

**PEMETAAN HABITAT BENTIK MENGGUNAKAN *UNMANNED
AERIAL VEHICLE* (UAV) DI PERAIRAN PULAU DUA, ENGGANO,
BENGKULU**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Bidang
Ilmu Kelautan Fakultas MIPA*



Oleh :

MUHAMMAD ATTAR NOOR RIFAI

08051282025044

**JURUSAN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDERALAYA**

2024

**PEMETAAN HABITAT BENTIK MENGGUNAKAN *UNMANNED
AERIAL VEHICLE* (UAV) DI PERAIRAN PULAU DUA, ENGGANO,
BENGKULU**

SKRIPSI

Oleh :

**MUHAMMAD ATTAR NOOR RIFAI
08051282025044**

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Bidang
Ilmu Kelautan Fakultas MIPA*

**JURUSAN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDERALAYA**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMETAAN HABITAT BENTIK MENGGUNAKAN UNMANNED
AERIAL VEHICLE (UAV) DI PERAIRAN PULAU DUA, ENGGANO,
BENGKULU**

SKRIPSI

*Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Bidang
Ilmu Kelautan pada Fakultas MIPA*

Oleh:

MUHAMMAD ATTAR NOOR RIFAI

08051282025044

Inderalaya, Juli 2024

Pembimbing II



Dr. Hartoni, S.Pi., M.Si
NIP. 197906212003121002

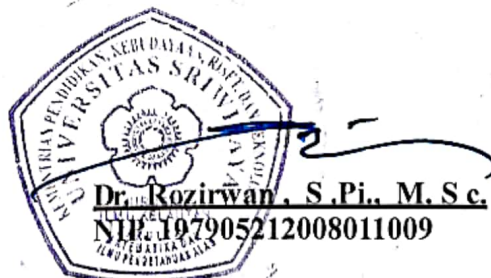
Pembimbing I



Dr. Rozirwan, S.Pi., M.Sc
NIP. 197905212008011009

Mengetahui

Ketua Jurusan Ilmu Kelautan



Tanggal Pengesahan :

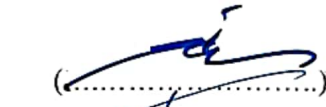
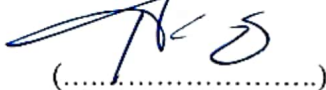
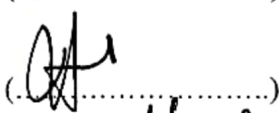
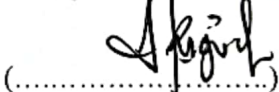
LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Attar Noor Rifai
NIM : 08051282025044
Judul Skripsi : Pemetaan Habitat Bentik Menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) Di Perairan Pulau Dua, Enggano, Bengkulu

Telah Berhasil Dipertahankan Di Hadapan Dewan Penguji dan Diterima Sebagai Bagian Persyaratan Yang Diperlukan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pada Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam,, Universitas Sriwijaya

DEWAN PENGUJI

Ketua	: Dr. Rozirwan, S.Pi., M. Sc. NIP. 197905212008011009	 (.....)
Anggota	: Dr. Hartoni, S.Pi., M. Si. NIP. 197906212003121002	 (.....)
Anggota	: Dr. Heron Surbakti, S.Pi., M.Si. NIP. 197703202001121002	 (.....)
Anggota	: Fitri Agustriani, S.Pi., M.Si. NIP. 197808312001122003	 (.....)

Ditetapkan di : Indralaya

Tanggal :

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Dengan ini saya **Muhammad Attar Noor Rifai, NIM. 08051282025044** menyatakan bahwa Karya Ilmiah/Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan Karya Ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun Perguruan Tinggi lainnya.

Semua informasi yang dimuat dalam Karya Ilmiah/Skripsi ini yang berasal dari penulis lain, baik yang dipublikasikan atau tidak, telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar dan semua Karya Ilmiah/Skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis

Inderalaya,



Muhammad Attar Noor Rifai
NIM. 08051282025044

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Attar Noor Rifai
NIM : 08051282025044
Jurusan : Ilmu Kelautan
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Pemetaan Habitat Bentik Menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) Di Perairan Pulau Dua, Enggano, Bengkulu

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhal menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis pertama/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Inderalaya, Juli 2024

Yang Menyatakan,



Muhammad Attar Noor Rifai
NIM. 08051282025044

ABSTRAK

Muhammad Attar Noor Rifai. 08051282025044. Pemetaan Habitat Bentik Menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) Di Perairan Pulau Dua, Enggano, Bengkulu (Pembimbing: Dr. Rozirwan, S.Pi., M.Sc dan Dr. Hartoni, S.Pi., M.Si).

Habitat bentik di perairan Pulau Dua, Enggano menjadi habitat dari seluruh makhluk akuatik. Pemanfaatan citra UAV dapat digunakan untuk melihat luasan di habitat bentik di Pulau Dua dikarenakan UAV mampu melakukan penerbangan rendah yang memungkinkan sensor untuk mengamati dan mengumpulkan data. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan habitat bentik dengan memanfaatkan citra UAV serta menguji skala dan algoritma *Support Vector Machine* dan *Random Forest* dalam mengklasifikasikan habitat bentik di Pulau Dua. Hasil klasifikasi menggunakan algoritma *Support Vector Machine* dan *Random Forest* pada Pulau Dua menghasilkan 4 kelas yaitu terumbu karang, lamun, pasir dan makroalga. Nilai akurasi didapatkan dari penggunaan skala 250 dan algoritma *Support Vector Machine* dengan *overall accuracy* sebesar 82%. Luas terumbu karang yang pada skala 250 dan algoritma *Support Vector Machine* sebesar 5,3 Ha, lamun 3,1 Ha, Pasir 6,1 Ha, dan makroalga 0,2 Ha. Habitat bentik di pesisir Pulau Dua, Enggano mampu menghasilkan 4 kelas klasifikasi yaitu dimana skala 250 mengasilkan klasifikasi yang paling baik diantara skala lainnya dan algoritma *Support Vector Machine* menghasilkan hasil yang lebih akurat dibanding *Random Forest*. Hasil penelitian ini dapat ditingkatkan dengan menggunakan alat yang lebih canggih

Kata Kunci : Habitat Bentik, UAV, Pulau Dua, *Support Vector Machine*, *Random Forest*.

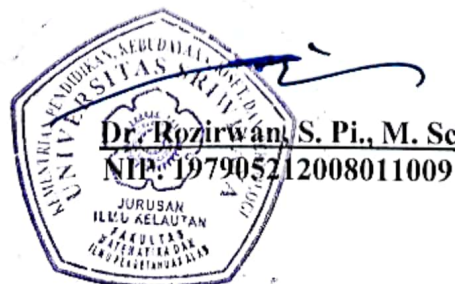
Pembimbing II

Dr. Hartoni, S.Pi., M.Si
NIP. 197906212003121002

Inderalaya, Juli 2024
Pembimbing I

Dr. Rozirwan, S.Pi., M.Sc
NIP. 197905212008011009

Mengetahui,
Ketua Jurusan Ilmu Kelautan



ABSTRACT

Muhammad Attar Noor Rifai. 08051282025044. *Benthic Habitat Mapping Using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) in the waters of Dua Island, Enggano, Bengkulu (Supervisors: Dr. Rozirwan, S.Pi., M.Sc and Dr. Hartoni, S.Pi., M.Si).*

Benthic habitat in the waters of Dua Island, Enggano is the habitat of all aquatic creatures. The use of UAV imagery can be used to see the extent in benthic habitats on Dua Island because UAVs are capable of low flight which allows sensors to observe and collect data. This study aims to map benthic habitat by utilizing UAV imagery and testing the scale and algorithm of Support Vector Machine and Random Forest in classifying benthic habitat on Dua Island. The classification results using Support Vector Machine and Random Forest algorithms on Dua Island produced 4 classes, namely coral reefs, seagrasses, sand and macroalgae. The accuracy value is obtained from the use of a scale of 250 and the Support Vector Machine algorithm with an overall accuracy of 82%. The area of coral reefs is on a scale of 250 and the Support Vector Machine algorithm is 5.3 Ha, seagrass is 3.1 Ha, Sand is 6.1 Ha, and macroalgae is 0.2 Ha. Benthic habitat on the coast of Dua Island, Enggano is able to produce 4 classification classes, where a scale of 250 produces the best classification among other scales and the Support Vector Machine algorithm produces more accurate results than Random Forest. The results of this study can be improved by using more sophisticated tools

Keywords: *Benthic habitat, UAV, Dua Island, Support Vector Machine, Random Forest.*

Supervisor II



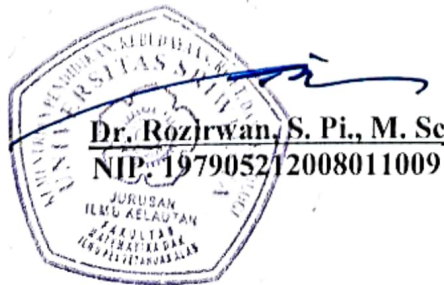
Dr. Hartoni, S.Pi., M.Si
NIP. 197906212003121002

Inderalaya, July 2024
Supervisor I



Dr. Rozirwan, S.Pi., M.Sc
NIP. 197905212008011009

**Acknowledge,
Head of Marine Science Departement**



RINGKASAN

Muhammad Attar Noor Rifai. 08051282025044. Pemetaan Habitat Bentik Menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) Di Perairan Pulau Dua, Enggano, Bengkulu (Pembimbing: Dr. Rozirwan, S.Pi., M.Sc dan Dr. Hartoni, S.Pi., M.Si).

Pulau Enggano merupakan salah satu pulau terluar di Indonesia yang menjadi kawasan pariwisata nasional. Pulau seluas 39.586,74 hektare yang dikelilingi 4 pulau kecil salah satunya Pulau Dua yang memiliki keanekaragaman habitat bentik didalamnya. Habitat bentik menjadi kajian penting dikarenakan habitat bentik menjadi habitat mahluk akuatik . Pemetaan habitat bentik dapat dilakukan dengan pemanfaatan citra UAV yang dapat terbang rendah sehingga dapat melakukan pengamatan pengambilan data resolusi tinggi. Klasifikasi citra UAV dilakukan dengan metode OBIA (*Object Based Image Analysis*). Metode OBIA menggunakan algoritma dalam pengklasifikasiannya, seperti *Support Vector Machine* dan *Random Forest*

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu: untuk memetakan habitat bentik di Pesisir Pulau Dua, Engano dengan memanfaatkan citra UAV, melakukan perbandingan uji akurasi dari hasil penggunaan skala yang berbeda pada proses segmentasi, dan melakukan perbandingan uji akurasi klasifikasi menggunakan algoritma *Support Vector Machine* dan *Random Forest* di Pesisir Pulau Dua, Enggano.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2023 sampai Maret 2024 dengan tahapan pengambilan data lapangan berupa foto udara menggunakan *Drone* merek DJI MAVIC 2 PRO dan data *ground check* menggunakan transek kuadran ukuran 58 x 44 cm². Jalur penerbangan dibuat sesuai dengan luasan yang dibutuhkan menggunakan *software* Pix4DMapper. Titik *ground check* terdiri dari 2 titik yaitu titik uji dan titik klasifikasi. Hasil foto udara digabungkan dengan cara *orthophoto* menggunakan *software* Agisoft. Segmentasi penelitian ini menggunakan algoritma *multiresolution segmentation* pada *software* eCognition. Pengaplikasian algoritma *Support Vector Machine* dan *Random Forest* menggunakan *software* eCognition. Hasil klasifikasi ini diuji dengan metode konfusi matriks.

Hasil penerbangan UAV di Pulau Dua menghasilkan 144 foto dan memiliki *overlap* sebesar 50%. Skala yang digunakan pada proses segmentasi menggunakan 5 skala yaitu 100, 200, 250, 300, 400, 500 dengan nilai *shape* 0,5 dan *compactness* 0,8. Klasifikasi habitat bentik pada perairan Pulau Dua menghasilkan 4 kelas yaitu terumbu karang, lamun, pasir dan makroalga. Klasifikasi citra UAV dimulai dari memasukan titik klasifikasi dari hasil *ground check* lapangan yang menghasilkan nilai spektral yang menunjukkan persebaran dimana kelas yang paling tersebar adalah kelas pasir dimana standar deviasinya tertingginya adalah 61,3.

Hasil klasifikasi habitat bentik di Pulau Dua pada 6 skala dan algoritma *Support Vector Machine* dan *Random Forest* menghasilkan hasil yang beragam dimana pada skala yang 100 hasil yang didapatkan lebih kompleks dibandingkan pada skala besar. Sedangkan algoritma *random forest* menghasilkan hasil yang lebih kompleks juga dibandingkan dengan algoritma *Support Vector Machine*. Klasifikasi dari algoritma *Support Vector Machine* dengan skala 250 menghasilkan *overall accuracy* paling baik yaitu sebesar 82% . Luas terumbu karang yang didapatkan pada skala 250 dan algoritma *Support Vector Machine* sebesar 5,3 Ha, lamun 3,1 Ha, Pasir 6,1 Ha, dan makroalga 0,2 Ha.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah habitat bentik di pesisir Pulau Dua, Enggano mampu menghasilkan 4 kelas klasifikasi yaitu pasir, lamun, makroalga dan terumbu karang. Skala 250 menghasilkan klasifikasi dengan tingkat keakuratan lebih tinggi dari pada skala 100, 200, 300, 400, 500. Algoritma *Support Vector Machine* menghasilkan hasil yang lebih akurat dibandingkan *Random Forest* pada habitat bentik di Pulau Dua, Enggano dengan *overall accuracy* sebesar 82%. Penelitian ini dapat ditingkatkan dengan pengambilan titik lokasi yang lebih banyak serta menggunakan sisten *drone* RTK agar menghasilkan keakuratan yang lebih baik.

LEMBAR PERSEMBAHAN

Assalamualaikum wr wb.

Alhamdulillah atas izin Allah SWT yang telah memberikan nikmat kesehatan, kebahagiaan serta kemudahan sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan sangat baik. Semoga keberhasilan ini menjadi langkah awal untuk masa depan yang jauh lebih baik bagi Penulis. Atas seluruh rasa syukur dan terima kasih Penulis ucapkan kepada seluruh pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung, berikut terima kasih Penulis persembahkan kepada:

- Keluarga saya **Ubaya Fams** terkhusus untuk kedua orang tua saya **Roy Ubaya** dan **Lusi Dwi Isworowati**, serta untuk kakak saya mas **Adit** dan adek saya **Affan**. Terimakasih yang sebesar besarnya Bapak, Ibu, Mas dan Affan atas doa, dukungan, dan bantuannya untuk dapat mendorong saya untuk dapat menyelesaikan studi dan juga tugas akhir ini. Untuk bapak, terimakasih untuk selalu memberikan kata kata motivasi dan sarannya ketika adek sedang jatuh. Kata kata saran bapak perihal cara menjadi seorang pemimpin sangat membantu adek dalam menjalankan tugas adek sebagai asisten laboratorium. Untuk ibu, terimakasih untuk saran ibu disaat adek sedang nge *down* karena takut tidak bisa menyelesaikan tugas akhir adek ibu berkata “adek sudah memberikan seluruh yang adek bisa, sekarang coba adek minta jalur langit. Adek sholat malam dan sedekah insyallah dimudahkan jalanya” kata kata tersebut membuat adek bisa sampai ke tahap ini. Dan untuk mas adit dan affan terimakasih telah bersedia adek mintain tolong walau sedang dalam kesibukannya masing masng. Terkhusus untuk mas adit terimakasih karena udah nganterin adek ke layo sesekali.
- Kepada keluarga **Rahayu (Mbah Uti, Tante Rini, Yessa, Sanny, Fanny, Khanza, Om Wawan dan yang lain)** Terimakasih sebesar besarnya attar ucapkan kepada kalian semua yang selalu menyambut attar ketika attar pulang ke Palembang dulu ketika masih ngekos dan Bapak ibu belom pindah ke Palembang. Maaf kalau attar sering buat repot repot dan pernah marah marah malam itu karena gak boleh pulang ke layo ketika ada praktikum dadakan.

- Keluarga Besar **Murkadis (Bude Nani, Pakde Bambang, Pakde Agus, Bude Meri, Tante Ita dan yang lain)** Attar ucapkan terimakasih banyak atas doa dan dukungannya dari bude pakde dan tante. Semoga attar bisa berkunjung lagi ke tempat bude, pakde dan tante.
- **Syifa Kirana A.S** yang unyu dan menggemaskan. Taru ucapkan terimakasih sebesar besarnya untuk yaya telah menemani taru di setiap tahap penelitian ini. Taru senang bisa KP, seminar KP, dan mengajak yaya untuk ikut penelitian ke Enggano. *You're my number 1 support system.* Yaya yang nyemangatin taru saat taru stress, yaya yang bantuin taru ketika taru kesulitan, yaya nemenin taru ketika begadang, dan yaya dengan sukarela menunggu taru untuk dapat menyelesaikan revisi agar bisa sidang bareng. Banyak naik dan turunnya selama selama kita bersama ini, namun taru senang bisa melewati itu semua sama yaya. Mari terus bersama hingga kemudian hari. *I wish you al the best and may allah ease your way till success. Cheers till ours next celebration. I Love You* Syifa Kirana.
- Pembimbing saya **Bapak Dr. Rozirwan, S. Pi., M. Sc.** dan **Bapak Dr. Hartoni, S. Pi., M. S** yang telah membimbing saya hingga ke tahap ini. Untuk segala masukan, saran dan revisinya yang saya terima saya ucapkan terimakasih sebesar besarnya. Maaf jika pada proses penelitian ini saya sering melakukan kesalahan, kekeliruan yang menyinggung bapak. Semoga segala ilmu yang bapak berikan dapat bermanfaat untuk saya dan untuk dunia penelitian. Semoga selalu sehat Pak Rozirwan dan Pak Hartoni.
- Penguji saya **Bapak Dr. Heron Surbakti, S. Pi., M. Si.** dan **Ibu Fitri Agustriani S. Pi M. Si** yang telah menguji saya sampai saat ini. Saya ucapkan terimakasih banyak atas kritikan dan masukan yang membangun skripsi saya. Semoga dengan kritik bapak dan ibu membuat skripsi saya menjadi lebih baik lagi.
- **OKIN anak Bu Ojik (Kipe, Kinan, Raja, Lalak, Devi Okin, Indi, Tamik, Ceri, Ria, Syakira, Desni, Uti).** Temen temen rombongan “ambis” ini yang sejak bile kala di kambing hitamkan. Terimakasih banyak sudah mau menerima saya kedalam sirkel kalian. Terimakasih telah membantu saya dari awal kuliah hingga tahap ini. Semua kenangan dan suka dukanya

selalu diingat yaa. Yang dari awal nginap Rumah ke Rumah (udah mirip Hindia aja wkwkkw), dari kosan kinan, kontrakan oka dkk, kontrakan devi dkk hingga kita sendiri sendiri. Semangat untuk kita semua semoga kita bisa ketemuan lengkap semuanya.

- **Keluarga Cemara (Para Agen Cemara....)** yang rindam nan damai. Terimakasih atas dukungannya selama ini. Saya selalu ingat saran dan bantuannya kepada kalian semua. Bimbingannya bak dospem dengan kakak dan ibu. Masak masak di rumah ibu layaknya keluarga besar. Kenangan jalan jalan yang tak terhitung jumlahnya. Ibu terimakasih jamnya, attar selalu pakai untuk kegiatan sehari hari tenang saja bu bagus kok. Kakak *Happy Wedding* yahhh semoga menjadi keluarga sakinah mawaddah warahmah till Jannah. Temen temen yang lain semangat yahh menempu kuliahnya, dikit lagi kok yokk semangat. Semoga kita bisa main dan masak masak bareng. *Love you Guys*
- **Pagi Coy** yang kocak. Terimakasih untuk kalian semua, yang senang tiasa mengajak *push rank* yang tak kenal waktu hingga malam saya sidang pun kalian masih ngajak *push rank*. Semoga kita semua sukses kedepannya. Untuk temen saya yang baru pulang dari cina semoga kerja di kominfo aja biar jelas urusan IT di negara kita ini. Yang mau berlayar semoga kembali dengan selamat dengan membawa “one piece”. Yang mau jadi dokter gigi semoga sukses supaya saya bisa konsul gigi gratis. Yang mau TA semoga lancar TA nya dan lulus di waktu yang sesingkat singkatnya serta sukses kedepannya. Yang mau buka usaha *Pastry* semoga lancar usahanya bagi bagi lah kami ini. Yang lah kerja di tambang semoga sukses selalu dan lancar karirnya. Dan yang kerja di bagian konstruksi benar benar lah bekerjanya jangan roboh dan jangan banyak nilep uang konstruksi.
- **Laboratorium Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis Kelautan.** Kepada teman-teman asisten semua baik dari asisten 18, 19, 20 dan 21, yang telah mengabdikan bersama saya di lab kita tercinta ini saya ucapkan terimakasih. Untuk **asisten 21 (Firly, Ayu, Heqi, Ica, Preti, Anwar, dan Abel)** abang ucapkan terimakasih atas bantuan, masukan, saran dan kerjasamanya selama jadi asisten lab inderaja. Semoga penelitian

kalian lancar dan lulus dengan cepat semua. Untuk **asisten 20 yang Too Soon (Ajay, Qintar, Nisa, Mimi, dan Ryan)** terima kasih telah berjuan bersama pada awal sampai pertengahan masa asisten lab. Maaf tidak bisa mempertahankan kalian. Semoga kita semua bisa berkumpul lagi di lain hari. Terkhusus untuk **Devi dan Annet** pejuang late game, terimakasih telah membantu saya hingga akhir masa asisten kita. Semoga sukses selalu untuk kita semua dan terimakasih untuk *sharing* nya di lab. Untuk **Asisten 18 dan 19** terimakasih telah menerima attar sebagai bagian dari asisten lab inderaja, ini menjadi sebuah pengalaman yang sangat berharga bagi attar. Semoga attar bisa ketemu lagi bersama abang dan kakak sekalian di lain tempat dan waktu.

- **Pak Marsai (Babe)** yang sudah selalu bantu attar dalam hal apapun. Terimakasih babe atas bantuan yang babe berikan selama attar kuliah di Ilmu Kelautan. Sehat sehat babe. Sampai ketemu lagi babe.
- **Pollux** dengan semua dramanya. Saya ucapkan terimakasih karena jika bukan kalian maka tidak mungkin saya bisa melewati masa awal di keluarga besar Ilmu Kelautan ini. Semoga sukses untuk kalian semua. Dan kalau Reuni angkatan tolong undang yahhhh.

“STILL NOOB AND NEVER BE A PRO”
(someone I know)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **“Pemetaan Habitat Bentik Menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) Di Perairan Pulau Dua, Enggano, Bengkulu”** tepat pada waktunya. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak **Dr. Rozirwan, S.Pi., M.Sc** dan Bapak **Dr. Hartoni, S.Pi., M.Si** selaku dosen Pembimbing yang telah membimbing dan memberikan pendapat serta bantuannya kepada penulis selama proses penulisan laporan Tugas Akhir (Skripsi).

Semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembacanya dan memotivasi bagi mahasiswa Ilmu Kelautan Universitas Sriwijaya dapat melakukan penelitian lanjutan di bidang serupa. Penulis sepenuhnya menyadari masih banyak kekurangan yang terdapat dalam penyusunan Skripsi ini baik dalam penjelasan dan penulisan yang digunakan. Oleh karena itu, Penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun demi terciptanya tulisan yang lebih baik lagi. Akhir kata, terima kasih.

Inderalaya, 15 Juli 2024



Muhammad Attar Noor Rifai
NIM. 08051282025044

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
RINGKASAN	vii
LEMBAR PERSEMBAHAN	ix
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Habitat Bentik.....	6
2.2 Pemetaan Habitat Bentik.....	7
2.3 Pemanfaatan Citra UAV	7
2.3 Klasifikasi Terbimbing	8
2.5 Algoritma <i>Support Vector Machine</i> (SVM).....	8
2.6 Algoritma <i>Random Forest</i> (RF)	9
III METODOLOGI	8
3.1 Waktu dan Tempat.....	8
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Metode Penelitian	11
3.3.1 Penentuan Titik Lokasi	13
3.3.2 Penentuan Jalur Penerbangan.....	14
3.3.3 Penerbangan <i>Drone</i>	15
3.3.4 <i>Orthophoto</i> Hasil Penerbangan	16
3.3.5 Klasifikasi dan Segmentasi	17
3.3.6 Uji Akurasi	20
3.4 Analisis Data	21
IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1 Kondisi Umum Pulau Dua	22

4.2	Hasil <i>Ground Check</i>	23
4.3	Hasil <i>Orthophoto</i>	27
4.4	Segmentasi Citra.....	28
4.5	Nilai Spektral Citra UAV.....	29
4.6	Hasil Klasifikasi Habitat Bentik.....	31
4.7	Uji Akurasi	31
4.8	Luasan Habitat Bentik	37
V KESIMPULAN DAN SARAN		40
5.1	Kesimpulan	40
5.2	Saran	40
DAFTAR PUSTAKA		41
LAMPIRAN.....		45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pemikiran	4
2. Peta Lokasi Penelitian.....	8
3. Tahapan Penelitian.....	12
4. Peta Lokasi Pengambilan Data.....	13
5. Titik Pengambilan Data Lapangan	14
6. Metode <i>Stop and Go</i> (BIG, 2014)	14
7. Rencana Penerbangan <i>Drone</i>	15
8. Pengambilan Gambar Selama Penerbangan.....	16
9. Pohon Prediktor Yang Digunakan	19
10. Pulau Dua Dilihat Dari Ketinggian	22
11. Hasil <i>Orthophoto</i> Pulau Dua.....	27
12. Hasil Segmentasi A. Skala 100; B. Skala 200; C. Skala 250; D. Skala 300; E. Skala 400; F. 500.....	29
13. Hasil Klasifikasi Habitat Bentik di Pulau Dua dengan Algoritma <i>Support Vector Machine</i> dan <i>Random Forest</i> pada Skala 100 dan 200	32
14. Hasil Klasifikasi Habitat Bentik di Pulau Dua dengan Algoritma <i>Support Vector Machine</i> dan <i>Random Forest</i> pada Skala 250 dan 300	33
15. Hasil Klasifikasi Habitat Bentik di Pulau Dua dengan Algoritma <i>Support Vector Machine</i> dan <i>Random Forest</i> pada Skala 400 dan 500	34

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat yang digunakan di lapangan.....	11
2. Alat dan bahan yang digunakan untuk pengolahan data.....	11
3. Detail penerbangan di Pulau Dua	16
4. Model matriks konfusi	20
5. Hasil <i>Ground Check</i>	24
6. Detail segmentasi	28
7. Nilai statistik spektral pada citra UAV	30
8. Hasil presentase <i>user accuracy</i> dan <i>producer accuracy</i> pada setiap kelas dari uji akurasi menggunakan matriks konfusi	35
9. Hasil presentase <i>overall accuracy</i> dari klasifikasi pada setiap skala.....	36
10. Luasan Habitat Bentik di Pulau Dua	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil Uji Akurasi pada algoritma <i>Random Forest</i>	45
2. Hasil Uji Akurasi pada algoritma <i>Support Vector Machine</i>	47
3. Dokumentasi Penelitian.....	49

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pulau Enggano merupakan salah satu pulau terluar di Indonesia yang menjadi kawasan pariwisata nasional. Pulau Enggano memiliki luas 39.586,74 hektare. Secara administrasi Pulau Enggano masuk kedalam wilayah kabupaten Bengkulu Utara. Pulau Enggano memiliki empat pulau kecil, yaitu Pulau Dua, Pulau Merbau, Pulau Bangkai dan Pulau Satu. Salah satu pulau yang memiliki keanekaragaman habitat bentik adalah Pulau Dua (LIPI, 2017).

Habitat bentik merupakan rumah bagi berbagai jenis organisme akuatik yang terbentuk dari hamparan padang lamun, terumbu karang, makroalga, substrat terbuka seperti pasir atau lumpur. Habitat bentik menjadi habitat yang rentan terhadap perubahan lingkungan (Risman *et al.* 2022). Menurut Zamdial *et al.* (2020), keberadaan habitat bentik di perairan Pulau Enggano menjadi sumberdaya hayati dan berpotensi memiliki nilai yang tinggi. Potensi sumberdaya hayati di pesisir Pulau Enggano ini telah menjadi sumber kebutuhan bagi masyarakat dan peningkatan masyarakat yang membuat meningkatnya intensitas eksploitasi sumberdaya hayati.

Habitat bentik menjadi sebuah kajian yang penting dilakukan dikarenakan habitat ini dapat menggambarkan kondisi suatu ekosistem di kepulauan baik secara temporan maupun spasial (Sugara *et al.* 2022). Informasi tentang habitat bentik dapat diperoleh melalui survei lapangan dan pendekatan penginderaan jauh. Menurut Fuad *et al.* (2022), pendekatan penginderaan jauh umumnya menggunakan citra satelit optis. Selain menggunakan satelit optis, penginderaan jauh juga dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi *Unmanned Aerial Vehicle* {UAV}.

Pemanfaatan citra satelit optis di daerah pesisir Perairan Enggano memiliki kekurangan dimana citra satelit optis umumnya memiliki resolusi spasial antara 10-30m sehingga menghasilkan gambar yang kurang tajam. Resolusi yang dihasilkan oleh satelit optis ini masih kurang untuk memantau habitat bentik. Oleh karena itu, pemetaan terumbu karang di daerah Pesisir Enggano dapat menggunakan bantuan citra UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) atau menurut Gustavo *et al.* (2019), biasa disebut sebagai *drone*.

Pemanfaatan citra UAV dalam memetakan suatu daerah Pulau Dua disebut dengan metode fotogrametri. Fotogrametri memungkinkan rekonstruksi 3D dengan karakterisasi substrat yang lebih rinci dan pada skala yang lebih besar dari lanskap terkaitnya fotogrametri terutama digunakan di lingkungan air jernih untuk menggambarkan struktur terumbu karang (Ternor *et al.* 2022).

UAV dapat melakukan penerbangan ketinggian rendah yang memungkinkan sensor untuk mengamati daerah di bawahnya dan mengumpulkan data resolusi tinggi dengan biaya operasional yang kompetitif dan hasil yang keluaran memiliki kualitas yang tajam. Resolusi spasial dan temporal serta fleksibilitas yang ditawarkan oleh UAV dapat memberikan informasi yang lebih terkait sebaran habitat bentik (Woellner dan Wagner, 2019).

Citra UAV umumnya tidak memiliki nilai refelktansi, untuk itu metode OBIA (*Object Based Image Analysis*) menjadi metode yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan citra UAV. Sesuai namanya, OBIA merupakan teknik klasifikasi yang mengklasifikasikan citra berdasarkan objek yang terdapat didalamnya, objek tersebut diklasifikasi berdasarkan hasil segmentasi yang dihasilkan (Noraini *et al.* 2021).

Terdapat beberapa algoritma yang digunakan untuk melakukan pengklasifikasian OBIA, seperti algoritma *Support Vector Machine* dan *Random Forest* (Sari dan Achmad, 2021). Terdapat algoritma lain seperti *Maximum Likelihood*, *Naïve Bayes*, *Decision Tree*, *K-Nearest Neighbors*, dan *Neural Networks* (Richard, 2022). Algoritma klasifikasi non parametrik seperti *support vector machine* dan *random forest* sering kali menghasilkan tingkat akurasi yang lebih tinggi. Penelitian Wicaksono *et al.* (2019), mengklasifikasikan habitat bentik di Pulau Kemujan, menunjukkan hasil pemetaan menggunakan algoritma *support vector machine* dan *random forest* menunjukkan keakuratan yang lebih baik dari pada algoritma lain.

Penelitian ini menjadi penting dikarenakan penggunaan citra UAV yang memiliki resolusi lebih tinggi dari satelit optis untuk memetakan habitat bentik di Pulau Dua. Serta pengguna skala dan algoritma yang berbeda sehingga dapat mengetahui algoritma dan skala yang baik dalam melakukan pemetaan habitat bentik di Pulau Dua.

1.2 Rumusan Masalah

Pemetaan habitat bentik diperlukan, memungkinkan untuk dapat mengetahui luasan dan kondisi habitat bentik di daerah tersebut, pemetaan ini juga dapat menjadi acuan untuk membuat kebijakan yang digunakan untuk menjaga keasrian dan keindahan serta keberlangsungan ekosistem tersebut. Menurut Fuad *et al.* (2022), salah satu kegiatan yang penting dilakukan untuk pengelolaan kawasan ekosistem terumbu karang adalah pemantauan kondisi terumbu karang, Pemantauan kondisi terumbu karang ini dapat dilakukan dengan berbagai macam cara salah satunya dengan metode penginderaan jauh.

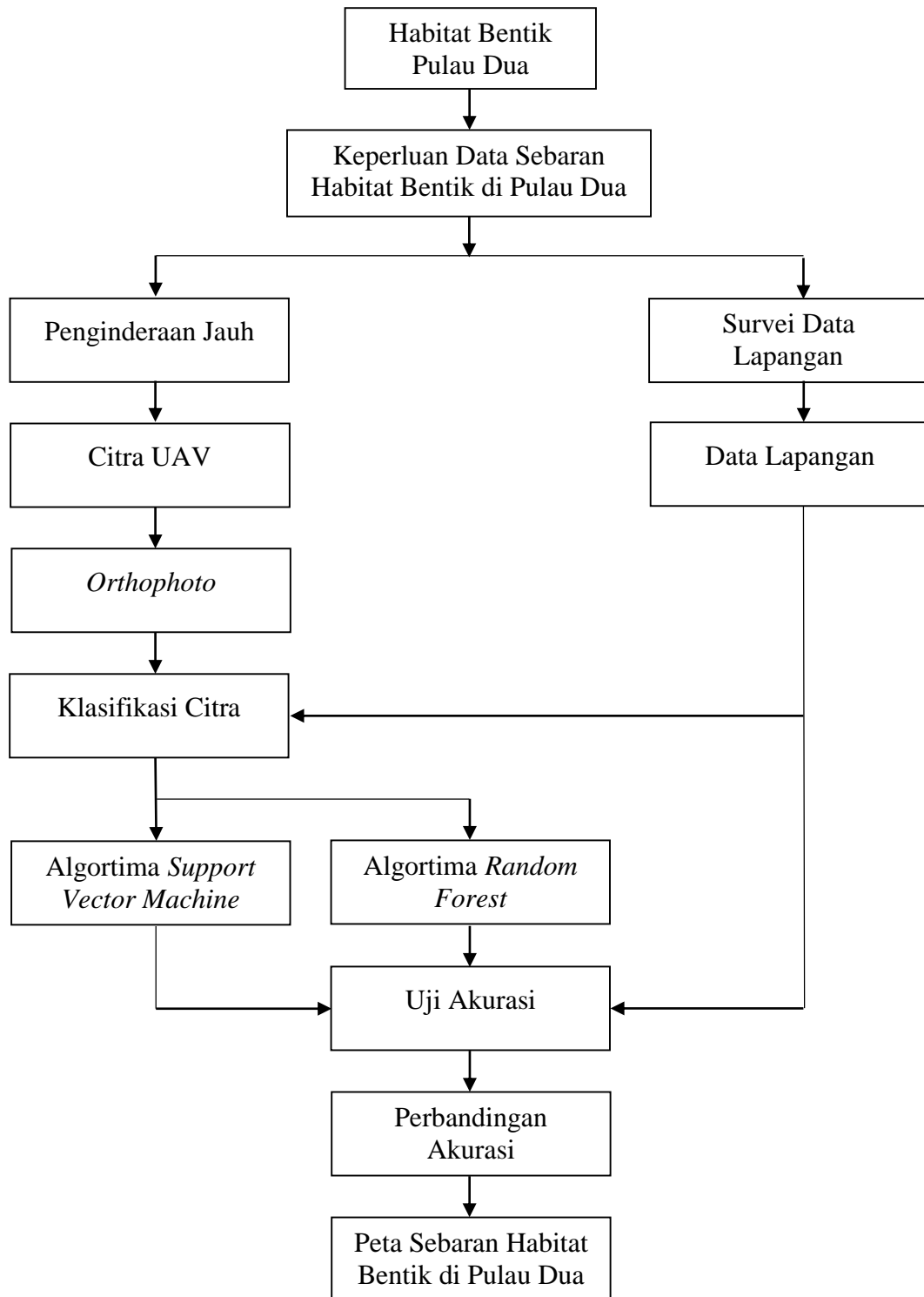
Metode penginderaan jauh ini terfokus dengan memanfaatkan teknologi UAV dimana dengan menggunakan UAV ini dapat menghasilkan hasil citra dengan resolusi tinggi dan lebih murah. Selain itu, hasil citra yang dihasilkan tidak memiliki gangguan awan dikarenakan UAV terbang rendah. Penggunaan citra UAV ini sering digunakan untuk memetakan di daerah yang sempit dan *remote* seperti Pulau Enggano. Pulau Enggano merupakan 1 dari 35 pulau terluar di Indonesia yang memiliki gugus yang memiliki banyak gugus pulau salah satunya Pulau Dua (Zamdial *et al.* 2020).

Segmentasi merupakan metode penggabungan piksel menjadi sebuah objek untuk diklasifikasi. segmentasi citra UAV tidak memiliki standar baku yang dapat dijadikan acuan, sehingga digunakan beberapa skala segmentasi untuk mendapatkan skala yang paling baik. Klasifikasi citra UAV ini menggunakan algoritma SVM *Support Vector Machine* dan *Random Forest*. Menurut Ye *et al.* (2023), SVM adalah model klasifikasi biner yang bertujuan untuk menemukan hyperplane dalam ruang fitur dimensi tinggi untuk memisahkan sampel pelatihan, yang dapat memecahkan masalah klasifikasi ukuran kecil, nonlinier, dan dimensi tinggi. Sedangkan *Random forest* adalah metode klasifikasi yang diawasi berdasarkan pohon predictor sebagai media klasifikasinya.

Berdasarkan masalah yang ada, dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa luasan habitat bentik di perairan Pulau Dua, Enggano?
2. Skala berapa yang menghasilkan hasil klasifikasi paling baik?
3. Bagaimana perbandingan hasil klasifikasi antara algoritma *Support Vector Machine* dan *Random Forest*?

Kerangka pemikiran dari penelitian disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Memetakan habitat bentik di Pesisir Pulau Dua, Enggano dengan memanfaatkan citra UAV.
2. Melakukan perbandingan uji akurasi dari hasil penggunaan skala yang berbeda pada proses segmentasi.
3. Melakukan perbandingan uji akurasi klasifikasi menggunakan algoritma *Support Vector Machine* dan Algoritma *Random Forest* di Pesisir Pulau Dua, Enggano.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi terkait habitat bentik di perairan Pulau Dua, Enggano.
2. Mengetahui skala yang lebih baik dalam proses segmentasi hasil pemetaan di Pulau Dua, Enggano.
3. Memberikan informasi keakuratan dalam penggunaan dua algoritma yang diuji dalam mengklasifikasi habitat bentik di Pesisir Pulau Dua, Enggano dengan citra UAV.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrillah K, Wahyu A, Kurniawan. 2019. Pemetaan sebaran terumbu karang di Perairan Pulau Kelapan, Kabupaten Bangka Selatan berdasarkan data satelit sentinel 2a. *Tropical Marine Science* Vol. 2(2): 59-70
- [BIG] Badan Informasi Geospasial. 2014. *Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial No. 8 Tentang Pedoman Teknis Pengumpulan dan Pengolahan Data Geospasial Objek Perairan Bawah Laut Perairan Laut Dangkal*. Cibinong: Badan Informasi Geospasial. 53 hal
- [BIG] Badan Informasi Geospasial. 2017. *Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 7 Tentang Kompetensi Kerja Di Bidang Informasi Geospasial*. Cibinong: BIG. 10 hal
- Breiman L. 2001. Random Forest. *Machine Learning* Vol. 45 (1): 5-32
- Chen Y, Qiang C, Changfeng J. 2019. *Multi-resolution segmentation parameters optimization and evaluation for VHR remote sensing image based on mean NSQI and discrepancy measure*. *Spatial Science* Vol. 66(2): 253-278.
- Darmawan I. 2020. Pemanfaatan drone untuk pemetaan potensi ekowisata di Kecamatan Panca Jaya, Mesuji. *Pengabdian Kepada Masyarakat Sakai Sambayan* Vol. 4(1):1-5
- [ATR/BPN] Direktorat Jenderal Infrastruktur Keagrariaan Kementerian Agraria dan Tata Ruang. 2017. *Petunjuk Teknis Pembuatan Peta Kerja dengan Menggunakan Pesawat Nirawak/ Drone*. Jakarta: Direktorat Jenderal Infrastruktur Keagrariaan Kementerian Agraria dan Tata Ruang. 13 hal
- Firmansyah S, Gaol J, Susilo SB. 2019. Perbandingan klasifikasi SVM dan *decision tree* untuk pemetaan mangrove berbasis objek menggunakan citra satelit sentinel-2b di Gili Sulat, Lombok Timur. *JPSL* Vol. 9(3): 746-757.
- Fisher WS. 2023. Relating fish populations to coral colony size and complexity. *Ecological Indicator*. Vol. 148(110117): 1-10
- Fuad MAZ, Ramadhani MFN, Dewi CSU, Fikri MAF, Hardikusuma EB. 2022. Pemetaan terumbu karang dengan citra satelit Sentinel-2 dan analisis kondisi karang di kawasan Pantai Pasir Putih, Situbondo Jawa Timur. *Pendidikan Geografi : Kajian, Teori, dan Praktik dalam Bidang Pendidikan dan Ilmu Geograf* Vol. 27(1): 73-87
- Gustavo ACG, Ellisa C, Juan CMR. 2019. *Habitat mapping of remote coasts: Evaluating the usefulness of lightweight unmanned aerial vehicles for conservation and monitoring*. *Biological Conservation* Vol. 239(3): 1-10

- Hernina, R., Putera, R., Rosyidy, M., Ramadhan, M., & Putra, T. (2019). Analisis tinggi terbang drone dan resolusi untuk pemetaan penggunaan lahan menggunakan DJI Phantom 4 Pro (studi kasus kampus UI). *Penginderaan Jauh* Vol. 6(1):99-105
- Ilya TP, Bisman N, Hawis M, Dony K. 2020. Pemetaan ekosistem lamun dengan dan tanpa koreksi kolom air di Perairan Pulau Pajenekang, Sulawesi Selatan. *Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* Vol. 12(1): 9-23
- Kabiri K, Rezai H, Masoud M. 2020. *A drone-based method for mapping the coral reefs in the shallow coastal waters – case study: Kish Island, Persian Gulf.* *Earth Science Informatic* Vol. 13(4): 1265-1274
- Koman W, Janur A, Putri F, Pratiwi G. 2021. Perbandingan metode otomatisasi *Supervised Machine Learning* terhadap perubahan tutupan lahan. *Forum Ilmiah Tahunan* Vol. 5(14) 301 - 307.
- Lao RJ, Manuel AA, Claudio L, Fernando JA, Abderrahim N. 2022. *Multiresolution segmentation for extracting plastic greenhouses from Deimos-2 Imagery.* *Remote Sensing and Spatial Information Sciences* Vol 5(2): 251-259
- Leeuwen van B, Tobak Z, Kovacs F. 2020. *Comparison of different machine learning techniques for land use/land cover classification of medium resolution optical satellite imagery focusing on temporary inundated areas.* *Environmental Geography* Vol. 13 (2): 43-52.
- Lillesand T, Kiefer R. W, Chipman, J. 2015. *Remote Sensing and Image Interpretation.* New Jersey : John Wiley & Sons. 768 hal
- [LIPI] Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. 2014. *Panduan Teknis Pemetaan Habitat Dasar Perairan Laut Dangkal.* Jakarta: LIPI
- [LIPI] Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. 2017. *Ekspedisi Pulau Enggano.* Jakarta: LIPI press
- Matsu LOK, Nababan B. Panjaitan JP. 2018. Pemetaan habitat bentik berbasis objek menggunakan citra Sentinel-2 di Perairan Pulau Wangi-Wangi Kabupaten Wakatobi. *Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropisi* Vol. 10(2): 381-396
- Mukrimin LO, Haya MY, Amadhan T. 2021. Pemetaan habitat bentik perairan dangkal di pesisir Pulau Tiga (Selat Tiworo) menggunakan citra satelit *Sentinel-2A.* *Sapa Laut* Vol.6(1): 63-74
- Muqsit A, Dewi P, Zamdial T. 2016. Struktur komunitas terumbu karang Di Pulau Dua Kecamatan Enggano Kabupaten Bengkulu Utara. *Enggano* Vol. 1(1): 75-87

- Nasution AL, dan Fathonah RNS. 2023. *Klasifikasi Kondisi Peralatan Elektronik Metode Gaussian Naïve Bayes*. Jawa Barat: Penerbit Buku Pedia. 75 hal
- Nawangwulan NH, Sudarsono B, Sasmito B. 2013. Analisis pengaruh perubahan lahan pertanian terhadap hasil produksi tanaman pangan di Kabupaten Pati Tahun 2001–2011. *Geodesi UNDIP* Vol 2(2):127-140
- Neubert M, Herold H, Meinel G. 2007. *Assessing image segmentation quality – concepts, methods and application*. In *Lecture Notes in Geoinformation & Cartography*. 769–784.
- Noraini A, I Nyoman S, Martinus ET. 2021. Aplikasi metode *Object Based Image Analysis* (OBIA) untuk identifikasi atap bangunan. *Poltanesa* Vol. 22(1): 61-66
- Nugraha AH, Syahputra IP, I Wayan ED, Arbi UY, Hermanto B, Kurniawan F, Roni S, Wibisono G, Rivani A. 2023. Sebaran jenis dan kondisi tutupan lamun di Perairan Kepulauan Riau. *Marine Reseach* Vol. 12(3): 321-438
- Nurhaliza, S, Muhlis M, Bachtiar I, Santoso D. 2019. Struktur komunitas karang keras (*scleractinia*) di zona intertidal Pantai Mandalika Lombok Tengah. *Biologi Tropis* Vol. 19(2): 302-308.
- Phinn SR, Roelfsema CM, Mumby PJ. 2012. *Multi-scale, object-based image analysis for mapping geomorphic and ecological zones on coral reefs*. *International Journal of Remote Sensing* Vol. 33(12): 3768-3787
- Purba F J. 2019. Pengaruh metode pemberian tugas terhadap hasil belajar siswa. *INPAFI (Inovasi Pembelajaran Fisika)* Vol. 7(1): 1-14
- Rahmad R. 2019. Pemanfaatan drone DJI Phantom 4 untuk identifikasi batas administrasi wilayah. *Geografi* Vol. 11(2):218-223
- Rahmani E, I Wayan GAK, I Dewa NNP. 2022. pemetaan habitat bentik menggunakan citra Sentinel-2A dan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) di Perairan Pemuteran, Bali. *Marine Research and Technology* Vol.5(1): 29-39
- Rani C, Abdul H, Inayah Y, Ahmad F. 2019. Sebaran dan kelimpahan ikan karang di Perairan Pulau Liukangloe, Kabupaten Bulukumba. *Jurnal Ilmu dan Teknologi. Kelautan Tropis*.Vol. 11(3): 527-540.
- Rastner PT, Bolch C, Notarnicola, Paul F. 2014. *A comparison of pixeland object-based glacier classification with optical satellite image*. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Science Earth Observations and Remote Sensing* Vol. 7(3): 853-862
- Richard JA. 2022. *Remote Sensing Digital Image Analysis*. Springer: Berlin. 567 hal

- Risman, Syahdan M, Tony F. 2022. Klasifikasi substrat dasar habitat bentik menggunakan citra satelit sentinel-2 di Pulau Denawan Kabupaten Kotabaru. *Marine, Coastal and Small Island Journal* Vol. 6(1): 1-9
- Rismona N, Nurul A, Nurmuna A. 2020. Jenis-jenis terumbu karang (*coral reef*) di perairan Pantai Balee Deudap Pulo Aceh. *Nasional Biotik* Vol. 8(1) :193-197
- Ryabinin V, Barbi`ere J, Haugan P, Kullenberg G, Smith N, McLean C, Troisi A, Fischer A , Arico S, Aarup T, Pissierssens P, Visbeck M, Enevoldsen H.O, Rigaud J. 2019. *The UN decade of ocean science for sustainable development. Front. Mar. Sci.* 6, 470
- Saputra E, Khaira U, Abidin Z. 2021. Implementasi algoritme *support vector machines* untuk klasifikasi area terbakar di lahan gambut. *Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi* Vol. 10(1): 19-24
- Sari CA dan Achmad FS. 2021. Pemetaan habitat bentik pulau salarangan menggunakan metode *object-based image analysis*. *Science and Technology* Vol. 14(1): 114-120
- Sugara A, Citra AS, Ari A, Esty K, Ully W, Robin S. 2022. Pemetaan habitat bentik berbasis pixel perairan dangkal Di Pulau Sebaru Besar Kepulauan Seribu Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2A. *Majalah Ilmiah Globè* Vol. 24(2): 73-80
- Sugara A, Siregar VP, Agus SB. 2020. Klasifikasi habitat bentik perairan dangkal dari citra Worldview-2 menggunakan data in-situ dan *drone*. *Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* Vol. 12(1): 135-150
- Suroso I. 2016. Peran Drone/Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Buatan STTKD Dalam Dunia Penerbangan. Program Studi Teknik Aeronautika, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan
- Utama PW, Vincentus PS, Bisman N. 2023. Klasifikasi habitat dasar berbasis objek Di Perairan Dangkal Karang Lebar dan Pulau Lancang. *Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* Vol. 15(2): 167-184
- Utomo B. 2017. Drone untuk percepatan pemetaan bidang tanah. *Media Komunikasi Geografi*. Vol 18(2):146-155
- Vierra AJ, dan Garret JM. 2005. *Understanding interobserver agreement : The Kappa Statistic. Family Medicine* Vol. 37 (5): 360-370
- Wahiddin N, Siregar VP, Nababan B, I Jaya, Wouthuyzend S. 2015. *Object-based image analysis for coral reef benthic habitat mapping with several classification algorithms. Procedia Environmental Sciences* Vol. 24: 222-227

- Wicaksono P, Pratama AA, Wahyu L. 2019. *Benthic habitat mapping model and cross validation using machine-learning classification algorithms. Remote sensing* Vol. 11(1279): 1-24
- Woelner R, Wagner TC. 2019. *Saving species, time and money: Application of unmanned aerial vehicles (UAVs) for monitoring of an endangered alpine river specialist in a small nature reserve. Biological Conservation* Vol. 233: 162-175
- Xiao D, Pan Y, Feng J, Yin J, Liu Y, He L. 2022. *Remote sensing detection algorithm for apple fire blight based on UAV multispectral image. Computers and Electronics in Agriculture* Vol. 199(234): 107-137
- Ye Z, Yang K, Lin, Y, Guo, S, Sun Y, Chen X, Zhang H. 2023. *A comparison between Pixel-based deep learning and Object-based image analysis (OBIA) for individual detection of cabbage plants based on UAV Visible-light images. Computers and Electronics in Agriculture* Vol. 209(107822): 1-15
- Yusniyanti E, Kurniati K. 2017. *Analisa puncak banjir dengan metode MAF (studi kasus Sungai Krueng Keureuto). Einstein* Vol. 5(1): 7-13
- Zamdial, Nurlaila EH, Wahyu N, Ali M. 2020. *Struktur komunitas ikan karang pada teknologi atraktor multifungsi di Perairan Kahyapu, Enggano, Bengkulu. Teknologi Perikanan dan Kelautan* Vol. 11(2): 127-139
- Zulfajri, Danoedoro P, Murti, SH. 2021. *Klasifikasi tutupan lahan data Landsat-8 OLI menggunakan metode Random Forest. Penginderaan Jauh Indonesia* Vol. 3(1): 1-7.