

Pengaruh Pembangunan Breakwater Terhadap Perubahan Garis Pantai Di Pantai Dadap Indramayu

Fahri Rahmalia*, Elis Indrayanti dan Sugeng Widada

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl, Prof, Jacob Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia
Email: *fahriahmalia6@gmail.com

Abstrak

Pantai Dadap merupakan salah satu wilayah di Kecamatan Juntinyuat, Kabupaten Indramayu yang mengalami kemunduran garis pantai yang menyebabkan kerusakan properti serta hilangnya lahan warga. Penanggulangan masalah ini maka Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Cimanuk Cisanggarung membangun bangunan pengaman pantai berupa *breakwater*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pembangunan *breakwater* terhadap perubahan garis pantai di Pantai Dadap Indramayu. Periode waktu yaitu tahun 2020 hingga 2024 dari hasil interpretasi citra satelit Google Earth. Data yang digunakan yaitu data kelerengan pantai, ukuran butir sedimen, dan citra Google Earth. Pengolahan data sedimen dilakukan menggunakan metode *buchanan*. Data citra Google Earth di analisis untuk mendapatkan perubahan garis pantai tahun 2020 dan 2024 dan pengambilan garis pantai lapangan untuk tahun 2024. Hasil dari penelitian ini menunjukkan pada tahun 2020 – 2022, Pantai Dadap lebih banyak terjadi abrasi dibandingkan terjadinya akresi. Luasan abrasi yang terjadi seluas 1,37 hektar dan luasan akresi seluas 0,52 hektar. Tahun 2022 – 2024, dinamika garis pantai cenderung stabil dengan terjadinya abrasi dan akresi dalam luasan yang lebih kecil. Luasan abrasi yang terjadi seluas 0,36 hektar dan luasan akresi seluas 0,29 hektar. Hal ini dikarenakan adanya penambahan panjang *breakwater* sehingga garis pantai lebih terlindungi dari terjangan arus dan gelombang secara langsung.

Kata kunci: Abrasi, Akresi, Garis Pantai, Pantai Dadap, Breakwater

Abstract

The Impact of Breakwater Development on Coastline Changes at Dadap Beach, Indramayu

Dadap Beach is one of the areas in Juntinyuat District, Indramayu Regency that has experienced a decline in the coastline which has caused property damage and loss of residents' land. To overcome this problem, the Cimanuk Cisanggarung River Basin Center (BBWS) built a coastal protection structure in the form of a breakwater. The purpose of this study was to determine the effect of breakwater construction on changes in the coastline at Dadap Beach, Indramayu. The time period is 2020 to 2024 from the results of Google Earth satellite imagery interpretation. The data used are coastal slope data, sediment grain size, and Google Earth imagery. Sediment data processing was carried out using the Buchanan method. Google Earth imagery data was analyzed to obtain changes in the coastline in 2020 and 2024 and the taking of the field coastline for 2024. The results of this study show that in 2020 - 2022, Dadap Beach experienced more abrasion than accretion. The area of abrasion that occurred was 1.37 hectares and the area of accretion was 0.52 hectares. In 2022-2024, the dynamics of the coastline tend to be stable with abrasion and accretion occurring in smaller areas. The abrasion area that occurred was 0.36 hectares and the accretion area was 0.29 hectares. This is due to the addition of the breakwater length so that the coastline is more protected from direct impacts of currents and waves.

Keywords: Chlorophyll-a, Distribution, Water Quality Parameters, Mrican River Estuary, Pekalongan

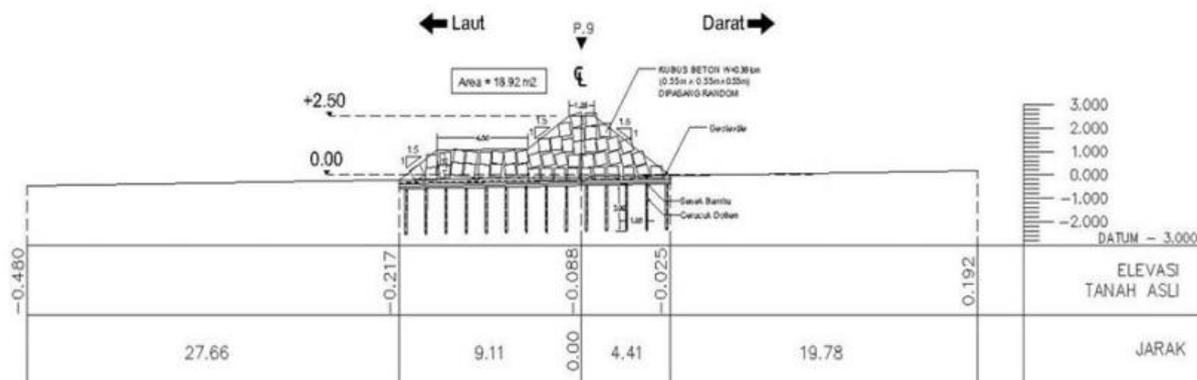
PENDAHULUAN

Kabupaten Indramayu merupakan wilayah pesisir yang berada di Pantai Utara Jawa Barat. Kabupaten Indramayu merupakan salah satu wilayah di Pantai Utara Jawa Barat yang mengalami kerusakan garis pantai akibat dari proses abrasi dan sedimentasi (Sodikin *et al.*, 2024). Kabupaten Indramayu memiliki garis pantai berkisar 114 km, hampir 90 persennya telah mengalami abrasi dan telah menenggelamkan sedikitnya 6.145 Ha lahan di wilayah pesisirnya. Kerusakan yang terjadi di wilayah pesisir Indramayu tentunya akan berdampak terhadap kegiatan perekonomian penduduk yang melakukan aktivitasnya di wilayah pesisir ini (Nyadzi *et al.*, 2020). Salah satunya adalah wilayah pantai Dadap di Kecamatan Juntinyuat yang mengalami abrasi. Untuk menanggulangi hal tersebut, pemerintah membangun *breakwater* yang merupakan bangunan pelindung pantai

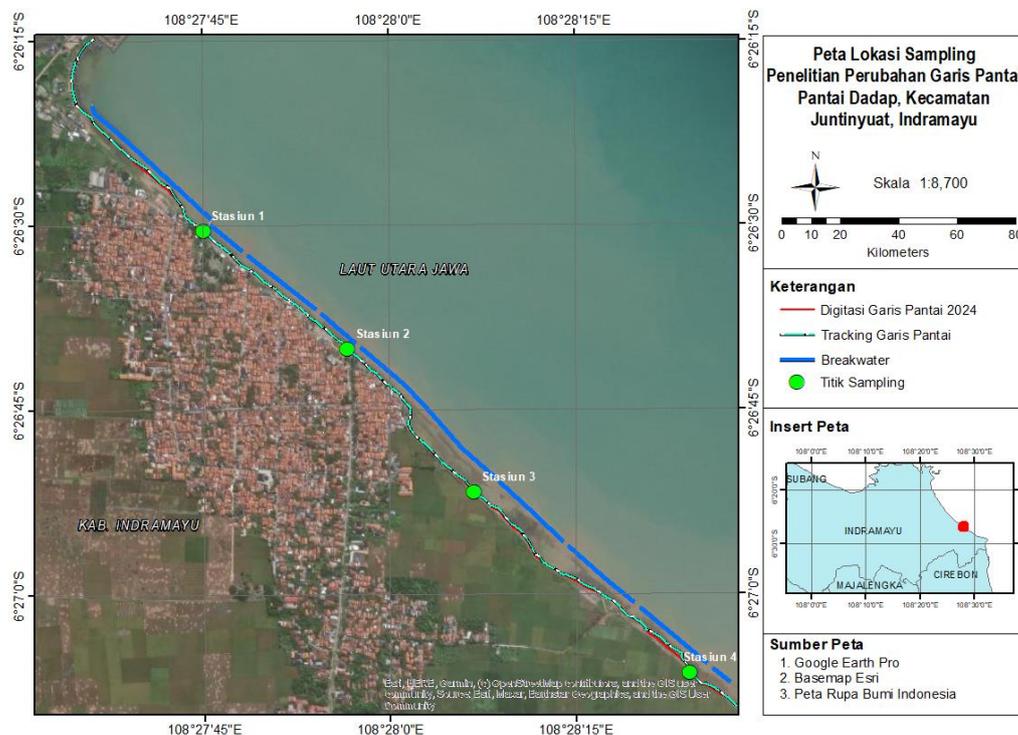
yang berfungsi sebagai peredam gelombang datang sebagai upaya penanggulangan terjadinya abrasi di sekitar wilayah Pantai Dadap (Maryanto *et al.*, 2017).

Secara fisik, garis pantai dapat berubah dikarenakan terjadinya abrasi dan akresi. Abrasi merupakan proses kehilangan material dan akresi merupakan penambahan material di pesisir pantai (Yantikoua *et al.*, 2023). Hal tersebut disebabkan oleh gelombang tinggi dan pasang surut air laut, penambangan pasir, serta pembukaan hutan bakau dan beberapa faktor yang lain (Palisu *et al.*, 2022). Perubahan garis pantai dapat terjadi dari waktu ke waktu secara musiman maupun tahunan, tergantung pada ketahanan pantai dalam bentuk topografi, batuan serta faktor oseanografi seperti gelombang, pasang surut dan angin di wilayah tersebut (Darmiati *et al.*, 2020).

Breakwater yang dibangun di Pantai Dadap merupakan bangunan tipe sisi miring tujuannya karena strukturnya menyerupai pondasi dangkal. Bangunan ini biasa dipasang pada tempat yang memiliki daya dukung tanah kecil. Cerucuk dolken dipancang di bawah *breakwater* sedalam sekitar 2 meter untuk meningkatkan daya dukung tanah agar lebih stabil. Desain pembuatan *breakwater* ini juga dihitung dari angka rata rata tinggi air laut saat pasang (Alfarisi & Suciaty, 2021).



Gambar 1. Desain Breakwater Pantai Dadap (Alfarisi & Suciaty, 2021).



Gambar 2. Peta Lokasi Sampling Penelitian

Pembangunan *breakwater* diharapkan dapat memajukan garis pantai dan menahan laju abrasi guna melindungi properti dan lahan masyarakat setempat. Akan tetapi, dampak di banggunya *breakwater* terhadap perubahan garis pantai berupa abrasi dan akresi belum di kaji lebih lanjut. Untuk itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui abrasi dan akresi yang terjadi di Pantai Dadap setelah di banggunya *breakwater*.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan di Pantai Dadap, Kecamatan Juntinyuat, Kabupaten Indramayu. Metode penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Metode penelitian deskriptif kuantitatif merupakan metode yang bertujuan untuk membuat gambar atau deskriptif tentang suatu keadaan secara objektif yang menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut serta penampilan dan hasilnya (Arikunto, 2006). Data yang digunakan terbagi 2 yaitu data primer dan data sekunder. Data primer berupa hasil pengukuran lapangan dan data sekunder berupa data pendukung yang didapatkan dari situs resmi maupun instansi terkait. Observasi lapangan dilakukan pada 6 – 7 Maret 2024. Data lapangan yang di ambil berupa tracking garis pantai, kelerengan, serta sampel sedimen yang di ambil pada 4 stasiun yang di tunjukan pada Gambar 2. Data sekunder yang digunakan adalah citra satelit resolusi tinggi *Maxar Technologies* tahun 2020, 2022, 2024 yang didapatkan dari *Google Earth*. Data yang digunakan adalah citra perekaman 14 September 2020 7:00, 19 September 2022 7:00, dan 22 Februari 2024 7:00. Tanggal perekaman citra tersebut dilakukan koreksi pasang surut (Rahmadeni *et al.*, 2017). Dimana kondisi perairan saat perekaman citra adalah saat surut.

Pengolahan dan Analisis Data Perubahan Garis Pantai

Data yang digunakan yaitu citra satelit *Google Earth* dengan *range* tahun perekaman 2020 - 2024. Pemilihan tahun perekaman citra didasarkan pada tahun setelah dibanggunya *breakwater* di lokasi penelitian. Citra dipilih dengan cara memindahkan *timestep* citra pada tanggal dimana citra tampak jernih. Data yang digunakan merupakan citra perekaman pada 14 September 2020 7:00 AM, 19 September 2022 7:00 AM, dan 22 Februari 2024 7:00 AM. Data citra dilakukan digitasi *on screen* dengan membuat *path polyline* mengikuti garis pantai. Data kemudian di analisis dengan *software Arcgis* untuk mengetahui perubahan garis pantai. Perubahan garis pantai ini memerlukan 2 data garis pantai berbeda tahun yang kemudian akan di *overlay* sehingga nantinya dapat dicari perbedaannya menggunakan *tools Arcgis Symetrical Difference*. Perubahan garis pantai tersebut dapat diketahui ketika garis pantai mengalami kemunduran disebut kejadian abrasi. Sebaliknya ketika garis pantainya mengalami penambahan, maka disebut sebagai akresi. Data tracking garis pantai lapangan dilakukan untuk membandingkan data garis pantai citra *google earth* tahun 2024 dengan kondisi di lapangan. *Tracking* lapangan dilakukan dengan menggunakan GPS dengan cara menyusuri sepanjang garis pantai. Hasil *tracking* terlihat pada Gambar 2 dan terlihat garis pantai hasil digitasi dengan garis pantai hasil *tracking* yang bentuknya sama, sehingga garis pantai hasil digitasi dapat diterima kebenarannya.

Sedimen

Sampel sedimen di ambil pada 4 stasiun berbeda seperti yang terlihat pada Gambar 2. Sampel sedimen di analisis untuk mengetahui ukuran butir sedimen. Metode yang digunakan untuk menganalisis ukuran butir sedimen adalah metode Buchanan (1984). Menurut Putra *et al.* (2022), analisis ukuran butir sampel sedimen yang diambil dari lapangan dilakukan dengan tahap-tahapan sebagai berikut. Pertama, sampel sedimen dasar yang diperoleh dikeringkan melalui sinar matahari ditimbang sebanyak 200 gram. Selanjutnya sampel disaring (diayak) menggunakan *shieve shaker* dengan diameter saringan sebesar 2 mm, 0,5 mm, 0,312 mm, 0,125 mm, dan 0,063 mm. Proses ini dilakukan selama 10 menit. Kedua, sampel hasil proses penyaringan dipisahkan sesuai dengan masing-masing diameter saringan, lalu tiap-tiap sampel tersebut ditimbang. Ukuran butir juga dapat dikelompokkan sesuai dengan acuan skala *Wentworth* (Tabel 1).

Kelerengan Pantai

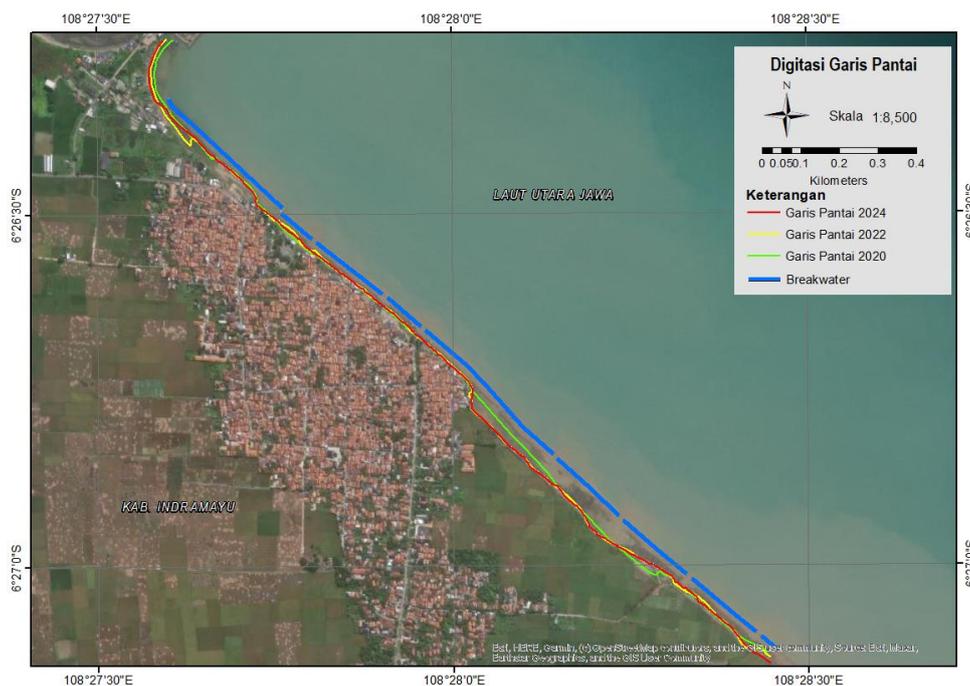
Metode pengukuran kelerengan pantai dilakukan 3 kali di masing-masing titik sampling. Pengukuran kelerengan pantai dilakukan dari batas muka terendah pasang surut (Lisnawati *et al.*, 2013) dengan menggunakan kompas geologi dan alat ukur (meteran). Data kelerengan yang diperoleh dari pengukuran lapangan kemudian diklasifikasikan berdasarkan klasifikasi kelerengan pantai oleh Rangkuti (2017).

Tabel 1. Klasifikasi Butiran Sedimen Berdasarkan Ukuran Butir

No.	Butiran Sedimen	Ukuran Butir (mm)
1.	Kerikil	2 – 4
2.	Pasir sangat kasar	1 – 2
	Pasir kasar	0.5 – 1
	Pasir sedang	0.25 – 0.5
	Pasir halus	0.125 – 0.25
	Pasir sangat halus	0.063 – 0.12
3.	Lanau	0.043 – 0.063
4.	Lempung	0.002 – 0.04

Tabel 2. Klasifikasi Kelerengan Pantai

Nilai Kelerengan (%)	Keterangan
0-2,9	Datar
3-7,9	Landai
8-13,9	Miring
14-20,9	Sangat miring
21-55,9	Curam
56-140	Sangat Curam
>140	Terjal



Gambar 3. Overlay Garis Pantai Tahun 2020, 2022, dan 2024

HASIL DAN PEMBAHASAN
Perubahan Garis Pantai

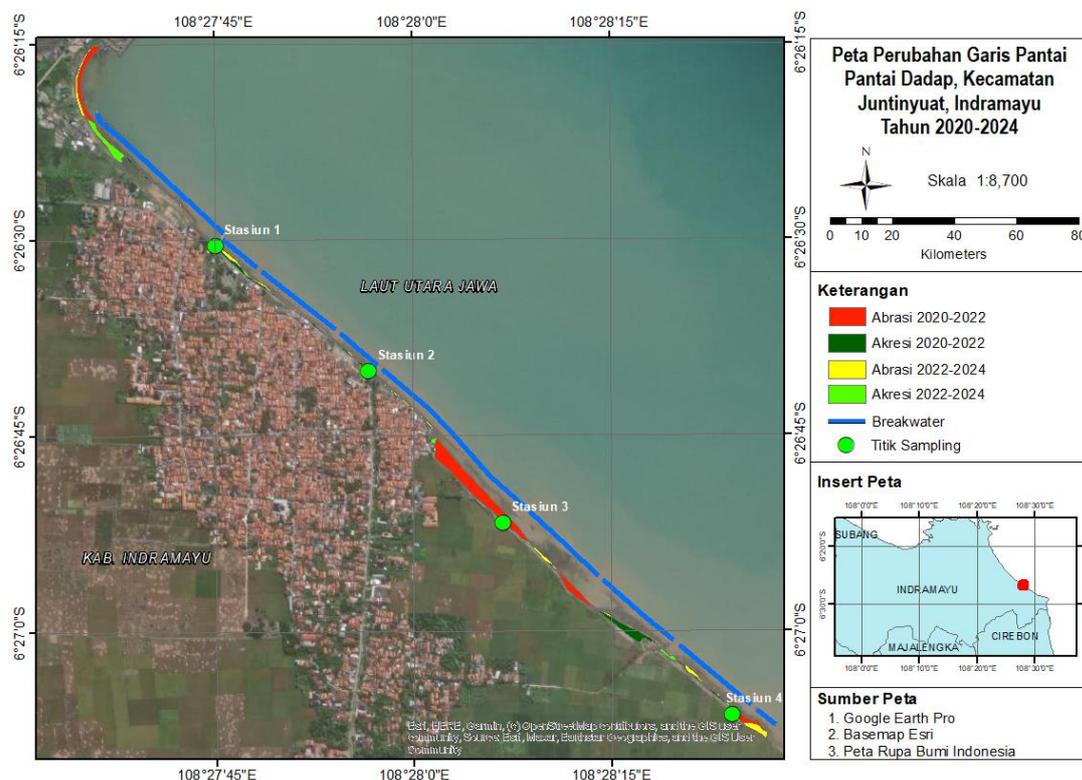
Digitasi garis pantai dapat dilihat pada Gambar 3. Garis pantai tahun 2020 ditandai dengan warna hijau, tahun 2022 ditandai warna kuning, serta tahun 2024 berwarna merah. Menurut Kasim & Siregar (2012), wilayah pantai Dadap di Kecamatan Juntiyuat memiliki tingkat kerentanan abrasi lebih dari 2 m/tahun. Untuk menanggulangi abrasi, pemerintah membangun *breakwater* sebagai peredam gelombang datang sebagai upaya penanggulangan terjadinya erosi dan abrasi. *Breakwater* tersebut mulai dibangun pada tahun 2021.

Tahun 2022, *breakwater* dibangun dari arah barat laut Pantai Dadap ke arah tenggara. *Breakwater* tersebut memiliki total panjang 1,62 km yang dibagi menjadi 8 dengan sela-sela sepanjang 13-14 m. Pada tahun 2024, *breakwater* memiliki penambahan dengan dibangun *breakwater* di bagian barat untuk meminimalisir masuknya gelombang dari sela *breakwater* yang sebelumnya cukup lebar. *Breakwater* tambahan ini memiliki panjang 412 meter.

Hasil peta perubahan garis pantai Pantai Dadap tahun 2020 – 2024 dapat dilihat pada Gambar 4. Garis pantai 2020 – 2022, terlihat masih lebih banyak terjadi abrasi yang ditandai dengan warna merah dibandingkan terjadinya akresi yang ditandai dengan warna hijau tua. Garis pantai tahun 2022 – 2024 cenderung stabil dengan terjadinya abrasi yang ditandai dengan warna kuning dan akresi yang ditandai dengan warna hijau muda dalam luasan yang kecil.

Hasil analisis tahun 2020 – 2024, perubahan panjang garis pantai Pantai Dadap dapat dilihat pada Tabel 3. Panjang garis Pantai Dadap pada tahun 2020 sepanjang 2,38 kilometer, garis pantai tahun 2022 sepanjang 2,45 kilometer dan garis pantai tahun 2024 sepanjang 2,4 kilometer. Pada rentang tahun 2020 – 2022 Pantai Dadap mengalami penambahan garis pantai sepanjang 0,07 kilometer. Penambahan ini terjadi karena terjadi kemunduran garis pantai yang menyebabkan garis pantai menjadi lebih panjang. Sedangkan pada rentang tahun 2022-2024, Pantai Dadap mengalami pengurangan garis pantai sepanjang 0,05 kilometer. Pengurangan ini terjadi karena garis pantai yang maju.

Hasil pengolahan data pada garis pantai 2020 – 2022, masih lebih banyak terjadi abrasi dibandingkan terjadinya akresi. Luasan abrasi yang terjadi seluas 1,37 hektar dan luasan akresi seluas 0,52 hektar. Hal ini disebabkan karena pembangunan *breakwater* yang bertahap mulai dari arah barat laut ke arah tenggara. Dimana arah barat laut ini sendiri merupakan pemukiman warga yang perbatasan antara daratan dan lautnya sudah dibangun tanggul laut sehingga garis pantainya lebih stabil. Oleh sebab itu, gelombang laut langsung menghantam di persawahan sekitar titik sampling stasiun 3 yang belum memiliki bangunan pelindung apapun, sehingga erosi masih terjadi di lokasi tersebut. Erosi juga terjadi pada ujung barat laut *breakwater* dan pada sela-sela *breakwater*. Pada tahun 2022 – 2024, dinamika garis pantai cenderung stabil dengan terjadinya abrasi dan akresi dalam luasan yang kecil. Luasan abrasi yang terjadi seluas 0,36 ha dan luasan akresi seluas 0,29 ha. Hal ini terjadi dikarenakan sedimen terangkut oleh arus gelombang yang masuk dari sela-sela *breakwater*.



Gambar 4. Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2020-2024

Tabel 3. Hasil Perubahan Panjang Garis Pantai Dadap Tahun 2020 – 2024

Tahun	Panjang (km)	Perubahan (km)	Keterangan
2020	2,38	0	-
2022	2,45	0,07	Bertambah
2024	2,4	-0,05	Berkurang

Tabel 4. Luasan Abrasi Akresi Pantai Dadap tahun 2020 – 2024.

Tahun	Abrasi (ha)	Akresi (ha)
2020-2022	1,37	0,52
2022-2024	0,36	0,29

Tabel 5. Persentase Fraksi Sedimen di Pantai Dadap.

Titik	Koordinat (°)		Kandungan (%)			Jenis Sedimen
	Longitude	Latitude	Sand	Silt	Clay	
1	108.46285	-6.44214	73.25	26.75	0	Pasir Sangat Kasar
2	108.46570	-6.44442	45.575	54.425	0	Pasir Sangat Halus
3	108.46850	-6.44772	87.97	12.03	0	Pasir Sangat Kasar
4	108.47338	-6.45181	57.6	42.4	0	Pasir Sangat Kasar

Tabel 6. Klasifikasi Kelerengan Pantai Dadap

Titik	Koordinat (°)		Kelerengan Pantai (%)			Rata-rata	Jenis Sedimen
	Longitude	Latitude	1x	2x	3x		
1	108.46285	-6.44214	18	19	19	18.6	Sangat Miring
2	108.46570	-6.44442	17.5	18	17	17.5	Sangat Miring
3	108.46850	-6.44772	31	31	30	30.6	Curam
4	108.47338	-6.45181	18	17.5	17	17.5	Sangat Miring

Menurut Supriyanto *et al.* (2023), berkurangnya kecepatan arus sejajar pantai di belakang struktur dapat disebabkan oleh adanya arus yang terdifraksi oleh struktur pelabuhan (pada kedua ujung struktur) yang cenderung membentuk sirkulasi arus/turbulensi pada area belakang pelabuhan. Peredaran arus ini bila berinteraksi dengan arus sejajar pantai menyebabkan kecepatan arus sejajar pantai berkurang secara signifikan. Fenomena ini akan membentuk *cusplate* di bibir pantai di sekitar sela-sela *breakwater* dan terjadi terus menerus sehingga lama kelamaan membentuk tombolo.

Ukuran Butir Sedimen

Hasil analisis sampel sedimen di tampilkan pada Tabel 5. Berdasarkan pengolahan sampel sedimen, diketahui bahwa sedimen di Pantai Dadap di dominasi dengan sedimen dengan tipe pasir sangat kasar. Hal ini berkaitan dengan sumber sedimen dan karakteristik pantai. Pada stasiun 2, sedimen berukuran sangat halus dikarenakan adanya pengaruh lokasi yang berada di sekitar muara sungai. Menurut Maryanto *et al.* (2017), dilihat dari resistensi garis pantai, ketika ukuran butir sedimen semakin besar, maka garis pantai akan semakin kuat dalam menahan erosi. Sedimentasi sendiri biasanya terjadi di daerah muara sungai dengan pasokan sedimen dari sungai akan di distribusikan sesuai dengan arah dan kekuatan arus, pasang surut dan gelombang (Pawitra *et al.*, 2022).

Kelerengan

Hasil pengukuran kemiringan lereng di Pantai Dadap menggunakan kompas geologi terlihat pada **Tabel 6**. Dari tabel tersebut, diketahui bahwa di Pantai Dadap di dominasi dengan lereng yang miring. Dari 4 stasiun pengamatan, pada stasiun 3 memiliki hasil yang berbeda, yaitu lereng dengan kategori curam. Menurut Kalay *et al.* (2018), kelerengan pantai ini dapat dipengaruhi oleh gelombang, ketika kawasan pantai memiliki kemiringan pantai yang besar, maka kawasan pantai akan cenderung menerima tinggi gelombang yang besar. Hal ini disebabkan oleh gelombang yang datang dari laut terbuka atau laut dalam yang mengalami perubahan

bentuk, khususnya penambahan tinggi serta adanya gelombang pecah dekat dengan garis pantai. Sebaliknya, ketika kawasan pantai termasuk pada kategori datar-landai, maka pantai tersebut akan cenderung memiliki tinggi gelombang yang sempit (Patandianan *et al.*, 2023). Hal ini dikarenakan tinggi gelombang akan mengalami perubahan karakter yang kemudian pecah jauh dari garis pantai. Dengan demikian, keberadaan lereng Pantai Dadap yang umumnya sangat miring menunjukkan bahwa pantai akan menerima pengaruh gelombang yang lebih besar.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data *overlay* garis pantai dengan citra *Google Earth Pro* tahun 2020, 2022, dan 2024 yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa telah terjadi perubahan garis pantai akibat adanya *breakwater*. Pada rentang tahun 2020 – 2022, Pantai Dadap masih lebih banyak terjadi abrasi dibandingkan terjadinya akresi. Luasan abrasi yang terjadi seluas 1,37 hektar dan luasan akresi seluas 0,52 hektar. Sedangkan pada tahun 2022 – 2024, dinamika garis pantai cenderung stabil dengan terjadinya abrasi dan akresi dalam luasan yang lebih kecil. Luasan abrasi yang terjadi seluas 0,36 hektar dan luasan akresi seluas 0,29 hektar. Hal ini kemungkinan karena adanya penambahan panjang *breakwater* sehingga garis pantai lebih terlindungi dari terjangan arus dan gelombang secara langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfarisi, A. & Suciaty, F. 2021. Perubahan Pola Hidrodinamika dan Sedimentasi Akibat Adanya Breakwater Di Pantai Glayem. *Prosiding Seminar Nasional dan Diseminasi Tugas Akhir Series 2*, Bandung. 14-15 September 2021.
- Arikunto. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. PT. Rineka Cipta: Jakarta.
- Buchanan, J. B. 1984. *Sediment analysis. in Holme and McIntyre. Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications: Oxford.
- Darmiati, 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. <http://dx.doi.org/10.29244/jitkt.v12i1.22815>.
- Kalay, D. E., Lopulissa, V. F. & Noya, Y. A. 2018. Analisis Kemiringan Lereng Pantai Dan Distribusi Sedimen Pantai Perairan Negeri Waai Kecamatan Salahutu Provinsi Maluku. *Jurnal TRITON*, 14(1): 10 – 18.
- Lisnawati, L., Rochaddi, B. & Ismunarti, D. H. 2013. Studi Tipe Pasang Surut di Pulau Parang Kepulauan Karimunjawa Jepara Jawa Tengah. *Journal of Oceanography*, 2(3): 214-220.
- Maryanto, T. I., Windupranata, W. & Bachri, S. 2017. Studi Perubahan Garis Pantai Berdasarkan Interpretasi Citra Satelit Landsat dan Perhitungan Rasio Lahan di Wilayah Pesisir Indramayu Jawa Barat. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 1(1): 23-33. <https://doi.org/10.26760/jrh.v1i1.1332>.
- Nyadzi, E., Bessah, E. & Kranjac-Berisavljevic, G. 2020. Taking Stock of Climate Change Induced Sea Level Rise across the West African Coast. *Environmental Claims Journal*, 33(1): 77–90. <https://doi.org/10.1080/10406026.2020.1847873>.
- Palisu, B. J., Fikri, M. R. & Assidiq, F. M. 2022. Investigasi Bencana Abrasi Di Berbagai Wilayah Masyarakat Pesisir Di Indonesia. *Riset Sains dan Teknologi Kelautan*, 5(2): 148–152. <https://doi.org/10.62012/sensistek.v5i2.24264>.
- Patandianan, M. A., Baeda, A. Y. & Rahman, S. 2023. Analisa Karakteristik Kelerengan Pantai Pangandaran Terhadap Tsunami. *Riset Sains Dan Teknologi Kelautan*, 6(2): 218–223. <https://doi.org/10.62012/sensistek.v6i2.31688>.
- Pawitra, M. D., Indrayanti, E., Yusuf, M. & Zainuri, M. 2022. Sebaran Sedimen Dasar Perairan dan Pola Arus Laut Di Muara Sungai Loji, Pekalongan. *Indonesia Journal of Oceanography*, 4(3): 22 – 32. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v4i3.13443>.
- Putra, M. D. N., Widada S. & Atmodjo W. 2022. Studi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Sedimen Dasar di Perairan Banjir Kanal Timur Semarang. *Indonesian Journal of Oceanography*, 4(3): 13-21. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v4i3.13398>.
- Rahmadeni, H. A., Setiyono, H. & Widada, S. 2017. Studi Karakteristik Pasang Surut Di Perairan Pulau Biawak Kabupaten Indramayu, Jawa Barat. *Jurnal Oseanografi*, 6(4): 666-671.
- Rangkuti, A. M. 2017. *Ekonomi Pesisir Dan Laut Indonesia*. Bumi Aksara: Jakarta.

- Sodikin, Ardiansyah, A. N., Arif, M., Syaripulloh, Ilyas, Y. & Astriyandi, A. A. 2024. Analisis Kerusakan Pantai dan Prioritas Penanganannya di Wilayah Pesisir Kecamatan Sukra Kabupaten Indramayu Provinsi Jawa Barat. *Journal of Marine Research*, 13(4): 671-680. <https://doi.org/10.14710/jmr.v13i4.43276>.
- Supriyanto, M. S., Cahyono, M., Nugroho, E. O. & Sulaiman, D. M. 2023. The Effect of Dadap Port Structure in Indramayu on Coastal Morphology. *Jurnal Teknik Sipil*, 30(1): 25–31. <https://doi.org/10.5614/jts.2023.30.1.4>.
- Yantikoua, T. S., Kaki, C., Djara, M. B. & Almeida, G. A. F. 2023. Assessment of the Vulnerability of the Southwestern Coast of Benin to the Risk of Coastal Erosion and Flooding. *Journal of Water Resource and Protection*, 15(1): 1–22. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2023.151001>.