

# **PEMETAAN ABRASI DAN AKRESI PESISIR PANTAI DENGAN METODE DIGITAL SHORELINE ANALYSIS SYSTEM. STUDI KASUS: KAWASAN WISATA PANTAI KUTA, KABUPATEN BADUNG, BALI.**

**Made Ayu Puspa Mahaditya Chandra, Dewa Nyoman Cahyadi Augustiana Putra, I  
Gede Made Dwija Baskara, Ricko Ahmad IDS, I Kadek Dwi Saptawan, Ida Bagus  
Putu Mas Ramanda Putra, dan Muhammad Aditya**

Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Air, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Raya  
Kampus Bukit Jimbaran Kuta Selatan, Badung,

E-mail: [ayupuspamaha@gmail.com](mailto:ayupuspamaha@gmail.com), [danuart12@gmail.com](mailto:danuart12@gmail.com), [adexodus520@gmail.com](mailto:adexodus520@gmail.com),  
[rikoahmadids@gmail.com](mailto:rikoahmadids@gmail.com), [saptawansapta@gmail.com](mailto:saptawansapta@gmail.com), [gusmas123456789@gmail.com](mailto:gusmas123456789@gmail.com), dan  
[adittkun123@gmail.com](mailto:adittkun123@gmail.com)

## **ABSTRACT**

Abrasion and accretion have the potential to occur throughout the coastal areas of Bali, resulting in changes to the coastline. This research aims to map the abrasion and accretion that occurred in the Kuta area, Badung Regency, Bali. The method used is the Normalized Difference Water Index (NDWI) with data in the form of Landsat maps for 2004, 2009, 2014, 2019 and 2024. Mapping was carried out using the GIS-based Digital Shoreline Analysis System (DSAS) feature to obtain the amount of abrasion and accretion along the coast. Kuta, Bali. The research results show that most coastal areas are experiencing abrasion which requires follow-up action in the form of coastal area management and the provision of coastal supporting infrastructure.

*Key words: DSAS, Coastline, Landsat, Coastline Change, NDWI*

## **ABSTRAK**

Abrasi dan akresi berpotensi terjadi di seluruh wilayah pesisir Bali yang mengakibatkan adanya perubahan garis pantai. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan abrasi dan akresi yang terjadi di wilayah Kuta, Kabupaten Badung, Bali. Metode yang digunakan adalah Normalized Difference Water Index (NDWI) dengan data berupa peta landsat tahun 2004, 2009, 2014, 2019 dan 2024. Pemetaan dilakukan dengan fitur Digital Shoreline Analysis System (DSAS) berbasis GIS untuk memperoleh besaran abrasi dan akresi di sepanjang pesisir pantai Kuta, Bali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah pesisir pantai mengalami abrasi yang memerlukan tindak lanjut berupa pengelolaan kawasan pesisir dan penyediaan infrastruktur pendukung pantai.

*Kata kunci: DSAS, Garis Pantai, Landsat, Perubahan Garis Pantai, NDWI*

## **PENDAHULUAN**

Fenomena kenaikan muka air laut, abrasi, dan akresi menjadi tantangan utama bagi wilayah pesisir seperti Kuta, Seminyak, dan Legian di Bali, Indonesia. Kenaikan muka air laut, yang rata-rata mencapai 4,5 mm per tahun sejak 1993 hingga 2018, disebabkan oleh pemanasan global yang mencairkan es di kutub dan ekspansi termal air laut, meningkatkan risiko banjir rob dan erosi pantai (Wicaksono, A.D, Awaluddin, M., & Bashit, N., 2020). Di sisi lain, abrasi di kawasan ini dipicu oleh energi gelombang tinggi dan arus sejajar pantai yang terus-menerus mengikis daratan, mengakibatkan mundurnya garis pantai dan mengancam infrastruktur pesisir (Muhammad Maulana M.A., Moehammad Awaluddin, Fauzi Janu A. 2017). Sementara itu, akresi adalah proses penambahan daratan akibat pengendapan sedimen yang terkadang terjadi di area tertentu seperti muara sungai di Seminyak, namun sering terganggu oleh aktivitas pembangunan yang mengubah pola sedimentasi alami (Muhammad Maulana M.A., Moehammad Awaluddin, Fauzi Janu A. 2017). Dalam menghadapi perubahan pesisir ini, teknologi seperti Normalized Difference Water Index (NDWI)

memungkinkan deteksi keberadaan air secara akurat melalui penginderaan jauh (McFeeters, S. K., 1996,) sementara Digital Shoreline Analysis System (DSAS) menyediakan alat berbasis GIS untuk menganalisis perubahan garis pantai secara kuantitatif, mendukung pengelolaan dan mitigasi risiko lingkungan di wilayah pesisir (Thieler, E. R., et al., 2009).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan garis pantai berupa abrasi dan akresi yang terjadi di kawasan pesisir Kuta, Seminyak dan Legian, Kabupaten Badung menggunakan analisis citra satelit Landsat dengan menggunakan metode Digital Shoreline Analysis System (DSAS) dan metode *normalized difference wetness index* (NDWI). Diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan untuk mencegah terjadinya abrasi dan akresi di wilayah pesisir, proteksi wilayah pesisir dan penanggulangan bencana alam yang terjadi akibat abrasi yang terjadi di wilayah Kuta, Seminyak dan Legian dengan memberikan informasi mengenai kondisi perubahan garis pantai yang diakibatkan oleh aktivitas abrasi maupun akresi di wilayah tersebut.

## TINJAUAN PUSTAKA

Perubahan iklim dapat dikatakan sebagai berubahnya kondisi temperatur atau suhu dan pola cuaca dengan jangka waktu yang panjang. Perubahan iklim dapat mengancam berlangsungnya kehidupan manusia. *Global warming* keadaan bertambahnya suhu atmosfer, laut, dan daratan bumi. Perubahan iklim dan *global warming* akan membawa dampak di seluruh dunia dimana kehidupan umat manusia terganggu baik itu dalam kesehatan, pertanian, hutan, infrastruktur, transportasi, pariwisata, energi dan sosial. Penelitian ini bertujuan mengetahui perubahan iklim dan *global warming* yang terjadi sebagai fase kritis. Metode yang digunakan ialah metode studi literatur, data didapat dari *website*, buku, jurnal perpustakaan online. Hasil penelitian yaitu *global warming* dan perubahan iklim saling berhubungan, manusia mulai memasuki fase kritis pemanasan global.

Peningkatan suhu rata-rata bumi ini mengalami pemanasan global. Dari sekian banyak dampak, kenaikan muka air laut merupakan salah satu dampak yang paling penting karena dapat menghilangkan keberadaan entitas negara tertentu. Negara kepulauan yang mempunyai ciri khas dan terdiri atas pulau-pulau kecil merupakan pihak yang paling terancam. Ancaman ini perlahan namun pasti terus menghantui penduduk yang tinggal di negara kepulauan tersebut, misalnya kepulauan Pasifik. Dampak dari tantangan ini tidak hanya terhadap lingkungan, namun juga kehidupan sosial warga yang tinggal di kawasan tersebut. Jika suatu saat wilayah tempat mereka tinggal sekarang terendam seluruhnya, maka mereka harus mencari tempat tinggal baru (pengungsi perubahan iklim). Oleh karena itu, negara-negara kepulauan Pasifik, khususnya yang tergabung dalam Melanesia Spearhead Group (MSG) dan Pacific Islands Forum (PIF), melakukan berbagai upaya dalam mengatasi permasalahan tersebut. Tulisan ini menggunakan bantuan paradigma politik hijau (Green Politic) sebagai acuan dalam melihat fenomena terkait MSG dan PIF di negara-negara Pasifik.

Abrasi pantai dapat diakibatkan oleh perubahan alam dan kegiatan manusia. Diantara faktor yang diakibatkan oleh perbuatan manusia adalah bangunan buatan seperti groin, jetty, breakwater pelabuhan dan reklamasi yang sejajar garis pantai, dibangunnya dam di sebelah hulu sungai dan sudetan (pemindahan arus sungai), penambangan pasir di perairan pantai, dan pengambilan pelindung pantai alami, yaitu penebangan hutan mangrove dan pengambilan terumbu karang. Hasil analisis data angin pada bulan Mei 2016 menunjukkan arah angin berasal dari barat laut menuju daratan yang memiliki nilai tersesar yaitu 48% dengan kecepatan angin 4-7 knots. Berdasarkan data tinggi gelombang terbesar terjadi pada keadaan moderate sea yaitu sebesar 1,225-2,5 m dengan periode 8,77 detik. Kondisi tersebut menunjukkan keadaan normal di pesisir pantai yang tidak mengakibatkan abrasi secara besar. Kondisi meteorologi tersebut memiliki nilai yang hampir sama pada lokasi penelitian A (jauh dari bangunan laut) dan B (dekat dengan bangunan laut). Hasil analisis angkutan sedimen dapat digunakan untuk menilai seberapa besar perubahan garis pantai terjadi setiap tahunnya. Hasil analisis sedimen tersebut menunjukkan bahwa dalam waktu enam belas tahun, laju angkutan sedimen sejajar pantai sebesar 2.043.475,13 m<sup>3</sup>. Arah dominan sedimen menuju ke arah Timur. Potensial laju angkutan sedimen sejajar pantai tahunan sebesar 127.717,20 m<sup>3</sup>. Sesuai dengan kondisi dilapangan terjadi kemunduran garis pantai dan pendangkalan muara sungai meureubo.

Pengertian Akresi adalah kondisi dimana muka pantai akan semakin membesar akibat penambahan material dari hasil sedimen endapan sungai, maupun gelombang laut. Pada wilayah Kabupaten Pelalawan, proses akresi dan abrasi terjadi pada waktu yang tidak jauh berbeda. Pantai pada daerah pesisir Kabupaten Pelalawan memiliki kecenderungan sebagai pantai akresi. Keberadaannya yang dilindungi Pulau Mendol, Pulau Labu dan Pulau Serapung membuatnya tidak terpapar arus destruktif dari laut. Sebaliknya, pantai pada daerah Kepulauan Mendol memiliki kecenderungan sebagai pantai abrasi. Posisinya yang terpapar langsung terhadap arus dari laut lepas memungkinkan kondisi ini.

Guariglia et al. (2006) menerangkan bahwa garis pantai (coastline) didefinisikan sebagai batas antara permukaan darat dan permukaan air. Terkait dengan keseimbangan dinamika alami perubahan garis pantai maka faktor-faktor yang perlu diperhatikan diantaranya adalah faktor; hidrografi, iklim, geologi, dan vegetasi. Di lain pihak untuk pendokumentasian dan pemetaan perubahan lokasi suatu garis pantai maka dikenal beberapa proksi yang digunakan sebagai terminologi untuk menunjukkan fitur bagi batas darat-air. Beberapa proksi dalam memetakan perubahan sebuah garis pantai misalnya; garis vegetasi (vegetation line), garis basah dan/atau kering (wet-dry line), garis air pasang (High Water line, HWL) dan rerata tinggi air pasang (Mean High Water, MHW) (Morton and Miler, 2005 ; Harris et al. 2006 ; Fletcher et al. 2010). Selain berbagai proksi datum untuk terminologi batas darat-air secara vertikal tersebut, juga terdapat terminologi untuk batas horisontal untuk menunjukkan fitur areal batas darat-air berdasarkan gradasi feature masing-masing. Gradasi feature bisa berbentuk areal (polygon) atau juga garis batas (line). Sebaliknya, gradasi tersebut bisa pula berjenis temporal, spasial atau gabungan keduanya. Adanya keragaman proksi datum (vertikal) dan keragaman gradasi feature bentang alam (horisontal) pada tiap lokasi penelitian maka sangat penting jika bekerja di lingkungan SIG untuk membuat batasan (domain) bagi berbagai terminologi tersebut. Contoh batasan gradasi datum dan feature bentang alam bagi terminologi pantai, pesisir dan garis pantai untuk kebutuhan analisis di lingkungan SIG seperti diilustrasikan.

Normalized Difference Water Index (NDWI) adalah suatu algoritma yang digunakan untuk deteksi badan air. Badan air memiliki kemampuan untuk menyerap secara kuat pada panjang gelombang sinar tampak dan infra merah. (McFeeters, 2013) menyatakan bahwa nilai NDWI lebih besar dari nol maka diasumsikan mewakili permukaan badan air, dan jika nilainya lebih kecil atau sama maka diasumsikan sebagai permukaan bukan air.

Georeferenced Tagged Image File Format (GeoTIFF) dengan ekstensi \*.tif. Data ini berbekal kanal red, green, dan blue (RGB) yang sudah diolah hingga memiliki geometrik yang sesuai. Memiliki resolusi spasial 0,08 m, data ini tergolong resolusi sangat tinggi. Data orthophoto yang merupakan gabungan dari 20 lembar peta selanjutnya dibagi 80% untuk pelatihan (10% dari pelatihan untuk validasi) dan 20% untuk pengujian.

ArcGIS Merupakan software berbasis Geographic Information System (GIS) yang diluncurkan tahun 1999 oleh perusahaan ESRI. Kemampuan ArcGIS yang tinggi dalam menganalisis data spasial dan pembuatan peta digital menjadikan software ArcGIS sering sekali digunakan (Awang dkk., 2023). Sistem Informasi Geografis (SIG) salah satunya yaitu ketrampilan dalam menggunakan software ArcGIS yang meliputi teori dan praktik serta pengolahan data spasial.

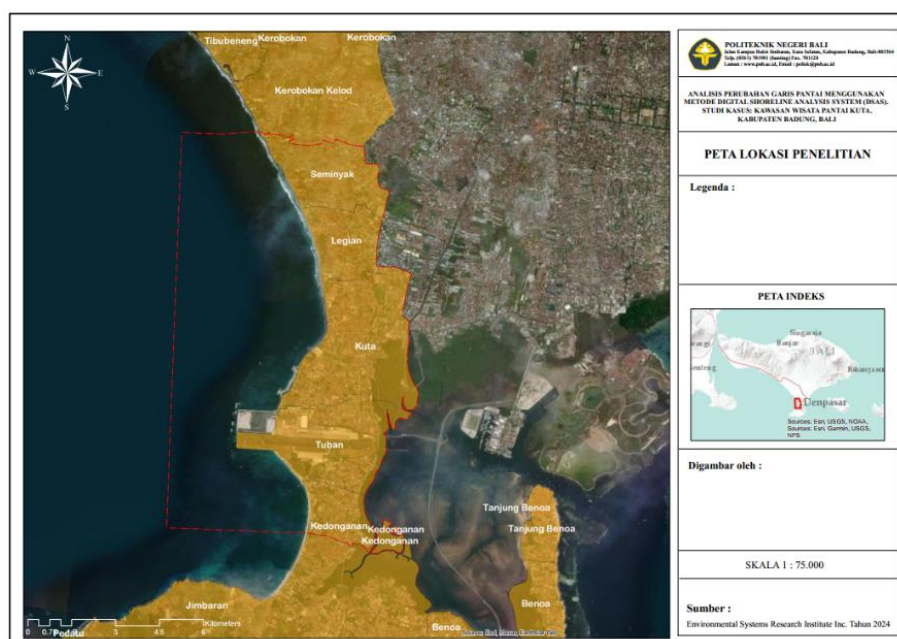
Digital Shoreline Analysis System (DSAS) adalah suatu perangkat lunak tambahan yang bekerja pada perangkat lunak ArcGIS yang dikembangkan oleh ESRI dan USGS yang dapat diperoleh secara gratis. DSAS digunakan untuk menghitung perubahan posisi garis pantai berdasarkan waktu secara statistik dan berbasis geospasial (Istiqomah, 2016). Dalam menghitung perubahan garis pantai, DSAS menggunakan titik sebagai acuan pengukuran, dimana titik dihasilkan dari perpotongan antara garis transek yang dibuat oleh pengguna dengan garis-garis pantai berdasarkan waktu.

## **METODE PENELITIAN**

Dalam penelitian ini variabel bebas adalah waktu atau periode waktu yang dianalisis dan jenis citra satelit yang digunakan (Landsat) dan resolusinya. Sementara itu, variabel terikat adalah:

- a. Jarak perubahan garis pantai: Jarak perpindahan garis pantai dari posisi awal ke posisi akhir dalam periode waktu tertentu.
- b. Laju perubahan garis pantai: Kecepatan perubahan garis pantai per tahun.
- c. Luas perubahan lahan: Perubahan luas daratan akibat perubahan garis pantai.
- d. Tingkat erosi atau akresi: Tingkat pengikisan atau penambahan sedimen di garis pantai.

Penelitian ini dilakukan dengan peta landsat tahun 2004, 2009, 2014, 2019 dan 2024 dan mengambil objek spesifik yaitu kawasan pesisir pantai Kuta, Bali. Data yang digunakan adalah peta batas wilayah Kabupaten Badung dalam bentuk *shapefile*. yang digunakan sebagai acuan dalam membuat peta batas kecamatan kuta. Sementara itu, Landsat adalah satelit penginderaan jauh yang digunakan untuk mengamati Bumi dari luar angkasa. Satelit ini dikelola oleh NASA (National Aeronautics and Space Administration) dan Survei Geologi Amerika Serikat (USGS)



Lokasi Penelitian

Pemetaan dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

1. Memotong file TIF dengan batas wilayah kuta, bisa dengan tools extract by mask. Untuk input raster masukkan file tif, dan untuk input feature mask data gunakan file batas wilayah. Lakukan untuk file TIF.B3 dan TIF.B5
2. Raster calculator. Untuk menghitung kombinasikan semua BEN. Gunakan formula  $NDWI = \frac{Green - NIR}{Green + NIR}$ , Green digunakan untuk menilai kekuatan tanaman tumbuh dan Near infrared untuk menekankan kandungan biomassa.  $Float("B3_{2024} - B5_{2024}") / Float("B3_{2024} + B5_{2024}")$  bisa di beri nama NDWI dan simpan difolder yang ditentukan.
3. Raster calculator. Untuk membedakan dua daerah yaitu batas daratan dan batas laut. Gunakan formula :  $Con(NDWI_{2024} \leq 0, 1, 0)$  bisa di beri nama Conditional\_2024 dan simpan difolder yang ditentukan.
4. Raster to Polygon. Untuk konfersi file raster menjadi file polygon. Input gunakan file hasil conditional. Hasil data polygon harus di perbaiki terlebih dahulu karena sebagian wilayah tertutup oleh awan. bisa di beri nama raster\_polygon24 dan simpan difolder yang ditentukan.
5. Buat Polygon baru dengan create new shapefile. Gunakan nama Garis\_pantai24, feature type gunakan polyline, atur koordinat menjadi WGS 1984 UTM Zone 50S.

6. Digitasi Garis Pantai, gunakan fitur Trace. Klik file garis\_pantai, kemudian mengikuti garis pantai yang terbentuk dari file raster polygon. Setelah terbentuk simpan sementara. Lakukan tahapan yang sama untuk membentuk file garis pantai pada tahun 2019, 2014, 2004
7. Pembuatan geodata base, untuk memasukkan data time series, pilih new, personal geodata base, bisa beri nama DSAS.
8. Buat feature class, klik geodata base dan pilih new feature class, bisa beri nama baselane. Atur koordinat menjadi WGS 1984 UTM Zone 50S. xy tolerance gunakan 0.001, kemudian pada tabel field name tambahkan SHAPE\_LENGTH dengan data type double, kemudian tambahkan field name ID dengan data type integer, kemudian tambahkan DSAS\_Group dengan data type long integer, kemudian tambahkan DSAS\_Search dengan data type double, kemudian finish.
9. Buat feature class, klik geodata base dan pilih new feature class, bisa beri nama shoreline dengan proses sama, kemudian tambahkan field Date\_ dengan type Text, Tambahkan DSAS\_uncy dengan data type double, tambahkan Shape\_length dengan data type double. Finish
10. Input data garis pantai pada file baselane dengan cara copy-paste. Klik baselane kemudian klik edit feature dan start editing. Lakukan copy untuk semua data tahun.
11. Buat titik untuk dasar transect (garis bantu) . klik edit feature pada baselane dan tarik garis pantai ke kanan (ke belakang). Save edit dan stop editing.
12. Lakukan merge di geoprosesing untuk menggabungkan semua data garis pantai yang sudah di proses dan input data garis pantai semua tahun (diurut).
13. Masukkan data garis pantai yang sudah di merge dan masukkan ke data shorelane (copy-paste).
14. Buka table pada shorelane dan ubah date untuk sementara gunakan 12/12/(tahun menyesuaikan).
15. Edit DSAS\_group pada attribut table baselane dan isikan 1 untuk menjadikannya 1 group saja. ID juga diisi dengan 1.

#### Hasil Analisis DSAS

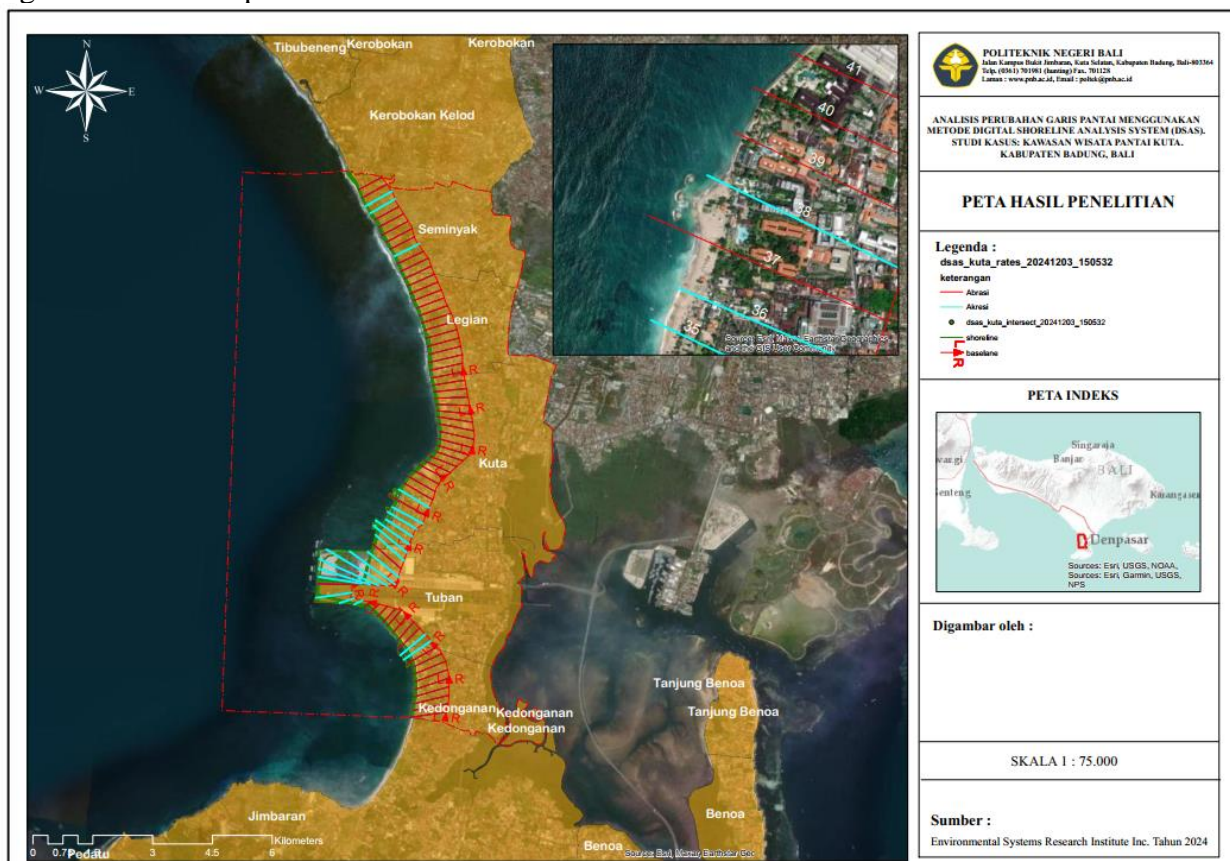
1. Klik attribut automator. Klik shoreline untuk layer pertama, dan klik baselane untuk layer kedua, aktifkan semua pilihan.
2. Klik default parameter, Sesuaikan parameter, atur location of lane relative menjadi Right, baselane placement pilih offshore. Lanjutkan ke shorelane setting, sesuaikan parameter, default data uncertainty gunakan 10. Pilih seaward intersection pada intersection parameter. Lanjutkan ke metadata, isi semua informasi yang dibutuhkan. Close, maka akan muncul garis tanda panah pada baselane.
3. Klik cast transects. Beri nama DSAS\_kuta. Casting, isikan from baselane menjadi 2000, transects spacing menjadi 100, smoothing distance menjadi 2500, klik ok. Maka akan muncul garis vertikal ke arah pantai. Garis ini akan menjadi patokan untuk menghitung garis pantainya.
4. Klik calculate rates. Aktifkan SCE( untuk menghitung perubahan dari awal sampai akhir), NSM(untuk menghitung arah perubahan garis pantainya), dan EPR(untuk menghitung jarak perubahan). Ubah output data menjadi NSM, kemudian klik calculate. Maka akan muncul data DSAS\_kuta\_rate yang berwarna, warna ini menunjukkan seberapa seberapa besar nilai NSM dari hasil pengukuran.
5. Klik DSAS data visualization, untuk memotong garis yang tidak diperlukan. Pilih data data DSAS\_kuta\_rate, dan select pilih NSM. Clip rates to SCE pilih data DSAS\_kuta\_rate. Kemudian Clip.
6. Klik data atribut pada data yang sudah di clip, add field, namakan keterangan, length bisa pilih 50. Kemudian select by attribut, pilih NSM, pada dialog box ketik "NSM" <=0, kemudian apply. Selanjutnya field calculator, tulis "abrasi", ok. Untuk nilai yang lebih dari 0, pada dialog box ketik "NSM" >0, kemudian apply. Selanjutnya field calculator, tulis "akresi", ok.

7. Klik data properties pada data yang sudah di clip, symbology dan klik keterangan, ubah warna garis untuk membedakan. Klik ok, maka akan terlihat data garis yang mengalami abrasi dan akresi.
8. Konversi data menjadi data excel. klik tools layer to excel, input data dengan data NSM dan tentukan penyimpanannya. Untuk visualisasi, bisa kombinasikan layer untuk memperjelas data.

## PEMBAHASAN

Peta abrasi dan akresi menggunakan Digital Shoreline Analysis System (DSAS) merupakan alat untuk menganalisis perubahan garis pantai dari waktu ke waktu. Interpretasi peta semacam ini berfokus pada pengenalan pola abrasi (pengikisan pantai) dan akresi (penambahan material di pantai). Terdapat 2 indikator utama dalam DSAS yaitu **EPR (End Point Rate)** untuk mengukur perubahan rata-rata per tahun antara dua garis pantai. Nilai negatif menunjukkan abrasi, sedangkan nilai positif menunjukkan akresi dan **NSM (Net Shoreline Movement)** untuk mengukur pergeseran total garis pantai dalam satuan meter. Nilai negatif berarti pantai terkikis, dan nilai positif berarti pantai bertambah. Hasil penelitian menunjukkan pada sepanjang kawasan studi, 79% mengalami abrasi dan 21% mengalami akresi.

Mengatasi abrasi pantai memerlukan pendekatan yang komprehensif, menggabungkan solusi teknis dan kebijakan tata kelola. Secara alamiah, adanya vegetasi pantai dapat melindungi garis pantai dari gelombang dan arus laut. Penambahan pasir ke kawasan pantai yang terkikis juga dapat menggantikan material yang hilang akibat abrasi. Secara teknik rekayasa, diperlukan adanya infrastruktur pelindung pantai seperti pemecah gelombang atau *groin*, yaitu dinding kecil yang dibangun tegak lurus ke pantai untuk menangkap sedimen yang terbawa arus. Sementara itu, dari sudut pandang tata kelola diperlukan zonasi pembatasan pembangunan di area rawan abrasi dan pemberian edukasi kepada masyarakat tentang pentingnya menjaga pantai dan berpartisipasi dalam program rehabilitasi pantai.



Peta abrasi dan akresi di kawasan Pantai Kuta

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, N., Marpaung, S., & Hartuti, M. (2017). Analisis perubahan garis pantai Ujung Pangkah dengan menggunakan metode edge detection dan normalized difference water index. *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital*, 14(2), 65-78.
- Bimanjaya, A., Handayani, H. H., & Rachmadi, R. F. (2024). Penggunaan Deep Learning dan Post-Processing Algoritma Douglas-Peucker untuk Ekstraksi Jaringan Jalan pada Area Urban dari Orthophoto. *GEOID*, 19(2), 371-385.
- Hulu, A. E., Pribadi, H., Gracia, V., Misrah, M., Toknok, B., Maiwa, A., ... & Istiqamah, N. (2023). PENINGKATAN KOMPETENSI MAHASISWA KEHUTANAN MELALUI PELATIHAN PENGGUNAAN ArcGIS. *Jurnal Pengabdian Kolaborasi dan Inovasi IPTEKS*, 1(6), 854-860
- Hazazi, G., Sasmito, B., & Firdaus, H. S. (2019). Analisis Perubahan Garis Pantai Terhadap Eksistensi Mangrove Menggunakan Penginderaan Jauh dan Aplikasi Digital Shoreline Analysis System (DSAS) Tahun 2014-2018 (Studi Kasus: Kabupaten Kendal). *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1), 19-27.
- Sugiyono, 2010, *Metode Penelitian Bisnis : Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R &D*, Bandung : Alfabet
- Ainurrohmah, S., & Sudarti, S. (2022). Analisis perubahan iklim dan global warming yang terjadi sebagai fase kritis. *Phi: Jurnal Pendidikan Fisika dan Terapan*, 8(1), 1-10.
- Munandar, M., & Kusumawati, I. (2017). Studi analisis faktor penyebab dan penanganan abrasi pantai di wilayah Pesisir Aceh Barat. *Jurnal Perikanan Tropis*, 4(1), 47-56.
- Wahyudin, B. (2020). Ancaman kenaikan muka air laut bagi negara-negara di Kepulauan Pasifik. *Review of International Relations*, 2(1), 28-39.
- Irawadi, L. A., & Adibima, R. H. (2020). 16. Kabupaten Pelalawan. *Perubahan Garis Pantai*, 394, 172.
- Kasim, F. (2012). Pendekatan beberapa metode dalam monitoring perubahan garis pantai menggunakan dataset penginderaan jauh Landsat dan SIG. *Jurnal Ilmiah Agropolitan*, 5(1), 620-635.
- W. Setianingsih, B. Sasmito, and N. Bashit, "ANALISIS SEA LEVEL RISE DI LAUT UTARA JAWA TERHADAP PERUBAHAN GARIS PANTAI WILAYAH DEMAK PADA TAHUN 2006-2016," *Jurnal Geodesi Undip*, vol. 7, no. 2, pp. 53-64, May. 2018. <https://doi.org/10.14710/jgundip.2018.20657>

- Ario Damar Wicaksono, Moehammad Awaluddin, Nurhadi Bashit ANALISIS LAJU PERUBAHAN GARIS PANTAI MENGGUNAKAN METODE NET SHORELINE MOVEMENT (NSM) DENGAN ADD-IN DIGITAL SHORELINE ANALYSIS SYSTEM (DSAS) (STUDI KASUS : PESISIR BARAT KABUPATEN PANDEGLANG) Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788 Email: [ariodamarw@gmail.com](mailto:ariodamarw@gmail.com)\*)
- Muhammad Maulana M.A., Moehammad Awaluddin, Fauzi Janu A. ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN GARIS PANTAI TERHADAP BATAS PENGELOLAAN WILAYAH LAUT PROVINSI JAWA TIMUR DAN PROVINSI BALI DI SELAT BALI Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788 Email : [dikaamfa@yahoo.co.id](mailto:dikaamfa@yahoo.co.id)
- 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).*The Normalized Difference Water Index (NDWI) has been widely used for water feature extraction due to its efficiency in distinguishing water bodies from other land covers by exploiting the spectral reflectance differences between green and near-infrared bands.*"
- Thieler, E. R., et al., 2009, *Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0—An ArcGIS extension for calculating shoreline change*, USGS Open-File Report 2008-1278).*"DSAS provides a robust tool for measuring rates of shoreline change and offers reliable statistical metrics for coastal analysis projects."*