JURNAL ECOCENTRISM
P ISSN 2775-3220 || E ISSN 2807-1085 Volume 6 | Nomor 2

IDENTIFIKASI PERUBAHAN GARIS PANTAI SANUR DI SEKITAR GROIN BERBASIS NDWI DAN BAND THRESHOLDING

Ni Made Wedayani[1*)], Putu Diah Yusi Jayatri[1)]

[1)] PT Parama Krida Pratama, Denpasar, Bali

*Email korespondensi: wedayanimade@gmail.com

ABSTRAK

Dinamika garis pantai merupakan indikator perubahan lingkungan pesisir yang dipengaruhi oleh hidrodinamika, transport sedimen, dan bangunan pelindung pantai. Pantai Sanur mengalami perubahan garis pantai akibat interaksi erosi, deposisi, dinamika *littoral drift*, dan keberadaan groin. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi perubahan posisi garis pantai serta mengkaji indikasi respons garis pantai terhadap keberadaan groin melalui pemetaan multitemporal berbasis citra satelit. Metode penelitian menggunakan pendekatan deskriptif melalui analisis spasial citra Landsat pada periode 1973–1982 dan 2016–2026. Ekstraksi garis pantai pada citra Landsat 8–9 dilakukan menggunakan *Normalized Difference Water Index* (NDWI), sedangkan citra Landsat 1–5 menggunakan metode *band thresholding* berdasarkan reflektansi saluran inframerah dekat (NIR). Hasil ekstraksi dibandingkan secara spasial untuk mengidentifikasi perubahan posisi garis pantai sebelum dan setelah keberadaan groin. Hasil interpretasi visual menunjukkan perubahan garis pantai lebih nyata pada periode 1973–1982, dengan beberapa segmen mengalami kemunduran. Pada periode 2016–2026, perubahan tampak lebih kecil pada sebagian besar segmen, meskipun respons antarsemen bervariasi. Temuan ini mengindikasikan adanya perubahan distribusi sedimen di sekitar struktur groin. Pemetaan multitemporal berbasis NDWI dan *band thresholding* dapat digunakan sebagai pendekatan awal untuk mengidentifikasi perubahan garis pantai dan indikasi respons morfologi pantai terhadap keberadaan groin.

Kata Kunci: Abrasi, Garis Pantai, Groin, Landsat, NDWI

ABSTRACT

Shoreline dynamics serve as an indicator of environmental changes in coastal areas, influenced by hydrodynamics, sediment transport, and coastal protection structures. Sanur Beach has experienced shoreline shifts resulting from the interplay of erosion, deposition, littoral drift dynamics, and the presence of groins. This study aims to identify changes in shoreline position and examine the shoreline's response to the presence of groins through multitemporal mapping based on satellite imagery. A descriptive research approach was employed, utilizing spatial analysis of Landsat imagery from the periods 1973–1982 and 2016–2026. Shoreline extraction from Landsat 8–9 imagery was performed using the Normalized Difference Water Index (NDWI), while Landsat 1–5 imagery was processed using a band-thresholding method based on near-infrared (NIR) reflectance. The extracted shorelines were compared spatially to identify shifts in position relative to the installation of groins. Visual interpretation indicates more pronounced shoreline changes during the 1973–1982 period, with several segments experiencing landward retreat. In the 2016–2026 period, changes appeared less significant across most segments, though the response varied by segment. These findings suggest an alteration in

sediment distribution around the groin structures. Multitemporal mapping—utilizing NDWI and band-thresholding techniques serves as an effective preliminary approach for identifying shoreline changes and the morphological response of the coast to the presence of groins.

***Keywords** : Abrasion, Coastline, Groin, Landsat, NDWI*

Copyright © [2026] Author(s). Published by Jurnal Ecocentrism. Licensed CC BY-SA 4.0.

1. PENDAHULUAN

Pantai dapat didefinisikan sebagai kawasan yang menjadi batas pertemuan antara lautan dan daratan. Dikarenakan letaknya yang berada diantara lautan dan daratan, pantai kerap kali mengalami perubahan bentuk (Heatubun *et al*., 2026). Perubahan bentuk pantai yang terjadi dapat disebabkan oleh interaksi proses oseanografi, aktivitas manusia, dan geomorfologi pantai (Makasaehe *et al*., 2026). Adanya interaksi yang terjadi di kawasan pantai mengindikasikan dinamika lingkungan yang cukup tinggi. Interaksi yang terjadi di pantai secara terus menerus dan umumnya terjadi pada pantai-pantai di Indonesia yaitu berupa abrasi atau erosi pantai dan akresi. Secara sederhana, jika abrasi atau erosi pantai didefinisikan sebagai pengikisan pantai yang disebabkan oleh air laut, maka akresi dapat didefinisikan sebagai penambahan material yang disebabkan oleh gelombang laut (Chandra *et al*., 2024). Kondisi abrasi dan akresi pada pantai tidak hanya berpengaruh terhadap kondisi fisik pantai, tetapi juga dapat mengancam keberadaan infrastruktur (Tasya *et al*., 2024), kawasan permukiman, aktivitas pariwisata, serta ekosistem pesisir.

Sebagai salah satu isu lingkungan, abrasi atau erosi pantai dan akresi yang terjadi di pesisir sangat berdampak pada kehidupan masyarakat Indonesia, dikarenakan hampir 60% masyarakatnya tinggal di daerah pesisir (Palisu *et al*., 2022). Kondisi abrasi dan akresi yang terjadi secara terus menerus tentunya dapat merubah bentuk dari pantai atau yang disebut sebagai perubahan bentuk garis pantai. Perubahan garis pantai tentunya tidak berdampak baik bagi kondisi pesisir di suatu kawasan, untuk itu diperlukan upaya penanggulangan ataupun pencegahan.

Berdasarkan beberapa kajian, langkah yang dapat dilakukan untuk mengatasi abrasi yang terjadi di area pesisir yaitu berupa strategi penanganan. Strategi penanganan pesisir yang dimaksud nantinya berfokus pada tiga konsep pendekatan adaptif yaitu berupa *retreat*, *accommodation*, dan *coastal protection* (Candrayana *et al*., 2023). Dari ketiga strategi pencegahan tersebut, membuat coastal protection atau bangunan pelindung pantai menjadi salah satu alternatif yang cukup sering ditemui.

Jenis bangunan pelindung pantai dapat dibedakan menjadi 3, tergantung dari letak dan fungsinya. Jenis pertama yaitu bangunan yang dibangun sejajar dengan garis pantai sehingga letaknya menempel atau dekat daratan, yaitu berupa revetment dan seawall (Wangsa *et al*., 2024). Revetment merupakan struktur pelindung yang dipasang miring di sepanjang garis pantai untuk meredam energi gelombang sebelum menghantam tebing atau daratan. Revetment umumnya terbuat dari tumpukan batu, beton, atau bronjong.

Sedangkan seawall merupakan dinding vertikal atau masif yang dibangun di tepi pantai untuk menahan gelombang tinggi dan mencegah limpasan air laut (*overtopping*) ke area pemukiman atau jalan raya. Jenis bangunan pantai yang kedua yaitu bangunan yang dibangun tegak lurus dengan garis pantai atau menjorok ke laut yaitu berupa groin/krib dan jetty. Groin atau krib merupakan struktur yang dibangun menjorok ke laut secara tegak lurus garis pantai untuk menangkap dan menahan sedimen (*longshore drift*) agar tidak terbawa arus sepanjang pantai (Faza & Kurniadi, 2016). Sedangkan jetty merupakan sepasang bangunan yang diletakkan di kedua sisi muara sungai untuk menstabilkan alur pelayaran dan mencegah pendangkalan muara oleh sedimen pasir (Faza & Kurniadi, 2016).

Pendekatan yang banyak digunakan untuk mengendalikan erosi pantai di Indonesia adalah pembangunan bangunan pelindung pantai, berupa groin. Groin yang peletakkannya tegak lurus dengan pantai dan menjorok dari garis pantai ke arah laut dinilai efektif untuk mengurangi atau menghambat transport sedimen yang sejajar pantai (Suwarlan *et al*., 2023). Groin dapat dibuat dalam beberapa tipe bentuk tergantung pada keperluan atau kegunaan yang diharapkan, diantaranya berupa groin tipe I, tipe T, dan tipe L (Utomo & Bakri, 2024). Keberadaan groin dapat menyebabkan terjadinya akumulasi sedimen pada salah satu sisi bangunan dan pada saat yang sama dapat memengaruhi keseimbangan sedimen pada sisi lainnya. Secara morfologi, kondisi tersebut dapat menghasilkan perubahan bentuk garis pantai di sekitar bangunan.

Pantai Sanur merupakan salah satu pantai di Bali yang mengalami abrasi yang cukup masif. Salah satu artikel menyebutkan bahwa permasalahan erosi di Pantai Sanur sudah dimulai sejak tahun 1965 sebagai dampak dari pesatnya infrastruktur untuk menunjang pariwisata, termasuk operasional pelabuhan yang ada di Sanur mulai tahun 2020 (Yesaya *et al*., 2022). Abrasi yang terjadi di Pantai Sanur tentunya menyebabkan perubahan garis pantai. Adapun garis pantai merupakan garis batas yang memisahkan wilayah daratan dengan lautan. Perubahan pada garis pantai dapat terjadi akibat dari adanya pergerakan sedimen yang dipengaruhi oleh interaksi arus dan gelombang. Salah satu langkah yang dapat dilakukan untuk meminimalisir perubahan garis pantai yaitu dengan membangun bangunan pelindung pantai. Perubahan profil dan garis pantai di Pantai Sanur akibat dari proses erosi dan kehilangan material pantai nyatanya masih dapat terjadi setelah pembangunan bangunan pelindung pantai. Berdasarkan penelitian terdahulu, kondisi Pantai Sanur di tahun 2004–2012, terjadi kehilangan material pasir isian dengan rata-rata sebesar 9,45% dan kemunduran garis pantai sekitar 2,56 m (Efendi, 2016). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pantai masih mengalami proses penyesuaian terhadap kondisi hidrodinamika dan konfigurasi bangunan pantai setelah kegiatan penataan.

Bangunan pelindung pantai dapat berupa pada beberapa lokasi, bentuk groin diduga memengaruhi konfigurasi gelombang dan distribusi material pasir, namun hal tersebut tidak bisa disimpulkan sebagai faktor yang memengaruhi perubahan garis pantai. Kajian jangka panjang menunjukkan bahwa pola *littoral drift* di kawasan Sanur bersifat dinamis dan dapat berubah arah dari waktu ke waktu (Rahmawati *et al*., 2021). Pada periode pengamatan yang berbeda, transport sedimen dapat bergerak dari selatan ke utara, dari

utara ke selatan, maupun menuju bagian tengah kawasan pantai. Kombinasi proses erosi dan deposisi dengan pola spasial berbeda dapat dikaji dengan periode pengamatan tertentu.

Kajian mengenai dinamika garis Pantai Sanur sebelum dan sesudah dibangunnya groin menjadi hal yang menarik untuk dibahas. Pembahasan mengenai perubahan garis pantai dengan membandingkan hasil ekstraksi garis pantai berbasis NDWI dan band thresholding untuk melihat akumulasi sedimen di sekitar groin Sanur menjadi hal yang belum banyak dibahas, sehingga menarik untuk ditelaah lebih lanjut. Dengan rentang waktu tertentu, perbandingan muka garis Pantai Sanur akan ditampilkan dengan menggunakan tangkapan citra satelit Landsat sehingga diperoleh gambar perbandingannya. Selain menampilkan perbedaan muka garis pantai yang dipengaruhi oleh adanya bangunan groin, secara sederhana akan dibahas terlebih dahulu terkait penyebab abrasi di Pantai Sanur dengan didukung kajian pustaka serta artikel terkait.

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif untuk menganalisis penyebab abrasi di Pantai Sanur. Periode analisis yang akan dilakukan dibedakan menjadi 2 dengan rentang waktu yang sama. Periode pertama akan ditampilkan gambar pada tahun 1973-1982 (9 tahun) kemudian diperbandingkan dengan periode selanjutnya yaitu pada tahun 2016-2026 (10 tahun).

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Pantai Sanur yang terletak di Desa Sanur Kaja, sebelah timur Kota Denpasar, Kecamatan Denpasar Selatan (Prajnawrdhi & Yantari, 2024). Secara administratif, lokasi penelitian terletak di kawasan pesisir Pantai Sanur, Desa Sanur Kaja, Kecamatan Denpasar Selatan, Kota Denpasar, Provinsi Bali. Wilayah kajian ini secara astronomis berpusat pada koordinat geografis kisaran 8°40'30" LS hingga 8°39'00" LS dan 115°15'45" BT hingga 115°16'30" BT.

Batas-batas spasial kawasan studi adalah sebagai berikut:

1. Utara: Pelabuhan Sanur
2. Timur: Berbatasan langsung dengan perairan Selat Badung (Samudra Hindia).
3. Selatan: Berbatasan dengan Pantai Mertasari
4. Barat: Berbatasan dengan kawasan permukiman perkotaan dan akomodasi pariwisata Desa, Sanur Kaja.

Pantai Sanur merupakan kawasan pesisir yang kondisinya kini terdapat beberapa bangunan perlindungan pantai, termasuk adanya groin. Lokasi penelitian mencakup garis pantai yang panjangnya berkisar 5,5 km yang berada pada kawasan yang dipengaruhi oleh sistem groin sehingga perubahan posisi garis pantai pada masing-masing segmen dapat dibandingkan.

Sistem groin yang dibangun di Pantai Sanur dilakukan oleh Bali Beach Conservation Project Phase 1 dan telah selesai dibangun pada tahun 2004 dengan total Groin yang dibangun sejumlah 13 buah (Rahmawati *et al*., 2021).



Gambar 1. Peta Lokasi Groin Pantai Sanur
(Sumber : Google Earth, 2009)

2.2 Kronologi dan Waktu Pembangunan Struktur Pengaman Pantai (*Groin*)

Pesisir Pantai Sanur telah mengalami degradasi fisik (abrasi) parah sejak periode 1960-1970 akibat hilangnya benteng terumbu karang komersial dan efek pembangunan infrastruktur hotel awal. Guna menanggulangi kemunduran garis pantai tersebut, pemerintah melalui Kementerian Pekerjaan Umum bekerja sama dengan Japan International Cooperation Agency (JICA) menginisiasi Bali Beach Conservation Project (BBCP).

1. Fase Pembangunan Utama (Kondisi *Before-After* Pertama): Konstruksi masif *groin* beserta program pengisian pasir (*beach nourishment*) dilakukan pada kurun waktu tahun 1997 hingga selesai pada tahun 2001/2004. Oleh karena itu, data garis pantai tahun 1973 dan 1982 pada peta mewakili kondisi alamiah pra-struktur (*before*), sedangkan garis pantai tahun 2016 mewakili fase stabilisasi pasca-struktur awal (*after*) (Yesaya *et al*., 2022).
2. Fase Rekonstruksi dan Modifikasi (Kondisi *After* Kedua): Karena beberapa ruas mengalami difraksi gelombang lokal yang justru memicu erosi baru pasca-2004, dilakukan proyek modifikasi bentuk groin (perubahan dari bentuk-T menjadi bentuk-I atau penambahan tinggi) (Efendi, 2016) serta penataan *walkway* pesisir yang diintensifkan kembali oleh Balai Wilayah Sunga (BWS) Bali Penida secara berkala hingga puncaknya pada tahun 2021–2022. Fase inilah yang mendasari stabilisasi garis pantai terkini pada tahun 2026.

Di sepanjang pesisir Sanur secara makro (total panjang ±4 km hingga Mertasari), terdapat 13 unit struktur groin serta bangunan pemecah gelombang lepas pantai (detached breakwater). Namun, khusus untuk batas spasial Desa Sanur Kaja (area utara pada peta citra), terdapat 4 hingga 5 unit seri groin utama yang ditempatkan secara beruntun (groin field).

1. Karakteristik Tipe: Mayoritas struktur pengaman menggunakan tipe T-shape groin dan I-shape groin berbahan tumpukan batu armor alam (rubble mound) (Efendi, 2016).
2. Posisi dan Spasi Teknis: Groin dipasang menjorok tegak lurus pantai menuju ke arah terumbu rataan (reef flat). Struktur ini ditempatkan dengan interval jarak antar-bangunan sekitar 200–350 meter. Penempatan ini dirancang secara hidro-

oseanografi agar mampu menangkap transpor sedimen sepanjang pantai (longshore sediment transport) yang dominan bergerak dari arah selatan ke utara, sehingga pasir hasil nourishment tertahan di dalam kantung-kantung antar-groin tersebut.

2.3 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian terdiri atas data citra satelit, serta data pendukung terkait kondisi pesisir Pantai Sanur. Data utama berupa citra satelit multitemporal yang digunakan untuk mengekstraksi posisi garis pantai pada setiap tahun pengamatan. Gambar yang digunakan diambil dengan menggunakan citra satelit Landsat. Citra Landsat dipilih karena dapat merepresentasikan gambaran bumi yang waktu lampaunya jauh di belakang serta melihat peruntukannya yang dapat digunakan untuk pemantauan perubahan tutupan lahan jangka panjang, pertanian, kehutanan, sumber daya air, dan mitigasi dampak perubahan iklim global karena ketersediaan arsip datanya yang sangat panjang. Data yang digunakan adalah data citra sebagai berikut.

Tabel 1. Citra satelit dan akusisi citra yang digunakan

No	Citra Satelit	Akusisi Citra	Sumber Data
1	Landsat 1	07 Oktober 1973	USGS
2	Landsat 3	29 Juni 1982	USGS
3	Landsat 8	6 Juli 2016	USGS
4	Landsat 9	12 September 2026	USGS

Sumber : Hasil Olah Data Penulis, 2026

Tanggal akusisi citra dipilih berdasarkan tanggal pengambilan citra yang tersedia dengan mempertimbangkan waktu pengambilan saat kondisi pasang surut yang sama. Kondisi tutupan awan diambil dibawah 5% sehingga objek garis pantai terlihat jelas. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan posisi garis pantai menggunakan citra satelit Landsat dari dua kelompok sensor, yaitu Landsat 8–9 Operational Land Imager (OLI) dan Landsat 1–5 Multispectral Scanner (MSS). Pemetaan garis pantai dilakukan dengan memisahkan wilayah daratan dan perairan berdasarkan karakteristik spektral permukaan. Pemisahan objek daratan dan perairan merupakan tahapan paling krusial dalam ekstraksi garis pantai berbasis penginderaan jauh. Pada citra Landsat 8–9 OLI, penerapan *Normalized Difference Water Index* (NDWI) terbukti memberikan hasil yang stabil dan akurat. NDWI memanfaatkan rasio ternormalisasi antara saluran Hijau (Green) dan *Near-Infrared* (NIR) untuk memaksimalkan reflektansi objek air sekaligus menekan interferensi dari tanah dan vegetasi darat (McFeeters, 1996).

Sebaliknya, pada citra Landsat 1–5 MSS, keterbatasan jumlah saluran spektral mengharuskan penggunaan metode thresholding pada saluran NIR tunggal (Band 4 atau Band 7, tergantung pada sistem penomoran instrumen MSS). Meskipun saluran NIR secara teoritis efektif karena air menyerap kuat radiasi pada panjang gelombang tersebut, penggunaan saluran tunggal memiliki kelemahan mendasar. Metode thresholding NIR

tunggal sangat subjektif dan rentan terhadap kesalahan klasifikasi piksel (misclassification) pada wilayah pesisir dengan kelembaban tanah yang tinggi, area sedimentasi aktif, atau zona intertidal, yang sering kali salah teridentifikasi sebagai tubuh air (Ji *et al*., 2009).

2.4 Pengaruh Perbedaan Resolusi Sensor terhadap Akurasi Geometri

Perbedaan dimensi resolusi antara sensor generasi awal (MSS) dan generasi modern (OLI) memengaruhi tingkat akurasi geometris secara signifikan. Ketidakpastian spasial ini dipengaruhi oleh tiga aspek resolusi utama:

1. **Resolusi Spasial dan Efek *Mixed Pixel*:** Citra Landsat 1–5 MSS memiliki resolusi spasial asli sebesar 60 meter (sering kali di-sampel ulang menjadi 57 meter), sedangkan Landsat 8–9 OLI memiliki resolusi spasial 30 meter, yang dapat ditingkatkan menjadi 15 meter melalui proses *pan-sharpening* menggunakan saluran pankromatik (Band 8). Lebarnya ukuran piksel pada citra MSS memicu terjadinya efek piksel campuran (*mixed pixel*) yang masif di sepanjang garis pantai. Satu piksel MSS mencakup area seluas 3.600 m^2, sehingga fluktuasi garis pantai berukuran mikro tidak dapat dideteksi dan memicu nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) posisi garis pantai hingga puluhan meter (Pardo-Pascual *et al*., 2012).
2. **Resolusi Radiometrik:** Sensor MSS hanya memiliki resolusi radiometrik 6-bit (64 tingkat kecerahan), jauh lebih rendah dibandingkan sensor OLI yang memiliki ketajaman 12-bit (4.096 tingkat kecerahan). Keterbatasan bit pada MSS menyebabkan sensor kurang sensitif dalam membedakan gradasi spektral yang halus. Akibatnya, pada wilayah perairan keruh (*turbid water*) di muara sungai atau pantai berlumpur, sensor MSS sering mengalami saturasi sinyal, sehingga batas air-darat menjadi bias dan memicu *over-estimation* luas perairan (Vanderstraete *et al*., 2006).
3. **Resolusi Spektral:** Saluran spektral pada OLI dirancang dengan *bandwidth* yang lebih sempit dan spesifik dibandingkan MSS. Sifat saluran MSS yang sangat lebar (*broadband*) menyebabkan terjadinya kebocoran radiasi (*radiometric cross-talk*) antar-objek yang berdekatan, sehingga ketajaman batas tepi (edge) pada garis pantai menurun.

Selain faktor resolusi, karakteristik mekanis dari struktur sensor itu sendiri memengaruhi konsistensi hasil ekstraksi untuk studi jangka panjang (*coastal change detection*). Sensor Landsat 1–5 MSS menggunakan sistem pemindai mekanis optoraster (*whiskbroom*) yang bergerak bolak-balik dengan cermin internal. Karakteristik ini rentan terhadap distorsi geometris akibat variasi kecepatan sudut satelit dan efek kelengkungan bumi (Tucker *et al*., 2004). Apabila proses ortorektifikasi dan penyelarasan posisi (*co-registration*) pada citra MSS tidak dilakukan secara rigid menggunakan titik kontrol lapangan (*Ground Control Points*/GCP), pergeseran piksel inheren ini akan memicu munculnya fenomena erosi atau akresi semu (palsu) saat ditumpangtindihkan dengan citra modern.

Di sisi lain, Landsat 8–9 OLI mengadopsi teknologi *push-broom* (array linier) diam tanpa komponen cermin bergerak. Teknologi ini menghasilkan stabilitas geometri citra

yang sangat tinggi dan distorsi spasial yang minimal (Roy *et al*., 2014). Oleh karena itu, garis pantai yang diekstrak dari OLI memiliki tingkat reliabilitas spasial yang tinggi. Bagi peneliti yang melakukan kajian multi-dekade (sejak era 1970-an hingga kini), integrasi kedua data ini memerlukan pemahaman bahwa citra MSS membawa batas toleransi kesalahan posisi yang jauh lebih longgar dibandingkan citra OLI.

Secara sederhana Normalized Difference Water Index (NDWI) dapat dijelaskan sebagai salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk melakukan deteksi pada badan air. Hal ini dikarenakan badan air memiliki kemampuan untuk menyerap panjang gelombang sinar tampak dan infra merah (Chandra *et al*., 2024).

NDWI dihitung menggunakan persamaan:

$$NDWI = \frac{Green-NIR}{Green+NIR} \quad (1)$$

Keterangan :
B3 = Band 3 (Green)4
B5 = Band 5 (NIR)

Pada Landsat MSS, kanal NIR yang digunakan dipilih berdasarkan ketersediaan band pada produk citra yang digunakan. Pada sistem MSS, saluran Band 6 dan Band 7 berada pada wilayah inframerah dekat, sehingga salah satu saluran tersebut dapat digunakan sebagai dasar ekstraksi perairan setelah karakteristik citra diperiksa.
Klasifikasi dilakukan dengan persamaan:

$$Water = \begin{Bmatrix} 1, R_{NIR} < T_{NIR} \\ 0, R_{NIR} \geq T_{NIR} \end{Bmatrix} \quad (2)$$

Keterangan :
R_{NIR} = nilai reflektansi pada saluran NIR
T_{NIR} = threshold inframerah;
1 = kelas perairan
0 = kelas non-perairan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penyebab Abrasi Di Pantai Sanur

Abrasi di Pantai Sanur merupakan salah satu faktor yang menyebabkan perubahan garis pantai yang dipengaruhi oleh dinamika gelombang, arus sepanjang pantai (*longshore current*), serta perubahan keseimbangan sedimen di kawasan pesisir. Kondisi abrasi yang terjadi di pantai dapat menyebabkan berkurangnya material pasir pada beberapa segmen pantai dan kemudian memicu terjadinya kemunduran garis pantai. Perubahan yang terjadi pada garis pantai dapat berdampak signifikan terhadap kondisi lingkungan dan pemanfaatan lahan pesisir (Asri *et al*., 2026). Penelitian yang pernah dilakukan di Pantai Sanur mengindikasikan bahwa perubahan garis pantai telah berlangsung pada beberapa segmen pantai. Hal tersebut tentunya dapat mengancam keberadaan pantai serta infrastruktur di kawasan pesisir (Efendi, 2016).

Perubahan garis pantai di Pantai Sanur merupakan hasil interaksi antara proses hidrodinamika alami dan intervensi manusia terhadap sistem pesisir. Pantai Sanur

memiliki karakteristik yang berbeda dari pantai berpasir terbuka karena di depannya berkembang terumbu karang (*coral reef flat*) yang berperan dalam memengaruhi propagasi gelombang menuju pantai. Jika dilakukan pengamatan dalam jangka panjang pada garis Pantai Sanur akan menunjukkan bahwa pola erosi dan deposisi berkaitan dengan dinamika *littoral drift*, perubahan musiman, serta keberadaan struktur (Rahmawati *et al*., 2021).

Sebagai salah satu faktor utama yang mengontrol perubahan morfologi pantai, energi gelombang yang mencapai pantai menghasilkan arus dan gaya geser yang dapat menggerakkan material sedimen. Apabila arah datang gelombang membentuk sudut terhadap garis pantai, sebagian energi gelombang akan menghasilkan arus sejajar pantai (longshore current) yang kemudian membawa sedimen sepanjang pantai. Kondisi tersebut menjadi penting di Pantai Sanur karena arah transport sedimen tidak bersifat konstan sepanjang tahun. Penelitian jangka panjang oleh (Rahmawati *et al*., 2021) menunjukkan bahwa arah *littoral drift* di kawasan Sanur bersifat dinamis dan dipengaruhi oleh perubahan musim monsun. Pada periode pengamatan yang berbeda, transport sedimen dapat bergerak dari bagian utara dan selatan menuju bagian tengah kawasan.

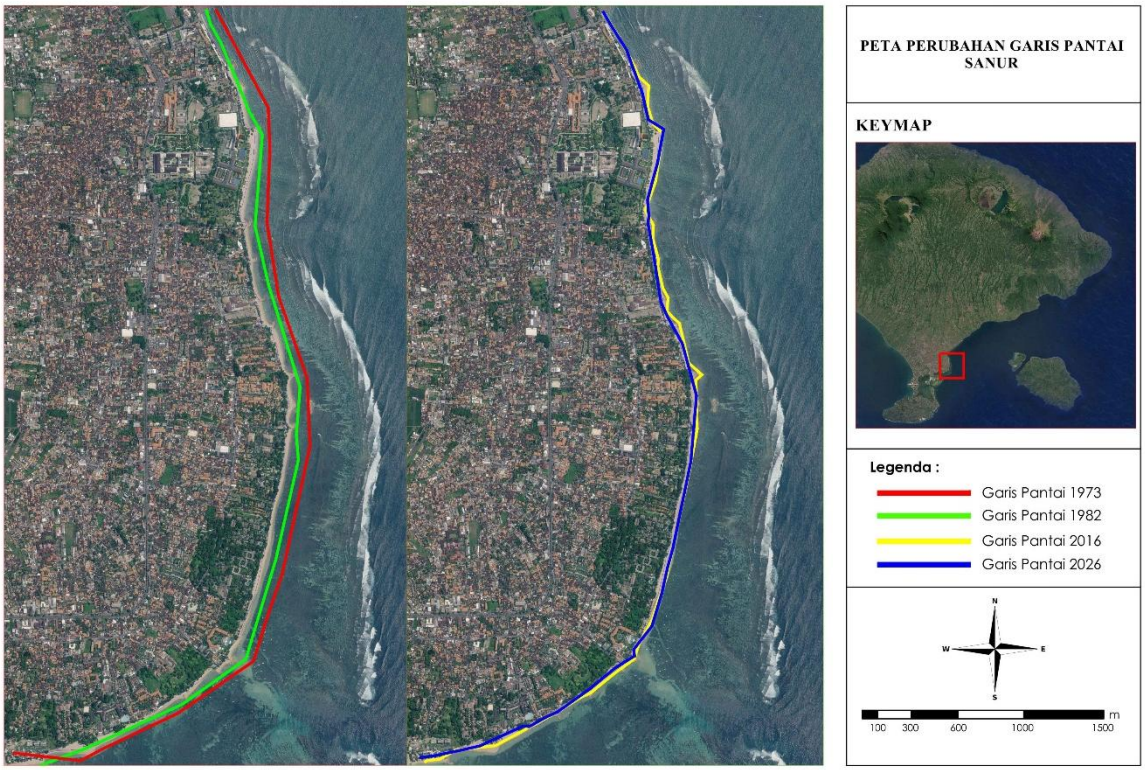
Berdasarkan pengamatan dan didukung dengan studi literatur dapat dituliskan bahwa perubahan musiman berperan dalam dinamika garis pantai Sanur. Perbedaan kondisi gelombang pada musim yang berbeda dapat menyebabkan perubahan arah dan besarnya transport sedimen sepanjang pantai. Akibatnya, sedimen yang tererosi dari suatu segmen dapat terendapkan pada segmen lainnya. Dengan demikian, abrasi di Pantai Sanur tidak selalu menunjukkan hilangnya sedimen dari keseluruhan sistem pantai, tetapi dapat merupakan bagian dari proses redistribusi sedimen di sepanjang kawasan pantai. Selain faktor alami tersebut, keberadaan struktur pantai dapat mengubah pola pergerakan sedimen dan menyebabkan perubahan garis pantai yang berbeda pada setiap segmen.

Dalam kaitannya dibangunnya groin terhadap perubahan garis pantai dengan tujuan mengurangi abrasi yang terjadi di Pantai Sanur, keberadaan groin sebagai salah satu bangunan pantai tidak dapat dipandang sebagai struktur yang otomatis mampu menghentikan abrasi. Hal ini dikarenakan respon garis pantai bergantung pada bentuk, orientasi, panjang, posisi dan hubungan groin dengan struktur pantai lainnya. Sehingga kemungkinan groin dapat memberikan stabilisasi pada satu segmen namun memiliki kemungkinan pula untuk mengubah pola transport sedimen dan menyebabkan perubahan garis pantai pada segmen lain. Berdasarkan hal tersebut, dapat dituliskan bahwa groin pada dasarnya bukan "menghilangkan abrasi", melainkan mengubah distribusi sedimen sepanjang pantai.

3.2 Perbedaan Garis Pantai Sanur

Perubahan garis pantai di Sanur terjadi dari tahun ke tahun, untuk pendokumentasian dan pemetaan perubahan lokasi tersebut dapat digunakan beberapa sebagai acuan terminologi diantaranya berupa garis vegetasi (Morton & Miler, 2005), wet-dry line (Harris *et al*., 2006), garis air pasang / HWL dan rata-rata tinggi air pasang (Fletcher *et al*., 2010) (Chandra *et al*., 2024). Pada kasus di Pantai Sanur, untuk mengetahui

perbandingan perubahan garis Pantai Sanur secara keseluruhan sebelum dan setelah dibangunnya groin, dapat diamati dengan menggunakan bantuan citra satelit. Berdasarkan hasil tangkapan gambar dengan menggunakan citra satelit Landsat, diperoleh hasil gambar perubahan garis Pantai Sanur berdasarkan kurun waktu yang telah ditentukan. Hasil tangkapan gambar dapat dilihat seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Perubahan Garis Pantai Sanur
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2026)

Hasil pemetaan perubahan garis pantai di kawasan Sanur menunjukkan adanya perbedaan karakteristik dinamika garis pantai antara periode sebelum dan setelah pembangunan struktur pengaman pantai berupa groin. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2, dimana kondisi sebelum konstruksi direpresentasikan oleh garis pantai tahun 1973 dan 1982, sedangkan kondisi setelah konstruksi ditunjukkan oleh garis pantai tahun 2016 dan 2026. Pengambilan citra satelit telah dipilih waktu pengambilan dengan kondisi acuan pasang surut yang sama berdasarkan prediksi Data Pasang Surut dari Sistem Referensi Geospasial Indonesia (SRGI) dari Badan Informasi Geospasial (BIG) untuk menghilangkan faktor kesalahan (bias) akibat fluktuasi air laut.

Berdasarkan interpretasi visual terhadap peta perubahan garis pantai Sanur, terlihat adanya perbedaan karakteristik perubahan garis pantai antara kondisi sebelum dan setelah pembangunan groin. Pada periode sebelum konstruksi groin, yang ditunjukkan oleh perbandingan garis pantai tahun 1973 (merah) dan 1982 (hijau), terlihat adanya perbedaan posisi garis pantai yang relatif lebih lebar pada beberapa bagian pantai. Jarak antara kedua garis tersebut menunjukkan adanya perubahan posisi garis pantai yang

cukup jelas, terutama pada bagian tertentu yang memperlihatkan garis pantai tahun 1982 berada lebih ke arah darat dibandingkan tahun 1973. Secara visual, kondisi tersebut menunjukkan kecenderungan kemunduran garis pantai yang lebih nyata pada periode sebelum adanya groin.

Sebaliknya, pada periode setelah konstruksi groin, yang ditunjukkan oleh garis pantai tahun 2016 (kuning) dan 2026 (biru), kedua garis pantai terlihat lebih berdekatan pada sebagian besar segmen pantai. Perbedaan posisi antara garis tahun 2016 dan 2026 masih terlihat pada beberapa lokasi, tetapi secara visual perubahan tersebut tampak lebih kecil dibandingkan perbedaan antara garis pantai tahun 1973 dan 1982. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan posisi garis pantai pada periode setelah konstruksi groin secara visual cenderung lebih kecil.

Dengan demikian, perubahan garis pantai di sekitar groin dapat digunakan sebagai salah satu indikator untuk mengidentifikasi respons pantai terhadap keberadaan bangunan tersebut. Akumulasi sedimen pada salah satu sisi groin dapat menunjukkan terhambatnya transport sedimen, sedangkan kemunduran garis pantai pada sisi lainnya dapat menunjukkan adanya defisit sedimen. Pola tersebut selanjutnya dapat dianalisis melalui pemetaan garis pantai multitemporal untuk mengetahui perubahan kondisi pantai dari waktu ke waktu.

4. PENUTUP

Berdasarkan pembahasan yang telah dituliskan, dapat diketahui bahwa penyebab abrasi di Pantai Sanur umumnya disebabkan oleh pola erosi dan deposisi berkaitan dengan dinamika *littoral drift*, perubahan musiman, serta keberadaan struktur pantai. Sedangkan berdasarkan pengamatan dengan menggunakan citra satelit dapat dilihat perubahan posisi garis pantai yang cukup jelas, terutama pada bagian tertentu yang memperlihatkan garis pantai tahun 1982 berada lebih ke arah darat dibandingkan tahun 1973. Secara visual, kondisi tersebut menunjukkan kecenderungan kemunduran garis pantai yang lebih nyata pada periode sebelum adanya groin. Sedangkan pada periode setelah konstruksi groin, yang ditunjukkan oleh garis pantai tahun 2016 (kuning) dan 2026 (biru), kedua garis pantai terlihat lebih berdekatan pada sebagian besar segmen pantai.

Artikel ini mencoba mengidentifikasi dan memetakan garis pantai menggunakan metode NDWI serta membandingkan posisi garis pantai antara dua tahun berbeda. Namun, perhitungan yang dilengkapi dengan analisis laju perubahan garis pantai menggunakan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS), khususnya dengan parameter *End Point Rate* (EPR) untuk menghitung laju perubahan per tahun dan *Net Shoreline Movement* (NSM) untuk menghitung jarak total pergerakan garis pantai dari waktu ke waktu dapat menjadi lanjutan untuk penulisan dan penyempurnaan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

Asri, D. Z. M., Purwanto, Adji, A. A. D., Sari, A. A., Kurniawan, A., Zaki, & Hanifa, D. (2026). Analisis Perubahan Garis Pantai Kili-Kili Menggunakan Dsas : Pengaruh Topografi , Kemiringan Dan Sedimen Pasir Analysis Of Coastal Changes At Kili-Kili Using Dsas :

The Effects Of Topography , Slope , And Sandy Sediments. *Journal of Fisheries and Marine Research*, *10*(2), 151–165.

Candrayana, K. W., Sinarta, I. N., & Eryani, I. G. A. P. (2023). Evaluasi Sistem Pengaman Pantai Di Bali Selatan Untuk Mengatasi Tantangan Perubahan Iklim. *Jurnal "MITSU" Media Informasi Teknik Sipil*, *11*(2), 21–35.

Chandra, M. A. P. M., Putra, D. N. C. A., Baskara, I. G. M. D., IDS, R. A., Saptawan, I. K. D., Putra, I. B. P. M. R., & Aditya, M. (2024). Pemetaan Abrasi Dan Akresi Pesisir Pantai Dengan Metode Digital Shoreline Analysis System. *Prosiding Seminar Nasional Ketekniksipilan Bidang Vokasional*, *3*(1), 821–828. https://ojs2.pnb.ac.id/index.php/senasketekniksipilan/article/view/2407

Efendi, S. S. (2016). Pengaruh Modifikasi Bentuk Groin Terhadap Perubahan Garis Pantai Sanur Bali. *Jurnal Teknik Hidraulik*, *7*(1), 87–98.

Faza, L. H., & Kurniadi, Y. N. (2016). Desain Bangunan Pelindung Pantai Sebagai Penanggulangan Abrasi Di Kawasan Pantai Ujung Jabung Provinsi Jambi (Hal. 47-58). *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, *2*(2), 47.

Heatubun, I. R. K., Warniyati, & Sihombing. (2026). *Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Pada Kecamatan Leihitu Maluku Tengah Dan Tinjauan Terhadap Arah Datang Gelombang*. *6*(2), 41769–41775.

Ji, L., Zhang, L., & Wylie, B. (2009). Analysis of Dynamic Thresholds for the Normalized Difference Water Index. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, *75*(11), 1307–1317.

McFeeters, S. K. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*, 17(7), 1425-1432.

Makasaehe, D., Lempoy, V., Manalip, E., & Mananoma, T. (2026). Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan Metode Net Shoreline Movement (Nsm) Di Teluk Manado Sulawesi Utara. EduTIK: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi Dan Komunikasi, 6(4), 1960–1975.

Palisu, B. J., Fiqri, M. R., & Assidiq, F. M. (2022). Investigasi Bencana Abrasi Di Berbagai Wilayah Masyarakat Pesisir Di Indonesia. *SENSISTEK*, *5*(2), 148–152. https://kkp.go.id/djprl/artikel/2798-refleksi-2017-dan-outlook-2018-mem-

Pardo-Pascual, J. E., Almonacid-Caballer, J., Ruiz, L. A., & Palomar-Vázquez, J. M. (2012). Automatic Extraction Of Coastline From Landsat TM and ETM+ Images With Subpixel Precision. *Remote Sensing of Environment*, (123), 1–11. https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.02.024.The

Prajnawrdhi, T. A., & Yantari, K. S. (2024). Dampak Abrasi di Pesisir Pantai Lebih dan Pura Tanah Lot, Bali terhadap Keberlanjutan Destinasi Wisata Pesisir. *Prosiding Temu Ilmiah*, *12*(1), D001–D008. https://doi.org/10.32315/ti.12.d001

Rahmawati, R. R., Putro, A. H. S., & Lee, J. L. (2021). Analysis of long-term shoreline observations in the vicinity of coastal structures: A case study of south bali beaches. *Water (Switzerland)*, *13*(24). https://doi.org/10.3390/w13243527

Roy, D. P., Wulder, M. A., Loveland, T. R., C.E., W., Allen, R. G., Anderson, M. C., Helder, D., Irons, J. R., Johnson, D. M., Kennedy, R., Scambos, T. A., Schaaf, C. B., Schott, J. R., Sheng, Y., Vermote, E. F., Belward, A. S., Bindschadler, R., Cohen, W. B., Gao, F., … Zhu, Z. (2014). Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research. *Remote Sensing of Environment*, *145*, 154–172. https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.02.001

Suwarlan, S. A., Fernando, D., Cassaro Oktavino, F., Maesi Hura, W., & Rangkuty, G. I. U. (2023). Analisis Efektifitas Groin terhadap Abrasi Pantai Kampung Tua Nongsa

Analysis of Groin Effectiveness against Abrasion of Kampung Tua Nongsa. *Jurnal Arsir Universitas Muhammadiyah Palembang*, *7*(2), 212–219.

Tasya, P., Danial, D., & Asbar, A. (2024). Analisis Perubahan dan Faktor Penyebab Kerusakan Garis Pantai Di Ujung Tape Kabupaten Pinrang. *JURNAL ILMIAH WAHANA LAUT LESTARI (JIWaLL)*, *2*(1), 74–86. https://doi.org/10.33096/jiwall.v2i1.487

Tucker, C. J., Grant, D. M., & Dykstra, J. D. (2004). NASA's global orthorectified landsat data set. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, *70*(3), 313–322. https://doi.org/10.14358/PERS.70.3.313

Utomo, E., & Bakri, M. D. (2024). Studi Desain Bangunan Pelindung Pantai Tipe Groin Sebagai Upaya Penanganan Abrasi di Pantai Amal Baru Pulau Tarakan. *Borneo Engineering : Jurnal Teknik Sipil*, *8*(3), 292–310. https://doi.org/10.35334/be.v8i3.5764

Vanderstraete, T., Goossens, R., & Ghabour, T. K. (2006). The Use Of Multi-Temporal Landsat Imagery For The Assessment Of Coastal Changes In The Southern Red Sea Area. *International Journal of Remote Sensing*, *27*(18), 3953–3975.

Wangsa, A. A. R. R., Praganingrum, T. I., Lestari, I. G. A. A. I., & Pradnyadari, N. L. M. A. M. (2024). Manajemen Risiko Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai di Kabupaten Buleleng Bali. *Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil Dan Teknik Informasi*, *7*(2), 219–228. https://doi.org/10.38043/telsinas.v7i2.5605

Yesaya, A., Kardita, P. C. P., Kurniawan, A. A., & Siahaan, B. L. (2022). Studi Analisis Perubahan Garis Pantai Setelah Pembangunan Pelabuhan Sanur. *KoNTekS*, (October 2022), 1–8.