

ANALISIS PENGARUH PEMBANGUNAN DETACHED BREAKWATER TERHADAP PERLINDUNGAN GARIS PANTAI DI PULAU BENGKALIS MENGGUNAKAN PENGINDERAAN JAUH

Edi Kurniawan*, Sigit Sutikno, Muhammad Yusa

Fakultas Teknik, Universitas Riau

Email: kurniawanatthariq@gmail.com

Abstrak

Garis pantai adalah batas antara air darat dan air laut yang posisinya selalu berubah secara dinamis. Perubahan garis pantai disebabkan oleh gangguan transportasi sedimen di sepanjang pantai, berkurangnya pasokan sedimen, gangguan bangunan, dan rendahnya kondisi tebing sehingga tidak dapat menutupi gelombang (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2015). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui respon garis pantai pasca pembangunan struktur breakwater terpisah di pantai utara Pulau Bengkalis. Data citra satelit Sentinel-2 digunakan dalam penelitian ini untuk kemudian dianalisis menggunakan alat Digital Shorelines Analysis System (DSAS). Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat variasi respon garis pantai terhadap struktur yang telah dibangun. Pada periode 2016 – 2022 garis pantai mengalami perubahan, baik akresi maupun abrasi. Perubahan maksimum di garis pantai depan adalah panjang 189,09 meter dengan tingkat penambahan 30,5 meter / tahun. Sedangkan perubahan maksimum pada garis pantai belakang adalah sepanjang 144,56 meter dengan laju abrasi 23,32 meter/tahun. Secara keseluruhan, pembangunan pemecah gelombang terpisah berdampak positif pada garis pantai, sehingga meningkatkan luas daratan di pantai utara Pulau Bengkalis.

Kata Kunci: Abrasi, Akresi, Perubahan Garis Pantai, DSAS, Pemecah Gelombang Terpisah, MNDWI.

Abstract

The coastline is the boundary between land and sea water whose position is always changing dynamically. Changes in coastlines are caused by disturbances to sediment transport along onshore, reduced sediment supply, disturbances of buildings, and low condition of the cliffs therefore they can't cover the waves (Ministry of Public Works and Housing, 2015). The purpose of this study is to determine the response of the coastline after the construction of detached breakwater structure on the north coast of Bengkalis Island. Sentinel-2 imagery data used in this study and then analyzed using the Digital Shorelines Analysis System (DSAS) tool. The results of the analysis show that there are have variations of the shoreline response to the structures that have been built. In the period 2016

How to cite:	Edi Kurniawan, Sigit Sutikno, Muhammad Yusa (2023) Analisis Pengaruh Pembangunan Detached Breakwater terhadap Perlindungan Garis Pantai di Pulau Bengkalis Menggunakan Penginderaan Jauh, (8) 11, http://dx.doi.org/10.36418/syntax-literate.v6i6
E-ISSN:	2548-1398
Published by:	Ridwan Institute

Analisis Pengaruh Pembangunan Detached Breakwater terhadap Perlindungan Garis Pantai di Pulau Bengkalis Menggunakan Penginderaan Jauh

– 2022 the coastline has changes, both accretion and abrasion. The maximum change in the forward coastline is 189.09 meters long with an accretion rate of 30.5 meters/year. While the maximum change in the backward coastline is 144.56 meters long with an abrasion rate of 23.32 meters/year. Overall, the construction of detached breakwaters has a positive impact on the coastline, thus increasing the land area on the north coast of Bengkalis Island.

Keyword: *Abrasion, Accretion, Coastline Change, DSAS, Detached Breakwater, MNDWI*

Pendahuluan

Pengamanan pantai merupakan upaya untuk melindungi dan mengamankan daerah pantai dan muara sungai dari kerusakan akibat erosi, abrasi, dan akresi (Sulaiman, 2018). Pengamanan pantai tidak hanya penting dalam rangka mempertahankan luasan daratan akan tetapi pengamanan pantai sangat erat kaitannya dengan aktivitas masyarakat lokal. Berbagai fasilitas umum seperti infrastruktur jalan, pemukiman serta pelabuhan juga tidak kalah penting yang harus dilindungi dari kerusakan akibat erosi dan akresi.

Pulau Bengkalis merupakan salah satu dari dua pulau besar yang ada di Kabupaten Bengkalis. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Bengkalis (2021) terdapat dua kecamatan di Pulau Bengkalis yaitu Kecamatan Bengkalis dan Kecamatan Bantan dengan luas sebesar 905,17 Km². Pada kurun waktu 26 tahun terakhir telah terjadi abrasi di Pulau Bengkalis dengan laju abrasi rata-rata 59 ha/tahun, dan laju sedimentasi 16.5 ha/ tahun.

Hal ini menunjukkan bahwa pulau Bengkalis mengalami pengurangan luas daratan yang cukup besar yaitu rata-rata 42.5 ha/tahun (Sutikno, 2014). Adanya laju abrasi yang tidak seimbang dengan lajunya akresi maka akan berdampak terhadap pengurangan luas daratan di Pulau Bengkalis. Abrasi terbesar terjadi pada tahun 2004-2020 dimana abrasi mencapai 1036 ha dan abrasi terkecil terjadi antara tahun 1988-2004 yaitu sebesar 653 ha (Nabilla, Mubarak, & Elizal, 2021). Hal ini tentu saja mengancam potensi-potensi yang ada seperti potensi perikanan dan potensi pariwisata.

Tingkat abrasi yang paling besar terjadi pada ujung pulau bagian timur. Lokasi tersebut berada di bagian utara Pulau Bengkalis yang secara geografis berhadapan langsung dengan Selat Malaka. Oleh karena itu, banyak bangunan infrastruktur yang dibangun dalam rangka menanggulangi abrasi, salah satunya adalah bangunan pemecah gelombang lepas pantai (detached breakwater) dan revetment.

Penelitian terhadap perubahan garis pantai perlu dilakukan untuk melihat panjang perubahan garis pantai dan laju perubahan garis pantai baik yang mengalami abrasi maupun yang mengalami akresi dengan tujuan untuk melihat respon garis pantai di lokasi yang sudah dibangun pemecah gelombang lepas pantai (detached breakwater). Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan perangkat yang tidak bersentuhan dengan objek, daerah, atau fenomena yang diselidiki (Lillesand, Kiefer, & Chipman, 2015);(Andini & Murhaban, 2021).

Penginderaan jauh adalah seni, ilmu pengetahuan, dan teknologi mengamati suatu objek, pemandangan, atau fenomena dengan teknik berbasis instrument (Aggarwal, 2004). Penginderaan jauh erat kaitannya dengan pengamatan objek yang ada di bumi melalui sensor yang ada pada satelit. Informasi objek yang didapat pada permukaan bumi kemudian diolah, dianalisa dan diinterpretasikan untuk disajikan menjadi bahan informasi secara spasial meliputi posisi, jenis objek dan waktu.

Digital Shoreline Analysis System (DSAS) merupakan free software yang dikembangkan oleh United States Geological Survey (USGS) (Thieler, Himmelstoss, Zichichi, & Ergul, 2009). Perangkat lunak ini terintegrasi pada perangkat lunak penginderaan jauh yang memungkinkan pengguna untuk menghitung perubahan garis pantai dari beberapa seri waktu. Perhitungan jarak perubahan tiap garis pantai dapat dianalisis menggunakan metode Net Shoreline Movement (NSM) dan End Point Rate (EPR) (Setiabudi & Maryanto, 2018).

Net Shoreline Movement (NSM) merupakan metode untuk menghitung jarak antara digitasi pantai tahun pertama dan tahun akhir pada tiap transect dengan satuan meter sedangkan End Point Rate (EPR) dihitung dengan membagi jarak pergerakan garis pantai antara garis pantai pertama dan garis pantai akhir berdasarkan waktu (Lazuardi, Karim, & Sugianto, 2022).

Citra Sentinel-2 merupakan satelit yang diluncurkan oleh kerjasama antara The European Commission dan European Space Agency di dalam program Global Monitoring for Environment and Security (GMES) (Muhtar, 2022). Satelit ini diluncurkan untuk memantau kondisi permukaan bumi, sehingga mampu memberikan informasi kondisi terkini bumi dari angkasa untuk aplikasi lingkungan dan keamanan (Oktaviani & Kusuma, 2017).

Satelit Sentinel-2 direncanakan meluncur pada akhir 2013, namun peluncuran satelit sentinel-2A baru terlaksana pada 23 Juni 2015 sedangkan untuk satelit sentinel-2B diluncurkan pada 7 Maret 2017. Satelit ini memiliki misi menggabungkan kemampuan SPOT dan Landsat untuk memindai permukaan bumi.

Adapun satelit sentinel memiliki kelebihan sebagai berikut: (a) Cakupan daratan global yang sistematis dari 56°LS hingga 84°LU termasuk perairan pesisir, laut Mediterania, dan Antartika. (b) Resolusi temporal tinggi yaitu setiap 5 hari di khatulistiwa dengan kondisi penampakan yang sama. (c) Multi resolusi spasial yaitu 10 m, 20 m, dan 60m. (d) Memiliki 13 kanal multispektral termasuk VNIR dan SWIR. (e) Bidang pandang yang luas yaitu 290 km.

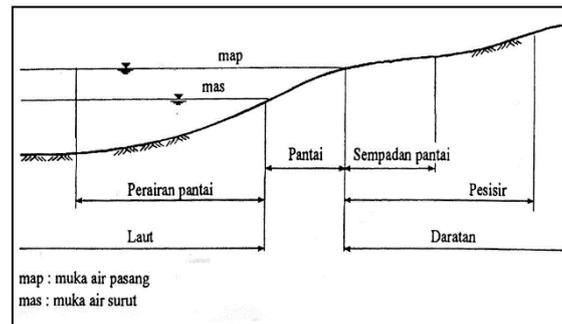
Kanal Satelit Sentinel-2 dibuat dengan mengacu pada kanal-kanal yang terdapat pada SPOT dan Landsat. Perubahan lebar kanal dan penambahan kanal dilakukan pada Sentinel-2 untuk menyempurnakan performa dalam observasi bumi. Pantai dapat diartikan sebagai suatu wilayah di mana wilayah daratan bertemu dengan wilayah lautan. Selain itu, pantai juga merupakan daerah atau tempat di mana gaya-gaya yang berasal dari laut direaksikan ke daratan (Center, 1977).

Sedangkan menurut Bambang Triatmodjo (1999), dijelaskan bahwa wilayah pantai dibagi menjadi dua yaitu pesisir dan pantai. Pesisir adalah daerah darat di tepi laut

Analisis Pengaruh Pembangunan Detached Breakwater terhadap Perlindungan Garis Pantai di Pulau Bengkalis Menggunakan Penginderaan Jauh

yang masih mendapat pengaruh laut seperti pasang surut, angin laut dan perembesan air laut. Sedangkan pantai adalah daerah di tepi perairan yang dipengaruhi air pasang tertinggi dan air surut terendah.

Daerah daratan merupakan daerah yang terletak di atas dan di bawah permukaan daratan dimulai dari batas garis pasang tertinggi. Sedangkan daerah lautan merupakan daerah yang terletak di atas dan di bawah permukaan laut dimulai dari sisi laut pada garis surut terendah, termasuk dasar laut dan bagian bumi di bawahnya.



Gambar 1 Batasan Pantai Triatmodjo (1999)

Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) adalah metode yang digunakan untuk mempertegas batasan antara badan air dan daratan (Hasan, Citra, & Nugraha, 2019). Xu (2006) telah mengembangkan metode MNDWI yaitu dengan mengganti kanal Near Infrared (NIR) menjadi kanal Shortwave Infrared (SWIR) pada NDWI. Perhitungan MNDWI akan menghasilkan tiga hal sebagai berikut: (a) Air akan memiliki nilai positif yang lebih besar daripada di NDWI karena menyerap lebih banyak cahaya Medium Infrared (MIR) daripada cahaya Near Infrared (NIR). (b) Daratan akan memiliki nilai negatif. (c) Tanah dan vegetasi akan tetap bernilai negatif karena tanah memantulkan cahaya Medium Infrared (MIR) lebih banyak daripada cahaya Near Infrared (NIR) dan vegetasi memantulkan cahaya Medium Infrared (MIR) lebih banyak daripada cahaya hijau.

Kontras antara air dan lahan dengan metode MNDWI akan sangat signifikan karena meningkatnya nilai fitur air dan menurunnya nilai lahan dari positif menjadi negatif. Peningkatan kualitas air yang lebih besar dalam citra hasil pengolahan metode MNDWI akan menghasilkan ekstraksi fitur perairan terbuka yang lebih akurat karena lahan terbangun, tanah, dan vegetasi semuanya bernilai negatif sehingga dapat ditekan dan bahkan dihilangkan. Rumus MNDWI dinyatakan sebagai berikut:

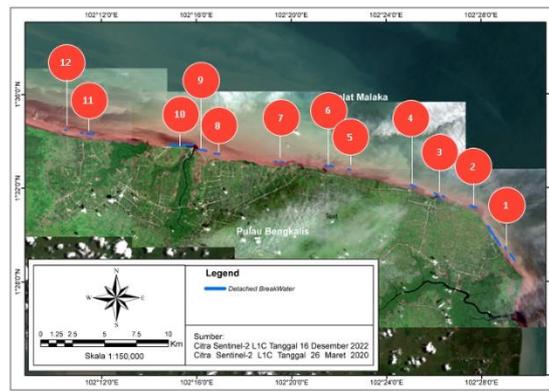
$$\text{MNDWI} = \frac{\text{Green} - \text{SWIR}}{\text{Green} + \text{SWIR}}$$

Dimana SWIR (Shortwave Infrared) adalah kanal 11 pada citra sentinel-2 sedangkan Green adalah kanal 3 pada citra sentinel-2.

Metode Penelitian

Garis pantai didapat dari data citra sentinel-2 tahun 2016, 2018, 2020 dan 2022. Citra sentinel-2 diunduh melalui website USGS kemudian diolah menggunakan perangkat lunak penginderaan jauh sehingga didapat garis pantai pada tahun tinjauan. Adapun tahapan dalam mengolah data citra yaitu: koreksi radiometrik, pemotongan citra, analisis garis pantai menggunakan metode MNDWI, konversi raster ke polygon, konversi polygon ke line dan analisis perubahan garis pantai menggunakan DSAS.

Pantai utara Pulau Bengkalis di Kecamatan Bantan menjadi lokasi penelitian yang dipilih karena merupakan daerah rawan abrasi dan banyak dibangun pemecah gelombang lepas pantai (detached breakwater). Adapun segmentasi lokasi pembangaun pemecah gelombang lepas pantai dapat dilihat pada Gambar 2 dan Tabel 1.



Gambar 2 Lokasi Penelitian

Tabel 1 Lokasi Pemecah Gelombang Lepas Pantai

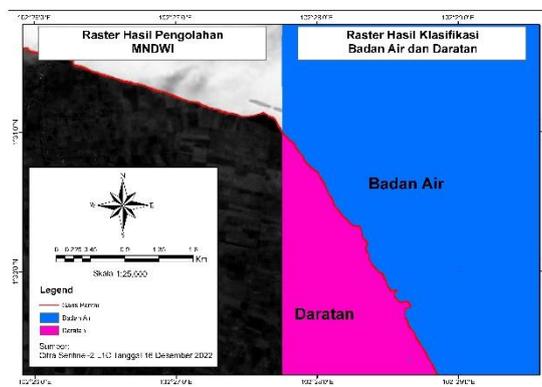
Lokasi	Lokasi	Tahun dibangun
Lokasi 1	Desa Teluk Pambang, Desa Pambang Baru Lokasi 1 dan Desa Pambang Pesisir	2013, 2017, 2021 dan 2022
Lokasi 2	Desa Pambang Baru Lokasi 2	2021
Lokasi 3	Desa Muntai	2016 dan 2017
Lokasi 4	Desa Muntai Barat	2017
Lokasi 5	Desa Bantan Timur Lokasi 1	2017
Lokasi 6	Desa Bantan Timur Lokasi 2	2022
Lokasi 7	Desa Bantan Air	2021
Lokasi 8	Desa Teluk Papal	2016 dan 2017
Lokasi 9	Desa Mentayan	2022
Lokasi 10	Desa Selat Baru	2016 dan 2017
Lokasi 11	Desa Deluk	2017 dan 2022
Lokasi 12	Desa Jangkang	2017

Pengolahan data citra diawali dengan melakukan koreksi radiometrik. Koreksi radiometrik data citra merupakan pemrosesan gambar digital untuk meningkatkan ketepatan besaran nilai kecerahan. Tujuan utama penerapan koreksi radiometrik adalah untuk mengurangi pengaruh kesalahan atau inkonsistensi nilai kecerahan citra yang dapat membatasi kemampuan seseorang untuk menginterpretasikan atau memproses dan menganalisis citra digital penginderaan jauh secara kuantitatif.

Analisis Pengaruh Pembangunan Detached Breakwater terhadap Perlindungan Garis Pantai di Pulau Bengkalis Menggunakan Penginderaan Jauh

Pada bagian ini, kesalahan dan inkonsistensi radiometrik akan disebut sebagai noise, yang dapat dianggap sebagai variasi spasial atau temporal yang tidak diinginkan dalam kecerahan gambar yang tidak terkait dengan variasi pada permukaan yang dicitrakan (Stow, 2017). Koreksi radiometrik citra Sentinel-2 pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak open source QGIS 3.22.10.

Tahapan berikutnya adalah pemotongan citra yang bertujuan agar lebih memfokuskan lokasi penelitian pada tahapan berikutnya yaitu di bagian pantai utara Pulau Bengkalis Kecamatan Bantan, mulai dari lokasi 1 sampai dengan lokasi 12. Garis pantai didapat dengan cara membedakan antara badan air dan daratan pada kondisi pasang menggunakan metode Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI). Citra sentinel-2 sebelum dan sesudah pengolahan disajikan pada Gambar 3.



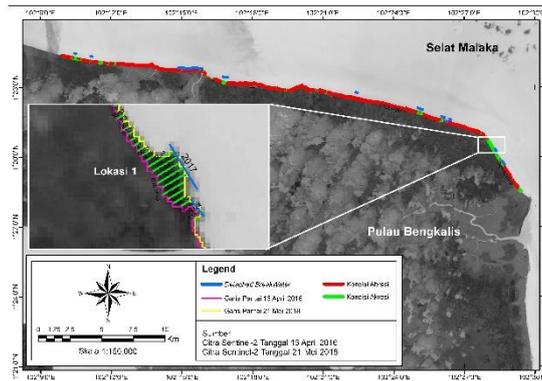
Gambar 3 Raster Hasil Pengolahan MNDWI

Setelah mendapatkan batasan antara badan air dan daratan, citra hasil pengolahan MNDWI dikonversi kedalam polygon dan selanjutnya menjadi line yang nantinya akan dijadikan sebagai garis pantai untuk analisis perubahan garis pantai

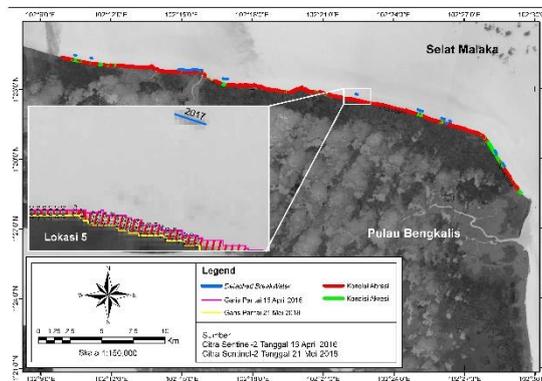
Hasil dan Pembahasan

Hasil Analisis Perubahan Garis Pantai Tahun 2016 dan 2018

Hasil analisis perubahan garis pantai tinjauan tahun 2016 dan 2018 disajikan pada Gambar 4, Gambar 5 dan Tabel 2. Perubahan maju garis pantai terbesar terjadi pada lokasi 1 dengan rata-rata 32,79 m dengan laju perubahan maju garis pantai rata-rata sebesar 15,66 m/tahun. Sedangkan perubahan mundur garis pantai terbesar terjadi di lokasi 5 dengan rata-rata 39,93 m dengan laju perubahan mundur garis pantai rata-rata sebesar 19,08 m/tahun. Jumlah perubahan luas daratan analisis 2016 dan 2018 pada lokasi pembangunan detached breakwater adalah berkurang seluas 4,61 Ha.



Gambar 4 Perubahan Garis Pantai Tahun 2016 dan 2018 Kondisi Akresi



Gambar 5 Perubahan Garis Pantai Tahun 2016 dan 2018 Kondisi Abrasi

Tabel 2 Perubahan garis pantai tahun tinjauan 2016 dan 2018

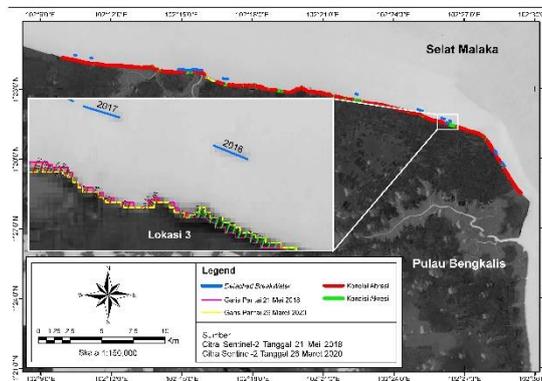
Lokasi	NSM Rata-rata (m)		EPR Rata-rata (m/tahun)		Δ Luas (Ha)
	Akresi	Abrasi	Akresi	Abrasi	
Lokasi 1	32,79	-15,30	15,66	-7,31	0,94
Lokasi 2	9,73	-5,30	4,65	-2,53	-0,27
Lokasi 3	23,95	-28,95	11,44	-13,83	-1,35
Lokasi 4	28,24	-0,98	13,49	-0,47	1,06
Lokasi 5	-	-39,93	-	-19,08	-0,49
Lokasi 6	-	-24,05	-	-11,49	-1,51
Lokasi 7	13,56	-3,34	6,48	-1,60	-0,03
Lokasi 8	32,02	-20,96	15,30	-10,01	0,42
Lokasi 9	-	-14,83	-	-7,09	-1,70
Lokasi 10	12,39	-13,89	5,92	-6,64	-2,26
Lokasi 11	18,16	-2,84	8,67	-1,35	0,38
Lokasi 12	19,41	-	9,27	-	0,20
Jumlah					-4,61

Hasil Analisis Perubahan Garis Pantai Tahun 2018 dan 2020

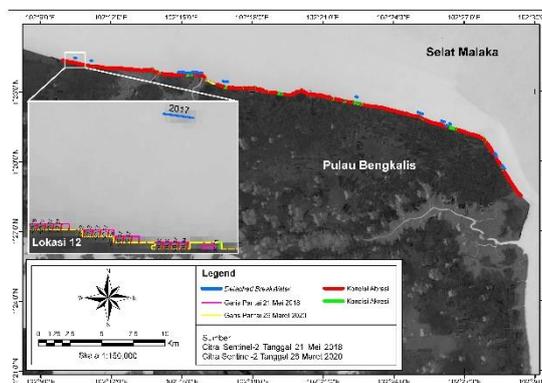
Hasil analisis perubahan garis pantai tinjauan tahun 2018 dan 2020 yang disajikan pada Gambar 6, Gambar 7 dan Tabel 3 menunjukkan peningkatan pengurangan luas daratan pada lokasi pembangunan detached breakwater yaitu sebesar 10,7 Ha. Perubahan maju garis pantai terbesar terjadi pada lokasi 3 dengan rata-rata 25,98 m dengan laju perubahan maju garis pantai rata-rata sebesar 14,05 m/tahun. Sedangkan perubahan

Analisis Pengaruh Pembangunan Detached Breakwater terhadap Perlindungan Garis Pantai di Pulau Bengkalis Menggunakan Penginderaan Jauh

mundur garis pantai terbesar terjadi di lokasi 12 dengan rata-rata 25,47 m dengan laju perubahan mundur garis pantai rata-rata sebesar 13,77 m/tahun.



Gambar 6 Perubahan Garis Pantai Tahun 2018 dan 2020 Kondisi Akresi



Gambar 7 Perubahan Garis Pantai Tahun 2018 dan 2020 Kondisi Abrasi

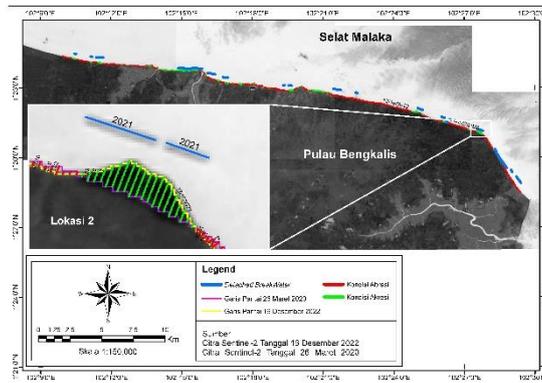
Tabel 3 Perubahan garis pantai tahun tinjauan 2018 dan 2020

Lokasi	NSM Rata-Rata (m)		EPR Rata-rata (m/tahun)		Δ Luas (Ha)
	Akresi	Abrasi	Akresi	Abrasi	
Lokasi 1	14,13	-22,97	7,64	-12,42	-5,71
Lokasi 2	-	-20,79	-	-11,24	-0,96
Lokasi 3	25,98	-20,93	14,05	-11,31	-0,85
Lokasi 4	10,47	-10,37	5,67	-5,61	-0,01
Lokasi 5	14,07	-	7,61	-	0,15
Lokasi 6	21,88	-17,49	11,83	-9,46	-0,71
Lokasi 7	-	-19,21	-	-10,39	-0,59
Lokasi 8	23,82	-13,13	12,88	-7,10	0,52
Lokasi 9	-	-11,07	-	-5,99	-0,70
Lokasi 10	14,12	-15,00	7,64	-8,11	-0,08
Lokasi 11	20,01	-24,27	10,82	-13,12	-1,49
Lokasi 12	-	-25,47	-	-13,77	-0,30
Jumlah					-10,7

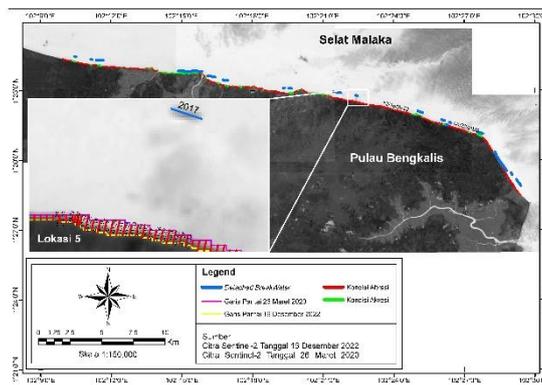
Hasil Analisis Perubahan Garis Pantai Tahun 2020 dan 2022

Hasil analisis perubahan garis pantai tinjauan tahun 2020 dan 2022 mengalami perubahan garis pantai yang signifikan pada lokasi pembangunan *detached breakwater* dari yang sebelumnya mengalami pengurangan menjadi penambahan luas daratan sebesar

12,76 Ha. Hasil analisis perubahan garis pantai disajikan pada Gambar 8, Gambar 9 dan Tabel 4. Perubahan maju garis pantai terbesar terjadi pada lokasi 2 dengan rata-rata 86,03 m dengan laju perubahan maju garis pantai rata-rata sebesar 31,60 m/tahun. Sedangkan perubahan mundur garis pantai terbesar terjadi di lokasi 5 dengan rata-rata 42,20 m dengan laju perubahan mundur garis pantai rata-rata sebesar 15,50 m/tahun.



Gambar 8 Perubahan Garis Pantai Tahun 2020 dan 2022 Kondisi Akresi



Gambar 9 Perubahan Garis Pantai Tahun 2020 dan 2022 Kondisi Abrasi

Tabel 4 Perubahan garis pantai tahun tinjauan 2020 dan 2022

Lokasi	NSM Rata-Rata (m)		EPR Rata-rata (m/tahun)		Δ Luas (Ha)
	Akresi	Abrasi	Akresi	Abrasi	
Lokasi 1	15,32	-19,90	5,63	-7,31	-4,38
Lokasi 2	86,03	-10,76	31,60	-3,95	3,79
Lokasi 3	25,94	-33,34	9,53	-12,24	-0,36
Lokasi 4	11,05	-8,14	4,06	-2,99	0,16
Lokasi 5	-	-42,20	-	-15,50	-0,53
Lokasi 6	-	-18,48	-	-6,79	-1,14
Lokasi 7	85,32	-13,62	31,33	-5,00	0,77
Lokasi 8	42,25	-14,01	15,52	-5,14	1,01
Lokasi 9	13,03	-20,47	4,79	-7,52	-0,90
Lokasi 10	34,03	-10,97	12,50	-4,03	13,55
Lokasi 11	34,03	-10,97	12,50	-4,03	0,92
Lokasi 12	11,89	-	4,37	-	-0,13
		Jumlah			12,76

Analisis Pengaruh Pembangunan Detached Breakwater terhadap Perlindungan Garis Pantai di Pulau Bengkalis Menggunakan Penginderaan Jauh

Berdasarkan hasil analisis, perubahan garis pantai menunjukkan adanya akresi dan abrasi. Perubahan maju garis pantai terbesar terjadi pada lokasi 2 dengan rata-rata 86,03 m dengan laju perubahan maju garis pantai rata-rata sebesar 31,60 m/tahun yang terjadi pada tinjauan tahun 2020 dan 2022, sedangkan perubahan mundur garis pantai terbesar terjadi pada lokasi 5 dengan rata-rata 42,20 m dengan laju perubahan mundur garis pantai rata-rata sebesar 15,50 m/tahun. Adanya pembangunan struktur pemecah gelombang lepas pantai (detached breakwater) menunjukkan penambahan luas daratan di lokasi penelitian.

Kesimpulan

Dari penelitian ini menunjukkan bahwa banyak Bank yang telah menggunakan Big Data. Manfaat yang dihasilkan secara langsung yaitu peningkatan performa bisnis serta dapat membantu Bank dalam melakukan mitigasi risiko seperti kesalahan pengambilan keputusan, kesalahan cross selling produk kepada pelanggan hingga membantu dalam identifikasi adanya praktik pencucian uang.

Dengan banyaknya alat bantu untuk mengolah Big Data akan menimbulkan tantangan lain yaitu kesiapan sumber daya manusia dan anggaran investasi teknologi informasi yang besar. Bank juga harus berhati-hati dalam penggunaan data untuk mengantisipasi kebocoran yang dapat mengakibatkan adanya permasalahan hukum. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait dengan langkah-langkah yang perlu dilakukan oleh Bank dalam meminimalisir celah keamanan dalam pemanfaatan Big Data.

BIBLIOGRAFI

- Aggarwal, Shefali. (2004). Principles of remote sensing. *Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology*, 23(2), 23–28.
- Andini, Mirna Ria, & Murhaban, Murhaban. (2021). Pemanfaatan Teknik Penginderaan Jauh untuk Menentukan Daerah Potensi Penangkapan Ikan di Perairan Laut. *Jurnal Akuntansi, Manajemen Dan Ekonomi Digital*, 1(1), 98–105.
- Center, U. S. Army Coastal Engineering Research. (1977). *Shore protection manual*. US Army coastal engineering research center.
- Hasan, Muhammad Zainul, Citra, I. Putu Ananda, & Nugraha, A. Sediyo Adi. (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.
- Lazuardi, Zikri, Karim, Abubakar, & Sugianto, Sugianto. (2022). Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan Digital Shoreline Analysis System (DSAS) di Pesisir Timur Kota Sabang. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(1), 662–676.
- Lillesand, Thomas, Kiefer, Ralph W., & Chipman, Jonathan. (2015). *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley & Sons.

- Muhtar, Siti Asmutianti. (2022). *Estimasi Kelimpahan Fitoplankton Menggunakan Citra Sentinel-2 Di Wilayah Perairan Langa-Jampue Kabupaten Pinrang= Estimation of Phytoplankton Abundance Using Sentinel-2 Imagery In Langa-Jampue Pinrang Regency*. Universitas Hasanuddin.
- Nabilla, Lulu Mayna, Mubarak, Mubarak, & Elizal, Elizal. (2021). Analysis of coastline changes on the potential of mangrove forests on Bengkalis Island, Riau Province. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 4(2), 163–170. <https://doi.org/10.31258/ajoa.4.2.163-170>.
- Oktaviani, Nadya, & Kusuma, Hollanda A. (2017). Pengenalan Citra Satelit Sentinel-2 Untuk Pemetaan Kelautan. *OSEANA, XLII*, 3, 40–55. <https://doi.org/10.14203/oseana.2017.vol.42no.3.84>.
- Setiabudi, Akhmad Rifai, & Maryanto, Thonas Indra. (2018). Deteksi perubahan garis pantai di pesisir Kabupaten Karawang dengan aplikasi digital shoreline analysis system (DSAS). *Reka Geomatika*, 2018(2).
- Stow, Douglas A. (2017). Radiometric Correction of Remotely Sensed Data. *Introductory Digital Image Processing (6.1)*.
- Sulaiman, Dede M. (2018). *Beton dan Teknologi Pracetak Pada Bangunan Pengamanan Pantai*. Deepublish.
- Sutikno, Sigit. (2014). Analisis laju Abrasi Pantai Pulau bengkalis dengan Menggunakan data satelit. *Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) HATHI (Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia) XXXI*, 22–24.
- Thieler, E. Robert, Himmelstoss, Emily A., Zichichi, Jessica L., & Ergul, Ayhan. (2009). *The Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0-an ArcGIS extension for calculating shoreline change*. US Geological Survey.
- Triatmodjo, Bambang. (1999). *Teknik pantai*.

Copyright holder:

Edi Kurniawan, Sigit Sutikno, Muhammad Yusa (2023)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

