

Perencanaan *Jetty* di Pantai Bahagia Batam sebagai Upaya Pencegahan Abrasi Pantai

Amanatullah Savitri¹

¹ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Internasional Batam
Email: amanatullah@uib.ac.id

ABSTRAK

Indonesia adalah negara kepulauan yang besar dengan total 13.466 pulau. Dengan begitu, setiap kepulauan di Indonesia memiliki garis pantai di setiap daerah atau pulau. Salah satu pantai yang berada di Kota Batam adalah Pantai Bahagia. Berdasarkan pengamatan, diketahui bahwa pantai ini mengalami masalah akresi pantai. Peristiwa ini dapat mempengaruhi lalu lintas ferry di dekat area pantai. Selain itu, pantai ini juga tidak memiliki struktur pengaman pantai. Hal ini menyebabkan pantai ini terancam oleh bahaya abrasi dan ombak di masa depan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang struktur perlindungan pantai berdasarkan data relevan yang diperoleh. Struktur perlindungan pantai yang dirancang akan mencegah abrasi pantai yang terjadi semakin parah. Metode penelitian ini adalah metodologi kuantitatif, dan beberapa analisis data dilakukan seperti pembentukan angin mawar, metode admiralty untuk analisis pasang surut, analisis perubahan garis pantai dan model sistem titik untuk pemilihan struktur pantai. Hasil perhitungan dalam perancangan struktur *Jetty* adalah tinggi bangunan dermaga 4.574 m ~ 5 m dengan berat lapisan batuan adalah 97,08 kg. Lebar puncaknya adalah 4 m dengan lapisan pelindung selebar 3.845 m. Gaiter dibuat dengan lebar 1,69 m dan tingginya 5 m. Rencana anggaran yang diperlukan untuk membangun struktur adalah Rp2.332.200.000,-. Hasil penelitian ini dapat diterapkan di wilayah pesisir lain di Indonesia.

Kata Kunci: Akresi Pantai, Bangunan Pengaman Pantai, Perlindungan Akresi dan Abrasi.

ABSTRACT

Indonesia is a large archipelago with 13,466 islands. Therefore, every archipelago in Indonesia has a coastline in each region or island. One of the beaches in Batam City is Happy Beach. Based on observations, it is known that this beach is experiencing beach accretion problems. This event may affect ferry traffic near the beach area. In addition, this beach also does not have a beach safety structure. This causes this beach to be threatened by the danger of abrasion and waves in the future. The purpose of this study was to design a coastal protection structure based on the relevant data obtained. The beach protection structure is designed to prevent beach abrasion from getting worse. This research method is quantitative methodology, and some data analysis is done such as rose wind formation, admiralty method for tidal analysis, shoreline change analysis and point system model for coastal structure selection. The calculation result in the design of the *Jetty* structure is that the height of the pier building is 4,574 m ~ 5 m with a rock layer weight of 97.08 kg. Its peak width is 4 m with a protective layer 3, 845 m wide. Gaiter is made with a width of 1.69 m and a height of 5 m. The budget plan required to build the structure is 2,332,200,000IDR. The results of this research can be applied in other coastal areas in Indonesia.

Key words: Beach Accretion, Beach Safety Building, Accretion and Abrasion Protection.

Submitted:	Reviewed:	Revised	Published:
25 Jan 2023	15 Apr 2023	18 Jun 2023	01 August 2023

PENDAHULUAN

Batam, satu pulau di antara banyak pulau di Provinsi Kepulauan Riau, merupakan pulau yang berbatasan langsung dengan Singapura lewat perairannya (Danny et al., 2020). Hal ini menyebabkan lokasi Batam sangat strategis karena berada dalam jalur pelayaran internasional (Liun & Raja, 2016). Pelayaran internasional tersebut meliputi pelayaran dari Batam, Indonesia menuju Singapura dan Malaysia (Gustin & Roziqin, 2019) (Faturachman, 2018). Salah satu di antara jalur pelayaran internasional tersebut adalah wilayah

perairan Pantai Bahagia yang berlokasi di Nongsa, Batam.

Namun, terdapat permasalahan mengenai perairan Pantai Bahagia yang dijadikan sebagai jalur lalu lintas kapal *ferry* tersebut. Berdasarkan hasil observasi lapangan pada bulan November 2022, diketahui bahwa Pantai Bahagia mengalami masalah pendangkalan pantai (akresi). Peristiwa ini dapat berpengaruh pada lalu lintas kapal *ferry* terletak dekat dengan pantai. Selain itu, pantai ini juga tidak memiliki bangunan pengaman pantai. Hal ini mengakibatkan pantai ini terancam bahaya abrasi dan gelombang yang akan datang

(Alimuddin & Aryanti, 2020; Pasquali & Marucci, 2021; Rafeeqe & Thomas, 2022). Selain perlindungan pantai, bangunan pengaman pantai juga dapat dimanfaatkan sebagai tempat wisata untuk meningkat perekonomian masyarakat sekitar pantai (Alimuddin, 2018; Nguyen et al., 2021).

Maka dari itu, perlu adanya solusi terhadap permasalahan akresi pada perairan Pantai Bahagia. Berdasarkan hasil studi literatur mengenai penelitian yang telah dilakukan, perencanaan bangunan pantai menghasilkan *output* yang beragam. *Output* tersebut beragam seperti dengan dibangunnya *groin* dan *revetment* (Taqwa & Hariati, 2013) dapat menanggulangi dampak abrasi karena mampu mengubah kecepatan arus (Faza & Kurniadi, 2016; Hariati et al., 2021), *groin* dapat digunakan untuk mengurangi sedimentasi dan melindungi daerah garis pantai (Mamanua et al., 2017; Setyandito et al., 2020), *revetment* dengan balok beton bergigi dapat diterapkan untuk merehabilitasi di pantai Tegal Besar yang sebelumnya dilindungi oleh *revetment* tetapi telah mengalami kerusakan (Pujianiki et al., 2021). Untuk solusi dari masalah akresi Pantai Bahagia, *output* perencanaan bangunan yang digunakan adalah *Jetty*. *Jetty* merupakan bangunan pantai yang dibangun untuk tujuan serupa dengan penelitian studi literatur yang dibahas (Saengsupavanich, 2020). Perencanaan yang

digunakan pada perencanaan bangunan pantai *Jetty* ini tidak sepenuhnya menggunakan data yang diambil dari lokasi lapangan, tetapi data diambil dari peneliti terdahulu dan badan pemerintahan terkait. Namun, perencanaan ini menggunakan metode tambahan yaitu analisis melalui *software ArcGIS*.

Berdasarkan kondisi dan permasalahan yang sudah dijelaskan mengenai Pantai Bahagia, penelitian ini bertujuan mengatasi masalah perairan pantai yang terjadi. Permasalahan diharapkan tidak berlangsung lebih lanjut sehingga tidak menimbulkan masalah terhadap perairan pantai yang digunakan sebagai tujuan wisata dan jalur lalu lintas kapal *ferry*. *Output* yang dihasilkan berupa perencanaan bangunan pengaman pantai yang dapat dibangun di Pantai Bahagia sebagai usaha untuk mengurangi kerusakan garis pantai yang terjadi yang diakibatkan oleh peristiwa erosi dan sedimentasi.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan cara pengambilan data berupa data primer dan data sekunder. Lokasi penelitian ini terletak di Pantai Bahagia, Kota Batam. Secara geografis pantai ini terletak pada posisi koordinat 1°11'37" LU dan 104°05'40" BT dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Lokasi Penelitian
(Sumber: Google Earth)

Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer

didapatkan dari kegiatan observasi lapangan di Pantai Bahagia. Dari kegiatan observasi lapangan, data kondisi fisik pantai, pemanfaatan lahan

pantai, dan aktivitas perairan setempat serta a. kerusakan pantai dapat diperoleh. Selain pengumpulan data primer, perancangan ini juga didukung data sekunder berupa data angin, data pasang surut, data gelombang, data demografi, dan data perubahan garis pantai, dengan penjelasan b. sebagai berikut:

- Data angin yang dikumpulkan untuk pengukuran angin tiap jam dari tahun 2018 - 2022 dari stasiun BMKG Maritim Batam dengan koreksi dari stasiun BMKG Bandara Hang Nadim untuk periode 2018 – 2022.
- Data pasang surut yang digunakan berasal dari Badan Meteorologi dan Geofisika Maritim Batam bulan April 2021.
- Data gelombang yang digunakan berasal dari penelitian terdahulu yang dilakukan pada lokasi yang dekat dengan lokasi penelitian.
- Data penduduk yang digunakan untuk mengetahui keadaan penduduk dan demografi masyarakat sekitar pantai yang diteliti. Data penduduk didapatkan dari Kecamatan Nongsa.
- Data perubahan garis pantai yang didapatkan dari Google Earth dengan membandingkan keadaan pantai dari tahun ke tahun.

Pengolahan Data

Data yang telah diperoleh diolah dan dianalisis berdasarkan jenis datanya. Data primer akan disajikan dalam hasil observasi yang dilengkapi dengan dokumentasi. Data-data sekunder diolah dengan metode-metode berikut:

Data angin yang diperoleh akan dikelompokkan berdasarkan arah dan kecepatannya. Selanjutnya, persentase setiap arah dan kecepatannya akan dihitung dan diolah menjadi grafik *wind rose* (Winaktu & Ingsih, 2022).

Data pasang surut diolah menggunakan metode *admiralty* yang dibuat menggunakan grafik sehingga didapat hasil HHWL, MHWL, MWL, MLWL, MSL, dan Bilangan Formzhal (Korto, J., Jasin, M. I., Mamoto, 2015).

Data perubahan garis pantai didapatkan dengan menggunakan *software* ArcGIS 10.8 dengan *plugin* DSAS sehingga didapatkan nilai perubahan garis pantai dan perubahan luas pantai

Data kuantitatif yang diperoleh akan diolah untuk memperoleh hasil evaluasi dalam perencanaan bangunan pengaman pantai. Data tersebut akan analisis secara statistik dan secara grafis untuk menentukan kelayakan dalam pembangunan bangunan pengaman pantai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Demografi

Demografi yang dihasilkan menunjukkan wilayah Kecamatan Nongsa memiliki kepadatan penduduk yang tergolong rendah. Namun, adanya penduduk berdekatan dengan wilayah pantai tetap menjadi faktor penting dalam penelitian perubahan garis pantai karena dapat mengurangi daratan kependudukan wilayah tersebut atau sebaliknya (Umar et al., 2019). Data demografi penduduk Kelurahan tempat Pantai Bahagia berlokasi, yaitu Kelurahan Sambau dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Demografi Penduduk Menurut Kelurahan di Kecamatan Nongsa, 2019

Kelurahan	Jumlah Penduduk (Orang)	Luas Wilayah (Km ²)		Kepadatan Penduduk (orang/Km ²)
		Darat	Laut	
Ngenang	1.473	19.546	61.921	13
Kabil	31.379	25.915	22.203	1
Batu Besar	29.198	41.009	55.680	1
Sambau	11.009	28.074	36.016	3

(Sumber: Kantor Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Batam, 2020)

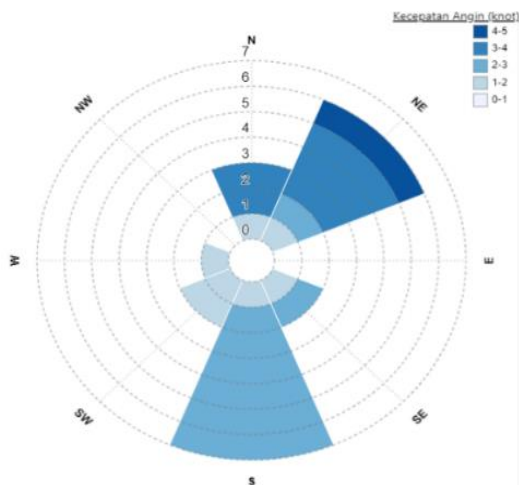
Kecepatan Arus

Pada daerah Nongsa berdasarkan penelitian terdahulu, kecepatan arus paling tinggi yang didapat sekitar 0,5 m/s dan kecepatan arus paling rendah sekitar 0,001 m/s. Pada perairan tersebut, arah arus bergerak dari timur menuju barat daya beserta barat, dan ada juga bergerak menuju barat laut dan utara (Irawan et al., 2018). Kecepatan arus yang terjadi tergolong tinggi (>0.001 m/s) (Tanto et al., 2017). Dengan begitu, kemungkinan terjadinya abrasi atau akresi cukup tinggi karena proses perpindahan sedimentasi dapat dipicu oleh kuat arus (Aldian et al., 2022).

Kecepatan Angin

Data kecepatan angin rata-rata dan arah angin diperoleh dari Stasiun Meteorologi Hang Nadim Batam melalui pusat informasi data online BMKG. Kemudian data angin dari diolah menjadi *windrose* yang dapat dilihat pada Gambar 2. Dari grafik terlihat, arah angin dominan terjadi dari arah selatan dengan kecepatan angin 2 – 3 knot dan dari arah tenggara dengan rentang dominan 3 – 5 knot. Rentang kecepatan tersebut tergolong sedang, tetapi kecepatan tersebut tetap dapat menggerakkan petunjuk arah angin (Abdullah et al., 2016). Dengan begitu, nilai tersebut memengaruhi

dinamik perairan pantai sehingga berkontribusi dalam kecepatan arus (Ulha et al., 2014).



Gambar 2. Windrose Stasiun Meteorologi Hang Nadim
(Sumber: pusat informasi data online BMKG, 2023)

Pasang Surut

Data pasang surut yang digunakan adalah data pasang surut dari Pushidrosal Natuna Kepulauan Riau pada bulan April 2021 dengan dengan data selama 29 hari. Data ini diperlukan dalam analisis pasang surut dengan hasil akhir, yaitu tipe pasang surut yang terjadi pada Pantai Bahagia Batam. Data tersebut dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Untuk mendapatkan komponen-komponen pasang surut, data pasang surut pada **Tabel 2** akan diolah menurut Metode *Admiralty*. Selanjutnya, data pasang surut dianalisis untuk memperoleh nilai elevasi muka air laut seperti MSL (*Mean Sea Level*), HHWL (*Highest High-Water Level*), LLWL (*Lowest Low Water Level*), MHWL (*Mean High Water Level*), dan MLWL (*Mean Low Water Level*). Komponen pasang surut dan nilai elevasi muka air laut tersebut dapat dilihat pada **Tabel 3** dan **Tabel 4**.

Tabel 2. Data Pasang Surut Nongsa pada Bulan April Tahun 2021

Jam/ Tgl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	185.3	207.9	238.4	270	295.8	311.5	304.8	291.3	274.4	253.2	234.3	232.6	240.1	254.6	272.4	290.8	302.3	304	287.3	262	231.6	199	170.3	155.4
2	157.4	171.3	199.6	229.2	261.7	287.7	299.1	296.3	288.9	279.5	258.9	252.8	252	264	268.6	280.4	295.3	303.2	294.1	278.7	253.1	220.6	187.9	159.6
3	147.9	149.7	167.8	186.6	215.1	246.2	271.7	289.9	290.6	291.9	286.9	276.6	270	272.1	277	283	288.2	296.5	292.5	281.5	264.1	237.1	205.5	177.1
4	154	143.5	148.7	162.1	186.8	211.9	239.7	265.8	405.4	303.4	297	297.5	293.3	285.5	288.2	288.8	291.9	292.2	292.9	289	276.7	253.5	231.2	217.9
5	181.1	167.3	155.6	157.9	178.1	189.3	213.2	237.2	260.8	283.9	298.1	306.4	310	309.8	299.2	297.6	290	294.3	295.7	290	282.7	276.6	261.8	245.5
6	221.4	191.8	175.6	164.7	161.1	171.9	192.9	209.2	235.2	258.9	282.9	298.8	310.2	317	309	300.9	295.6	290.9	285.2	287.6	287.2	277.8	277.8	265.1
7	248.6	229.8	207.3	187.5	177.8	171.6	176.9	190.7	215	239.9	264.6	286.7	302.4	309.8	311.1	303.4	289	285.5	271.5	275.4	275.9	272.4	274.9	273.6
8	264.6	248	235.1	212.9	192.5	179.9	177.8	182.9	196.2	225	244.8	270.6	295	311.1	307.2	302.9	290.5	282.1	271.2	266	262.2	266	275.2	282.3
9	282	274.2	259.3	239	221.7	204	187.4	179.5	187.5	201.4	227	252	279.1	297.9	307.1	304.5	294.9	281.7	265.6	254.2	253.6	257	262.7	271.8
10	283.2	288.5	283.4	268.2	249.5	221.8	207.3	194.4	405.4	204	228.4	249	269.9	291.7	304.4	307.2	297.4	281.9	260.9	244.4	241.3	240.6	251	264.2
11	278.6	290	296.5	286.8	270.1	248.4	235.8	216.6	208.3	208.4	222.2	242	265.7	289	305.1	306.7	293.2	282	261.4	243.3	226.2	223.7	228.9	245.1
12	262.3	275.2	293.7	297.6	288.8	272.2	251	230.9	219.5	213.7	223.6	237.4	257.5	277.7	291.5	300.6	293.7	276.4	255.7	231	215.5	205.9	208.7	222.5
13	237.9	260.3	282.2	296.1	293.2	281.8	264.5	251.8	229.9	223.1	224.2	234.7	251.5	269.9	289.6	296.1	290.3	273.7	253.8	229.6	208.7	194.1	193.9	206.2
14	220	242	266.7	290.7	301.9	299.6	285	267	405.6	237.7	236.9	234.2	257.7	266.7	285.4	295.7	292.4	279.3	258.7	233.9	211.4	190.1	184.6	187.3
15	205.6	229.6	253.5	278.4	298.1	305.3	297.5	282.1	265.4	258.3	253.2	252.7	259.5	269.7	282.1	289	290.4	286.3	268	243.5	216.1	197.2	180.1	178.5
16	188	205.8	228.4	255.7	282.3	296.9	299.5	290.6	404.4	266.2	265.7	261.4	266.6	271.8	277.3	288.8	292.7	286.1	269	252.6	223.9	199.5	181.7	170.7
17	175.9	189.9	211.2	234.7	262.1	282.9	295.5	295.9	412.9	283.8	280.2	275.7	275	274.9	282.4	287.5	288.8	288.2	277.3	261.5	236.9	211	186	173.3
18	166.3	174.2	192.1	214.7	238.9	260	279.2	286.7	292.5	290.8	287	280.7	277.6	279.1	281.2	284.1	286.8	283.9	280	268.3	247.2	224.3	204.2	184.2
19	172.7	170.7	180.6	196.3	216.9	238.7	262.2	271.8	283.3	292.3	297.8	295.1	292.2	288.1	286.8	285.9	286.3	286.1	281.2	272.7	257.7	235.7	217.2	197.2
20	184	173.6	174.3	184.9	199.7	219.3	239.8	258	404.8	288.8	299.2	302.7	301.3	299	295.5	293.4	289.5	287.4	285.6	277.5	268.2	251.7	236.3	221.2
21	203.7	190.6	179.9	179.1	184.7	196.7	216	234.2	414.7	278.3	295.8	302.7	305.8	304.2	303.1	296.7	288.5	286.5	281.9	278.2	275.4	265.1	254.2	241.4
22	224	205	191.3	181.2	178.8	189.4	202.1	217.2	417.2	259.4	283.5	300.4	302.3	309.4	307.6	300.2	286.5	281.6	279.3	275.8	273.6	274.9	268.1	257.7
23	247.2	228.1	214.4	194.1	188	184.2	189.7	204.4	222.2	248	276.9	294.2	303.3	309.9	302.1	294.4	281.2	272.4	267.8	266.9	268.6	270.8	277	272.9
24	268.5	256.4	238.4	220.9	206.2	192.8	190.2	194.8	207.9	230.8	255.1	289.4	304.6	311.1	309.7	295.8	278.1	262	252.3	244.8	246	255.3	263.9	273.6
25	279.6	277.6	264.4	240.5	226.8	207	193.7	192.2	204.4	222.2	246	271.6	293.7	308	308.9	292.5	281.6	254.2	239.7	228.8	227.2	238.3	253.4	268.8
26	285	298	294.5	281.7	261.8	237.9	215.1	200.6	201	415.4	236.9	262.2	286.8	306	314.3	302.3	282.2	255.1	231.7	208.9	201.4	205.7	221.9	244.4
27	270.5	298.6	312.6	311.3	295.6	278.9	254.3	228.4	405.4	220.9	236.6	259.8	280.3	306.4	316.1	310.9	293.5	260.3	229.7	199.3	177.3	175.9	187.2	210
28	236.7	272.1	301.2	318.6	320	307.3	286.6	261.9	241.1	235.7	240.6	251.9	269.5	290.4	308	312.6	297.3	270.5	230.2	0	0	0	0	0
29	197.8	232.1	268.6	300.7	319.3	320.1	311.9	292.7	418.2	258.8	255.3	262.5	275.6	293	308.5	315.2	0	0	0	0	0	142	137.2	146.5

(Sumber: Pushidrosal Natuna Kepri, 2022)

Tabel 3. Komponen Pasang Surut Hasil Analisis untuk Lokasi Pantai Bahagia

	So	M2	S2	N2	K2	K1	O1	P1	M4	MS4
A cm	252.7	33.3	10.0	9.7	2.3	42.0	31.9	13.9	0.5	0.7
g		60.8	108.8	14.6	108.8	309.1	279.9	309.1	210.0	110.3

(Sumber: Hasil pengolahan data, 2023)

Tabel 4. Komponen Pasang Surut Hasil Analisis untuk Lokasi Pantai Bahagia

Elevasi Muka Air	Satuan	Data
MSL	cm	252,7
HHWL	cm	261,6
LLWL	cm	27,1
MHWL	cm	187,7
MLWL	cm	101,1

(Sumber : Hasil pengolahan data, 2023)

Komponen-komponen pasang surut dari hasil analisis metode Admiralty diolah dengan menggunakan persamaan Formzahl (F) untuk

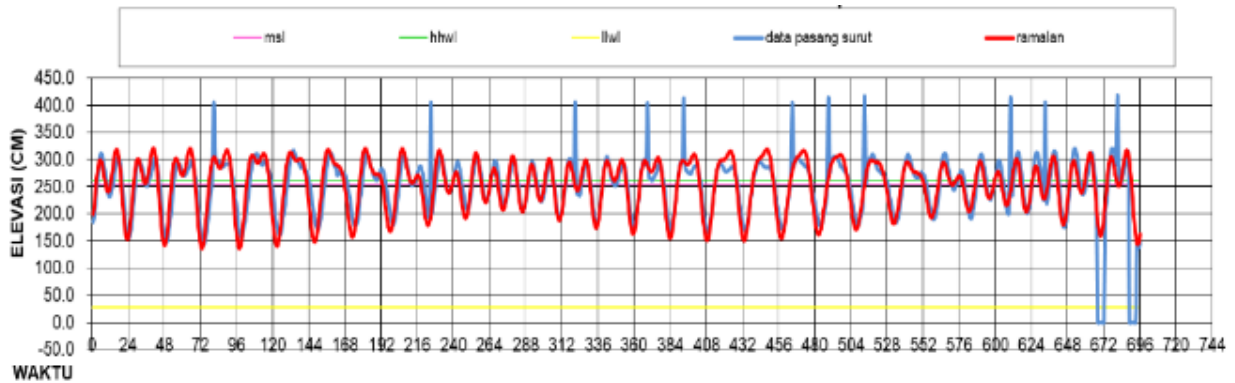
menentukan tipe pasang surutnya. Perhitungan bilangan Formzahl adalah melalui **Persamaan (1)**.

$$F = \frac{K1+O1}{M2+S2} \dots(1)$$

Berdasarkan perhitungan bilangan Formzahl dengan nilai F sebesar 1,7073, didapatkan hasil tipe pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*) karena memiliki nilai Formzahl diantara 1,5 dan 3 (1,5 < F < 3). Hasil tersebut menunjukkan bahwa Pantai Bahagia memiliki lebih dari 1 kali pasang surut dalam sehari. Hal ini berpengaruh besar karena gelombang pasang surut dapat mempengaruhi

perubahan garis pantai akibat dari pergerakan sedimen yang dihasilkan oleh gelombang pasang surut (Anggraini et al., 2018). Hasil pasang surut

juga diinterpretasikan dalam grafik pengamatan pasang surut yang dapat dilihat pada **Gambar 3**.

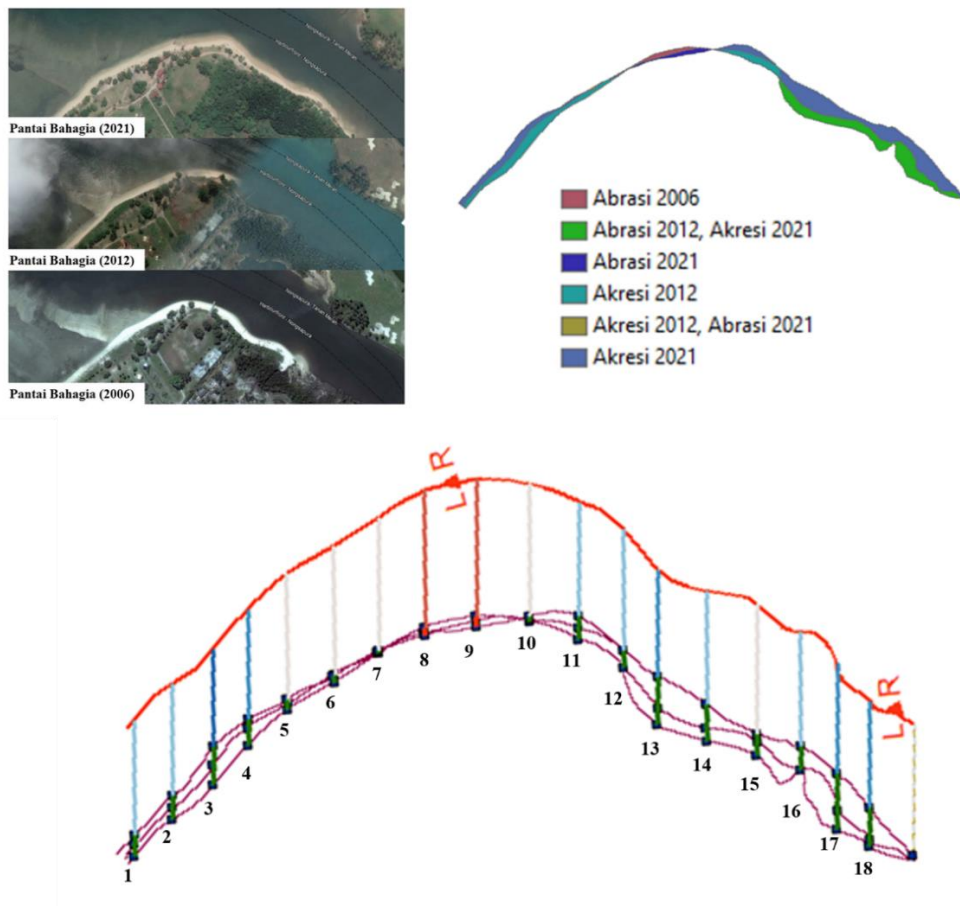


Gambar 3. Grafik Pengamatan Pasang Surut
 (Sumber: Hasil pengolahan data, 2023)

Perubahan Garis Pantai

Perubahan garis pantai yang terdapat di Pantai Bahagia dianalisis melalui aplikasi ArcGIS dengan menggunakan bantuan *plugin* DSAS. Data garis pantai diperoleh melalui aplikasi *Google Earth* dan didapatkan garis Pantai Bahagia pada tahun 2006, 2012, dan 2021. Kemudian, data tersebut

dianalisis untuk memperoleh hasil perubahan garis pantai dan perubahan luas pantai. gambar garis dan tabel perubahan garis pantai dan tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4** dan **Tabel 5**. Sedangkan perubahan luas pantai dapat dilihat pada **Tabel 6** dan **Gambar 5**.



Gambar 4. Perbandingan Garis Pantai Bahagia pada tahun 2006, 2012, dan 2021 melalui *Google Earth* dan Software ArcGIS
 (Sumber : *Google Earth* dan Pengolahan Data, 2023)

Tabel 5. Perubahan Garis Pantai Bahagia

ID Garis Pantai	NSM (Perubahan Garis Pantai)	Keterangan
1	17.76	Akresi
2	20.6	Akresi
3	13.12	Akresi
4	5.15	Akresi
5	13.04	Akresi
6	17.88	Akresi
7	9.91	Akresi
8	13.03	Akresi
9	2.39	Akresi

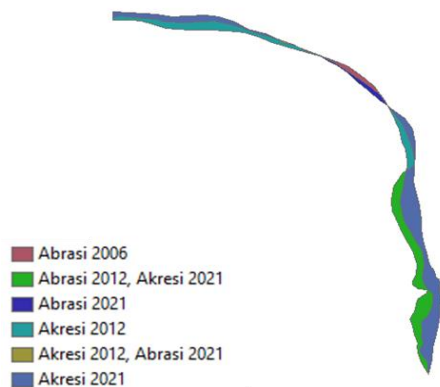
ID Garis Pantai	NSM (Perubahan Garis Pantai)	Keterangan
10	-6.36	Abrasi
11	-4.72	Abrasi
12	1.25	Akresi
13	3.56	Akresi
14	5.34	Akresi
15	14.43	Akresi
16	21.59	Akresi
17	12.97	Akresi
18	11.4	Akresi

(Sumber : Hasil pengolahan data, 2023)

Tabel 6. Perubahan Luas Pantai Bahagia

ID Luas Pantai	Tahun 2006	Tahun 2012	Tahun 2021	Keterangan	Luas (Ha)
1	Ada	Tidak ada	Tidak ada	Abrasi 2006	0.017371
2	Tidak ada	Tidak ada	Ada	Akresi 2021	0.279329
3	Tidak ada	Ada	Tidak ada	Akresi 2012, Abrasi 2021	0.00167
4	Ada	Tidak ada	Ada	Abrasi 2012, Akresi 2021	0.145631
6	Ada	Ada	Tidak ada	Abrasi 2021	0.015449
7	Tidak ada	Ada	Ada	Akresi 2012	0.115745

(Sumber: Hasil pengolahan data, 2023)

**Gambar 5.** Perubahan Luas Pantai Bahagia

(Sumber: Hasil pengolahan data, 2023)

Berdasarkan dari analisis data berupa analisis grafis dan analisis statistik yang telah dilakukan, pada **Gambar 6**, **Tabel 5**, dan **Tabel 6** terlihat bahwa Pantai Bahagia mengalami penambahan luas dan garis pantai yang juga disebut dengan peristiwa akresi. Berdasarkan analisis tersebut, peristiwa akresi ini akan bertambah seiring berjalannya waktu. Hal ini dapat menyebabkan masalah fatal mengenai perubahan garis pantai yang lebih jauh dan penambahan daratan sehingga menutup jalur transportasi kapal *Ferry*. Hasil ini sesuai dengan hipotesis permasalahan awal sehingga perencanaan bangunan pantai pada Pantai Bahagia perlu dilakukan.

Pemilihan Bangunan Pelindung Pantai

Dalam memilih bangunan pengaman pantai, dilakukan sistem poin dalam menilai alternatif

bangunan pelindung pantai dengan poin dari rentang 1 (sangat buruk) sampai dengan 5 (sangat baik). Beberapa alternatif bangunan pelindung pantai juga akan dinilai berdasarkan aspek-aspek berupa perlindungan terhadap akresi, ruangan untuk aktivitas pariwisata, pengaruh terhadap pemandangan pantai, ruangan untuk kehidupan biota laut, dan kemudahan dalam mendapatkan bahan material yang digunakan. Berdasarkan perhitungan bobot tersebut, didapatkan hasil sesuai dengan **Tabel 7**. Dari hasil tersebut, bangunan pantai yang dipilih untuk akan direncanakan adalah *Jetty*.

Tabel 7. Perhitungan Bobot Pemilihan Bangunan Pelindung Pantai

No	Aspek	Revetment	Groin	Jetty
1	Perlindungan terhadap akresi	3	3	5
2	Ruangan untuk aktivitas pariwisata	2	5	5
3	Pengaruh terhadap <i>view</i> pantai	2	4	4
4	Ruangan untuk kehidupan biota laut	1	3	3
5	Kemudahan dalam mendapatkan bahan material	5	3	4
Total		13	18	21

(Sumber: Hasil pengolahan data, 2023)

Perencanaan Struktur Jetty

Perhitungan dimensi bangunan *Jetty* adalah sebagai berikut:

a. Tinggi bangunan *Jetty*

Perhitungan tinggi bangunan *Jetty* terdapat pada **Persamaan (2)**:

$$El_{Jetty} = DWL + RU + Fb \quad \dots(2)$$

Dimana:

$$DWL = \text{Elevasi muka air rencana} \\ = 3.091 \text{ m}$$

$$\text{Koef RU} = 0.733 \text{ m}$$

$$Fb = \text{Tinggi Jagaan} \\ = 0.75 \text{ m}$$

Maka diperoleh tinggi bangunan *Jetty* (El_{Jetty}) sebesar 4,574 m \approx 5 m.

b. Perhitungan berat batu lapis lindung

Rumus dalam menghitung berat batu lapis lindung pada *Jetty* terdapat pada **Persamaan (3)**.

$$W = \frac{\gamma_r \cdot H^3}{KD(Sr-1)^3 \cot \theta} \quad \dots(3)$$

Dimana:

$$W = \text{berat batu lapis luar} \\ = \text{ton}$$

$$KD = \text{koefisien stabilitas batu} \\ = 1,2$$

$$\gamma_r = \text{berat jenis batu} \\ = 1,45 \text{ ton/m}^3$$

$$H = \text{tinggi gelombang rencana} \\ = 2,5 \text{ m}$$

$$SR = \text{rapat massa relatif} \\ = \gamma_r / \gamma_w$$

$$\gamma_w = \text{berat jenis air laut} \\ = 1,03 \text{ ton/m}^3$$

$$\theta = \text{sudut lereng sisi bangunan} \\ = 2^\circ$$

Dengan menggunakan rumus Persamaan (2) untuk mencari berat lapisan terluar (W_1), kemudian (W_2) sebagai lapisan tengah sebesar sepersepuluh dari (W_1), dan (W_3) sebagai lapisan inti sebesar seperseratus dari (W_1), maka diperoleh berat (W_1) sebesar 9,708 ton, (W_2) sebesar 0,971 ton, dan (W_3) 0,09708 ton.

c. Perhitungan lebar puncak dan lebar lapis lindung

Perhitungan lebar puncak *Jetty* dihitung melalui **Persamaan (4)**.

$$B \text{ atau } t = nK\Delta \left(\frac{w}{\gamma_r} \right)^{\frac{1}{3}} \quad \dots(4)$$

Dimana:

$$B / t = \text{lebar puncak/lebar lapis} \\ \text{lindung}$$

$$n = \text{jumlah butir batu} \\ = 2$$

$$K\Delta = \text{koefisien lapis} \\ = 1,02$$

Perhitungan lebar lapis lindung *Jetty* (t) dihitung melalui rumus yang sama dengan **Persamaan (4)**. Maka diperoleh ilai dari masing – masing lebar adalah sebagai berikut:

$$\text{Lebar Puncak } Jetty (B) = 4 \text{ m}$$

$$\text{Tebal lapis } armour \text{ stone } (t_1) = 3,8 \text{ m}$$

$$\text{Tebal lapis } secondary \text{ stone } (t_2) = 1,7 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi gelombang rencana } (H_0) = 2,5 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman air } (d_s) = 3 \text{ m}$$

d. Tinggi *toe protection*

Perhitungan tinggi *toe protection* dihitung melalui **Persamaan (5)**.

$$t_{toe} = r = \frac{t_1 + t_2}{2} \quad \dots(5)$$

Maka diperoleh nilai tinggi *toe protection* sebesar 1,69 m.

e. Lebar *toe protection*

Perhitungan lebar *toe protection* dihitung melalui **Persamaan (6)**.

$$B = 2 HD - 3 HD \quad \dots(6)$$

Dengan mengambil nilai lebar *toe protection* (B) sebesar 2HD, maka diperoleh nilai (B) sebesar 5 m.

f. Kontrol *toe protection*

Perhitungan kontrol *toe protection* dihitung melalui **Persamaan (7)**.

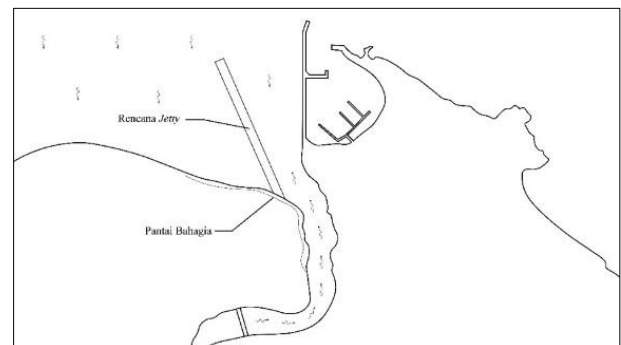
$$\text{Kontrol Toe Protection} = \frac{d_1}{d_s} \quad \dots(7)$$

Untuk memperoleh nilai d_1 dilakukan perhitungan melalui **Persamaan (8)**.

$$d_1 = d_s - t_{toe} \quad \dots(8)$$

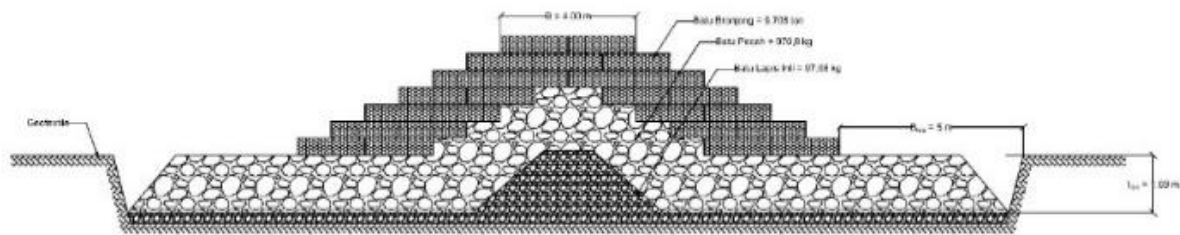
Maka diperoleh nilai kontrol *toe protection* sebesar 0,44.

Dengan menggunakan grafik stabilitas (Ns^3) didapatkan nilai $Ns^3 = (91) \leq 300$ sehingga bangunan *Jetty* dikategorikan aman. Penempatan *Jetty* direncanakan di sekitar Pantai Bahagia yang dapat dilihat pada **Gambar 6**, dan Penampang dari *Jetty* yang direncanakan dapat dilihat pada **Gambar 7**.



Gambar 6. Rencana Letak Bangunan *Jetty* di Pantai Bahagia.

(Sumber : Hasil pengolahan data 2023)



Gambar 7. Penampang Rencana Jetty
(Sumber: Penulis 2023)

Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) dilakukan untuk mendapatkan estimasi dalam pembangunan bangunan pengaman pantai yang telah direncanakan.. Perencanaan Rencana Anggaran

Biaya (RAB) dilakukan berdasarkan harga bahan dan pengerjaan sesuai lokasi dan waktu penelitian dilakukan, yaitu Batam pada tahun 2023. Hasil Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang diperlukan untuk pembangunan *Jetty* yang telah direncanakan sesuai dengan **Tabel 8**.

Tabel 8. Rencana Anggaran Biaya Pembangunan *Jetty*

No	Uraian & Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (rp)	Jumlah Harga (rp)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN				
	Pekerjaan Pembersihan	1	Ls	Rp500.000	Rp500.000
	Pembangunan Direksi <i>Keet</i>	1	Ls	Rp3.500.000	Rp3.500.000
	Pemasangan <i>Bowplank</i>	160	m ²	Rp200.000	Rp32.000.000
II	PEKERJAAN Pengerukan Pasir				
	Pekerjaan Galian Pasir	800	m ³	Rp200.000	Rp160.000.000
III	PEKERJAAN GEOTEXTILE				
	Pekerjaan Pemasangan <i>Geotextile</i>	360	m ²	Rp145.000	Rp52.200.000
IV	PEKERJAAN TUMPUKAN BATU				
	Pekerjaan Tumpukan Batu Lapis Inti	640	m ³	Rp600.000	Rp384.000.000
	Pekerjaan Tumpukan Batu Pelindung Kaki	1000	m ³	Rp600.000	Rp600.000.000
	Pekerjaan Tumpukan Batu Lapis Dua	320	m ³	Rp600.000	Rp192.000.000
V	PEKERJAAN TUMPUKAN BRONJONG				
	Pekerjaan Tumpukan Lapis lindung <i>Jetty</i> (Bronjong)	960	m ³	Rp725.000	Rp696.000.000
Total					Rp2.120.200.000
Overhead 10%					Rp212.020.000
Total Keseluruhan					Rp2.332.220.000

(Sumber : Hasil pengolahan data, 2023)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari analisis, Pantai Bahagia mengalami akresi pada wilayah perairan pantai dan garis pantai. Dengan begitu, perencanaan bangunan pengaman pantai perlu dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Bangunan yang direncanakan adalah bangunan *Jetty* di daerah Pantai Bahagia. *Jetty* direncanakan dengan tebal lapis *armor stone* (t_1) sama dengan 3,845 m, tebal lapis *secondary stone* (t_2) sama dengan 1,785 m, tinggi *toe protection* sama dengan 1,69 m dan lebar *toe protection* sama dengan 5 m. Rencana anggaran biaya untuk konstruksi *Jetty* ini diestimasikan sebesar Rp2.332.200.000.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, I., Nurdin, J., & Hasanuddin. (2016). Kajian Potensi Energi Angin di Daerah Kawasan Pesisir Pantai Serdang Bedagai untuk Menghasilkan Energi Listrik. *Teknik Mesin ITM*, 2(1), 31–38.
- Aldian, R., Zuryani, E., & Ulmi, A. Z. P. (2022). Perubahan Garis Pantai sebagai Akibat dari Abrasi dan Akresi di Kawasan Pesisir Pantai Barat Sumatera Barat. *Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series*, 5(4), 152. <https://doi.org/10.20961/shes.v5i4.69042>
- Alimuddin, A. (2018). Alternatif Penanggulangan Abrasi di Pantai Muara

- Gembong, Bekasi. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 2(1), 9–17.
<https://doi.org/10.32832/komposit.v2i1.1547>
- Alimuddin, A., & Aryanti, D. (2020). Kajian Perubahan Garis Pantai Muara Gembong, Bekasi. *Rona Teknik Pertanian*, 13(2), 71–83.
<https://doi.org/10.17969/rtp.v13i2.17620>
- Anggraini, N., Marpaung, S., & Hartuti, M. (2018). Analisis Perubahan Garis Pantai Ujung Pangkah dengan Menggunakan Metode Edge Detection dan Normalized Difference Water Index. *Jurnal Penginderaan Jauh Dan Pengolahan Data Citra Digital*, 14(2), 65–78.
<https://doi.org/10.30536/j.pjpdcd.1017.v14.a2545>
- Danny, F., Dewi, H. C., Febi, N. B., Aprillia, D. P., Goan, G. H., Julie, N. C., Gustini, W., & Alia, A. (2020). ICT-based Border Detection between Indonesia and Singapore. *Journal of Physics: Conference Series*, 1469(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1469/1/012092>
- Faturachman, D. (2018). Analysis of Indonesian Sea Border Ferry Cross Countries - Case studies: The Comparison between Indonesia and Malaysia (Batam – Johor and Nunukan - Tawau). *Proceeding of Marine Safety and Maritime Installation, MSMI 2018*, 180–190.
<https://doi.org/10.23977/msmi.2018.82620>
- Faza, L. H., & Kurniadi, Y. N. (2016). Desain Bangunan Pelindung Pantai Sebagai Penanggulangan Abrasi di Kawasan Pantai Ujung Jabung Provinsi Jambi. *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 2(2), 47–58.
- Gustin, O., & Roziqin, A. (2019). Detection of Land Use Changes in Batam Island Coastal Using Remote Sensing. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 375(1).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/375/1/012001>
- Hariati, F., Taqwa, F. M. L., & Alimuddin, A. (2021). Kajian konseptual pemecah gelombang. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 5(1), 31–37.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.32832/komposit.v5i1.4745>
- Irawan, S., Fahmi, R., & Roziqin, A. (2018). Kondisi Hidro-Oceanografi (Pasang Surut, Arus Laut, dan Gelombang) Perairan Nongsa Batam. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 11(1), 56.
<https://doi.org/10.21107/jk.v11i1.4496>
- Korto, J., Jasin, M. I., Mamoto, J. D. (2015). Analisis Pasang Surut di Pantai Nuangan (Desa Iyok) Boltim dengan Metode Admiralty. *Sipil Statik*, 3(6), 391–402.
- Liun, E., & Raja, S. M. L. (2016). Peran Strategis Pulau Batam di Bidang Energi di Kawasan Regional Asia Tenggara. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi Nuklir 2016*, 185–192.
- Mamanua, I. C., Jansen, T., & Dundu, A. K. T. (2017). Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai pada Daerah Pantai Kima Bajo Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 5(6), 335–344.
- Nguyen, M.-H., Nguyen, T. L. A., Nguyen, T., Reynaud, A., Simioni, M., & Hoang, V.-N. (2021). Economic Analysis of Choices among Differing Measures to Manage Coastal Erosion in Hoi An (a UNESCO World Heritage Site). *Economic Analysis and Policy*, 70, 529–543.
<https://doi.org/10.1016/j.eap.2021.04.006>
- Pasquali, D., & Marucci, A. (2021). The Effects of Urban and Economic Development on Coastal Zone Management. *Sustainability (Switzerland)*, 13(11), 1–18.
<https://doi.org/10.3390/su13116071>
- Pujianiki, N. N., Arsan, G. N. K., & Simpangan, G. R. P. A. (2021). Tegal Besar Beach Rehabilitation with Scalloped Concrete Block Revetment. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 2(1), 75–82.
- Rafeeqe, M. K., & Thomas, K. V. (2022). Functional Performance of Coastal Protection Structures. *Oceans 2022*, 1–11.
<https://doi.org/10.1109/oceanschennai45887.2022.9775358>
- Saengsupavanich, C. (2020). Deconstructing a Jetty to Rectify the Downtide Erosion. *Journal of Sustainability Science and Management*, 15(2), 79–88.
https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/index.php/bkn/search_detail/result/400446
- Setyandito, O., Purnama, A. C., Yuwono, N., Juliastuti, J., & Wijayanti, Y. (2020). Shoreline Change with Groin Coastal Protection Structure at North Java Beach. *ComTech: Computer, Mathematics and*

- Engineering Applications*, 11(1), 19–28.
<https://doi.org/10.21512/comtech.v11i1.6022>
- Tanto, T. Al, Wisna, U. J., Kusumah, G., Pranowo, W. S., Husrin, S., Ilham, I., & Putra, A. (2017). Karakteristik Arus Laut Perairan Teluk Benoa – Bali. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 23(1), 37.
<https://doi.org/10.24895/jig.2017.23-1.631>
- Taqwa, F. M. L., & Hariati, F. (2013). Studi Kelayakan Pembangunan Alur Pelayaran di Muara Sungai Ciujung Lama Kabupaten Serang. *Astonjadro: CEAESJ*, 2(2), 29–43.
<https://doi.org/https://doi.org/10.32832/astonjadro.v2i2.796>
- Ulha, F., Aziz, R., & Baskoro, R. (2014). Arah dan Kecepatan Angin Musiman serta Kaitannya dengan Sebaran Suhu Permukaan Laut di Selatan Pangandaran Jawa Barat. *Journal of Oceanography*, 3(3), 429–437.
- Umar, H., Rachman, T., & Sari, I. P. (2019). Analisis Perubahan Lahan Akibat Perubahan Garis Pantai di Wilayah Pesisir Kecamatan Biringkanaya. *Sensitek: Riset Sains Dan Teknologi Kelautan*, 2(1), 48–57.
- Winaktu, G., & Ingsih, I. S. (2022). Pola Angin Laut di Kawasan Pantai TPI Desa Bulurejo Kabupaten Lumajang dengan Metode Windrose. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(3), 3667–3673.
<https://doi.org/https://doi.org/10.32672/jse.v7i3.4549>