



# Analisis Laju Abrasi dan Mitigasi Bencana Pada Kawasan Pesisir Kota Maumere

*Analysis of Abrasion Rate and Disaster Mitigation in the Coastal Area of Maumere City*

**Bernadetha Tea**

Universitas Nusa Cendana, Kota Kupang, Indonesia

**Sanherip Laalobong**

Universitas Aryasatya Deo Muri, Kota Kupang, Indonesia

**Gregorio Antony Bani<sup>1</sup>**

Universitas Aryasatya Deo Muri, Kota Kupang, Indonesia

Artikel Masuk : 13 Agustus 2023

Artikel Diterima : 16 Mei 2024

Tersedia Online : 31 Agustus 2024

**Abstrak:** Sejak terjadinya bencana Tsunami pada tanggal 12 Desember tahun 1992 di kota Maumere, kemunduran garis pantai menjadi semakin jauh dan mengakibatkan kerusakan kawasan perumahan, pertokoan, industri dan pariwisata. Fenomena ini memberikan kerugian yang cukup berarti bagi masyarakat yang berada di wilayah tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya abrasi di pantai Kecamatan Alok dan Alok Barat, serta mengetahui upaya pencegahan dan penanggulangan abrasi berdasarkan faktor-faktor penyebab abrasi di pantai Kecamatan Alok dan Alok Barat dengan menggunakan metode survey dan observasi yang dilengkapi dengan pengolahan citra seri Landsat ETM+7. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka disimpulkan hal-hal pokok penelitian, antara lain: abrasi di kecamatan Alok dan Alok Barat Kabupaten Sikka, disebabkan oleh faktor alami dan manusia, di mana yang memiliki nilai yang sangat tinggi adalah geologi, kemiringan pantai dan pola pemukiman masyarakat, serta yang juga memiliki nilai tinggi dalam memicu abrasi adalah arak pasang surut dan penggunaan lahan, dengan nilai indeks kerentanan sebesar fisik pantai yang berada pada kategori yang sangat tinggi, yaitu 89, 44. Penanggulangan masalah abrasi di kecamatan Alok dan Alok Barat Kabupaten Sikka, harus dilakukan dengan cara penanaman bakau dan pembangunan *offshore breakwater*

**Kata Kunci:** *Abrasi; citra landsat; Kecamatan Alok dan Alok Barat; Maumere; pesisir*

**Abstract:** *Since the tsunami disaster on December 12, 1992, in the city of Maumere, the coastline has progressively receded, causing damage to residential areas, shops, industries, and tourism. This phenomenon has negatively impacted the environment and the socio-economic life of the local population. Therefore, this study aims to identify the factors causing coastal erosion in Alok and Alok Barat Districts, as well as to determine preventive and control measures based on these*

<sup>1</sup> Korespondensi Penulis: Universitas Aryasatya Deo Muri, Kota Kupang, Indonesia  
Email: greg.antonny@yahoo.com

*factors. This research employs survey and observation methods, supplemented by image processing of the Landsat ETM+7 series. The image processing begins with radiometric correction, following standard procedures provided by the LAPAN Data Center's Data Production Division, including equalizing the spatial resolution between the Landsat-7 MSS and Landsat ETM+ series. Based on the research findings, it is concluded that coastal erosion in Alok and Alok Barat Districts, Sikka Regency, is caused by both natural and human factors. The most significant factors are geology, coastal slope, and settlement patterns, with additional contributors such as tidal movements and land use. The vulnerability index of the physical size of the beach is categorized as very high, with a value of 89.44. To mitigate coastal erosion in Alok and Alok Barat Districts, Sikka Regency, it is recommended to plant mangroves and construct offshore breakwaters.*

**Keywords:** *Abrasion; Alok and West Alok Districts; coastal; landsat imagery; Maumere*

## Pendahuluan

Maumere sebagai ibu kota kabupaten Sikka yang berada di Provinsi Nusa Tenggara Timur merupakan sebuah kota di wilayah pesisir dan dikenal dengan keanekaragaman hayati (*biodiversity*) perairan yang sangat besar, seperti perikanan, terumbu karang, mangrove, rumput laut dan lainnya (Riniatsih & Munasik, 2017; Zainuddin, Rusdani, and Tembalang, 2018). Berdasarkan hal tersebut, maka wilayah pesisir Maumere juga telah dikembangkan berbagai industri bahari dari pariwisata hingga transportasi laut (Dedi Imanuel Pau, 2014). Di sisi lain, wilayah pesisir pantai kota Maumere memiliki bentuk profil yang sangat dipengaruhi dinamika alami pantai, seperti gelombang, pasang surut dan geomorfologi pantai (Nur, 2005).

Topografi kabupaten Sikka merupakan wilayah bergunung dan berbukit, serta memiliki iklim yang relatif kering, sehingga kegiatan sosial ekonomi masyarakatnya lebih terpusat untuk memanfaatkan keberadaan sumber daya kelautan yang ada (Leba, 2020). Hal tersebut mengakibatkan pola pembangunan lebih diarahkan ke wilayah pantai di kota Maumere (Gobang, 2023). Kemudahan akses dan bentang alam yang datar pada wilayah pesisir kota Maumere juga ikut mendorong perkembangan jumlah pemukiman dan industri yang pesat di wilayah tersebut (Maksimilianus Ga'i et al., 2010). Akan tetapi, hal tersebut telah berdampak merusak keberadaan ekosistem perairan karena adanya pembuangan sampah ke laut dan pembukaan lahan yang tidak terkontrol, sehingga terjadi juga peningkatan laju abrasi di sepanjang pantai Maumere (Kusmiati & Aswim, 2023).

Sejak terjadinya bencana Tsunami pada tanggal 12 Desember tahun 1992 di kota Maumere, diketahui telah terjadi kemunduran garis pantai menjadi yang semakin jauh, dan mengakibatkan kerusakan pada kawasan pemukiman, industri dan pariwisata (Seja & Hermingsih, 2022). Wilayah pesisir Kota Maumere yang dianggap paling kritis akibat adanya abrasi pantai berada di Kecamatan Alok dan Alok Barat (Sengaji & Nababan, 2009). Hal tersebut disebabkan oleh karena gempuran gelombang pada musim barat, yang kemudian masuk dan merusak area pemukiman dan sarana prasarana umum lainnya (Bhokaleba & Erfin, 2022). Kecamatan Alok dan Alok Barat termasuk ke dalam kawasan Taman Wisata Laut Gugus Pulau Teluk Maumere dan dianggap telah mengalami kerusakan akibat abrasi, yang diindikasikan oleh penurunan jumlah keanekaragaman hayati, seperti terumbu karang dan beberapa jenis biota air (Arafah Bahrudin & Juniyati, 2023).

Pemanfaatan kawasan di area pesisir seharusnya menerapkan pola keberlanjutan yang terpadu, agar tidak kerusakan ekosistem yang berujung merusak wilayah tersebut dan wilayah lainnya (Fabianto & Berhitsu, 2001). Pola keberlanjutan terpadu yang diterapkan harus didasarkan pada asas integritas lingkungan, upaya perbaikan kualitas hidup manusia yang berada di wilayah tersebut tanpa mengabaikan generasi yang akan datang (Adiyatma, 2021). Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian mengenai faktor-faktor penyebab abrasi di

kecamatan Alok dan Alok Barat, sehingga dapat diketahui upaya yang seharusnya dilakukan untuk mengatasi persoalan tersebut. Kajian faktor penyebab abrasi meliputi faktor alami dan antropogenik, seperti pasang surut, angin, gelombang, arus, serta kegiatan manusia yang merusak lingkungan pantai (Munandar & Kusumawati, 2017).

Abrasi di pantai Maumere telah mengakibatkan perubahan batas garis pantai (Waru, 2022b). Fenomena ini berpengaruh negatif pada lingkungan dan kesejahteraan hidup masyarakat yang tinggal di wilayah tersebut (Waru, 2022a). Perwujudan kondisi lingkungan hidup yang baik merupakan sarana bagi terwujudnya kehidupan ke arah kemakmuran dan kesejahteraan, yakni dengan melakukan pembangunan yang berwawasan lingkungan (Prastyo et al., 2021). Dari berbagai penelitian sebelumnya, diketahui bahwa belum adanya analisis dan kajian yang mendalam agar dapat menetapkan batas-batas wilayah yang rentan dari bencana abrasi, sehingga dapat diketahui model pengelolaan wilayah dan lingkungan yang seharusnya dilakukan di Kota Maumere. Dalam mewujudkan hal tersebut, maka perlu dilakukan kajian yang mendalam mengenai abrasi di kawasan pantai Maumere, khususnya di Kecamatan Alok dan Alok Timur. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya abrasi di pantai Kecamatan Alok dan Alok Barat, serta mengetahui upaya pencegahan dan penanggulangan abrasi berdasarkan faktor-faktor penyebab abrasi di pantai Kecamatan Alok dan Alok Barat.

## Metode Penelitian

### *Lokasi dan Waktu Penelitian*

Lokasi penelitian terletak sepanjang pesisir pantai kecamatan Alok dan Alok Barat kota Maumere, Kabupaten Sikka, Provinsi Nusa Tenggara Timur antara 8°33'1.92" - 8°37'7.40" LS dan 122° 8'27.43" - 122°13'9.66" BT dari bulan November tahun 2021 sampai dengan bulan November tahun 2022.

### *Prosedur Kerja*

Penelitian ini dengan menggunakan metode survey dan observasi yang dilengkapi dengan pengolahan citra seri Landsat ETM+7. Pengolahan citra seri Landsat ETM+7 dimulai dengan mengoreksi *radiometric* untuk menyamakan resolusi spasial citra Landsat menjadi 30 meter (Subardjo & Pribadi, 2012). Kemudian dilakukan koreksi *geometric* data Landsat, selanjutnya identifikasi lokasi abrasi dilakukan dengan cara menggabungkan komposit RGB band 7, 5 dan 4 dari tahun 2003 sampai dengan tahun 2022 yang dilakukan dengan melakukan digitasi *on-screen* secara analog (Lukiawan et al., 2019).

### *Analisis Laju Abrasi*

Perhitungan perubahan garis pantai menggunakan jarak antar vektor garis pantai dengan menggunakan software ArcGIS 10, yang memanfaatkan transek-transek dari program *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) sebagai acuan dari perubahan garis pantai (Sutikno, 2014). Laju abrasi dan akresi dihitung berdasarkan jarak setiap transek dengan menggunakan analisis regresi linear dan uji korelasi. Peningkatan jumlah tahun sebagai variabel bebas (X) dan panjang abrasi dan akresi sebagai variabel terikat (Y), dengan persamaan sebagai berikut: (Syahrul, Salim dan Ruslan; 2020)

$$r_{XY} = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \quad (1)$$

$$\hat{Y} = a + bX \quad (2)$$

Keterangan: a: konstanta; b: koefisien regresi; X: Tahun Pengamatan; Y: Panjang Abrasi/Akresi.

### Analisis Faktor Penyebab Abrasi

Analisis faktor penyebab abrasi dilakukan dengan melakukan perhitungan dari setiap indikator penyebab abrasi, yaitu faktor geologi, tinggi gelombang, jarak pasang surut, tata guna lahan, kemiringan pantai, pertumbuhan penduduk, kegiatan masyarakat dan pola pemukiman penduduk. Dari hasil analisis faktor penyebab abrasi, maka peninjauan potensi abrasi pantai dilanjutkan dengan pembobotan dari setiap variabel indikator, sebagaimana yang disajikan pada Tabel 1 (Cookson & Stirk, 2019).

Nilai kerentanan yang masuk dalam kategori tinggi hingga sangat tinggi dari setiap variabel, dianggap sebagai penyebab utama terjadinya abrasi di pantai Kecamatan Alok dan Alok Barat. Hasil analisis kemudian dilasifikasikan ke dalam penilaian rawan abrasi pantai di Kecamatan Alok dan Alok Barat Kabupaten Sikka sebagai berikut: (Cookson & Stirk, 2019)

$$\text{Indeks Kerentanan Pantai (IKP)} = \sqrt[5]{(a.b.c.d.e)} \quad (3)$$

Keterangan: a: Bahaya x kerentanan geologi; b: Bahaya x kerentanan tinggi gelombang; c: Bahaya x kerentanan jarak pasang surut; d: Bahaya x kerentanan penggunaan lahan; e: Bahaya x kerentanan kemiringan pantai

Hasil dari perhitungan Indeks Kerentanan Pantai, diklasifikasikan dalam 3 (tiga) kriteria penilaian, yaitu tinggi >50, sedang 35-50, dan rendah <35.

**Tabel 1. Indikator Penyebab Abrasi Berdasarkan Aspek Alami dan Manusia**

Variabel	Bahaya	Kerentanan				
		1	2	3	4	5
<b>Aspek Fisik</b>						
Geologi	1	Batuan beku, sedimen dan metamorf kompak	Batuan sedimen berbutir halus, agak kompak dan lunak	Gravel dan pasir kasar, agak kompak	Pasir, lanau, lempung, agak kompak	Pasir, lempung, lumpur lepas
Tinggi gelombang	5	0 – 1 m	1 – 2 m	2 – 3 m	3 – 4 m	4 – 5 m
Pasang surut	5	< 0,5 m	0,5-1 m	1-1,5 m	1,5 – 2 m	> 2 m
Tata guna lahan	5	Tegalan, Hutan Bakau, tanah kosong dan rawa	Daerah domestik dan tambak tradisional	Persawahan dan tambak intensif	Permukiman, pelabuhan, sarana dan jalan	Cagar budaya, daerah wisata berdevisa, industri, dan fasilitas pertahanan negara
Kemiringan pantai	2	0-3 %	3-5 %	5-10 %	10-15 %	> 15%
<b>Aspek Manusia</b>						
Tingkat Pertumbuhan Penduduk	3	0-0.5%	0.5-1%	1-2%	2-3%	>3%
Kegiatan Masyarakat	5	Perdagangan menyebar	Pertanian memusat	Nelayan memanjang jalan	Tambak memanjang sungai	Tambang memanjang pantai

\*Keterangan: 1: Sangat Rendah; 2: Rendah; 3: Sedang; 4: Tinggi; 5: Sangat Tinggi

### Analisis Penanggulangan Abrasi

Peninjauan kemampuan berbagai alternatif penanggulangan kerusakan pantai yang ditunjukkan pada Tabel 2 (Anonim, 2007), kemudian penilaian kesesuaian penanganan abrasi, maka analisis dilanjutkan dengan membuat skala prioritas tindakan pengamanan pantai. Pemilihan prioritas upaya pengamanan yang dipilih disajikan dalam Tabel 3 (Anonim, 2007). Keterangan dari Tabel 2 dikonversi menjadi sistem angka dengan cara mengalikan skala prioritas dengan kemampuan metode yang dipilih.

**Tabel 2. Tabel Bantu Peninjauan Metode Penanganan Kerusakan Pantai Secara Kualitatif.**

Aspek Penilaian	Penanaman Bakau	Pengisian Pasir	Lepas Pantai	Pemecah Gelombang	Pemecah Gelombang Terdendam	Revetment	Groin/Jetty
Konservasi							
Ruang ekosistem							
Area wisata							
Estetika							
Pola gelombang							
Pola arus							
Gerusan local							
Induksi erosi hilir							
Induksi arus meretas pantai							
Pelindung tsunami							
Pelindung rob							
Kesesuaian dengan lokasi							

Keterangan:

	Sangat Sesuai	•	Ya
	Sesuai	x	Tidak
	Tidak Sesuai		

**Tabel 3. Tabel Bantu Pemilihan Bangunan Pantai**

Aspek Penilaian	Skala Prioritas (1 - 10)	penanaman bakau		Pengisian pasir		Offshore breakwater		Revetment		Groin/Jetty	
		N (1-10)	N x P	N (1-10)	N x P	N (1-10)	N x P	N (1-10)	N x P	N (1-10)	N x P
Sistem pantai	10										
Keadaan sosial budaya	9										
Biaya	8										
Operasional	7										
Pemeliharaan	6										
Pembentukan sedimentasi	5										
Redaman gelombang	4										
Ketahanan transport sedimen <i>longshore</i>	3										
Ketahanan transport sedimen <i>on-offshore</i>	2										
Area wisata	1										

Keterangan: N: nilai; 1 – 2: tidak/kurang baik; 3 – 5: cukup baik; 6 – 8: baik; 9 – 10: sangat baik

## Hasil Dan Pembahasan

### *Analisis Spasial Perubahan Garis Pantai*

Data panjang abrasi dan akresi setiap tahunnya dan disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4. Data pengukuran abrasi di kecamatan Alok dan Alok Barat**

Tahun	Abrasi (m)	Akresi (m)	Tahun	Abrasi (m)	Akresi (m)
2003	57,8335	76,3176	2013	264,3532	181,7484
2004	84,5815	21,1585	2014	270,7051	179,0818
2005	97,8533	40,0445	2015	280,5835	197,6398

2006	135,7633	87,7014	2016	293,2453	197,8446
2007	141,5133	114,5129	2017	343,0391	196,6806
2008	170,3328	124,4388	2018	365,4635	197,4175
2009	183,2091	144,2716	2019	343,2453	207,8300
2010	214,3532	151,2837	2020	405,2566	213,4453
2011	241,9399	157,4548	2021	438,8400	218,9862
2012	254,3532	182,0873	2022	434,2918	224,9896

Diketahui laju abrasi rata-rata per tahun adalah 32.290 meter per tahun, dengan nilai konstanta laju abrasi 16,223 meter per tahun apabila tidak ada faktor lain yang mempengaruhinya. Dengan nilai  $r^2 = 0,9617$ , sehingga diketahui hubungan laju abrasi dengan setiap pertambahan tahun sangat kuat sebesar 96,17 %. Laju akresi rata-rata per tahun adalah 16,368 meter per tahun, dengan nilai konstanta laju akresi 8,2377 meter per tahun, apabila tidak ada faktor lain yang mempengaruhinya. Dengan nilai  $r^2 = 0,907$ , sehingga diketahui bahwa hubungan antara setiap pertambahan tahun dengan laju akresi sangat kuat sebesar 90,7%. Analisis dengan menggunakan Citra Satelit Landsat memanfaatkan transek-transek dari program *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) sebagai acuan dari perubahan garis pantai merupakan salah satu cara untuk mendapatkan data laju abrasi dan akresi yang akurat apabila nilai koefisien korelasinya semakin mendekati angka 1 (Imran, Rahmat, dan Virayani 2023; Wicaksono, Awaluddin, dan Bashit 2020).

#### Analisis Faktor Penyebab Abrasi

Rangkuman nilai penyebab risiko abrasi hasil analisis faktor penyebab abrasi di pantai Kecamatan Alok dan Alok Barat disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5. Analisis Faktor Penyebab Abrasi**

Variabel	Nilai	Keterangan
Geologi	5	Sangat tinggi
Tinggi Gelombang	2	Rendah
Jarak Pasang Surut	4	Tinggi
Penggunaan Lahan	4	Tinggi
Kemiringan Pantai	5	Sangat Tinggi
Pertumbuhan Penduduk	2	Rendah
Kegiatan Masyarakat	2	Rendah
Pola Pemukiman	5	Sangat Tinggi

Diketahui faktor yang paling berpengaruh pada abrasi yang terjadi di pantai Kecamatan Alok dan Alok Barat dengan nilai yang sangat tinggi adalah geologi, kemiringan pantai dan pola pemukiman penduduk, serta faktor yang juga berpengaruh dengan nilai tinggi dalam memicu terjadinya adalah jarak pasang surut dan penggunaan lahan. Pertimbangan data geologi, tinggi gelombang, jarak pasang surut, penggunaan lahan, kemiringan pantai, pertumbuhan penduduk, kegiatan masyarakat dan pola pemukiman merupakan acuan awal dalam menetapkan indeks kerentanan pantai terhadap bahaya abrasi (Haryani, Aditia, dan Asmariati, 2021; Pananrangi, 2015). Berdasarkan tersebut, maka analisis dilanjutkan dengan penentuan nilai indeks kerentanan fisik pantai berdasarkan faktor alam di pantai Kecamatan Alok dan Alok Barat, agar penentuan metode penanggulangan abrasi dapat dilakukan secara tepat dan efisien sesuai dengan tingkat kerentanan yang dihasilkan dari nilai faktor penyebab abrasi. Rangkuman penilaian kerentanan bencana yang ditimbulkan akibat abrasi disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6. Skor kerentanan pantai berdasarkan faktor penyebab abrasi**

Variabel	Bobot	Nilai	Skor Kerentanan
Geologi	1	5	5
Tinggi Gelombang	5	2	10

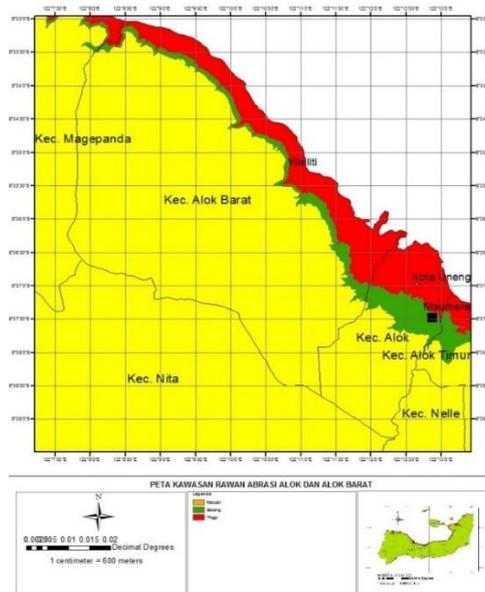
Jarak Pasang Surut	5	4	20
Penggunaan Lahan	5	4	20
Kemiringan Pantai	2	5	10
Pertumbuhan Penduduk	3	2	6
Kegiatan Masyarakat	5	2	10
Pola Pemukiman	5	5	25

Dari skor kerentanan pantai, maka dapat ditentukan indeks kerentanan pantai Kecamatan Alok dan Alok Barat berdasarkan faktor penyebab abrasinya, yaitu:

$$IKP (CVI) = \sqrt{(5 \times 10 \times 20 \times 20 \times 10)/5} = 89,44.$$

Oleh karena itu, risiko abrasi di kecamatan Alok dan Alok Barat dianggap tinggi (> 50) pada sepanjang garis pantai. Penelitian ini hanya mengkaji tentang kerentanan fisik pantai, karena berdasarkan hasil obeservasi langsung peneliti di lapangan tidak ditemukan terdapat faktor kegiatan masyarakat, seperti penambangan pasir dan lainnya yang membahayakan pantai, sehingga kerentanan sosial pantai tidak dikaji. Metode yang serupa telah dilakukan dan berhasil dalam menentukan kerentanan wilayah pesisir di pantai Makasar (Sakka, Paharuddin, dan Rupang, 2014) dan wilayah utara kabupaten Tuban (Joetidawati, 2016). Analisis kerentanan dilakukan dengan metode tumpang susun dari setiap variabel fisik yang diukur, di mana seluruh data ditransformasikan menjadi data keruangan. Untuk mendapatkan tingkat kerentanan fisik, diperlukan pembobotan terhadap setiap variabel yang diukur, di mana faktor keselamatan manusia yang dalam hal ini adalah pola pemukiman menjadi prioritas utama dalam menentukan kerentanan fisik pantai (Utami & Pamungkas, 2013). Peta kerentanan abrasi berdasarkan faktor alam di pantai Kecamatan Alok dan Alok Barat ditunjukkan pada Gambar 1.

Kawasan pesisir kecamatan Alok dan Alok Barat merupakan daerah pemukiman penduduk di pesisir pantai, sehingga diperlukan suatu penanganan yang efektif dan terpadu agar penanganan yang dipilih benar-benar dapat bermanfaat bagi warga sekitar. Oleh karena itu, metode penanggulangan abrasi yang dipilih adalah penanaman mangrove, pembangunan breakwater, serta pembangunan revetment dan seawall yang dianggap paling sesuai untuk menanggulangi abrasi di pantai Kecamatan Alok dan Alok Barat.



**Gambar 1. Peta Kawasan Rawan Abrasi Alok dan Alok Barat**

### **Penanggulangan Abrasi Berdasarkan Faktor Penyebabnya**

Dari perbandingan alternatif pengaman pantai, diketahui analisis yang paling sesuai dengan kondisi pantai adalah penanaman bakau dan pembangunan *offshore breakwater*. Kondisi geomorfologi pantai kecamatan Alok dan Alok Barat yang merupakan pasir lempung merupakan habitat alami yang cocok bagi mangrove. Penggulangan awal dalam memperbaiki dan mempertahankan fungsi lingkungan pantai perlu dilakukan sejak dini. Diketahui bahwa penataan ruang dalam upaya perbaikan untuk pantai dengan indeks kerentanan tinggi dan padat penduduk sebaiknya dilakukan dengan penanaman mangrove di daerah tertentu dan pembangunan *offshore breakwater* agar tidak mengganggu aktivitas sosial ekonomi yang berlangsung pada daerah tersebut (Octavian et al., 2022).

Penanaman mangrove diketahui mampu meminimalisir hantaman gelombang besar, dan juga dapat mempercepat akresi pantai karena akar-akar pohon bakau akan menahan sedimen/lumpur yang terbawa arus yang kemudian akan menambah garis pantai semakin maju. Selain itu, mangrove merupakan tempat berlindung biota laut, sehingga dapat melestarikan kembali ekosistem pantai yang sempat hilang akibat abrasi pantai sebelumnya (Sumar, 2021). *Breakwater* merupakan bangunan pelindung pantai yang dianggap paling sesuai dan efektif dalam mengatasi abrasi pantai di kecamatan Alok dan Alok Barat karena bangunan tersebut dianggap cocok dengan mata pencaharian penduduk lokan sebagai nelayan. Selain itu, wilayah kabupaten Sikka yang merupakan kawasan vulkanik memiliki cadangan batuan yang cukup melimpah, sehingga dapat menjadikan biaya operasional pembangunan *breakwater* tergolong mudah dan murah.

Kondisi ekosistem mangrove sebagai pelindung alami pantai pun dianggap buruk, hal tersebut diduga akibat pola arus yang berasal dari Timur Laut, membawa sebagian besar sedimen dari daratan ke laut lepas, yang di mana sedimen tersebut seharusnya berguna bagi sumber hara mangrove (Bryan-Brown et al., 2020). Pembangunan *Offshore breakwater* dapat memberi pengaruh yang baik bagi proses penanaman mangrove, karena keberadaannya akan menahan sedimen yang dapat dijadikan sumber hara yang baik bagi pertumbuhan mangrove (Gemilang et al., 2018). Untuk itu diperlukan perencanaan yang matang dan terpadu mulai menanam, memelihara dan perawatan tanaman bakau, karena berdasarkan karakteristik pantai Kecamatan Alok dan Alok, maka metode ini dapat diterapkan untuk menanggulangi abrasi di pantai Kecamatan Alok dan Alok Barat.

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka disimpulkan hal-hal pokok penelitian, antara lain: abrasi di kecamatan Alok dan Alok Barat Kabupaten Sikka, disebabkan oleh faktor alami dan manusia, di mana yang memiliki nilai yang sangat tinggi adalah geologi, kemiringan pantai dan pola pemukiman masyarakat, serta yang juga memiliki nilai tinggi dalam memicu abrasi adalah arak pasang surut dan penggunaan lahan, dengan nilai indeks kerentanan sebesar fisik pantai yang berada pada kategori yang sangat tinggi, yaitu 89, 44. Penanggulangan masalah abrasi di kecamatan Alok dan Alok Barat Kabupaten Sikka, harus dilakukan dengan cara penanaman bakau dan pembangunan *offshore breakwater*.

### **Daftar Pustaka**

- Adiyatma, Rofi Wahanisa dan septian Eka. 2021. "Konsepsi Asas Kelestarian Dan Keberlanjutan Dalam Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Dalam Nilai Pancasila." *Bina Hukum Lingkungan* 6(1):93–118.
- Anonim. 2007. *Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana*. Vol. 53.
- Arafah Bahrudin, Sitti, and Hastuti Juniyati. 2023. "Studi Keanekaragaman Invertebrata Di Kawasan Perairan

- Teluk Maumere Nusa Tenggara Timur." *Jurnal Pro-Life* 10(1):642–53.
- Bhokaleba, Barnabas Pablo P. ..., and Erfan. 2022. "Perception Of The North Coastal Community Of Sikka Regency On Mangrove Functions As Tsunami Wave Resistant." *PAPALELE: Jurnal Penelitian Sosial Ekonomi Perikanan Dan Kelautan* 6(2):68–74.
- Bryan-Brown, Dale N., Rod M. Connolly, Daniel R. Richards, Fernanda Adame, Daniel A. Friess, and Christopher J. Brown. 2020. "Global Trends in Mangrove Forest Fragmentation." *Scientific Reports* 10(1):1–8. doi: 10.1038/s41598-020-63880-1.
- Cookson, Maria Dimova, and Peter M. R. Stirk. 2019. "Studi Identifikasi Kerusakan Wilayah Pesisir di Kabupaten Bengkulu Utara Provinsi Bengkulu Zamdial,." *Jurnal Enggano* 5(3):510–28.
- Dedi Imanuel Pau. 2014. "Analisis Kapasitas Pelayanan Pelabuhan Maumere." Pp. 50–57 in *Seminar Nasional Sains dan Teknik (Sainstek) ke-2 Undana Tahun 2014*. Vol. 11. Kupang.
- Fabianto, Muhamad Dio, and Pieter Th Berhutu. 2001. "Konsep Pengelolaan Wilayah Pesisir Secara Terpadu dan Berkelanjutan yang Berbasis Masyarakat." *Jurnal Teknologi* 11(2).
- Gemilang, W. A., U. J. Wisha, K. Ondara, and R. Dhiauddin. 2018. "Hybrid Engineering Effectivity Evaluation According to the Changes in Mangrove Area and Sedimentary Rate in the Eroded Area of Sayung Regency, Demak, Central Java." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 216(1). doi: 10.1088/1755-1315/216/1/012040.
- Gobang, Ambrosius A. K. S. 2023. "Mengungkap Jejak Karakteristik Lokal Lansekap Tradisional Kampung Petilasan Kerajaan Sikka Unlocking Trace Local Characteristics Of The Traditional Landscape Of Sikka Kingdom Villages." *Jurnal Latar* 1(1):1–10.
- Haryani, Ezra Aditia, and Rini Asmariati. 2021. "Kajian Arahan Pemanfaatan Ruang Berdasarkan Tingkat Kerentanan Abrasi Pantai Di Kecamatan Koto Tangah Kota Padang." *Jurnal Rekayasa* 11(2):119–35. doi: 10.37037/jrftsp.v11i2.112.
- Imran, Hamzah Al, Andi Rahmat, and Asnita Virlyani. 2023. "Analisis Karakteristik Gelombang Dan Proses Abrasi Di Pesisir Pantai Popo Galesong Selatan." 16.
- Joesidawati, Marita Ika. 2016. "Penilaian Kerentanan Pantai Di Wilayah Pesisir Kabupaten Tuban Terhadap Ancaman Kerusakan." *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology* 9(2):188. doi: 10.21107/jk.v9i2.1667.
- Kusmiati, Maria, and Danar Aswim. 2023. "The Role of The Department of The Environment Sikka District In Dealing With Waste Management In The Waioti Sub-District." *Journal Civic and Social Studies* 7(1):1–8.
- Leba, Elkana Goro. 2020. "Masa Depan Kita Ada Di Laut (Studi Literatur Tentang Kebijakan Pembangunan Sektor Perikanan Di Ntt)." *Jap Unwira* 1:1–15.
- Lukiawan, Reza, Hari Purwanto, Meilinda Ayundyahrini, Pusat Penelitian, Pengembangan Standardisasi, and Badan Standardisasi Nasional. 2019. "Standar Koreksi Geometrik Citra Satelit Resolusi Menengah dan Manfaat bagi Pengguna Standards of Geometric Correction of Satellite Images Medium Resolution and Benefits for Users." *Jurnal Standardisasi* 21:45–54.
- Maksimilianus Ga'i, Ardiyanto, Wahyu Hidayat, Budi Santoso, Jurusan Teknil, Planologi Program, Studi Perencanaan Wilayah, and Dan Kota. 2010. "Kajian Kesiapan Maumere Menjadi Kota Otonom." *Jurnal Tata Kota Dan Daerah* 2(1).
- Munandar, Munandar, and Ika Kusumawati. 2017. "Studi Analisis Faktor Penyebab Dan Penanganan Abrasi Pantai Di Wilayah Pesisir Aceh Barat." *Jurnal Perikanan Tropis* 4(1):47. doi: 10.35308/jpt.v4i1.55.
- Nur, Hidayat. 2005. "Kajian Hidro-Oceanografi Untuk Deteksi Proses Fisik Di Pantai." *Jurnal SMARTek* 3(2):73–85.
- Octavian, Amarulla, Marsetio Marsetio, Abimanyu Hilmawan, and Rizqi Rahman. 2022. "Upaya Perlindungan Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil Pemerintah Provinsi Sumatera Barat Dari Ancaman Abrasi Dan Perubahan Iklim." *Jurnal Ilmu Lingkungan* 20(2):302–15. doi: 10.14710/jil.20.2.302-315.
- Pananrangi, A. I. 2015. "Pemanfaatan Lahan Kawasan Pesisir Galesong Berbasis Analisis Resiko Bencana Abrasi." *Plano Madani: Jurnal Perencanaan Wilayah Dan Kota* 4(2):22–31.
- Prastyo, Agung Budi, Rodhi Agung Saputra, Dauri Dauri, and Ricco Andreas. 2021. "Model Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Dalam Mewujudan Good Governance." *Sasi* 27(1):84. doi: 10.47268/sasi.v27i1.419.

- Riniatsih, Ita, and Munasik Munasik. 2017. "Keanekaragaman Megabentos Yang Berasosiasi Di Ekosistem Padang Lamun Perairan Wailiti, Maumere Kabupaten Sikka, Nusa Tenggara Timur." *Jurnal Kelautan Tropis* 20(1):56. doi: 10.14710/jkt.v20i1.1357.
- Sakka, Paharuddin, and Eunike Rupang. 2014. "Analisis Kerentanan Pantai berdasarkan Coastal Vulnerability Index (CVI) di Pantai Kota Makassar Vulnerability Analysis Based on the Coastal Vulnerability Index (CVI) in Makassar City Coast." *Jurnal Ilmu Kelautan Dan Perikanan* 24(3):49–53.
- Seja, Maria Ertina, and Adelheid Riswanti Herminsih. 2022. "The Level of Community Preparedness to Face the Earthquake and Tsunami Disaster With the Level of Community Anxiety in the Wuring Leko Wolomarang Village." *Jurnal Keperawatan Dan Kesehatan Masyarakat* 9(1).
- Sengaji, Ernawati, and Bisman Nababan. 2009. "Pemetaan Tingkat Resiko Tsunami Di Kabupaten Sikka, Nusa Tenggara Timur." *E-Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis* 1(1):48–61.
- Subardjo, Ir Petrus, and Rudhi Pribadi. 2012. "Studi Perubahan Luasan Vegetasi Mangrove menggunakan Citra Landsat TM dan Landsat 7 ETM+ Tahun 1998 – 2010 di Pesisir Kabupaten Mimika Papua." *Journal Of Marine Research* 1(1):146–55.
- Sumar, Sumar. 2021. "Penanaman Mangrove Sebagai Upaya Pencegahan Abrasi." *Ikraith-Abdimas* 4(1):126–30.
- Sutikno, Sigit. 2014. "Analisis Laju Abrasi Pantai Pulau Bengkalis Dengan Menggunakan Data Satelit." *Jurnal Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau* 13(January 2014):616–24.
- Syahrul, Salim, Agus, and Rusneni Ruslan. 2020. "Analysis of Abrasion Disaster Mitigation in the Coastal Area of Galesong District, Takalar Regency." *Journal of Urban and Regional Spatial* 01(1):30–041.
- Utami, Veranita Hadyanti, and Adjie Pamungkas. 2013. "Identifikasi Kawasan Rentan Terhadap Abrasi Di Pesisir Kabupaten Tuban." *Jurnal Teknik Pomits* 2(2):114–17.
- Waru, Anastasia. 2022a. "Analisis Keterkaitan Arus Pasang Surut Dan Pasang Surat Di Wilayah Perairan Laut Flores Studi Kasus Labuan Bajo Dan Maumere." *Magnetic: Research Journal Of Physics and It's Application* 2(2):173–78.
- Waru, Anastasia. 2022b. "Strategi Pengembangan Ekowisata Mangrove Di Desa Nira Nusa, Nusa Tenggara Timur Menggunakan Analisis Swot Mangrove Eco-Tourism Development Strategy in Nira Nusa Village, East Nusa Tenggara Using Swot Analysis." *Magnetic: Research Journal Of Physics and It's Application* 3(1):34–46.
- Wicaksono, Ario Damar, Moehammad Awaluddin, and Nurhadi Bashit. 2020. "Analisis Laju Perubahan Garis Pantai Menggunakan Metode Net Shoreline Movement (Nsm) Dengan Add-in Digital Shoreline Analysis System (Dsas) (Studi Kasus : Pesisir Barat Kabupaten Pandeglang)." *Jurnal Geodesi Undip* 9(2):21–31.
- Zainuddin, Fadli, M. Masyarul Rusdani, and Strain Tembalang. 2018. "Performa Rumput Laut Kappaphycus Alvarezii Dari Maumere Dan Tembalang Pada Budidaya Sistem Longline Performance of Kappaphycus Alvarezii Seaweed from Maumere and Tembalang in Longline System Cultivation Online Pada [Http://Joas.Co.Id](http://Joas.Co.Id) Untuk Menaikkan Produk." *Journal of Aquaculture Science* 3(1):17–28.