

KOMPUTASI DAN VISUALISASI HAMBURBALIK AKUSTIK *MULTIBEAM ECHOSOUNDER* MENGGUNAKAN *ANGULAR RANGE ANALYSIS* (ARA) DI PERAIRAN PULAU PANJANG

BAGUS KAMAL RISUNI



DEPARTEMEN ILMU DAN TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Komputasi dan Visualisasi Hamburbalik Akustik *Multibeam Echosounder* Menggunakan *Angular Range Analysis* (ARA) di Perairan Pulau Panjang” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Bagus Kamal Risuni
C5401221008



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

BAGUS KAMAL RISUNI. Komputasi dan Visualisasi Hamburbalik Akustik *Multibeam Echosounder* Menggunakan *Angular Range Analysis* (ARA) di Perairan Pulau Panjang. Dibimbing oleh HENRY MUNANDAR MANIK dan JOHAR SETIYADI.

Pemanfaatan data hamburbalik *multibeam echosounder* (MBES) untuk pemetaan substrat dasar di Perairan Pulau Panjang masih belum banyak dilakukan. Penelitian ini bertujuan menganalisis nilai hamburbalik menggunakan metode ARA, memetakan sebaran substrat dasar, dan membandingkan tingkat kesesuaian klasifikasi substrat berdasarkan data MBES terhadap hasil analisis laboratorium. Data diperoleh menggunakan MBES *SeaBat T20-P* (400 kHz) dan dianalisis menggunakan *software* FMGT melalui inversi ARA untuk memperoleh nilai hamburbalik, dan estimasi nilai ukuran butir, impedansi akustik, dan kekasaran permukaan. Nilai hamburbalik berkisar antara -42 dB hingga -16 dB. Substrat dasar terdiri atas enam tipe sedimen, yaitu pasir, pasir berlempung, pasir berlanau, lanau, sedimen berkerikil, dan lempung. Tingkat kesesuaian klasifikasi sedimen hasil ARA terhadap analisis laboratorium sebesar 77.78% (7 dari 9 titik stasiun sesuai). Hasil ini menunjukkan bahwa metode ARA mampu mengklasifikasikan substrat dasar berdasarkan karakteristik hamburbalik akustik sehingga dapat mendukung pemetaan substrat dasar perairan.

Kata kunci: *Angular Range Analysis*, hamburbalik akustik, klasifikasi sedimen, *multibeam echosounder*, substrat dasar perairan.

ABSTRACT

BAGUS KAMAL RISUNI. Computation and Visualization of Multibeam Echosounder Acoustic Backscatter Using Angular Range Analysis (ARA) in Pulau Panjang Waters. Supervised by HENRY MUNANDAR MANIK and JOHAR SETIYADI.

The application of multibeam echosounder (MBES) backscatter data for substrate mapping in the waters of Pulau Panjang remains limited. This study aimed to analyze backscatter values using the ARA method, to map the spatial distribution of seabed substrates, and to evaluate the level of agreement between substrate classifications derived from MBES data and laboratory sediment analysis. Acoustic data were acquired using a SeaBat T20-P MBES operating at a frequency of 400 kHz and were processed using FMGT software through ARA inversion to obtain backscatter values and estimates of grain size, acoustic impedance, and seafloor roughness. Backscatter values ranged from -42 dB to -16 dB. The seabed substrate was classified into six sediment types, namely sand, clayey sand, silty sand, silt, gravelly sediment, and clay. The classification derived from ARA showed an agreement of 77.78% with the results of laboratory analysis (7 of 9 stations in agreement). These findings indicate that the ARA method is capable of classifying seabed substrates based on acoustic backscatter characteristics, thereby supporting the mapping of seabed substrates in coastal waters.

Keywords: Acoustic backscatter, angular range analysis, multibeam echosounder, sediment classification, seabed substrate.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

KOMPUTASI DAN VISUALISASI HAMBURBALIK AKUSTIK MULTIBEAM ECHOSOUNDER MENGGUNAKAN *ANGULAR RANGE ANALYSIS* (ARA) DI PERAIRAN PULAU PANJANG

BAGUS KAMAL RISUNI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan

**DEPARTEMEN ILMU DAN TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Kolonel Adhi Kusuma Negara, S.T., M.Tr.Hanla., M.Si

2. Dr. Steven Solikin S.I.K., M.Si



Judul Skripsi : Komputasi dan Visualisasi Hamburbalik Akustik Multibeam
Echosounder Menggunakan Angular Range Analysis (ARA) di Perairan
Pulau Panjang

Nama : Bagus Kamal Risuni
NIM : C5401221008

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Henry Munandar Manik S.Pi., M.T., Ph.D.

Pembimbing 2:
Kolonel Laut (KH) Johar Setiyadi S.T., M.T.

Diketahui oleh

Plt. Ketua Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan
Dr. Syamsul Bahri Agus, S.Pi., M.Si.
NIP 197207262005011002



Tanggal Ujian:
20 Juli 2026

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala rahmat, karunia, dan ridha-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah ini dengan baik. Penelitian yang dilaksanakan pada bulan Juli 2025 hingga Juli 2026 ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana, dengan judul “Komputasi dan Visualisasi Hamburbalik Akustik *Multibeam Echosounder* Menggunakan *Angular Range Analysis* (ARA) di Perairan Pulau Panjang”. Selama proses pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari banyak bantuan, bimbingan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut (STTAL) beserta seluruh staff yang telah memberikan izin, kesempatan, serta dukungan kepada penulis untuk terlibat dalam kegiatan survei, pengumpulan data, dan pengolahan data sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.
2. Bapak Prof. Henry Munandar Manik S.Pi., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing 1 dan Bapak Kolonel Laut (KH) Johar Setiyadi S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang sangat berjasa dalam membimbing, menyampaikan ilmunya, mengarahkan, memberikan kritik hingga saran, dan nasihat yang membangun selama penulis melaksanakan penelitian dan penyusunan tugas akhir ini hingga tahap publikasi.
3. Dosen Pembimbing Akademik, dan Dosen Penguji yang telah memberikan masukan, saran, kritik, serta arahan yang sangat bermanfaat dalam penyempurnaan penelitian dan penulisan skripsi ini.
4. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan wawasan selama masa perkuliahan.
5. Kedua orang tua tercinta dan adik penulis atas segala doa, kasih sayang, pengorbanan, dukungan, serta kepercayaan yang tiada henti kepada penulis selama menempuh pendidikan.
6. Rekan senior yang telah banyak berbagi ilmu, pengalaman, masukan, serta motivasi yang sangat membantu penulis selama proses penelitian.
7. Fina, yang senantiasa memberikan doa, semangat, dukungan, dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. Teman-teman asrama dan keluarga besar OMDA IKADA yang telah menjadi keluarga kedua bagi penulis selama menjalani studi di bogor.
9. Azra, Habibi, dan Ahmat Rifai yang telah banyak membantu penulis selama proses penyelesaian skripsi.
10. Paracheilinus Nursalim ITK 59, Tim eksplorasi 59 yang selalu mendukung dan kebersamaan suka-duka penulis selama 4 tahun perkuliahan.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Bagus Kamal Risuni



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II METODE	4
2.1 Waktu dan Tempat	4
2.2 Alat dan Bahan	4
2.3 Prosedur Kerja	6
2.4 Analisis Data	12
III HASIL DAN PEMBAHASAN	24
3.1 Pasang Surut	24
3.2 Profil Kecepatan Suara	25
3.3 Profil Batimetri	26
3.4 Mosaik Hamburbalik Akustik	27
3.5 Klasifikasi Sedimen berdasarkan ARA	29
3.6 Analisis Sampel Sedimen	37
3.7 Validasi Klasifikasi Sedimen Data MBES dengan Sampel Sedimen	39
IV SIMPULAN DAN SARAN	44
4.1 Simpulan	44
4.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	51
RIWAYAT HIDUP	57

DAFTAR TABEL

1	Spesifikasi Multibeam Echosounder Teledyne Seabat T-20P	5
2	Alat dan Bahan Penelitian	5
3	Titik koordinat stasiun pengambilan sampel sedimen	11
4	Klasifikasi pasang surut berdasarkan bilangan Formzahl	13
5	Skala Wentworth (1922) (Sumber: Prasetyo <i>et al.</i> 2019)	20
6	Statistik luasan wilayah per jenis sedimen	30
7	Massa sampel di tiap fraksi sedimen skala Wentworth (1922)	38
8	Persentase fraksi sedimen di tiap stasiun	38
9	Perbandingan klasifikasi sampel sedimen dengan klasifikasi ARA MBES	40

DAFTAR GAMBAR

1	Peta Lokasi Penelitian	4
2	Instrumen MBES Teledyne Seabat T-20P (Sumber: Teledyne Marine)	5
3	Diagram alir prosedur kerja dan pengolahan data	7
4	Instalasi MBES pada kapal survei	9
5	Mekanisme kerja GPT (Lazuardi <i>et al.</i> 2025)	9
6	Ilustrasi pengambilan data menggunakan MBES (Pershon <i>et al.</i> 2020)	10
7	Visualisasi gerak kapal untuk kalibrasi <i>patch test</i> (Walter <i>et al.</i> 2017)	10
8	Klasifikasi sedimen berdasarkan segitiga shepard (Shepard 1954)	21
9	Grafik pasang surut di Pulau Panjang	24
10	Profil kecepatan rambat suara	25
11	Peta batimetri di area survei, Pulau Panjang	27
12	Peta mosaik intensitas hamburbalik sedimen dasar perairan	28
13	Peta Klasifikasi Sedimen berdasarkan ARA	31
14	Grafik analisis ARA st. 1	32
15	Grafik analisis ARA st. 6	32
16	Grafik analisis ARA st. 8	32
17	Grafik analisis ARA st. 9	32
18	Grafik analisis ARA st. 10	33
19	Grafik analisis ARA st. 11	33
20	Grafik analisis ARA st. 12	33
21	Grafik analisis ARA st. 13	33
22	Grafik analisis ARA st. 14	33
23	Kurva Respon Sudut Hamburbalik ARA di titik grab sedimen	34
24	Kurva Respon Sudut ARA -75° sampai 0° di titik grab sedimen	34
25	Distribusi nilai intensitas hamburbalik (dB) pada setiap kelas sedimen hasil <i>Angular Range Analysis</i> (ARA)	35
26	Distribusi estimasi ukuran besar butir (Φ) sedimen pada setiap kelas sedimen hasil <i>Angular Range Analysis</i> (ARA)	35
27	Distribusi nilai <i>impedance</i> pada setiap kelas sedimen hasil <i>Angular Range Analysis</i> (ARA)	36

28	Distribusi nilai <i>roughness</i> pada setiap kelas sedimen hasil <i>Angular Range Analysis</i> (ARA)	37
29	Hasil klasifikasi tipe sedimen di tiap stasiun	38
30	Confusion matriks tipe sedimen berdasarkan hamburbalik MBES dan analisis sampel sedimen	41
31	Grafik hubungan antara nilai intensitas hamburbalik MBES dengan ukuran butir sedimen berdasarkan ARA	41
32	Grafik hubungan antara nilai intensitas hamburbalik MBES dengan ukuran butir sampel sedimen	42
33	Grafik hubungan antara Ukuran butir berdasarkan ARA dengan ukuran butir sampel sedimen	43

DAFTAR LAMPIRAN

1	Dokumentasi Instalasi MBES	51
2	Pengambilan Data SVP	52
3	Pengambilan Data Pasang Surut	53
4	Pengambilan dan Pengolahan Data Sedimen	54
5	Pengolahan RAW Data MBES di <i>Caris Hips and Sips</i> 11.3	55
6	Pengolahan Data Backscatter MBES di FMGT	56