

Variabilitas Garis Pantai dan Kerentanan Pesisir di Kabupaten Kubu Raya
Mustofa¹, Wiwik Cahyaningrum², Dea Wulandari³, Farida⁴, Ica Amelia⁵,
Jupera⁶

^{1*} Program Studi Sains Informasi Geografi, FPMIPATEK, Universitas PGRI Pontianak

² Program Studi Pendidikan Geografi, FIPPS, Universitas PGRI Pontianak

Jalan Ampera Nomor 88 Pontianak

*Corresponding Author: tovagisiana@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History

Diterima : 04-10-24

Revisi : 17-10-24

Dipublikasikan : 31-12-24

Kata Kunci:

Variabilitas Garis Pantai,
Kerentanan Pesisir, Digital
Shoreline Analysis System
(DSAS)

Keywords:

Coastline Variability,
Coastal Vulnerability,
Digital Shoreline Analysis
System (DSAS)

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh dinamika garis pantai yang mengalami pergeseran melalui abrasi dan akresi yang menimbulkan potensi kerentanan terhadap lingkungan. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis variabilitas garis pantai dan kerentanan pesisir di Kabupaten Kubu Raya, yang merupakan muara dari Sungai Kapuas dan berbatasan langsung dengan Laut Natuna. Wilayah ini mengalami dinamika bentang alam yang kompleks akibat interaksi antara faktor alamiah dan aktivitas antropogenik. Penelitian menggunakan pendekatan campuran (*mixed method*) berbasis analisis spasial dengan data primer dari survei *Ground Control Point* (GCP) dan pencitraan drone, serta data sekunder dari citra satelit Landsat yang dianalisis menggunakan metode *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS). Hasil menunjukkan bahwa abrasi merupakan fenomena dominan dibandingkan akresi, dengan total luas abrasi mencapai 3.827,35 km² dan akresi 3.558,26 km² selama periode 1979–2024. Laju abrasi tertinggi mencapai 31,10 meter per tahun, terutama di Kecamatan Teluk Pakedai, sementara akresi tertinggi tercatat 43,64 meter per tahun di Kecamatan Sungai Kakap. Faktor utama yang memengaruhi dinamika ini meliputi arah arus laut, tutupan vegetasi, dan posisi terhadap laut lepas. Garis pantai yang ditutupi mangrove, seperti jenis *Avicennia alba* dan *Nypa fruticans* memiliki kerentanan rendah terhadap abrasi, sedangkan pantai terbuka sangat rentan.

Abstract

This study aims to analyze coastline variability and coastal vulnerability in Kubu Raya Regency, which serves as the estuary of the Kapuas River and directly borders the Natuna Sea. This area experiences complex landscape dynamics due to the interaction of natural factors and anthropogenic activities. A mixed-method approach based on spatial analysis was employed, using primary data from Ground Control Point (GCP) surveys and drone imagery, and secondary data from Landsat satellite imagery analyzed using the Digital Shoreline Analysis System (DSAS) method. The results indicate that erosion (abrasion) is the dominant phenomenon compared to accretion, with total erosion reaching 3,827.35 km² and accretion 3,558.26 km² over the period 1979–2024. The highest erosion rate reached 31.10 meters per year, particularly in Teluk Pakedai District, while the highest accretion rate was 43.64 meters per year in Sungai Kakap District. Key



*influencing factors include ocean current direction, vegetation cover, and shoreline orientation to the open sea. Coastlines covered by mangroves, such as *Avicennia alba* and *Nypa fruticans*, exhibit low vulnerability to erosion, whereas open coastlines are highly susceptible. These findings highlight the need for ecosystem-based coastal management strategies to enhance regional resilience.*

PENDAHULUAN

Wilayah pesisir Kabupaten Kubu Raya terutama area pantainya dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti pertanian, budidaya perikanan, pariwisata, perlindungan vegetasi mangrove, pemukiman, dan fasilitas umum lainnya. Lokasinya yang berada di muara Sungai Kapuas membentuk delta yang terbentang sepanjang 31,332 km. Karakteristik tanah yang berpasir dan berlumpur akibat endapan aluvial sangat rentan terhadap abrasi sekaligus akresi s. Meskipun sebagian besar wilayah pesisir ini ditutupi oleh vegetasi mangrove yang berfungsi sebagai penghalau abrasi, namun vegetasi ini secara bertahap mengalami pengurangan akibat hantaman gelombang Laut Natuna yang terus menerus (Alongi, 2015). Penurunan vegetasi mangrove di pesisir Kabupaten Kubu Raya menjadi perhatian serius karena fungsi ekologisnya yang vital dalam mencegah abrasi dan mendukung keanekaragaman hayati.

Wilayah pesisir Kabupaten Kubu Raya dipilih sebagai objek penelitian karena memiliki karakteristik unik sebagai kawasan muara sungai dengan delta yang menciptakan kompleksitas dan dinamika abrasi dan akresi (Giosan et al., 2014). Masyarakat setempat memanfaatkan area pesisir untuk berbagai keperluan, termasuk permukiman, pertanian, perikanan, dan pariwisata. Penelitian ini mengeksplorasi interaksi antara faktor-faktor alamiah dan aktivitas manusia di kawasan pesisir, dengan fokus pada dampak abrasi dan akresi terhadap ekosistem dan kehidupan masyarakat. Selama periode 2014 hingga 2024, garis pantai mengalami perubahan signifikan akibat proses abrasi dan akresi (Aldiansyah & Saputra, 2023). Proses ini dipengaruhi oleh tingginya intensitas gelombang, kekuatan arus, serta kondisi tanah dan batuan di lokasi tersebut. Rata-rata perubahan garis pantai per tahun di Kabupaten Kubu Raya menunjukkan abrasi sebesar 122 meter dan akresi sebesar 119 meter.

Perubahan garis pantai dapat terjadi secara perlahan hingga cepat akibat pengaruh alami dan antropogenik, termasuk faktor hidrologi, geologi, iklim, dan vegetasi (Davidson-Arnott, 2010). Faktor alami seperti gelombang, arus, dan pasang surut sangat berpengaruh terhadap proses abrasi dan akresi (Nugroho et al., 2020). Selain itu, aktivitas manusia seperti pembangunan wilayah pesisir, pertanian, dan perikanan juga berkontribusi signifikan terhadap perubahan garis pantai (Widodo et al., 2019). Aktivitas manusia mempercepat perubahan garis pantai melalui intervensi struktural dan penggunaan lahan yang intensif (IPCC, 2019). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memetakan perubahan garis pantai, baik dalam jarak maupun laju perubahan garis pantai menggunakan metode Digital Shoreline Analysis System (DSAS) (Alesheikh et al., 2021).

METODE

Jenis penelitian ini merupakan penelitian kombinasi (*mixed-methods research*) yang menggabungkan metode penelitian kuantitatif dan penelitian kualitatif. Metode penelitian kuantitatif digunakan untuk mengukur dan mengumpulkan data tentang luas dan komposisi garis pantai di Kabupaten Kubu Raya menggunakan interpretasi citra satelit dengan menggunakan spasial statistik dan analisis dengan cara pengukuran langsung, misalnya dengan menggunakan citra satelit dan drone. Analisis multispektral digunakan untuk memisahkan berbagai jenis struktur dan tutupan lahan untuk menghindari bias spektral antara laut lepas dan pesisir. Data yang diperoleh kemudian dapat dianalisis menggunakan teknik statistik spasial untuk menghasilkan informasi yang objektif dan terukur mengenai dinamika pesisir di Kabupaten Kubu Raya. Metode penelitian kualitatif digunakan untuk memperoleh informasi mengenai kondisi dan permasalahan yang terkait dengan struktur kawasan pesisir Kabupaten Kubu Raya berupa aspek penggunaan lahan dan memperoleh informasi tentang pendapat dan persepsi masyarakat terhadap dinamika setempat di pesisir Kabupaten Kubu Raya.

Lokasi penelitian dilaksanakan di Kabupaten Kubu Raya yang memiliki karakteristik pesisir dengan pulau-pulau yang terbentuk oleh delta sungai. Lokasi penelitian berada pada koordinat berikut: $0,229784^{\circ}$ LU - $1,014269^{\circ}$ LS dan $109,053257^{\circ}$ BT - $109,973115^{\circ}$ BT. Dalam penelitian ini, pengumpulan data

menggunakan teknik dokumentasi dan observasi. Teknik analisis data menggunakan teknik analisis spasial menggunakan index air (*Normalized Difference Water Index*).

Tabel 1. Sumber Data Penelitian

No	Kebutuhan Data	Jenis Data		Sumber Data	Teknik Pengumpulan Data
		Primer	Sekunder		
1	Laju dan pola perubahan garis pantai		√	Citra satelit Landsat	Diunduh dari situs https://earthexplorer.usgs.gov/
		√		Citra dari wahana drone	Survei udara
2	Kerentanan pesisir		√	DEM SRTM	Diunduh dari glovis.usgs.gov
		√		Citra dari wahana drone	Survei udara
3	Dampak perubahan garis pantai	√		Foto	Fotografi
		√		Citra dari wahana drone	Survei udara

Metode yang diterapkan untuk menghitung pola dan laju perubahan garis pantai adalah *Net Shoreline Movement* (NSM) dan *End Point Rate* (EPR) yang terdapat dalam *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS).

Citra satelit Sentinel-1 dan Sentinel-2A GRDH diakuisisi dari European Space Agency (ESA) Sentinels Scientific Data Hub. Citra tersebut diproyeksikan ke sistem koordinat WGS84. Kemudian untuk citra akhir, semua hasil akan diproyeksikan kembali ke proyeksi UTM zona 49 Selatan.

Tabel 2. Data Rekaman Citra Sentinel 1 dan Sentinel 2 IW GRDH

No	Tanggal Akuisisi Citra	Polarisasi
1	12 September 1972 dan 3 Februari 1973	VV, VH
2	29 Juli 1979	VV, VH
3	03 Oktober 1989	VV, VH
4	19 Agustus 2002	VV, VH
5	25 Agustus 2013	VV, VH
6	27 November 2024	VV, VH

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Kawasan Pesisir Kabupaten Kubu Raya

Lokasi penelitian di sepanjang pesisir Kabupaten Kubu Raya. Sejumlah 29 dari 117 desa di kabupaten ini secara administratif terletak di pesisir yang berhadapan dengan perairan Laut Natuna. Dinamika garis pantai merupakan fenomena krusial dalam pengelolaan wilayah pesisir karena memengaruhi ketahanan ekologis dan sosial-ekonomi (Vousdoukas et al., 2020). Proses alami seperti gelombang, arus laut, pasang surut, serta perubahan iklim memainkan peran kunci dalam membentuk morfologi garis pantai sepanjang waktu (Davidson-Arnott, 2010). Dua proses utama yang mendominasi dinamika ini adalah abrasi (pengikisan) dan akresi (penambahan daratan), yang keduanya dipengaruhi oleh interaksi kompleks antara faktor alam dan antropogenik (Nugroho et al., 2020).

Wilayah pesisir memiliki peran penting dalam ekosistem laut maupun daratan sekaligus menjadi basis aktivitas sosial-ekonomi masyarakat. Wilayah pesisir seperti Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat mengalami dinamika garis pantai yang signifikan selama periode 1979 hingga 2024. Analisis data spasial menunjukkan bahwa terdapat tiga fenomena utama yang mendominasi wilayah ini: abrasi, akresi, dan akresi campuran. Ketiga proses tersebut merupakan indikator perubahan fisik bentuk permukaan bumi yang dipengaruhi oleh faktor alam maupun aktivitas manusia (Giosan et al., 2014). Fenomena akresi campuran khususnya mencerminkan ketidakstabilan lingkungan pesisir akibat fluktuasi musim dan perubahan pola sedimentasi (Alesheikh et al., 2021).

Perhitungan pola dan laju dinamika garis pantai dilakukan dengan mengelompokkan data berdasarkan kategori dampak, yaitu abrasi dan akresi. Nilai dampak diberikan dalam skala numerik, di mana:

Nilai negatif (-5 hingga -1): menunjukkan intensitas abrasi.

Nilai positif (+1 hingga +5): menunjukkan intensitas akresi.

Nilai nol (0): tidak ada perubahan signifikan (statis).

Untuk memperoleh gambaran umum tentang kecenderungan perubahan garis pantai, digunakan metode statistik seperti rata-rata (mean) dan median yang

masing-masing memberikan informasi tentang tendensi sentral dari distribusi data (Ford, 2013). Pendekatan ini sejalan dengan metode Digital Shoreline Analysis System (DSAS) yang telah terbukti efektif dalam menganalisis perubahan garis pantai skala regional (Aldiansyah & Saputra, 2023).

Berdasarkan perhitungan statistik spasial di sepanjang garis pantai Kabupaten Kubu Raya, total luas abrasi mencapai 3.827,35 km², sementara akresi mencapai 3.558,26 km². Selain itu, fenomena akresi campuran tercatat sebesar 195,92 km². Di Kabupaten Kubu Raya, abrasi tercatat sebagai fenomena dominan dengan total luasan mencapai 3.827,35 km². Kecamatan Teluk Pakedai menjadi wilayah dengan tingkat abrasi tertinggi, yaitu 3.451,89 km². Desa-desa seperti Teluk Pakedai Satu (2.906,30 km²), Tanjung Bunga (119,57 km²), Kuala Karang (201,20 km²), dan Sungai Nibung (224,82 km²) mengalami kerusakan garis pantai yang sangat parah. Kerentanan ini diperparah oleh hilangnya vegetasi pelindung seperti *Avicennia alba* dan *Nypa fruticans* yang berfungsi sebagai penahan gelombang alami (Kusumaningtyas et al., 2019).

Pola dan Laju Dinamika Garis Pantai di Kabupaten Kubu Raya

a. Abrasi Garis Pantai Kubu Raya

Abrasi merupakan proses alami yang terjadi akibat erosi material pantai oleh gelombang laut dan arus laut secara terus-menerus. Rata-rata merupakan ukuran statistik yang sering digunakan untuk mengetahui nilai tengah dari sekelompok data. Rata-rata laju abrasi dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Rata-rata laju abrasi} = \frac{\sum(\text{Panjang} \times \text{Dampak})}{\text{Jumlah Titik Abrasi}}$$

Pendekatan ini sejalan dengan metode analisis spasial yang telah divalidasi dalam berbagai penelitian perubahan garis pantai (Alesheikh et al., 2021; Aldiansyah & Saputra, 2023). Berdasarkan data dari tabel, jumlah entri dengan klasifikasi "Abrasi" adalah 102 titik. Total panjang garis pantai yang terkena abrasi adalah hasil penjumlahan dari setiap entri, di mana panjang dikalikan dengan absolut nilai dampaknya. Setelah dilakukan perhitungan, total panjang abrasi adalah 99,489 km.

$$\text{Maka, Rata-rata laju abrasi} = \frac{99,489}{102} = 0,975 \text{ km/titik}$$

Setiap titik abrasi rata-rata menyebabkan pengikisan sepanjang 0,975 kilometer garis pantai. Median laju abrasi adalah 0,96 km/titik. Separuh dari titik abrasi memiliki laju abrasi kurang dari 0,96 km, dan separuh sisanya memiliki laju abrasi lebih dari itu. Total panjang garis pantai yang terkena abrasi adalah 99,49 kilometer, sedangkan total panjang garis pantai yang mengalami akresi sebesar 71,82 kilometer. Terdapat 242,09 kilometer garis pantai yang dalam kondisi statis, artinya tidak mengalami perubahan signifikan selama periode pengamatan. Menurut Cooper dan Pile (2014), abrasi pesisir sering kali dipercepat oleh hilangnya vegetasi penahan gelombang seperti mangrove dan padang lamun, sehingga memperparah kerentanan garis pantai. Hal ini relevan dengan kondisi di Kabupaten Kubu Raya, di mana deforestasi hutan bakau untuk reklamasi lahan dan pertanian telah menyebabkan peningkatan kerentanan abrasi (Prasetyo et al., 2022). Selain itu, perubahan iklim global, seperti peningkatan permukaan air laut dan intensitas badai tropis, turut berkontribusi pada percepatan abrasi (IPCC, 2019; Voudoukas et al., 2020). Proses ini menempatkan desa-desa pesisir seperti Sepuk Laut dan Tanjung Saleh di Kecamatan Sungai Kakap pada risiko tinggi akan kehilangan habitat alami dan pemukiman penduduk.

Jumlah titik abrasi yang tercatat adalah 102 titik, sementara jumlah titik akresi adalah 86 titik. Meskipun jumlah titik abrasi lebih tinggi, perbedaan tersebut tidak terlalu signifikan. Namun, ketika dilihat dari total panjang garis pantai yang terdampak, abrasi memiliki dampak yang lebih luas. Rata-rata laju abrasi dihitung dengan membagi total panjang garis pantai yang terkena abrasi dengan jumlah titik abrasi, sehingga didapatkan nilai sebesar 0,975 kilometer per titik. Rata-rata laju akresi adalah 0,835 kilometer per titik, sehingga secara umum abrasi berlangsung lebih cepat dan lebih merusak dibandingkan akresi.

Variasi intensitas abrasi juga lebih besar dibandingkan akresi. Deviasi standar untuk abrasi menunjukkan fluktuasi yang lebih tinggi, yang berarti bahwa beberapa lokasi mengalami abrasi yang sangat parah, sementara lokasi lain hanya mengalami abrasi ringan atau bahkan tidak terdampak sama sekali.

Sebaliknya, akresi cenderung lebih stabil dan tidak terlalu bervariasi. Variasi tinggi pada abrasi bisa disebabkan oleh perbedaan karakteristik geografis, struktur tanah, vegetasi pelindung, serta intensitas aktivitas manusia di setiap lokasi. Misalnya, wilayah dengan vegetasi mangrove yang rapat biasanya lebih tahan terhadap abrasi karena akar-akar mangrove membantu menahan tanah dari erosi (Kusumaningtyas et al., 2019). Namun, jika mangrove ditebang atau rusak, maka lapisan pelindung alami hilang dan garis pantai menjadi lebih rentan terhadap abrasi hebat (Prasetyo et al., 2022). Abrasi lebih banyak terjadi dalam kategori ringan hingga sedang, tetapi tetap memiliki sejumlah titik dengan intensitas abrasi yang sangat tinggi (>1.5 km), sehingga meningkatkan total panjang garis pantai yang terkena abrasi. Sementara itu, akresi lebih banyak terjadi dalam kategori sedang hingga cepat, namun tidak menyebar secara luas seperti abrasi.

b. Akresi di Sepanjang Garis Pantai Kubu Raya

Menurut French (2013), akresi yang cepat dapat mengubah struktur ekosistem pesisir secara drastis, termasuk menyebabkan penurunan keanekaragaman hayati dan gangguan pada habitat flora dan fauna endemik. Fenomena ini diperparah oleh intervensi manusia seperti reklamasi dan pembangunan infrastruktur pesisir yang mengganggu keseimbangan sedimentasi alami (Anthony et al., 2015). Oleh karena itu, meskipun akresi meningkatkan luas wilayah, perlu dilakukan pemantauan ekosistem untuk memastikan keberlanjutan lingkungan pesisir (Luijendijk et al., 2018).

Keberadaan akresi campuran menunjukkan ketidakstabilan lingkungan pesisir, di mana suatu kawasan bisa berganti-ganti antara kehilangan dan memperluas daratan dalam periode waktu tertentu (Nugroho et al., 2020). Faktor penyebab utama meliputi fluktuasi musim hujan dan kemarau, perubahan pola pasang-surut, serta interaksi kompleks antara arus laut dan sedimentasi. Menurut Davidson-Arnott (2010), dinamika garis pantai yang tidak stabil sering kali menjadi indikator adanya perubahan iklim mikro maupun makro yang berpengaruh pada ekosistem pesisir. Ketidakstabilan ini semakin

nyamana di wilayah delta tropis akibat peningkatan intensitas badai dan kenaikan permukaan air laut (Oppenheimer et al., 2019).

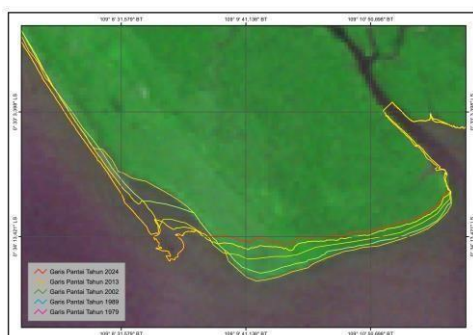
Di Kabupaten Kubu Raya, akresi campuran cenderung terjadi di wilayah-wilayah yang mengalami perubahan morfologi pantai secara berkala, seperti delta sungai dan muara. Perhitungan rata-rata laju akresi dengan menggunakan rumus yang sama. Berdasarkan data, jumlah entri klasifikasi "Akresi" sebanyak 86 titik. Total panjang garis pantai yang mengalami akresi adalah 71,818 km.

Maka,

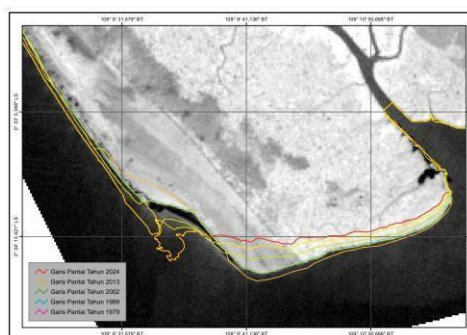
$$\text{Rata-rata laju akresi} = \frac{71,81}{86} = 0,835 \text{ km/titik.}$$

Secara rata-rata setiap titik akresi menyebabkan penambahan daratan sepanjang 0,835 kilometer. Untuk median laju akresi, data dampak akresi diurutkan dari terkecil ke terbesar. Titik tengah berada pada posisi ke-43 dan ke-44. Median laju akresi adalah sekitar 0,81 km/titik. Median ini menunjukkan bahwa separuh dari titik akresi memiliki laju penambahan daratan kurang dari 0,81 km, dan separuh lainnya lebih dari itu.

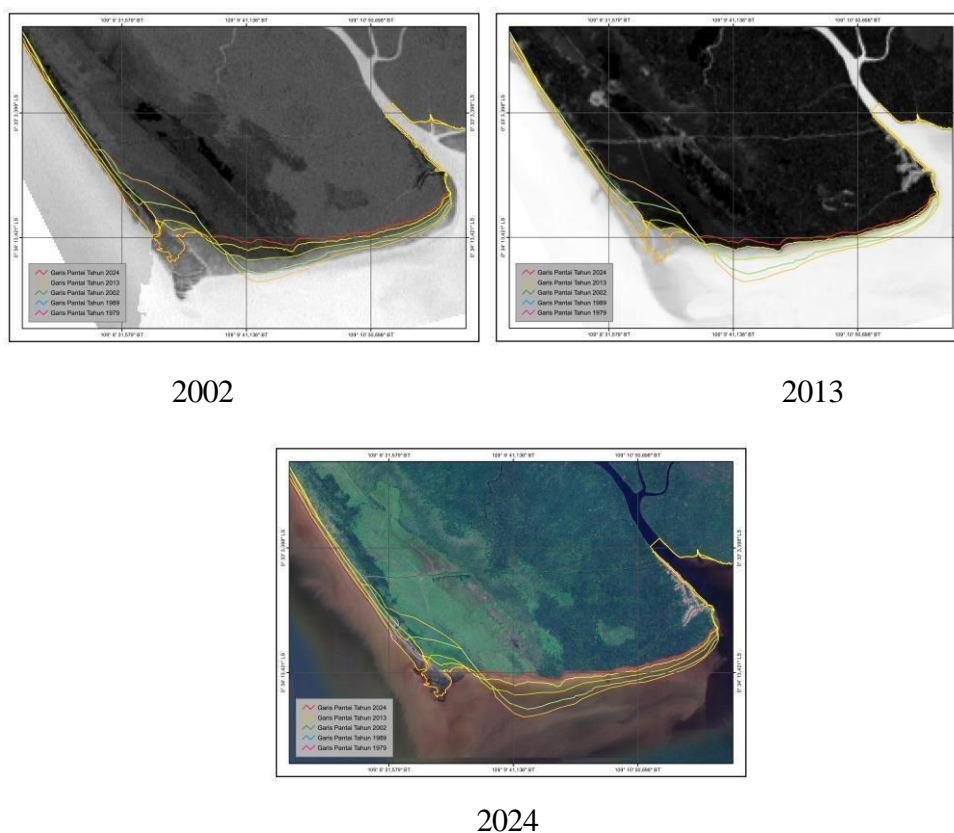
Di Kabupaten Kubu Raya, akresi mencapai total luas 3.558,26 km². Kecamatan Sungai Kakap menjadi wilayah dengan akresi tertinggi, yaitu 1.729,02 km², disusul oleh Batu Ampar (1.330,78 km²) dan Teluk Pakedai (405,61 km²). Beberapa desa seperti Sepuk Laut (889,95 km²), Tanjung Saleh (806,64 km²), dan Tanjung Harapan (760,81 km²) mengalami penambahan daratan yang cukup signifikan.



1979



1989



Gambar 5. Dinamika Abrasi dan Akresi di Desa Sungai Nibung
Kecamatan Teluk Pakedai

c. Akresi Campuran di Garis Pantai Kubu Raya

Fenomena akresi campuran, yaitu pergantian antara abrasi dan akresi secara berulang di lokasi yang sama, juga terjadi di beberapa wilayah di Kabupaten Kubu Raya. Total luasan akresi campuran mencapai 195,92 km², dengan wilayah terdampak utama berada di Kecamatan Teluk Pakedai (1,45 km²), Batu Ampar (18,44 km²), dan Sungai Kakap (176,03 km²). Desa Sepuk Laut di Kecamatan Sungai Kakap menjadi salah satu wilayah dengan luas akresi campuran tertinggi, yaitu 163,29 km².

Kerentanan Garis Pantai di Kabupaten Kubu Raya

Dinamika garis pantai di Kabupaten Kubu Raya dipengaruhi oleh kombinasi faktor alami dan antropogenik. Faktor alami meliputi gelombang laut, pasang surut, curah hujan, serta sedimentasi sungai. Sementara itu, faktor antropogenik

mencakup deforestasi hutan mangrove, reklamasi pesisir, pembangunan infrastruktur, serta perubahan tata guna lahan. Di Kabupaten Kubu Raya, penebangan hutan mangrove untuk perkebunan kelapa dan tambak ikan telah mengurangi perlindungan alami terhadap gelombang dan arus laut, mempercepat proses abrasi. Pola distribusi laju abrasi dan akresi dibagi ke dalam beberapa interval frekuensi berikut ini:

a. Distribusi Frekuensi Laju Abrasi:

Ringan (0–0.5 km) : 45 titik

Sedang (0.5–1.5 km) : 38 titik

Berat (>1.5 km) : 19 titik

b. Distribusi Frekuensi Laju Akresi:

Lambat (0–0.5 km) : 32 titik

Sedang (0.5–1.5 km) : 37 titik

Cepat (>1.5 km) : 17 titik

Dari distribusi ini, tampak bahwa sebagian besar titik abrasi berada dalam kategori ringan hingga sedang, sementara akresi lebih banyak terjadi dalam kategori sedang hingga cepat. Distribusi abrasi yang dominan pada kategori ringan-sedang mencerminkan kerentanan luas wilayah pesisir terhadap erosi, meskipun dengan tingkat kerusakan yang bervariasi (Aldiansyah & Saputra, 2023). Sedangkan konsentrasi akresi pada kategori sedang-cepat sehingga proses sedimentasi cenderung terjadi secara spasial terbatas namun dengan dampak signifikan terhadap perubahan morfologi pantai (Widodo et al., 2019).

Dampak Dinamika Garis Pantai di Kabupaten Kubu Raya

Jenis penggunaan lahan (PL) di sepanjang garis pantai diketahui bahwa kawasan mangrove mengalami abrasi sepanjang 67,076 km, meskipun juga mengalami akresi sepanjang 47,972 km. Hal ini menunjukkan bahwa kawasan mangrove sangat dinamis dan rentan terhadap perubahan fisik lingkungan. Kawasan pemukiman mengalami abrasi sepanjang 3,793 km tetapi juga mengalami

akresi sepanjang 1,684 km. Meskipun jumlahnya relatif kecil, abrasi di pemukiman lebih merugikan karena langsung berdampak pada infrastruktur dan permukiman warga. Kawasan tambak mengalami abrasi sepanjang 32,413 km. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas budidaya air payau juga rentan terhadap erosi pesisir, terutama di wilayah dengan modifikasi alur sungai dan drainase alami (Besset et al., 2019).

Perubahan garis pantai berdampak pada aspek fisik wilayah hingga pada kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat pesisir. Abrasi yang terjadi di desa-desa seperti Teluk Pakedai Satu dan Sepuk Laut menyebabkan hilangnya lahan pertanian, pemukiman, dan infrastruktur vital. Hal ini memaksa masyarakat melakukan relokasi atau adaptasi terhadap kondisi baru, yang seringkali memicu ketimpangan sosial dan ekonomi (Esteban et al., 2019). Sebaliknya, akresi memberikan peluang baru untuk pengembangan wilayah, seperti pembukaan lahan pertanian atau pemukiman baru. Namun, jika tidak dikendalikan dengan baik, pemanfaatan lahan hasil akresi dapat memicu konflik sosial dan kerusakan lingkungan lebih lanjut, terutama dalam konteks penguasaan lahan dan akses sumber daya (Tessler et al., 2015).

Selain jenis penggunaan lahan, faktor lingkungan seperti gelombang laut, pasang surut, arus, serta aktivitas manusia (seperti reklamasi, penebangan mangrove, pembangunan infrastruktur pesisir) juga memengaruhi laju abrasi dan akresi. Misalnya, wilayah dengan vegetasi mangrove yang utuh cenderung lebih stabil karena akar mangrove membantu menahan tanah dari erosi (Kumara et al., 2021). Daerah dengan aktivitas pemanfaatan pesisir yang intens (seperti pelabuhan, tambak, atau pemukiman padat penduduk) lebih rentan terhadap abrasi karena hilangnya lapisan pelindung alami dan peningkatan tekanan hidrodinamik (Anthony et al., 2015).

Kawasan mangrove menjadi salah satu area dengan dinamika tertinggi, baik dalam hal abrasi maupun akresi. Total panjang garis pantai mangrove yang terkena abrasi adalah 67,076 km, sementara panjang garis pantai mangrove yang mengalami akresi adalah 47,972 km. Meskipun mangrove memiliki fungsi sebagai pelindung alami garis pantai, kerusakan atau degradasi vegetasi mangrove akibat

aktivitas manusia atau perubahan lingkungan menyebabkan wilayah tersebut tetap rentan terhadap abrasi (Ilman et al., 2016). Wilayah pemukiman yang terkena abrasi relatif kecil (3,793 km) dibandingkan mangrove, tetapi dampaknya lebih merugikan karena langsung mengancam infrastruktur dan permukiman warga. Kawasan tambak juga mengalami abrasi sepanjang 32,413 km, sehingga aktivitas budidaya air payau seperti tambak ikan atau udang rentan terhadap erosi pesisir (Besset et al., 2019).



Gambar 3. Akumulasi Spesies Nipah (*Nypa fruticans*) di Desa Punggur Kapuas

Kawasan statis memiliki panjang garis pantai sebesar 242,09 km. Sebagian besar wilayah pesisir memiliki ketahanan terhadap erosi maupun sedimentasi. Wilayah seperti Batu Ampar memiliki total panjang garis pantai statis sebesar 210,45 km. Hal ini bisa jadi karena struktur geologis daerah tersebut yang lebih stabil atau adanya perlindungan fisik dari batuan keras. Wilayah Tanjung Saleh mengalami akresi yang sangat cepat (total akresi >142 km), namun juga memiliki risiko abrasi lokal (tercatat abrasi sepanjang 0,15 km). Wilayah ini sangat dinamis, dengan potensi perubahan bentuk garis pantai yang cepat akibat interaksi yang kompleks antara gelombang, arus, dan sedimentasi.

SIMPULAN

Penelitian mengenai variabilitas garis pantai dan kerentanan pesisir di Kabupaten Kubu Raya berhasil mengidentifikasi dinamika kompleks yang terjadi di wilayah pesisir sebagai dampak dari interaksi faktor alamiah dan aktivitas

antropogenik. Hasil analisis menunjukkan bahwa abrasi merupakan fenomena dominan dibandingkan akresi, dengan total luas abrasi mencapai 3.827,35 km² dan akresi sebesar 3.558,26 km² selama periode 1979–2024. Rata-rata laju abrasi mencapai 0,975 km per titik, sementara laju akresi sebesar 0,835 km per titik. Hal ini mengindikasikan proses pengikisan lebih agresif dan merusak dibandingkan proses sedimentasi. Kecamatan Teluk Pakedai menjadi wilayah dengan tingkat abrasi tertinggi, sedangkan Kecamatan Sungai Kakap mencatat akresi paling signifikan. Faktor utama yang memengaruhi dinamika garis pantai meliputi arah arus laut, tutupan vegetasi, dan posisi terhadap laut lepas. Garis pantai yang ditutupi vegetasi mangrove, terutama jenis *Avicennia alba* dan *Nypa fruticans* umumnya memiliki kerentanan rendah terhadap abrasi, terbukti dengan tidak terjadinya erosi signifikan di area yang terlindungi vegetasi. Pantai terbuka atau yang hanya ditutupi vegetasi perdu yang langsung berhadapan dengan Laut Natuna sangat rentan terhadap abrasi, meskipun mendapat dukungan sedimentasi dari muara Sungai Kapuas. Laju abrasi tertinggi mencapai 31,10 meter per tahun, sementara akresi tertinggi mencapai 43,64 meter per tahun, mencerminkan fluktuasi yang tinggi akibat perubahan iklim dan aktivitas manusia. Kerentanan pesisir diperparah oleh deforestasi mangrove, reklamasi, dan perubahan tata guna lahan, yang mengurangi fungsi ekologis sebagai penahan gelombang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldiansyah, S., & Saputra, R. A. (2023). Monitoring shoreline changes for evaluation of regional spatial plans using Google Earth Engine in West Wawonii District. *Jurnal Geografi*, 20(1), 1–8.
- Alesheikh, A. A., Ghorbanali, A., & Nouri, N. (2021). Shoreline change analysis using remote sensing and GIS: A case study of the Caspian Sea coast. *Geocarto International*, 36(18), 2053–2070. <https://doi.org/10.1080/10106049.2019.1695983>
- Alongi, D. M. (2015). The impact of climate change on mangrove forests. *Current Climate Change Reports*, 1(1), 30–39. <https://doi.org/10.1007/s40641-015-0002-x>
- Alongi, D. M. (2018). Impact of global change on coastal wetlands: A review. *Wetlands Ecology and Management*, 26(5), 815–833. <https://doi.org/10.1007/s11273-018-9611-9>
- Anthony, E. J., Brunier, G., Besset, M., Goichot, M., Dussouillez, P., & Nguyen, V. L. (2015). Linking rapid erosion of the Mekong River delta to human

- activities. *Scientific Reports*, 5(1), 14745. <https://doi.org/10.1038/srep14745>
- Besset, M., Anthony, E. J., Bouchette, F., & Sabatier, F. (2019). Multi-decadal morphological evolution of a deltaic tidal channel network in the context of human interventions (Rhône River, France). *Geomorphology*, 327, 87–103. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2018.10.024>
- Cooper, J. A. G., & Pile, J. (2014). The adaptation of coastal management to climate change. In C. W. Finkl & C. Makowski (Eds.), *Coastal management: Global challenges and innovations* (pp. 1–18). Elsevier.
- Davidson-Arnott, R. (2010). *Introduction to coastal processes and geomorphology*. Cambridge University Press.
- Esteban, M., Valenzuela, V. P., Yun, N. Y., Mikami, T., Shibayama, T., Matsumaru, R., ... & Bricker, J. D. (2019). Typhoon Haiyan 2013 evacuation preparations and issues. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 33, 283–295. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.10.014>
- Ford, M. (2013). Shoreline changes interpreted from multi-temporal aerial photographs and high resolution satellite images: Wotje Atoll, Marshall Islands. *Remote Sensing of Environment*, 135, 130–140. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.03.027>
- French, P. W. (2013). *Coastal defences: Processes, problems and solutions*. Routledge.
- Friess, D. A., Webb, E. L., Friess, D. A., et al. (2020). Mangrove loss and gain in Southeast Asia: Drivers, impacts and management options. *Global Change Biology*, 26(12), 6771–6788. <https://doi.org/10.1111/gcb.15278>
- Giosan, L., Syvitski, J., Constantinescu, S., & Day, J. (2014). Climate change: Protect the world's deltas. *Nature*, 516(7529), 31–33. <https://doi.org/10.1038/516031a>
- Ilman, M., Dargusch, P., & Dart, P. (2016). A historical analysis of the drivers of loss and degradation of Indonesia's mangroves. *Land Use Policy*, 54, 481–493. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.03.010>
- IPCC. (2019). *IPCC special report on the ocean and cryosphere in a changing climate* [H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press.
- Kumara, M. P., Jayatissa, L. P., Krauss, K. W., Phillips, M. J., & Huxham, M. (2021). Mangrove ecosystems and climate change: Carbon stocks and sequestration. In *Mangrove Ecosystems* (pp. 19–34). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61527-9_2
- Kusumaningtyas, M. A., Bengen, D. G., & Wardiatno, Y. (2019). Mangrove ecosystem resilience to coastal erosion in Segara Anakan, Indonesia. *Biodiversitas*, 20(8), 2273–2280. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200812>
- Luijendijk, A., Hagenaars, G., Ranasinghe, R., Baart, F., Donchyts, G., & Aarninkhof, S. (2018). The state of the world's beaches. *Scientific Reports*, 8(1), 6641. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-24630-6>

- Mazarrasa, I., Marbà, N., Garcia-Orellana, J., Masqué, P., Arias-Ortiz, A., & Duarte, C. M. (2018). Effect of seagrass (*Posidonia oceanica*) meadow loss on carbon dynamics. *Biogeosciences*, 15(10), 3091–3107. <https://doi.org/10.5194/bg-15-3091-2018>
- Nugroho, S. A., Helmi, M., & Putra, P. S. (2020). Shoreline changes and their driving factors in the coastal area of Demak, Indonesia. *Regional Studies in Marine Science*, 37, 101360. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101360>
- Oppenheimer, M., Glavovic, B., Hinkel, J., van de Wal, R., Magnan, A. K., Abd-Elgawad, A., ... & Seixas, P. (2019). Sea level rise and implications for low lying islands, coasts and communities. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (pp. 321–445). Cambridge University Press.
- Prasetyo, Y., Husrin, S., & Handoko, E. (2022). Impact of mangrove degradation on coastal erosion in West Kalimantan, Indonesia. *Ocean & Coastal Management*, 215, 105912. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105912>
- Tessler, Z. D., Vörösmarty, C. J., Grossberg, M., Gladkova, I., Aizenman, H., Syvitski, J. P., & Foufoula-Georgiou, E. (2015). Profiling risk and sustainability in coastal deltas of the world. *Science*, 349(6248), 638–643. <https://doi.org/10.1126/science.aab3574>
- Vousdoukas, M. I., Ranasinghe, R., Mentaschi, L., Płomaritis, T. A., Athanasiou, P., Luijendijk, A., & Feyen, L. (2020). Sandy coastlines under threat of erosion. *Nature Climate Change*, 10(3), 260–263. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0697-0>
- Widodo, A., Prasetyo, Y., & Supriharyono. (2019). Coastal dynamics and sedimentation processes in the Mahakam Delta, Indonesia. *Journal of Coastal Conservation*, 23(5), 903–915. <https://doi.org/10.1007/s11852-019-00705-3>