

Deteksi dan Prediksi Perubahan Garis Pantai Kawasan Pesisir Kelurahan Arung Dalam Menggunakan Citra Satelit Multitemporal

Fatwa Dinnabhan*, Aditya Pamungkas, Irma Akhrianti,
Mohammad Agung Nugraha

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Perikanan dan Kelautan, Universitas Bangka Belitung
Kampus Terpadu – UBB, Balunijuk, Bangka, Kepulauan Bangka Belitung, 33172 Indonesia
Email : fatwadinn08@gmail.com

Abstract

Detection and Prediction of Coastline Changes in the Coastal Area of Arung Dalam Subdistrict Using Multitemporal Satellite Imagery

Arung Dalam Village is one of the sub-districts in Koba District, Central Bangka Regency, which has a coastline of 4.7 km and a beach safety building (Seawall) 1.8 km long. It is important to measure the coastline in Arung Dalam Village because the beach topography is sloping and located right on the edge of the main road and close to residential areas, resulting in problems and threats for Arung Dalam Village. This research aims to determine the condition of changes in the coastline in 2013 and 2022 before the existence of a beach safety building (Seawall) and to find predictions of changes in the coastline in 2045. The methods used in this research are the MNDWI method and the Digital Shoreline Analysis System. The results of the research show that Arung Dalam Village Beach experienced changes in addition (accretion) and reduction (abrasion). Detection results show that from 2013 to 2022, the Arung Dalam Village Beach experienced a maximum change in addition (accretion) of 8.56 m at a rate of 0.53 m/year and a maximum reduction (abrasion) of -28.53 m at a rate of -1.75 m/year. Predictions made in 2045 in Zone B using the LRR method will result in a dominant barometric change of -35.32 m with a rate of -0.917 m/year, while using the EPR method, the maximum reduction (abrasion) will be -47.72 m with a rate of -1.03 m/year. Therefore, in zone B, efforts need to be made to anticipate changes that will occur in the future.

Keyword : Accretion; Abrasion; Coastline; Shoreline Changes

Abstrak

Kelurahan Arung Dalam merupakan salah satu kelurahan di Kecamatan Koba, Kabupaten Bangka Tengah yang memiliki panjang garis pantai sepanjang 4,7 km dan memiliki bangunan pengaman pantai (Seawall) sepanjang 1,8 km. Pentingnya melakukan pengukuran garis pantai di Kelurahan Arung Dalam karena topografi pantai yang landai dan berada tepat di pinggir jalan raya serta dekat dengan pemukiman penduduk ini mengakibatkan terjadinya permasalahan dan ancaman bagi Kelurahan Arung Dalam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi perubahan garis pantai pada Tahun 2013 dan Tahun 2022 sebelum adanya bangunan pengaman Pantai (Seawall) serta mengetahui prediksi perubahan garis pantai pada tahun 2045. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode MNDWI dan Digital Shoreline Analysis System. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pantai Kelurahan Arung Dalam mengalami perubahan penambahan (akresi) dan pengurangan (abrasi). Hasil deteksi menunjukkan bahwa 2013-2022 Pantai Kelurahan Arung Dalam mengalami perubahan penambahan (akresi) maksimum 8,56 m dengan laju 0,53 m/tahun dan pengurangan (abrasi) maksimum -28,53 m dengan laju -1,75 m/tahun. Prediksi yang dilakukan Pada tahun 2045 pada Zona B menggunakan Metode LRR terjadi perubahan barasi yang dominan sebesar -35,32 m dengan laju -0,917 m/tahun sedangkan menggunakan metode EPR pengurangan (abrasi) maksimum sebesar -47,72 m dengan laju -1,03 m/tahun. Oleh karena itu, pada zona B perlu adanya Upaya untuk mengantisipasi perubahan yang akan terjadi dimasa yang akan datang.

Kata kunci : Abrasi; Akresi; Garis Pantai; Perubahan Garis Pantai

PENDAHULUAN

Provinsi Kepulauan Bangka Belitung merupakan salah satu wilayah kepulauan di Indonesia yang terdiri dari dua pulau utama, yaitu Pulau Bangka dan Pulau Belitung. Secara geografis, provinsi ini terletak di bagian barat Selat Bangka, sebelah timur Selat Karimata, sebelah utara Laut Natuna, dan sebelah selatan Laut Jawa. Wilayah ini memiliki luas total mencapai 81.725,14 km², di mana 79,90%-nya merupakan wilayah laut, yaitu seluas 65.301,00 km² (DKP Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, 2018). Dengan karakteristik geografis ini, sektor perikanan dan pariwisata menjadi sektor unggulan yang potensial, terutama di wilayah pesisir dan laut (Mardiyani *et al.*, 2019; Dewi *et al.*, 2017).

Namun, salah satu tantangan yang dihadapi wilayah pesisir Kepulauan Bangka Belitung adalah fenomena perubahan garis pantai. Perubahan ini disebabkan oleh penambahan atau pengurangan wilayah daratan akibat proses alamiah maupun aktivitas manusia. Di Kecamatan Koba, Pulau Bangka, yang memiliki garis pantai sepanjang 35,56 km, fenomena ini menjadi perhatian khusus karena sebagian besar masyarakatnya bermukim di daerah pesisir (Ginancar *et al.*, 2021). Faktor utama yang mempengaruhi perubahan garis pantai di wilayah ini adalah perubahan iklim, yang memicu kenaikan muka air laut dan erosi (Adiatma *et al.*, 2013). Selain itu, pengaruh hidro-oseanografi, seperti gelombang, pasang surut, dan arus laut, turut mempercepat proses abrasi.

Perubahan garis pantai di Kecamatan Koba dikhawatirkan dapat mengancam keberlanjutan wilayah pesisir yang merupakan daerah produktif dan terus berkembang. Untuk mengurangi dampak abrasi, pembangunan bangunan pengaman pantai (*seawall*) sepanjang 1,8 km di Pantai Kebang Kemilau telah dilaksanakan. Pembangunan ini bertujuan untuk menahan abrasi dan banjir rob akibat kenaikan muka air laut (Ahmadi, 2022). Namun, pemantauan perubahan garis pantai secara berkala sangat penting untuk mengidentifikasi dinamika wilayah pesisir dan memberikan landasan ilmiah dalam pengambilan kebijakan pengelolaan pesisir.

Perubahan garis pantai merupakan fenomena yang banyak dipelajari karena dampaknya yang signifikan terhadap keberlanjutan wilayah pesisir, ekosistem, dan kehidupan masyarakat setempat. Berdasarkan penelitian sebelumnya, metode pemantauan perubahan garis pantai berbasis interpretasi citra satelit telah terbukti efektif untuk memantau dinamika garis pantai secara luas, efisien, dan hemat biaya dibandingkan pengukuran lapangan (Agustin & Syah, 2020; Sasmito, 2020). Citra satelit dapat memberikan informasi historis tentang pola perubahan garis pantai, sehingga memungkinkan prediksi perubahan di masa depan.

Kecamatan Koba, khususnya Kelurahan Arung Dalam, menjadi salah satu wilayah yang rentan terhadap perubahan garis pantai. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa daerah pesisir timur Pulau Bangka, termasuk Kecamatan Koba, dipengaruhi oleh faktor hidro-oseanografi, seperti gelombang dan arus laut, yang mempercepat proses abrasi (Adiatma *et al.*, 2013). Selain itu, keberadaan masyarakat yang bergantung pada sektor perikanan dan pariwisata membuat dampak perubahan garis pantai menjadi lebih signifikan terhadap kualitas hidup mereka (Ginancar *et al.*, 2021). Implementasi bangunan pengaman pantai seperti *seawall* menjadi salah satu upaya mitigasi untuk mengurangi abrasi dan banjir rob. Namun, efektivitasnya perlu dievaluasi melalui pemantauan perubahan garis pantai sebelum dan sesudah pembangunan *seawall*. Dalam konteks ini, penelitian berbasis data historis dan prediksi dinilai sangat relevan untuk memberikan rekomendasi kebijakan yang adaptif dan berkelanjutan.

MATERI DAN METODE

Penelitian deteksi dan prediksi perubahan garis pantai kawasan pesisir kelurahan arung dalam menggunakan citra satelit multitemporal terbagi menjadi beberapa tahapan. Tahapan pengolahan data citra satelit dilakukan pada bulan Juli 2023. Survei (*ground check*) dilakukan bulan Agustus 2023, pada saat kondisi air laut pasang tertinggi. Tahapan pengolahan data meliputi *pre-processing*, *delineasi* dan ekstraksi garis Pantai, koreksi pasang surut dan terakhir yaitu analisis perubahan dan prediksi perubahan garis Pantai kelurahan Arung Dalam.

Data citra satelit yang digunakan adalah citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS akuisisi tanggal 29 Mei 2013 dan Sentinel-2A Level 2A sesuai area penelitian, perekaman tanggal 30 Maret 2022 yang dipilih karena faktor tidak ada awan yang menutupi area kajian atau paling banyak 20% tutupan awan (Kar *et al.* 2021). Citra Sentinel-2A Level 2A dipilih karena sudah terkoreksi sistematis dalam bentuk nilai reflektan *Top of Atmosfer* (TOA) sehingga tidak perlu dilakukan koreksi geometrik dan radiometrik (Suhet, 2015). Selain itu, citra Sentinel-2A Level 2A memiliki resolusi spasial menengah (10 meter) dan dapat diperoleh secara gratis melalui website resmi *European Space Agency* (ESA)

pada link <https://dataspace.copernicus.eu/> sedangkan citra Landsat 8 OLI/TIRS memiliki resolusi spasial 30 meter dan dapat diakses secara gratis melalui website <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

Tahapan pengolahan data citra satelit atau *pre-processing* Landsat 8 OLI/TIRS dimulai dari koreksi atmosferik *Bottom of Atmosphere* (BOA) menggunakan metode *Dark Object Subtraction* (DOS) pada plugin *Semi Automatic Classification* (SCP) kemudian *cropping area* sesuai wilayah kajian menggunakan perangkat lunak QGIS. Tahapan selanjutnya adalah deliniasi atau proses pemisahan daratan dan lautan menggunakan transformasi algoritma band tertentu (Hasan, 2019). Metode deliniasi yang digunakan adalah *Modified Normalised Difference Water Index* (MNDWI). Indeks ini dibangun berdasarkan perbandingan Band *Green* dan *Mid-infrared*. Band hijau sangat sensitif terhadap turbiditas air dan dapat digunakan untuk mengklasifikasi vegetasi, sedangkan *Mid-infrared* mampu memisahkan daratan dan air karena penyerapan yang tinggi di air dan sebaliknya pada vegetasi (Murray *et.al.*, 2023; Xu, 2006). Proses deliniasi menggunakan metode MNDWI untuk Landsat 8 OLI/TIRS menggunakan persamaan berikut (Julianto *et.al*, 2021; Ko *et al*, 2015):

$$MNDWI = (G-SWIR)/(G+SWIR)$$

Keterangan: G (*Green*) = band 3; SWIR (*Short Wave Infrared*) = band 6

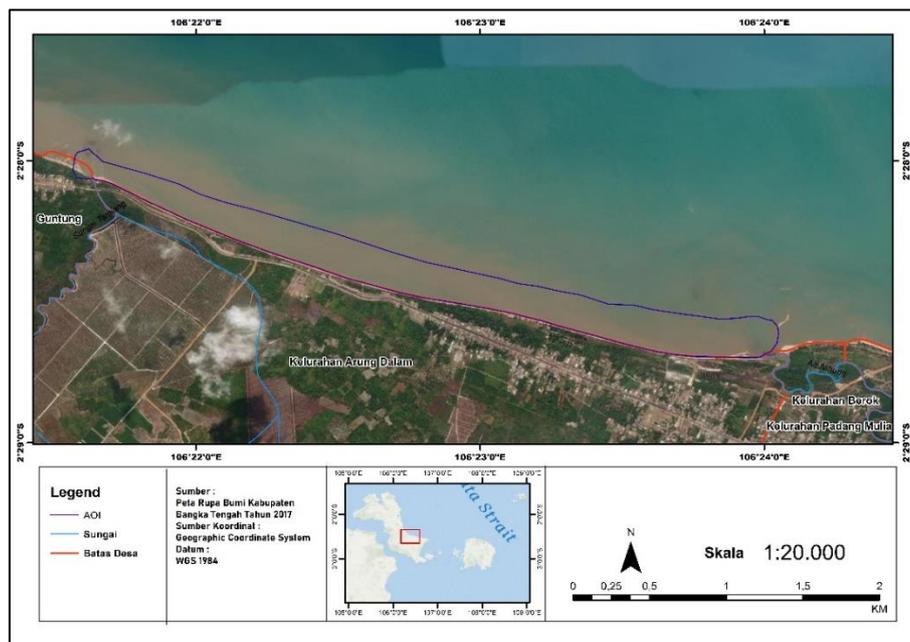
Pada citra sentinel 2A, persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$MNDWI = (G-SWIR)/(G+SWIR)$$

Keterangan: G (*Green*) = band 3; SWIR (*Short Wave Infrared*) = band 11

Tabel 1. Jenis citra dan tanggal akuisisi

No.	Data Citra Satelit	Tanggal Akuisisi	Jenis Sensor	Resolusi (meter)
1	Landsat 8	29/06/2013	<i>Operational Land Imager</i> (OLI)	30
2	Sentinel 2A	30/03/2022	<i>Multi Spectral Instrument</i> (MSI)	10



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Hasil proses deliniasi akan diekstraksi menggunakan pendekatan rasio band. berdasarkan penelitian (Winarso & Budhiman, 2001) terdapat dua tipe rasio band yaitu menggunakan band Green dan band NIR untuk menganalisis garis pantai bervegetasi dan band Green dan SWIR untuk garis pantai dengan tipe pasir dan bebatuan pada Persamaan berikut :

$$If (MNDWI) \leq 0,1,0$$

Hasil ekstraksi akan menunjukkan nilai fitur yang membagi daratan dan lautan dengan nilai 1 untuk daratan dan 0 untuk lautan. Kemudian, hasil data raster tersebut dikonversi menjadi vector untuk mendapatkan garis Pantai yang diinginkan.

Proses pengoreksian garis pantai terhadap pasang surut muka air laut sangat penting untuk dilakukan, hal ini bertujuan untuk menghindari kesalahan saat perekaman citra akibat genangan air laut terhadap garis pantai yang sudah didapatkan. Proses dalam pengkoreksiannya dilakukan dalam beberapa tahap diawali dengan penentuan kemiringan dasar pantai berdasarkan data topo-batimetri yang dapat diperoleh melalui persamaan:

$$\tan \phi = \frac{h}{x}$$

Keterangan : $\tan \phi$ = perbandingan kemiringan pantai /Slope ; h = kedalaman perairan ; x = jarak titik pengukuran kedalaman

Koreksi garis pantai citra terhadap *High Water Line* (HWL) dilakukan dengan mengetahui selisih posisi muka air (η) pada saat perekaman citra terhadap HWL. HWL diperoleh dari konstanta-konstanta pasut dari prediksi melalui Tide Model Driver (Mike Zero) dan BOOST Centre, sehingga jarak pergeseran garis pantai (r) menurut Aryastana *et. al.* (2016) diperoleh melalui persamaan:

$$r = \left(Tk - \left(\frac{Tk}{Tb} - Tx \right) * \tan \phi \right)$$

Keterangan : r = Koreksi garis pantai dalam satuan meter ; Tk = HWL Prediksi dalam satuan meter ; Tb = HWL Bena dalam satuan meter ; Tx = Tinggi pasang surut pada saat perekaman citra dalam satuan meter; $\tan \phi$ = Perbandingan slope di wilayah pesisir /Pantai Arung Dalam.

Digital Shoreline Analysis System (DSAS) merupakan perangkat lunak yang dapat digunakan untuk menghitung laju perubahan garis pantai dari waktu ke waktu secara otomatis menggunakan titik sebagai acuan pengukuran, dimana titik dihasilkan dari perpotongan antara garis transek yang dibuat oleh pengguna dengan garis-garis pantai berdasarkan waktu (Himmelstoss *et al.* 2018). Parameter yang diperlukan dalam DSAS terdiri dari *baseline* yaitu garis acuan, *shorelines* yaitu garis pantai yang akan diukur perubahannya, *transects* yaitu garis tegak lurus dengan baseline yang membagi pias-pias pada garis pantai (Hasan, 2019).

Prinsip kerja analisa perubahan garis pantai menggunakan DSAS yaitu menggunakan titik sebagai acuan pengukuran, dimana titik dihasilkan dari perpotongan antara garis transek yang dibuat oleh pengguna dengan garis-garis pantai berdasarkan waktu atau *shoreline* (Himmelstoss *et al.* 2018). Metode DSAS yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu metode *Net Shoreline Movement* (NSM), *End Point Rate* (EPR) dan *linear Regression Rate* (LRR).

Linear Regression Rate (LRR) dapat memperkirakan variasi laju dengan *Least Squares Regression line* pada semua transek garis pantai. Metode ini mencakup semua data baik itu akurasi dan tren yang dimodifikasi. Metode NSM digunakan untuk mengukur jarak perubahan posisi garis pantai antara garis yang terlama dan garis pantai terbaru. Metode EPR digunakan untuk menghitung laju perubahan garis pantai dengan membagi jarak antara garis pantai terlama dan garis pantai terkini dengan waktunya (Himmelstoss *et al.* 2018). Perhitungan NSM dan EPR dapat diketahui dengan persamaan berikut :

$$NSM = \text{Garis Pantai 2022} - \text{Garis Pantai 2013}$$

Keterangan: $EPR = (\text{Jarak antara garis pantai 2022 dengan 2013}) / (\text{waktu antara garis pantai 2013 dan 2022})$

Nilai negatif dari perhitungan LRR, NSM dan EPR akan menunjukkan kemunduran dari arah ke arah darat dari garis pantai. Sedangkan nilai positif akan mengalami penambahan ke arah laut. Untuk menentukan status abrasi dan akresi di pesisir Arung Dalam dapat dikategorikan menjadi tujuh kategori seperti pada Tabel 2.

Peramalan atau prediksi perubahan garis pantai dimasa mendatang dapat dimodelkan dengan kemiringan pantai (Slope) dan *y-intercept* menggunakan model *End Point Rate* (EPR). Model *End Point Rate* (EPR) digunakan sebagai tool yang pakai untuk meramalkan perubahan garis pantai (Nassar *et al.* 2018). Dalam penelitian ini model EPR akan menghitung dengan dua titik, yaitu titik historis (L1) dan titik akhir (L2). Jika (L) didefinisikan sebagai posisi prediksi garis pantai, (T) untuk jarak tanggal/waktu, (bEPR) untuk model intercept, dan (mEPR) untuk laju perubahan garis pantai. Berdasarkan hal tersebut dapat keahui persamaan sebagai berikut :

$$L = bEPR + mEPR * T$$

Untuk menentukan laju perubahan garis pantai, mEPR menggunakan persmaan :

$$mEPR = (L1 - L2) / (T1 - T2)$$

Intercept EPR dapat dihitung dengan persamaan :

$$bEPR = L1 - mEPR * T1 = L2 - mEPR * T2$$

Kelebihan menggunakan metode ini tidak memerlukan data hidro-oseanografi lainnya seperti, gelombang, angin, angkutan sedimen, dan lain-lain untuk dianalisis. Metode ini hanya berdasarkan data historis perubahan gari pantai melalui data citra saja (Nassar *et al.* 2018). Garis Pantai yang dilakukan prediksi pada daerah yang belum dilakukan pembangunan *seawall*, dikarenakan pada daerah yang sudah terbangun *seawall* diasumsikan tidak mengalami perubahan garis pantai kecuali adanya pengurangan atau penambahan daratan yang di lakukan oleh manusia. Setelah dilakukan pemilihan data dengan nilai korelasi yang tinggi ($R > 0,7$) dan pemilihan daerah yang belum mengalami pembangunan *seawall*. Selanjutnya penentuan model regresi yang digunakan untuk memprediksi perubahan garis pantai pada tahun 2045. Penentuan model regresi dengan cara korelasi regresi dengan variabel X sebagai tahun dan variabel Y atau (LRR) *linear regression rate* sebagai jarak perubahan garis pantai masing-masing tahun dengan *baseline*.

Tabel 2. Klasifikasi laju perubahan garis pantai berdasarkan EPR dan LRR

Kategori	Laju perubahan Garis pantai (m/tahun)	Status garis pantai
1	> -2	Erosi Sangat Tinggi
2	> -1 dan < -2	Erosi Tinggi
3	> 0 dan < -1	Erosi Sedang
4	0	Stabil
5	> 0 dan $< +1$	Akresi Sedang
6	$> +1$ dan $< +2$	Akresi Tinggi
7	$> +2$	Akresi Sangat Tinggi

Sumber : (Natarajan *et al.* 2021)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan Garis Pantai Pesisir Arung Dalam

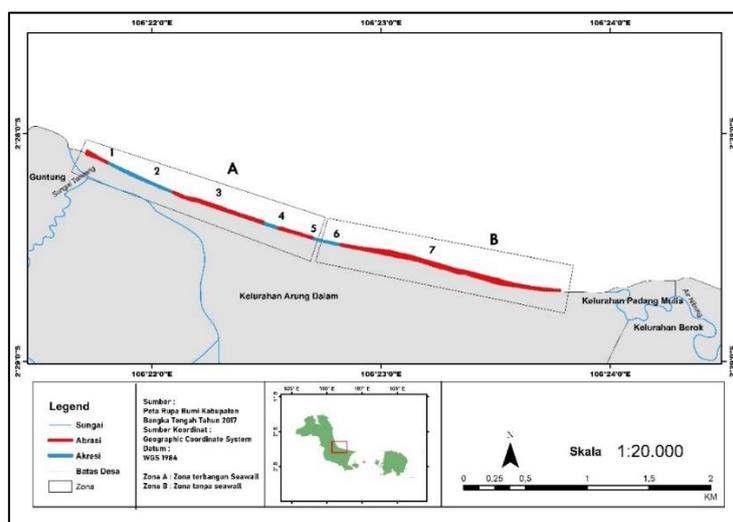
Hasil koreksi garis pantai citra tahun 2013 dan tahun 2022, terlihat dengan jelas bahwa garis pantai sebelum dan setelah terkoreksi dengan *high water line* garis pantai bergeser, dimana garis pantai tahun 2013 terkoreksi bergeser sejauh 9,1m kearah darat dibandingkan dengan belum dikoreksi. Sedangkan pada garis Pantai tahun 2022 bergeser sejauh 7,53 m kearah darat menuju *high water line* Tabel 3. Hal ini terjadi karena perekaman citra pada tahun 2013 terjadi pada saat surut sedangkan pada tahun 2022 terjadi pada saat pasang dan juga kemiringan dasar pantai yang landai sehingga garis pantai akan semakin maju ke arah daratan (Boye *et al.* 2022).

Hasil Deteksi perubahan garis pantai dilakukan pengelompokan 2 zona yaitu, Zona A sebagai daerah yang dibangun Seawall dan zona B tidak dibangun seawall. Selain itu penentuan segmen transek menjadi 7 segmen dari 200 transek pada Gambar 2. Hasil yang telah diperoleh dari analisis pada Citra Landsat 8 OLI/TIRS Tahun 2013 dan Citra Sentinel 2A Tahun 2022 dilihat pada Tabel 4. Dari perubahan garis pantai pada kawasan pesisir Kelurahan Arung Dalam yang menunjukkan perubahan paling besar dengan nilai -28,53 m pengurangan garis pantai pada transek ke 165 dan penambahan garis pantai paling besar dengan nilai 8,56 m pada transek ke 22 segmen 2 .

Hasil deteksi tahun 2013-2022 pada Zona A menunjukkan abrasi terbesar terjadi pada segmen 1 (transek 1- 10) ditunjukkan pada tabel 4 dan Gambar 3. Rata-rata jarak abrasi sebesar -9,19 m dan rata-rata laju abrasi sebesar -1,05 m/tahun ditunjukkan pada gambar 3 abrasi yang signifikan pada deteksi 2013-2022 terjadi sepanjang zona B segmen 7. kondisi perubahan garis pantai menunjukkan abrasi sangat tinggi pada segmen 7 (transek 110-200) dengan rata-rata jarak abrasi sebesar -28,53 m dan rata-rata laju abrasi sebesar -1,75 m/tahun Gambar 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Nilai koreksi garis pantai terhadap pasang surut saat perekaman citra

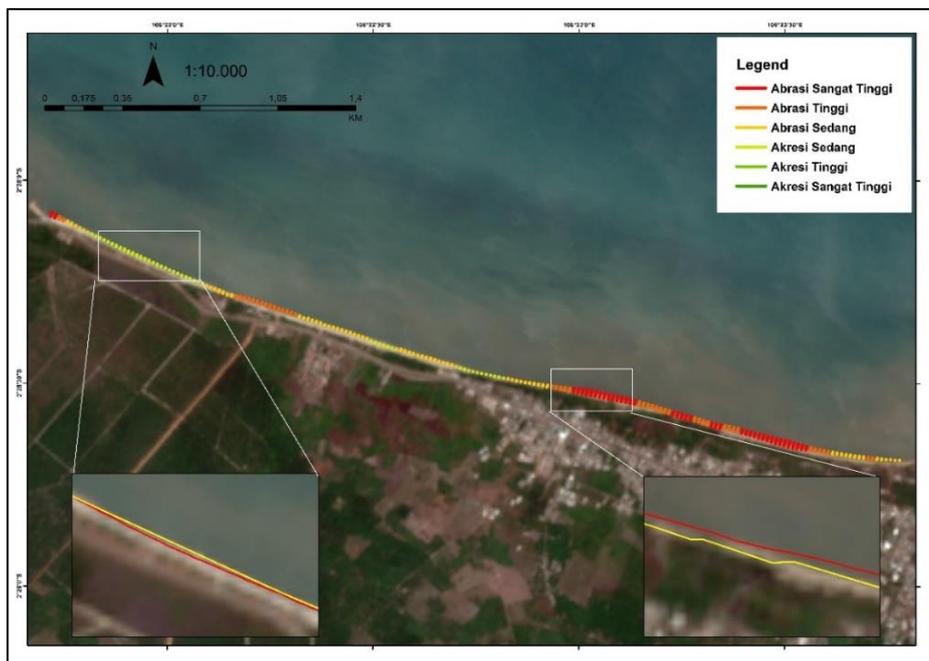
Citra Satelit	Tanggal	Waktu Akuisisi		Kondisi Pasut	Elevasi (m)	MSL (m)	HWL (m)	Jarak Pergeseran (m)
		UTC	WIB					
Landsat 8	29/06/2013	03:07:25	10:07:25	Surut	2.21	2.27	3.53	9.1
Sentinel 2A	30/03/2022	02:55:51	09:55:51	Pasang	2.88	2.44	3.76	7.53



Gambar 2. Peta pembagian segmen dan zona

Tabel 4. Nilai Perubahan Garis Pantai Berdasarkan NSM dan EPR di Kelurahan Arung Dalam

Segmen	Transek	NSM (m)			EPR (m/tahun)			Ket
		MIN	MAX	Rerata	MIN	MAX	Rerata	
1	1-10	-0.50	-23.07	-9.19	-0.06	-2.64	-1.05	Abrasi
2	11-38	0.71	8.56	4.62	0.08	0.98	0.53	Akresi
3	39-77	-1.58	-12.74	-7.71	-0.18	-1.46	-0.88	Abrasi
4	78-83	3.05	5.29	4.31	0.35	0.60	0.49	Akresi
5	84-98	-2.26	-6.97	-4.79	-0.26	-0.80	-0.55	Abrasi
6	99-109	0.27	3.55	1.83	0.03	0.41	0.21	Akresi
7	110-200	-0.26	-28.53	-28.53	-0.03	-3.26	-1.75	Abrasi



Gambar 3. Peta status dan kondisi perubahan garis pantai kelurahan Arung Dalam

Menurut Pratama *et al.*, (2023) Jika transpor sedimen yang masuk lebih besar dibandingkan dengan transpor sedimen yang keluar, maka pantai akan mengalami akresi, begitu juga sebaliknya apabila transpor sedimen yang keluar lebih besar dibandingkan dengan transpor sedimen yang masuk, maka pantai akan mengalami abrasi. Penelitian yang dilakukan Barus *et al.* (2020) menunjukkan bahwa akresi tertinggi sebesar 25,8 m/tahun terjadi di mulut Muara Sungai Musi, hal tersebut dipengaruhi oleh Aliran dari sungai yang terus bergerak menuju laut dengan gelombang relatif kecil, yang kemudian akan membawa angkutan sedimen dari hulu cukup besar. Saat air surut sedimen terdorong ke muara kemudian menyebar ke laut dan sedimen yang tersuspensi akan mengendap. Hal ini sesuai dengan penelitian Restie *et al.*, (2023) bahwa transpor sedimen sepanjang pantai akan membawa sedimen terangkut sampai jauh sesuai dengan penjalaran gelombang dan menyebabkan perubahan garis pantai.

Faktor lain yang mempengaruhi perubahan garis pantai adalah pada saat gelombang air laut sampai di bibir pantai, tepi pantai akan terkikis oleh air laut terutama pada saat priode musim angin barat karena pada saat musim angin barat gelombang air laut cukup tinggi (Hidayat *et al.*, 2023). Kondisi Gelombang yang terjadi pada Pesisir Timur Perairan Bangka khususnya, menunjukkan

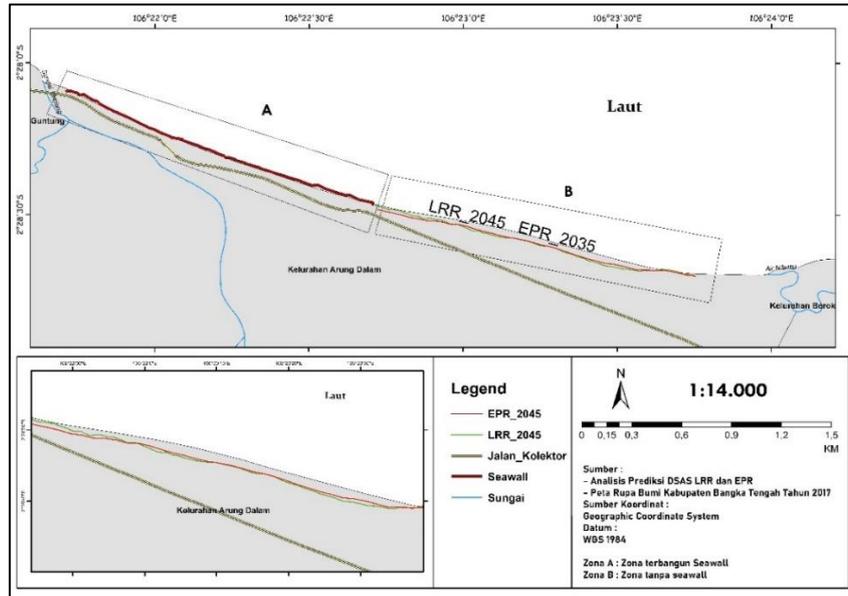
bahwa puncak maksimum tinggi gelombang terjadi pada musim barat dan timur (Ginanjar *et al.*, 2021; Wiguna *et al.*, 2020). Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Pamungkas (2018), bahwa pada saat musim barat gelombang yang terbentuk di Laut Natuna akan menjalar ke Pesisir Timur Perairan Bangka. Sama halnya dengan musim timur, gelombang yang berasal dari Perairan Jawa akan menjalar menuju Laut Natuna hingga menuju ke Pesisir Timur Perairan Bangka yang cenderung terbuka. Gelombang yang demikian akan menghantam pantai secara intensif karena daerah pesisir yang berorientasi pada perairan terbuka dan tegak lurus terhadap arah datangnya gelombang. Menurut Purba & Jaya (2004) bahwa bagian pantai yang menjorok ke arah laut umumnya akan terjadi fenomena difraksi gelombang laut dan gerak eddy, sehingga proses abrasi akan lebih intensif. Bagian pantai yang menjorok ke arah darat umumnya cenderung mengalami akresi. Penelitian yang dilakukan oleh Apriansyah *et al.*, (2019) menyebutkan bahwa tinggi gelombang signifikan diperoleh nilai ketinggian maksimal hingga 0.13 meter dengan frekuensi gelombang antara 0.12 – 0.71 Hz dan energi gelombang yang didapatkan sebesar 21.87 Joule/m. Besarnya energi gelombang yang dihasilkan mengakibatkan perubahan garis pantai di Perairan Batu Burung Singkawang, Kalimantan Barat.

Pembangunan *Seawall* pada Zona A difungsikan untuk mengamankan ruas jalan akses penghubung antara Kota Pangkalpinang, Bangka Tengah, dan Bangka Selatan. Selain itu pembangunan *Seawall* diharapkan mencegah terjadinya abrasi dan gelombang tinggi, sehingga mengurangi risiko banjir rob (Bidang Informasi dan Komunikasi Publik Pemerintah Kabupaten Bangka Tengah, 2022). Menurut retraubun *et al.*, (2021) *Seawall* bertujuan untuk melindungi dari erosi dan kerusakan lain yang disebabkan oleh hambatan gelombang. *Seawall* biasanya digunakan untuk melindungi pantai terhadap gelombang yang cukup besar karena bangunan ini merupakan struktur perlindungan pantai yang diletakan sejajar garis pantai yang berfungsi menahan gelombang penuh dan sebagai penahan timbunan tanah (Sopamena *et al.*, 2019). Melihat kondisi pantai dan garis pantai Arung Dalam pada Zona A yang semakin menuju ruas jalan dan bagian daratannya terkikis oleh gelombang maka pembangunan *seawall* dianggap paling tepat untuk mencegah terjadinya abrasi. Hal ini dimaksudkan agar dapat menahan energi gelombang dan mencegah terjadinya limpasan gelombang yang mengakibatkan abrasi

Prediksi Perubahan Garis Pantai Pesisir Arung Dalam

Hasil Prediksi perubahan garis pantai yang ditunjukkan pada Gambar 4, Metode LRR menunjukkan bahwa terjadi yang dominan pada Segmen 7 dengan rata-rata laju abrasi sebesar -0,917 m/tahun. Abrasi terbesar terjadi pada segmen 6 dengan rata-rata laju abrasi sebesar -1,66 m/tahun. Sedangkan Metode EPR menunjukkan bahwa abrasi sebesar -1,82 m/tahun dengan rata-rata laju abrasi sebesar -1,03 m/tahun.

Prediksi perubahan garis Pantai pada muara Sungai tidak dilakukan karena pada daerah tersebut perubahan yang terjadi melibatkan proses dinamika muara yang kompleks sehingga deteksi menggunakan metode penginderaan jauh akan menyebabkan hasil yang tidak akurat. Prediksi perubahan garis pantai menunjukkan Zona B diindikasikan pada tahun 2045 akan dominan mengalami abrasi (pengurangan daratan) Gambar 4. Karakteristik morfologi Pantai Arung Dalam menunjukkan kemiringan yang landai, membuatnya rentan terhadap perpindahan partikel (Hidayah *et al.*, 2020). Faktor hidro-oseanografi seperti gelombang, arus, dan pasang surut turut mempengaruhi perubahan garis pantai. Model matematis menggunakan metode EPR dan LRR dalam prediksi garis pantai, namun tidak mempertimbangkan variabel hidro-oseanografi. Penelitian serupa telah dilakukan di beberapa tempat, dan akurasi prediksi garis pantai menggunakan LRR diketahui lebih tinggi daripada EPR. Prediksi garis pantai di garis pantai Muara Rio Chacahua, Verde, Tehuantepec, Playa las Escolleras, dan Playa Chipehua menunjukkan fluktuasi maksimum dalam 10-20 tahun ke depan (Laksono *et al.* 2021). Garis pantai Chinna Vaaikal dan beberapa lokasi lainnya juga diprediksi mengalami erosi (Natarajan *et al.* (2021). Prediksi menunjukkan bahwa zona B yang tidak dilindungi oleh *seawall* akan sangat rentan terhadap erosi, dan perubahan ini perlu diantisipasi sebagai upaya mitigasi untuk melindungi kawasan pesisir dan masyarakat pesisir di Kawasan Arung Dalam.



Gambar 4. Peta prediksi perubahan garis pantai kelurahan arung dalam tahun 2045

KESIMPULAN

Deteksi perubahan garis Pantai pada kawasan kelurahan Arung Dalam dengan laju abrasi rerata tertinggi sebesar-1,75 m. Prediksi menggunakan metode LRR *linear regression rate* dan EPR *end point rate* diperkirakan akan mengalami kecenderungan abrasi yang dominan di sepanjang kawasan pesisir Kelurahan Arung Dalam. Kawasan pesisir kelurahan Arung Dalam yang tidak memiliki pengaman Pantai baik buatan maupun alami akan rentan terhadap perubahan garis Pantai.

DAFTAR PUSTAKA

- Boye, C.B., Baffoe, P.E., & Ketibuah, J.N. (2022). Assessment of Shoreline Change Along the Sandy Beach of Ellembele District of Ghana. *Geoplanning: Journal of Geomatics and Planning*, 9(1), 17-24. doi: 10.14710/geoplanning.9.1.17-24
- DKP Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. (2018). Statistik Perikanan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung 2017. Pangkalpinang (ID): DKP Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.
- Hasan, Z.M., Citra, A.P.I., & Nugraha, A.S.A. (2019). Monitoring Perubahan Garis Pantai Di Kabupaten Jembrana Tahun 1997 – 2018 Menggunakan Modified Difference Water Index (MNDWI) Dan Digital Shoreline Analysis System (DSAS). *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 7(3), 93-102. doi: 10.23887/jjjpg.v7i3.21507.
- Hidayah, Z & Apriyanti, A. (2020). Deteksi Perubahan Garis Pantai Teluk Jakarta Bagian Timur Tahun 2003-2018. *Jurnal Kelautan*, 13(2), 143-150.
- Hidayat, S.I., Akhrianti, I., & Pamungkas, A. (2023). Analisis Perubahan Garis Pantai Di Pantai Matras Kabupaten Bangka Kepulauan Bangka Belitung. *Journal of Tropical Marine Science*, 6(1), 69-75.
- Himmelstoss, E.A., Henderson, R.E., Kratzmann, M.G. & Farris, A.S. (2018). Digital shoreline analysis system (DSAS) version 5.0 user guide (No. 2018-1179). US Geological Survey.
- Julianto, F.D., Fathurohman, C.R., Rahmawati, S.D. & Ihsanudin, T. (2021). Shoreline Changes After The Sunda Strait Tsunami On The Coast Of Pandeglang Regency, Banten. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences*, 17(2), 201-208
- Kar, P.K., Mohanty, P.K., Pradhan, S., Behera, B., Padhi, S.K. & Mishra, P. (2021). Shoreline change along Odisha coast using statistical and geo-spatial techniques. *Journal of Earth System Science*, 130, 1-20. doi: 10.1007/s12040-021-01703-1.

- Ko, B. C., Kim, H.H., & Nam, J.Y. (2015). Classification of Potential Water Bodies Using Landsat 8 OLI and a Combination of Two Boosted Random Forest Classifiers. *Sensors*, 15, 13763-13777. doi: 10.3390/s150613763.
- Laksono, F. A. T., Borzi, L., Distefano, S., Di Stefano, A., & Kovács, J. (2022). Shoreline prediction modelling as a base tool for coastal management: the Catania plain case study (Italy). *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(12), 1988. doi: 10.3390/jmse10121988.
- Mardyani, Y., Kurnia, R., & Adrianto, L. (2019). Status Pengelolaan Perikanan Skala Kecil Berbasis Zonasi Di Wilayah Perairan Kabupaten Bangka. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 11(2), 125-137. doi: 10.15578/jkpi.11.2.2019.125-137.
- Maulud, K.N.A., Selamat, S.N., Mohd, F.A., Noor, N.M., Jaafar, W.S.W.M., Kamarudin, M.K.A., Ariffin, E.H., Adnan, N.A., & Ahmad, A. (2022). Assessment of Shoreline Changes for the Selangor Coast, Malaysia, Using the Digital Shoreline Analysis System Technique. *Urban Science*, 6(4), 71. doi: 10.3390/urbansci6040071
- Nassar, K., Fath, H., Mahmud, W.E., Masria, A., Nadaoka, K. & Negm, A. (2018). Automatic detection of shoreline change: case of North Sinai coast, Egypt. *Journal of Coastal Conservation*, 22, 1057-1083.
- Natarajan, L., Sivagnanam, N., Usha, T., Chokkalingam, L., Sundar, S., Gowrappan, M. & Roy, P.D. (2021). Shoreline changes over last five decades and predictions for 2030 and 2040: a case study from Cuddalore, southeast coast of India. *Earth Science Informatics*, 14: 1315-1325.
- Pamungkas, A. (2018). Karakteristik Parameter Oseanografi (Pasang-Surut, Arus, dan Gelombang) di Perairan Utara dan Selatan Pulau Bangka. *Buletin Oseanografi Marina*, 7(1), 51-58. doi: 10.14710/buloma.v7i1.19042.
- Suher. (2015). Sentinel-2 User Handbook. European Space Agency.
- Wawan, W. (2022). Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan Metode DSAS di Desa Karimunting Kabupaten Bengkayang. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu Dan Pendidikan Geografi*, 6(1), 121-131.
- Xu, H., (2006). Modification of Normalised Difference Water Index (NDWI) to Enhance Open Water Features in Remotely Sensed Imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 27, 3025-3033.
- Ginjar, Y. C., Yonvitner, & Nurjaya, I. W. (2021). Evaluasi Perubahan Garis Pantai Pesisir Timur Bangka Menggunakan Metode Digital Shoreline Analysis System. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 11(2), 162-174.