

Studi Perubahan Garis Pantai Tahun 2012-2022 di Pesisir Pantai Bagik Kembar, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat

Safira Ashilah*, Agus Anugroho Dwi Suryoputro dan Dwi Haryo Ismunarti

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia
Email: * safiraashilah@students.undip.ac.id

Abstrak

Pantai Bagik Kembar merupakan pantai yang berada di Kecamatan Sekarbela, Kota Mataram yang mengalami perubahan garis pantai pada setiap tahunnya. Perubahan ini menyebabkan wilayah pesisir Pantai Bagik Kembar seringkali mengalami banjir yang dapat merugikan aktivitas dan pemukiman warga sekitar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis luasan abrasi dan akresi yang terjadi pada tahun 2012 hingga 2022 di pesisir Pantai Bagik Kembar dan sekitarnya. Metode yang digunakan yaitu analisis DSAS (Digital Shoreline Analysis System) dengan menghitung nilai NSM dan EPR menggunakan data citra Landsat 7 pada tahun 2012 dan Landsat 8 pada tahun 2017 dan 2022. Analisis ini dikaitkan dengan data kelerengan pantai, sedimen, pasang surut BIG, data angin dan peramalan gelombang serta arus sejajar pantai dari perhitungan gelombang pecah. Hasil penelitian menunjukkan pesisir Pantai Bagik Kembar dan sekitarnya mengalami perubahan garis pantai yang didominasi oleh terjadinya abrasi dengan luas pada tahun 2012 – 2017 sebesar 2,512 ha dan pada tahun 2017 – 2022 luas abrasi 1,892 ha. Sedangkan akresi yang terjadi hanya 0,296 ha pada tahun 2012 – 2017 dan 0,114 ha pada tahun 2017 – 2022. Faktor penyebab perubahan garis pantai didominasi oleh gelombang yang dibangkitkan oleh angin sehingga menyebabkan terjadinya transpor sedimen oleh arus sejajar pantai.

Kata kunci: Abrasi, DSAS, Gelombang

Abstract

Study of Shoreline Changes in 2012-2022 on the Coast of Bagik Kembar Beach, Mataram City, West Nusa Tenggara

Bagik Kembar Beach is a beach located in Sekarbela District, Mataram City, which often experiences changes in the coastline every year. These changes cause the coastal area of Bagik Kembar Beach to often experience disasters that can harm activities and local residents. The purpose of this study is to analyze the extent of shoreline changes that occurred in 2012 to 2022 on the coast of Bagik Kembar Beach and its surroundings. The method used is DSAS (Digital Shoreline Analysis System) analysis by calculating NSM and EPR values using Landsat 7 image data in 2012 and Landsat 8 in 2017 and 2022. This analysis is associated with coastal slope data, sediment, BIG tides, wind data and wave forecasting and parallel coastal currents from breaking wave calculations. The results showed that the coast of Bagik Kembar Beach and its surroundings experienced changes in the coastline dominated by abrasion with an area in 2012-2017 of 2.512 ha and in 2017-2022 the abrasion area was 1.892 ha. While accretion that occurred was only 0.296 ha in 2012 - 2017 and 0.114 ha in 2017 - 2022. Factors causing shoreline change are dominated by wind-generated waves that cause sediment transport by longshore current.

Keywords: Abrasion, DSAS, wave

PENDAHULUAN

Kota Mataram khususnya di sepanjang pesisir Pantai Bagik Kembar merupakan salah satu pantai yang berada di Kecamatan Sekarbela yang mengalami perubahan garis pantai. Perubahan garis pantai pada lokasi ini didominasi dengan terjadinya abrasi. Menurut Widada *et al.* (2022), proses abrasi dapat merusak bangunan pantai dan mundurnya garis pantai yang menjadi pintu masuknya air laut ke darat dan terjadi banjir rob di wilayah pesisir. Abrasi pantai pada lokasi penelitian ini dominan terjadi pada musim barat dimana sering terjadi angin kencang, yang menimbulkan gelombang besar. Selain terjadi banjir akibat luapan air laut saat gelombang besar, rumah-rumah nelayan di Pantai Bagik Kembar juga tertimbun oleh sedimen pantai yang terbawa oleh gelombang (BAPPEDA Kota Mataram, 2019). Oleh karena itu, pada lokasi ini perlu dilakukan

penanganan dengan melakukan mitigasi bencana pada pesisir pantai Bagik Kembar, Kota Mataram dan sekitarnya. Untuk itu diperlukan studi perubahan garis pantai yang bertujuan untuk menganalisis luasan abrasi dan akresi yang terjadi pada tahun 2012-2022. Berdasarkan kajian terdahulu oleh Kusumawardani *et al.* (2019), pada daerah Pantai Bagik Kembar dan sekitarnya dilakukan pemetaan dan analisis perubahan garis pantai dari tahun 2003 – 2018 dengan citra Landsat 7 dan Landsat 8 dengan memetakan garis pantai dengan transformasi indeks yaitu NDWI (*Normalize Difference Water Index*) dan dilengkapi oleh data kecepatan arus laut pada wilayah Ampenan. Tujuan penelitian ini menggunakan pendekatan atau metode berbeda yang belum digunakan pada penelitian sebelumnya di daerah ini dengan melakukan pemetaan garis pantai dengan menggunakan metode analisis DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*) serta diperbarui pemetaan garis pantai pada tahun 2022 di pesisir Pantai Bagik Kembar dan sekitarnya. Dengan metode DSAS ini dapat menghitung laju dan jarak perubahan garis pantai berdasarkan acuan titik perpotongan dari garis transek yang telah dibuat dalam waktu tertentu dan berbasis geospasial. dengan harapan dapat memberikan informasi mengenai perubahan garis pantai yang signifikan.

MATERI DAN METODE

Materi Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan data primer dimana data ini berupa data hasil pengukuran dan pengambilan sampel di lapangan serta data sekunder yaitu data yang diperoleh dari instansi maupun website resmi yang digunakan sebagai data pendukung. Data primer yang digunakan dalam penelitian yaitu data kelerengan pantai, sedimen dasar, dan data batimetri. Sedangkan data sekunder yang digunakan adalah data pasang surut BIG bulan Oktober tahun 2022, data angin ECMWF per musim tahun 2021-2022, data citra satelit Landsat 7 tahun 2012 dan Landsat 8 tahun 2017 dan 2022 dari <https://earthexplorer.usgs.gov> serta peta Rupa Bumi Indonesia dari BIG.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif karena data yang digunakan pada penelitian ini berupa angka serta analisis menggunakan statistik (Sugiyono, 2009). Metode kuantitatif yang dimaksud dalam penelitian ini adalah perhitungan kelerengan pantai, ukuran butir sedimen, arah dan kecepatan angin, tinggi dan periode gelombang serta nilai luasan perubahan garis pantai pada lokasi penelitian. Dalam mengambil data lapangan metode yang digunakan adalah metode *purposive sampling* yaitu teknik pengambilan sampel dengan sengaja dan berdasarkan suatu pertimbangan dan tujuan tertentu (Safitri *et al.*, 2019). Penentuan titik sampel dalam penelitian ini dilakukan dengan menyesuaikan titik terjadinya perubahan garis pantai berdasarkan interpretasi citra.

Metode Pengumpulan dan Analisis Data

1. Metode Pengolahan Garis Pantai dengan Citra Satelit Landsat

Garis pantai diolah dengan mengunduh data citra satelit Landsat 7 untuk tahun 2012 dan citra Landsat 8 untuk tahun 2017 dan 2022 diolah dengan menggunakan *software* Envi 5.3 untuk melakukan koreksi radiometrik. Setelah itu dilakukan tahap *layer stacking* untuk menggabungkan band citra. Kemudian dilakukan pemotongan citra sesuai dengan lokasi penelitian. Setelah pemotongan citra dilakukan penentuan *band threshold* atau nilai ambang batas. Band yang digunakan untuk Landsat 7 adalah band 5 atau band hijau/SWIR1 sedangkan untuk Landsat 8 digunakan band 6 atau band hijau/SWIR1 kemudian dilakukan perkalian citra biner dengan band threshold serta di ekstrasi ke dalam bentuk vektor. Tahap ini dilakukan agar dapat membedakan daratan dan lautan untuk mengetahui garis pantai dengan mudah. Pengolahan citra selanjutnya dilakukan pada *software* ArcMap 10.8 untuk melakukan analisis garis pantai menggunakan metode DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*). Tahapan awal pada *software* ini yaitu dengan memasukkan citra yang telah diekstrasi pada *software* Envi 5.3 lalu dilakukan pemotongan garis pantai area penelitian. Kemudian citra pada tiap tahun digabungkan dengan menggunakan *tools Merge*. Setelah itu dilanjutkan dengan metode DSAS yang menghasilkan perhitungan EPR (*End Point Rate*) dan NSM (*Net Shoreline Movement*) agar dapat dilakukan analisis nilai luasan abrasi dan akresi yang terjadi. Selanjutnya dilakukan *layout* peta sebagai hasil informasi perubahan garis pantai.

2. Metode Pengolahan Pasang Surut

Pengolahan data pasang surut ditujukan untuk mengetahui nilai MSL, HHWL dan LLWL yang didapat dari website BIG kemudian diolah menggunakan metode Admiralty. Setelah itu hasil data *download* dikurangi nilai rata-rata untuk mendapatkan nilai amplitudonya (A)

$$A = \text{Nilai Observasi} - \text{MSL}$$

Selain MSL, analisis digunakan untuk mendapatkan konstanta harmonik pasang surut sehingga dapat diperoleh tipe pasang surut menggunakan bilangan formzahl (F) menggunakan persamaan berikut

$$F = AO1 + AK1 AM2 + AS2$$

Serta dapat diperoleh juga nilai LLWL dan HHWL (Ryanto et al., 2022)

$$LLWL = MSL - (A(M2 - K1 + O1 + P1 + K2))$$

$$HHWL = MSL + (A(M2 + K1 + O1 + P1 + K2))$$

3. Metode Pengolahan Data Angin dan Peramalan Gelombang

Data angin dapat diunduh dari website ECMWF (*European Centre for Medium Range Weather Forecasts*) <https://cds.climate.copernicus.eu/>. Data ini mencakup kecepatan dan arah angin komponen u dan v per jam dengan satuan m/s selama 4 musim dalam satu tahun (Desember 2021 – Oktober 2022). Setelah mengunduh data tersebut, file NetCDF hasil unduhan dikonversi menjadi file TXT menggunakan *software* ODV 4.0. Selanjutnya, data diolah menggunakan Microsoft Excel untuk mengelompokkan data angin per musim. Setelah itu data kecepatan dan arah angin per musim dimasukkan ke *Easywave Algorithm* dimana *Easywave* ini dapat melakukan peramalan gelombang dengan metode SMB (*Svendrup Munk Bretschneider*) berbasis bahasa pemrograman Python (Siregar, et al., 2020). Peramalan gelombang menghasilkan nilai tinggi signifikan (Hs) dan periode signifikan (Ts) gelombang. Kemudian dilakukan analisis mengenai kondisi hidro-oseanografi pada lokasi penelitian yang dikaitkan dengan kecepatan arah angin berhembus serta pengaruh dari gelombang terhadap perubahan garis pantai yang terjadi.

4. Pengolahan Gelombang Pecah

Untuk mengetahui nilai sudut gelombang pecah (α_b) digunakan nilai tinggi signifikan (Hs) dan periode signifikan (Ts) gelombang yang telah diperoleh dari peramalan gelombang per musim. Menurut Triatmodjo (2012) dalam Kristanto et al., (2022), persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Menghitung L_0

$$L_0 = 1,56 T^2$$

2. Menghitung C_0

$$C_0 = L_0/T$$

3. Menghitung d/L_0

$$d/L_0$$

4. Mencari nilai d/L melalui interpolasi nilai d/L_0 menggunakan tabel C-1 pada SPM 1984

5. Mencari nilai panjang gelombang (L)

$$L = d : d/L$$

6. Mencari nilai cepat rambat gelombang (C)

$$C = L/T$$

7. Menghitung koefisien pendangkalan (Ks) melalui interpolasi nilai d/L_0 menggunakan tabel C-1 pada SPM 1984

8. Menghitung H'_0

$$H'_0 = H_s/K_s$$

9. Menghitung H'_0/gT^2

10. Menghitung H_b

$$\frac{H_b}{H'_0} = \frac{1}{3,3 (H'_0/L_0)^{1/3}}$$

11. Menghitung db

$$\frac{d_b}{H_b} = \frac{1}{b - (aH_b/gT^2)}$$

dimana a dan b merupakan fungsi kemiringan pantai m dengan persamaan:

$$a = 43,75 (1 - e^{-19m})$$

$$b = \frac{1,56}{(1 + e^{-19,5m})}$$

Triatmodjo (1999)

12. Menghitung panjang gelombang pecah (L_b)

$$L_b = T_s \sqrt{gd_b}$$

13. Menghitung sudut gelombang pecah (α_b)

$$\frac{\sin \alpha_b}{L_b} = \frac{\sin \alpha_0}{L_0}$$

5. Metode Pengolahan Arus Sejajar Pantai (*Longshore Current*)

Menurut Triatmodjo (1999) dalam Kristanto *et al.* (2022), untuk menghitung nilai kecepatan *longshore current* (arus sejajar pantai) berdasarkan nilai tinggi gelombang pecah (H_b) dan sudut gelombang pecah (α_b) dapat menggunakan rumus empiris seperti berikut:

$$V = 1,17(g \times H_b)^{1/2} \sin \alpha_b \cos \alpha_b$$

Keterangan :

V = Kecepatan *longshore current*

g = Percepatan gravitasi

H_b = Tinggi gelombang pecah

α_b = Sudut gelombang pecah

6. Analisis Ukuran Butir Sedimen

Untuk melakukan analisis ukuran butir sedimen, sampel sedimen sebanyak 200 gram dapat diambil pada tiap stasiun yang dapat dilihat pada gambar 1. Pengambilan titik sedimen tersebut didasarkan oleh tujuan penelitian atau dengan metode *purposive sampling*. Setelah pengambilan sampel dikeringkan kemudian dilakukan pengayakan. Selama proses pengayakan, sedimen dipisah sesuai ukuran butirnya menggunakan *sieve shaker* dengan amplitudo 60 dalam waktu 15 menit. Nilai ukuran butir sedimen dapat dihitung pada setiap lapisan mesh yang berukuran (2 μm , 0,5 μm , 0,3 μm , 0,150 μm dan 0,063 μm). Pipet diperlukan apabila terdapat sedimen yang sangat halus, yaitu <0,063, yang tidak dapat diukur dengan *sieve shaker* (Holme dan McIntyre, 1984).

7. Perhitungan Transpor Sedimen

Menurut Putra *et al.* (2022), transpor sedimen yang diakibatkan oleh *longshore current* diprediksi dengan menggunakan persamaan empiris yang berdasar kepada kondisi gelombang pada daerah penelitian. Persamaan tersebut merupakan korelasi antara transpor sedimen dengan komponen fluks energi gelombang sepanjang pantai. Terdapat persamaan empiris yang digunakan untuk memprediksi transpor sedimen akibat *longshore current*, seperti persamaan yang dikembangkan oleh Komar (1971) sebagai berikut:

1. Menghitung C_b

$$C_b = \sqrt{gd_b}$$

2. Menghitung fluks energi gelombang sepanjang pantai saat pecah

$$P_1 = \frac{\rho g}{8} H_b C_b \sin \alpha_b \cos \alpha_b$$

Menurut CERC (1984) dalam Putra *et al.* (2022), untuk menghitung angkutan sedimen pertahun dengan satuan m^3/tahun adalah sebagai berikut:

$$Q_s = 1290P_1$$

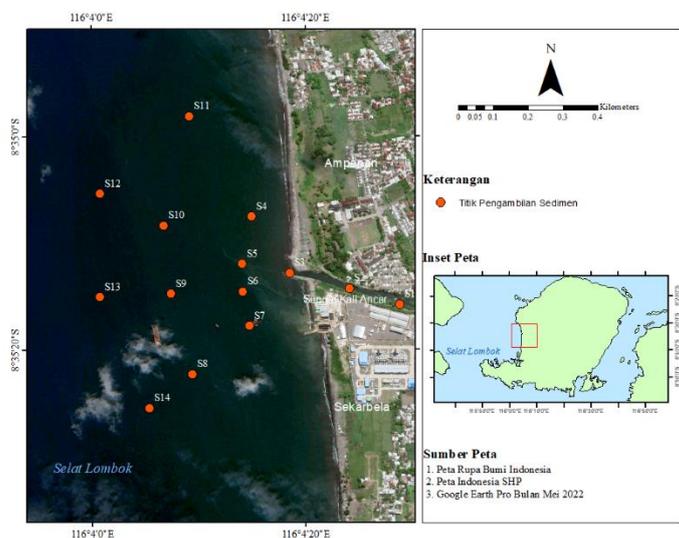
untuk menghitung angkutan sedimen perhari adalah sebagai berikut:

$$Q_s = 3,534P_1$$

Keterangan : $P1$: Komponen fluks energi gelombang sepanjang pantai saat pecah (Nm/d/m) ρ : Massa jenis air laut (1025 kg/m^3) g : Percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$) H_b : Tinggi gelombang pecah (m) C_b : Kecepatan gelombang pecah (m/s) ab : Sudut datang gelombang pecah ($^\circ$) Q_s : Volume angkutan sedimen dalam satuan waktu (m^3/hari dan m^3/tahun)

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di sepanjang pesisir Pantai Bagik Kembar dan sekitarnya di Kecamatan Sekarbela, Kota Mataram, NTB. Lokasi penelitian ini secara astronomis terletak di antara $8^\circ36'8,075''\text{LS}$ - $116^\circ4'23,034''\text{BT}$ sampai $8^\circ35'15,043''\text{LS}$ - $116^\circ4'20,071''\text{BT}$. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di sekitar Pantai Bagik Kembar, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelerengan Pantai

Pengukuran kelerengan pantai dilakukan dengan menggunakan alat konvensional berupa busur yang diikat tali yang terdapat pemberat berupa benda kecil untuk dapat melihat sudut kemiringan dari pantainya. Pengukuran ini dilakukan pada 4 titik pengamatan dengan 3 kali pengukuran yang mencakup daerah dengan tipe morfologi pantai yang terlihat berbeda dari muara kecil hingga muara kali Ancar. Hasil pengukuran tersebut disajikan pada Tabel 1 yang diklasifikasikan berdasarkan klasifikasi Van Zuidam dan disertai dengan nilai rata-rata sebagai berikut.

Tabel 1. Nilai Kelerengan Pantai

Stasiun	Koordinat		Nilai Kelerengan Pantai ($^\circ$)				Rata-rata (%)	Keterangan
			Pengukuran					
			Ke-1	Ke-2	Ke-3			
L1	116.07326	-8.59321	15	16	17	21 – 55	Curam	
L2	116.07316	-8.5927	10	15	15	21 – 55	Curam	
L3	116.07294	-8.59143	9	12	12	21 – 55	Curam	
L4	116.07328	-8.59853	10	21	21	21 – 55	Curam	

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di Pantai Bagik Kembar dan sekitarnya dapat diketahui bahwa pantai ini dikategorikan dengan kemiringan pantai yang curam dengan didominasi oleh sedimen berjenis pasir yang dimana sampel sedimen diambil berada di sekitar muara sungai Ancar. Hal ini

sesuai dengan penelitian yang dikaji oleh BAPPEDA Kota Mataram (2019) bahwa secara keseluruhan pantai Kota Mataram adalah jenis pantai berpasir karena didominasi oleh sedimen pasir hitam. Batimetri atau kedalaman laut di depan pantai Kota Mataram juga cenderung landai. Kemiringan pantai di atas garis surut hingga tepi pantai secara umum lebih curam. Hal ini sesuai dengan karakteristik sedimen berpasir, di mana kemiringan dasar pantai tergantung pada bentuk dan ukuran material dasar. Triatmodjo (1999) menyatakan bahwa kemiringan pantai berpasir umumnya berkisar antara 1:20 hingga 1:50. Bentuk profil pantai dipengaruhi oleh serangan gelombang, sifat-sifat sedimen, kondisi gelombang, arus, dan batimetri pantai. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa terdapat proses geomorfologi yang terjadi di perairan Kabupaten Lombok Barat dan Kota Mataram, termasuk pengendapan oleh sungai, gelombang, dan arus (Kusumawadani *et al.*, 2018).

Pasang Surut

Data pasang surut yang diperoleh dari BIG dianalisis menggunakan metode admiralty. Hasil yang diperoleh berupa komponen harmonik pasang surut, yaitu S_0 , M_2 , S_2 , N_2 , K_1 , O_1 , M_4 , MS_4 , K_2 , dan P_1 .

Tabel 2. Komponen Harmonik Pasang Surut Metode Admiralty

Constants	S_0	M_2	S_2	N_2	K_1	O_1	M_4	MS_4	K_2	P_1
A (Cm)	127	23	17	6	31	24	1	2	6	12
g (°)	0	355	172	200	103	98	148	5	172	103

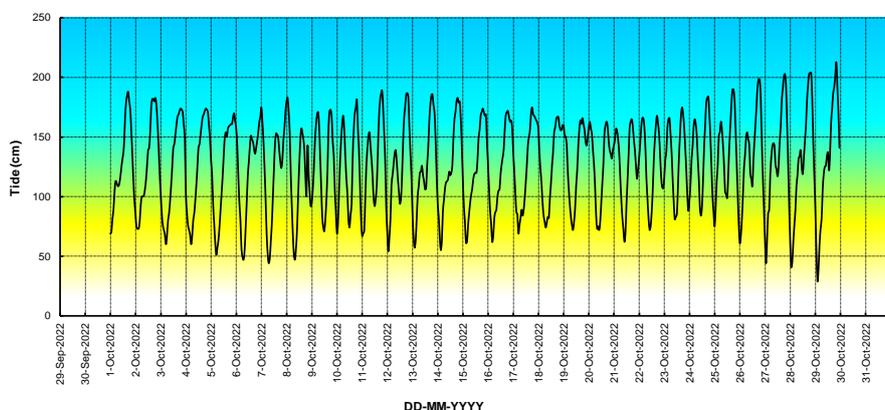
Nilai dari komponen harmonik yang didapatkan dapat digunakan untuk mengetahui nilai elevasi dan tipe karakteristik pasang surut. Diketahui nilai elevasi pasang surut yaitu MSL (*Mean Sea Level*), HHWL (*Highest High-Water Level*), LLWL (*Lowest Low Water Level*), MHWL (*Mean High Water Level*), MLWL (*Mean Low Water Level*) sebagai berikut.

Tabel 3. Nilai Elevasi Muka Air Laut Pasang Surut Metode Admiralty

Vertical Datum:

HHWL	=	241	Cm
MHWL	=	205	Cm
MSL	=	127	Cm
MLWL	=	48	Cm
LLWL	=	12	Cm

Hasil pengolahan data pasang surut menggunakan metode Admiralty ini diperoleh nilai Formzahl sebesar 1,37 dimana $0,25 < F \leq 1,5$ yang artinya tipe pasang surut pada perairan Kota Mataram ini termasuk pada tipe pasang surut campuran harian ganda. Dari hasil pengolahan data pasang surut tersebut didapatkan bentuk grafik yang sesuai dengan tipe pasang surutnya seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.

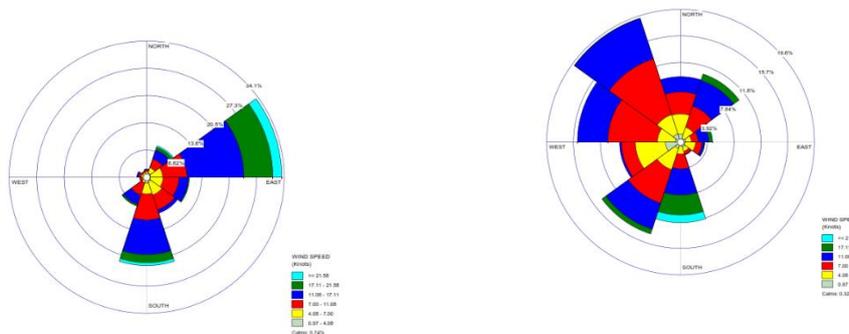


Gambar 2. Grafik Pasang Surut Perairan Kota Mataram Bulan Oktober 2022

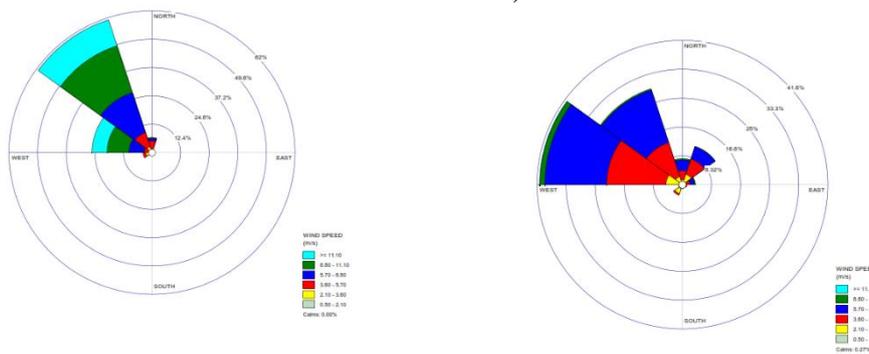
Angin

Data angin diperoleh dari ECMWF diolah menjadi grafik *windrose* berupa data per musim dari musim barat tahun 2021 – 2022 hingga musim timur pada tahun 2022. Pada musim barat didominasi angin menuju arah barat daya dengan didominasi kecepatan 11,08-17,11 knot. Musim peralihan I didominasi angin menuju arah tenggara dengan kecepatan 7,0-11,08 knot. Musim timur didominasi angin menuju arah tenggara dengan kecepatan 5,7-8,8 knot. Pada musim peralihan II dominasi angin menuju arah tenggara dengan kecepatan 3,6-5,7 knot.

- (a). *Windrose* Musim Barat arah utama angin 240° (Desember 2021 – Februari 2022)
- (b). *Windrose* Musim Peralihan I arah utama angin 135° (Maret – Mei 2022)



- (c). *Windrose* Musim Timur arah utama angin 135° (Juni – Agustus 2022)
- (d). *Windrose* Musim Peralihan II arah utama angin 135° (September – Oktober 2022)



Gambar 3. *Windrose* Musim Barat – Musim Peralihan II Tahun 2021-2022

Peramalan Gelombang

Data tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode gelombang signifikan (T_s) diperoleh dari data angin per musim selama 1 tahun (Desember 2021 – Oktober 2022) yang diunduh melalui ECMWF. Data peramalan gelombang ini diolah dengan metode SMB (*Sverdurp Munk Bretscneider*) menggunakan *Easywave Algorithm*.

Tabel 4. Hasil Tinggi dan Periode Gelombang Signifikan dengan metode SMB

Variabel	Musim Barat	Musim Peralihan I	Musim Timur	Musim Peralihan II
H_s (m)	0.65	0.14	0.08	0.1
T_s (s)	4.15	1.79	0.91	1.3
Arah datang Gelombang (°)	240 (Barat Daya)	135 (Tenggara)	135 (Tenggara)	135 (Tenggara)

Dari analisis data angin dan peramalan gelombang yang diperoleh dari *Easywave Algorithm* dihasilkan *windrose* atau mawar angin yang menghasilkan arah angin bervariasi pada setiap musim. Tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode gelombang signifikan (T_s) juga memiliki nilai yang bervariasi pada tiap musim. Menurut Triatmodjo (1999), tinggi dan periode gelombang yang dibangkitkan dipengaruhi oleh angin. Angin yang berhembus di atas permukaan air akan memindahkan energinya ke air. Kecepatan angin akan menimbulkan tegangan pada permukaan laut, sehingga air yang semula tenang akan terganggu dan timbul riak gelombang kecil di atas permukaan air. Apabila kecepatan angin bertambah, riak tersebut menjadi semakin besar, dan apabila angin berhembus terus akhirnya akan terbentuk gelombang. Tinggi gelombang signifikan maksimum terdapat pada musim barat dengan nilai sebesar 0,65 m dengan periode gelombang signifikan sebesar 4,15 s. Sedangkan tinggi gelombang signifikan minimum terdapat pada musim timur dengan nilai sebesar 0,08 m dan periode gelombang signifikan sebesar 0,91 s.

Gelombang Pecah

Nilai gelombang pecah dapat diketahui dari hasil perhitungan gelombang signifikan (H_s) yang telah diperoleh pada **Tabel 8**. Berikut ini merupakan tabel nilai gelombang pecah pada tiap musim.

Tabel 5. Nilai Gelombang Pecah

No.	Musim	α_0 (°)	H_b (m)	d_b (m)	α_b (°)
1.	Musim Barat	240	0,65	0,7	22,48
2.	Musim Peralihan I	135	0,15	0,16	18,88
3.	Musim Timur	135	0,06	0,07	24,52
4.	Musim Peralihan II	135	0,09	0,10	14,31

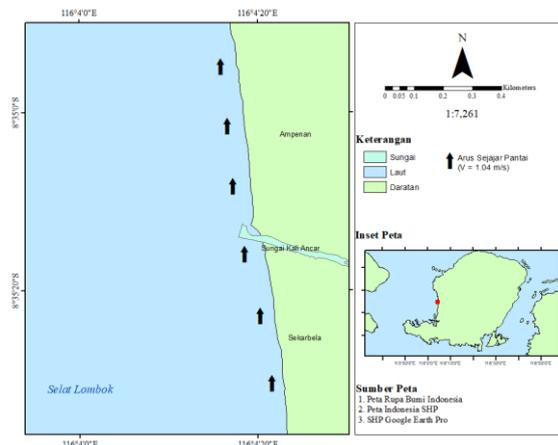
Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 5 diketahui pada musim barat memiliki nilai arah datang gelombang 240° dimana gelombang menuju arah barat daya dan pecah pada kedalaman 0,7 m dengan tinggi gelombang sebesar 0,65 m kemudian menghasilkan sudut gelombang pecah pada arah $22,48^\circ$. Pada musim peralihan I gelombang datang menuju arah tenggara dengan sudut 135° dan pecah pada kedalaman 0,16 m dengan tinggi gelombang pecah sebesar 0,15 m kemudian menghasilkan sudut gelombang pecah pada arah $18,88^\circ$. Untuk musim timur gelombang datang menuju arah tenggara dengan sudut 135° dan pecah pada kedalaman 0,107 m dengan tinggi gelombang pecah sebesar 0,06 m kemudian menghasilkan sudut gelombang pecah pada arah $24,52^\circ$. Selanjutnya pada musim peralihan II gelombang datang ke arah tenggara dengan sudut 135° dan pecah pada kedalaman 0,1 m dengan tinggi gelombang pecah sebesar 0,09 m kemudian menghasilkan sudut gelombang pecah pada arah $14,31^\circ$.

Arus Sejajar Pantai (*Longshore Current*)

Nilai kecepatan arus sejajar pantai (*longshore current*) diperoleh dari hasil perhitungan gelombang pecah. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut diketahui nilai kecepatan arus sejajar pantai berkisar antara 0,26 – 1,04 m/s. Nilai kecepatan arus terbesar terjadi pada musim barat dengan arah arus menuju utara menyusuri pantai.

Tabel 6. Nilai Kecepatan Arus Sejajar Pantai

No.	Musim	V(m/s)
1.	Musim Barat	1,04
2.	Musim Peralihan I	0,43
3.	Musim Timur	0,34
4.	Musim Peralihan II	0,36



Gambar 4. Peta Arah Arus Sejajar Pantai pada Musim Barat

Analisis Ukuran Butir Sedimen

Data ukuran butir sedimen diperoleh dari hasil pengolahan sampel sedimen dasar yang diambil di lapangan dengan menggunakan alat berupa *shieve shaker* dan neraca digital. Hasil yang diperoleh disajikan pada tabel berikut.

Tabel 7. Hasil Pengolahan Ukuran Butir Sedim....

Stasiun	Koordinat		Kedalaman air (m)	Jenis Sedimen
	Bujur	Lintang		
1	116,074683°	-8,587944°	0,9	Pasir
2	116,073389°	-8,587631°	0,8	Pasir
3	116,071828°	-8,587208°	0,6	Pasir
4	116,070839°	-8,585422°	3,9	Pasir
5	116,070581°	-8,586656°	4,5	Pasir
6	116,070611°	-8,587372°	5,2	Pasir
7	116,070781°	-8,588269°	5,1	Pasir
8	116,069297°	-8,589522°	6,8	Pasir
9	116,068733°	-8,587431°	6,5	Pasir
10	116,068547°	-8,585650°	6,6	Pasir
11	116,069225°	-8,599478°	6,5	Pasir
12	116,066892°	-8,584822°	7,8	Pasir Lanauan
13	116,066886°	-8,587514°	8,4	Pasir Lanauan
14	116,068172°	-8,590406°	7,9	Pasir Lanauan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari hasil laboratorium dan pengolahan data diperoleh jenis sedimen yang tersebar di Pantai Bagik Kembar dan sekitarnya yaitu sedimen berupa pasir dan pasir lanauan. Perairan ini didominasi oleh sedimen berjenis pasir. Titik pengambilan sampel dapat dilihat pada gambar 1.

Nilai Transpor Sedimen Sejajar Pantai

Dari hasil pengolahan jenis sedimen dapat dihitung nilai transport sedimen perhari dan pertahunnya. Transpor sedimen tersebar dari garis pantai sampai pada daerah gelombang pecah. Sehingga didapatkan nilai transpor sedimen permusim yang disajikan pada tabel berikut.

Tabel 8. Nilai Transpor Sedimen Sejajar Pantai

No.	Musim	Q _s (m ³ /tahun)	Q _s (m ³ /hari)
1.	Musim Barat	973.267,59	2.666,32
2.	Musim Peralihan I	94.097,50	257,783
3.	Musim Timur	31.288,95	85,71
4.	Musim Peralihan II	35.898,84	98,35

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat diketahui bahwa potensi transpor sedimen pertahun berkisar antara 31.288,95 – 973.267,59 m³/tahun dimana dalam sehari potensi transpor sedimen berkisar antara 85,71 – 2.666,32 m³/hari. Potensi transpor sedimen terbesar terjadi pada musim barat karena dipengaruhi oleh nilai kecepatan arus sejajar pantai yang paling tinggi dari musim lainnya.

Triatmodjo (1999) menyatakan bahwa arus sejajar pantai dapat mengangkut sedimen yang telah yang telah tererosi oleh gelombang, dan terus membawanya sepanjang pantai. Proses ini dikenal sebagai transpor sedimen sepanjang pantai. Untuk memprediksi transpor sedimen yang disebabkan oleh longshore current, digunakan rumus empiris yang berdasarkan kondisi gelombang di lokasi penelitian. Rumus tersebut merupakan hubungan sederhana antara transpor sedimen dan fluks energi gelombang sepanjang pantai. Menurut BAPPEDA Kota Mataram (2019), kondisi muara sungai di Kota Mataram, terutama dengan adanya pengendapan lidah pasir, menunjukkan adanya pola angkutan sedimen sejajar pantai (*longshore transport*). Secara umum, orientasi garis pantai Kota Mataram menghadap ke arah barat, sehingga arah gelombang yang membentuk sudut adalah dari barat laut atau barat daya. Dengan demikian, pola angkutan sedimen sejajar pantai di Kota Mataram adalah ke arah utara.

Perubahan Garis Pantai

Data hasil analisis perubahan garis pantai diperoleh dari hasil analisis DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*) yang dibagi menjadi 2 yaitu analisis perubahan garis pantai pada tahun 2012 – 2017 dan analisis perubahan garis pantai pada tahun 2017 – 2022. Citra yang digunakan pada tahun 2012 adalah citra Landsat 7 dan pada tahun 2017 sampai 2022 menggunakan citra Landsat 8. Berdasarkan analisis dengan metode DSAS diperoleh nilai EPR (*End Point Rate*) untuk mengetahui laju perubahan garis pantai dan nilai NSM (*Net Shoreline Movement*) untuk mengetahui panjang jarak perubahan garis pantai. Pada **tabel 9**, dapat diketahui bahwa nilai EPR tertinggi pada tahun 2012 – 2017 untuk akresi mencapai 4,57 m/tahun dan terendah mencapai 0,5 m/tahun dengan rata-rata 2,15 m/tahun. Sedangkan untuk abrasi tertinggi mencapai 9,19 m dan terendah 0,13 dengan rata-rata 3,23 m. Nilai EPR tertinggi pada tahun 2017 – 2022 untuk akresi mencapai 1,72 m/tahun dan terendah mencapai 0,31 m/tahun dengan rata-rata 0,86 m/tahun. Sedangkan untuk abrasi tertinggi mencapai 10,94 m/tahun dan terendah 0,10 m/tahun dengan rata-rata abrasi 2,94 m/tahun.

Tabel 9. Hasil EPR Pengolahan DSAS

Tahun	EPR (<i>End Point Rate</i>) (m/th)					
	Akresi		Abrasi		Rata - Rata	
	Min	Max	Min	Max	Akresi	Abrasi
2012 - 2017	0,5	4,57	0,13	9,19	2,15	3,23
2017 - 2022	0,31	1,72	0,10	10,94	0,86	2,94

Pada **tabel 10**, dapat diketahui bahwa nilai NSM tertinggi pada tahun 2012 – 2017 untuk akresi mencapai 25,32 m dan terendah mencapai 2,78 m dengan rata – rata 11,91 m. Sedangkan untuk abrasi tertinggi mencapai 50,93 m dan terendah sebesar 0,70 dengan rata-rata 17,91 m. Kemudian nilai NSM tertinggi pada tahun 2017 – 2022 untuk akresi mencapai 8,81 m dan terendah mencapai 1,57 m dengan rata-rata 4,40 m. Sedangkan untuk abrasi tertinggi mencapai 56,08 m/tahun dan terendah 0,51 m dengan rata-rata 15,09 m.

Tabel 10. Hasil NSM Pengolahan DSAS

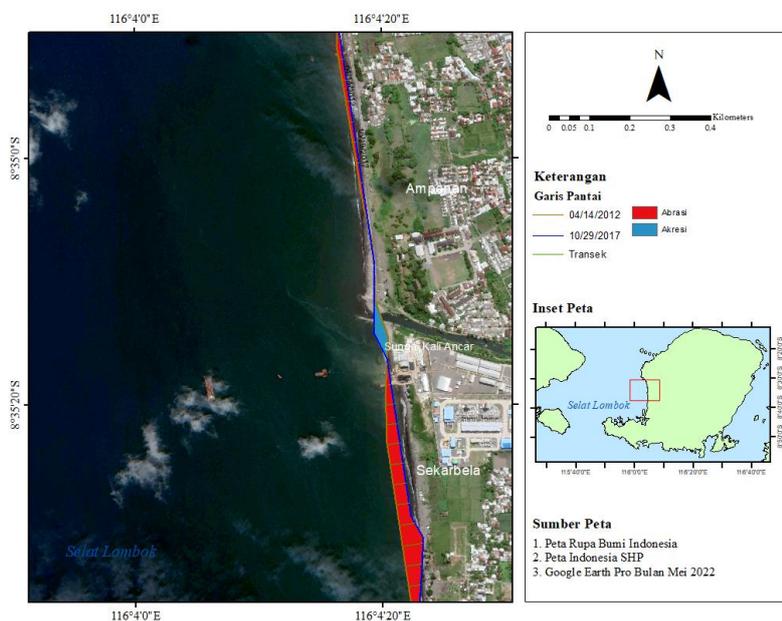
Tahun	NSM (<i>Net Shoreline Movement</i>) (m)					
	Akresi		Abrasi		Rata - Rata	
	Min	Max	Min	Max	Akresi	Abrasi
2012 – 2017	2,78	25,32	0,70	50,93	11,91	17,91
2017 – 2022	1,57	8,81	0,51	56,08	4,40	15,09

Hasil yang diperoleh dari perhitungan metode DSAS diketahui perubahan garis pantai yang terjadi berdasarkan nilai total luasan area yang terjadi abrasi dan akresi. Pada **tabel 11**, dapat dilihat bahwa pada

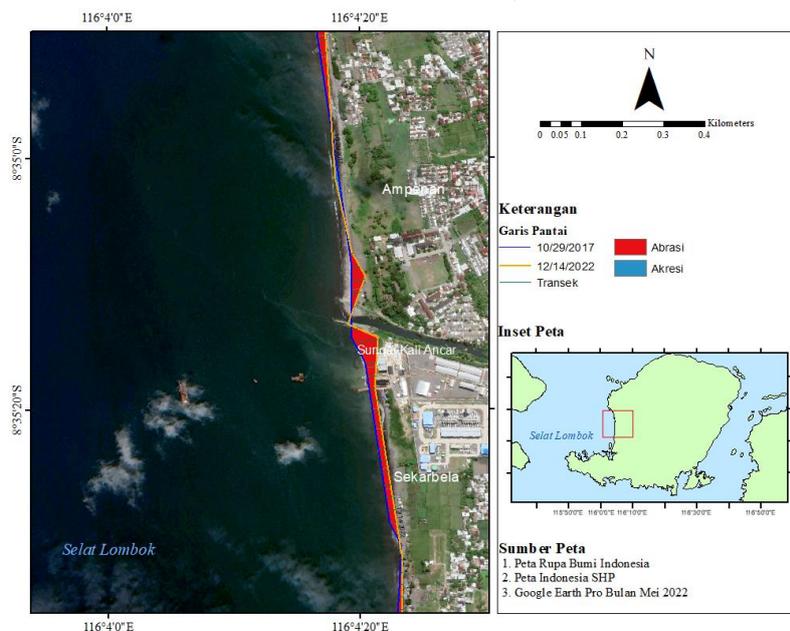
tahun 2012 – 2017 terjadi abrasi dengan nilai luas sebesar 2,512 ha dan akresi sebesar 0,296 ha. Sedangkan pada tahun 2017 – 2022 terjadi abrasi dengan nilai luas sebesar 1,892 ha dan akresi sebesar 0,114 ha.

Tabel 11. Total Luas Area Abrasi dan Akresi

Tahun	Total Luas Area (ha)	
	Abrasi	Akresi
2012 – 2017	2,512	0,296
2017 – 2022	1,892	0,114



Gambar 5(a). Peta Analisis DSAS di Pantai Bagik Kembar Tahun 2012 – 2017



Gambar 5(b). Peta Analisis DSAS di Pantai Bagik Kembar Tahun 2017 – 2022

Berdasarkan hasil analisis DSAS perubahan garis pantai di Pantai Bagik Kembar dan sekitarnya didominasi oleh terjadinya erosi atau abrasi pantai. Pada tahun 2012 – 2017 nilai luas area abrasi sebesar 2,512 ha dan akresi sebesar 0,296 ha. Pada tahun 2017 – 2022 mengalami hal yang sama dimana pantai didominasi

terjadinya abrasi. Nilai luas area terjadinya abrasi pada tahun ini sebesar 1,892 ha dan akresi sebesar 0,114 ha. Dengan nilai tersebut dapat diketahui bahwa daerah ini telah terjadi perubahan bentuk lahan garis pantai mundur ke arah darat. Faktor penyebab utama terjadinya perubahan garis pantai di lokasi penelitian ini adalah gelombang laut yang dibangkitkan oleh angin dan pasang surut. Angin yang bertiup di atas permukaan laut dapat mendorong air laut, menciptakan gelombang yang kemudian mencapai pantai. Menurut Putra *et al.* (2022), gerak air yang disebabkan gelombang akan membentuk suatu lintasan yang juga ikut membawa partikel-partikel sedimen dan mengakibatkan terjadinya transpor sedimen dalam arah sejajar garis pantai sehingga terjadi arus sejajar pantai atau *longshore current*. Arus ini mengakibatkan terangkutnya sedimen dasar dari pesisir pantai dan akan berpotensi menjadi penyebab terjadinya erosi maupun sedimentasi. Selain itu, pasang surut dapat menjadi faktor yang berperan dalam perubahan garis pantai. Pasang surut merupakan naik-turunnya permukaan air laut secara periodik akibat gaya gravitasi antara bumi, bulan, dan matahari. Saat pasang, air laut naik dan mencapai pesisir, sedangkan saat surut, air laut turun dan menarik kembali sedimen pantai. Dari hasil analisis pasang surut diperoleh muka air laut tertinggi sebesar 2,4 m dan muka air laut terendah sebesar 0,12 m. Kondisi pasang surut perairan Kota Mataram memiliki tipe pasang surut campuran condong harian ganda, dimana dalam satu hari dapat terjadi dua kali pasang dan surut, dengan tinggi dan periode yang berbeda. Menurut Setyawan *et al.* (2021), pasang naik dapat menyebabkan sedimen mendekati pantai, sementara saat surut, sedimen cenderung maju ke arah laut lepas. Perbedaan dalam ketinggian pasang surut dapat mempengaruhi perubahan garis pantai, baik dalam bentuk akresi (penambahan material sedimen) maupun abrasi (erosi material sedimen). Tetapi perbedaan rentang ketinggian muka air laut dapat dipengaruhi oleh faktor geomorfologi juga, termasuk kemiringan pantai. Kemiringan pantai yang curam cenderung menghasilkan perbedaan rentang ketinggian yang lebih besar. Namun, faktor lain seperti topografi dasar laut dan pengaruh alam sekitar juga dapat berperan dalam menentukan besar kecilnya perbedaan rentang ketinggian muka air laut di daerah penelitian.

Proses ini dapat terjadi secara alami dan merupakan karakteristik umum dari dinamika garis pantai di berbagai lokasi pesisir. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh BAPPEDA Kota Mataram (2019), garis pantai Kota Mataram, termasuk di daerah Pantai Bagek Kembar dan Ampenan, mengalami kemunduran secara bertahap antara tahun 2006 hingga 2017. Abrasi pantai dapat terjadi dalam waktu singkat saat gelombang besar dengan arah tegak lurus terhadap pantai. Sedimen yang pergi ke laut dalam diperkirakan tidak mungkin terjadi karena kondisi bathimetri perairan Kota Mataram yang landai. Namun sedimen yang pergi ke daerah pantai lebih tinggi karena *overwash* terjadi pada beberapa tempat seperti di Pantai Bagek Kembar. Hal ini dapat menyebabkan banjir akibat luapan air laut dan juga dapat menimbun rumah-rumah nelayan di Pantai Bagek Kembar.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa Pantai Bagek Kembar dan sekitarnya mengalami perubahan garis pantai yang dinamis selama rentang waktu 2012 hingga 2022. Abrasi merupakan fenomena yang dominan, dengan luas abrasi mencapai 2,512 ha pada tahun 2012-2017 dan 1,892 ha pada tahun 2017-2022. Sementara itu, akresi yang terjadi relatif lebih kecil, yaitu sebesar 0,296 ha pada tahun 2012-2017 dan 0,114 ha pada tahun 2017-2022. Faktor yang mendominasi terjadinya perubahan garis pantai pada lokasi penelitian ini adalah gelombang yang dibangkitkan oleh angin sehingga menyebabkan terjadinya pengangkutan sedimen oleh arus sejajar pantai.

Informasi ini memberikan pemahaman tentang dinamika garis pantai di Pantai Bagek Kembar dan sekitarnya serta faktor-faktor yang berkontribusi pada perubahan garis pantai tersebut. Penelitian ini penting dalam mengembangkan strategi pengelolaan wilayah pesisir yang rentan terhadap abrasi dan meminimalkan risiko bencana bagi pemukiman dan aktivitas manusia di sekitar pantai tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- BAPPEDA Kota Mataram. 2019. Pengelolaan Garis Pantai Kota Mataram sebagai Upaya Adaptasi dan Mitigasi Bencana Pantai dan Kenaikan Muka Air Laut. PEER USAID Project #5-395. Kerjasama TDMRC Univ. Syiah Kuala -Universitas Mataram-BAPPEDA Mataram.
- Holme, & McIntyre. 1984. *An Introduction to Coastal*. New York: Harper and Row Publisher.
- Kristanto, O., Ismanto, A., Satriadi, A., Setiyono, H., dan Atmodjo, W. 2022. Analisis Longshore Current dan Pengaruhnya Terhadap Transpor Sedimen Dasar di Perairan Teluk Awur, Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, 4(1): 59-68.
- Kusumawardani, K. P., Cahya, Z. I., Ananto, W. H. G., dan Asri, G. H. M. 2019. Pemetaan Dan Analisis Perubahan Garis Pantai Di Sebagian Pesisir Barat Lombok Barat Menggunakan Normalized Difference Water Index Pada Citra Landsat. *Seminar Nasional Geomatika*, 3: 911-918.
- Pratiwi, A. A., Setiyono, H., Suryoputro, A. A. D., Marwoto, J., & Satriadi, A. 2020. Perubahan Garis Pantai Pada Morfologi Gisik Kantung di Pantai Baron, Kabupaten Gunungkidul Daerah Istimewa Yogyakarta. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(4): 363-369.
- Putra, A. N., Handoyo, G., Ismanto, A., Satriadi, A., dan Setiyono, H. 2022. Studi Pengaruh Longshore Current Terhadap Transpor Sedimen Dasar di Pantai Slambaran, Kota Pekalongan, Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, 4(1): 36-46.
- Ryanto, N. A., Wiyono, R. U. A., dan Hidayah, E. 2022. Studi Peramalan Pasang Surut di Pesisir Pantai Pancer Kecamatan Puger, Kabupaten Jember. *Maspri Journal Marine Science Research*, 14(1): 1-13.
- Setyawan, F.O., Sari, W.K., dan Aliviyanti, D. 2021. Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan Digital Shoreline Analysis System Di Kecamatan Kuala Pesisir, Kabupaten Nagan Raya, Aceh. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 5(2): 368-377.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. ALFABETA, Bandung.
- Sulaiman, D.M. 2021. *Teknologi Pagar untuk Penanggulangan Erosi dan Abrasi Pantai*. Deepublish Publisher, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Widada, S., Ismanto, A., Priambodo, I. B., dan Siagian, H. S. R. 2022. Perubahan Garis Pantai dan Dampaknya Terhadap Banjir Rob di Kecamatan Pekalongan Utara, Kota Pekalongan, Provinsi Jawa Tengah.