

ANALISIS MORFOLOGI DAN PERUBAHAN GARIS PANTAI TAHUN 2009-2021 DI WILAYAH PANTAI BANTOL KABUPATEN MALANG

Nur Afifah^{1*}, Siti Sarah Rodhiah Mariza¹, Titah Indit Pakarti¹, Zulvan Yusuf
Fadilah¹, Ferriyati Masitoh¹

¹Departemen Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Malang

[Doi.org/10.24036/geografi/vol11-iss1/2542](https://doi.org/10.24036/geografi/vol11-iss1/2542)

ABSTRAK

Garis pantai dapat berubah dengan cepat sebagai akibat dari proses fisik alami dan aktivitas manusia. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan angka-angka dengan tujuan untuk mengetahui kondisi perubahan garis pantai dari waktu ke waktu. Wilayah kajian penelitian merupakan Pantai Bantol yang terletak di Desa Kedungsalam, Kecamatan Donomulyo, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Data diperoleh melalui pengukuran langsung di lapangan menggunakan total station untuk tahun 2021, dan citra satelit untuk tahun 2009-2019. Satuan bentuk lahan dari Pantai Bantol adalah gisik dan spit. Pada pengukuran lapangan diperoleh panjang garis pantai sepanjang 296,34 m, tetapi memiliki sifat fluktuatif jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Tinggi gelombang bervariasi dengan nilai tertinggi mencapai 1,1 m dan terendah 0,1 m. Kemiringan dasar pantai terbagi menjadi dua yakni 4% di wilayah barat dan 3% di wilayah timur. Laju abrasi dan akresi di Pantai Bantol memiliki perbandingan laju abrasi yang lebih tinggi dibanding akresi secara berurutan dengan nilai Abrasi 2411 m² dan 1110 m² sedangkan nilai akresi 1459,7 m² dan 254,97 m². Untuk zona *low tide* dan *high tide* tetap mengalami akresi tapi bersifat fluktuatif dan didominasi oleh abrasi.

Kata kunci: Perubahan garis pantai, abrasi, morfologi pantai

ABSTRACT

Coastlines can change rapidly as a result of natural physical processes and human activities. This research is a quantitative study with a numerical approach with the aim of knowing the condition of shoreline changes from time to time. The research study area is Bantol Beach which is located in Kedungsalam Village, Donomulyo District, Malang Regency, East Java. The data is obtained through direct measurements in the field using a total station for 2021, and satellite images for the years 2009-2019. Landform units of Bantol Beach are beach ridge and spit. In field measurements, the length of the coastline is 296.34 m, but it has a fluctuating nature when compared to the previous year. The wave height varies with the highest value reaching 1.1 m and the lowest being 0.1 m. The bottom slope of the coast is divided into two, namely 4% in the west and 3% in the east. Abrasion and accretion rates at Bantol Beach have a higher ratio of abrasion rates than accretion, respectively, with abrasion values of 2411 m² and 1110 m², while accretion values are 1459.7 m² and 254.97 m², respectively. The low tide and high tide zones continue to experience accretion but are volatile and dominated by abrasion.

Keywords: Coastline change, abrasion, coast morphology

Pendahuluan

Garis pantai dapat berubah dengan cepat sebagai akibat dari proses fisik alami dan aktivitas manusia. Faktor alami seperti ketersediaan sedimen, energi gelombang, dan permukaan laut merupakan penyebab utama perubahan pesisir, sedangkan aktivitas manusia merupakan pemicu yang dapat mempercepat terjadinya perubahan pesisir (Niya, et al., 2013). Garis pantai selalu bergerak, dalam beberapa kasus berpindah menuju darat (abrasi) dan dalam kasus lain berpindah menuju laut (akresi). Menurut Winarso et al., (2001), garis pantai didefinisikan sebagai garis pertemuan antara daratan dan badan air, yang merupakan kenampakan linier terpenting di permukaan bumi yang bersifat dinamis.

Indonesia adalah negara kepulauan yang terletak di antara Benua Asia dan Australia, dan Samudera Hindia dan Samudera Pasifik. Indonesia terdiri dari 17.805 pulau yang memiliki garis pantai terpanjang kedua di dunia, yaitu sepanjang 81.000 km (Arief, et al., 2011). Tidak dipungkiri bahwa garis pantai merupakan salah satu kenampakan yang sangat perlu diperhatikan di Indonesia.

Penentuan garis pantai di Indonesia diatur dalam UU No. 4 Tahun 2011 tentang informasi geospasial. Berdasarkan pasal tersebut, garis pantai dibagi menjadi tiga jenis yang didasari pasang surut air laut, yaitu: garis pantai surut terendah, garis pantai pasang tertinggi, dan garis pantai tinggi muka air laut rata-rata. Garis pantai surut terendah digunakan untuk Peta Lingkungan Laut Indonesia, sedangkan garis pantai tinggi air

laut rata-rata digunakan untuk Peta Rupa Bumi Indonesia (Gangga, et al., 2019).

Penginderaan jauh memiliki peran penting dalam akuisisi data spasial dari perspektif ekonomi (Alesheikh, et al., 2003). Citra optik mudah diinterpretasikan dan mudah diperoleh. Penyerapan panjang gelombang inframerah oleh air dan reflektansi yang kuat oleh vegetasi dan tanah membuat citra adalah kombinasi ideal untuk pemetaan distribusi spasial tanah dan air. Karena hal ini, citra yang memiliki *band* tampak dan *band* inframerah telah banyak digunakan untuk pemetaan garis pantai (DeWitt, et al., 2002 dalam Niya et al., 2013).

Pada penelitian ini tidak hanya menggunakan data citra untuk mengetahui perubahan garis pantai, tetapi juga melakukan pengukuran lapangan menggunakan *Total Station*. *Total Station* merupakan teknologi alat yang menggabungkan secara elektronik antara teknologi *Theodolite*, *Electronic Distance Measurement*, *data collector* dan mikro komputer (Gangga, et al., 2019). Pengukuran menggunakan *Total Station* digunakan untuk validasi dari data citra yang digunakan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan garis pantai, dan morfologi dari Pantai Bantol, Kecamatan Donomulyo, Kabupaten Malang dengan menggunakan interpretasi citra penginderaan jauh dan pengukuran lapangan secara langsung menggunakan *Total Station* untuk mengetahui tingkat abrasi dan akresi.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan angka-

angka. Wilayah kajian penelitian merupakan Pantai Bantol yang terletak di Desa Kedungsalam, Kecamatan Donomulyo,

Kabupaten Malang, Jawa Timur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kondisi perubahan garis pantai dari waktu ke waktu. Selain itu, juga menganalisis pasang tertinggi, pasang terendah, morfologi, kemiringan lereng dan elevasi setempat. Dalam pengerjaannya, penelitian ini melakukan pengambilan data primer menggunakan total station untuk mengukur garis pantai. Data primer yaitu merupakan cara untuk pengumpulan data pengamatan langsung ke lokasi yang terjadi abrasi dan

akresi terhadap fenomena atau gejala yang terjadi di lokasi tersebut. Tujuan dilakukan pengambilan data primer untuk memberikan gambaran secara nyata terhadap objek suatu kajian dengan teori yang telah disusun (Agustin, N. S. & Syah, A. F, 2020). Selain itu, dilakukan pengukuran pasang tertinggi dan terendah, variasi pasang surut dan pengamatan morfologi. Pengukuran sendiri dilakukan pada tanggal 30 November 2021 pada pukul 12:00. Peta titik pengukuran berikut:



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Data total station kemudian dipindah pada laptop menggunakan software TransIT sedangkan data GPS dipindah menggunakan software Basemap GPS. Data tersebut kemudian diolah dengan microsoft excel kemudian diubah menjadi bentuk shapefile. Sedangkan, data sekunder berasal dari citra google earth. Rentang temporal waktu penelitian mulai dari tahun 2009 hingga 2021. Data citra yang digunakan yaitu data citra tahun 2009, 2012, 2014, 2016, 2017, 2018, dan 2019. Kelebihan penggunaan data penginderaan jauh atau citra adalah analisis garis pantai yaitu dapat dilakukan dengan kontinuitas atau berkelanjutan dengan periode waktu tertentu, selain itu pada dasarnya penggunaan citra satelit telah memberikan penghematan waktu dan tenaga dalam melakukan analisis suatu tempat. Dalam pengolahan data, citra google earth didigitasi secara manual untuk mengidentifikasi garis pantai, pasang tertinggi, dan pasang terendah. Kemudian, dilakukan analisis perubahan

Hasil dan Pembahasan

Pantai Bantol merupakan muara dari Kali Sumbermanis yang hulunya berada di Kedungsalam, Donomulyo, Kabupaten Malang. Pada penelitian ini, diperoleh gambaran/sketsa pantai dari hasil pengamatan lapangan (Gambar 2). Pengamatan dilakukan pada jam 12.00 siang tanggal 30 November 2021, di mana muara sungai terbuka atau saat air laut sedang pasang. Lokasi kajian berasal dari bentuk lahan marin dengan satuan bentuk lahan gisik pantai dan *spit*. Gisik merupakan bagian dari bentuk lahan pantai yang bermaterial lepas dan terpengaruh oleh pasang surut air laut. Menurut Pethick (1997) dalam Namoua et al. (2017), gisik adalah salah satu bentuklahan di pantai yang dicirikan oleh hamparan sedimen berupa pasir atau

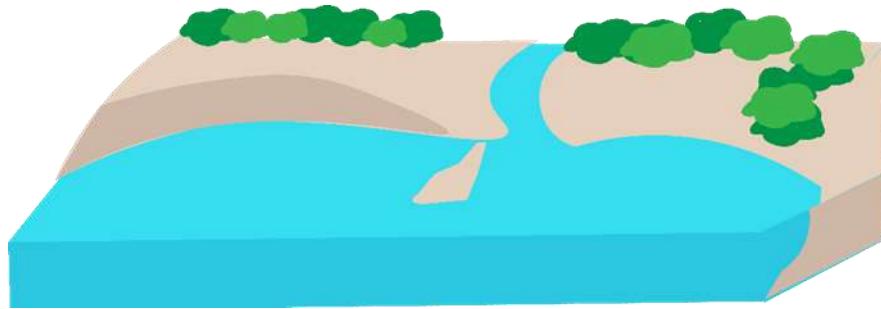
luasan garis pantai tersebut menggunakan software ArcGIS. Dalam pemrosesannya, memanfaatkan fitur select, lines to polygon, merge, dan calculate geometry. Selain itu, dilakukan identifikasi lebar dan panjang pantai melalui data primer dan data sekunder. Setelah diketahui nilai luasannya, diidentifikasi besaran abrasi dan akresi dari tahun ke tahun. Begitu pula dengan perubahan panjang garis pantai, jarak antara pasang tertinggi dan pasang terendah, serta perbedaan luasan pasang tertinggi dan pasang terendah. Untuk mengetahui morfologinya, dilakukan analisis kemiringan lereng dengan software surfer dan rumus:

$$\text{Tan } \beta = \frac{d}{m} \dots\dots\dots$$

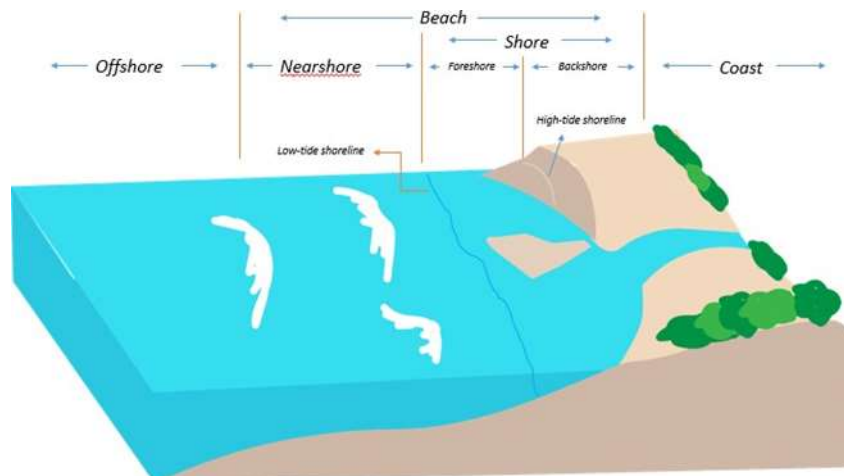
Sumber: Darmiati, dkk (2020)

Kemiringan dasar pantai diperoleh dengan mengetahui nilai kedalaman (d) dan jarak mendatar (m) dari garis pantai sampai kedalaman d.

kerikil. Gisik berperan penting dalam kaitannya dengan pemanfaatan ruang di pantai yang ditujukan tidak saja oleh posisi sebagai pembatas antara laut dan darat, namun juga oleh kemampuannya dalam meredam aksi laut yang berpeluang menggerus daratan sebagaimana diperankan oleh energi gelombang dan arus (Gross, 1993; Namoua et al., 2017). *Spit* merupakan endapan pantai yang pada suatu bagiannya bergabung dengan daratan dan menjorok ke laut. *Spit* biasanya terbentuk di muara-muara yang dibentuk oleh pergerakan sedimen sepanjang pantai. Pemanjangan spit pasir biasanya diamati di teluk atau muara sungai, di mana arah garis pantai berubah secara tiba-tiba (Uda et al., 2018). Hal ini dimungkinkan karena adanya pembiasan gelombang pada bagian *headland*.



Gambar 2 Sketsa 3D Pengamatan Pantai Bantol



Gambar 3 Skema 3D Pantai Bantol



Gambar 4 Spit di Pantai Bantol saat Surut

Jenis sedimen pantai ini adalah sedimen pasir dengan campuran pasir warna terang hingga agak gelap (Gambar 5). Berdasarkan pengamatan

karakteristik pantai dapat disimpulkan bahwa sumber sedimen berasal dari darat yang dialirkan melalui Kali Sumbermanis dan terakumulasi sehingga terdapat warna pasir yang

lebih gelap di sekitar muara sungai. Warna lebih terang berasal dari hasil pelapukan batuan gamping yang

merupakan bagian wilayah karst Malang Selatan.



Gambar 5 Kenampakan Gelap Terang Pasir Pantai Bantol

Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan, diperoleh panjang garis pantai saat pengukuran adalah 296,34 m. Tahun-tahun sebelumnya yakni pada rentang tahun 2009-2019 mengalami penambahan dan pengurangan garis pantai (Tabel 1), sedangkan yang tidak mengalami perubahan ialah lebar pantai yaitu 249 m. Pada tahun 2009-2012, panjang pantai mengalami pengurangan dengan selisih 4,1 m. Jarak pasang tertinggi ke terendah atau zona *foreshore* (Gambar 3) merupakan bagian pantai yang dibatasi oleh muka pantai pada saat surut terendah hingga pada saat air pasang tinggi (Triadmojo, 1999; Jungjunan, 2001). Jarak terpendek terdapat di tahun 2009 sebesar 16,7 m dan terbesar pada tahun 2012 sebesar 22,5m. Rerata jarak yang diperoleh dari akumulasi jarak sebesar 19,4 m. Diperkirakannya jarak antara pasang tertinggi dan terendah ini dapat digunakan dalam pengamatan pasang surut di wilayah Pantai Bantol.

Jurnal Geografi Vol.11 No. 1 2022

Jarak pasang tertinggi ke vegetasi atau *backshore* (Gambar 3) merupakan bagian dari pantai yang tidak terendam air laut kecuali bila terjadi gelombang badai. Berdasarkan Tabel 1, interval *backshore* tiap tahunnya selalu berubah, dengan rentang maksimum 20-26 m pada tahun 2014. Hal ini mengindikasikan adanya penambahan daratan (akresi). Kemudian, pada tahun 2016 *backshore* menyempit dengan rentang 2-11 m yang menandakan adanya pengurangan daratan (abrasi). Pada tahun 2018-2021, tidak banyak mengalami perubahan pada zona *backshore* dengan masing-masing jarak 12-21 m, 12-22 m, dan 12-24 m. Hasil tersebut menunjukkan adanya bagian area pantai yang mengalami penambahan dan adanya pengaruh variasi pasang surut saat pengambilan citra.

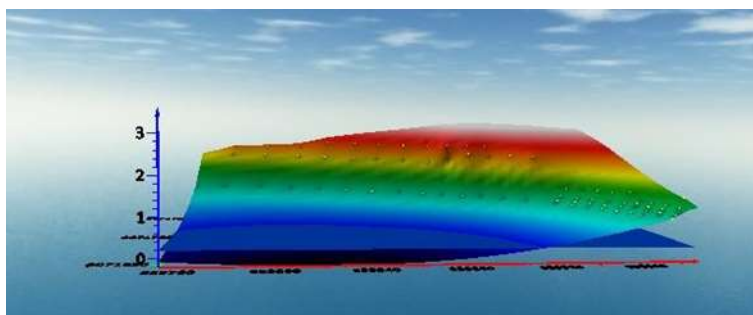
E-ISSN 2614 - 6525

Tabel 1 Hasil Pengukuran Morfologi Pantai

Tahun	Panjang Pantai	Lebar Pantai	Jarak Pasang Tertinggi ke Terendah	Jarak Pasang Tertinggi ke Vegetasi	Tinggi Gelombang
2009	276,35	249	16,7	2-11	0,7
2012	271,64	249	22,5	7-21	1,0
2014	277,73	249	17,5	20-26	0,9
2016	282,34	249	18,6	2-11	0,1
2017	262,674	249	19,9	5-11	0,2
2018	269,509	249	20,7	12-21	0,3
2019	259,45	249	20,5	12-22	1,1
2021	296,34	249	18,5	12-24	0,4

Gelombang laut yang menghantam pantai terdiri dari suatu rentetan gelombang (Ilahi & Asriyanto, 2015). Perhitungan tinggi gelombang menggunakan persamaan Triadmodjo (2009) dalam Richard & Sunarto (2015) yaitu $H_o = 0,031U^2$ dengan H_o

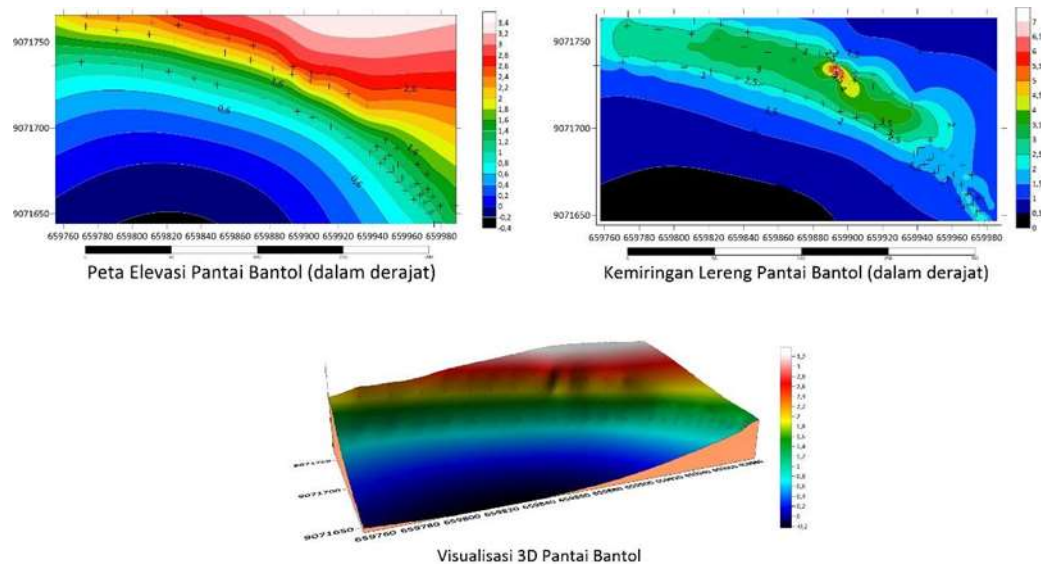
adalah tinggi gelombang (m) dan U adalah kecepatan angin di perairan. Berdasarkan Tabel 1, diperoleh tinggi gelombang tahun 2009-2021 bervariasi dengan gelombang tertinggi pada tahun 2019 yaitu mencapai 1,1 m dan terendah berada pada tahun 2016 yaitu 0,1 m.



Gambar 6 Visualisasi 3D Lokasi Penelitian

Gambar 7 menunjukkan visualisasi dari hasil pengukuran profil kemiringan pantai melalui perangkat lunak Surfer. Untuk pengukuran kemiringan dasar pantai, digunakan rumus kedalaman dibagi jarak. Pada Pantai Bantol memiliki dua segmen dengan kemiringan yang berbeda yakni pada wilayah barat dan wilayah timur. Hasil pengukuran di wilayah barat diperoleh kedalaman sebesar 1,3 m dan jarak 30 m, dan pada wilayah

timur diperoleh kedalaman sebesar 0,45 m dengan jarak 14 m. Dari hasil perhitungan diketahui bahwa kemiringan dasar pantai pada wilayah barat Pantai Bantol sebesar 4%, sedangkan pada wilayah timur Pantai Bantol sebesar 3%. Wilayah barat Pantai Bantol terdapat bukit pasir yang menyebabkan nilai kemiringannya lebih besar dibandingkan dengan wilayah timur Pantai Bantol yang wilayahnya berupa hamparan pasir yang landai.



Gambar 7 Visualisasi Pengukuran Kemiringan di Pantai Bantol

Wilayah pesisir Pantai Bantol mengalami perubahan garis pantai baik berupa akresi dan abrasi. Berdasarkan rekapitulasi laju perubahan garis pantai (*shoreline*) dalam rentang 2009- 2021 pada tabel 2 dihasilkan laju perubahan *shoreline* sebesar 9017,7 m² untuk abrasi dan 11.176 m² untuk jumlah akresi. Laju akresi yang lebih tinggi dibandingkan dengan abrasi disebabkan karena setiap tahunnya Pantai Bantol memiliki kenaikan jumlah akresi. Secara periodik kenaikan akresi tertinggi terjadi pada tahun 2016-2017 dengan jumlah 4.121,3 m² dan kenaikan akresi terendah terjadi pada tahun 2014-2016

dan 2018-2019 dengan jumlah 45,7 m² dan 254,9 m². Akresi atau majunya garis pantai disebabkan oleh sedimentasi yang relatif cepat di suatu wilayah pantai dekat dengan muara sungai dan sedimen yang diendapkan secara terus menerus membentuk daratan baru dan menambah luas daratan yang telah ada (Muryani, 2010; Darmiati *et al*, 2020). Tingginya akresi pada Pantai Bantol diduga disebabkan oleh suplai sedimen dari Sungai Sumbermanis yang bermuara di Pantai Bantol dan bahkan membentuk morfologi sungai berupa spit yang merupakan bentukan hasil sedimentasi.

Tabel 2. Laju Perubahan Garis Pantai (*shoreline*)

No.	Selisih tahun	Abrasi (m ²)	Akresi (m ²)
1	2009-2012	-	2280,7
2.	2012-2014	-	1909,7
3.	2014-2016	3770,5	45,8
4.	2016-2017	-	4121,3
5.	2017-2018	2411,1	1459,7
6.	2018-2019	1110	255
7.	2019-2021	1726	1104
	total	9017,7	11.176

Berdasarkan bulan perekaman citra, tahun 2016-2017 diambil pada bulan November yang menandakan Indonesia telah memasuki musim penghujan. Pada periode musim hujan sedimentasi lebih cepat terjadi karena pengaruh curah hujan yang memperbesar debit sungai dan membawa material yang lebih banyak dan terakumulasi ke laut. Sedangkan pada periode 2014-2016 dan 2018-2019 terjadi akresi yang rendah dengan abrasi yang cenderung tinggi. Pada periode tersebut

pengambilan citra dilakukan di bulan September dan Juli yang menandakan Indonesia masih berada di musim kemarau. Mundurnya garis pantai atau abrasi ini disebabkan adanya proses erosi oleh energi gelombang (Arief et al, 2011; Darmiati; 2020). Energi gelombang salah satunya dipengaruhi oleh kecepatan angin. Pada September dan Juli kecepatan angin cenderung lebih tinggi yaitu 4,4 m/s dibandingkan dengan bulan November sebesar 4,1 m/s.



Gambar 8 Peta Perubahan *Shoreline* tahun 2009-2021 Pantai Bantol

Laju abrasi dan akresi di Pantai Bantol pada tahun 2017-2019 memiliki perbandingan laju abrasi yang lebih tinggi daripada akresi secara berurutan dengan nilai Abrasi 2411m² dan 1110 m²

sedangkan nilai akresi 1459,7 m² dan 254,97 m². Laju abrasi yang lebih besar menunjukkan adanya proses erosi pada tepi pantai yang dapat menyebabkan berkurangnya panjang garis pantai. Pada

penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati (2017) menunjukkan Pantai Marunda mengalami abrasi sejauh 273 m dengan laju pengurangan 13,65 m/tahun yang berdampak pada penyusutan luas daratan sebesar 96,78 Ha. Hal serupa

terjadi di Pantai Bantol yang menunjukkan terjadinya pengurangan panjang garis pantai secara berurutan pada tahun 2017-2019 sebesar 262,7 m², 269,5 m², dan 259,4 m².

Tabel 3. Laju Perubahan Garis Pantai di Zona Low Tide

No.	Selisch tahun	Abrasi (m ²)	Akresi (m ²)
1	2009-2012	1960,2	16,8
2.	2012-2014	-	1715
3.	2014-2016	3114,2	72
4.	2016-2017	115,4	3080
5.	2017-2018	1076	131,2
6.	2018-2019	2127,8	1333,4
7.	2019-2021	1060,7	1609,2
Total		9454,5	7957,8

Pada tabel 3 menunjukkan laju perubahan garis pantai di zona low tide. Pada setiap tahunnya, di zona ini mengalami akresi namun dengan jumlah yang fluktuatif sehingga akumulasi abrasi tahun 2009-2021 lebih didominasi dengan abrasi. Besar laju perubahan garis pantai dalam bentuk abrasi memiliki nilai 9454,5 m² dan laju akresi sejumlah 7957 m². Pola fluktuasi laju akresi pada zona ini memiliki kesamaan dengan yang terjadi di shoreline yaitu memiliki akresi yang terjadi setiap tahun dan nilai terendah terdapat pada bulan-bulan kemarau yaitu pada bulan September dan bulan Mei yang memiliki fluktuasi curah hujan

rendah. Pada hasil yang diperoleh, nilai akresi dan abrasi menunjukkan angka yang berkebalikan. Abrasi memiliki laju tertinggi pada saat laju akresi rendah. Pada tabel 4 menunjukkan laju perubahan garis pantai di zona high tide dengan akumulasi abrasi lebih besar daripada akresi dengan laju abrasi 8061,1 m² dan 6128,5 m². Pada tabel 1, 2, 3 terlihat perubahan garis pantai tahun 2012-2014 tidak mengalami abrasi. Kondisi tersebut diduga karena material yang bertransportasi dari muara sungai ke arah laut lebih besar ditandai dengan akresi yang menunjukkan laju tinggi.

Tabel 4. Laju Perubahan Garis Pantai di Zona High Tide

No.	Selisch tahun	Abrasi (m ²)	Akresi (m ²)
1	2009-2012	123	920,3
2.	2012-2014	-	2708,2
3.	2014-2016	3825,6	-
4.	2016-2017	225	834,3
5.	2017-2018	549,2	514
6.	2018-2019	1091	751
7.	2019-2021	2267,2	400,6
Total		8061,1	6128,5

Simpulan

1. Sedimen pasir dengan campuran warna terang hingga agak gelap dengan sumber sedimen pasir gelap berasal dari Sungai Sumbermanis,

sedangkan pasir terang berasal dari pelapukan batu gamping.

2. Pengukuran lapangan diperoleh panjang garis pantai sepanjang 296,34 m, sifat dari panjang garis pantai fluktuatif dari tahun

- 2009-2019. sedangkan lebar pantai tetap 249 m.
3. Interval *backshore* tiap tahun selalu berubah, dengan rentang maksimum 20-26 m pada tahun 2014. Dari interval diketahui nilai abrasi dan akresi yang terjadi. Hasil ini menunjukkan adanya bagian area pantai yang mengalami penambahan dan adanya pengaruh variasi pasang surut saat pengambilan citra.
 4. Tinggi gelombang pada tahun 2009-2021 bervariasi dengan gelombang tertinggi pada tahun 2019 yang mencapai 1,1 m dan gelombang terendah pada tahun 2016 yaitu 0,1 m.
 5. Kemiringan dasar pantai pada Pantai Bantol terbagi menjadi dua segmen berbeda, yakni wilayah barat yang memiliki kemiringan 4% dan wilayah timur yang memiliki kemiringan 3%. Wilayah barat Pantai Bantol terdapat bukit pasir yang menyebabkan nilai kemiringannya lebih besar dibandingkan dengan wilayah timur yang berupa hamparan pasir.
 6. Dalam rentang 2009-2021 garis pantai mengalami kenaikan akresi tertinggi pada tahun 2016-2017 dengan jumlah 4.121,3 m² dan kenaikan akresi terendah terjadi pada tahun 2014-2016 dan 2018-2019 dengan jumlah 45,7 m² dan 254,9 m². Tingginya akresi diduga disebabkan oleh sedimen yang berasal dari Sungai Sumbermanis.
 7. Laju abrasi dan akresi di Pantai Bantol pada tahun 2017-2019 memiliki perbandingan laju abrasi yang lebih tinggi daripada akresi secara berurutan dengan nilai Abrasi 2411m² dan 1110 m² sedangkan nilai akresi 1459,7 m² dan 254,97 m².
 8. Pada zona *low tide* dan *high tide* tetap mengalami akresi tapi bersifat fluktuatif dan didominasi oleh abrasi.

Daftar Rujukan:

- Alesheikh, A. A. (2003). Improving classification accuracy using knowledge based approach. *Map India Conference*.
- Arief, M., Winarso, G., & Prayogo, T. (2011). Kajian Perubahan Garis Pantai Menggunakan Data Satelit Landsat di Kabupaten Kendal. *Jurnal Penginderaan Jauh Vol. 8 2011:71-80*.
- Darmianti, Nurjaya, I. W., Atmadipoera, A. S. (2020). Analisis Perubahan Garis Pantai di Wilayah Pantai Barat Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 12(1), 211-222.
- Dewadaru, Dida P., et al. "Kajian Morfologi Pantai Di Pantai Slamaran Kabupaten Pekalongan." *Jurnal Oseanografi*, vol. 3, no. 1, 2014, pp. 105-123.
- Elvira, I. (2018). *Kajian Geomorfologi Pesisir Tombolo Ujung Genteng Kabupaten Sukabumi* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Freski, Y. R. (2014). *Analisis Dinamika Morfologi Bura (Spit) Pada Bulan April-Mei 2014 di Muara Sungai Opak, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Gangga, W., Yuwono, B. D., & Amarrohman, F. J. (2019). Kajian Efektivitas Pengukuran Garis Pantai Menggunakan RTK dan Total Station. *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1), 123-132.
- Ilahi, Andi Muh. Nur & Asriyanto, Muh. (2015). Studi Karakteristik Gelombang Pantai Barombong Kec. Tamalate. *Skripsi diterbitkan*. Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Jungjunan, Syahrul Muharam (2021) *TA: Alternatif Desain Layout Artificial Reefs Submerged Breakwater Untuk Pengendalian Erosi di Pantai Pecatu Bali Selatan*. Skripsi thesis, Institut Teknologi Nasional.
- Kurnianto, F. A. (2019). Keberagaman Bentuk Lahan di Wilayah Pesisir dan Kaitannya Dengan Karakteristik Proses Geomorfologi. *Majalah Pembelajaran Geografi*, 2(2), 197-209.