

PEMETAAN PERUBAHAN GARIS PANTAI DAN MUARA SUNGAI MENGUNAKAN UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) DENGAN METODE OBIA DI KELURAHAN KUNGKAI BARU KABUPATEN SELUMA

*(Mapping Shore Line And Estuary Changes Using Anunmanned Aerial Vehicle (Uav) With
The (OBIA) Method In Kungkai Baru Urban Village, Seluma District)*

Hadi Putra Pratama¹, Ayub Sugara², Dede Hartono³, Eko Nofridiansyah⁴, Feri Nugroho⁵

^{1,2,3,4}Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu, Indonesia

⁵Postgraduate in Computer Science, Faculty of Institute of Computer Science and Digital Innovation, UCSI
University, Kuala Lumpur, Malaysia

Jl. W.R. Supratman Kandang Limun, Bengkulu 38371, Indonesia.

E-mail: ayubsugara@unib.ac.id

Diterima: 06 Mei 2024; Direvisi: 12 Desember 2024; Disetujui untuk Dipublikasikan: 19 Maret 2025

ABSTRAK

Muara Sungai dan Pantai Kungkai Baru merupakan bagian dari ekosistem estuaria yang terbentuk oleh sedimen dan mengalami perpindahan secara temporal maupun spasial. Perubahan garis pantai menjadi indikator utama dalam mengidentifikasi dinamika perpindahan sedimen. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan garis pantai dan muara sungai akibat perpindahan sedimen, apakah lebih didominasi oleh proses abrasi atau akresi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis citra foto udara menggunakan *Object-Based Image Analysis* (OBIA) dalam rentang waktu Maret 2022 hingga Desember 2023. Citra foto udara yang diperoleh memiliki resolusi spasial *Ground Sampling Distance* (GSD) sebesar 3,28 cm pada tahap pertama dan 5,82 cm pada tahap kedua, dengan akurasi berdasarkan *Circular Error 90%* (CE90) sebesar 0,37 m dan 0,54 m untuk masing-masing tahap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa garis pantai di Muara Sungai dan Pantai Kungkai Baru mengalami pergeseran ke arah laut (akresi), dengan rata-rata pergeseran sebesar 20,17 m. Selain itu, terjadi penambahan panjang garis pantai sepanjang 143,39 m. Proses akresi lebih dominan di Muara Sungai Kungkai Baru, dengan luas area akresi mencapai 2,14 ha. Temuan ini menunjukkan bahwa dinamika garis pantai di wilayah tersebut lebih dipengaruhi oleh proses sedimentasi dibandingkan abrasi.

Kata kunci: Garis pantai, Kungkai Baru, UAV, OBIA

ABSTRACT

The River Estuary and Kungkai Baru Beach are part of an estuarine ecosystem formed by sediments that undergo temporal and spatial displacement. Changes in the shoreline serve as a key indicator in identifying sediment displacement dynamics. This study aims to analyze shoreline and river mouth changes caused by sediment displacement, determining whether the process is more dominated by abrasion or accretion. The method used in this research is aerial imagery analysis using Object-Based Image Analysis (OBIA) within the period from March 2022 to December 2023. The obtained aerial imagery has a spatial resolution Ground Sampling Distance (GSD) of 3.28 cm in the first stage and 5.82 cm in the second stage, with accuracy based on Circular Error 90% (CE90) of 0.37 m and 0.54 m for each respective stage. The results indicate that the shoreline in the estuary and coast of Kungkai Baru has shifted seaward (accretion), with an average shoreline shift of 20.17 m. Additionally, the shoreline length increased by 143.39 m. Accretion is more dominant in the Kungkai Baru estuary, with an accretion area reaching 2.14 ha. These findings suggest that shoreline dynamics in the area are more influenced by sedimentation processes rather than abrasion.

Keywords: Shoreline, Kungkai Baru, UAV, OBIA

PENDAHULUAN

Kabupaten Seluma merupakan salah satu dari sepuluh kabupaten/kota yang terletak di Provinsi Bengkulu. Secara geografis, kabupaten ini memiliki berbagai kawasan, termasuk perairan laut, muara sungai, dan pantai. Salah satu daerah di Kabupaten

Seluma yang memiliki ketiga kawasan tersebut adalah Kelurahan Kungkai Baru. Keberadaan perairan laut, muara sungai, dan pantai menjadikan Kelurahan Kungkai Baru memiliki potensi sumber daya wilayah pesisir dan laut yang signifikan dalam perspektif kemaritiman, baik dalam sektor perikanan maupun pariwisata. Sumber daya pesisir

dan laut ini berpotensi memberikan manfaat bagi masyarakat di sekitar Muara Sungai dan Pantai Kungkai Baru.

Muara Sungai dan Pantai Kungkai Baru termasuk dalam ekosistem estuaria atau perairan semi tertutup, yang menerima pasokan air tawar dari sungai dan air asin dari laut. Kedua sumber air ini membawa nutrisi penting bagi ekosistem. Ekosistem estuaria kaya akan nutrisi yang mendukung pertumbuhan *fitoplankton*, menjadikannya *nursery ground* bagi biota perairan seperti udang dan anakan ikan (Ariadi, 2023). Selain fungsi ekologis, ekosistem ini juga dimanfaatkan sebagai lahan permukiman dan daerah penangkapan ikan (*fishing ground*) (Siregar et al., 2023; Sugara et al., 2022).

Wilayah ini secara alami memiliki karakteristik yang dinamis karena material utama penyusunnya berupa sedimen, yang terus mengalami perpindahan dan pengendapan secara temporal maupun spasial (Sari et al., 2023). Perpindahan dan pengendapan sedimen yang dimaksud dikenal sebagai *sediment budget*, yaitu perbandingan antara jumlah sedimen yang mengendap di suatu bagian pantai dengan jumlah sedimen yang berpindah dari bagian pantai tersebut (Vironita et al., 2012). Ketidakstabilan dalam perpindahan sedimen dapat menyebabkan perubahan lingkungan yang berujung pada abrasi atau akresi. Dalam jangka panjang perubahan lingkungan di kawasan pantai dan muara sungai dapat mengurangi jumlah penduduk di sekitar wilayah tersebut akibat penyempitan lahan permukiman (Astjario & Kusnida, 2016). Salah satu metode yang paling umum digunakan untuk mengidentifikasi ketidakstabilan perpindahan sedimen adalah dengan mengamati perubahan garis pantai. Informasi mengenai perubahan garis pantai memiliki peran penting dalam perencanaan pengelolaan kawasan pesisir serta upaya mitigasi bencana.

Metode fotogrametri menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) merupakan metode berbasis teknologi yang dapat menghasilkan citra foto udara sebagai media pengukuran (Ayub et al., 2021). UAV dilengkapi dengan kamera beresolusi sangat tinggi serta mampu menyediakan data geospasial secara real-time dan terbaru (Junarto et al., 2020). Metode klasifikasi citra foto udara umumnya terbagi menjadi dua kategori, yaitu klasifikasi berbasis piksel dan berbasis objek (Nugroho et al., 2023). Metode klasifikasi berbasis piksel bekerja dengan mengelompokkan objek berdasarkan nilai spektral pada suatu citra, sedangkan metode klasifikasi berbasis objek mendefinisikan objek-objek dalam citra berdasarkan kombinasi aspek spektral dan spasial. Metode klasifikasi berbasis objek ini sering dikenal dengan *Object-Based Image Analysis* (OBIA) (Astjario & Kusnida, 2016). Citra beresolusi sangat tinggi yang dihasilkan oleh teknologi UAV

dapat dianalisis menggunakan metode OBIA dengan teknik *multiresolution segmentation*, yaitu dengan membagi objek dalam citra menjadi beberapa segmen (*segmentation*) untuk meningkatkan akurasi klasifikasi.

Perkembangan metode fotogrametri berbasis teknologi *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dan citra satelit saat ini telah banyak diterapkan dalam penelitian ilmiah di berbagai bidang keilmuan (Rahmani et al., 2022). Khusus dalam bidang ilmu kelautan, citra satelit telah digunakan dalam pemetaan padang lamun (Ilyas et al., 2020). Keberadaan metode fotogrametri berbasis UAV sering dibandingkan dengan citra satelit dalam menyediakan data geospasial (Sugara et al., 2023). Salah satu keunggulan citra foto udara dari UAV adalah efektivitasnya dalam menentukan garis pantai yang lebih baik dibandingkan dengan citra satelit. Hal ini disebabkan oleh resolusi spasial dan temporal citra foto udara yang lebih tinggi. Selain itu, ketelitian geometrik pada citra foto udara juga lebih baik dibandingkan dengan citra satelit (Susetyo et al., 2017). Metode fotogrametri berbasis UAV dan analisis OBIA juga telah digunakan dalam penelitian perubahan garis pantai di Pantai Samas, Daerah Istimewa (Sari, 2019).

Berdasarkan kajian terkini, belum terdapat penelitian yang membahas perubahan garis pantai di Kelurahan Kungkai Baru, Kecamatan Air Periukan, Kabupaten Seluma. Kondisi ini menyebabkan ketersediaan informasi mengenai dinamika perubahan garis pantai di wilayah tersebut masih sangat terbatas. Selain itu, pemanfaatan teknologi fotogrametri berbasis UAV dalam penelitian di bidang ilmu kelautan, khususnya untuk pemetaan wilayah pesisir di Provinsi Bengkulu, masih sangat terbatas. Keterbatasan informasi mengenai perubahan garis pantai serta minimnya penerapan metode fotogrametri berbasis UAV menunjukkan perlunya dilakukan penelitian yang mendalam mengenai perubahan garis pantai di Kelurahan Kungkai Baru. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan garis pantai di wilayah tersebut menggunakan citra foto udara beresolusi sangat tinggi yang dianalisis dengan metode OBIA.

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan teknologi UAV dalam menghasilkan citra foto udara untuk pemetaan perubahan garis pantai di Kungkai Baru. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan metode OBIA untuk memetakan perubahan kondisi morfologi muara sungai secara spasial dan temporal akibat perpindahan sedimen, baik ke arah abrasi maupun akresi, dalam rentang waktu Maret 2022 hingga Desember 2023. Informasi yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengelolaan wilayah muara sungai dan pantai di Kelurahan Kungkai Baru, Kecamatan Air Periukan, Kabupaten Seluma, Provinsi Bengkulu.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada Maret tahun 2022 - Desember tahun 2023, lokasi penelitian di Kelurahan Kungkai Baru, Kecamatan Air Periukan, Kabupaten Seluma, Provinsi Bengkulu. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada **(Gambar 1)**.



Gambar 1. Lokasi penelitian.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 1**. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini tertera pada **Tabel 2**.

Tabel 1. Alat dan tanggal akuisisi.

No	Alat	Fungsi	Tanggal Akuisisi
1.	Dji Phantom 4 pro/ sensor CMOS 1inch 20 mega Piksel	Akuisisi foto udara	Maret 2022
2.	Mavic 3 Enterprise/ Sensor CMOS ¾ inch 20 mega piksel	Akuisisi foto udara	Desember 2023
3.	GPS Geodetic Polaris S100	Akuisisi koordinat	Maret 2022
4.	GPS South Galaxy S1	Akuisisi koordinat	Desember 2023

Tabel 2. Bahan dan fungsi.

NO	Bahan	Fungsi
1.	Data foto udara 2022	Pembuatan orthofoto
2.	Data foto udara 2023	Pembuatan orthofoto
3.	Data koordinat GCP dan ICP	Akurasi dan validasi

Akuisisi Data

Penelitian ini menggunakan data primer berupa GCP, ICP, dan data foto udara. Koordinat GCP diakuisisi menggunakan GPS geodetik Polaris S100 dengan metode *Real Time Kinematik- Network Tranfer of Radio Internet Protocol* (RTK-NTRIP),

pengukuran GCP ini berfungsi sebagai titik kontrol pada saat melakukan koreksi geometrik ketika pengolahan data foto udara. GCP dan ICP yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 5 titik GCP dan 4 titik ICP, adapun rancangan sebaran titik GCP dan ICP dapat dilihat pada **Gambar 2**.

Gambar 2. Rancangan sebaran titik GCP dan ICP.



Keterangan: ● GCP
✕ ICP

Akuisisi data citra foto udara dilakukan menggunakan UAV DJI Phantom 4 Pro pada ketinggian terbang 100 meter. Proses akuisisi dilakukan setelah tahap pengukuran GCP serta pemasangan penanda titik GCP dan ICP (*premark*) di lapangan. Sebelum pelaksanaan akuisisi, perencanaan jalur terbang diperlukan untuk memastikan cakupan area yang optimal dan kualitas data yang baik.

Tahap perencanaan jalur terbang bertujuan untuk memperoleh citra foto udara sesuai dengan kebutuhan penelitian. Perencanaan ini mencakup desain *Area of Interest* (AOI) pada lokasi penelitian, penentuan titik *take-off* dan *landing*, serta perancangan sesi penerbangan dan ketinggian terbang. Jalur terbang dirancang menggunakan perangkat lunak *DroneDeploy*. Setelah perancangan jalur terbang selesai, UAV dioperasikan untuk melakukan akuisisi citra foto udara. Akuisisi ini bertujuan untuk memperoleh data citra foto udara yang selanjutnya akan diolah menjadi ortofoto atau citra foto udara berkualitas tinggi.

Akuisisi citra foto udara dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama dilaksanakan pada 3 Maret 2022 menggunakan UAV DJI Phantom 4 Pro yang dilengkapi sensor kamera CMOS berukuran 1 inci dengan resolusi 20 *megapiksel*. Akuisisi dilakukan pada ketinggian 100 meter dengan resolusi setiap foto sebesar 4864 × 3648 piksel. Parameter pengambilan citra mencakup *sidelap* sebesar 60% dan *frontlap* sebesar 70%. Dengan *sidelap* 60%, sebanyak 2918 dari 4864 piksel pada setiap foto mengalami tumpang tindih (*overlay*) dengan jalur terbang yang bersebelahan. Sementara itu, dengan *frontlap* 70% sebanyak 2553 dari 3648 piksel pada

setiap foto mengalami *overlay* secara berurutan pada jalur terbang yang sama.

Pengolahan Data

Pengolahan citra merupakan tahapan penting dalam menggabungkan seluruh foto udara yang diperoleh selama proses akuisisi data di lapangan. Proses ini menggunakan perangkat lunak Pix4D untuk menyusun foto udara menjadi satu citra yang utuh dengan menerapkan teknik tumpang tindih (*overlay*). Selain itu, dilakukan koreksi geometrik untuk memastikan bahwa posisi setiap objek pada citra foto udara sesuai dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Adapun langkah-langkah dalam pengolahan data foto udara adalah sebagai berikut:

Add Photo

Add photo adalah tahap pertama untuk memulai pengolahan, semua data foto hasil akuisisi dibuka sesuai urutan umum foto berdasarkan jalur terbang.

Aligan Photos

Tahap *Aligan photos* adalah tahap membuat matching point dari semua foto udara, kemudian akan menghasilkan tie point sebagai model awal. Akurasi yang digunakan pada tahap ini adalah high.

Import Koordinat GCP

Import titik koordinat GCP yang telah diambil saat melakukan akuisisi data GCP yaitu sebanyak 5 titik. Tahapan ini dilakukan agar memberi referensi koordinat X, Y, dan Z terhadap proses aligan photo sehingga DEM dan orthofoto yang akan dibentuk diperbaiki kualitas geometriku.

Koreksi data foto dengan data GCP

Memaksimalkan posisi kamera dan data orientasi digunakannya premark. Setelah geometri dibangun, melihat foto dimana GCP dengan photo view kemudian klik dua kali di ikon pada panel foto. Selanjutnya memperbesar foto agar bisa menemukan GCP pada foto dan menempatkan penanda di titik premark. Ulangi tahap tersebut untuk setiap GCP.

Build Dense Clouds

Tahap dimana program menghitung informasi yang mendalam pada setiap kamera agar digabung menjadi satu titik berdasarkan posisi kamera. Pada menu *Workflow* pilih *build dense cloud* lalu atur nilai parameternya.

Build Digital Elevation Model (DEM)

Untuk membangun mesh yaitu pada menu *workflow* pilih *build DEM*, lalu koordinat sistemnya

harus sesuai dengan sistem yang dipakai pada pengaturan referensi.

Build Orthomosaic

Tahapan akhir dalam proses orthophoto. Proses ini menghasilkan peta yang sudah terkoordinat dan tegak. Langkah yang perlu dilakukan adalah pada menu workflow pilih build *orthomosaic*.

Export Orthomosaic

Hasil dari tahapan di atas akan di *export* dalam format *file* yang sesuai dengan kebutuhan. Pilih opsi *export orthomosaic*, kemudian tentukan jenis *file* yang akan di *export*. Hasil akhir yang diperoleh mencakup *orthomosaic* dan *Digital Elevation Model (DEM)*.

Uji Ketelitian Geometrik

Citra foto udara yang telah mengalami perbaikan kualitas geometrik menghasilkan orthofoto dengan akurasi tinggi dan koordinat yang mendekati posisi sebenarnya di lapangan. Ketelitian geometrik dari hasil pengolahan data foto udara dapat ditentukan berdasarkan nilai RMSE, yang diperoleh selama proses rektifikasi citra foto udara. Akurasi geometri digunakan untuk membandingkan koordinat posisi objek pada peta dengan koordinat yang diyakini mewakili posisi sebenarnya. Akurasi geometri terdiri atas dua komponen utama, yaitu akurasi vertikal dan presisi horizontal. Nilai akurasi posisi peta dinyatakan dalam bentuk *Circular Error 90%* (CE90), yang merupakan ukuran akurasi geometri *horizontal* dan didefinisikan sebagai jari-jari lingkaran. Nilai ini menunjukkan bahwa perbedaan antara posisi *horizontal* objek pada peta dan posisi sebenarnya tidak lebih besar dari radius yang ditentukan dalam lebih dari 90% kasus.

Pengujian ketelitian geometrik berpedoman pada peraturan kepala (Perka) Badan Informasi Geospasial (BIG) Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar menjadi pedoman dalam melakukan uji geometrik. Pengujian ini dilakukan dengan cara menghitung nilai CE90 terlebih dahulu menggunakan rumus *US NMAS (United states national Map accuracy standards)* sebagaimana ditunjukkan oleh **Persamaan 1**.

$$CE90 = 1,5175 \times RMSEr \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

RMSEr : *Root Mean Square Error* pada posisi x dan y (*horizontal*)

CE90 : Nilai ketelitian posisi *horizontal* dengan tingkat kepercayaan 90%

Nilai *Root Mean Square Error* (RMSEr) dapat diketahui dari hasil orthorektifikasi. Nilai Root Mean

Square Error (RMSEr) dapat diketahui dari hasil orthorektifikasi. Kemudian dapat dilakukan klasifikasi nilai CE90 yang telah diketahui dengan berpedoman pada tabel ketelitian peta dari BIG.

Uji Akurasi

Uji *confusion matrix* dalam penelitian ini dilakukan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.8. Pengujian dilakukan dengan menerapkan dua puluh titik uji yang tersebar secara acak (*random sampling*), sehingga perangkat lunak dapat menghitung tingkat kesalahan secara sistematis. Hasil dari uji *confusion matrix* berupa nilai akurasi pengguna (*User Accuracy/UA*), akurasi produsen (*Producer Accuracy/PA*), akurasi keseluruhan (*Overall Accuracy/OA*), serta nilai Kappa. Nilai OA dapat ditentukan menggunakan **Persamaan 2**.

$$OA = \frac{\text{Jumlah sampel benar dilapangan}}{\text{Jumlah sampel keseluruhan (n)}} \times 100\% \dots \dots (2)$$

Analisis Perubahan Garis Pantai

Analisis perubahan garis pantai di Pantai Kungkai Baru dilakukan menggunakan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) untuk menghitung jarak dan arah pergeseran garis pantai berdasarkan garis acuan (*baseline*). *Baseline* dibuat dalam bentuk garis lurus yang sejajar dengan garis pantai dan berfungsi untuk membagi perpotongan garis pantai serta menghitung tingkat perubahan garis pantai (Rudianto, 2022). *Baseline* dapat ditempatkan pada wilayah daratan (*onshore*) atau lautan (*offshore*). Dalam penelitian ini, *baseline* ditempatkan pada wilayah daratan (*onshore*), sehingga garis transek yang dihasilkan akan mengukur perubahan garis pantai dari arah darat menuju laut.

Pergeseran garis pantai serta luas area yang terbentuk akibat perubahan garis pantai antara Maret 2022 dan Desember 2023 dianalisis menggunakan fitur *Calculate Geometry*. DSAS dalam ArcGIS 10.8 digunakan untuk menganalisis perubahan garis pantai secara kuantitatif. Sistem ini mengukur tingkat erosi dan akresi dengan menggunakan metode *End Point Rate* (EPR), *Linear Regression Rate* (LRR), dan *Net Shoreline Movement* (NSM). Dengan menggunakan data historis garis pantai, DSAS secara otomatis menghasilkan garis transek dan menghitung pergeseran garis pantai per tahun.

Klasifikasi Berbasis Objek

Klasifikasi yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan *software* e-cognition developer 9.0 dengan metode klasifikasi OBIA. Metode klasifikasi berbasis objek dari data foto udara ini menggunakan algoritma *multiresolution segmentation*. Algoritma ini menggunakan teknik yang disebut penggabungan wilayah untuk

membuat objek berdasarkan ekstraksi homogenitas dengan mengelompokkan wilayah yang sebanding dan objek terdekat (Hossain & Chen, 2019). Berdasarkan parameter skala yang dipilih, *multiresolution segmentation* membagi area dengan nilai piksel yang sebanding menjadi objek (Hao et al., 2021). Parameter yang sesuai dengan hasil yaitu dengan *scale* 100, *shape* 0,1, dan *compactness* 0,5 (Ramadhani et al., 2022). Setelah proses segmentasi telah dilakukan, langkah selanjutnya membagi citra ke dalam beberapa kelas, proses ini menggunakan fitur klasifikasi *Support Vector Machine* (SVM). Klasifikasi ini bertujuan untuk memisahkan objek kelas badan air dan kelas pasir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Muara Sungai dan Pantai Kungkai Baru terletak di Desa Kungkai Baru, Kecamatan Air priukan, Kabupaten Seluma, Provinsi Bengkulu. Muara sungai dan pantai ini merupakan objek wisata yang biasa dikenal dengan Cemeoro Sewu. Batas wilayah Muara Sungai dan Pantai Kungkai Baru ke arah selatan berbatasan langsung dengan Samudera Hindia.

Muara Sungai dan Pantai Kungkai Baru memiliki topografi dataran dengan ciri kemiringan dibawah 10°, Pantai tipe ini terbentuk oleh material aluvium berupa pasir homogen. Material aluvium tersebut terbawa oleh aliran sungai dan mengendap di muara sungai (Yanin, 2019). Vegetasi yang terdapat pada Daerah Aliran sungai (DAS) berupa perkebunan sawit baik yang dimiliki oleh masyarakat maupun Perseroan Terbatas (PT) Agri Andalas, sedangkan, pada muara sungai dan pantai di dominasi oleh vegetasi cemara pantai. Berikut gambaran dari Muara Sungai dan Pantai Kungkai Baru.



Gambar 3. Area penelitian.

Potensi ekologi yang terdapat di daerah aliran sungai hingga muara sungai kungkai baru, dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai tempat penangkapan ikan. Profesi sebagai nelayan menjadi pilihan olah sebgai masyarakat yang tinggal di sekitar muara sungai kungkai baru. Selain potensi ekologi, Muara Sungai Dan Pantai Kungkai Baru juga memiliki potensi wisata pantai, pada momen

tertentu seperti libur nasional, libur sekolah, libur akhir tahun, muara sungai dan pantai ini banyak dikunjungi oleh wisatawan masyarakat sekitar maupun masyarakat luar. Potensi ini dapat dimanfaatkan oleh masyarakat yang tinggal di sekitar Kungkai Baru sebagai sumber pendapatan. Kondisi muara sungai dan pantai kungkai baru pada saat di kunjungi wisatawan dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Wisatawan Kungkai Baru.

Hasil Akuisisi Data Foto Udara

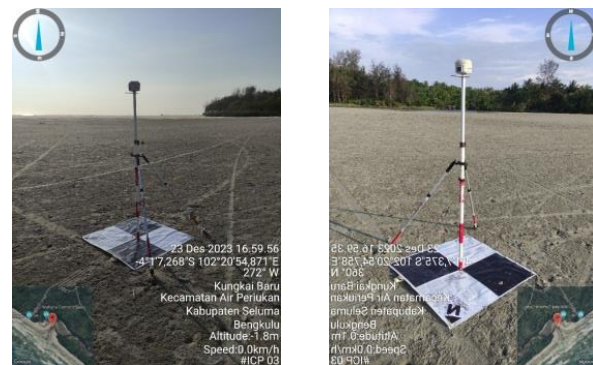
Luas area jalur terbang atau *Area of Interest* (AOI) pada saat akuisisi data mencapai 28,6 ha, menghasilkan 184 foto udara. Akuisisi data foto udara tahap kedua dilakukan pada 23 Desember 2023 menggunakan teknologi UAV DJI Mavic 3 *Enterprise*, yang dilengkapi dengan sensor kamera CMOS 4/3 inci dan menghasilkan foto berukuran 5280 × 3956 piksel.

Pada tahap kedua, akuisisi dilakukan pada ketinggian terbang 200 m dengan kecepatan 15 m/s, serta menggunakan *sidelap* 60% dan *frontlap* 70%. Dengan *sidelap* 60%, sebanyak 3168 dari 5280 piksel pada setiap foto mengalami tumpang tindih (*overlay*) dengan jalur terbang yang bersebelahan. Sementara itu, dengan *frontlap* 70%, sebanyak 2769 dari 3956 piksel pada setiap foto mengalami tumpang tindih secara berurutan pada jalur terbang yang sama.

Pada akuisisi data bulan Desember 2023, luas AOI bertambah menjadi 97 ha, menghasilkan 289 foto udara. Perbedaan jumlah foto yang dihasilkan dipengaruhi oleh luas area pada saat akuisisi data. Peningkatan luas area akuisisi pada tahun 2023 dibandingkan tahun 2022 disebabkan oleh perubahan kelas lahan, di mana kelas badan air pada tahun 2022 berubah menjadi kelas pasir pada tahun 2023. Perubahan ini terjadi akibat fenomena *sediment transport* di wilayah pasang surut air laut, yang menyebabkan terbentuknya daratan baru. Perbedaan tersebut dapat diamati pada **Gambar 10** dan **Gambar 11**.

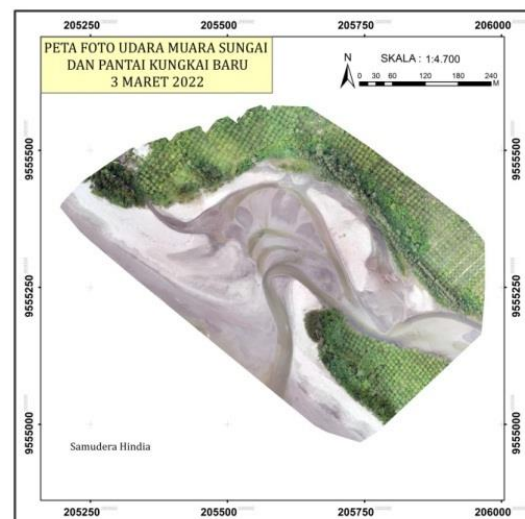
Hasil Pengukuran Koordinat GCP dan ICP

Pengukuran koordinat GCP dan ICP dilakukan pada setiap tahap akuisisi foto udara. Tahap pertama akuisisi foto udara menggunakan 5 GCP dan 4 ICP. Pengukuran koordinat GCP dan ICP tahap pertama dilakukan menggunakan GPS Polaris S100 dengan metode RTK-NTRIP. Tahap kedua akuisisi data foto udara menggunakan 5 GCP dan 4 ICP. Pengukuran koordinat GCP dan ICP pada tahap kedua dilakukan dengan menggunakan GPS South Galaxy S1. Pengukuran koordinat pada tahap kedua menggunakan metode statik dengan durasi pengukuran lebih dari 15 menit. Proses pengukuran koordinat GCP dan ICP dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Proses pengukuran koordinat GCP dan ICP.

Hasil Pengolahan Data Citra



Gambar 6. Hasil pengolahan data foto udara Maret 2022.

Pengolahan data foto udara dalam penelitian ini dilakukan menggunakan perangkat lunak Pix4D Mapper. Proses pengolahan dengan GCP pada Maret 2022 menghasilkan citra foto udara dengan nilai Ground Sampling Distance (GSD) sebesar 3,28 cm. GSD merupakan ukuran setiap piksel dalam suatu citra terhadap dimensi sebenarnya di permukaan bumi. Pada citra foto udara Maret 2022,

nilai GSD sebesar 3,28 cm menunjukkan bahwa setiap piksel merepresentasikan luas 3,28 cm × 3,28 cm di lapangan. Jika resolusi setiap foto udara adalah 4.864 × 3.648 piksel, maka satu citra udara mencakup area seluas 159,5 m × 120 m dipermukaan Hasil pengolahan data foto udara dapat dilihat pada **Gambar 6**. Sementara itu, hasil pengolahan data foto udara pada Desember 2023 menunjukkan nilai GSD sebesar 5,82 cm. Dengan resolusi foto udara sebesar 5280 × 3956 piksel, setiap foto udara merepresentasikan area seluas 307 × 230 m pada permukaan bumi. Hasil pengolahan data foto udara dapat dilihat pada **Gambar 7**.

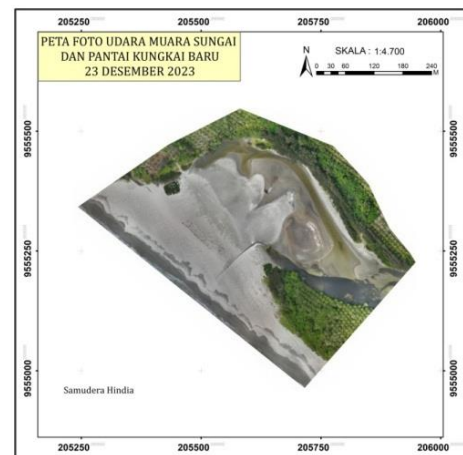
Nilai GSD pada citra foto udara dipengaruhi oleh ketinggian terbang UAV pada saat akuisisi data. Semakin tinggi terbang UAV maka semakin besar Nilai GSD pada citra tersebut, maka resolusi spasial pada citra juga semakin rendah (Hernina et al., 2019).

Hasil Uji Akurasi Geometrik

Uji akurasi geometrik dilakukan menggunakan 4 titik ICP pada setiap citra foto udara. Uji akurasi citra foto udara Maret 2022 menghasilkan nilai RMSEr 0,24 dan nilai CE90 0,37. Nilai CE90 menunjukan bahwa kesalahan posisi objek pada peta tidak lebih dari 37 cm pada bidang sebenarnya di permukaan bumi. Berdasarkan nilai CE90 tersebut maka peta foto udara Maret 2022 masuk ke dalam ketelitian peta RBI kelas satu skala 1:2.500. Perhitungan akurasi citra foto udara Maret 2022 dapat dilihat pada **(Tabel 3)**.

Uji akurasi pada citra foto udara tahap kedua menghasilkan nilai RMSEr 0,35 dan nilai CE90 0,54. Nilai CE90 menunjukan bahwa kesalahan posisi objek pada peta tidak lebih dari 37 cm pada bidang

sebenarnya di permukaan bumi. Berdasarkan nilai CE90 tersebut maka peta foto udara Desember 2023 masuk kedalam ketelitian peta RBI kelas dua skala 1:2.500. Perhitungan akurasi citra foto udara Desember 2023 dapat dilihat pada **(Tabel 4)**.



Gambar 7. Hasil pengolahan data foto udara Desember 2023.

Hasil Klasifikasi

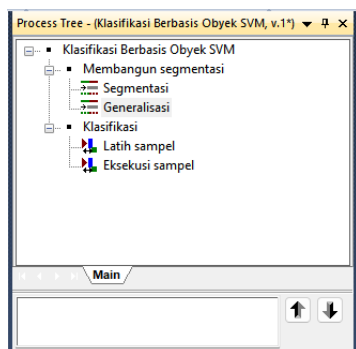
Rule set pada proses kalsifikasi dapat dilihat pada **Gambar 8**. Tahap pertama yaitu segmentasi, pada tahapan ini algoritma yang digunakan adalah *Multiresolution Segmentation*. Proses segmentasi ini dilakukan 5 kali percobaan dengan 5 *scale* parameter yang berbeda yaitu, *scale* 10, *scale* 25, *scale* 50, *scale* 75, *scale* 100. Setiap percobaan *scale* parameter menggunakan *shape* 0,1 dan *compactness* 0,5 (*default*). *Scale* parameter menentukan ukuran segmen pada citra. Semakin kecil nilai *scale* parameter maka semakin detil objek yang tersegmen, sedangkan jika semakin besar nilai *scale* parameter maka semakin general segmen pada citra.

Tabel 3. Perhitungan uji akurasi citra foto udara Maret 2022.

Nama	X Lapangan	X Uji	(X1-X2)	(X1-X2) ²	Y Lapangan	Y Uji	(Y1-Y2)	(Y1-Y2) ²	(X1-X2) ² +(Y1-Y2) ²
	X1	X2			Y1	Y2			
ICP 01	205807,736	205807,7316	0,0044	1,95187E-05	9556263,643	9555263,589	-0,04566	0,002083922	0,002103441
ICP 02	205411,907	205411,7644	0,1426	0,020343602	9555330,292	9555330,116	0,176339999	0,031095795	0,051439397
ICP 03	205650,752	205650,5526	0,1994	0,039773123	9555144,089	9555144,169	-0,079640001	0,00634253	0,046115652
ICP 04	205660,429	205660,2218	0,2072	0,042915266	9555422,492	9555422,794	-0,30219	0,091318796	0,134234062
Total									0,233892553
Rata-rata									0,06
RMSEr									0,24
CE90									0,37

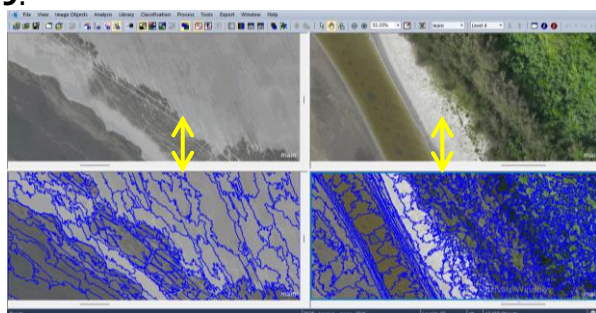
Tabel 4. Perhitungan uji akurasi citra foto udara Desember 2023.

Nama	X Lapangan	X Uji	(X1-X2)	(X1-X2) ²	Y Lapangan	Y Uji	(Y1-Y2)	(Y1-Y2) ²	(X1-X2) ² +(Y1-Y2) ²
	X1	X2			Y1	Y2			
ICP 01	205620,3148	205619,8517	0,463053095	0,214418169	9555434,058	9555434,129	-0,070464009	0,004965177	0,219383345
ICP 02	205758,32	205758,4739	-0,153890679	0,023682341	9555258,25	9555257,893	0,35765822	0,127919403	0,151601744
ICP 03	205325,4787	205325,4977	-0,018920498	0,000357985	9555312,238	9555312,412	-0,17412726	0,030320303	0,030678288
ICP 04	205574,867	205575,1277	-0,260724732	0,067977386	9555113,961	9555114,129	-0,167284399	0,02798407	0,095961456
Total									0,497624833
RATA-RATA									0,124406208
RMSEr									0,35
CE90									0,54



Gambar 8. Rule set yang digunakan saat klasifikasi.

Hasil segmentasi dengan 5 *scale* parameter yang berbeda didapatkan bahwa *scale* parameter 100 dapat memisahkan objek dengan kriteria yang sama dengan baik. Hasil segmentasi citra foto udara dilanjutkan dengan proses generalisasi, proses ini bertujuan untuk menggabungkan segmen-segmen yang mewakili objek yang sama menjadi satu objek yang lebih besar. Proses generalisasi ini dilakukan dengan algoritma *spectral difference segmentation*. Hasil proses segmentasi dapat dilihat pada **Gambar 9**.



Gambar 9. Hasil proses segmentasi.

Hasil segmentasi pada Gambar 9 diatas menunjuk kan hasil segmentasi dengan algoritma *Multiresolution Segmentation* dengan *scale* paramater 100. Objek yang tersegmentasi pada gambar diatas memiliki pola yang berbeda. Seperti, pasir memiliki segemen yang lebih besar dari objek yang lain, hal ini dikarenakan pasir memiliki bentuk yang lebih general jika dibandingkan dengan objek yang lain. Berbeda dengan segmen badan air, Badan air memiliki bentuk segemen yang memanjang mengikuti bentuk dari objek badan air. Perbedaan dari bentuk segmen pasir dan badan air tersebut dapat diamati sebagai batas dari kelas badan air dan kelas pasir. Tahap ke 2 setelah segmentasi yaitu klasifikasi. Tahapan ini menggunakan algoritma SVM. Sebelum memasuki tahapan klasifikasi, terlebih dahulu dilakukan pentuan sampel terhadap objek hasil segmentasi

kedalam kelas pasir dan kelas badan air. Penentuan sampel objek harus memperhatikan karakteristik objek seperti bentuk, warna dan kecerahan. Proses penentuan sampel penting untuk meperhatikan karakteristik objek karena proses ini akan menentukan hasil klasifikasi.

Sampel objek yang telah ditentukan pada tahap kedua ini dilakukan proses *training sample*, proses ini dilakukan untuk melatih sistem agar mengenali setiap sampel objek yang telah ditentukan. Setelah proses *trining sampel* dilakukan, proses selanjutnya yaitu penentuan kelas berdasarkan sampel objek yang telah dilatih. Proses penentuan kelas ini menggunakan algoritma SVM. Algoritma SVM yang digunakan menghasilkan akurasi yang lebih baik daripada klasifikasi *decision tree* karena mampu meminimalisir kesalahan dalam interpretasi citra dengan nilai *overall accuracy* mencapai 95% ($\kappa = 0.86$) dan 93 % ($\kappa = 0.82$) (Firmansyah et al., 2019). Adanya kesalahan objek yang terklasifikasi maka harus mengulang dari proses penentuan sampel kembali. Kesalahan klasifikasi objek berkaitan dengan cara kerja OBIA yaitu *trial and error*. Hasil dari proses klasifikasi Citra doto udara Maret 2022 dapat dilihat pada **Gambar 10**.

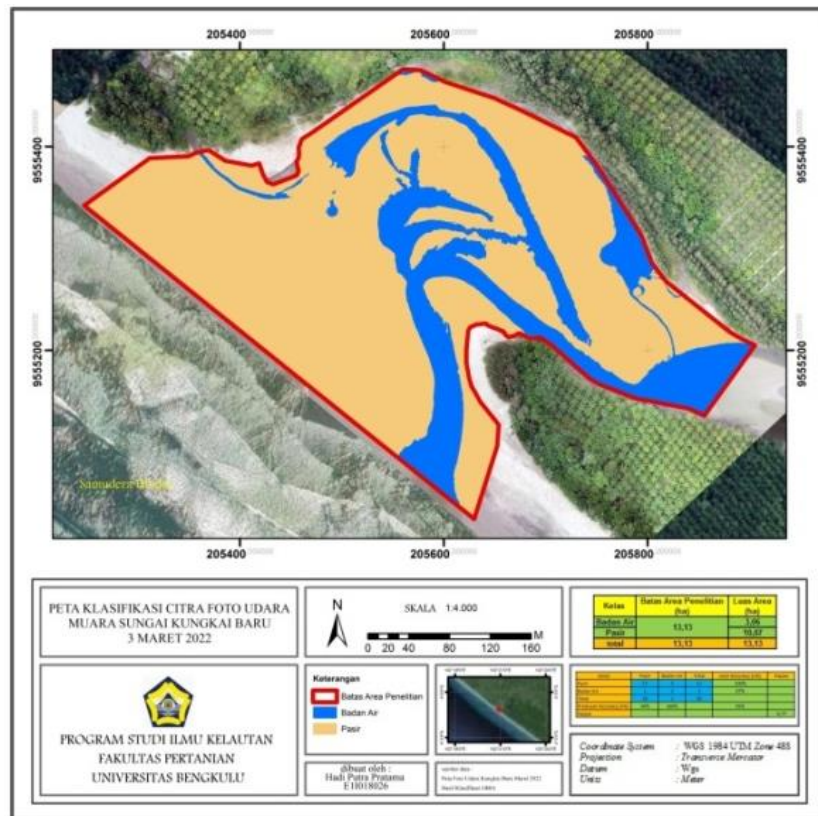
Hasil klasifikasi citra foto udara Bulan Maret 2022 menunjukan luas area badan air 3,06 ha dan luas area pasir 10,07 ha. Luas area hasil klasifikasi Maret 2022 dapat pada **Tabel 5**. Hasil dari proses klasifikasi Citra doto udara Desember 2023 dapat dilihat pada **Gambar 12**. Sedangkan hasil klasifikasi citra foto udara Bulan Desember 2023 menunjukan luas area badan air 3,13 ha dan luas area pasir 11 ha. Luas area hasil klasifikasi Maret 2022 dapat pada **Tabel 6**.

Tabel 5. Luas area hasil klasifikasi Maret 2022.

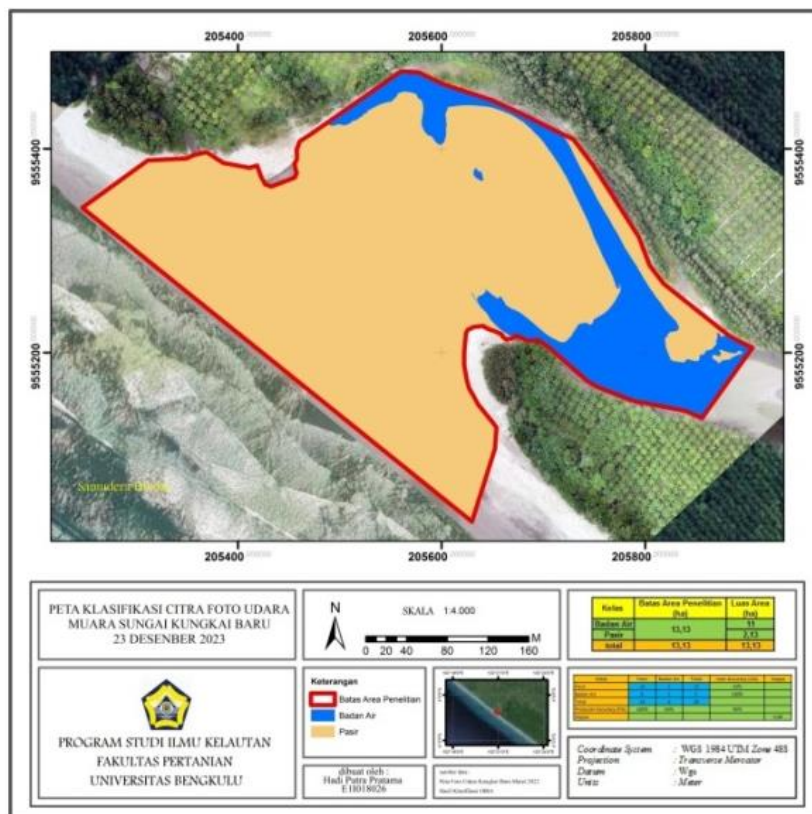
Kelas	Batas Area Penelitian (ha)	Luas Area (ha)
Badan Air	13,13	3,06
Pasir		10,07
Total	13,13	13,13

Tabel 6. Luas area hasil klasifikasi Desember 2023.

Kelas	Batas Area Penelitian (ha)	Luas Area (ha)
Badan Air	13,13	3,13
Pasir		11
Total	13,13	14,11



Gambar 10. Hasil klasifikasi Citra Foto udara Maret 2022.



Gambar 11. Hasil klasifikasi citra foto udara Desember 2023.

Uji Confusion Matrix

Klasifikasi citra foto udara menggunakan metode OBIA menghasilkan dua kelas yang berbeda yaitu, kelas badan air dan kelas pasir. Hasil klasifikasi tersebut perlu dilakukan uji *confusion*

matrix untuk mengetahui tingkat kesalahan hasil klasifikasi terhadap objek sebenarnya pada citra foto udara yang merepresentasikan kondisi *realtime* di lapangan. Hasil uji klasifikasi citra foto udara bulan Maret 2022 ditampilkan pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Hasil uji klasifikasi citra foto udara bulan Maret 2022.

Kelas	Pasir	Badan Air	Total	User Accuracy (UA)	Kappa
Pasir	17	0	17	100%	
Badan Air	1	2	3	67%	
Total	18	2	20		
Producer Accuracy (PA)	94%	100%		95%	
Kappa					0,77

Tabel 8. Hasil uji klasifikasi citra foto udara bulan Desember 2023.

Kelas	Pasir	Badan Air	Total	User Accuracy	Kappa
Pasir	14	1	15	93%	
Badan Air	0	5	5	100%	
Total	14	6	20		
Producer Accuracy	100%	83%		95%	
Kappa					0,88

Pada **Tabel 7** dapat diketahui nilai PA kelas pasir adalah 94%, yang menunjukkan dari 18 sampel kelas pasir 1 sampel terklasifikasi menjadi badan air. Sedangkan nilai PA kelas badan air yaitu 100% menunjukkan bahwa dari 2 sampel kelas badan air semuanya terklasifikasi ke dalam badan air. Nilai UA kelas pasir adalah 100% yang menunjukkan 17 sampel semuanya terklasifikasi ke dalam kelas Pasir, dan nilai UA kelas badan air adalah 67% yang menunjukkan dari 3 sampel kelas badan air 1 terklasifikasi ke dalam kelas pasir. Nilai OA pada **Tabel 8** menunjukkan akurasi keseluruhan adalah 95%. Tingkat kepercayaan dari hasil klasifikasi citra foto udara Bulan Maret 2022 dapat diketahui berdasarkan nilai kappa yaitu 0,77. Uji *Confusion Matrix* juga dilakukan terhadap hasil klasifikasi citra foto udara bulan Desember 2023. Hasil uji *confusion matrix* dapat dilihat pada **Tabel 8**.

Berdasarkan **Tabel 8** dapat diketahui nilai PA kelas pasir adalah 100%, yang menunjukkan dari 14 sampel kelas pasir semua terklasifikasi menjadi kelas pasir. Sedangkan nilai PA kelas badan air yaitu 83% menunjukkan bahwa dari 6 sampel kelas badan air satu sampel terklasifikasi ke dalam kelas pasir. Nilai UA kelas pasir adalah 93% yang menunjukkan bahwa 15 sampel kelas pasir terdapat satu sampel terklasifikasi ke dalam kelas badan air, dan nilai UA kelas badan air adalah 100% yang menunjukkan 5 sampel kelas badan air semua terklasifikasi ke dalam kelas badan air. Nilai OA pada Tabel 9 diatas menunjukkan akurasi keseluruhan adalah 95%. Tingkat kepercayaan dari hasil klasifikasi citra foto udara Bulan Desember 2023 dapat diketahui berdasarkan nilai kappa yaitu 0,88. Pada hasil uji

klasifikasi dapat dilihat nilai kappa bulan Desember 2023 lebih tinggi, dikarenakan kualitas data citra yang lebih baik dan perubahan kondisi lingkungan, serta penggunaan sampel referensi yang lebih representatif.

Analisis Perubahan Garis Pantai

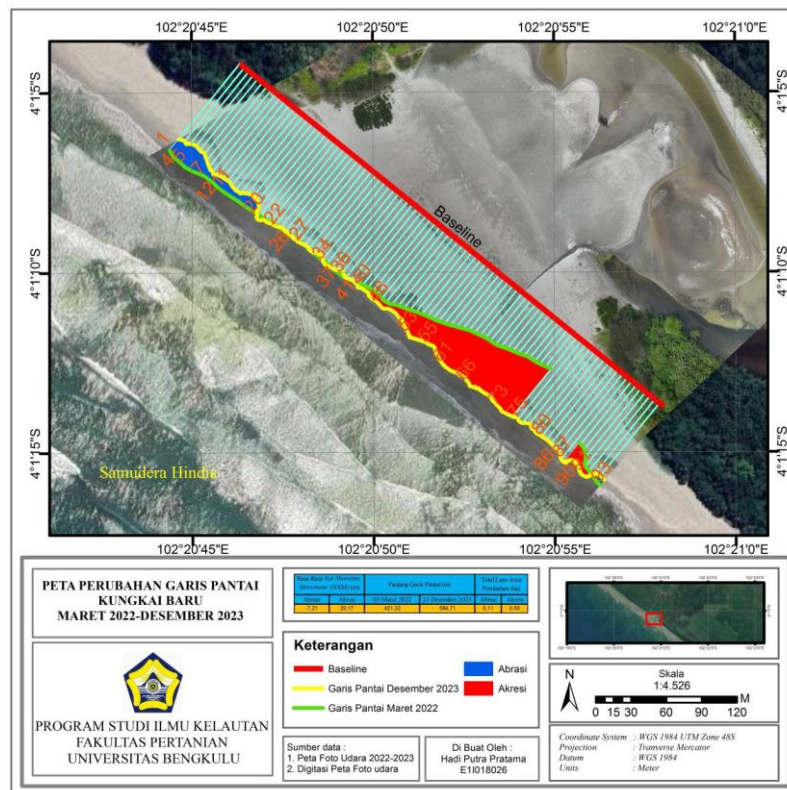
Perubahan dari garis pantai Bulan Maret 2022 dan Bulan Desember 2024 dapat dilihat pada **Gambar 12**. Berikut **Tabel 9** merupakan hasil analisis perubahan garis pantai.

Tabel 9. Perubahan garis pantai Maret 2022-Desember 2023.

Panjang Garis Pantai (m)		Rata-Rata Net Shoreline Movement (NSM) (m)		Total Luas Area Perubahan (ha)	
3 Maret 2022	23 Desember 2023	Abrasi	Akresi	Abrasi	Akresi
421,32	564,71	7,21	20,17	0,11	0,50

Garis pantai Bulan Maret 2022 memiliki total panjang 421,32 meter dan garis pantai bulan Desember 2023 memiliki total panjang 564,71 m. Perubahan panjang garis pantai tersebut dapat disebabkan oleh pengendapan sedimen terutama di mulut muara sungai sehingga pada Desember 2023 memiliki garis pantai baru yang menyebabkan perubahan panjang garis pantai. Nilai NSM pada Tabel 10 di atas menjelaskan arah dan jarak perpindahan garis pantai. Rata-rata jarak perpindahan garis pantai Desember 2023 ke arah darat (abrasi) yaitu 7,21 m. Sedangkan, rata-rata jarak perpindahan garis pantai Desember 2023 ke arah laut (akresi) yaitu 20,17 m. Berubahnya garis pantai secara fisik ditunjukkan dengan terjadinya abrasi dan akresi.

Garis pantai ketika mengalami kemunduran disebut abrasi dan garis pantai mengalami kemajuan disebut akresi. Penyebab terjadinya perubahan garis pantai yaitu adanya dinamika pasang surut air laut, transport sedimen di sungai, gelombang air laut serta arus yang bergerak menyusuri garis pantai. Fenomena alam tersebut berlangsung secara terus-menerus sehingga semakin lama garis pantai akan berubah (Purnaditya et al., 2012). Overlay pada kedua garis pantai tersebut membentuk area perubahan yang kemudian dapat dihitung luas dan kategori perubahan garis pantainya. Berdasarkan Tabel 10 di atas Total luas area yang mengalami abrasi sebesar 0,11 ha, sedangkan total luas area yang mengalami akresi sebesar 0,50 ha. Pengamatan kedua garis pantai tersebut dilakukan pada *area of interest* yang sama sebagai batasan pengukuran. Posisi dari kedua garis pantai ini diukur pada saat air surut, sehingga, perubahan dari garis pantai ini tidak dipengaruhi oleh pasang surut.



Gambar 12. Perubahan garis pantai.

Dinamika Muara Sungai

Perpindahan dan pengendapan sedimen di Muara Sungai dan Pantai Kungkai Baru tidak hanya menyebabkan perubahan garis pantai. Akan tetapi, perpindahan dan pengendapan sedimen juga menyebabkan perubahan pada morfologi muara sungainya. Penyebab perpindahan dan pengendapan sedimen di muara sungai secara alami dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu musim, arus, dan pasang surut. Secara spasial dan temporal perubahan morfologi muara sungai pada musim yang berbeda dapat diketahui melalui citra foto udara yang diklasifikasi menggunakan metode OBIA. Adanya perubahan morfologi muara sungai secara spasial dan temporal juga dapat diukur luas area perubahan kelas badan air dan kelas pasir. Hasil klasifikasi badan air dan pasir dianalisis secara digital dengan teknik Multi overlay untuk membuat polygon baru yang mewakili perubahan kelas badan air menjadi kelas pasir, dan perubahan kelas pasir menjadi kelas badan air. Perubahan kelas badan air dan kelas pasir dapat dilihat pada **Gambar 13**.

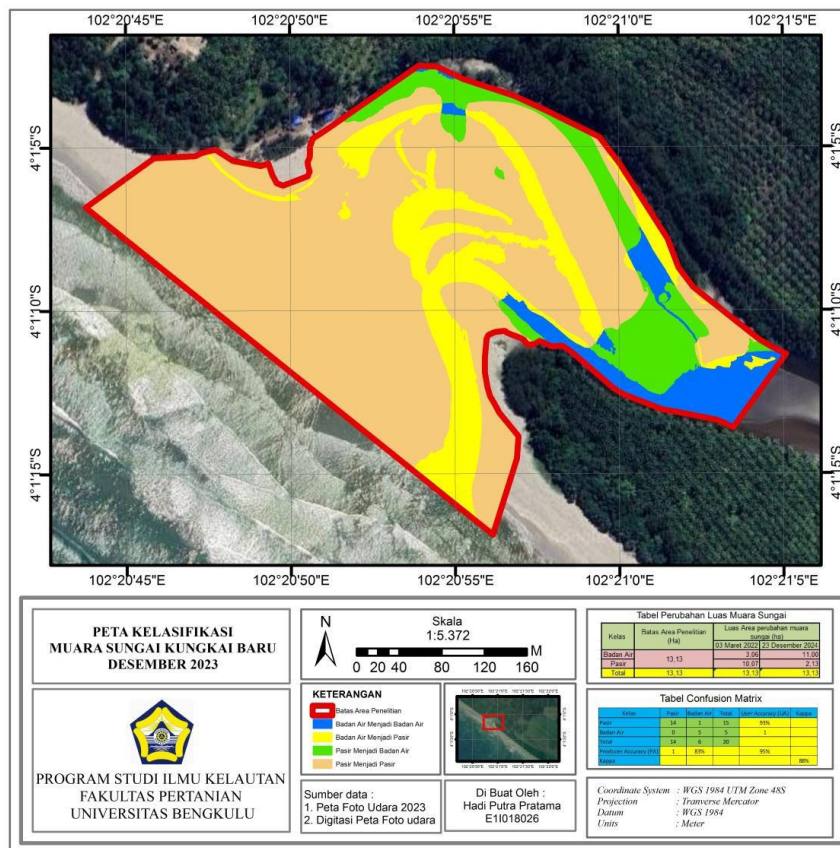
Perubahan muara sungai secara spasial dapat dilihat dari hasil multi overlay pada polygon diatas. Perubahan kelas badan air menjadi kelas pasir pada polygon diatas diberi simbol dengan warna kuning. polygon ini menunjukkan kelas badan air Bulan Maret 2022 mengalami perubahan menjadi kelas pasir pada Bulan Desember 2023. Perubahan kelas badan air menjadi kelas pasir ini menandakan pada area tersebut telah terjadi proses akresi. Dampak

terjadinya akresi ini adalah perubahan struktur aliran sungai yang ada di mulut Muara Sungai Kungkai Baru, sehingga, tidak ada percampuran yang terjadi antara perairan laut dan perairan tawar (Ondara et al., 2018). Selain itu, Perubahan kelas pasir menjadi kelas badan air pada gambar 14 diberi simbol dengan polygon berwarna Hijau. Perubahan kelas pada hasil overlay pada gambar diatas dapat diketahui luas area perubahannya. Luas area perubahan kelas badan air menjadi kelas pasir dan kelas pasir menjadi kelas badan air dapat dilihat pada **Tabel 10**.

Tabel 10. Luas Area Perubahan kelas Badan Air dan kelas Pasir.

Kategori Perubahan	Luas Area perubahan (ha)	Keterangan
Badan Air Menjadi pasir	2,14	Akresi
Pasir Menjadi Badan Air	1,39	Abrasi
Total	3,53	

Data tersebut menunjukkan perubahan luas area kelas badan air menjadi pasir yaitu 2,14 ha dan perubahan kelas pasir menjadi kelas badan air yaitu 1,39 ha. Berdasarkan luas area perubahan dari masing-masing kelas tersebut maka dapat diketahui proses akresi lebih dominan terjadi pada muara sungai dan Pantai Kungkai Baru.



Gambar 13. Perubahan kelas badan air dan kelas pasir.

Perbedaan morfologi Muara Sungai Kungkai Baru tidak hanya dapat diamati dari aspek spasial akan tetapi juga dapat diamati dari aspek temporal. Berdasarkan pembagian musim yang ada di Indonesia, Bulan Maret hingga Bulan Mei merupakan musim peralihan dari musim barat ke musim timur. Sedangkan Bulan Desember hingga Bulan februari merupakan musim barat (Musim hujan) (Rahayu et al., 2018). Morfologi Muara Sungai Kungkai Baru berdasarkan citra foto udara yang telah terklasifikasi, secara temporal menunjukkan pada Bulan Maret 2022 adanya pertemuan antara air tawar dari sungai dan air laut di muara sungai. Sedangkan, perbedaan morfologi Muara Sungai Kungkai Baru secara temporal pada ulan Desember 2023 tidak adanya pertemuan antara air tawar dan air laut di muara sungai. Adanya aktivitas manusia seperti permukiman disekitar aliran sungai, atau penggunaan lahan perkebunan disekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) juga dapat mempengaruhi proses sedimentasi yang ada di muara sungai. Berkurangnya daerah resapan air karena pembangunan disekitar aliran sungai, serta perubahan struktur tanah yang disebabkan alih fungsi lahan menjadi perkebunan menyebabkan kerentanan material sedimen terkikis oleh aliran sungai dan akan mengendap di muara sungai.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilaksanakan di Muara Sungai Dan Pantai Kungkai

Baru Kecamatan Air Priukan Kabupaten Seluma, diperoleh informasi bahwa arah pergeseran garis pantai cenderung ke arah laut (akresi) dengan rata-rata pergeseran garis pantai yaitu 20,17 m. Selain itu, adanya perbedaan kondisi morfologi yang terjadi di Muara Sungai Kungkai Baru pada Bulan Maret 2022 dan Bulan Desember 2023. Berdasarkan informasi tersebut menunjukkan bahwa citra foto udara yang terkoreksi geometrik menggunakan 5 GCP pada luas area 28,6 dan 97 ha menghasilkan ketelitian geometrik sebesar 37 dan 54 cm. Klasifikasi citra foto udara menggunakan metode OBIA memiliki nilai OA 95% dan nilai kappa 0,77 dan 0,88. Maka dapat disimpulkan bahwa citra foto udara dan metode klasifikasi OBIA dapat diterapkan untuk pemetaan perubahan garis pantai dan muara sungai secara spasial dan temporal yang disebabkan oleh perpindahan sedimen lebih kearah abrasi atau akresi.

Penelitian perubahan garis pantai dan dinamika muara sungai di Muara Sungai dan Pantai Kungkai Baru untuk selanjutnya dapat dilakukan penelitian yang membahas analisis 3 dimensi untuk menghitung volume sedimen yang berpindah atau mengendap di Muara Sungai dan Pantai Kungkai Baru.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariadi, H. (2023). *Dinamika wilayah pesisir*. Universitas Brawijaya Press.
- Astjario, P., & Kusnida, D. (2016). *Tinjauan Aspek-Aspek*

- Pembangunan Yang Mempengaruhi Dampak Lingkungan Kawasan Pesisir Dan Laut. *Jurnal Geologi Kelautan*, 9(1), 53–64.
- Ayub, A. S., Feri Nugroho, An Nisa Nurul Suci, & Ari Anggoro. (2021). Utilization of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Technology for Mapping Mangrove Ecosystem. *Journal of Sylva Indonesiana*, 4(02), 70–77. <https://doi.org/10.32734/jsi.v4i02.6149>
- Firmansyah, S., Gaol, J. L., & Susilo, S. B. (2019). Perbandingan klasifikasi SVM dan Decision Tree untuk pemetaan mangrove berbasis objek menggunakan citra satelit Sentinel-2B di Gili Sulat, Lombok Timur. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 9(3), 746–757.
- Hao, S., Cui, Y., & Wang, J. (2021). Segmentation scale effect analysis in the object-oriented method of high-spatial-resolution image classification. *Sensors*, 21(23), 7935.
- Hossain, M. D., & Chen, D. (2019). Segmentation for Object-Based Image Analysis (OBIA): A review of algorithms and challenges from remote sensing perspective. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 150, 115–134.
- Ilyas, T. P., Nababan, B., Madduppa, H., & Kushardono, D. (2020). Pemetaan ekosistem lamun dengan dan tanpa koreksi kolom air di perairan Pulau Pajenebang, Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(1), 9–23.
- Nugroho, F., Sugara, A., Priana, A., & Suci, A. N. N. (2023). Monitoring the Impact of Land Cover Change on Urban Heat Island with Remote Sensing & GIS. *Geosfera Indonesia*, 8(3), 301. <https://doi.org/10.19184/geosi.v8i3.27796>
- Ondara, K., Rahmawan, G. A., & Pitri, Y. A. (2018). Kerentanan Pesisir Kota Pariaman, Sumatera Barat Menggunakan Pemodelan Numerik Hidro-Oseanografi. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan Dan Perikanan IV*, 13–24.
- Purnaditya, N. P., Dharma, I. G. B. S., & Dirgayusa, I. G. N. P. (2012). Prediksi Perubahan Garis Pantai Nusa Dua Dengan One-Line Model. *Jurnal Ilmiah Elektronik Infrastruktur Teknik Sipil*, 1(1).
- Rahayu, N., Hendrawan, I. G., & Suteja, Y. (2018). Distribusi nitrat dan fosfat secara spasial dan temporal saat musim barat di permukaan perairan Teluk Benoa, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 4(1), 1–13.
- Rahmani, E., Karang, I. W. G. A., & Putra, I. D. N. N. (2022). Pemetaan Habitat Bentik Menggunakan Citra Sentinel-2A dan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) di Perairan Pemuteran, Bali. *Journal of Marine Research and Technology*, 5(1).
- Ramadhani, M., Rusdi, M., & Karim, A. (2022). Proses Segmentasi pada Object Based Imaged Analysis. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(2), 693–695.
- Rudianto, D. K. S. (2022). *Penataan Kawasan Pesisir untuk Konservasi*. Media Nusa Creative (MNC Publishing).
- Sari, A. (2019). *Deteksigaris Pantai Menggunakan Foto Udara Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Dengan Metode Objectbased Image Analysis (Obia) Di Laguna Samas, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta*. Universitas Brawijaya.
- Sari, S. H. J., Yona, D., Aliviyanti, D., Asadi, M. A., & Yanuar, A. T. (2023). *Oseanografi Kimia*. Universitas Brawijaya Press.
- Siregar, S. H., Oktaviani, S., Fauzi, R., Reflis, R., & Utama, S. P. (2023). Manfaat Ekonomi Kelangsungan Ekosistem Terumbu Karang di Perairan Pulau Enggano Provinsi Bengkulu: Sebuah Telaah Pustaka. *INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 2(6), 1117–1123.
- Sugara, A., Audina, N., Nur, M., Nugroho, D., Makhrian, A., & Nuzapril, M. (2023). Pemetaan Potensi Pariwisata Dengan Teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis di Pulau Kelagian Kecil Kabupaten Pasawaran. *Jurnal Laot Ilmu Kelautan (JLIK)*, 5(1), 62–73. <https://doi.org/10.35308/jlik.v5i1.7349>
- Sugara, A., Nolisa, A., Anggoro, A., Suci, A. N. N., Utami, R. T., Andika, Y., Nugroho, F., & Suhendri, R. (2022). *Identifikasi Keanekaragaman Jenis Ikan Hasil Tangkapan Nelayan Tapak Paderi Kota Bengkulu*. 13(1), 1–7.
- Susetyo, D. B., Syetiawan, A., Octariady, J., & Geospasial, B. I. (2017). Perbandingan ketelitian geometrik citra satelit resolusi tinggi dan foto udara untuk keperluan pemetaan rupabumi skala besar. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh Ke, 4*.
- Vironita, F., Rispiningtati, R., & Marsudi, S. (2012). Analisis Stabilitas Penyumbatan Muara Sungai Akibat Fenomena Gelombang, Pasang Surut, Aliran Sungai dan Pola Pergerakan Sedimen pada Muara Sungai Bang, Kabupaten Malang. *Jurnal Teknik Pengairan*, 1(2).
- Yanin, E. P. (2019). Material composition and geochemical characteristics of technogenic river silts. *Geochemistry International*, 57(13), 1361–1454.

Halaman Ini Sengaja Kami Kosongkan