

**KAJIAN PERUBAHAN GARIS PANTAI DI SEBAGIAN WILAYAH PESISIR
PANDEGLANG, BANTEN, PERIODE TAHUN 1990-2020**
*STUDY OF SHORELINE CHANGES IN A PART OF COASTAL AREAS OF PANDEGLANG,
BANTEN, A PERIOD OF 1990-2020*

Bachtiar W. Mutaqin^{1,*}, Irvan Agung Kurniawan¹, Maria Nooza Airawati¹, Muh Aris Marfai^{1,2}

¹Kelompok Riset Kepesisiran dan Daerah Aliran Sungai, Fakultas Geografi,
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

²Badan Informasi Geospasial, Jl. Raya Jakarta - Bogor KM. 46, Cibinong, Indonesia

*Corresponding author e-mail: mutaqin@ugm.ac.id

Submitted: 02 February 2021 / Revised: 11 November 2021 / Accepted: 18 November 2021

<http://doi.org/10.21107/jk.v14i3.9832>

ABSTRACT

Part of the coastal area of Pandeglang Regency in Banten Province is a developing area with a high level of human activity in the form of industrial and tourism activities. Observation and management of the dynamics of coastal areas, especially related to the shoreline, are important studies in supporting the sustainability of communities in coastal areas. Shoreline changes can be identified using remote sensing technology, Geographical Information Systems (GIS), and statistical analysis. Analysis of the shoreline rate was carried out using the Digital Shoreline Analysis System (DSAS) software. The statistical methods used are Net Shoreline Movement (NSM) and End Point Rate (EPR). In general, the shoreline in some coastal areas of Pandeglang experiences accretion and erosion. The farthest accretion is shown in the area around PLTU Labuan Port as far as 696.48 meters with a change rate of 19.88 meters/year. This indicates that land reclamation is one of the factors that induce the accretion process in the area. Meanwhile, the largest erosion occurred in Tanjung Lesung as far as -135.08 meters with a rate of change of -4.50 meters/year.

Keywords: shoreline, DSAS, coastal dynamics, Pandeglang, Banten.

ABSTRAK

Sebagian wilayah pesisir Kabupaten Pandeglang di Provinsi Banten merupakan kawasan berkembang dengan tingkat aktivitas manusia berupa kegiatan industri dan pariwisata yang cukup tinggi. Pengamatan dan pengelolaan dinamika wilayah kepesisiran terutama daerah pantai menjadi kajian penting dalam menunjang keberlangsungan masyarakat di wilayah pesisir. Perubahan garis pantai dapat diidentifikasi menggunakan teknologi penginderaan jauh, Sistem Informasi Geografis (SIG) dan analisis statistik. Analisis laju perubahan garis pantai dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Digital Shoreline Analysis System (DSAS). Metode statistik yang digunakan yaitu Net Shoreline Movement (NSM) dan End Point Rate (EPR). Secara umum, garis pantai di sebagian wilayah pesisir Pandeglang mengalami akresi dan erosi. Akresi terjauh ditunjukkan pada area sekitar Pelabuhan PLTU Labuan sejauh 696,48 meter dengan laju perubahan sebesar 19,88 meter/tahun. Hal ini mengindikasikan reklamasi lahan merupakan salah satu faktor yang menginduksi terjadinya proses akresi pada area tersebut. Sedangkan erosi terbesar terjadi di Tanjung Lesung sejauh -135,08 meter dengan laju perubahan -4,50 meter/tahun.

Kata kunci: garis pantai, DSAS, dinamika kepesisiran, Pandeglang, Banten.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan garis pantai sepanjang 108.000 km (KKP, 2019a; Kemenkomarves, 2018;

Pushidrosal, 2018). Garis pantai merupakan batas antara darat dan laut mengalami perubahan dari waktu ke waktu karena keadaan lingkungan yang dinamis. Faktor utama penyebab perubahan garis pantai

diantaranya adalah gelombang, pasang surut, angin, badai periodik, kenaikan muka air laut, erosi dan akresi dan aktivitas manusia (Marfai *et al.*, 2008; Sartohadi *et al.*, 2009; Salghuna & Bharathvaj, 2015; Mutaqin, 2017; Arjasakusuma *et al.*, 2021).

Selain karena proses pantai secara alamiah, erosi dan akresi juga terjadi akibat pengaruh manusia. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan penduduk dan perkembangan teknologi, eksploitasi pantai menjadi semakin sering (Panggabean *et al.*, 2015). Intervensi manusia seperti pembangunan pelabuhan, peningkatan fasilitas wisata dan aktivitas pantai lainnya mengakibatkan terjadinya perubahan penggunaan lahan dan juga menjadi salah satu penyebab kerentanan di wilayah pesisir, seperti erosi, akresi, dan sedimentasi (Hendriyono *et al.*, 2015; Marfai *et al.*, 2020; Septiangga dan Mutaqin, 2021; Marfai *et al.*, 2021).

Kabupaten Pandeglang yang terletak di Provinsi Banten merupakan salah satu kabupaten yang sedang mengalami pertumbuhan. Hal ini ditandai dengan meningkatnya Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Pandeglang selama 6 tahun berturut-turut sejak tahun 2010 hingga 2016 (Pemda Kab. Pandeglang, 2017). Secara kewilayahan, posisi Kabupaten Pandeglang mempunyai letak cukup strategis karena dekat dengan Pelabuhan Merak yang merupakan jalur penghubung transportasi antara Pulau Jawa dengan Pulau Sumatra. Saat ini, Pemerintah Daerah Kabupaten Pandeglang sedang mengusulkan perubahan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) tahun 2011 – 2031 untuk mengusahakan Kabupaten Pandeglang menjadi kawasan industri dari yang sebelumnya merupakan kawasan pertanian.

Rencana perubahan penggunaan lahan ini tentunya berpotensi mempengaruhi keseimbangan ekosistem alam dimasa mendatang, termasuk garis pantai (Septiangga dan Mutaqin, 2021). Pemantauan perubahan garis pantai bermanfaat untuk identifikasi proses yang menyebabkan perubahan pada area yang spesifik, penilaian dampak terhadap manusia dan perencanaan strategi pengelolaan. Data penginderaan jauh dapat digunakan untuk pemantauan perubahan garis pantai secara akurat (Marfai *et al.*, 2008; Salghuna & Bharathvaj, 2015; Mutaqin, 2017; Arjasakusuma *et al.*, 2021).

Dalam rangka pengelolaan wilayah pesisir yang berkelanjutan, dibutuhkan pemahaman holistik mengenai proses fisik yang membentuk pesisir sebagai sebuah sistem dan kemampuan untuk mendeteksi perubahan garis pantai berdasarkan peristiwa masa lalu serta prediksi perubahan garis pantai di masa mendatang (Davidson *et al.*, 2010). Teknologi penginderaan jauh dan analisa geospasial yang ditambah dengan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) berguna untuk pemantauan perubahan garis pantai jangka panjang. Pemantauan perubahan garis pantai secara terus menerus menjadi hal yang penting dalam mengkaji perubahan di masa mendatang (Thieler *et al.*, 2009; Natesan *et al.*, 2015; Mutaqin, 2017; Arjasakusuma *et al.*, 2021).

Kabupaten Pandeglang merupakan salah satu wilayah yang termasuk daerah indikatif reklamasi di Pulau Jawa dan Madura. Reklamasi di Indonesia mulai banyak dilaksanakan pada periode tahun 1980 – 1990 (KKP, 2019b). Pengamatan garis pantai sejak periode tersebut hingga saat ini dilakukan untuk menganalisis perubahan yang terjadi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeteksi perubahan garis pantai di sebagian wilayah pesisir Kabupaten Pandeglang secara spasio-temporal sejak tahun 1990 hingga 2020 serta menganalisis besarnya laju perubahan garis pantai yang terjadi.

MATERI DAN METODE

Wilayah kajian penelitian merupakan sebagian wilayah pesisir Pandeglang, yang berada pada wilayah barat pesisir Provinsi Banten. Wilayah kajian membentang sepanjang 68 km yang secara geografis batas utara berada pada koordinat Zone 48S, X= 591.444,167 meter dan Y= 5.305.205,362 meter hingga Zone 48S, X= 568.794,382 meter dan Y= 9.276.833,526 meter. Di sepanjang Pantai Tanjung Lesung hingga Pantai Carita terdapat bentuklahan tanjung, teluk dan area terbangun. Pada kawasan industri, terdapat Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU) Labuan yang diresmikan pada tahun 2010 dan berada di wilayah pesisir Kecamatan Labuan. Pembangunan PLTU Labuan yang disertai dengan reklamasi lahan diduga telah berkontribusi terhadap perubahan garis pantai di sekitar area tersebut. Peta wilayah kajian dapat dilihat pada **Gambar 1**.

Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu citra satelit Landsat tahun 1990 – 2020. Data diperoleh dari laman resmi *United States*

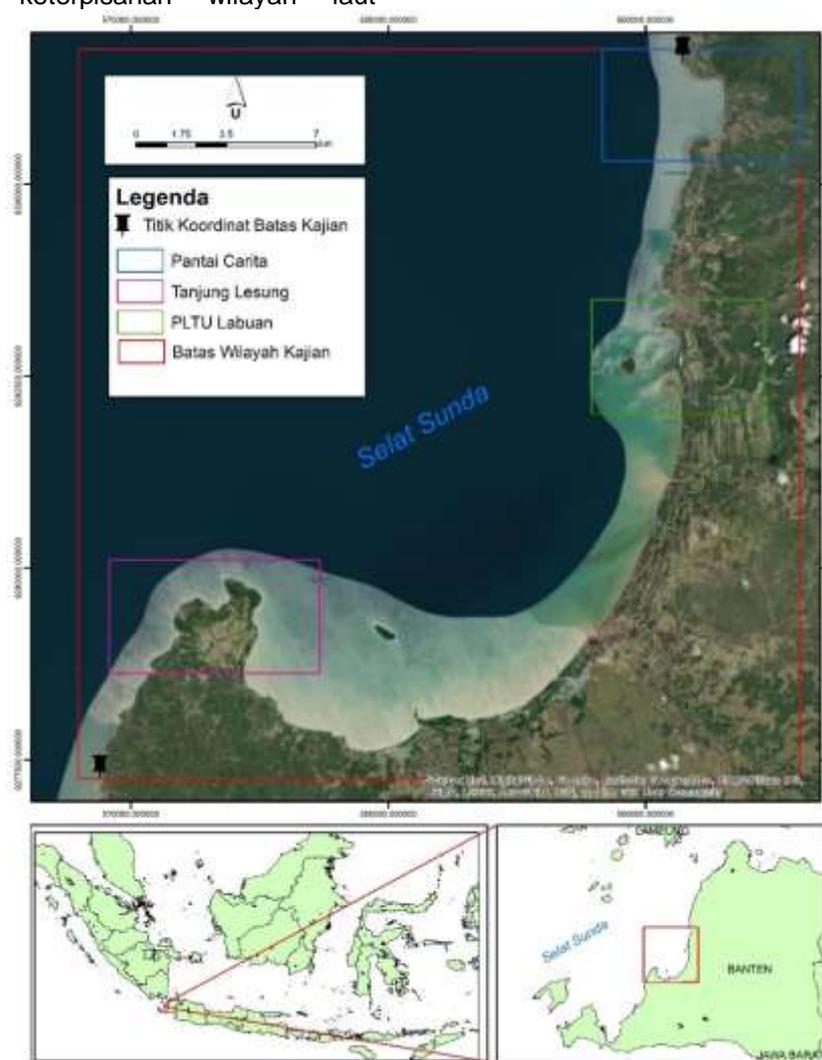
Geographical Survey (USGS). Citra yang diunduh berada dalam satu musim yang sama untuk mengantisipasi variasi perbedaan pasang-surut yang terjadi. **Tabel 1** menyajikan data yang digunakan dalam penelitian.

Preprocessing citra dilakukan untuk menentukan batas wilayah kajian. Hasil ekstraksi citra yang dipergunakan lalu dievaluasi menggunakan citra GeoEye yang mempunyai resolusi spasial yang lebih tinggi. Metode *Normalized Difference Water Index* (NDWI) digunakan untuk proses ekstraksi garis pantai dengan prinsip memisah tubuh air berupa laut dengan darat. Metode NDWI menghasilkan keterpisahan wilayah laut

dengan darat yang paling baik (Wang et al., 2013; Ozturk & Sesli, 2015). Formulasi NDWI berdasarkan McFeeters (1996) disajikan pada Formula (1).

$$NDWI = \frac{(Band\ Hijau - Band\ Near\ Infrared\ (NIR))}{(Band\ Hijau + Band\ Near\ Infrared\ (NIR))} \dots\dots\dots (1)$$

Saluran hijau dan NIR digunakan untuk memaksimalkan pantulan air sehingga tubuh air akan memiliki nilai positif sedangkan vegetasi dan tanah bernilai 0 atau negatif. Nilai *threshold* digunakan untuk memisahkan darat dan laut.



Gambar 1. Peta Wilayah Kajian di Sebagian Pesisir Pandeglang.

Tabel 1. Data Citra Satelit.

Tanggal perekaman citra	Satelit	Resolusi spasial (m)
16 Juli 1990	Landsat 5	30
11 Juli 2000	Landsat 5	30
23 Juli 2010	Landsat 5	30
18 Juli 2020	Landsat 8	30

Perubahan garis pantai diukur dan dianalisis menggunakan aplikasi DSAS dengan metode *Net Shoreline Movement* (NSM) dan *End Point Rate* (EPR). *Baseline* digunakan sebagai titik awal pengukuran perubahan garis pantai menggunakan transek yang memotong garis pantai. Pembuatan *baseline* pada penelitian ini menggunakan *buffer* garis pantai tahun 1990 sejauh 600 meter ke arah darat. Pemilihan jarak 600 meter dilakukan dengan mempertimbangkan ketiadaan proses erosi di

belakang tahun awal (1990) sehingga hasil yang diperoleh tidak akan bias. Garis pantai 1990, 2000, 2010 dan 2020 menjadi garis pantai yang akan dihitung laju perubahannya. Jumlah transek yang dihasilkan untuk penelitian ini sebanyak 384, panjang transek 2.000 meter dengan interval 150 meter (Bouchahma & Yan, 2014; Setiabudi & Maryanto, 2018). Diagram alir tahapan penelitian tersaji pada **Gambar 2**.

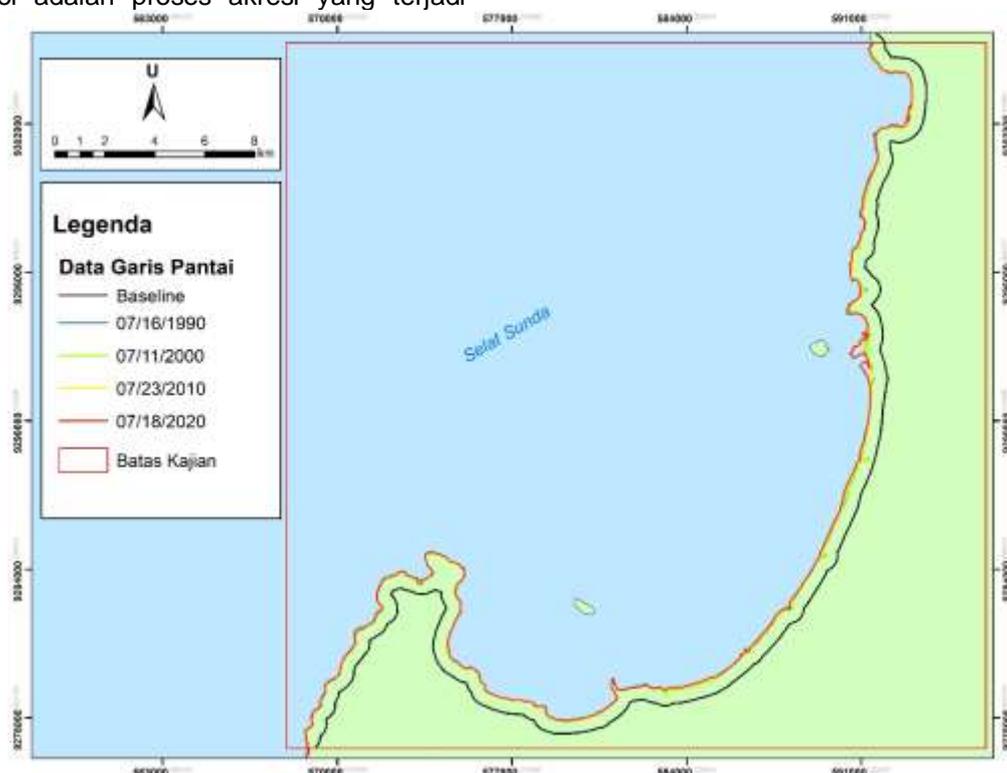


Gambar 2. Diagram Alir Tahapan Penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perolehan garis pantai secara multi temporal pada wilayah kajian menunjukkan proses dinamika pesisir yang beragam pada beberapa lokasi dengan proses utama berupa erosi dan akresi. Proses dinamika yang paling menonjol adalah proses akresi yang terjadi

secara massif di sekitar PLTU Labuan akibat reklamasi yang dilakukan pada tahun 2010. Sedangkan proses dinamika garis pantai pada lokasi lain lebih banyak diakibatkan oleh proses-proses hidro-oseanografi. Dinamika pesisir di sebagian wilayah Pandeglang tahun 1990 – 2020 dapat dilihat pada **Gambar 3**.



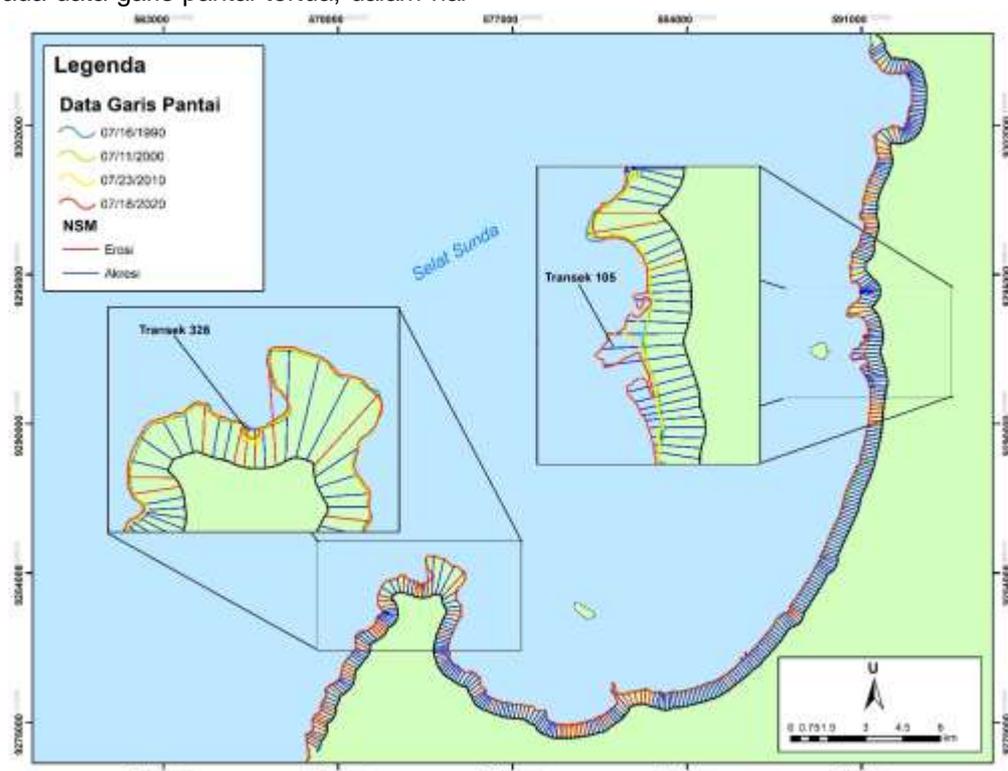
Gambar 3. Dinamika Pesisir di Sebagian Wilayah Kabupaten Pandeglang Tahun 1990 – 2020.

Baseline yang ideal untuk analisis berada pada posisi yang sejajar dengan data garis pantai. Dengan posisi *baseline* yang sejajar garis pantai, akan menghasilkan transek pengukuran garis pantai mendekati tegak lurus terhadap data garis pantai yang dianalisis. Sehingga, nilai pengukuran perubahan garis pantai dapat lebih akurat. Pendekatan yang dilakukan untuk mendapatkan kondisi *baseline* mendekati ideal adalah dengan melakukan *buffer* pada data garis pantai tertua, dalam hal

ini menggunakan data garis pantai tahun 1990 sejauh 600 meter ke arah darat.

Jarak Perubahan Garis Pantai

Jarak perubahan garis pantai diukur menggunakan perhitungan NSM, sedangkan untuk laju perubahan garis pantai menggunakan pendekatan EPR. Hasil pengukuran menggunakan NSM disajikan pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Hasil Pengukuran NSM Sebagian Wilayah Pesisir Pandeglang.

Hasil pengukuran yang diperoleh menunjukkan bahwa terjadi perubahan garis pantai terjauh senilai 696,48 meter dan -135,08 meter. Perubahan garis pantai di

sebagian wilayah pesisir Kabupaten Pandeglang tahun 1990 – 2020 yang diukur dengan metode NSM dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Perubahan Garis Pantai 1990-2020 Berdasarkan Lokasi.

Keterangan	NSM (m)	Lokasi
Nilai akresi tertinggi	696,48	Labuan
Nilai erosi tertinggi	-135,08	Tanjung Lesung
Rerata perubahan	35,47	Wilayah kajian

Nilai positif yang diperoleh dari pengukuran NSM menunjukkan bahwa posisi garis pantai tahun 2020 telah terjadi pergeseran garis pantai menjauhi garis pantai tertua yakni tahun 1990 ke arah laut. Dalam hal ini proses pergeseran tersebut merupakan proses akresi garis pantai. Sedangkan nilai negatif hasil pengukuran NSM, menunjukkan proses yang berkebalikan, yakni garis pantai tahun 2020 mengalami pergeseran menjauhi garis pantai

tahun 1990 ke arah darat. Proses pergeseran garis pantai ini disebut erosi.

Proses akresi terjauh tersebut didapati terjadi pada transek nomor 105 (**Gambar 4**), yang berlokasi di Labuan, sebelah selatan Pantai Carita yang saat ini telah menjadi PLTU Labuan. Dilihat secara historis, dinamika proses akresi pada wilayah tersebut sangat masif terjadi pada periode 2010-2020, karena pembangunan PLTU dimulai pada tahun 2007

(Kementerian ESDM, 2007). Hal ini membuktikan bahwa salah satu penyebab akresi pada lokasi tersebut merupakan akibat dari proses reklamasi pembangunan PLTU Labuan, karena PLTU ini dibangun dan diresmikan pada periode 2010. Sedangkan proses erosi terjauh yang diperoleh merupakan hasil pengukuran dari transek nomor 326 (**Gambar 4**) yang berlokasi di timur Pantai Tanjung Lesung.

Grafik jarak perubahan garis pantai pesisir Pandeglang yang diukur menggunakan NSM tersaji dalam **Gambar 5**. Hasil analisa NSM dapat menunjukkan nilai positif atau negatif yang mengacu pada proses erosi atau akresi (Mutaqin, 2017). Hasil positif pada transek 105 (**Gambar 5a**) menunjukkan kemungkinan terjadinya proses akresi sebagai tren yang terjadi pada wilayah sekitar PLTU Labuan. Sedangkan hasil negatif pada transek 326 (**Gambar 5b**) menunjukkan kemungkinan terjadinya proses erosi sebagai tren yang terjadi pada wilayah sekitar Tanjung Lesung. Secara umum, wilayah kajian mengalami

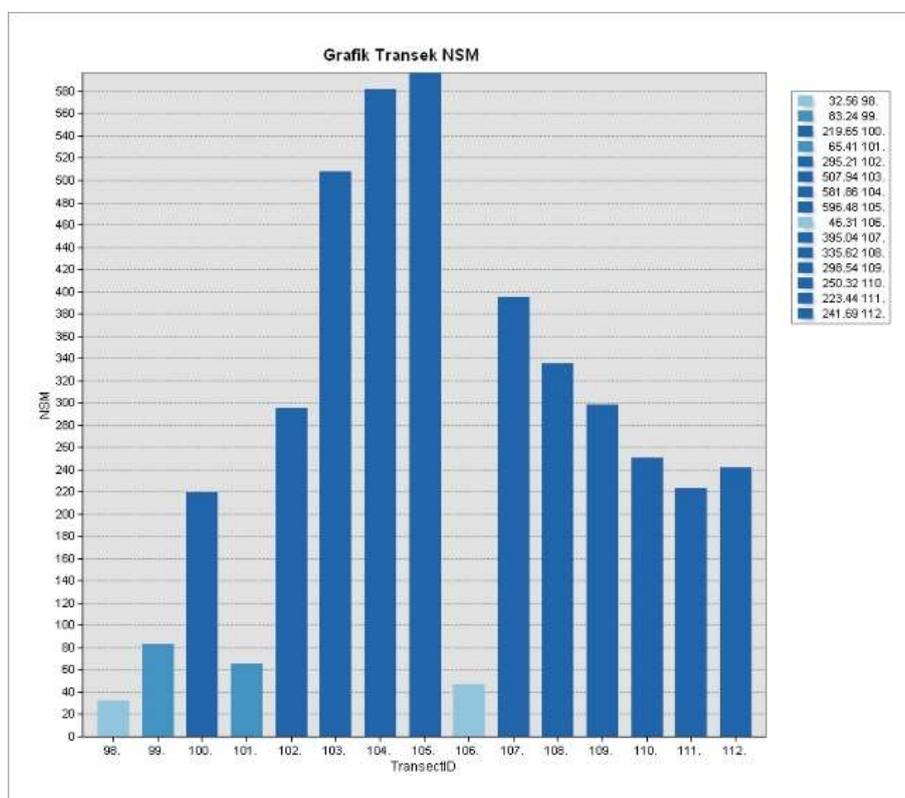
proses akresi dengan rata-rata perubahan 35,47 meter selama periode 1990-2020.

Laju Perubahan Garis Pantai

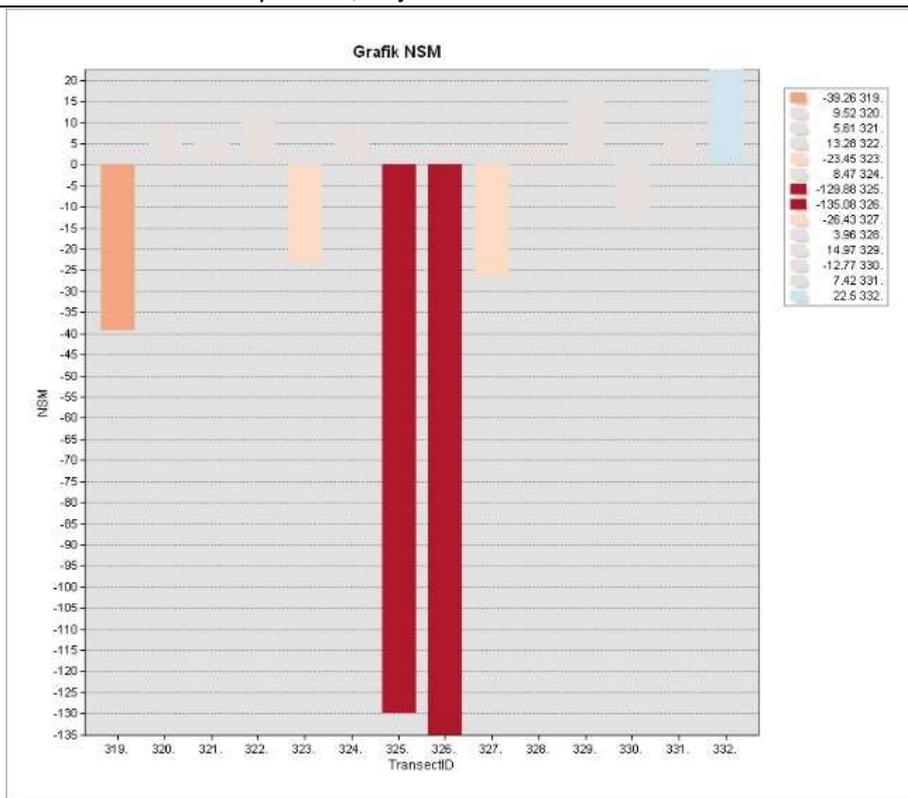
Laju perubahan garis pantai diukur dengan menggunakan metode EPR yang menghitung laju perubahan garis pantai per satuan waktu sesuai dengan tahun perekaman citra yang digunakan untuk analisis (meter/tahun). EPR merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk pengukuran laju perubahan garis pantai (Natesan *et al.*, 2015; Mutaqin, 2017; Marfai *et al.*, 2021). Nilai EPR positif mengindikasikan terjadinya akresi, sedangkan nilai negatif mengalami erosi. Laju perubahan garis pantai di sebagian wilayah pesisir Kabupaten Pandeglang tahun 1990 – 2020 yang diukur dengan metode EPR dapat dilihat pada **Tabel 3**. Hasil analisis perubahan garis pantai di sebagian wilayah pesisir Kabupaten Pandeglang berdasarkan dari pengamatan citra tahun 1990-2020 dan perhitungan aplikasi DSAS menunjukkan proses akresi lebih dominan terjadi dibandingkan erosi (**Gambar 6**).

Tabel 3. Laju Perubahan Garis Pantai Tahun 1990 – 2020 Berdasarkan Lokasi.

Keterangan	NSM (m)	Lokasi
Nilai laju perubahan tertinggi (akresi)	696,48	Labuan
Nilai laju perubahan tertinggi (erosi)	-135,08	Tanjung Lesung
Rerata nilai laju perubahan	35,47	Wilayah kajian

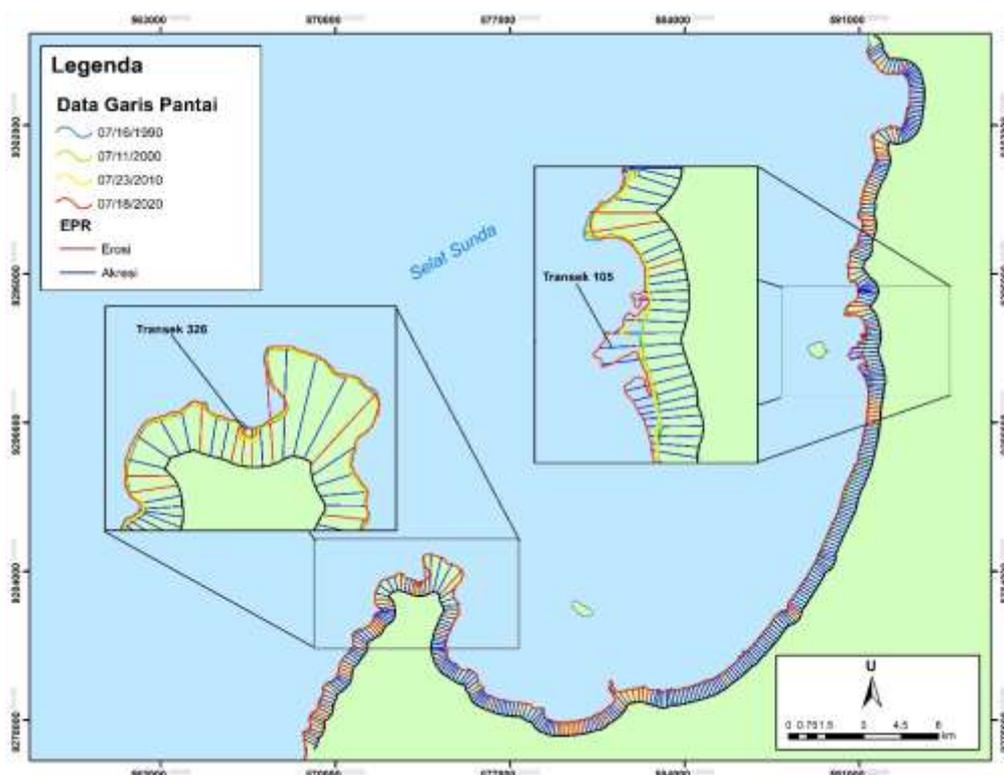


(a)



(b)

Gambar 5. Grafik Pengukuran Perubahan Garis Pantai (NSM) pada (a) Lokasi Transek 105 dan (b) Lokasi Transek 326.



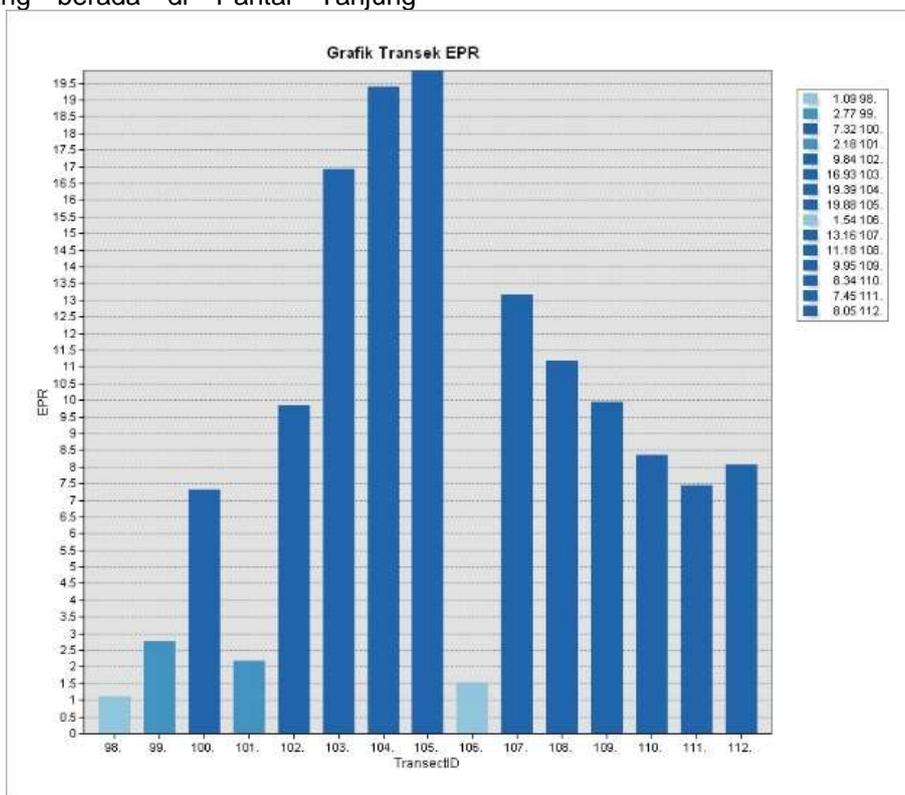
Gambar 6. Hasil Pengukuran EPR Sebagian Wilayah Pesisir Pandeglang.

Laju perubahan tertinggi berada pada transek 105 yang berlokasi di sekitar pelabuhan PLTU Labuan dengan nilai 19,88 meter/tahun dan mengindikasikan terjadinya akresi. Berdasarkan hasil pengamatan menggunakan data penginderaan jauh, telah terjadi penambahan wilayah yang cukup signifikan akibat kegiatan reklamasi. Garis pantai mulai mengalami perubahan signifikan sejak tahun 2010 hingga 2020. Perubahan tersebut terjadi seiring dengan dimulainya pembangunan PLTU Labuan yang dimulai sejak tahun 2007 (Kementerian ESDM, 2007).

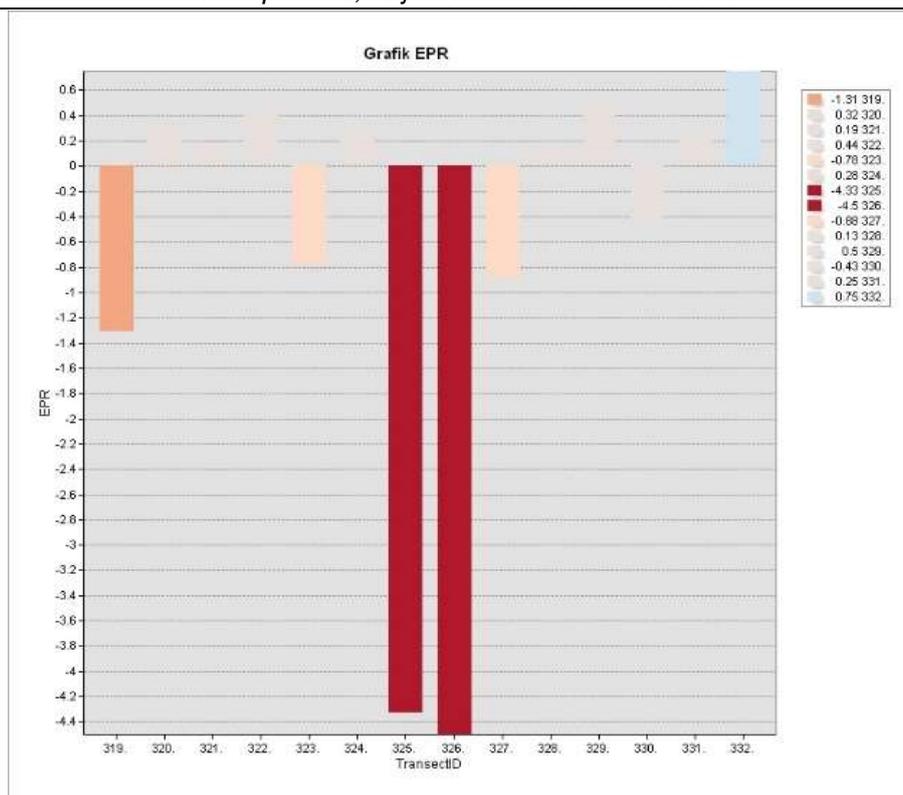
Berdasarkan hasil yang diperoleh, perubahan garis pantai yang mengalami kemunduran ke arah darat pada transek 326 dengan nilai -4,50 meter/tahun dan masuk kategori sangat tinggi (Natesan *et al.*, 2015; Wicaksono dan Winastuti, 2020; Marfai *et al.*, 2021). Hal ini mengindikasikan kejadian erosi pada wilayah transek yang berada di Pantai Tanjung

Lesung. Pengikisan pantai oleh gelombang laut dilaporkan masih terus terjadi dan dapat berdampak negatif bagi lingkungan (Sutjipto, 2014; Pebrianto & Silaban, 2018; Kementerian PUPR, 2019).

Grafik laju perubahan garis pantai pesisir Pandeglang yang diukur menggunakan EPR tersaji pada Gambar 7. Hasil analisa EPR dapat menunjukkan nilai positif atau negatif yang mengacu pada proses akresi atau erosi yang terjadi. Hasil positif pada transek 105 (**Gambar 7a**) menunjukkan terjadinya proses akresi sebagai tren yang terjadi pada wilayah sekitar PLTU Labuan. Sedangkan hasil negatif pada transek 326 (**Gambar 7b**) menunjukkan terjadinya proses erosi sebagai tren yang terjadi pada wilayah sekitar Tanjung Lesung. Secara umum, wilayah kajian mengalami proses akresi dengan rata-rata perubahan 1,18 meter per tahun.



(a)



(b)

Gambar 7. Grafik Pengukuran Laju Perubahan Garis Pantai (EPR) pada (a) transek 105 dan (b) transek 326.

Laju perubahan garis pantai di wilayah sekitar Pantai Tanjung Lesung senilai -4,50 meter/tahun diklasifikasikan ke dalam kelas erosi sangat tinggi menurut Natesan *et al.* (2015). Sedangkan laju perubahan garis pantai di wilayah sekitar Pelabuhan PLTU Labuan senilai 19,88 meter/tahun juga diklasifikasikan ke dalam kelas akresi sangat tinggi. Apabila dibandingkan dengan wilayah kepesisiran yang mempunyai PLTU juga, seperti Kabupaten Buleleng dan PLTU Celukan Bawang, perubahan garis pantai yang terjadi di sebagian Pandeglang termasuk sangat tinggi (Wicaksono dan Winastuti, 2020; Marfai *et al.*, 2021).

KESIMPULAN DAN SARAN

Teknologi penginderaan jauh yang dikombinasikan dengan SIG dan DSAS dapat digunakan untuk menganalisis perubahan garis pantai. Sebagian wilayah pesisir di Kabupaten Pandeglang mengalami dinamika perubahan selama kurun waktu 30 tahun ini (1990 – 2020) yang berupa proses akresi dan erosi pada beberapa lokasi. Akresi terjauh ditunjukkan pada area sekitar Pelabuhan PLTU Labuan sejauh 696,48 meter dengan

laju perubahan rata-rata sebesar 19,88 meter/tahun. Reklamasi lahan merupakan salah satu faktor yang menginduksi terjadinya proses akresi pada area tersebut. Sedangkan erosi terbesar terjadi di Tanjung Lesung sejauh -135,08 meter dengan laju perubahan -4,50 meter/tahun. Selanjutnya, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai dampak faktor hidro-oseanografi terhadap proses dinamika perubahan garis pantai sebagian wilayah pesisir di Kabupaten Pandeglang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada program S2 Pengelolaan Pesisir dan DAS Fakultas Geografi UGM dan Pemerintah Daerah Kabupaten Pandeglang atas kesempatan dan dukungan yang diberikan hingga terselesainya kegiatan ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada reviewer atas masukan yang membangun terhadap artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

Arjasakusuma, S., Kusuma S.S., Saringatin S., Wicaksono P., Mutaqin B.W., Rafif R. (2021). Shoreline Dynamics in East

- Java Province, Indonesia from 2000 to 2019 Using Multi-sensor Remote Sensing Data. *Land*, 10(2), 100.
- Bouchahma, M., & Yan, W. (2014). Monitoring shoreline change on Djerba Island using GIS and multi-temporal satellite data. *Arabian Journal of Geosciences*, 7(9), 3705-3713.
- Davidson, M. A., Lewis, R. P., & Turner, I. L. (2010). Forecasting seasonal to multi-year shoreline change. *Coastal Engineering*, 57(6), 620–629.
- Hendriyono, W., Wibowo, M., Hakim, B. Al, & Istiyanto, D. C. (2015). Modeling of Sediment Transport Affecting the Coastline Changes due to Infrastructures in Batang - Central Java. *Procedia Earth and Planetary Science*, 14, 166–178.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2007). *Banten Lokasi 3 PLTU Program Percepatan Pembangunan 10 Ribu MW*. Retrieved from <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/banten-lokasi-3-pltu-program-percepatan-pembangunan-10-ribu-mw>.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2019a). *KKP Terus Kembangkan Pengelolaan Pulau-Pulau Kecil dan Terluar sebagai Kedaulatan Bangsa*. Retrieved from Kementerian Kelautan dan Perikanan (<https://bit.ly/3j92D0E>). Diakses pada tanggal 16 Agustus 2020.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2019b). *Reklamasi di Indonesia*. Retrieved from Kementerian Kelautan dan Perikanan (<https://bit.ly/2YB0h15>). Diakses pada tanggal 16 Agustus 2020.
- Kementerian Koordinator Maritim dan Investasi. (2018). *Potret Keberhasilan Program Prioritas Tahun 2015 - 2018*. Retrieved from Kementerian Koordinator Maritim dan Investasi (<https://bit.ly/3oBrFXv>). Diakses pada tanggal 16 Agustus 2020.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2019). *KSPN (Kawasan Strategis Pariwisata Nasional) Tanjung Lesung*. Retrieved from <https://simantu.pu.go.id/content/?id=1119>. Diakses pada tanggal 16 Agustus 2020.
- Marfai, M. A., Almohammad, H., Dey, S., Susanto, B., & King, L. (2008). Coastal dynamic and shoreline mapping: multi-sources spatial data analysis in Semarang Indonesia. *Environmental monitoring and assessment*, 142(1), 297-308.
- Marfai, M.A., Ahmada, B., Mutaqin, B.W., Windayati, R. (2020). Dive Resort Mapping and Network Analysis: Water Resources Management in Pemuteran Coastal Area, Bali Island, Indonesia. *Geographia Technica*, 15(2), 106-116.
- Marfai, M.A., Winastuti, R., Wicaksono, A., Mutaqin, B.W. (2021). Coastal Morphodynamic Analysis in Buleleng Regency, Bali – Indonesia. *Natural Hazards*. In Press.
- Mc Feeters, 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.
- Mutaqin, B. W. (2017). Shoreline changes analysis in kuwaru coastal area, yogyakarta, Indonesia: An application of the digital shoreline analysis system (DSAS). *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 12(7), 1203–1214.
- Natesan, U., Parthasarathy, A., Vishnunath, R., Kumar, G. E. J., & Ferrer, V. A. (2015). Monitoring Longterm Shoreline Changes along Tamil Nadu, India Using Geospatial Techniques. *Aquatic Procedia*, 4(*lcvrcoe*), 325–332.
- Ozturk, D., & Sesli, F. A. (2015). Shoreline change analysis of the Kizilirmak Lagoon Series. *Ocean and Coastal Management*, 118, 290–308.
- Panggabean, G. J., Sutikno, Si., & Rinaldi. (2015). Analisis Kerentanan Pantai Pulau Bengkalis Berbasis Sistem Informasi Geografi. *JOM FTEKNIK*, 2(2).
- Pebrianto, F., & Silaban, M. W. (2018). *Pengembang: Pantai KEK Tanjung Lesung Mendekat Akibat Abrasi*. Retrieved from <https://bisnis.tempo.co/read/1159862/pengembang-pantai-kek-tanjung-lesung-mendekat-akibat-abrasi/full&view=ok>. Diakses pada tanggal 16 Agustus 2020.
- Pemda Kab. Pandeglang. (2017). *TKME: Tinjauan Kondisi Makro Ekonomi Kabupaten Pandeglang 2017*. Retrieved from <http://weekly.cnbnews.com/news/article.html?no=124000>. Diakses pada tanggal 16 Agustus 2020.
- Pushidrosal. (2018). *Data Kelautan Yang Menjadi Rujukan Nasional Diluncurkan*. Retrieved from <https://www.pushidrosal.id/berita/5256/D>

- ATA-KELAUTAN-YANG-MENJADI-RUJUKAN-NASIONAL--DILUNCURKAN/. Diakses pada tanggal 16 Agustus 2020.
- Salghuna, N. N., & Bharathvaj, S. A. (2015). Shoreline Change Analysis for Northern Part of the Coromandel Coast. *Aquatic Procedia*, 4(Icwrcoe), 317–324.
- Sartohadi, J., Marfai, M. A., & Mardiatno, D. (2009). Coastal Zone Management Due to Abrasion Along The Coastal Area of Tegal, Central Java Indonesia. *Proceeding International Coastal Conference*, Nagoya Japan, 37–44.
- Septiangga, B. dan Mutaqin, B.W. (2021). Spatio-Temporal Analysis of Wulan Delta in Indonesia: Characteristics, Evolution, And Controlling Factors. *Geographia Technica*, 16(Special Issue), 43-55.
- Setiabudi, A. R., & Maryanto, T. I. (2018). Deteksi Perubahan Garis Pantai di Pesisir Kabupaten Karawang dengan Aplikasi Digital Shoreline Analysis System (DSAS). *Reka Geomatika*, 2018(1), 42–50.
- Sutjipto, H. (2014). Analisis Pemberdayaan Perekonomian Masyarakat di Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Pariwisata Tanjung Lesung Oleh: *Jurnal Administrasi Negara*, 3(Sept-Des 2014), 1–13.
- Thieler, E.R., Himmelstoss, E.A., Zichichi, J.L., Ergul, A. (2009). The Digital Shoreline Analysis System (DSAS), Version 4.0—An ArcGIS Extension for Calculating Shoreline Change: U.S. Geological Survey Open-File Report 2008–1278 (9).
- Wang, Y., Hou, X., Shi, P., & Yu, L. (2013). Detecting shoreline changes in typical coastal wetlands of Bohai rim in North China. *Wetlands*, 33(4), 617–629.
- Wicaksono, A. dan Winastuti, R (2020) Kajian Morfodinamika Pesisir dan Kerawanan Abrasi di Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali, *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Pesisir dan Daerah Aliran Sungai ke-5*, pp 132–140.