasarkan ukuran

Jenis Partikel	Diameter Partikel (mm)
<i>Boulder</i> (batu besar)	> 256
<i>Cobble</i> (batu kecil)	64 – 256
<i>Pebble</i> (batu kerikil)	4 – 64
<i>Granule</i> (butir)	2 – 4
<i>Sand</i> (pasir)	0,062 – 2
<i>Silt</i> (Lumpur)	0,004 – 0,062
<i>Clay</i> (tanah liat)	< 0,004

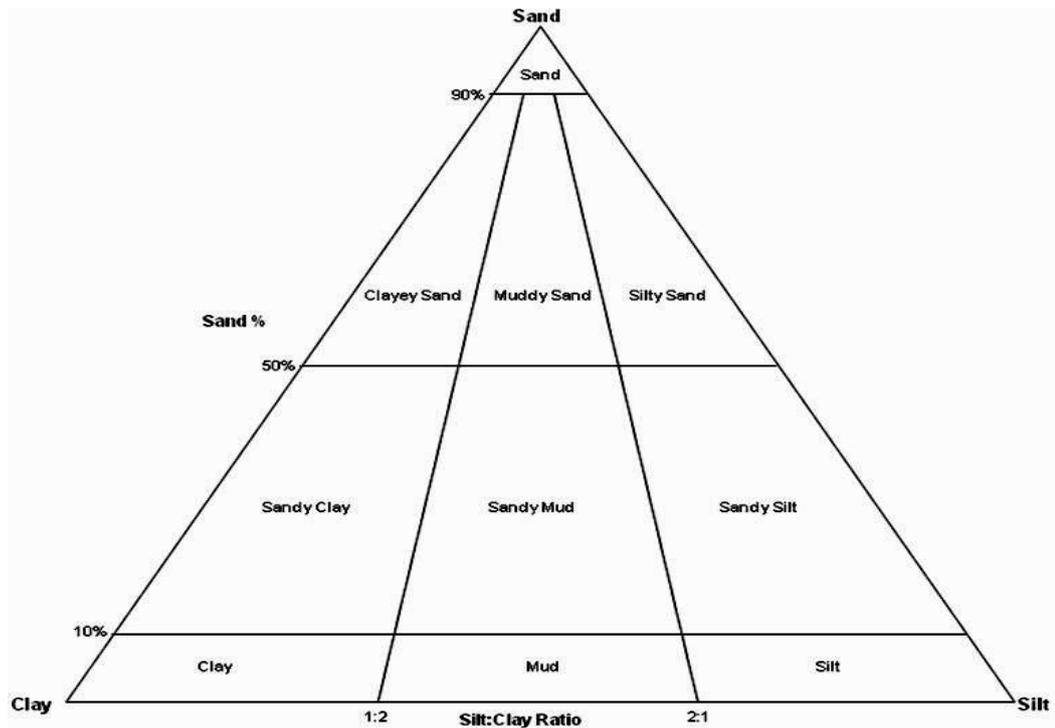
Sumber : Dale dan William (1989)

Chester (1993) membagi sedimen menjadi 2 kelompok yaitu:

- (1) *Nearshore sediment*, sebagian besar endapan sedimen berada di dasar laut yang dipengaruhi kuat oleh kedekatannya dengan daratan sehingga mengakibatkan kondisi fisika kimia dan biologi di sedimen ini lebih bervariasi dibandingkan dengan sedimen laut dalam.
- (2) *Deep-sea sediment*, sebagian besar mengendap di perairan dalam di atas 500 m dan banyak faktor seperti jauhnya dari daratan, reaksi antara komponen terlarut dalam kolom perairan serta hadirnya biomassa khusus yang mendominasi lingkungan laut dalam yang menyebabkan sedimen

ini merupakan habitat yang unik di planet dan memiliki karakteristik yang sangat berbeda dengan daerah dekat tepi laut.

Klasifikasi sedimen dapat dilakukan dengan menggunakan diagram pasir, lumpur dan tanah liat seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram *Sand, Silt and Clay* (Blott dan Kenneth, 2001)

Karakteristik sedimen dapat menentukan morfologi fungsional, tingkah laku dan kendali terhadap distribusi hewan bentos. Adaptasi terhadap tipe substrat akan menentukan morfologi, cara makan dan adaptasi fisiologi organisme terhadap suhu, salinitas dan faktor kimia lainnya (Hutabarat dan Stewart, 2000).

2.4 *Acoustic Backscattering Dasar Laut*

Jackson *et al.* (1986) menjelaskan bahwa terdapat faktor dependensi yang lemah dari nilai *backscattering* yang dihasilkan terhadap sedimen yang relatif

halus. Stanic *et al.* (1989) mengatakan dimana nilai *backscattering* yang dihasilkan dari empat tipe sedimen: lumpur, pasir, kerikil dan batu menunjukkan korelasi dengan ukuran butiran. Pemodelan akustik yang lebih lanjut diperlukan guna mendapatkan hubungan antara sifat-sifat fisik sedimen dan sifat-sifat akustik.

Dasar perairan memiliki karakteristik menghamburkan kembali gelombang suara seperti halnya permukaan perairan atau laut. Namun efek yang dihasilkan lebih kompleks karena sifat dasar laut yang tersusun atas beragam unsur mulai dari bebatuan yang keras hingga lempung yang halus dan tersusun atas lapisan-lapisan yang memiliki komposisi yang berbeda-beda (Urlick, 1983).

Nilai *backscattering* yang diberikan oleh dasar perairan biasanya memiliki intensitas tertentu, namun diperlukan *threshold* agar nilai *backscattering* dari dasar laut yang ingin diamati dapat terekam dengan baik. Orłowski (2007) menyebutkan bahwa batas minimum deteksi (*threshold*) *echo* yang kembali dari dasar perairan adalah -60 dB dengan mengacu pada standar instrumen hidroakustik EY500. *Backscattering* pada dasar berbatu memberikan nilai yang lebih besar dibandingkan dengan dasar berlumpur. Hal ini dijadikan sebagai suatu landasan untuk mengaitkan *backscattering* dari dasar laut terhadap tipe dasar lain, seperti lumpur, lempung, pasir, batu.

Urlick (1983) menjelaskan bahwa pada dasarnya tidak terdapat hubungan yang kuat antara frekuensi yang digunakan dengan nilai *backscattering strength* yang dihasilkan dari dasar laut dengan tipe batu dan pasir berbatu dan pasir yang mengandung cangkang kerang. Hal ini diakibatkan oleh tekstur permukaan dasar yang cenderung lebih kasar sehingga energi suara yang mengenai dasar tersebut

akan terhamburkan. Jenis dasar dan sedimen yang lebih halus, penggunaan frekuensi diatas 10 kHz akan memperlihatkan kecenderungan adanya hubungan antara frekuensi dan jenis dasar perairan.

Pada kasus sedimen berpasir, nilai *backscattering* yang didapatkan cenderung meningkat dengan meningkatnya frekuensi (Greenlaw *et al.* 2004). Penggunaan frekuensi tinggi memberikan nilai *backscattering* yang dominan dihasilkan oleh permukaan sedimen dibandingkan *backscattering* yang diberikan oleh volume sedimen. Pada frekuensi yang lebih rendah nilai *backscattering* yang diperoleh dipengaruhi juga oleh *backscattering* dari volume sedimen (Chakraborty *et al.*, 2007; Mulhearn, 2000).

Manik (2006) menjelaskan bahwa dengan menggunakan nilai *SS*, nilai *backscattering* pasir lebih besar dari pada nilai *SS* pada substrat lumpur dan nilai *SS* meningkat dengan kenaikan diameter partikel dasar laut.

2.5 Klasifikasi Dasar Perairan (*Bottom classification*)

Informasi mengenai tipe dasar, sedimen dan vegetasi perairan secara umum dapat digambarkan pada sinyal *echo* dimana sinyal ini dapat disimpan dan diperoleh secara bersamaan dengan menggunakan data GPS. Sinyal *echo* ini dapat diuraikan sehingga informasi mengenai dasar perairan dapat diproyeksikan ke suatu tabel digital. Dalam verifikasi hasil, sampel fisik dasar perairan harus diobservasi melalui penyelaman atau dengan menggunakan kamera bawah air (*underwater camera*) yang harus direkam bersamaan dengan akuisisi data akustik sehingga pada saat verifikasi kembali data yang ada dapat digunakan untuk membandingkan tipe dasar perairan yang belum diketahui (Burczynski, 2002).

Nilai dari sinyal *echo* selain tergantung dari tipe dasar perairan (khususnya kekasaran dan kekerasan) tetapi tergantung juga dari parameter alat (misalnya frekuensi dan *transducer beamwidth*) (Burczynski, 2002). Oleh karena itu, verifikasi hasil akan sah hanya untuk sistem akustik yang telah digunakan untuk

Kloser verifikasi *et al.* (2001) dan Schlagintweit (1993) mengamati klasifikasi dasar laut dengan frekuensi akustik yang berbeda. Dasar perairan yang memiliki ciri-ciri yang sama, perbedaan indeks kekasaran diamati berdasarkan perbedaan dua frekuensi yang mereka gunakan. Selanjutnya, Schlagintweit (1993) menemukan bahwa perbedaan yang timbul dari frekuensi 40 dan 208 kHz disebabkan oleh perbedaan penetrasi dasar laut berdasarkan frekuensi pada berbagai tipe dasar perairan.

3. METODE PENELITIAN

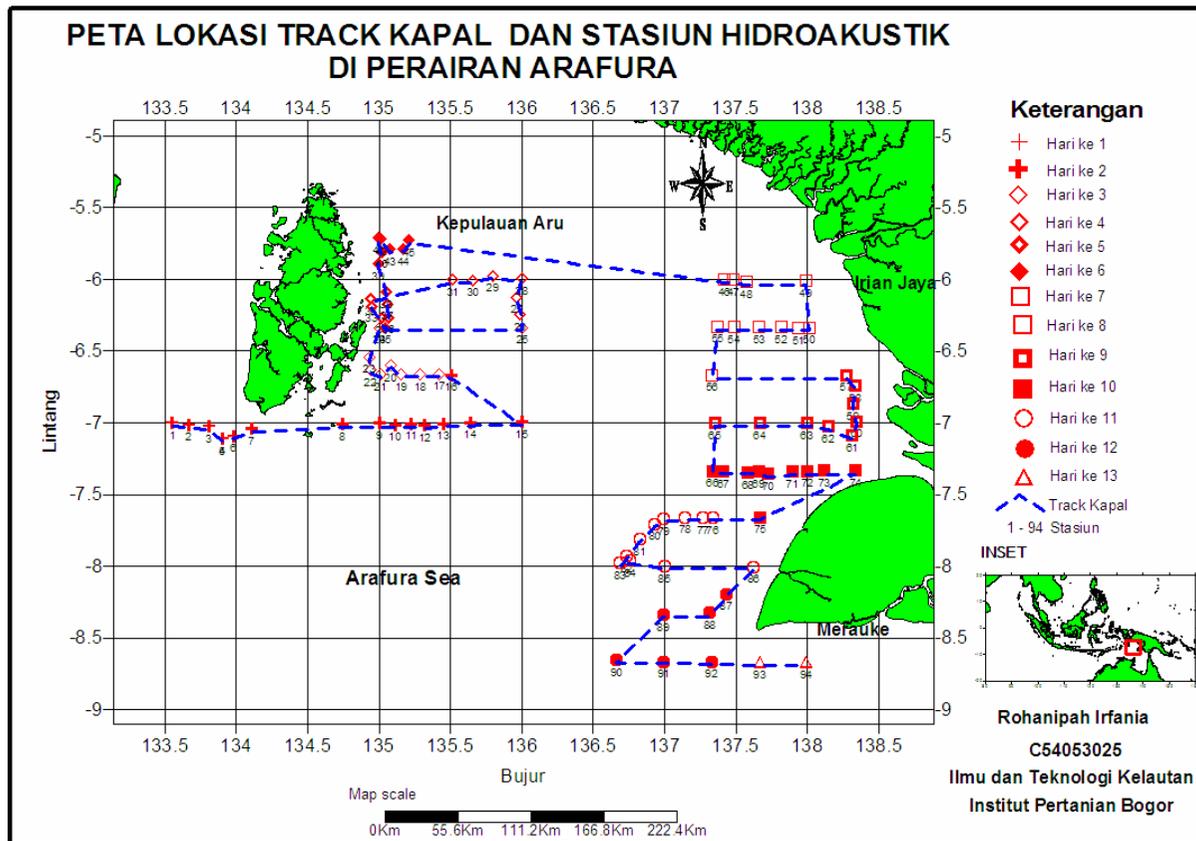
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada koordinat $5^{\circ} - 8^{\circ}$ LS dan $133^{\circ} - 138^{\circ}$ BT (Gambar 2), pada bulan November 2006 di Perairan Laut Arafura, dengan kedalaman sekitar 3 – 82 meter. Data yang digunakan milik Balai Riset Perikanan Laut (BRPL) Departemen Kelautan dan Perikanan (DKP).

Gambar 2 menunjukkan peta lokasi dan lintasan (*track*) hidroakustik. Terdapat 94 stasiun data akustik, ada 58 data grab atau data substratnya. Dalam pengambilan data akustik dilakukan selama 13 hari dengan pola lintasan yang digunakan dalam survei hidroakustik yaitu *systematic parallel transect*.

Pembuatan lintasan (*track*) kapal diolah dengan menggabungkan semua data akustik pada echogram dengan menggunakan perangkat lunak *Echoview 4*. Dari *Echoview 4* diperoleh mengenai lintang, bujur dan nilai kedalamannya. Tampilan peta lokasi serta stasiun hidroakustik dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Surfer 8*.

Pengolahan data akustik dasar perairan dilakukan di Laboratorium Akustik Kelautan, Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK) IPB. Analisis contoh sedimen dilakukan oleh tim BRPL.

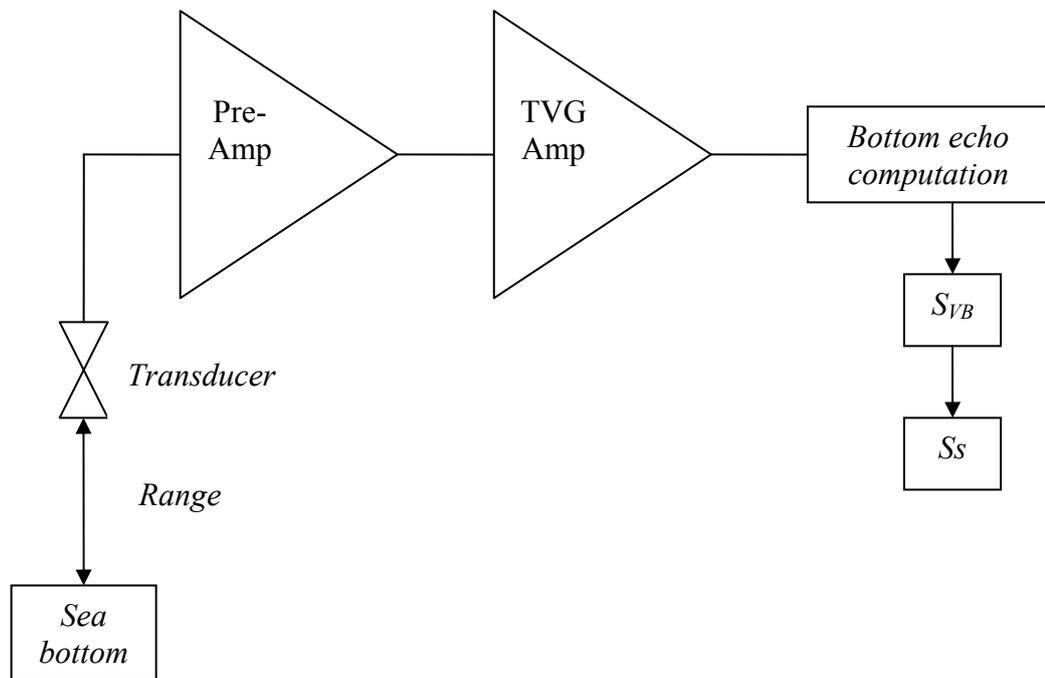


Sumber: Diolah dari Lampiran 1

Gambar 2. Peta Lokasi lintasan Kapal dan Stasiun Hidroakustik di Perairan Arafura

3.2 Akuisisi Data

Secara umum akuisisi data diambil dengan menggunakan instrumen *echosounder* untuk mengukur *bottom acoustic backscattering strength*. Diagram alir akuisisi data ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Simplikasi diagram alir instrumen *echosounder* (Manik, 2006)

Pada saat *transducer* memancarkan gelombang suara mengenai suatu target (dasar perairan) maka gelombang suara akan dihamburkan kembali pada *transducer*. Sinyal gelombang suara yang dihasilkan oleh *transducer* masih lemah, untuk itu perlu diperkuat sebelum diteruskan ke *recorder* atau *display*. Penguatan gelombang suara ini dilakukan oleh *receiver amplifier*. *Receiver amplifier* bersama *TVG amplifier* berfungsi untuk menguatkan sinyal gelombang suara dari faktor *gain* (G). Setelah melalui proses *Time Varied Gain* (*TVG*) maka akan diperoleh *bottom echo computation* yang dapat memberikan informasi mengenai nilai S_{VB} , dari nilai S_{VB} akan diperoleh nilai S_s .

3.3 Pengolahan Data

3.3.1 Batimetri

Proses pengolahan data mentah hidroakustik ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Echoview 4*. Proses pertama yang dilakukan dengan memasukkan faktor koreksi terhadap data yang diperoleh dari *calibration setting* (Tabel 2).

Tabel 2. Parameter yang digunakan dan kalibrasi dari instrumen *echosounder*

Parameter	Nilai
Frekuensi (kHz)	120
Kecepatan Suara (m/s)	1546,55
<i>Transducer gain</i> (dB)	27
<i>Absorption coefficient</i> (dB/m)	0,041803
<i>Pulse length</i> (m/s)	0,512

Proses integrasi dengan perangkat lunak *Echoview 4* menggunakan 100 ping yang berarti satu *Elementary Sampling Distance Unit* (ESDU). Setelah integrasi dan kalibrasi dilakukan, maka untuk mengeluarkan seluruh hasil pada perangkat lunak *Echoview 4* digunakan *Dongle* yang dimiliki BRPL. Hasil yang didapat dalam bentuk excel, data sudah mencakup nilai lintang, bujur dan kedalaman, kemudian diolah pada perangkat lunak *Surfer 8* dan didapat Peta profil batimetri. Diagram alir pengolahan data tertera pada Gambar 3.

3.3.2 SV dan SS menggunakan perangkat lunak Matlab

Nilai *SV* dan nilai *SS* diperoleh dengan menggunakan perangkat lunak Matlab v.7.0.1. Pada perangkat lunak Matlab ini menggunakan program Rick

Towler, *listing* program (Lampiran 2) ini akan didapat nilai SV dasar [dB] dan nilai SS [dB].

Nilai SS diperoleh menggunakan persamaan yang menghubungkan *bottom volume backscattering coefficient* (S_v) dan *surface backscattering coefficient* (ss) (Manik 2006).

$$S_v = \frac{ss\Phi}{\Psi(c\tau/2)} \dots\dots\dots(1)$$

dimana, $\Phi = \text{instantaneous equivalent beam angle for surface scattering}$

$\Psi = \text{equivalent beam angle for volume scattering}$

$c = \text{kecepatan suara}$

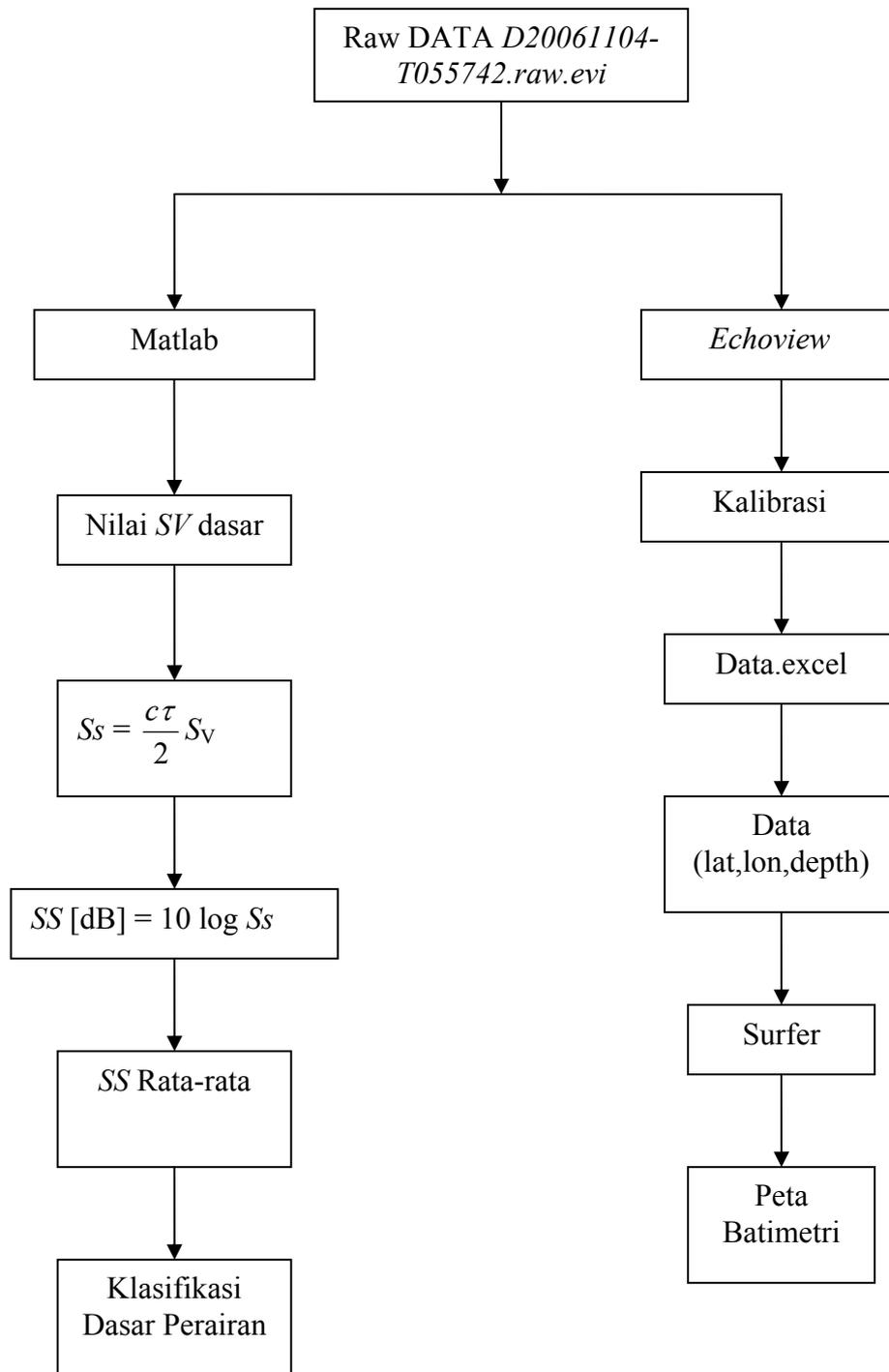
$\tau = \text{pulse length}$

Pada *peak bottom echo*, nilai integrasi $\Psi \approx \Phi$ sehingga persamaan (1) menjadi :

$$ss = (c\tau / 2) S_v \dots\dots\dots(2)$$

$$SS \text{ [dB]} = 10 \log ss \dots\dots\dots(3)$$

Gambar 4 menunjukkan diagram alir pengolahan data yang dimulai dari data mentah (Raw Data) hingga menghasilkan nilai SV dan nilai SS .



Gambar 4. Diagram alir pengolahan data hidroakustik

Dalam pengolahan data digunakan dua perangkat lunak yaitu perangkat lunak *Echoview* 4 dan perangkat lunak Matlab v.7.0.1. Selain nilai *SV* dan nilai *SS*, dihasilkan juga peta kedalaman perairan atau batimetri dan klasifikasi tipe substrat dasar perairan.

3.4 Analisis Data

3.4.1 Analisis Ukuran Butiran

Data analisis ukuran butiran yang diperoleh dari pihak BRPL, dalam bentuk excel kemudian didiskripsikan berdasarkan komposisi dari setiap stasiun berdasarkan masing – masing ukuran butiran. Dalam menghitung nilai rata – rata ukuran butiran dipergunakan rumus sebagai berikut :

$$\frac{\sum \text{ukuran butiran (mm) x berat setiap butiran (gram)}}{\text{Total berat (gram)}} \dots\dots\dots(4)$$

3.4.2 Backscattering strength (SV dan SS)

Hasil *SV* dan *SS* diperoleh dengan menggunakan perangkat lunak Matlab v.7.0.1. Kemudian ditabulasi untuk diverifikasi dengan data *grab*. Data dianalisis menggunakan MINITAB 14 untuk melihat hubungan *SS* dengan kedalaman dan ukuran butiran dengan menggunakan analisis regresi linier sederhana, persamaan umum regresi linier sederhana sebagai berikut (Sugiyono, 2006)

$$y = a + bx \dots\dots\dots(5)$$

dimana, *y* = variabel dependen yang diprediksikan

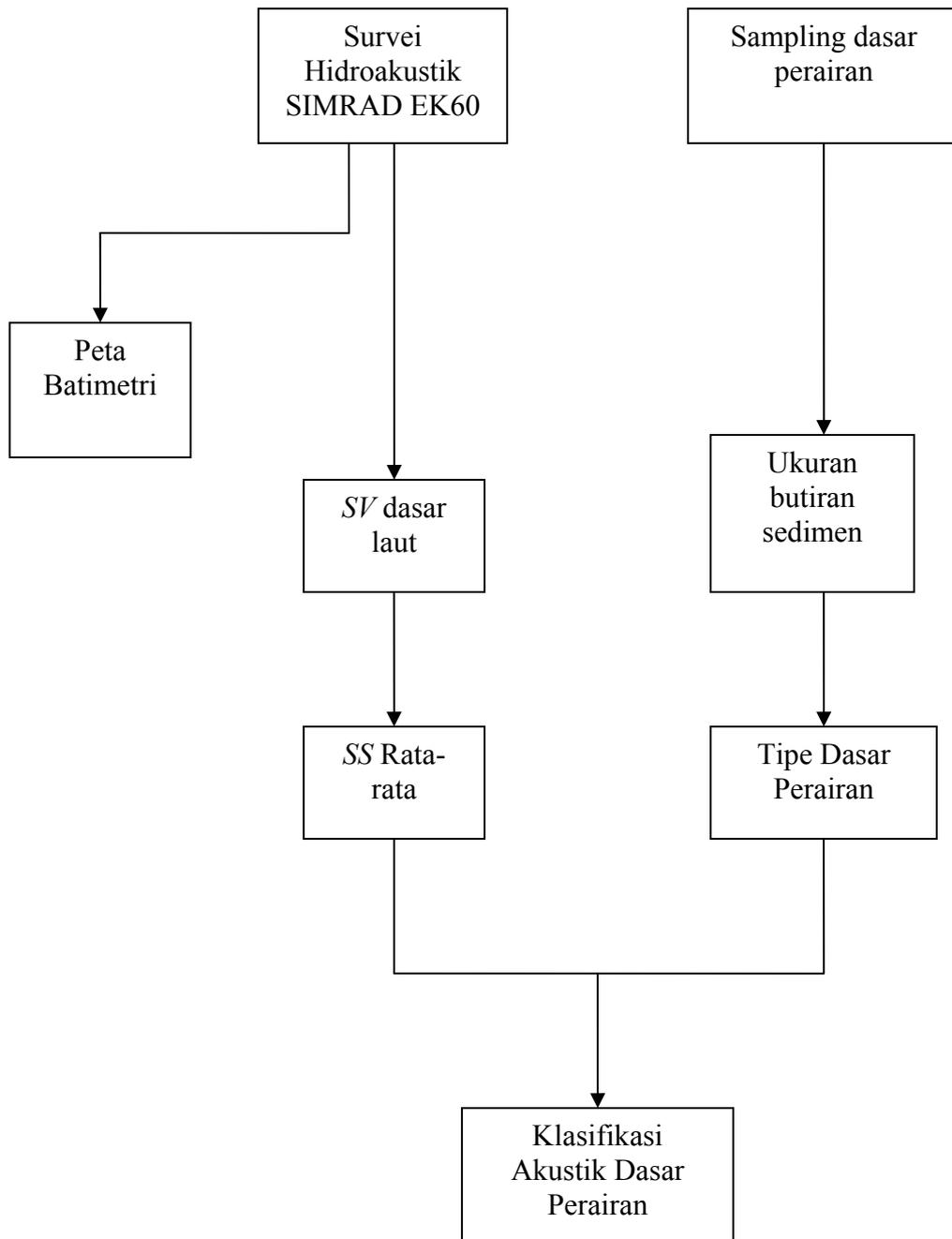
a = harga *y* bila *x* = 0 (harga konstan)

b = koefisien regresi

x = variabel independen

Dalam analisis terlebih dahulu dilakukan uji *Analysis of variance* (Anova) untuk melihat berpengaruh atau tidaknya suatu data dengan komponen yang diinginkan. Dalam hal ini antara nilai *SS* dengan kedalaman dan nilai *SS* dengan ukuran butiran. Adanya pengaruh suatu data dapat dilihat dari nilai *P*, dimana nilai $P < 0,05$ berpengaruh dan $P > 0,05$ tidak berpengaruh. Berapa besar data itu berpengaruh dapat dilihat dari determinasi (R^2), semakin besar nilai R^2 berarti memiliki hubungan yang erat dan semakin kecil nilai R^2 terlihat adanya hubungan namun hubungannya tidak erat.

Survei hidroakustik yang dilakukan dapat memberikan informasi mengenai klasifikasi dasar perairan dan dapat diaplikasikan dalam pemetaan kedalaman perairan atau batimetri. Dalam mendukung data hidroakustik untuk pengklasifikasian tipe substrat maka diperlukan data sampling dasar perairan di daerah tersebut. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir penelitian

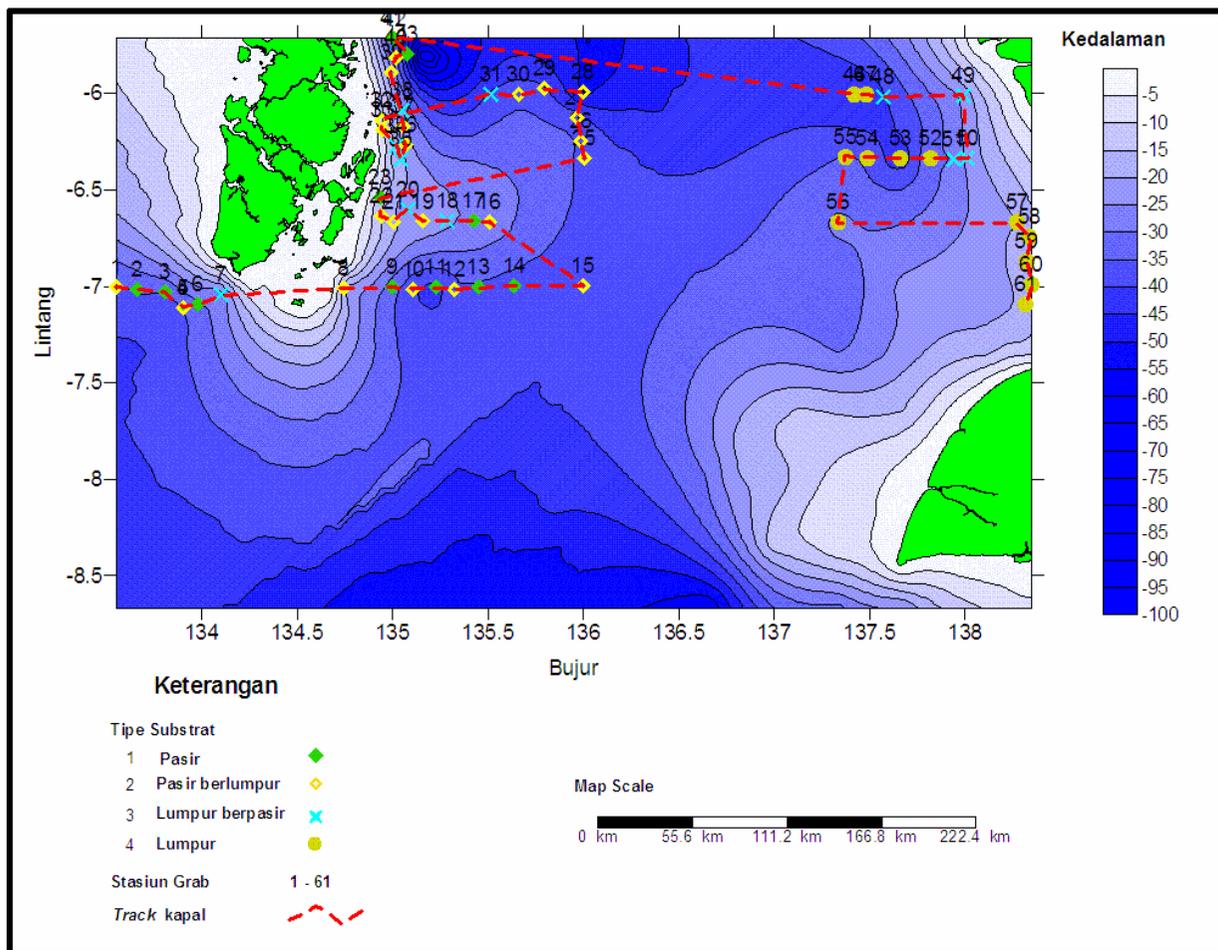
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Profil Peta Batimetri Laut Arafura

Perairan Laut Arafura di lokasi penelitian termasuk ke dalam kategori perairan dangkal dimana kedalaman mencapai 100 meter. Berdasarkan data hidroakustik diperoleh kedalaman perairan berkisar antara 3,92 – 82,56 meter. Posisi terdangkal yaitu 3,95 meter berada pada 8° LS dan 137° BT dan posisi terdalam yaitu 82,56 meter berada pada 5° LS dan 135° BT. Kedalaman perairan yang diperoleh menunjukkan adanya variasi kedalaman yang berbeda untuk setiap posisi lintang dan bujur.

Gambar 6 terlihat ada lima puluh delapan data grab atau data substratnya yang terbagi menjadi empat tipe substrat yaitu pasir (13 stasiun), pasir berlumpur (22 stasiun), lumpur berpasir (11 stasiun) dan lumpur (12 stasiun).

Pada posisi 5° LS dan 134° BT sampai 7° LS dan 133° BT dengan kedalaman berkisar antara 13 meter sampai 46 meter, didominasi oleh tipe substrat pasir. Posisi 5° LS dan 135° BT sampai 7° LS dan 133° BT dengan kedalaman berkisar antara 9 meter sampai 51 meter, didominasi oleh tipe substrat pasir berlumpur. Pada posisi 6° LS dan 137° BT sampai 7° LS dan 138° BT dengan kedalaman berkisar antara 14 meter sampai 43 meter didominasi oleh tipe substrat lumpur. Sedangkan pada posisi 6° LS dan 135° BT sampai 7° LS dan 134° BT dengan kedalaman berkisar antara 16 meter sampai 40 meter, didominasi oleh tipe substrat lumpur berpasir.



Gambar 6. Peta Batimetri Lokasi Penelitian

4.2 Sedimen Dasar Laut

Hasil analisis 58 data substrat terdapat empat jenis tipe substrat yaitu berpasir (13 stasiun), pasir berlumpur (22 stasiun), lumpur berpasir (11 stasiun), dan lumpur (12 stasiun). Pengelompokan atau klasifikasi ini berdasarkan komposisi substrat di setiap stasiun. Peta penyebaran sedimen dapat dilihat pada Gambar 7.

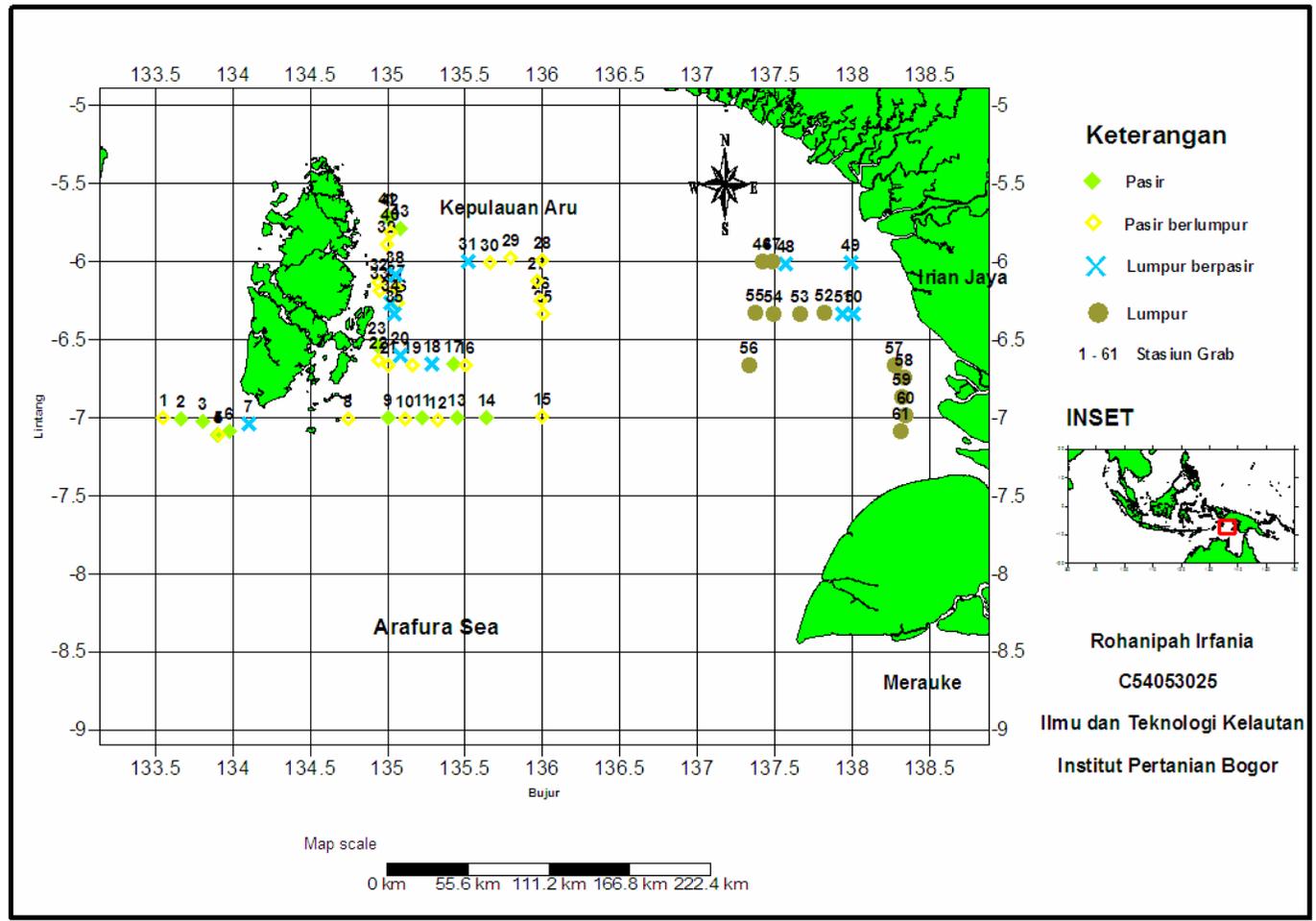
Substrat pasir memiliki komposisi pasir 85 – 98% dari seluruh komposisi substrat, substrat pasir berlumpur memiliki komposisi pasir 49 – 84% dari seluruh komposisi substrat, substrat lumpur berpasir memiliki komposisi pasir 17 – 49% dari seluruh komposisi substrat, dan substrat lumpur memiliki komposisi pasir 0,5- 12% dari seluruh komposisi substrat (Lampiran 2).

Kelompok pasir memiliki komposisi partikel pasir lebih banyak daripada partikel substrat lainnya, pasir berlumpur adalah substrat dengan komposisi terbanyak pasir namun ada sedikit campuran lumpur. Substrat lumpur berpasir adalah substrat dengan komposisi partikel lumpur lebih dominan dengan sedikit pasir dan substrat lumpur memiliki komposisi partikel lumpur lebih banyak dari pada partikel substrat lainnya.

Klasifikasi tipe substrat, pasir, pasir berlumpur, dan lumpur berpasir didasari oleh komposisi partikel yang terkandung dalam substrat. Substrat pasir komposisinya didominasi oleh partikel pasir dengan komposisi pasir 91,8%, substrat pasir berlumpur memiliki komposisi partikel pasir 64,98% dan partikel lumpur 31,77%, substrat lumpur berpasir memiliki komposisi partikel lumpur 59,54% dan pasir 36,40%, dan substrat lumpur komposisinya didominasi oleh partikel lumpur dengan komposisi lumpur 91,4%

Berdasarkan analisis besar butir yang dilakukan BRPL, substrat pasir memiliki kisaran rata-rata ukuran partikel per stasiun $0,117 - 0,486$ mm dengan kedalaman sekitar $13 - 45$ meter pada posisi 5° LS dan 134° BT sampai 7° LS dan 133° BT. Jika dilihat dari kedalamannya, lokasi berada dekat dengan Kepulauan Aru yang mendapat pengaruh arus yang kuat sehingga diameter partikel lebih besar. Substrat pasir berlumpur memiliki kisaran rata-rata ukuran partikel $0,096 - 0,434$ mm dengan kedalaman sekitar $9 - 51$ meter pada posisi 5° LS dan 135° BT sampai 7° LS dan 133° BT .

Substrat lumpur berpasir memiliki kisaran rata-rata ukuran partikel per stasiun $0,059 - 0,225$ mm dengan kedalaman sekitar $16 - 40$ meter pada posisi 6° LS dan 135° BT sampai 7° LS dan 134° BT. Substrat lumpur memiliki kisaran rata-rata ukuran partikel per stasiun $0,053$ sampai $0,118$ mm dengan kedalaman sekitar $14 - 43$ meter pada posisi 6° LS dan 137° BT sampai 7° LS dan 138° BT.

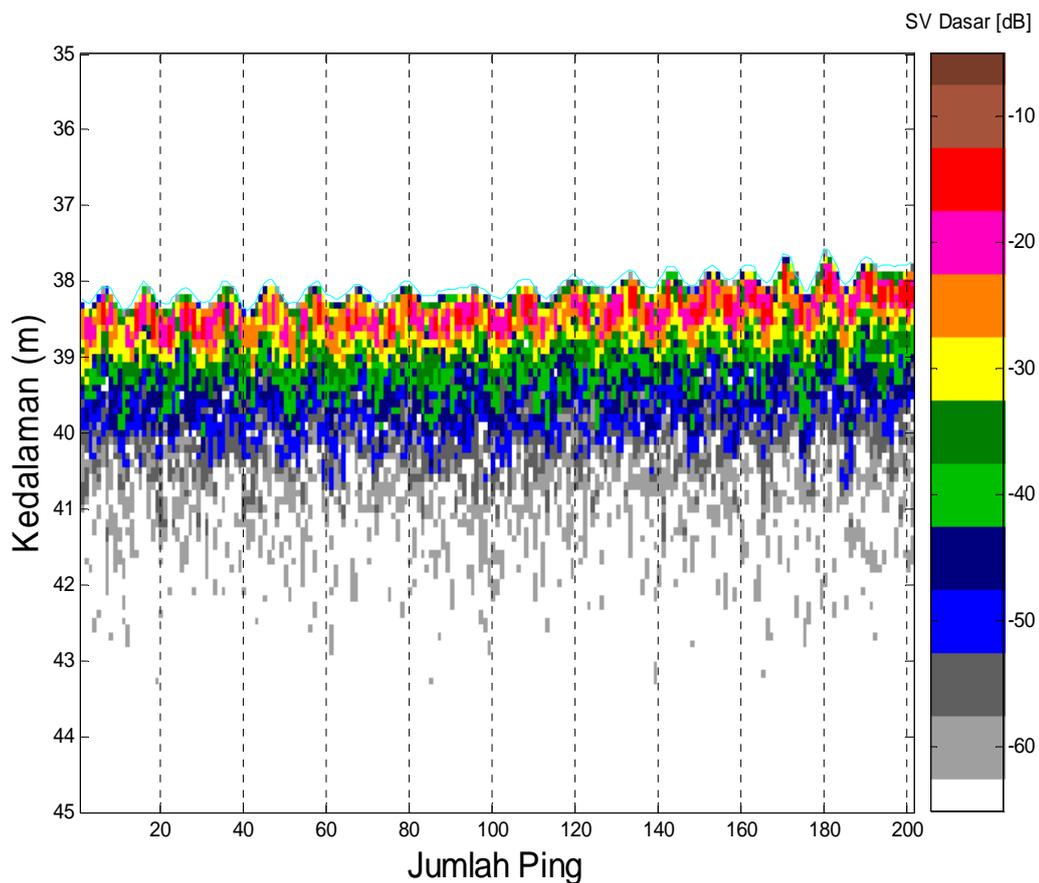


Gambar 7. Peta Penyebaran Sedimen

4.3 Komputasi *Echo Dasar Laut*

Echogram merupakan hasil rekaman jejak-jejak dari target yang terdeteksi.

Gambar 8 merupakan salah satu contoh echogram dari tipe substrat pasir. Nilai SV dan nilai SS dapat direpresentasikan melalui tampilan echogram.

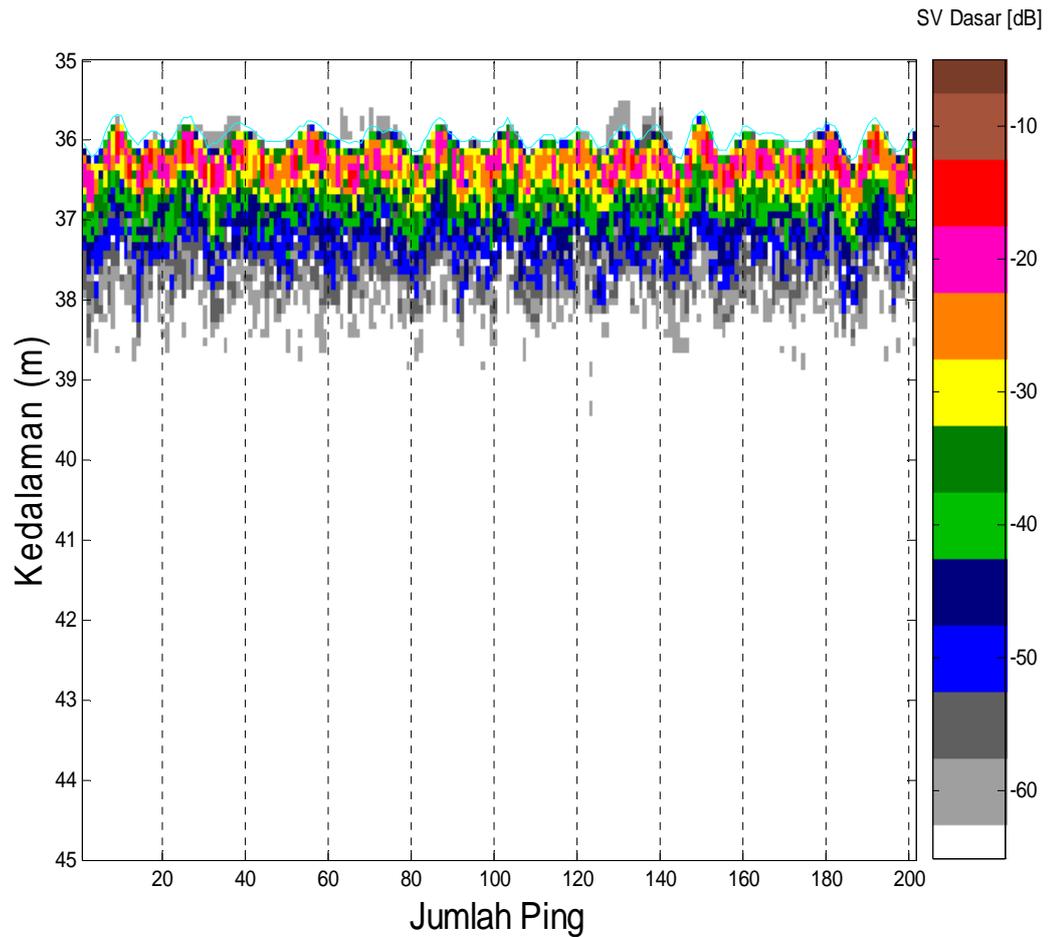


Sumber : Diolah dari Lampiran 3

Gambar 8. Contoh tampilan echogram Pasir

Tampilan echogram tipe substrat pasir berada pada posisi 7° LS dan 133° BT. Pada echogram tipe substrat pasir, nilai SV sebesar -17, 142 dB.

Gambar 9 merupakan tampilan echogram dari tipe substrat pasir berlumpur yang berada pada posisi 7° LS dan 133° BT dengan nilai SV sebesar -18, 663 dB.

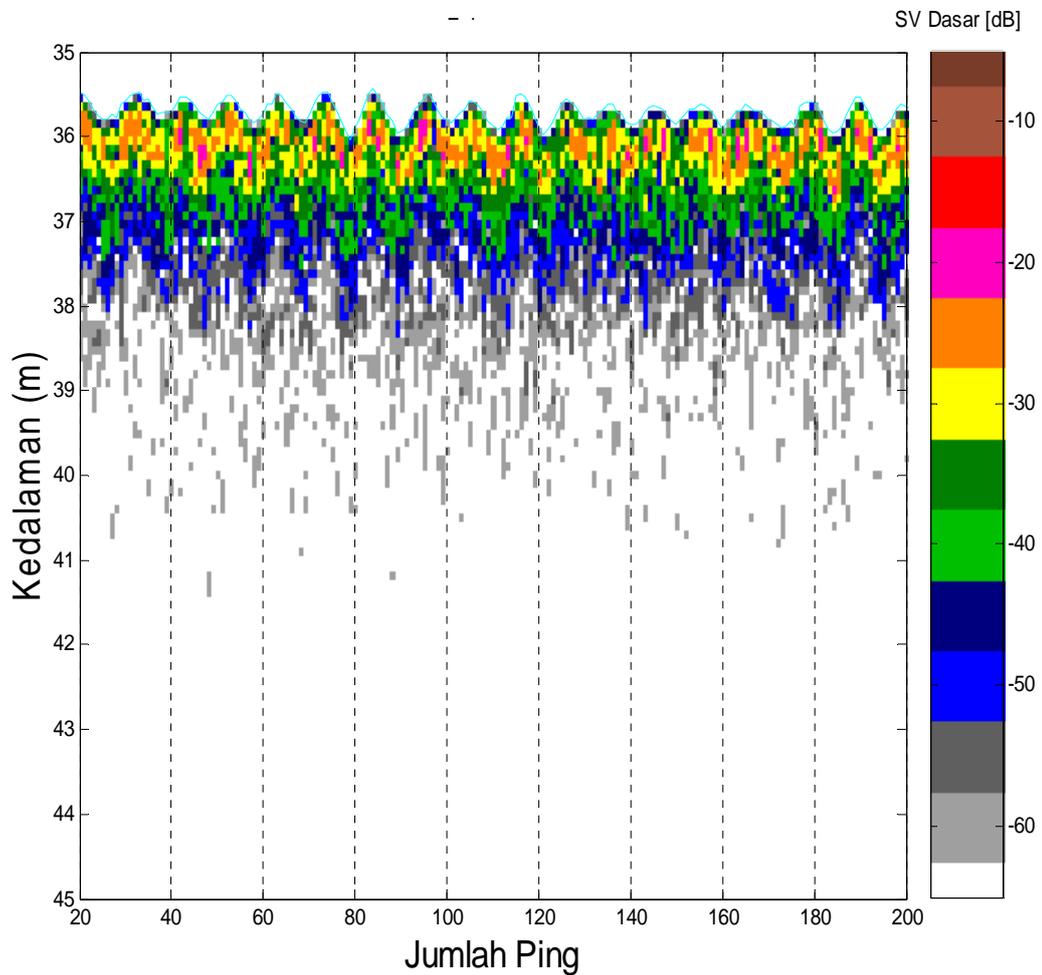


Sumber : Diolah dari Lampiran 3

Gambar 9. Contoh tampilan echogram Pasir berlumpur

Echogram ini dapat memberikan informasi dengan tepat dimana dasar perairan pada proses integrasi yang merupakan penggabungan dari beberapa layer untuk mendapatkan nilai SV . Menurut Manik (2006) jalur merah (*red belts*) menunjukkan dasar laut. Lebar skala yang sama pada echogram, echo dasar dapat dengan mudah dibandingkan dimana intensitas akustik (SV) jalur merah pada tipe pasir lebih tinggi dibandingkan dengan lumpur dan liat. Hal ini disebabkan karena perbedaan material dasar laut.

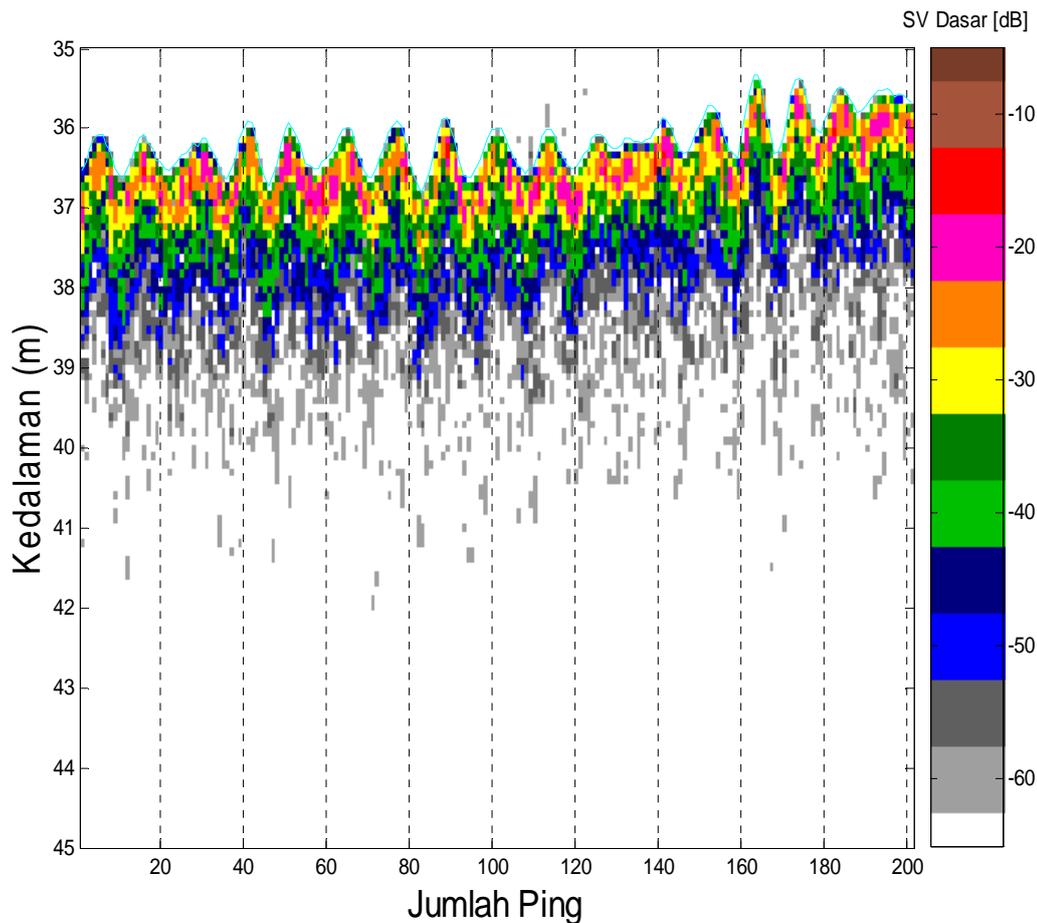
Echogram Gambar 10 merupakan tampilan echogram dari tipe substrat lumpur berpasir yang berada pada posisi 6° LS dan 135 ° BT dengan *SV* sebesar -21, 767 dB.



Sumber : Diolah dari Lampiran 3

Gambar 10. Contoh tampilan echogram Lumpur berpasir

Echogram Gambar 11 merupakan tampilan echogram dari tipe substrat lumpur yang berada pada posisi 6° LS dan 137 ° BT nilai *SV* sebesar -24, 158 dB.



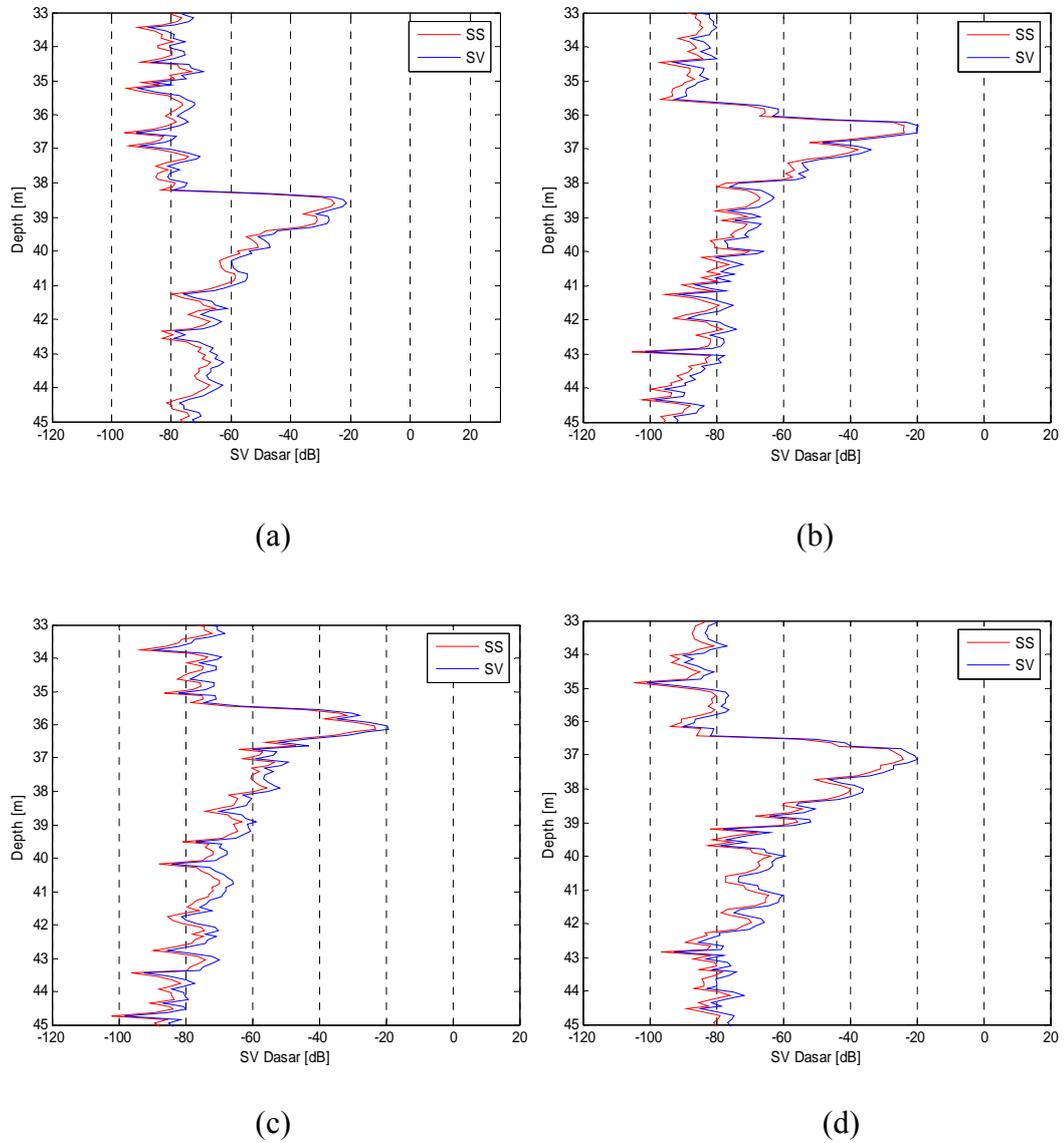
Sumber : Diolah dari Lampiran 3

Gambar 11. Contoh tampilan echogram Lumpur

Echogram ini bila dibandingkan dengan echogram tipe substrat pasir dapat berbeda, dimana tipe substrat lumpur lebih rendah intensitas jalur merahnya dari pada tipe substrat pasir. Hal ini disebabkan karena perbedaan material dasar laut sehingga *backscattering* yang kembali sangat lemah. Beberapa contoh echogram dari tipe substrat lainnya dapat dilihat pada Lampiran 4.

Gambar 12 adalah salah satu contoh stasiun yang menunjukkan pola perambatan pulsa akustik yang diukur dalam *SV* dan *SS* dari dasar perairan pada ke empat tipe substrat pada satu ping. Pola perambatan pulsa akustik yang diukur

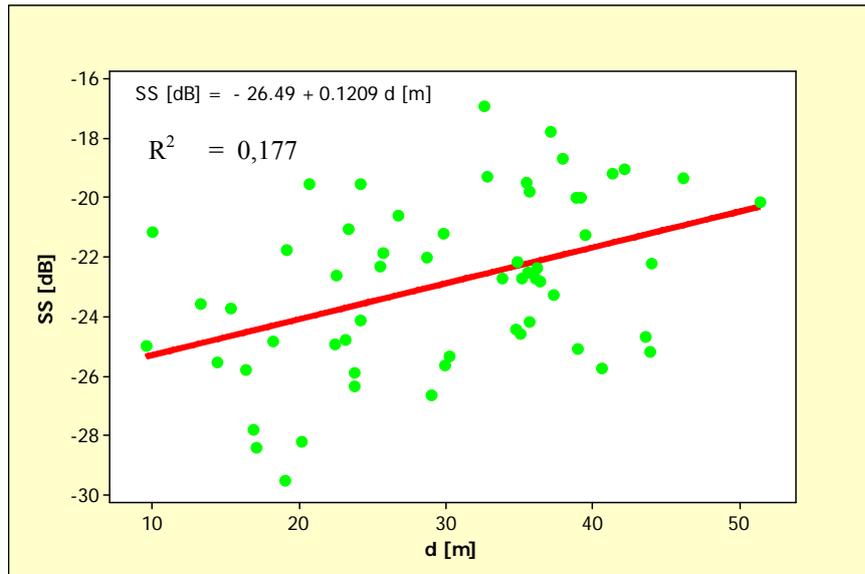
pada satu ping dimana puncak nilai SV atau SS dapat diduga sebagai *echo* dasar (dasar perairan).



Sumber : Diolah dari Lampiran 3

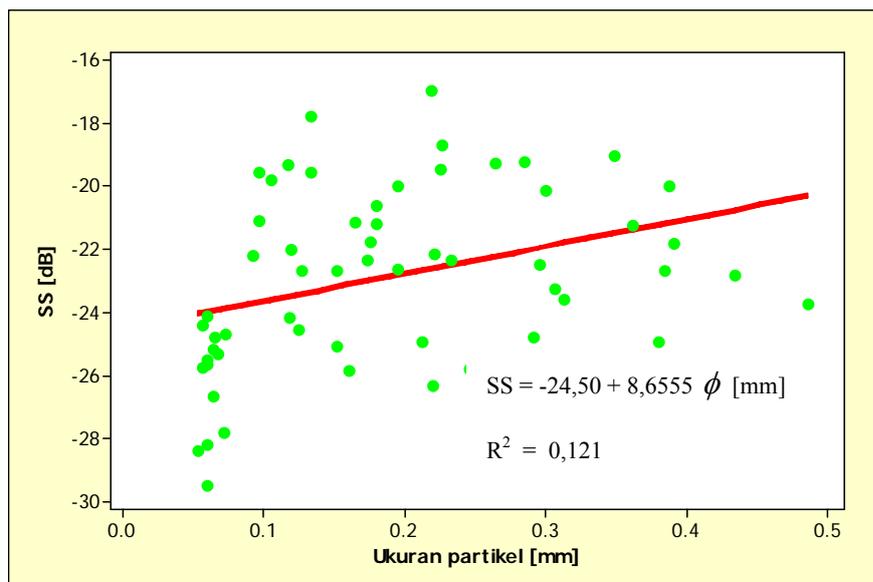
Gambar 12. Nilai SV dan SS dasar laut untuk sedimen Pasir (a), Pasir berlumpur (b), Lumpur berpasir (c), dan Lumpur (d).

Banyak faktor yang mempengaruhi nilai SS dasar perairan, di antaranya ukuran butiran dan kedalaman. Berdasarkan Gambar 13 dan 14 terlihat hubungan antara nilai SS dengan kedalaman dan nilai SS dengan ukuran partikel.



Gambar 13. Hubungan kedalaman (d) terhadap nilai SS

Hubungan nilai SS dengan kedalaman diperoleh persamaan yaitu $SS [dB] = -26,49 + 0,1209 d [m]$. Persamaan ini memiliki nilai R^2 sebesar 0,177 yang artinya tidak ada hubungan yang erat antara nilai SS dengan kedalaman. Hal ini membuktikan bahwa kehilangan energi akibat perjalanan sinyal sudah dieliminir oleh *Time Varied Gain (TVG)*.



Gambar 14. Hubungan ukuran partikel (ϕ) terhadap nilai SS

Hubungan nilai SS dengan ukuran partikel diperoleh persamaan yaitu SS [dB] = $-24,50 + 8,655 \phi$ [mm]. Persamaan ini memiliki nilai R^2 sebesar 0,121 yang artinya tidak ada hubungan yang erat antara nilai SS dengan ukuran partikel. Hal ini terjadi diakibatkan ukuran partikel diambil berdasarkan ukuran rata-rata partikel yang diambil dalam 1 contoh *grab*.

Jika hasil penelitian ini dibandingkan dengan penelitian - penelitian lain, dapatlah dibahas sebagai berikut. Penelitian mengenai klasifikasi dasar laut telah dilakukan dengan menggunakan metode hidroakustik, beberapa diantaranya yang dilakukan oleh Purnawan (2009), Allo (2008), Pujiyati (2008) dan Manik (2006) dengan menggunakan frekuensi 120 kHz (Tabel 3).

Tabel 3. Penelitian sebelumnya mengenai nilai *backscattering* dasar perairan

Peneliti	Metode	Lokasi	Nilai <i>Volume Backscattering Strength</i> (SV) [dB]			
			Pasir	Pasir berlumpur	Lumpur berpasir	Lumpur
Penelitian ini	Matlab	Perairan Arafura	-19,532	-21,832	-22,283	-25,478
Purnawan, 2009	Matlab	Pulau Pari	-16,350	-	-	-
Allo, 2008	Echoview	Perairan Pandeglang	-18,050	-21,090	-27,040	-30,020
Pujiyati, 2008	EP 500	Perairan Babel dan Jawa	-20,000	-	-	-35,910
Manik, 2006	Matlab	Samudra Hindia	-18,000	-	-23,000	-29,000

Pada hasil penelitian di Pulau Pari yang dilakukan oleh Purnawan (2009) didapat nilai SV untuk tipe substrat pasir sebesar -16,350 dB. Hasil penelitian di Perairan Sumur Pandeglang Banten yang dilakukan oleh Allo (2008) didapat nilai SV untuk tipe substrat pasir sebesar -18,050 dB, pasir berlumpur -21,090 dB, lumpur berpasir -27,040 dB dan lumpur -30,020 dB. Nilai SV di Laut Jawa dan

Bangka Belitung yang diperoleh dalam penelitian Pujiyati (2008) untuk tipe substrat pasir (Bangka Belitung) sebesar -20,000 dB dan tipe substrat Lumpur (Laut Jawa) sebesar -35,910 dB. Penelitian Manik (2006) di Selatan Jawa didapat nilai *SV* untuk tipe substrat pasir -18,000 dB, lumpur berpasir -23,000 dB dan untuk tipe substrat lumpur -29,000 dB.

4.4 Backscattering Sinyal Akustik

Nilai *SV* dan nilai *SS* dari ke empat tipe substrat dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Selang nilai *SV* dasar [dB] dan nilai *SS* [dB] dihasilkan dari Penelitian ini

Kisaran rata-rata ukuran partikel menurut stasiun (mm)	Tipe Substrat	<i>SV</i> dasar [dB]	<i>SS</i> [dB]
0,117 sampai 0,486	Pasir	-13,718 sampai -19,533	-17,743 sampai -23,558
0,096 sampai 0,434	Pasir berlumpur	-12,902 sampai -21,832	-16,927 sampai -25,858
0,059 sampai 0,225	Lumpur berpasir	-15,499 sampai -22,283	-19,524 sampai -26,309
0,053 sampai 0,118	Lumpur	-18,147 sampai -25,479	-22,173 sampai -29,504

Pada Tabel 4 selang nilai *SV* untuk tipe pasir (13 stasiun) berkisar antara -13, 718 dB sampai -19, 533 dB dan nilai *SS* berkisar antara -17, 743 dB sampai -23, 558 dB, pasir berlumpur (22 stasiun) nilai *SV* berkisar antara -12, 902 dB sampai -21, 832 dB dan nilai *SS* berkisar antara -16, 927 dB sampai -25, 858 dB, lumpur berpasir (11 stasiun) nilai *SV* berkisar antara -15, 499 dB sampai -22, 283 dB dan nilai *SS* berkisar antara -19, 524 dB sampai -26, 309 dB, lumpur (12 stasiun) nilai *SV* berkisar antara -18, 147dB sampai -25, 479 dB dan nilai *SS* berkisar antara -22, 173 dB sampai -29, 504dB.

Pengklasifikasian tipe dasar perairan dapat dilihat dari nilai *backscattering* atau nilai *SV*. Berdasarkan Tabel 4, nilai *SV* terbesar berada pada daerah dekat

Kepulauan Aru dengan kedalaman yang dangkal, yang didominasi oleh tipe substrat pasir dan pasir berlumpur. Hal ini dikarenakan daerah dekat dengan Kepulauan Aru memiliki diameter partikel lebih besar. Semakin menjauhi pantai, nilai SV semakin kecil yang didominasi oleh tipe substrat lumpur berpasir dan lumpur. Hal ini karena pergerakan lumpur yang lambat dan pengaruh arus yang sangat lemah. Menurut Pujiyati (2008) hal ini menjelaskan bahwa nilai *backscattering* dipengaruhi oleh ukuran partikel. Selain ukuran partikel, nilai *backscattering* dasar atau substrat dapat diduga adanya pengaruh dari faktor lain seperti porositas, kandungan zat organik dan biota yang berada dalam substrat.

Di lokasi dekat daratan Irian Jaya (Papua) memiliki nilai SV semakin kecil, tipe substrat didominasi oleh lumpur berpasir dan lumpur. Hal ini dikarenakan endapan lumpur merupakan proses sedimentasi yang terjadi akibat banyaknya sungai yang bermuara ke laut. Sungai-sungai ini membawa partikel-partikel yang berasal dari daratan. Hal ini sesuai dengan hasil dari Siwabessy (2001) yang menjelaskan bahwa nilai *backscattering* dari dasar perairan yang lebih keras akan lebih besar dibandingkan nilai *backscattering* dari dasar perairan yang lunak.

Nilai terbesar SS tidak jauh berbeda dengan nilai SV yang didominasi oleh tipe substrat pasir dan pasir berlumpur. Hal ini sesuai dengan pernyataan Manik (2006) yang menjelaskan dengan menggunakan nilai SS , nilai *backscattering* pasir lebih besar dari pada nilai SS pada substrat lumpur. Nilai terkecil SS didominasi oleh tipe substrat lumpur berpasir dan lumpur. Menurut Manik (2006), nilai SS meningkat dengan bertambahnya kenaikan diameter partikel dasar laut dan menurun dengan kenaikan frekuensi akustik yang digunakan yang bermanfaat untuk klasifikasi tipe dasar laut.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Klasifikasi tipe substrat berdasarkan analisis besar butir menjadi empat yaitu pasir, pasir berlumpur, lumpur berpasir dan lumpur. Nilai *backscattering* terbesar dimiliki oleh tipe substrat pasir dan pasir berlumpur, dengan nilai *SV* pasir (-13,718 dB sampai -19,533 dB) dan nilai *SS* pasir (-17,743 dB sampai -23,558 dB), nilai *SV* pasir berlumpur (-12,902 dB sampai -21,832 dB) dan nilai *SS* pasir berlumpur (-16,927 dB sampai -25,858 dB).

Nilai *backscattering* terkecil dimiliki oleh tipe substrat lumpur berpasir dan lumpur, dengan nilai *SV* lumpur berpasir (-15,499 dB sampai -22,283 dB) dan nilai *SS* lumpur berpasir (-19,524 dB sampai -26,309 dB), nilai *SV* lumpur (-18,147 dB sampai -25,479 dB) dan nilai *SS* lumpur (-22,173 dB sampai -29,504 dB). Pasir dan pasir berlumpur memiliki nilai *SV* dan *SS* yang besar. Hal ini dikarenakan memiliki ukuran partikel lebih besar dibandingkan dengan lumpur dan lumpur berpasir. Lumpur berpasir dan lumpur memiliki nilai *SV* dan *SS* terkecil.

5.2 Saran

Penelitian lanjutan diharapkan menghubungkan nilai *SV* dan *SS* dengan biota-biota yang ada di dasar perairan, sehingga dapat mengetahui berapa besar pengaruh biota terhadap nilai *SV* dan *SS* yang ada di dasar perairan.

DAFTAR PUSTAKA

- Allo, O. A. T. 2008. Klasifikasi Habitat Dasar Perairan dengan Menggunakan instrumen hidroakustik SIMRAD EY60 di Perairan Sumur, Pandeglang-Banten. Skripsi (Tidak dipublikasikan). Institut Pertanian Bogor.
- Blott, J. S dan Kenneth P. 2001. Gradistat: A Grain Size Distribution and Statistics Package for The Analysis of Unconsolidated Sediments. *Royal Holloway University of London*.
- Burczynski, J. 2002. Bottom Classification. BioSonics, Inc. (8 Maret 2009). www.BioSonics.com
- 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(3): 551-558
- Chester, R. 1993. Marine Geochemistry. Unwin Hyman Ltd. London.
- Dale, E. I and William, J. W. 1989. Oceanography : An Introduction. 3th Edition. Wadsworth Publishing Company Belmont. California.
- Garrison, T. 2005. Oceanography: An Invitation to Marine Science. 5^{ed}. Thomson Learning, Inc. USA.
- Greenlaw, C. F, Holliday D.V, McGehee, D. E. 2004. High-Frequency Scattering from Saturated Sand Sediment. *J. Acoust. Soc. Am.* 115 (6): 2818-2823
- Hutabarat, S dan Stewart, M. E. 2000. Pengantar Oseanografi. Jakarta.
- Jackson, D.R, Baird A.M, Crisp J. J, Thompson P. A. 1986. High-Frequency bottom backscatter measurement in shallow water, *J. Acoust. Soc. Am.* 80(4): 118-1199.
- Kloser, R. J., Bax, N. J., Ryan, T., Williams, A. dan Baker, B. A. (2001). Remote sensing of seabed types in the Australian South East Fishery – development and application of normal incident acoustic techniques and associated ground truthing. *Journal of Marine and Freshwater Research* 552: 475-489.
- Manik, H, M. 2006 Study on Acoustic Quantification of Sea Bottom Using Quantitative Echo Sounder. Ph.D Dissertation. Tokyo University of Marine Science and Technology. Tokyo Japan.
- Nontji, A. 1987. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta
- Mulhearn P. J. 2000. Modelling Acoustic Backscatter From Near-Normal Incidence Echosounder – Sensitivity Analysis of the Jackson Model DSTO-

TN-0304 Aeronautical and Maritime Research Laboratory. DSTO-
Departement of Defence. Australia.

Orlowski, A. 2007. Acoustic seabed classification applied to Baltic benthic habitat studies: a new approach. *OCEANOLOGIA*, 49 (2), 2007. pp. 229-243.

Pujiyati, S. 2008. Pendekatan Metode Hidroakustik Untuk Analisis Keterkaitan Antara Tipe Substrat Dasar Perairan Dengan Komunitas Ikan Demersal. Disertasi (Tidak dipublikasikan). Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.

Purnawan, S. 2009. Analisis Model Jackson pada Sedimen Berpasir Menggunakan Metode Hidroakustik di Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Tesis (Tidak dipublikasikan). Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.

Schlagintweit, G. E. O. 1993. Real-time acoustic bottom classification: a field evaluation of RoxAnn. *Proceedings of Ocean '93*: 214-219

Simrad. 1993. Simrad EP 500 (Operational Manual). Horten Norway. 74p.

Siwabessy, P. J. W. 2001. An Investigation of Relationship between Seabed Type and Benthic and Benthic-pelagic Biota Using Acoustic Techniques. Curtin University of Technology. Australia. (Tesis). 261 hlm.

Stanic, S., Briggs K. B., Fleischer P, Sawyer WB, Ray RI. 1989. High-Frequency Acoustic Backscattering from a Coarse Shell Ocean Bottom. *J. Acoust. Soc. Am.*, 85, p 125-136

Sugiyono. 2006. STATISTIKA untuk PENELITIAN. ALFABETA. Bandung.

Urick, R.J. 1983. Principles of Underwater Sound, 3rd ed. Mc-Graw-Hill. New York.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data hasil integrasi

No File	No Stasiun Grab	Hari ke	Lintang (°)	Bujur (°)	Kedalaman (m)	SV [dB]	SS [dB]	Ukuran partikel (mm)	Tipe substrat
T055742	1	1	-7.001	133.551	36,06	-18,663	-22,688	0,152	Pasir berlumpur
T075816	2	1	-7.012	133.663	33,78	-18,663	-22,688	0,384	Pasir
T104000	3	1	-7.027	133.806	35,11	-18,663	-22,688	0,221	Pasir
T132848	4	1	-7.111	133.904	35,06	-20,530	-24,555	0,180	Pasir berlumpur
T132926	5	1	-7.110	133.903	34,83	-18,111	-22,373	0,264	Pasir
T161305	6	1	-7.091	133.980	29,77	-17,142	-21,168	0,349	Pasir
T193129	7	2	-7.043	134.103	28,65	-17,969	-21,994	0,105	Lumpur berpasir
T023749	8	2	-7.011	134.746	22,36	-20,885	-24,911	0,133	Pasir berlumpur
T052835	9	2	-7.004	135.001	32,72	-15,225	-19,251	0,391	Pasir
T075517	10	2	-7.012	135.110	39,12	-15,964	-19,990	0,313	Pasir berlumpur
T100507	11	2	-7.005	135.226	42,09	-14,988	-19,014	0,226	Berpasir
T120906	12	2	-7.015	135.321	35,44	-15,432	-19,457	0,285	Pasir berlumpur
T142844	13	2	-7.005	135.448	35,67	-15,769	-19,795	0,117	Pasir
T17361	14	2	-6.998	135.638	37,03	-13,717	-17,743	0,127	Pasir
T205620	15	2	-6.995	135.998	38,87	-15,973	-19,999	0,124	Pasir berlumpur
T041802	16	2	-6.668	135.507	26,69	-16,566	-20,592	0,380	Pasir berlumpur
T061611	17	3	-6.659	135.423	25,69	-17,799	-21,824	0,387	Pasir
T081303	18	3	-6.661	135.288	24,12	-15,498	-19,524	0,225	Lumpur berpasir
T101350	19	3	-6.662	135.156	20,64	-15,498	-19,524	0,195	Pasir berlumpur
T122252	20	3	-6.600	135.080	23,31	-17,034	-21,059	0,180	Lumpur berpasir
T132234	21	3	-6.664	135.007	19,10	-17,738	-21,763	0,133	Pasir berlumpur
T150632	22	3	-6.633	134.939	15,29	-19,691	-23,717	0,175	Pasir berlumpur
T164645	23	3	-6.541	134.933	13,19	-19,532	-23,558	0,486	Pasir
T190618	24	3	-6.336	135.000	17,36	-14,259	-18,285	-	-
T045629	25	3	-6.336	136.003	36,39	-18,778	-22,804	0,434	Pasir berlumpur
T070804	26	4	-6.248	135.988	35,50	-18,455	-22,481	0,296	Pasir berlumpur

Lampiran 1. Lanjutan

No File	No Stasiun Grab	Hari ke	Lintang (°)	Bujur (°)	Kedalaman (m)	SV [dB]	SS [dB]	Ukuran partikel (mm)	Tipe substrat
T091049	27	4	-6.124	135.964	37.32	-19.222	-23.2477	0.306	Pasir berlumpur
T104057	28	4	-5.992	135.999	51.32	-16.107	-20.1334	0.300	Pasir berlumpur
T132553	29	4	-5.975	135.797	39.41	-17.198	-21.2238	0.362	Pasir berlumpur
T153706	30	4	-6.006	135.659	36.17	-18.304	-22.3295	0.233	Pasir berlumpur
T180817	31	4	-6.003	135.516	38.97	-21.029	-25.0548	0.165	Lumpur berpasir
T062153	32	5	-6.135	134.944	10.00	-17.095	-21.1206	0.212	Pasir berlumpur
T074500	33	5	-6.187	134.948	9.58	-20.924	-24.9495	0.195	Pasir berlumpur
T094243	34	5	-6.269	135.017	16.33	-21.767	-25.7926	0.160	Lumpur berpasir
T111212	35	5	-6.338	135.044	18.15	-20.776	-24.8019	0.173	Lumpur berpasir
T132002	36	5	-6.265	135.067	22.51	-18.575	-22.6014	0.219	Pasir berlumpur
T151529	37	5	-6.171	135.057	23.69	-21.832	-25.8577	0.119	Pasir berlumpur
T170542	38	5	-6.088	135.049	23.73	-22.283	-26.3088	0.096	Lumpur berpasir
T051704	39	6	-5.890	134.994	25.44	-18.288	-22.3135	0.096	Pasir berlumpur
T072114	40	6	-5.810	135.015	32.58	-12.901	-16.9274	0.152	Pasir berlumpur
T090348	41	6	-5.710	134.997	37.91	-14.666	-18.6915	0.246	Pasir
T104735	42	6	-5.716	135.013	41.25	-15.169	-19.1947	0.291	Pasir
T131655	43	6	-5.791	135.078	46.09	-15.292	-19.3175	0.220	Pasir
T150716	44	6	-5.789	135.171	82.56	-17.706	-21.7321	-	-
T170834	45	6	-5.728	135.210	51.62	-15.430	-19.4562	-	-
T130142	46	7	-6.002	137.420	43.95	-18.147	-22.1729	0.056	Lumpur
T143700	47	7	-6.003	137.482	43.58	-20.657	-24.6825	0.060	Lumpur
T164111	48	7	-6.018	137.572	40.53	-21.700	-25.7264	0.065	Lumpur berpasir
T210112	49	7	-6.008	137.989	24.11	-20.096	-24.1218	0.059	Lumpur berpasir
T034147	50	8	-6.335	138.012	23.15	-20.754	-24.7798	0.092	Lumpur berpasir
T052002	51	8	-6.338	137.939	29.92	-21.612	-25.638	0.072	Lumpur berpasir
T071123	52	8	-6.333	137.817	30.17	-21.303	-25.3285	0.067	Lumpur
T095706	53	8	-6.334	137.662	43.81	-21.142	-25.1675	0.064	Lumpur
T122700	54	8	-6.334	137.489	35.65	-20.126	-24.1516	0.118	Lumpur
T141348	55	8	-6.328	137.373	34.68	-20.387	-24.4132	0.056	Lumpur

Lampiran 1. Lanjutan

No File	No Stasiun Grab	Hari ke	Lintang (°)	Bujur (°)	Kedalaman (m)	SV [dB]	SS [dB]	Ukuran partikel (mm)	Tipe substrat
T183935	56	8	-6.668	137.333	28,99	-22,627	-26,652	0,064	Lumpur
T045400	57	9	-6.668	138.274	20,13	-24,158	-28,184	0,060	Lumpur
T071530	58	9	-6.740	138.337	14,37	-21,499	-25,524	0,060	Lumpur
T091051	59	9	-6.869	138.320	16,84	-23,772	-27,797	0,071	Lumpur
T110959	60	9	-6.990	138.348	17,01	-24,360	-28,385	0,053	Lumpur
T131015	61	9	-7.090	138.317	18,97	-25,478	-29,504	0,059	Lumpur
T154139	62	9	-7.026	138.146	21,75	-25,379	-29,405	-	-
T172546	63	9	-7.001	137.999	21,54	-24,334	-28,359	-	-
T203309	64	9	-7.004	137.666	23,81	-20,767	-24,792	-	-
T235922	65	9	-7.000	137.351	33,26	-23,795	-27,821	-	-
T030157	66	10	-7.335	137.335	30,64	-23,248	-27,273	-	-
T044829	67	10	-7.338	137.413	28,90	-21,876	-25,901	-	-
T071228	68	10	-7.345	137.584	25,07	-23,340	-27,366	-	-
T081941	69	10	-7.341	137.660	22,67	-23,362	-27,387	-	-
T095016	70	10	-7.357	137.726	21,12	-26,257	-30,283	-	-
T121051	71	10	-7.341	137.896	17,87	-26,572	-30,597	-	-
T132630	72	10	-7.335	138.002	16,89	-27,777	-31,802	-	-
T152440	73	10	-7.331	138.120	17,02	-23,268	-27,293	-	-
T173120	74	10	-7.331	138.338	13,03	-24,473	-28,498	-	-
T004528	75	10	-7.657	137.672	14,72	-26,366	-30,392	-	-
T040820	76	11	-7.665	137.338	14,92	-26,444	-30,470	-	-
T052921	77	11	-7.663	137.269	14,52	-26,668	-30,694	-	-
T071730	78	11	-7.660	137.145	13,69	-27,182	-31,208	-	-
T084430	79	11	-7.669	136.996	16,18	-22,147	-26,173	-	-
T101015	80	11	-7.706	136.931	16,35	-24,414	-28,439	-	-
T121211	81	11	-7.814	136.826	17,98	-25,598	-29,623	-	-
T141044	82	11	-7.932	136.735	24,47	-25,565	-29,590	-	-
T151817	83	11	-7.979	136.688	28,21	-25,073	-29,099	-	-
T165300	84	11	-7.962	136.760	21,18	-25,996	-30,022	-	-

Lampiran 1. Lanjutan

No File	No Stasiun Grab	Hari ke	Lintang (°)	Bujur (°)	Kedalaman (m)	SV [dB]	SS [dB]	Ukuran partikel (mm)	Tipe substrat
T191749	85	11	-8.000	137.000	18,39	-26,118	-30,143	-	-
T014013	86	11	-8.004	137.624	3,95	-18,483	-22,508	-	-
T043855	87	12	-8.193	137.431	7,74	-15,670	-19,695	-	-
T062155	88	12	-8.324	137.317	5,11	-14,744	-18,769	-	-
T102113	89	12	-8.338	136.990	12,63	-18,338	-22,364	-	-
T161008	90	12	-8.656	136.666	58,46	-18,338	-22,364	-	-
T195440	91	12	-8.667	136.996	35,11	-18,484	-22,509	-	-
T0044012	92	12	-8.665	137.326	31,67	-23,166	-27,191	-	-
T051743	93	13	-8.667	137.667	25,16	-22,332	-26,357	-	-
T093424	94	13	-8.671	137.993	27,48	-21,118	-25,143	-	-
T191749	85	11	-8.000	137.000	18,39	-26,118	-30,143	-	-
T014013	86	11	-8.004	137.624	3,95	-18,483	-22,508	-	-
T043855	87	12	-8.193	137.431	7,74	-15,670	-19,695	-	-
T062155	88	12	-8.324	137.317	5,11	-14,744	-18,769	-	-
T102113	89	12	-8.338	136.990	12,63	-18,338	-22,364	-	-
T161008	90	12	-8.656	136.666	58,46	-18,338	-22,364	-	-
T195440	91	12	-8.667	136.996	35,11	-18,484	-22,509	-	-
T0044012	92	12	-8.665	137.326	31,67	-23,166	-27,191	-	-
T051743	93	13	-8.667	137.667	25,16	-22,332	-26,357	-	-
T093424	94	13	-8.671	137.993	27,48	-21,118	-25,143	-	-
T191749	85	11	-8.000	137.000	18,39	-26,118	-30,143	-	-
T014013	86	11	-8.004	137.624	3,95	-18,483	-22,508	-	-
T043855	87	12	-8.193	137.431	7,74	-15,670	-19,695	-	-
T062155	88	12	-8.324	137.317	5,11	-14,744	-18,769	-	-
T102113	89	12	-8.338	136.990	12,63	-18,338	-22,364	-	-
T161008	90	12	-8.656	136.666	58,46	-18,338	-22,364	-	-
T195440	91	12	-8.667	136.996	35,11	-18,484	-22,509	-	-
T0044012	92	12	-8.665	137.326	31,67	-23,166	-27,191	-	-
T051743	93	13	-8.667	137.667	25,16	-22,332	-26,357	-	-
T093424	94	13	-8.671	137.993	27,48	-21,118	-25,143	-	-

Lampiran 2. Besar butir substrat dasar perairan (Sumber BRPL)

No. Stasiun	Tekstur Substrat			Tipe Substrat (berdasarkan % berat)
	Pasir (%)	Debu (%)	Lumpur (%)	
2	88.31	1.93	9.76	Pasir
3	95.54	0.62	3.84	Pasir
5	93.57	0.87	5.57	Pasir
6	95.44	0.99	3.57	Pasir
9	98.90	0.56	0.54	Pasir
11	88.73	2.99	8.28	Pasir
13	85.73	5.43	8.83	Pasir
14	92.01	0.51	7.48	Pasir
17	92.87	1.88	5.25	Pasir
23	90.40	0.30	9.30	Pasir
41	91.06	1.75	7.20	Pasir
42	90.34	2.15	7.51	Pasir
43	87.66	0.88	11.46	Pasir
1	75.94	6.13	17.93	Pasir berlumpur
4	62.98	3.02	34.01	Pasir berlumpur
8	70.00	2.52	27.48	Pasir berlumpur
10	82.61	2.74	14.65	Pasir berlumpur
12	61.50	11.60	26.90	Pasir berlumpur
15	79.10	3.22	17.68	Pasir berlumpur
16	77.68	0.96	21.36	Pasir berlumpur
19	59.72	1.78	38.50	Pasir berlumpur
21	52.43	2.38	45.19	Pasir berlumpur
22	62.53	2.96	34.51	Pasir berlumpur
25	79.69	1.93	18.37	Pasir berlumpur
26	63.55	3.02	33.43	Pasir berlumpur
27	56.65	3.00	40.35	Pasir berlumpur
28	56.46	2.46	41.09	Pasir berlumpur
29	75.45	1.17	23.38	Pasir berlumpur
30	60.39	1.68	37.93	Pasir berlumpur
32	50.24	1.53	48.23	Pasir berlumpur
33	54.31	1.09	44.60	Pasir berlumpur
36	55.52	1.88	42.60	Pasir berlumpur
37	58.56	6.29	35.15	Pasir berlumpur
39	49.37	6.01	44.62	Pasir berlumpur
40	84.85	4.20	10.95	Pasir berlumpur
7	42.69	1.83	55.48	Lumpur berpasir
18	46.52	2.34	51.14	Lumpur berpasir
20	40.60	2.65	56.75	Lumpur berpasir
31	41.77	1.04	57.19	Lumpur berpasir
34	49.25	1.46	49.30	Lumpur berpasir
35	45.36	1.14	53.51	Lumpur berpasir
38	38.57	6.43	55.00	Lumpur berpasir
48	20.48	9.89	69.63	Lumpur berpasir
49	19.21	10.67	70.11	Lumpur berpasir
50	38.21	2.19	59.60	Lumpur berpasir
51	17.70	5.08	77.22	Lumpur berpasir

Lampiran 2. Lanjutan

No Stasiun	Tekstur Substrat			Tipe Substrat (berdasarkan % berat)
	Pasir (%)	Debu (%)	Lumpur (%)	
46	2.93	7.02	90.05	Lumpur
47	8.62	6.82	84.56	Lumpur
52	8.48	3.66	87.86	Lumpur
53	5.90	2.36	91.73	Lumpur
54	12.26	1.31	86.44	Lumpur
55	3.34	1.13	95.53	Lumpur
56	8.27	0.79	90.94	Lumpur
57	2.62	0.48	96.90	Lumpur
58	4.58	1.18	94.24	Lumpur
59	4.64	0.88	96.12	Lumpur
60	0.52	0.25	99.23	Lumpur
61	5.61	10.33	84.06	Lumpur

Lampiran 3. Listing program Rick Towler (Purnawan, 2009)

```
% readEKRaw_SimpleExamplearul.m

% Rick Towler
% National Oceanic and Atmospheric Administration
% Alaska Fisheries Science Center
% Midwater Assessment and Conservation Engineering Group
% rick.towler@noaa.gov

site='arugrab\';
file = input('file yang akan diolah? (site1-site10)','s');
    rawFile = strcat(site,file,'.raw');
    botFile = strcat(site,file,'.bot');

awal=input('masukkan nilai ping awal');
akhir=input('masukkan nilai ping akhir');

% memberikan +1 ping, agar data yang diproses adalah=jumlah akhir
akhir=akhir+1;
% membaca file .raw - hanya pada frekuensi 120 kHz
disp('membaca .raw file...');
[header, rawData] = readEKRaw(rawFile, 'SampleRange', [1 500],...
    'PingRange', [awal akhir]);

calParms = readEKRaw_GetCalParms(header, rawData);

% membaca file .bot - data yang kembali sebagai range
disp('membaca .bot file...');
[header, botData] = readEKBot(botFile, calParms, rawData, ...
    'ReturnRange', true);

% konversi power ke Sv
data = readEKRaw_Power2Sv(rawData, calParms);

% konversi sudut electrical ke sudut physical
data = readEKRaw_ConvertAngles(data, calParms);

% mensortir kembali data yang digunakan
% sehingga mempermudah dalam pengolahan data dasar perairan
c=1.546;%kecepatan suara
tau=0.51200;%panjang gelombang
x=data.pings.number;
y=data.pings.range;
Z=data.pings.Sv;% Z= Sv logaritma
z=10.^(Z/10);
ss=z*(c*tau/2);%ini untuk cari ss
SS=10*log10(ss);%in untuk cari SS log
along=data.pings.alongship; %sudut alongship
athw=data.pings.athwartship; % sudut athwartship
Svbottom=Z;
along1=along;
bd=botData.pings.bottomdepth;
[k l]=size(Z);
% data tbd pada 1 ping terakhir memberikan nilai yang tidak akurat
% sehingga perlu dihilangkan
l=l-1;
```

```

for ll=1:l;
    m=0;
    for kk=1:k;
% mengambil data dasar perairan, dari permukaan hingga 1/2 meter
% data yang lainnya diberikan pada kedalaman lain adalah nol
        if y(kk,1)<(bd(1,ll)+0.05);
            Svbottom(kk,ll)=-1000; %svbottom(kk+1,ll)=0;
            along1(kk,ll)=0;
        elseif y(kk,1)>(bd(1,ll)+0.5);
            Svbottom(kk,ll)=-1000;
            along1(kk,ll)=0;
        else
            svbottom(kk,ll)=Z(kk,ll);
            along1(kk,ll)=along(kk,ll);
% mengambil data hanya pada dasar perairan hingga setengah meter,
svbonly
            m=m+1;
            Svbottomonly(m,ll)=Z(kk,ll);
            along2(m,ll)=along(kk,ll);
        end;end;
    end;

% agar jumlah data tiap kolom sama
% ditentukan ketebalan lapisan yang digunakan, hlyr
hlyr=0.4;
for ll=1:l;
    for i=1:m;
        if y(i,1)<=hlyr;
            Svbottomonly(i,ll)=Svbottomonly(i,ll);
            along3(i,ll)=along2(i,ll);
        end; end; end

Svbottommean=mean(mean(Svbonly));

[i ll]=size(Svbonly);
for ll=1:l;Zmax(ll)=-999;
    for ii=1:i;
        if Svbottomonly(ii,ll) > Zmax(ll) ;
            Zmax(ll) = Svbottomonly(ii,ll);
            alongmax(ll)=along3(ii,ll);
        end
    end
end

zmax=10.^(Zmax/10); % linier func
ratazmax=mean(zmax);
ssmax=zmax*(c*tau/2);
ssmean=mean(ssmax);
SSmax=10*log10(ssmean)
stdsv=std(zmax);
rataZmax=10*log10(ratazmax)
stdSv=10*log10(stdsv);

% membuat gambar echogram dan anglogram
disp('Plotting...');
nFreqs = length(data.pings);
for n=1:nFreqs

```

```

    % plot echogram
    readEKRaw_SimpleEchogram(SS,x,y, 'Threshold', [-60,0]);%
    disini ngerubahnya!!!!
    % plot the bottom
    hold on
    plot(data.pings(n).number, botData.pings.bottomdepth(n,:),
    'c');

    hold off

    % plot anglogram
    readEKRaw_SimpleAnglogram(data.pings(n).alongship, ...
    data.pings(n).athwartship, data.pings(n).number, ...
    data.pings(n).range, 'Title', ...
    ['Angles ' num2str(calParms(n).frequency)]);
    % plot bottom
    hold on
    plot(data.pings(n).number, botData.pings.bottomdepth(n,:),
    'c');
    hold off
end

akhir=akhir-1; %mengembalikan nilai dari 'akhir' di atas
%Zmax1=0; alongmax1=0;% untuk merubah kembali pingnya
sp=akhir-1; %selisih ping yang dimasukkan dengan untuk looping
for ll=awal:akhir;
    Zmax1(ll)=Zmax1(ll-sp);
    alongmax1(ll)=alongmax1(ll-sp);
end

figure
subplot(2,1,1); plot(Zmax1);
axis([awal akhir -30 0])
xlabel('ping','fontsize',16);
ylabel('Scattering volume (dB)','fontsize',16);
legend('Sv max (dB)')

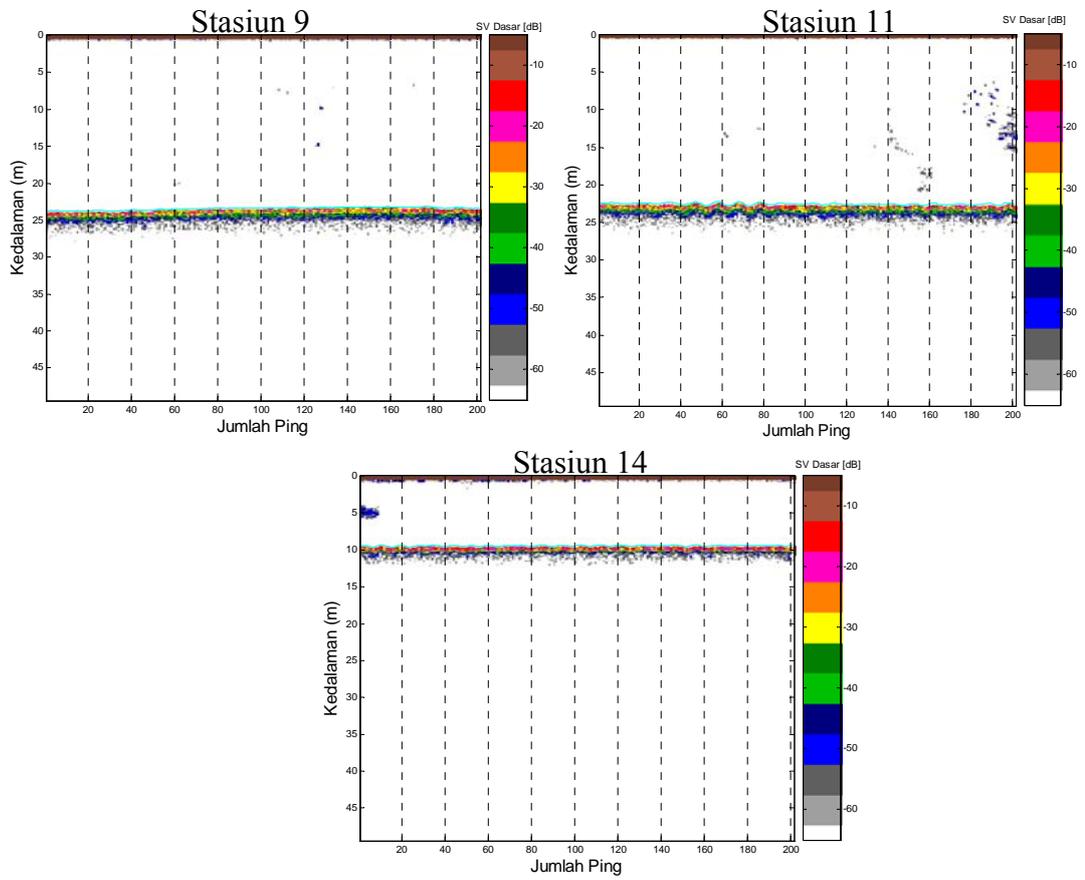
subplot(2,1,2); plot(alongmax1);
axis([awal akhir -10 10])
xlabel('ping','fontsize',16);
ylabel('sudut (derajat)','fontsize',16);
legend('sudut alongship (derajat)')

figure
plot (SS(:,1),y, 'r')
hold on
plot (Z(:,1),y, 'b')
legend('SS', 'SV')

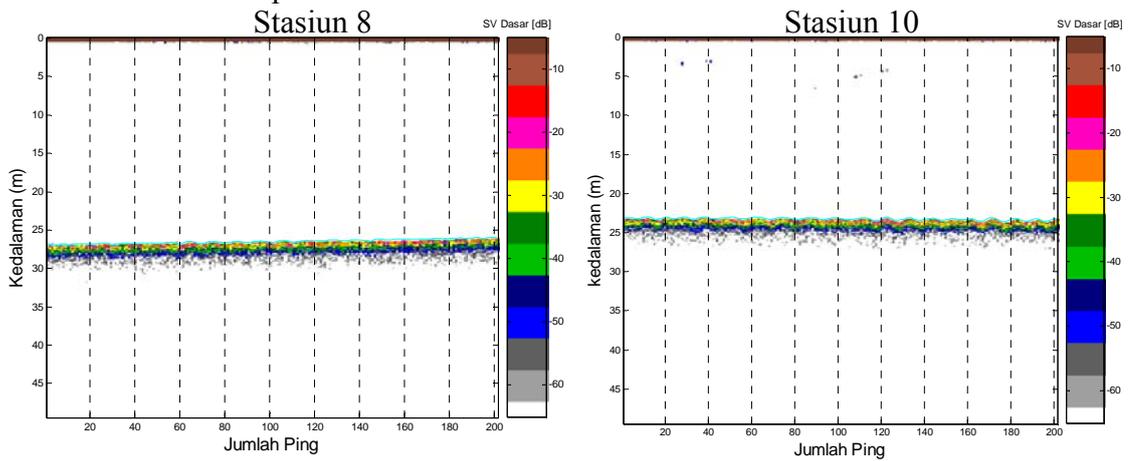
```

Lampiran 4. Contoh Echogram

- Pasir

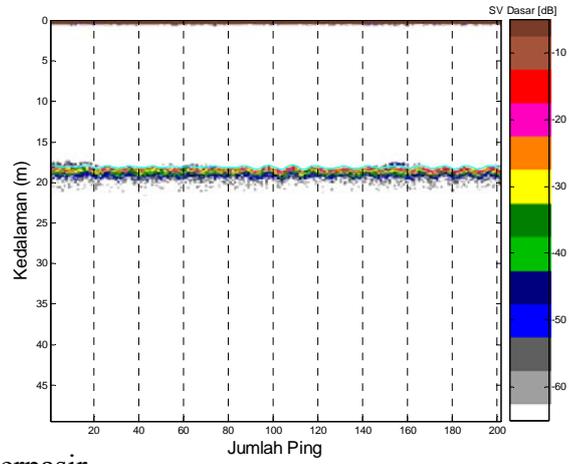


- Pasir berlumpur



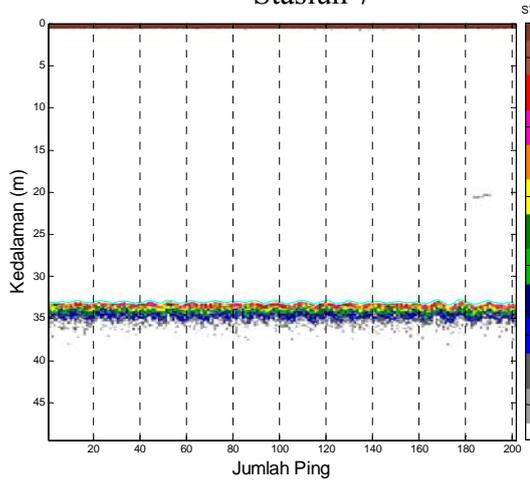
Lampiran 4. Lanjutan

Stasiun 12

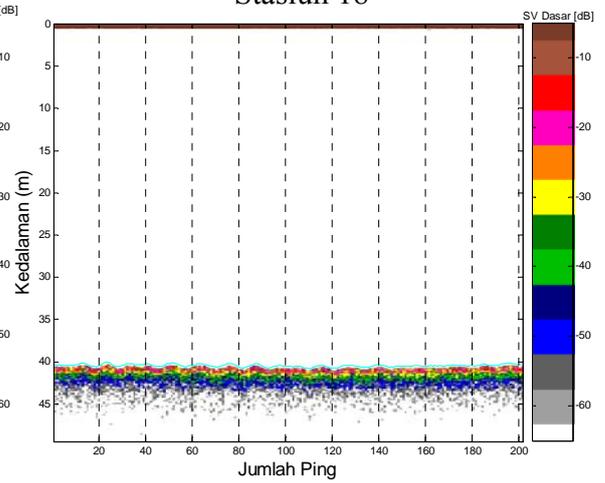


- Lumpur berpasir

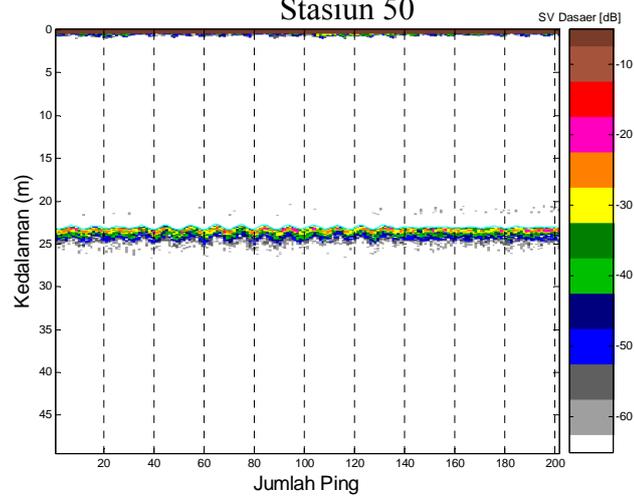
Stasiun 7



Stasiun 18



Stasiun 50



Lampiran 4. Lanjutan

- Lumpur

