



ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI MENGGUNAKAN METODE *DIGITAL SHORELINE ANALYSIS SYSTEM (DSAS)* DI PULAU RUPAT KABUPATEN BENGKALIS PROVINSI RIAU

Fatihah Salsabila¹, Azhari Syarieff², Endah Purwaningsih²
Program Studi Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Padang
Email: fatihahsalsabila10@gmail.com

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini untuk: 1) Menganalisis perubahan garis pantai akibat abrasi dan akresi yang terjadi di pesisir pantai Pulau Rupas periode 2002-2023 2) Mengetahui faktor penyebab terjadinya abrasi dan akresi. Penelitian ini dilakukan dengan peng-aplikasian Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan metode *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* pendekatan *Net Shoreline Movement (NSM)* dan *End Point Rate (EPR)*. Penentu wilayah yang mengalami abrasi memiliki nilai positif (+) dan akresi memiliki nilai negatif (-). Berdasarkan hasil penelitian menunjukan bahwa rentangan tahun 2002-2014 terdapat perubahan pada garis pantai dominan akibat akresi dengan jarak perubahan sebesar 900,84 m dan laju perubahannya sebesar 72,79 m/tahunnya. Pada tahun selanjutnya 2014-2023 dominan terjadinya abrasi yaitu jarak perubahan sebesar -784,67 m diikuti laju perubahan sebesar -91,38 m/tahunnya. Dengan ini dari tahun 2002-2023 mengalami terjadi abrasi. Hal tersebut sesuai dengan hasil pengamatan di lapangan seperti sekitar area Mercusuar Pantai Teluk Rhu dan Pantai Tanjung Lapin di Kecamatan Rupas Utara yang titiknya berada pada segmen I dengan adanya kerusakan pembatas dan jalan di sekitar pantai. Faktor penyebab atau pendukung terjadinya perubahan garis pantai tersebut lebih dominan hidro-oceanografi daripada faktor antropogenik (kegiatan sosial).

Kata kunci—Perubahan; Garis Pantai; Rupas; SIG; DSAS

Abstract

The purpose of this research is: 1) To analyze changes in the shoreline due to erosion and accretion occurring on the coastal areas of Rupas Island during the period 2002-2023. 2) To identify the factors causing erosion and accretion. This research is conducted by applying Geographic Information System (GIS) with the Digital Shoreline Analysis System (DSAS) method, using the Net Shoreline Movement (NSM) and End Point Rate (EPR) approaches. Regions experiencing erosion have positive values (+), while regions experiencing accretion have negative values (-). Based on the research results, the period from 2002 to 2014 showed changes in the dominant shoreline due to accretion, with a change distance of 900.84 m and a rate of change of 72.79 m/year. In the subsequent years from 2014 to 2023, erosion became dominant with a change distance of -784.67 m and a rate of change of -91.38 m/year. With this, from 2002 to 2023 erosion has been the dominant occurrence. This aligns with field observations around the lighthouse area of Teluk Rhu Beach and Tanjung Lapin Beach in North Rupas District, specifically in segment I where there is damage to barriers and roads around the beach. The factors causing or supporting these changes in the coastline are more dominantly hydro-oceanographic than anthropogenic factors (social activities).

Keywords—Changes; Shoreline; Rupas; GIS; DSAS

¹Mahasiswa Departemen Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Padang

²Dosen Departemen Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Padang

PENDAHULUAN

Pantai merupakan salah satu bentuk morfologi yang dapat ditemukan hampir di seluruh penjuru dunia. Pesisir tidak sama dengan pantai, sebab pantai merupakan bagian pesisir (Noor, 2011; Fadilah, 2021). Garis pantai merupakan bagian dari pantai yang diartikan sebagai garis temu air laut dan daratan yang biasanya bersifat berubah-ubah berdasarkan pengaruh kejadian laut (Sutikno; Opa, 2011).

Dalam hal ini garis pantai memiliki kerentanan terjadinya perubahan. Perubahan garis pantai disebabkan oleh 2 hal, yaitu terjadinya: abrasi dan akresi. Abrasi pantai ialah suatu proses pengurangan daratan pada pantai akibat gelombang dan arus laut yang bersifat merusak (Wibowo, 2012; Fadilah, 2021). Pada pengertian akresi diartikan sebagai pendangkalan daratan pada pantai akibat sedimen terpaan air laut maupun aktivitas manusia di darat (Shuhendry, 2004; Fadilah, 2021).

Indonesia yang merupakan negara yang terletak di kawasan garis khatulistiwa terdiri dari pulau besar dan kecil yang berjumlah ± 17.504 pulau. Berdasarkan catatan Badan Informasi Geospasial (BIG) memiliki luas daratan seluas 1.905 juta km² dan luas perairan 3.257 juta km² dan tiga per-empat dengan luas laut sebesar 5,9 juta km² disamping panjang garis pantai sebesar 95.161 km (Hasanah, 2020). Hal tersebut

memberikan julukan terhadap Indonesia sebagai negara kepulauan dengan banyak sebaran pantai serta berbagai karakteristiknya yang memiliki kemungkinan terjadinya kerusakan pesisir berupa perubahan garis pantainya. Hal tersebut terdapat berbagai penelitian terdahulu terkait perubahan garis pantai yang ada pada wilayah pesisir pantai di Indonesia.

Berdasarkan penelitian menurut (Dewi, 2017) analisis laju perubahan garis pantai di Pulau Karimun Besar menyatakan terjadinya akresi dan abrasi selama 25 tahun dan didominasi terjadinya akresi. Hal tersebut disebabkan adanya faktor pergerakan angin berdasar analisis mawar angin.

Selanjutnya menurut penelitian (Syaharani, 2019) yang berupa analisis perubahan garis pantai Kabupaten Padang Pariaman dan Kota Pariaman tahun 1988-2018 menghasilkan pernyataan bahwa terjadinya abrasi dan akresi di sekitar pantai. Dalam segi laju dan jarak perubahan garis pantai tertinggi yang terjadi adalah abrasi yang sangat dipengaruhi oleh faktor hidro-oseanografi (alami).

Perubahan garis pantai akan memberikan permasalahan pada kawasan pesisir sekitar yang dimanfaatkan dalam pariwisata, pemukiman, perikanan, dan industri (Sadhyavitri, 2019; Husaini & Darfia, 2021). Dalam hal ini perubahan garis pantai yang menyimpang atau disebut tidak biasa

akan memberikan dampak buruk untuk sekitar pesisir pantai.

Pulau Rupat merupakan bagian daerah administrasi dari Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau dan dijadikan salah satu pengembangan wisata bahari pada kawasan pantai terutama pada pantai pasir putihnya (Salambue, 2016).

Dalam hal ini peneliti memutuskan untuk meneliti bagaimana perubahan garis pantai pada Pulau Rupat dengan peng-aplikasian Sistem Informasi Geografis (SIG) melalui metode *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* yang merujuk pada penelitian-penelitian sebelumnya dengan tujuan untuk memberikan informasi secara spasial terkait perubahan garis pantai pada pihak umum.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan dengan analisis garis pantai tahun 2002-2023 yang terdiri dari pembagian analisis garis pantai yaitu tahun 2002, 2014, dan 2023 dengan anggapan perubahan akan terjadi selama kurun waktu 20 tahun-an menggunakan deliniasi/digitasi secara *digitizing on screen* dan pengalokasian *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*.

Selain itu analisis tambahan data pendukung untuk mengetahui kemungkinan faktor terjadinya perubahan. Analisis faktor ini dengan pendekatan faktor hidro-oseanografi/alami (angin,

gelombang, arus, dan pasang surut) serta antropogenik (sosial). tersebut Hal ini akan menghasilkan hasil pemetaan dan statistik yang dinarasikan sehingga jenis penelitian tersebut berupa analisis kuantitatif deskriptif.

Penelitian yang dilakukan di Pulau Rupat yang memiliki letak astronomi sekitar $101^{\circ} 23' 2,4''$ BT - $101^{\circ} 47' 6''$ BT dan $2^{\circ} 7' 30''$ LU - $1^{\circ} 41' 24''$ LU tepatnya disekitar pesisir pantai Pulau Rupat. Pulau Rupat secara geografis terletak berbatasan dengan Selat Malaka disebelah utara dan timur berbatasan dengan Pulau Sumatera di sebelah selatan dan barat. Menurut (BPS Kabupaten Bengkalis, 2023) menyatakan bahwa Pulau Rupat terbagi menjadi 2 kecamatan yaitu Kecamatan Rupat dan Rupat Utara. Berikut gambar 1 menampilkan peta lokasi penelitian.

Populasi dari penelitian yang dilakukan ialah daerah pesisir pantai pulau Rupat dan sampel yang diambil yaitu beberapa titik di sekitar pantai Pulau Rupat untuk dilakukannya pengamatan perubahan yang terjadi dilapangan.

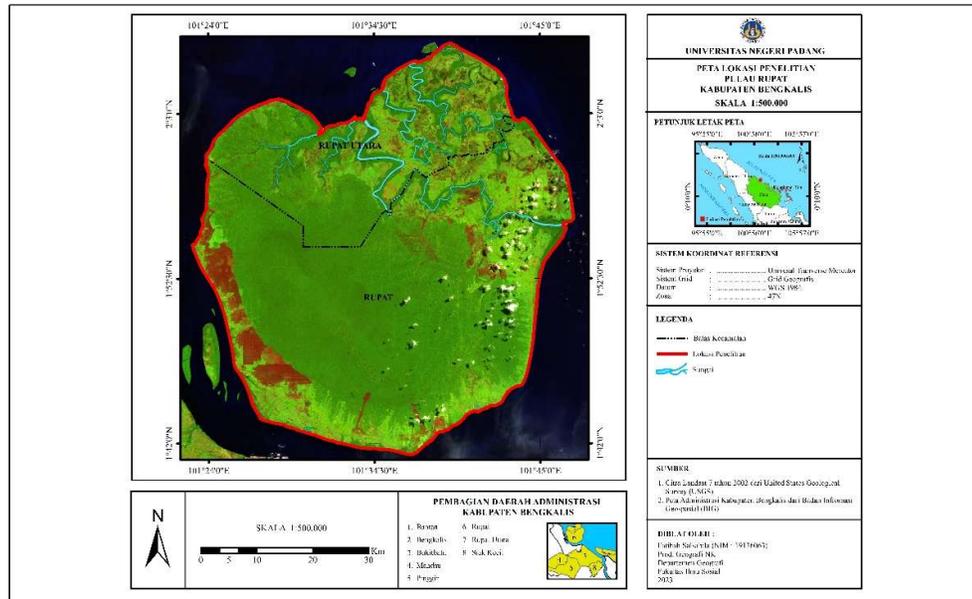
Penelitian dalam analisis perubahan garis pantai dibutuhkan beberapa alat dan bahan. Berikut tabel 1 dan tabel 2 memuat alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

Olah data citra satelit landsat akan digunakan ENVI, Arcgis dan *DSAS* yang dimulai dengan proses layer stacking, koreksi radiometrik,

koreksi atmosfer, koreksi geometri, komposit band citra, deliniasi/digitasi, pembuatan baseline

dan garis transek beserta penentu yang mengalami perubahan (abrasi dan akresi).

Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian



Sumber: Penelitian, 2023

Tabel 1. Alat yang Digunakan

No	Perangkat Keras	Perangkat Lunak
1	Laptop	Arcgis dan DSAS
		ENVI versi 5.0
		WRPlot dan ODV
		Ms. Office dan Excel 2019
2	Handphone Xiaomi (Kamera)	Avenza Map

Sumber: Penelitian, 2023

Tabel 2. Bahan yang Digunakan

No	Bahan	Sumber Data
1	Citra Landsat-7 Tahun 2002	USGS
2	Citra Landsat-8/9 Tahun 2014 dan 2023	
3	Data Dokumeptasi tahun sebelumnya (2020)	Balai Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Laut Padang (Wilker Pekanbaru)
4	Data Angin	Copernicus
5	Data Gelombang	
6	Data Arus	Aviso Altimetry
7	Data Pasang Surut	Sistem Prediksi Kelautan (SIDIK)

Sumber: Penelitian, 2023

Untuk mengolah data pendukung atau faktor perubahan, seperti: angin, gelombang, arus, dan pasang surut menggunakan ODV, Microsoft (Ms.) Excel, WRPlot, dan Arcgis. Penggunaan *handphone* (kamera) dan perakat *avenza* untuk mengambil dokumentasi terkini di lapangan.

Analisis perubahan garis pantai dilihat dari perubahan jarak perubahan dan laju perubahan pertahunnya dengan menggunakan *DSAS*. Metode *DSAS* untuk mengukur jarak perubahan garis pantai digunakan menu *Net Shoreline Movement (NSM)* dan mengukur laju perubahan menggunakan menu *End Point Rate (EPR)*.

Perubahan garis pantai terdiri dari kejadian abrasi dan akresi. Data hasil pengukuran yang bernilai positif (+) dianggap sebagai akresi (penambahan) dan data yang bernilai negatif (-) dianggap sebagai abrasi (pengurangan).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan Garis Pantai

Berdasarkan pengolahan data perubahan garis pantai menggunakan *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* pada tahun 2002-2023 pada pesisir pantai Pulau Rupaat terdapat kejadian pengurangan (abrasi) dan pertambahan (akresi) daratan pada garis pantai. Analisis perubahan tersebut dibagi menjadi 8 segmen yang dibagi menggunakan grid fishnet.

Hasil analisis menghasilkan luas garis pantai tahun 2002-2014 dan 2014-2023 mengalami perubahan. Pada rentang tahun 2002-2014 dominan mengalami akresi (+) sebesar 1171,65 Ha. Disisi lain peralihan ke tahun dari 2014-2023 dominan mengalami abrasi (-) sebesar 1490,94 Ha. Luas perubahan yang terjadi terdapat jarak dan laju perubahannya.

Pada tahun 2002-2014 terdapat rata-rata perubahan jarak akresi total sebesar 900,84 m dan abrasi total sebesar -284,66 m. Disamping itu terdapat laju perubahan rata-rata akresinya sebesar 72,79 m/tahun dan abrasi totalnya -23,01 m/tahun. Akresi dan abrasi yang tertinggi terjadi pada segmen 7. Hal tersebut dapat dilihat pada hasil analisis yang ditunjukkan berdasarkan tabel 3 dan gambar 2.

Beralih pada tahun 2014-2023 terdapat mengalami rata-rata perubahan jarak akresi total yaitu 64,81 m dan abrasi total -784,67 m. Rata-rata laju perubahan akresi total sebesar 7,55 m/tahun dan abrasinya sebesar -91,38 m/tahun. Akresi tertinggi terjadi pada segmen 4 dan abrasi tertinggi terjadi pada segmen 5. Pada tahun ini jarak dan laju perubahan rata-ratanya dominan mengalami abrasi. Hasil analisis tahun 2014-2023 dapat dilihat pada tabel 4 dan gambar 3.

Beralih pada tahun 2014-2023 terdapat mengalami rata-rata perubahan jarak akresi total yaitu

64,81 m dan abrasi total -784,67 m. Rata-rata laju perubahan akresi total sebesar 7,55 m/tahun dan abrasinya sebesar -91,38 m/tahun. Akresi tertinggi terjadi pada segmen 4 dan abrasi tertinggi terjadi pada segmen 5. Pada tahun ini jarak dan laju perubahan rata-ratanya dominan mengalami abrasi. Hasil analisis tahun 2014-2023 dapat dilihat pada tabel 5 dan gambar 4.

Untuk tahun 2002-2023 rata-rata perubahan jarak akresi total sebesar 207,53 m dan abrasi total -510,10 m. Untuk rata-rata laju perubahan akresi total yaitu 9,90 m/tahun dan abrasi total sebesar -24,34 m/tahunnya. Segmen yang dominan mengalami akresi yaitu segmen 2 (tertinggi) dan segmen 4. Sisi lainnya terdapat dominan yang

mengalami abrasi yaitu segmen 1, 3, 5, 6, 7 (tertinggi), dan 8. Jarak dan laju perubahan rata-rata pada tahun ini dominan terjadi abrasi. Hasil analisis perubahan garis pantai tahun 2002-2023 dapat dilihat pada tabel 6 dan gambar 5.

Dari hasil analisis perubahan garis pantai yang terjadi memberikan kesesuaian pada pengamatan di lapangan yaitu mengalami abrasi. Pengamatan ini dilakukan di 5 titik lokasi yang berada di segmen 1 terdapat 4 titik dan segmen 8 terdapat 1 titik. Perubahan tersebut terlihat jelas pada sekitar area Mercusuar Pantai Teluk Rhu dan Pantai Tanjung Lapin di Kecamatan Rupert Utara yang berada di segmen 1 yaitu adanya kerusakan pembatas dan jalan di sekitar pantai.

Tabel 3. Perubahan Jarak dan Laju Rata-Rata Garis Pantai Tahun 2002-2014

Segmen	Jarak Rata-Rata (m)		Laju Rata-Rata (m/tahun)		Dominan
	+	-	+	-	
1	74,63	-23,93	6,03	-1,93	Akresi
2	229,59	-58,22	18,55	-4,71	Akresi
3	64,42	-41,71	5,21	-3,37	Akresi
4	89,98	-15,06	7,27	-1,22	Akresi
5	116,80	-5,76	9,44	-0,47	Akresi
6	23,78	-20,72	1,92	-1,67	Akresi
7	272,08	-87,30	21,99	-7,05	Akresi
8	29,56	-31,95	2,39	-2,58	Abrasi
Total	900,84	-284,66	72,79	-23,01	Akresi

Sumber: Penelitian, 2023

Tabel 4. Perubahan Jarak dan Laju Rata-Rata Garis Pantai Tahun 2014-2023

Segmen	Jarak Rata-Rata (m)		Laju Rata-Rata (m/tahun)		Dominan
	+	-	+	-	
1	3,75	-65,53	0,44	-7,63	Abrasi
2	7,13	-156,40	0,83	-18,21	Abrasi
3	1,74	-59,24	0,20	-6,90	Abrasi
4	27,95	-69,01	3,26	-8,04	Abrasi

Lanjutan tabel 4.

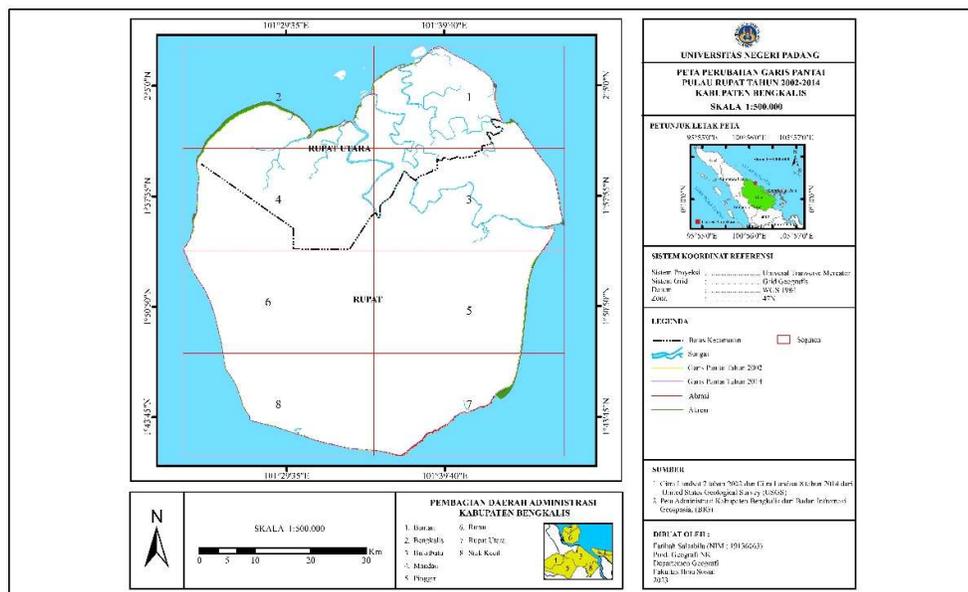
Segmen	Jarak Rata-Rata (m)		Laju Rata-Rata (m/tahun)		Dominan
	+	-	+	-	
5	0,00	-200,26	0,00	-23,32	Abrasi
6	6,66	-15,07	0,77	-1,76	Abrasi
7	14,34	-171,94	1,67	-20,02	Abrasi
8	3,25	-47,22	0,38	-5,50	Abrasi
Total	64,81	-784,67	7,55	-91,38	Abrasi

Sumber: Penelitian, 2023

Tabel. 5 Perubahan Jarak dan Laju Rata-Rata Garis Pantai Tahun 2002-2023

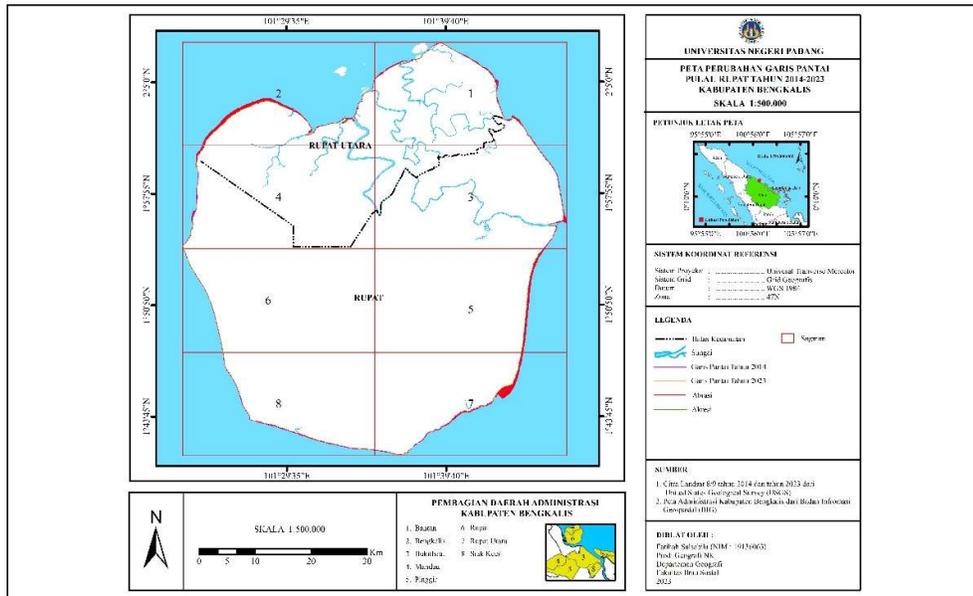
Segmen	Jarak Rata-Rata (m)		Laju Rata-Rata (m/tahun)		Dominan
	+	-	+	-	
1	38,71	-56,26	1,85	-2,68	Abrasi
2	63,77	-32,83	3,04	-1,57	Akresi
3	24,88	-79,52	1,19	-3,79	Abrasi
4	43,40	-26,41	2,07	-1,26	Akresi
5	15,33	-83,98	0,73	-4,01	Abrasi
6	10,94	-31,29	0,52	-1,49	Abrasi
7	0,00	-145,73	0,00	-6,95	Abrasi
8	10,49	-54,08	0,50	-2,58	Abrasi
Total	207,53	-510,10	9,90	-24,34	Abrasi

Sumber: Penelitian, 2023

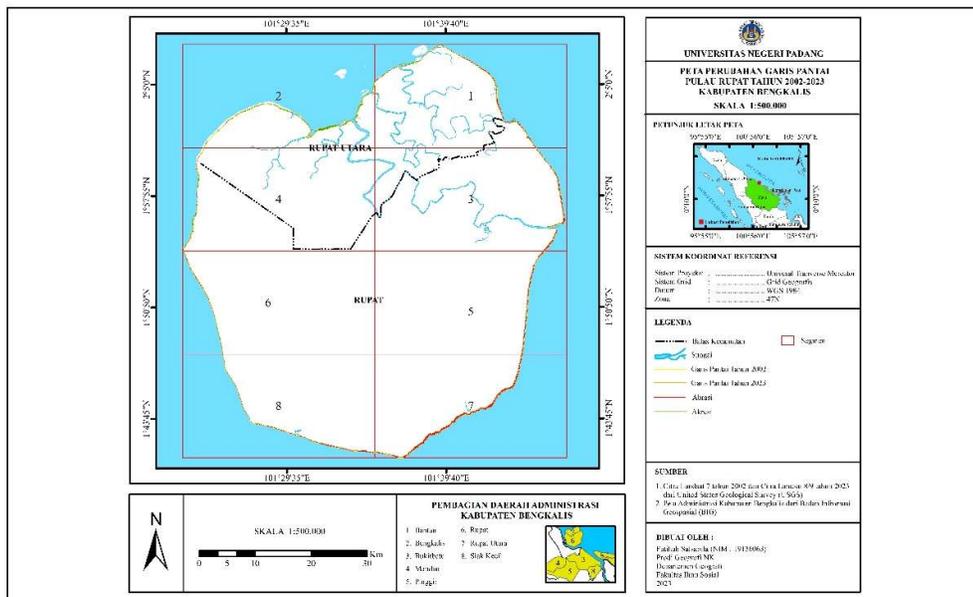


Gambar 2. Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2002-2014

Sumber: Penelitian, 2023



Gambar 3. Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2014-2023
 Sumber: Penelitian, 2023



Gambar 4. Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2002-2023
 Sumber: Penelitian, 2023



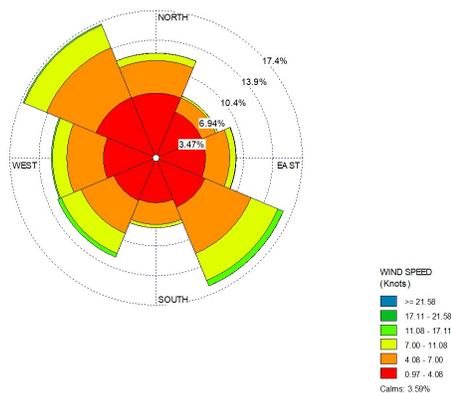
Gambar 5. (a) Mercusuar Pantai Teluk Rhu dan (b) Pantai Tanjung Lapin
Sumber: Penelitian, 2023

Faktor Pendukung Perubahan

a) Faktor Hidro-Oceanografi

1. Angin

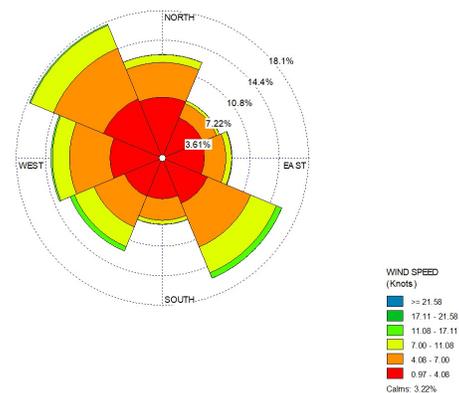
Hasil olah data angin dibagi menjadi 2 rentangan tahun yaitu 2002-2013 dan 2014-2023. Tahun 2002-2013 terjadi rata-rata kecepatan angin sebesar 4,22 knot dengan dominan arah angin berasal dari barat laut dengan presentase 17,01%; tenggara sebesar 16,32%; barat daya 12,63%; barat sebesar 12,40%; utara sebesar 12,34%; timur 9,52%; selatan 8,26%; dan timur laut sebesar 7,93%. Arah angin tersebut memiliki dominan kecepatan angin berkisar diantara 0,97 - 4,08 knot.



Gambar 6. Windrose Tahun 2002-2013

Sumber: Penelitian, 2023

Pada tahun 2014-2023 (Juni) terjadi rata-rata kecepatan angin sebesar 4,35 knot. Urutan arah angin dominan terjadi berasal dari barat laut dengan persentase 17,71%; tenggara sebesar 15,94%; barat 13,73%; utara sebesar 12,68%; barat daya 12,32%; timur 8,60%; selatan sebesar 8,16%, dan timur laut 7,63%. Arah angin tersebut memiliki dominan kecepatan angin berkisar diantara 0,97 - 4,08 knot.



Gambar 7. Windrose Tahun 2014-2023

Sumber: Penelitian, 2023

2. Gelombang

Pada tahun 2002-2013 berdasarkan prediksi statistik angin terjadi tinggi gelombang tertinggi rata-rata yaitu 0,32 m dibulan Juli dan tahun 2014-2023 (Juni) memiliki

rata-rata tinggi gelombang tertinggi yaitu 0,20 m pada bulan Juni. Berdasarkan data diatas rata-rata gelombang yang terjadi di sekitar perairan Pulau Rupert rendah.

3. Arus Laut

Pada tahun 2002 arus sekitar perairan Pulau Rupert dominan bergerak dari barat daya menuju pulau dan menjauhi pulau kearah timur dengan kecepatan yang bervariasi mulai dari 0,2-0,4 m/s hingga 1,86-2,04 m/s. Disisi lainnya tahun 2023 (Juni) arus laut dominan bergerak dari arah barat laut-utara menuju pulau dan menjauhi pulau kearah tenggara-timur laut dengan kecepatan bervariasi mulai dari 0,2-0,31 m/s hingga 1,13-1,23 m/s.

4. Pasang Surut

Data pasang surut diperoleh dalam waktu Juni 2023 menunjukkan pasang surut terjadi di perairan sekitar lokasi penelitian merupakan pasang surut tipe harian ganda yang merupakan tipe pasang surut yang terjadi dua kali sehari dengan tinggi yang hampir sama dan terjadi secara berurutan secara teratur.

b) Faktor Antropogenik (Sosial)

Hasil pengamatan lingkungan sekitar dan wawancara dengan masyarakat sekitar menyatakan bahwa bidang perekonomian yang dominan yaitu perkebunan dan sebagai nelayan. Selain itu juga masyarakat setempat juga menggunakan transportasi perairan, seperti: speedboat dan kapal. Hal ini

akan mendorong pembentukan gelombang di permukaan air laut yang dapat menyebabkan terjadinya abrasi.

KESIMPULAN

1. Analisis garis pantai tahun 2002-2023 mengalami perubahan yaitu pada tahun 2002-2014 terjadi akresi atau pertambahan berdasarkan jarak perubahannya sebesar 900,84 m dan laju perubahannya sebesar 72,79 m/tahunnya. Tahun 2014-2023 mengalami abrasi atau pengurangan dengan jarak perubahan garis pantai sebesar -784,67 m diikuti laju perubahan sebesar -91,38 m/tahunnya. Dengan demikian bahwa pesisir pantai pulau rupert mengalami abrasi. Hal tersebut terdapat kesesuaian pada lokasi pengamatan. Faktor pendukung terjadi perubahan garis pantai ini akibat hidro-oseanografi (alami) dominan dibandingkan dengan antropogenik.
2. Faktor pendukung terjadinya abrasi pada angin dilihat dari tolak ukur arah dan kecepatannya tahun 2002-2013 terjadi dominan yang diurutkan dari barat laut; tenggara; barat daya; barat; utara; timur; dan timur laut. Pada tahun 2014-2023 arah dan kecepatan anginnya dominan dari barat laut; tenggar; barat; utara; barat daya; timur; selatan; dan timur laut. Demikian sifat angin pada Pulau

Rupat dominan rentangan nilai 0,97-17,11 knot.

3. Pada faktor gelombang pada tahun 2002-2013 memiliki rata-rata tinggi gelombang tertinggi yaitu 0,32 m pada bulan Juli dan tahun 2014-2023 (Juni) memiliki rata-rata tinggi gelombang tertinggi yaitu 0,20 m pada bulan Juni. Rata-rata gelombang yang terjadi di sekitar perairan Pulau Rupat rendah.
4. Arus pada tahun 2002 dominan mengalami gerak sejajar dengan garis pantai dari barat daya menuju pulau dan menjauhi pulau kearah timur dengan sebaran kecepatan yang bervariasi mulai dari 0,2-0,4 m/s hingga 1,86-2,04 m/s. dan pada tahun 2023 dominan bergerak tegak lurus dari arah barat laut-utara menuju pulau dan menjauhi pulau kearah tenggara-timur laut dengan sebaran kecepatan yang bervariasi mulai dari 0,2-0,31 m/s hingga 1,13-1,23 m/s.
5. Pasang surut pada perairan sekitar wilayah pantai pulau rupat tahun 2023 (Juni) yang terbentuk yaitu tipe harian ganda.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS Kabupaten Bengkalis (2023). Kabupaten Bengkalis Dalam Angka 2023. Badan Pusat Statistik Kabupaten Bengkalis.
- Dewi, Dian Kharisma, Sigit Sutikno, dan Rinaldi. (2017). Analisis Laju Perubahan Garis Pantai Pulau Karimun Besar Menggunakan DSAS (Digital Shoreline Analysis System). *Jom FTEKNIK*. (Vol 4, Nomor 2)
- Fadilah, S. S. (2021). Analisis Faktor Hidro-Oceanografi Terhadap Kerusakan Pantai Kecamatan Pondok Kelapa Kabupaten Bengkulu Tengah dan Penentuan Konsep Penanganannya. Jakad Media Publishing.
- Hasanah, Fajri Tsaniati. (2020). Karakteristik Wilayah Daratan dan Perairan di Indonesia. *Jurnal Geografi*. (Vol. XX, Nomor 13)
- Husaini, R. R., & Darfia, N. E. (2021). Analisis Kerentanan Pantai Pulau Rupat Provinsi Riau Berdasarkan Metode Indeks Kerentanan Pantai. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 8(1), 6. <https://doi.org/10.21063/jts.2021.v801.06>
- Opa, E. T. (2011). Perubahan Garis Pantai Desa Bentenan Kecamatan Pusomaen, Minahasa Tenggara. Dalam *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis* (Vol. 3).
- Salambue, Roni dan Nurdin. (2016). Penentuan Zona Wisata Bahari Pantai Rupat Utara Menggunakan Sistem

Informasi Geografi.
Prosiding. Palembang:
Universitas Sriwijaya
Syaharani, Ladisa dan Triyatno.
(2019). Analisis Perubahan
Garis Pantai Kabupaten

Padang Pariaman dan Kota
Pariaman Tahun 1988-2018
Menggunakan Digital
Shoreline Analysis Sistem
(DSAS). *Jurnal Buana*. (Vol
3, Nomor 5)