

Evaluasi Perubahan Garis Pantai Daerah Lampia Kabupaten Luwu Timur Menggunakan Data Multitemporal Citra Google Earth

Risqa Permatasyara Mu'min¹, Bahrul Ulum², Nurhikmah Supardi³, Djamal Adi Nugroho⁴,
Tati Fitriana⁴

^{1,2,3,4} Teknik Geologi Universitas Tadulako, Indonesia

E-mail: risqatsyr@gmail.com, bahrululum1808@gmail.com

Article History:

Received: 10 Agustus 2025

Revised: 24 Agustus 2025

Accepted: 26 Agustus 2025

Keywords: Garis pantai,
Abrasi, Akresi, Digitasi,
Google Earth, Pantai Lampia

Abstract: Perubahan garis pantai merupakan fenomena dinamis yang dipengaruhi oleh interaksi faktor oseanografi dan aktivitas manusia, sehingga perlu dipantau secara berkelanjutan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis dinamika perubahan garis pantai di Pantai Lampia, Kabupaten Luwu Timur, dengan memanfaatkan citra Google Earth multitemporal. Data yang digunakan meliputi citra tahun 2016, 2019, dan 2023 yang didigitasi secara on-screen, kemudian dianalisis menggunakan pendekatan komparatif per transek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa periode 2016–2019 ditandai dengan abrasi signifikan pada titik sampel TS1 (–14,82 m) dan TS6 (–14,46 m), sementara beberapa segmen lain mengalami akresi hingga +7,35 m. Pada periode 2019–2023, pola perubahan cenderung lebih moderat dengan amplitudo antara –5,02 m hingga +6,90 m. Zona abrasi yang sebelumnya berada pada bagian timur (TS1, TS6, TS7) bergeser ke segmen barat–tengah (TS9–TS12), sedangkan area yang sebelumnya mengalami abrasi justru mengalami akresi. Kesimpulan dari penelitian ini adalah garis pantai Lampia bersifat sangat dinamis dengan adanya pergeseran zona abrasi–akresi antarperiode. Pola tersebut menunjukkan adanya redistribusi sedimen yang dipengaruhi kombinasi faktor gelombang, arus sejajar pantai, pasang surut, serta aktivitas antropogenik. Pemanfaatan citra Google Earth terbukti efektif sebagai alternatif pemantauan garis pantai yang murah, praktis, dan aplikatif untuk mendukung pengelolaan wilayah pesisir.

PENDAHULUAN

Perubahan garis pantai merupakan fenomena signifikan dalam dinamika kawasan pesisir yang menunjukkan hasil interaksi antara proses alami dan campur tangan manusia. Perubahan ini dapat berupa abrasi maupun akresi yang berdampak pada ekosistem pesisir, pemukiman, infrastruktur, hingga aktivitas ekonomi masyarakat setempat. Oleh karena itu, pemantauan garis

pantai secara berkala menjadi hal yang esensial dalam upaya pengelolaan wilayah pesisir yang berkelanjutan. Berbagai metode pemantauan telah dikembangkan, mulai dari survei lapangan dengan teknologi GPS hingga analisis berbasis penginderaan jauh. Namun, keterbatasan biaya, waktu, dan ketersediaan data sering menjadi kendala dalam penerapan metode-metode tersebut, khususnya pada wilayah dengan akses terbatas.

Dalam konteks tersebut, citra satelit yang tersedia secara bebas, seperti Google Earth, menawarkan alternatif praktis untuk memantau perubahan garis pantai secara multitemporal. Meskipun memiliki keterbatasan akurasi dibandingkan citra resolusi tinggi atau data survei lapangan, Google Earth mampu menyediakan gambaran spasial yang cukup representatif untuk kajian awal. Pendekatan sederhana melalui digitasi manual garis pantai dari citra multitemporal dapat memberikan informasi dasar mengenai laju perubahan dan arah pergeseran garis pantai.

Pantai Lampa secara administratif berada di Desa Harapan, Kec. Malili, Kab. Luwu Timur, Sulawesi Selatan. Di kawasan ini terdapat Pelabuhan Laut Lampa yang menjadi penanda pesisir dan aktivitas manusia yang potensial memengaruhi dinamika garis pantai. Selain itu, Lampa juga merupakan destinasi wisata pantai setempat (dermaga/anjungan), yang mengindikasikan adanya prasarana dan intervensi antropogenik di zona pantai (Jadesta Sulsel, 2023)

Oleh karena itu, kawasan pesisir Lampa menarik untuk dikaji karena keberadaannya yang dekat dengan aktivitas industri dan pelabuhan, serta terindikasi mengalami perubahan morfologi akibat kombinasi faktor oseanografi dan antropogenik. Analisis perubahan garis pantai di wilayah ini penting tidak hanya untuk memahami dinamika pesisir, tetapi juga sebagai dasar perencanaan pengelolaan wilayah pesisir dan mitigasi dampak lingkungan.

LANDASAN TEORI

Pesisir Lampa terletak di arah Timur laut dari Teluk Bone. Teluk Bone dipengaruhi monsun barat-timur, dengan variasi arah/kecepatan angin, tinggi gelombang rendah-sedang (orde ~0,5–1,5 m), dan arus pantai yang dapat bergeser musiman. Informasi operasional BMKG untuk perairan Teluk Bone menunjukkan dinamika arah angin dominan timuran pada periode musim timur dan gelombang <~1,5 m (kategori rendah-sedang), yang relevan untuk interpretasi posisi garis air pada citra. Pemahaman pola musiman ini penting saat membandingkan citra antar-tahun, karena posisi garis air (*wet-dry line*) sensitif terhadap kondisi gelombang dan pasut saat perekaman. Berdasarkan data pada BMKG Maritim, gelombang dominan di Teluk Bone dipengaruhi musim angin monsun:

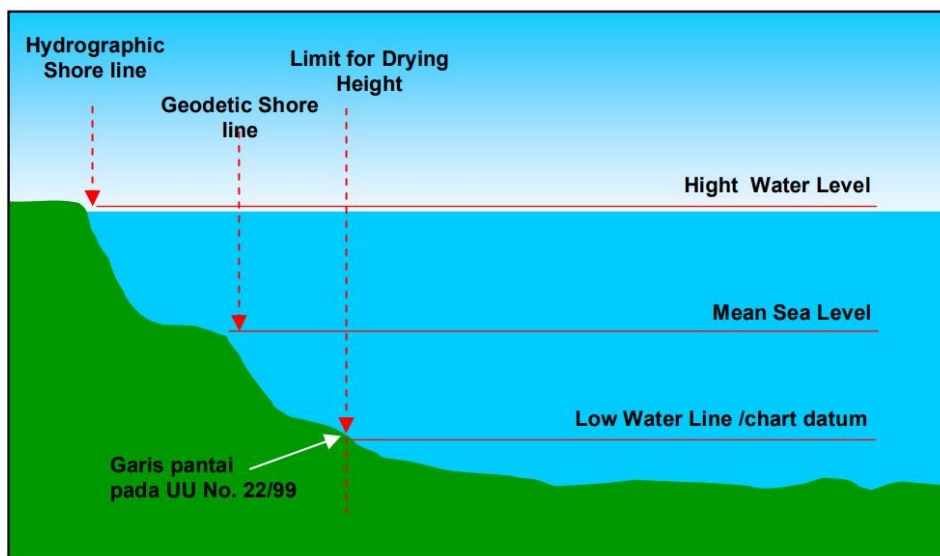
- Musim barat (Desember–Februari): angin baratan dari Laut Jawa dan Selat Makassar menimbulkan gelombang dari arah barat-barat laut.
- Musim timur (Juni–Agustus): angin timuran dari Laut Banda membawa gelombang dominan timur-tenggara dengan tinggi 1–2 m (kategori sedang).
- Musim peralihan (Maret–Mei, September–November): gelombang relatif lebih tenang (< 1 m).

1. Garis Pantai

Garis pantai merupakan batas pertemuan antara daratan dan lautan yang dapat dipengaruhi oleh proses oseanografi, geomorfologi, dan aktivitas manusia. Menurut Bird (2008), garis pantai adalah garis yang dinamis, yaitu dapat berubah seiring waktu akibat interaksi antara energi laut (gelombang, arus, pasang surut) dengan morfologi pantai. Perubahan garis pantai dapat terjadi dalam skala waktu harian, musiman, hingga tahunan, bergantung pada intensitas

faktor pengontrolnya.

Perubahan garis pantai umumnya dipengaruhi oleh faktor alami maupun aktivitas manusia. Faktor alami mencakup gelombang, arus laut, pasang surut, proses sedimentasi, serta kenaikan muka air laut. Gelombang dan arus memiliki peran penting dalam pergerakan sedimen yang dapat menyebabkan terjadinya abrasi maupun akresi (Komar, 1998). Selain itu, perubahan iklim global yang menyebabkan kenaikan muka laut juga memengaruhi mundurnya garis pantai (IPCC, 2014).



Gambar 1. Ilustrasi variasi garis pantai akibat pasang surut (IHO, 1993; dan RI, 1999)

Faktor antropogenik meliputi pembangunan infrastruktur pantai seperti pelabuhan, reklamasi, penambangan pasir laut, serta perubahan penggunaan lahan pesisir. Aktivitas tersebut sering mempercepat laju abrasi di beberapa wilayah (Dahuri, 2003).

Perubahan garis pantai memiliki dampak signifikan terhadap ekosistem pesisir maupun aktivitas manusia. Proses perubahan garis pantai diakibatkan oleh faktor pengikisan disebut dengan abrasi, sedangkan oleh faktor penambahan disebut dengan akresi Pantai (Arief dkk., 2011). Abrasi dapat mengakibatkan hilangnya lahan produktif, kerusakan permukiman, dan gangguan infrastruktur pesisir (Mutaqin, 2019). Sebaliknya, akresi dapat menciptakan daratan baru namun juga dapat mengganggu navigasi pelayaran dan ekosistem mangrove. Hal ini mengakibatkan pemantauan garis pantai menjadi aspek penting dalam pengelolaan wilayah pesisir.

Akresi dan abrasi pantai terjadi akibat suplai sedimen dari daratan menuju pesisir serta pengaruh kekuatan laut berupa gelombang dan arus yang mengangkut sedimen. Jika laju suplai sedimen lebih besar daripada kekuatan arus dan gelombang, maka akan terbentuk sedimentasi (akresi) di pantai. Sebaliknya, jika laju sedimen dari darat lebih kecil dibandingkan dengan kekuatan arus dan gelombang, maka akan terjadi abrasi, yang menyebabkan perubahan garis pantai (Hidayah & Aprianty, 2020). Kedua proses ini menimbulkan ketidakseimbangan kondisi pantai dan berpotensi mengakibatkan kerusakan pada kawasan tersebut (Hidayati, 2017).

3. Metode Analisis Perubahan Garis Pantai

Analisis perubahan pantai merupakan suatu kajian yang bertujuan untuk memahami

dinamika pergeseran garis pantai akibat pengaruh proses alami maupun antropogenik. Perubahan ini dapat berupa abrasi atau akresi dimana keduanya berimplikasi pada ekosistem pesisir dan pemanfaatan wilayah pantai (Bird, 2008). Dalam praktiknya, terdapat beberapa metode untuk menganalisis perubahan garis pantai, antara lain digitasi citra satelit, perbandingan peta historis, dan survei langsung di lapangan. Secara konvensional, survei lapangan digunakan untuk mengukur posisi garis pantai secara langsung. Namun, perkembangan teknologi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) memungkinkan pemantauan garis pantai dilakukan lebih efisien menggunakan citra satelit multitemporal (Boak & Turner, 2005). Metode ini sering dikombinasikan dengan analisis statistik untuk menghitung laju perubahan, seperti pada pendekatan berbasis transek (Komar, 1998).

Salah satu metode populer adalah Digital Shoreline Analysis System (DSAS) yang dikembangkan oleh U.S. Geological Survey. Metode ini menerapkan pendekatan transek yang ditarik tegak lurus terhadap garis pantai untuk mengukur pergeseran posisi garis pantai dalam rentang waktu tertentu, serta menghasilkan parameter seperti End Point Rate (EPR), Linear Regression Rate (LRR), dan Net Shoreline Movement (NSM). (Thieler dkk., 2009).

Digitasi *on-screen* pada GE (skala/zoom konsisten, operator ganda, dan protokol quality control) masih menjadi pendekatan praktis untuk mengekstraksi garis pantai dari tiap tahun pengamatan. Untuk meningkatkan reproduktibilitas, hasil digitasi manual dapat divalidasi silang dengan metode otomatis berbasis citra Landsat/Sentinel (mis. CoastSat di Google Earth Engine) guna melihat konsistensi lokasi garis pada pantai berpasir (Vos, 2019). Namun, akurasi metode otomatis tetap dipengaruhi resolusi, awan, dan kondisi gelombang, sehingga pemilihan metode perlu disesuaikan dengan karakter pantai Lampia (Almeida, 2021).

METODE PENELITIAN

1. Jenis Data dan Perangkat Penelitian

Data utama yang digunakan dalam penelitian ini berupa citra satelit Google Earth multitemporal dengan interval tahunan. Tahun pengamatan ditentukan berdasarkan ketersediaan citra yang cukup jelas dan bebas dari gangguan tutupan awan. Pada Lokasi penelitian data yang tersedia hanya tahun 2016, 2019, dan 2023. Panjang garis pantai yang dianalisis adalah kurang lebih 4 km. Selain itu, data pendukung berupa peta topografi dan literatur terkait kondisi oseanografi dan kegiatan antropogenik di sekitar Pantai Lampia juga digunakan untuk memperkuat interpretasi.

Perangkat yang digunakan meliputi:

- Perangkat lunak Google Earth Pro untuk memperoleh dan mendigitasi garis pantai,
- Perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) ArcGIS
- Perangkat lunak pengolah data Ms. Excel untuk pembuatan grafik dan analisis perubahan garis pantai.

2. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data, pengolahan citra, digitasi garis pantai, analisis perubahan garis pantai, dan terakhir adalah visualisasi data. Pada tahapan pengolahan data dilakukan pengunduhan citra satelit GE Tahun 2016, 2019, dan 2023, serta menentukan area studi dengan batas koordinat geografis yang jelas. Kemudian data citra tersebut disesuaikan system koordinatnya dengan sistem koordinat standar WGS 84 UTM zona 51S. Selanjutnya

dilakukan digitasi garis pantai tiap tahun pengamatan GE, lalu garis pantai tersebut diekspor dalam format shapefile (SHP) untuk diolah lebih lanjut.

Tahapan selanjutnya adalah melakukan analisis perubahan garis pantai dengan membandingkan posisi garis pantar antar tahun untuk mengidentifikasi pergeseran. Pada tahapan ini dilakukan pengukuran jarak pergeseran garis pantai (abrasi atau akresi) dengan metode transek tegak lurus garis pantai. Kemudian dihitung perubahan garis pantai (m/tahun) berdasarkan selsisi posisi antar periode pengamatan Tahapan terakhir pada tahapan penelitian adalah visualisasi data, yaitu menyajikan hasil dalam bentuk peta multitemporal garis pantai, grafik perubahan, serta kurva laju abrasi atau akresi. Interpretasi hasil dilakukan dengan mempertimbangkan faktor lingkungan dan aktivitas manusia di sekitar lokasi.

3. Analisis Data

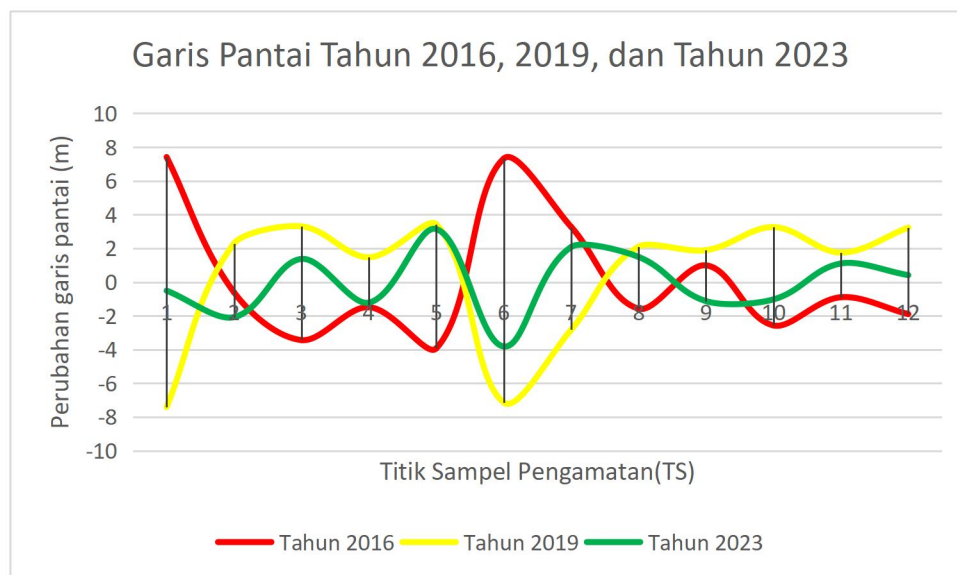
Analisis dilakukan secara deskriptif-kuantitatif. Hasil pergeseran garis pantai ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik untuk menggambarkan tren perubahan spasial dan temporal. Selanjutnya, hasil dianalisis untuk mengaitkan dinamika garis pantai dengan faktor oseanografi maupun antropogenik yang berpengaruh di wilayah penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data spasial yang ada pada GE di lokasi penelitian, hanya terdapat rentan waktu 2016-2023. Sehingga perubahan garis Pantai yang dianalisis menggunakan epoch 2016-2023 dibagi menjadi 2 periode yaitu periode pertama 2016-2019 (3 tahun) dan periode kedua yaitu 2019-2023 (4 tahun). Perubahan garis pantai dapat dilihat pada Gambar 2, dan grafik perubahan garis pantai pada Gambar 3.



Gambar 2. Peta Citra Perubahan Garis Pantai pada Pesisir Lampia



Gambar 3. Grafik Perubahan Garis Pantai Tahun 2016, 2019, dan 2023

Pada Gambar 3 menunjukkan perbandingan garis pantai di 3 tahun berbeda. Tahun 2016 terlihat flutuasi dengan puncak akresi (+7 hingga +8 m) pada *transect* (TS) 1 dan TS 6. Namun, juga terdapat kemunduran (-4 hingga -6 m) pada TS 4 dan TS 5. Pola ini menunjukkan dinamika ekstrem, dengan beberapa segmen pantai mengalami abrasi kuat sementara segmen lain mengalami akresi signifikan.

Sedangkan pada tahun 2019, kurva lebih berfluktuasi ekstrem dibanding 2016, dengan abrasi terbesar mencapai hampir -9 m pada TS 6 dan akresi tertinggi sekitar +4 pada TS 2, 5, dan 10. Pola ini mengindikasikan adanya tekanan oseanografi (gelombang/ arus monsun timur) atau aktivitas antropogenik (misalnya konstruksi pelabuhan/dermaga) yang memperkuat abrasi lokal. Secara umum, tahun 2019 cenderung menunjukkan kondisi abrasi lebih dominan dibanding akresi.

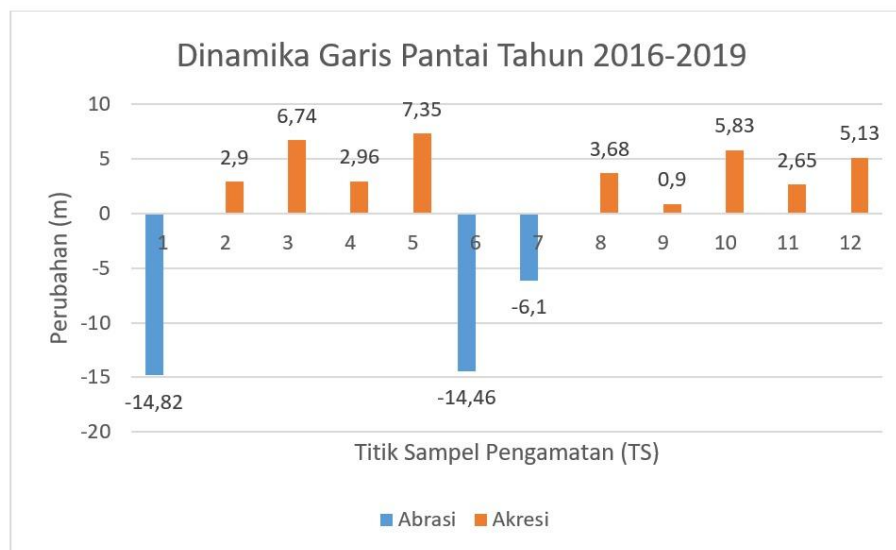
Kemudian pada tahun 2023 Kurva relatif lebih stabil dengan amplitudo fluktuasi lebih rendah (sekitar -4 hingga +3 meter). Dibanding 2016 dan 2019, perubahan garis pantai lebih seragam antar-titik, mengindikasikan adanya fase stabilisasi garis pantai. Hal ini bisa jadi terkait dengan adanya adaptasi alami (sedimentasi balik) atau intervensi manusia (struktur pantai/rehabilitasi). Berikut adalah table ringkasan perubahan garis pantai di daerah Lampia.

Tabel. 1 Tabel Ringkasan Perubahan Garis Pantai Lampia

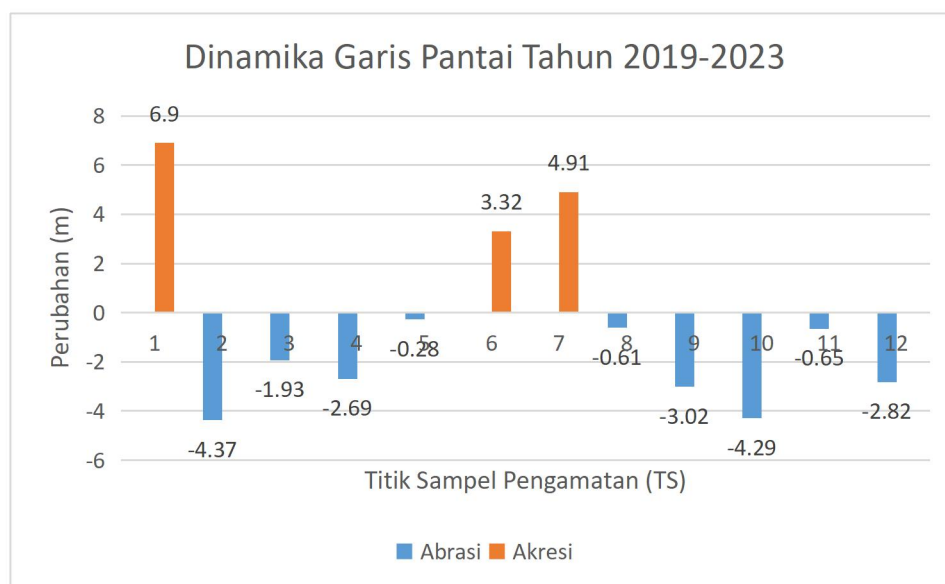
TITIK TRANSEK	TAHUN 2016 (MERAH)	TAHUN 2019 (KUNING)	TAHUN 2023 (HIJAU)	KETERANGAN UTAMA
1	+7 (akresi kuat)	-8 (abrasi besar)	~0 (stabil)	Pergeseran signifikan; 2019 kritis
2	-2 (abrasi ringan)	+3 (akresi sedang)	+1 (stabil-akresi kecil)	Fluktuasi tapi relatif stabil 2023
3	-3 (abrasi ringan)	+3 (akresi sedang)	+2 (akresi kecil)	Kondisi membaik di 2019-2023

4	-4 (abrasi sedang)	+3 (akresi kecil)	-2 (abrasi ringan)	Pola tidak stabil; cenderung bergeser
5	-5 (abrasi sedang)	+3 (akresi kecil)	+3 (akresi kecil)	Perbaikan signifikan pasca 2016
6	+8 (akresi kuat)	-9 (abrasi sangat kuat)	-4 (abrasi sedang)	Titik paling kritis, perubahan ekstrem
7	+2 (akresi kecil)	-2 (abrasi ringan)	+2 (akresi kecil)	Fluktuasi kecil, cenderung stabil
8	+2 (akresi kecil)	+2 (akresi kecil)	0 (stabil)	Relatif konsisten, stabil
9	+3 (akresi kecil)	+2 (akresi kecil)	-1 (abrasi ringan)	Cenderung stabil meski ada abrasi kecil
10	-2 (abrasi ringan)	+3 (akresi kecil)	-2 (abrasi ringan)	Pola bolak-balik abrasi-akresi
11	-1 (abrasi ringan)	+2 (akresi kecil)	+1 (akresi kecil)	Relatif stabil di semua tahun
12	-1 (abrasi ringan)	+3 (akresi kecil)	+2 (akresi kecil)	Lebih stabil dan cenderung akresi

Jika dibagi menjadi dua periode pengamatan, maka didapatkan hasil analisis seperti pada Gambar 4 dan Gambar 5. Periode pertama adalah dinamika garis pantai tahun 2016-2019, dimana terjadi abrasi terbesar pada titik sampel pengamatan Transek (TS) 1 dengan panjang perubahan 14,82 m dan TS 6 14,46 m. Kedua titik ini menunjukkan zona kritis abrasi, dengan kemunduran garis pantai >10, hal ini dapat disebabkan oleh energi gelombang dan arus dominan yang mengikis daratan, potensi kurangnya perlindungan vegetasi pantai (misalnya mangrove), dan aktivitas antropogenik di sekitar pantai Lampia (pelabuhan/dermaga). Sedangkan akresi terbesar terjadi pada TS 5 yaitu 7,35 m, menunjukkan adanya penambahan daratan akibat sedimentasi. Akresi dapat disebabkan oleh transport sedimen sejajar pantai yang menumpuk di Lokasi tertentu maupun akibat adanya struktur pantai (misalnya jetty/Pelabuhan) yang mengubah pola arus dan mengakibatkan sedimentasi. Pada pengamatan periode ini, perubahan garis pantai didominasi oleh akresi pantai dengan rata-rata 4,24 m, baik secara alami maupun akresi buatan akibat pembangunan di sekitar lokasi pengamatan.



Gambar 4. Grafik Dinamika Garis Pantai Periode I (2016-2019)



Gambar 5. Grafik Dinamika Garis Pantai Periode II(2019-2023)

Pada periode pengamatan tahun 2019-2023 terjadi perubahan garis pantai dengan abrasi terbesar terjadi pada titik sampel pengamatan (*Transect / TS*) TS 2 dengan panjang perubahan 4,37 m. Sedangkan akresi terbesar terjadi pada TS 1 yaitu 6,9 m. Pada pengamatan periode ini, perubahan garis pantai didominasi oleh abrasi pantai dimana terjadi rata-rata perubahan garis pantai 2,29 m. Pada periode ini, zona kritis bergeser dimana TS 1 dan TS 6 di periode 2016-2019 merupakan zona kritis abrasi, namun pada periode ini mengalami akresi signifikan. Hal ini menunjukkan adanya redistribusi sedimen dimana material yang hilang di periode pertama kemungkinan terakumulasi kembali pada periode kedua. Selanjutnya, munculnya abrasi baru di segmen tengah-barat TS9-TS12 yang relatif stabil/akresi pada 2016-2019, justru mengalami abrasi cukup besar pada 2019-2023 (-3 hingga -5 m). Hal tersebut menunjukkan konsistensi dengan teori dinamika pantai tropis semi-tertutup (Teluk Bone), di mana arus sejajar pantai (*longshore transport*) memindahkan sedimen antar-segmen. Secara ekologis, periode 2019-2023

lebih baik dibanding 2016–2019 karena abrasi ekstrem berkurang, meskipun abrasi ringan–sedang masih terjadi di banyak titik.

KESIMPULAN

Dinamika garis pantai Lampia sangat fluktuatif dalam kurun waktu 2016–2023. Periode 2016–2019 ditandai oleh perubahan ekstrem dengan abrasi signifikan pada titik TS1 (–14,82 m) dan TS6 (–14,46 m), sementara segmen lain mengalami akresi besar hingga +7,35 m. Pada periode 2019–2023, pola perubahan cenderung lebih moderat dengan amplitudo lebih kecil (–5,02 m hingga +6,90 m). Segmen yang sebelumnya mengalami abrasi ekstrem (TS1 dan TS6) justru mengalami akresi, sedangkan segmen lain (TS9–TS12) berubah menjadi zona abrasi baru. Hal ini menunjukkan adanya redistribusi sedimen akibat interaksi arus sejajar pantai (*longshore transport*) dan faktor oseanografi musiman Teluk Bone.

Secara spasial, garis pantai Lampia memperlihatkan pergeseran zona kritis abrasi: awalnya dominan di bagian timur (TS1, TS6, TS7) pada 2016–2019, kemudian bergeser ke bagian barat–tengah (TS9–TS12) pada 2019–2023. Secara temporal, kondisi garis pantai menuju stabilisasi, meski masih terdapat segmen rawan abrasi. Hal ini diinterpretasi sebagai pengaruh kombinasi faktor alamiah seperti arus, gelombang, dan pasang surut, serta faktor antropogenik seperti aktivitas pelabuhan, pembangunan pesisir, serta kondisi vegetasi pantai.

Penelitian ini menegaskan bahwa pemantauan multitemporal berbasis citra Google Earth mampu memberikan gambaran menyeluruh tentang dinamika garis pantai secara spasial dan temporal. Pemanfaatan metode digitasi citra sederhana dapat menjadi alternatif murah dan efektif untuk mendukung pengelolaan wilayah pesisir, terutama pada lokasi dengan keterbatasan data lapangan.

Adapun rekomendasi dari penelitian ini antara lain rehabilitasi ekosistem pesisir pada segmen dengan abrasi signifikan; pengendalian aktivitas antropogenik seperti aktivitas pembangunan di sekitar pantai (terkhusus pelabuhan dan infrastruktur pesisir) harus memperhatikan daya dukung lingkungan; pemantauan berkelanjutan untuk memantau dinamika garis pantai, dan dapat diperkuat dengan analisis DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*) agar tren jangka panjang lebih akurat. Selain itu, diperlukan kajian oseanografi terintegrasi, seperti pengukuran langsung arus, pasang surut, dan gelombang untuk melengkapi analisis spasial dan menjelaskan mekanisme fisik yang menyebabkan abrasi–akresi. Keterlibatan masyarakat lokal juga perlu diperhatikan, seperti edukasi mengenai pentingnya menjaga ekosistem pesisir agar dapat membantu menjaga stabilitas garis pantai.

DAFTAR REFERENSI

- Almeida, L.P., Israel E., Rodrigo L., Rudimar L. (2021). Coastal Analyst System from Space Imagery Engine (CASSIE): Shoreline management module. *Environmental Modelling & Software* 140(6):105033
- Arief, M., Winarso, G. & Prayogo, T. (2011). Kajian Perubahan Garis Pantai Menggunakan Data Satelit Landsat di Kabupaten Kendal. *Jurnal Penginderaan Jauh* Volume 8, pp. 71-80.
- Bird, E. (2008). *Coastal Geomorphology: An Introduction*. John Wiley & Sons.
- BMKG Maritim (2023) Prakiraan Cuaca Perairan Teluk Bone (tinggi gelombang, angin, arus; info operasional). (maritim.bmkg.go.id)
- Boak, E.H., & Turner, I.L. (2005). Shoreline definition and detection: A review. *Journal of*

-
- Coastal Research*, 21(4), 688–703.
- Dahuri, R. (2003). *Keanekaragaman Hayati Laut: Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia*. Gramedia Pustaka Utama.
- Dahuri, R. (2003). *Keanekaragaman Hayati Laut: Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia*. Gramedia Pustaka Utama.
- Google Earth Studio Docs. Attribution (earth.google.com)
- Hidayah, Z., & Apriyanti, A. (2020). Deteksi Perubahan Garis Pantai Teluk Jakarta Bagian Timur Tahun 2003-2018. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 13(2), 143-150.
- Hidayati, N. (2017). *Dinamika Pantai*. Malang : UB Press.
- International Hydrographic Organization. (1993). *A Manual On Technical Aspect UNCLOS'82 (IHO) 1993*.
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge University Press.
- Jadesta (2023). Desa Wisata Lampia. (<https://sulsel.jadesta.com/desa/lampia>)
- Komar, P.D. (1998). *Beach Processes and Sedimentation* (2nd edition). Prentice Hall.
- Mutaqin, B.W. (2019). Coastal erosion in Indonesia: Status, mitigation and adaptation. IOP Conf. Series: *Earth and Environmental Science*, 313, 012031.
- Pratama, P.R., Apriansyah, Risiko. (2020). Perubahan Garis Pantai di Perairan Batu Burung Singkawang Singkawang Selatan. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, Vol.3 No.1 Hal. 23-30.
- RI (Republik Indonesia), (1999). Undang-Undang Nomo 22 Tahun 1999 tentang Pemerintah Daerah. Lembaran Negara RI Tahun 1999 No. 3839. Sekretariat Negara, Jakarta.
- Thieler, E.R., Himmelstoss, E.A., Zichichi, J.L., & Ergul, A. (2009). Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 — An ArcGIS extension for calculating shoreline change. U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1278.
- Vos, K., Kristen, S., Mitchell D.H., Joshua S. (2019). CoastSat: A Google Earth Engine-Enabled Python Toolkit To Extract Shorelines From Publicly Available Satellite Imagery. *Environmental Modelling & Software* 122:104528
- International Hydrographic Organization, (1993). *A Manual On Technical Aspect UNCLOS'82 (IHO) 1993*.