

SKRIPSI
KLASIFIKASI SEDIMEN DASAR LAUT MENGGUNAKAN DATA
***BACKSCATTER* MBES DENGAN METODE ARA**
(Studi Kasus: Tanjung Benoa, Bali)



Disusun Oleh:

Dukhaan Satria Yudha

2125051

PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

**KLASIFIKASI SEDIMEN DASAR LAUT MENGGUNAKAN DATA
BACKSCATTER MBES DENGAN METODE ARA
(Studi Kasus: Tanjung Benoa, Bali)**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Mencapai Gelar Sarjana
Teknik (ST) Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil Dan
Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang**

**Disusun Oleh:
Dukhaan Satria Yudha
2125051**

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing I**



**Hery Purwanto, ST., M.Sc.
NIP.Y. 1030000345**

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing II**



**Feny Arafah, S.T., M.T.
NIP.P. 1031500516**

**Menyetujui,
Ketua Program Studi Teknik Geodesi S-1**



**Dedy Kurnia Sunarvo, ST., MT
NIP.Y. 1039500280**



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : DUKHAAN SATRIA YUDHA
NIM : 2125051
JURUSAN : TEKNIK GEODESI S-1
JUDUL : KLASIFIKASI SEDIMEN DASAR LAUT MENGGUNAKAN
DATA *BACKSCATTER* MBES DENGAN METODE ARA (STUDI
KASUS : TANJUNG BENOA, BALI)

Telah Dipertahankan di Hadapan Panitia Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 (S-1) Program
Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional
Malang dan Diterima untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (SI)
Bidang Teknik Geodesi

Pada Hari/Tanggal : Rabu / 30 Juli 2025

Dengan Nilai : _____

Panitia Ujian Skripsi

Ketua Penguji

Dedy Kurnia Sunaryo, S.T., M.T.

NIP. Y. 1039500280

Anggota Penguji

Dosen Pendamping

Dosen Penguji II

Dosen Penguji I

M. Edwin Triahjadi, S.T., M.Geom.Sc., Ph.D.
NIP. Y. 1039800320

Hery Purwanto, S.T., M. Sc.
NIP. Y. 1030000345

Alifah Noraini, S.T., M.T.
NIP. P. 1031500478

**KLASIFIKASI SEDIMEN DASAR LAUT MENGGUNAKAN DATA
BACKSCATTER MBES DENGAN METODE DENGAN ARA
(Studi Kasus: Tanjung Benoa, Bali)**

Dukhaan Satria Yudha (2125051)

Heri Purwanto, ST., M.Sc.

Feny Arafah, S.T., M.T.

ABSTRAK

Klasifikasi sedimen dasar laut adalah aspek penting dalam pemetaan batimetri, eksplorasi sumber daya laut, dan pengelolaan ekosistem perairan. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengidentifikasi jenis sedimen dasar laut di Tanjung Benoa, Bali dengan menggunakan data *backscatter* dari *Multibeam Echosounder* (MBES) dengan metode *Angular Response Analysis* (ARA). Metode tersebut menganalisis hubungan antara intensitas hambur balik dan sudut datang gelombang akustik untuk menentukan karakteristik sedimen berdasarkan ukuran butir (ϕ). Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak Qimera dan FMGT, kemudian divalidasi menggunakan data grab sampel. Proses klasifikasi menghasilkan 20 jenis sedimen, kemudian diklasifikasi menjadi 4 kelas utama: *gravel*, *sand*, *silt*, dan *clay*. Sebaran sedimen didominasi oleh pasir 32,37 ha dan lumpur 27,82 ha. Tingkat akurasi klasifikasi mencapai 79% dan nilai *Cohen's Kappa* 0,64 membuktikan tingkat kesesuaian kategori *substantial* / Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode ARA cukup efektif untuk mengklasifikasi sedimen dasar laut serta dapat mendukung perencanaan wilayah pesisir dan kegiatan hidrogafi.

Kata kunci: Klasifikasi Sedimen; MBES; *Backscatter*; ARA.

**CLASSIFICATION OF SEAFLOOR SEDIMENTS USING MBES
BACKSCATTER DATA USING THE ARA METHOD**

(Case Study: Tanjung Benoa, Bali)

Dukhaan Satria Yudha (2125051)

Heri Purwanto, ST., M.Sc.

Feny Arafah, S.T., M.T.

ABSTRACT

Classification of seabed sediments is an important aspect in bathymetric mapping, marine resource exploration, and aquatic ecosystem management. This study aims to identify the types of seabed sediments in Tanjung Benoa, Bali, using backscatter data from the Multibeam Encosounder (MBES) with the Angular Response Analysis (ARA) method. This method analyzes the relationship between backscatter intensity and the angle of incidence of acoustic waves to determine sediment characteristics based on grain size (ϕ). Data processing was carried out using Qimera and FMGT software, then validated using grab sample data. The classification process resulted in 20 types of sediments, which were then classified into 4 main classes: gravel, sand, silt, and clay. Sediment distribution was dominated by sand (32.37 ha) and mud (27.82 ha). The classification accuracy level reached 79% and the Cohen's Kappa value of 0.64 proved a substantial level of category suitability. These results indicate that the ARA method is quite effective for classifying seabed sediments and can support coastal area planning and hydrographic activities.

Keywords: *Sediment Classification; MBES; Backscatter; ARA.*

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dukhaan Satria Yudha
NIM : 2125051
Program Studi : S-1 Teknik Geodesi
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan yang sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul:

KLASIFIKASI SEDIMEN DASAR LAUT MENGGUNAKAN DATA BACKSCATTER MBES DENGAN METODE ARA

(Studi Kasus: Tanjung Benoa, Bali)

Adalah hasil karya saya sendiri dan bukan menjiplak atau menduplikat serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, 18 Agustus 2025

Yang membuat pernyataan



METERAI
TEMPEL
5E9DEAMX451302273

Dukhaan Satria Yudha
2125051

LEMBAR PERSEMBAHAN

Ku persembahkan skripsi ini kepada orang tua. Terimakasih yang tak terhingga atas bimbingan, dukungan dan doa yang diberikan selama ini, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan lancar. Kini, telah tiba saatnya untuk membalas jasa dengan segala upaya yang saya raih. Terimakasih, semoga segala jerih payah dan kasih sayang yang telah diberikan menjadi sumber kebahagiaan dan kebanggaan suatu saat nanti.

Tidak lupa juga kepada Siti Maulidia Saleh, Fatiha Nawra Azalea Syaifudin, Maria Rinanda Jefri, Zulkarnain Soleh, Akbar Wahyu Ardianto Marhudi, Muhammad Rizqi Mubaroq, Prayoga Rizki Wicaksana Bambang, Gilang Bagus Kurnawan Joko, Ilham Nurrohim Sukiman, Galih Sapta Permadi Munzil, I Made Wiradana Arim, Dewa Gede Agung Gita Darma K, Leyonggg, Aydin Putra Abu Jahal, Novandra Anka Sabil Lutfi Fams, Wahyu Adi Saputro Tuwek, Anak Agung Made Yoga Praditya Ananta, Robby Bagus Setiawan, dan Teman-teman yang tidak saya Sebutkan Satu Persatu-persatu yaitu sobat Gatoloco, teman Seangkatan 21, dan Kating yang selalu memberi semangat dalam mengerjakan skripsi ini saya persembahkan untuk diri sendiri yang telah berjuang dan berusaha keras selama ini. Terimakasih atas kerja kerasnya dalam menyelesaikan perjalanan ini. Mari terus berdoa dan berusaha, serta jangan menyerah untuk menghadapi tantangan yang akan datang di masa depan.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat-Nya dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “KLASIFIKASI SEDIMEN DASAR LAUT MENGGUNAKAN DATA *BACKSCATTER* MBES DENGAN METODE ARA (Studi Kasus: Tanjung Benoa, Provinsi Bali)” sebagai bagian dari persyaratan akademik dalam menyelesaikan studi dan meraih gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Selama penyusunan skripsi ini, penulis menyadari adanya peran banyak pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, serta dukungan, baik secara langsung maupun melalui cara yang tidak langsung. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, atas segala nikmat dan kekuatan yang diberikan.
2. Kedua orang tua, Bapak dan Ibu keluarga tercinta, atas do’a, dan semangat yang tak pernah putus.
3. Bapak Dedy Kurnia Sunaryo, S.T., M.T. selaku ketua Program Studi Teknik Geodesi FTSP – ITN Malang.
4. Bapak Hery Purwanto, ST., M.Sc, selaku dosen pembimbing I, Ibu Feny Arafah, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II, atas bimbingan, masukan, dan arahan yang sangat berharga selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Bapak / Ibu dosen Teknik Geodesi ITN Malang, atas ilmu dan wawasan yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
6. Teman-teman kontrakan Sobot Gatoloco Cinta Damai dan Teman-teman seangkatan, senior, dan seluruh civitas akademika Teknik Geodesi, atas kebersamaan dan dukungan yang telah diberikan dalam membantu dan menghibur untuk menyelesaikan penulisan skripsi.
7. Selain itu, masih terdapat banyak pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, namun penulis tetap menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya atas segala bantuan dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi referensi yang bermanfaat dan diterima sebagai bentuk partisipasi dalam mendorong perkembangan ilmu pengetahuan.

Malang, Agustus 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	2
1.3.1 Tujuan	2
1.3.2 Manfaat	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sediment Dasar Laut.....	5
2.1.1 Proses Pembentukan Sedimentasi	5
2.1.2 Jenis-Jenis Sedimen	6
2.1.3 Akurasi <i>Cohen's Kappa</i>	8
2.2 <i>Multibeam Echosounder</i> (MBES).....	8
2.2.1 Prinsip Kerja <i>Multibeam Echosounder</i>	9
2.2.2 Output Data	10
2.3 Survei Hidrografi	11
2.3.1 Pasang Surut.....	13
2.3.2 Survei Batimetri	13
2.3.3 <i>Positioning System</i>	14

2.3.4	Koreksi Kedalaman	17
2.3.5	Uji Akurasi Kualitas Data	20
2.4	<i>Backscatter</i>	23
2.5	<i>Angular Response Analysis</i>	24
2.6	Qimera	26
2.7	<i>Fledermaus Geocoder Toolbox (FMGT)</i>	27
2.8	Penyajian Peta	28
2.9	Penelitian Terdahulu	28
BAB III METODE PENELITIAN		30
3.1	Lokasi Pelaksanaan	30
3.2	Alat dan Bahan	30
3.2.1	Alat	30
3.2.2	Bahan	31
3.3	Diagram Alir	32
3.3.1	Penjelasan Diagram Alir	33
3.3.2	Tahap Pengolahan Data <i>Raw</i> MBES	34
3.3.3	Tahap Pengolahan FMGT	38
3.3.4	Tahap Akurasi <i>Cohen's Kappa</i>	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Hasil Batimetri	43
4.2	<i>Backscatter</i> dan Klasifikasi Sedimen Dasar Laut Menggunakan Metode ARA	44
4.2.1	Mosaik <i>Backscatter</i>	44
4.2.2	<i>Angular Response Analysis</i> Terhadap Nilai <i>Grain Size</i>	46
4.2.3	Klasifikasi Sebaran Sedimen	48
4.3	Akurasi <i>Cohen's Kappa</i> ARA Dengan Data Grab Sampel	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		55
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran	55
DAFTAR PUSTAKA		56
LAMPIRAN		61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi cara kerja <i>multibeam echosounder</i>	9
Gambar 2. 2 Survei Hidrografi	12
Gambar 2. 3 Gambar Batimetri.....	14
Gambar 2. 4 Posisi GPS pada kapal.....	16
Gambar 2. 5 <i>Sound Velocity Profiler</i>	17
Gambar 2. 6 Kalibrasi <i>Pitch</i>	18
Gambar 2. 7 Kalibrasi <i>Roll</i>	18
Gambar 2. 8 Kalibrasi <i>yaw</i>	19
Gambar 2. 9 Kalibrasi <i>Time Delay</i>	19
Gambar 2. 10 Sketsa <i>backscatter</i> akustik dasar perairan.....	23
Gambar 2. 11 Qimera.....	27
Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian	30
Gambar 3. 2 Diagram Alir Pelaksanaan.....	32
Gambar 3. 3 Tampilan hasil import	35
Gambar 3. 4 Tampilan pembuatan <i>dynamic surface</i>	35
Gambar 3. 5 Tampilan melakukan <i>patch test</i>	36
Gambar 3. 6 Tampilan data tereferensi <i>chart datum</i>	36
Gambar 3. 7 Tampilan SVP sudah terinput.	37
Gambar 3. 8 Tampilan <i>cleaning</i> data a) Sebelum b) Sesudah.	37
Gambar 3. 9 Tampilan surface batimetri.....	38
Gambar 3. 10 Mosaik <i>backscatter</i>	38
Gambar 3. 11 Hasil klasifikasi ARA.....	39
Gambar 3. 12 Ekspor ASCII ARA.....	39
Gambar 3. 13 hasil kelas yang didapatkan.....	40
Gambar 4. 1 Hasil Surface Batimetri	43
Gambar 4. 2 Perbedaan warna mosaik <i>backscatter</i>	45
Gambar 4. 3 Nilai rentang intensitas (<i>dB</i>).....	45
Gambar 4. 4 Kurva respon angular pada sedimen <i>clay</i>	46
Gambar 4. 5 Kurva respon angular pada sedimen <i>gravel</i>	47
Gambar 4. 6 Klasifikasi Sedimen ARA 20 kelas.....	49
Gambar 4. 7 Sebaran Sedimen 4 Kelas	50

Gambar 4. 8 Luas Sedimen.	51
Gambar 4. 9 Sebaran Sedimen Terhadap Grab Sampel.	52
Gambar 4. 10 Persebaran <i>Gravel</i>	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Skala Wentworth	7
Tabel 2. 2 Deskripsi daerah survei	22
Tabel 2. 3 Standart pengukuran akurasi kedalaman.....	22
Tabel 3. 1 Hasil ARA 20 Kelas Jenis Sedimen.....	41
Tabel 3. 2 Rentang klasifikasi 4 kelas.....	41
Tabel 3. 3 Hasil Akurasi <i>Cohen's Kappa</i>	42
Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan Kualitas data	44
Tabel 4. 2 Hasil eksport 20 jenis sedimen ARA	48
Tabel 4. 3 Rentang klasifikasi 4 kelas.....	49
Tabel 4. 5 Hasil Akurasi <i>Cohen's Kappa</i>	54