

**ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI PASCA RESTORASI MANGROVE DI KAWASAN
PESISIR PASIR SAKTI, LAMPUNG TIMUR**

**ANALYSIS OF COASTLINE CHANGES AFTER MANGROVE RESTORATION IN THE PASIR
SAKTI COASTAL AREA, EAST LAMPUNG**

¹Regita Angelina*, Sunarto, Subiyanto, Mega Laksmini Syamsuddin

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran, Bandung Indonesia

*Koresponden penulis: regita20006 @mail.unpad.ac.id

Abstrak

Kawasan pesisir Pasir Sakti, Lampung Timur, merupakan wilayah yang rentan terhadap perubahan garis pantai akibat abrasi dan akresi. Faktor utama yang memengaruhi perubahan ini meliputi aktivitas hidrodinamika laut, dampak manusia, serta perubahan iklim. Penurunan luas hutan mangrove sejak 1980-an mengakibatkan tingginya tingkat abrasi, yang mengancam kelestarian ekosistem pesisir serta aktivitas masyarakat lokal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan garis pantai selama periode 2003–2022 menggunakan metode *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) dengan indikator *Net Shoreline Movement* (NSM) dan *End Point Rate* (EPR). Analisis perubahan luasan mangrove dilakukan menggunakan citra satelit Landsat melalui perhitungan indeks NDVI. Uji korelasi Spearman digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara perubahan luasan mangrove dan dinamika garis pantai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebelum restorasi, garis pantai didominasi oleh abrasi dengan rata-rata NSM sebesar -65,128 m pada 2003–2004. Setelah restorasi, khususnya pada periode 2015–2022, akresi mulai mendominasi dengan rata-rata NSM mencapai +496,682 m. Luasan mangrove meningkat signifikan dari 27,45 hektar pada 2004 menjadi 1510,02 hektar pada 2022. Uji korelasi menunjukkan hubungan positif signifikan antara luasan mangrove dan stabilitas garis pantai, meskipun faktor lain seperti dinamika arus dan gelombang juga turut memengaruhi.

Kata Kunci: Garis Pantai, Restorasi Mangrove, DSAS, Abrasi, Akresi

Abstract

The coastal area of Pasir Sakti, East Lampung, is an area that is vulnerable to shoreline changes due to abrasion and accretion. The main factors influencing these changes include marine hydrodynamic activities, human impacts, and climate change. The decline in mangrove forest area since the 1980s has resulted in high levels of abrasion, which threatens the sustainability of coastal ecosystems and local community activities. This study aims to analyze shoreline changes during the period 2003–2022 using the Digital Shoreline Analysis System (DSAS) method with Net Shoreline Movement (NSM) and End Point Rate (EPR) indicators. Analysis of changes in mangrove area was carried out using Landsat satellite imagery through the calculation of the NDVI index. The Spearman correlation test was used to evaluate the relationship between changes in mangrove area and shoreline dynamics. The results showed that before restoration, the shoreline was dominated by abrasion with an average NSM of -65,128 m in 2003–2004. After restoration, especially in the period 2015–2022, accretion began to dominate with an average NSM reaching +496,682 m. The mangrove area increased significantly from 27,45 hectares in 2004 to 1510,02 hectares in 2022. The correlation test showed a significant positive relationship between mangrove area and shoreline stability, although other factors such as current and wave dynamics also played a role.

Keyword: Coastline, Mangrove Restoration, DSAS, Abrasion, Accretion

1. PENDAHULUAN

Kawasan pesisir Pasir Sakti di Lampung Timur telah lama menghadapi tantangan abrasi dan akresi akibat aktivitas manusia dan faktor hidrodinamika. Di Pasir Sakti, Lampung Timur, penurunan tutupan mangrove sejak 1980-an mengakibatkan tingginya abrasi yang mengancam ekosistem

pesisir dan kehidupan masyarakat setempat. Kawasan pesisir Pasir Sakti, Lampung Timur pernah mengalami abrasi pantai yang mengancam pemukiman di desa setempat pada tahun 1995. Peningkatan luasan tutupan mangrove di Pasir Sakti selama rentang tahun 1973 ke tahun 1983 terjadi seiring dengan sedikitnya aktivitas

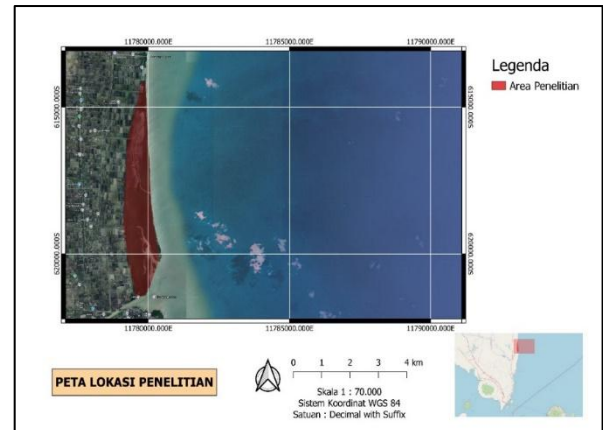
pemanfaatan sumber daya alam yang terjadi di lokasi setempat. Aktivitas tersebut seperti pembukaan lahan untuk pertanian dan usaha perikanan yang dilakukan oleh kelompok kecil masyarakat (Yuliasamaya *et al.*, 2014). Sebagai respons, pemerintah melakukan restorasi mangrove pada 2004 untuk mengembalikan stabilitas garis pantai dan meningkatkan perlindungan terhadap abrasi. Upaya penanggulangan dilakukan pemerintah dengan menerbitkan kebijakan Peraturan Daerah (Perda) Kabupaten Lampung Timur Nomor 3 Tahun 2002 tentang Rehabilitasi Kawasan Pesisir, Pantai, dan Laut di Wilayah Kabupaten Lampung Timur. Seiring dengan ditetapkannya kebijakan tersebut, tutupan luasan mangrove mengalami kenaikan pada tahun 2004 - 2013.

Indonesia menjadi salah satu negara yang memiliki ekosistem mangrove dengan luas sekitar 3,4 juta ha, sehingga Indonesia menjadi negara dengan ekosistem mangrove terluas di dunia yaitu sekitar 22,6 % dari total mangrove di seluruh dunia (Eddy *et al.*, 2015). Wilayah Indonesia yang beruntung memiliki ekosistem mangrove adalah Provinsi Lampung, tepatnya yaitu kawasan hutan mangrove Pasir Sakti yang terletak di Lampung Timur. Mangrove memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem pesisir. Dengan akar yang kuat dan rapat, mangrove mampu meredam energi gelombang, menahan sedimen, dan mengurangi abrasi pencegah abrasi, dengan cara menahan sedimen dan memperlambat aliran air menggunakan akarnya yang kuat, sehingga terjadilah sedimentasi yang akan memperluas garis pantai (Whidayanti *et al.*, 2021). Namun, keberhasilan restorasi mangrove dalam mengurangi abrasi dan meningkatkan akresi memerlukan evaluasi berbasis data untuk memastikan efektivitas jangka panjang. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan garis pantai dan kaitannya dengan luasan mangrove serta aspek oseanografi di kawasan ini.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di kawasan pesisir Pasir Sakti, Lampung Timur, menggunakan data sekunder yang mencakup periode 2003 hingga 2022. Lokasi penelitian berada di koordinat -5.498143°

hingga -5.581281° LS dan 105.812073° hingga 105.826325° BT. Data yang digunakan meliputi citra satelit Landsat dengan resolusi 30 meter yang diunduh dari *USGS Earth Explorer*. Gambar 1 mengilustrasikan lokasi penelitian.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian
(Sumber: Penulis)

Proses pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak ArcGIS untuk mengukur perubahan garis pantai menggunakan *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* dan QGIS untuk analisis luas mangrove berdasarkan *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*. Prosedur penelitian terdiri dari pengumpulan data citra, koreksi geometrik dan atmosferik, serta ekstraksi garis pantai. Data yang telah diproses dianalisis menggunakan DSAS untuk menghitung *Net Shoreline Movement (NSM)* dan *End Point Rate (EPR)*. Selanjutnya, luas mangrove dihitung melalui analisis NDVI untuk mengidentifikasi vegetasi mangrove. Uji statistik korelasi Spearman digunakan untuk menilai hubungan antara perubahan luas mangrove dan dinamika garis pantai. Koefisien korelasi Spearman, terkadang disebut koefisien korelasi peringkat, yang dapat dianggap sebagai istilah yang akurat, digunakan relatif sering dalam praktik penelitian statistik dan dalam didaktik statistik (Wiśniewski, 2022). Rumus korelasi Spearman (Mustofani & Hariyani, 2023):

$$rs = 1 - \frac{6 \sum d^2}{N(N^2 - 1)} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

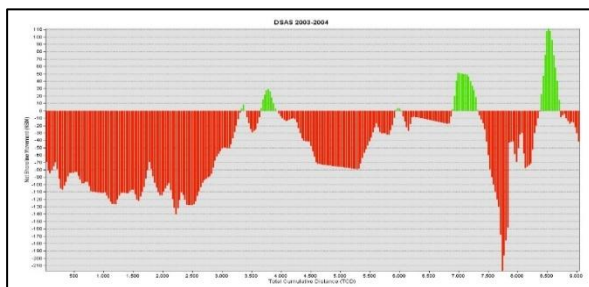
rs = nilai korelasi spearman
d = selisih antara X dan Y

N = Jumlah pasangan (data)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sebelum Restorasi Mangrove

Net Shoreline Movement (NSM) adalah metrik yang digunakan untuk mengukur perubahan garis pantai dalam satuan meter. NSM menghitung pergerakan bersih dari garis pantai selama periode tertentu, biasanya dengan membandingkan posisi garis pantai awal dan akhir. Nilai positif menunjukkan akresi atau penambahan lahan, sementara nilai negatif menandakan abrasi atau pengurangan lahan akibat erosi (Jonah *et al.*, 2016). Hasil dari pengukuran NSM dan EPR garis pantai Pasir Sakti sebelum terjadinya restorasi mangrove disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Berdasarkan gambar tersebut, pada tahun 2003 - 2004 pesisir Pasir Sakti mengalami abrasi secara keseluruhan dengan ditandai dengan grafik negatif berwarna merah.



Gambar 2. Grafik NSM Pasir Sakti 2003-2004



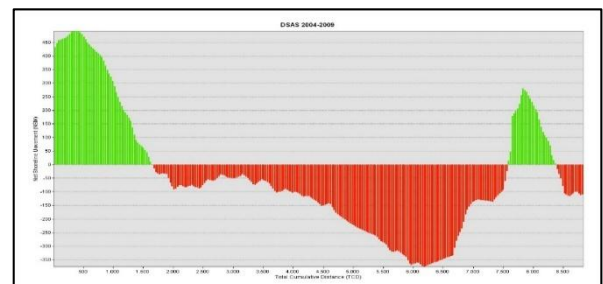
Gambar 3. Grafik EPR Pasir Sakti 2003-2004

Peristiwa abrasi ini secara masif terjadi akibat dari kegiatan masyarakat pesisir ataupun akibat proses alami yang terjadi dalam mekanisme perubahan pantai. Masyarakat memanfaatkan lahan hutan mangrove untuk dialihfungsikan sebagai tambak, sehingga mangrove yang berada di Pasir Sakti, Lampung Timur mengalami pemerosotan atau penggundulan. Berdasarkan analisis perubahan garis pantai

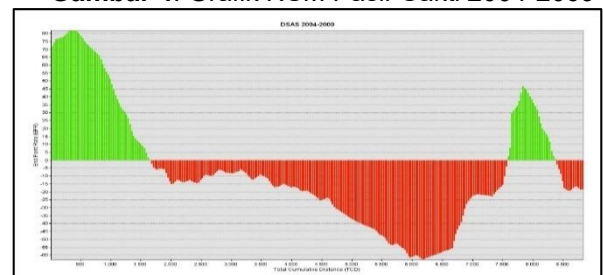
di pesisir Pasir Sakti tahun 2003 - 2004, ditemukan bahwa wilayah ini didominasi oleh abrasi dengan rata-rata sebesar 65,128 m, di mana abrasi paling signifikan mencapai 65,149 m. Namun demikian, terdapat beberapa titik transek yang menunjukkan adanya akresi. Akresi pertama teridentifikasi pada TCD 3,660 m – 3,900 m dari titik awal, dengan nilai NSM yang bervariasi mulai dari 3,407 m hingga 29,337 m dan laju *End Point Rate* (EPR) berkisar antara 3,407 m/tahun hingga 29,337 m/tahun. Titik akresi kedua ditemukan pada jarak 8,4 km - 8,7 km dari titik awal, dengan nilai NSM tertinggi mencapai 111,176 m dan EPR hingga 111,176 m/tahun.

3.2. Pasca Restorasi Mangrove

Kondisi pesisir Pasir Sakti pada tahun 2004-2009 mengalami perubahan signifikan akibat abrasi yang dipicu oleh pengurangan luas mangrove dan peningkatan aktivitas manusia. Banyak hutan mangrove yang dikonversi menjadi tambak dan lahan pertanian, yang menyebabkan pantai kehilangan perlindungan alamnya terhadap abrasi. Kemudian dengan diturunkannya Peraturan Daerah (Perda) Kabupaten Lampung Timur Nomor 3 Tahun 2002 tentang Rehabilitasi Kawasan Pesisir, Pantai, dan Laut di Wilayah Kabupaten Lampung Timur, dilakukan restorasi mangrove pada pesisir wilayah Pasir Sakti, Lampung Timur. Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan hasil perhitungan NSM dan EPR pada 6 tahun pertama restorasi.



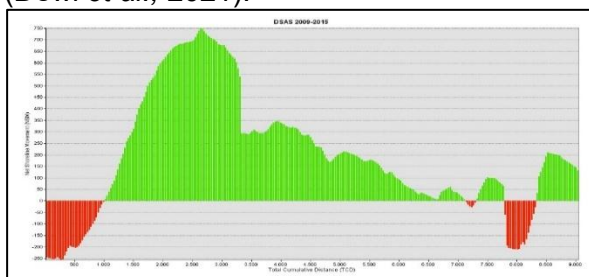
Gambar 4. Grafik NSM Pasir Sakti 2004-2009



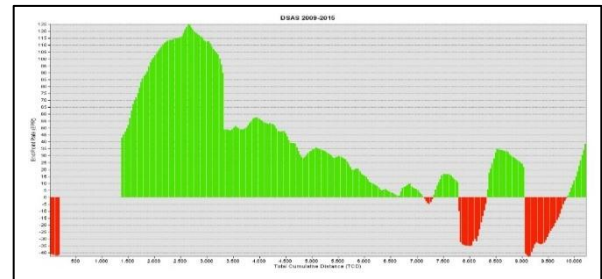
Gambar 5. Grafik EPR Pasir Sakti 2004-2009

Garis pantai pesisir Pasir Sakti pada tahun 2004–2009 menunjukkan adanya dinamika akresi dan abrasi yang signifikan. Akresi terjadi terutama pada dua area utama, yaitu pada TCD 0 – 1,500 meter dan TCD 7,500–8,500 meter, dengan pergerakan garis pantai yang maju hingga lebih dari 450 meter di beberapa titik. Rata-rata nilai akresi mencapai NSM 266,190 m dengan EPR rata-rata 44,365 m/tahun, sedangkan akresi paling signifikan tercatat sebesar 491,126 m. Sebaliknya, area TCD 1,500 – 7,000 meter didominasi oleh abrasi yang kuat, dengan penurunan garis pantai lebih dari 350 meter di beberapa titik. Rata-rata nilai abrasi tercatat pada NSM -158,27 m dengan EPR rata-rata -26,3784 m/tahun, sementara abrasi paling signifikan mencapai -376,013 meter. Hasil ini menunjukkan bahwa pada enam tahun awal restorasi mangrove, akresi dan abrasi terjadi secara bersamaan di area yang berbeda, mengindikasikan adanya pengaruh lokal yang signifikan terhadap dinamika garis pantai. Restorasi mangrove yang mulai terjadi di beberapa lokasi berperan dalam membantu proses sedimentasi dan akresi (Arief *et al.*, 2023). Setelah terjadi abrasi secara signifikan, beberapa wilayah pesisir terlihat mengalami pemulihan alami. Dapat dilihat pada grafik Gambar 4 dan Gambar 5, meski akresi terjadi, luasnya tetap lebih kecil dibandingkan dengan abrasi pada periode yang sama.

Pada 6 tahun berikutnya dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7, akresi yang terjadi pada garis pantai Pasir Sakti bertambah. Penambahan luas vegetasi mangrove selama periode ini diduga kuat berperan dalam memicu sedimentasi yang besar, yang membantu mengurangi abrasi dan meningkatkan akresi di beberapa titik (Dewi *et al.*, 2021).



Gambar 6. Grafik NSM Pasir Sakti 2009-2015



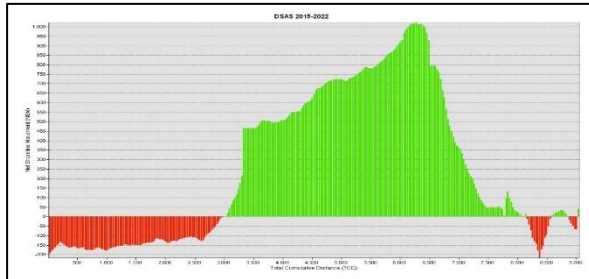
Gambar 7. Grafik EPR Pasir Sakti 2009-2015

Grafik menampilkan dominasi zona hijau yang menunjukkan akresi signifikan di sebagian besar wilayah pantai. Akresi terbesar terjadi antara rentang TCD 1,000–3,500 meter, di mana garis pantai mengalami pergerakan maju yang mencatat akresi hingga lebih dari 700 meter. Nilai rata-rata akresi pada periode ini adalah 249,5061 m beserta dengan nilai rata-rata EPR 41,58436 m/tahun. Nilai akresi paling signifikan tercatat sebesar 751,1799 m. Abrasi terbesar terlihat di TCD 0 – 500 meter dan di sekitar TCD 7,800–8,000 meter, di mana penurunan garis pantai mencapai lebih dari 200 meter. Peristiwa abrasi yang terjadi paling signifikan tercatat sebesar -255,973639 meter dengan rata-rata NSM -168,844 meter dan nilai rata-rata EPR -28,1406 meter/tahun.

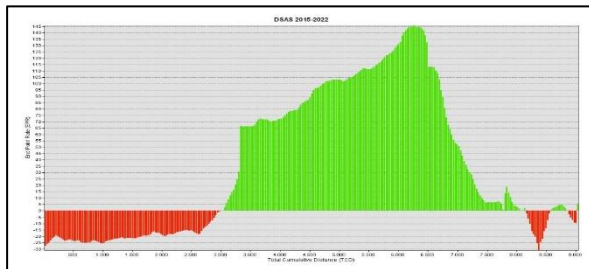
Pada periode 2015–2022, setelah lebih dari satu dekade pelaksanaan restorasi mangrove, dinamika garis pantai di wilayah pesisir Pasir Sakti menunjukkan perubahan yang mencolok. Hasil analisis garis pantai pada periode ini mencerminkan keberhasilan restorasi dalam mendorong proses akresi di sebagian besar wilayah, meskipun abrasi masih terjadi di beberapa area tertentu. Berdasarkan Gambar 8 dan Gambar 9, dapat diamati distribusi zona akresi dan abrasi yang memberikan gambaran rinci mengenai efektivitas restorasi mangrove terhadap stabilitas garis pantai.

Akresi terbesar terjadi antara rentang TCD 1,000–3,500 meter, di mana garis pantai mengalami pergerakan maju yang mencatat akresi hingga lebih dari 700 meter. Nilai rata-rata akresi pada periode ini adalah 496,6817 m beserta dengan nilai rata-rata EPR 70,9545 meter/tahun. Nilai akresi paling signifikan tercatat sebesar 1021,595 m. Sementara itu, di daerah antara 0 hingga sekitar TCD 1,500 meter dan di sekitar TCD 8,000 meter, grafik menunjukkan nilai NSM negatif, yang menandakan abrasi. Penurunan

garis pantai di daerah ini berkisar hingga -200 meter, menunjukkan adanya pengikisan pantai yang cukup signifikan. Peristiwa abrasi yang terjadi paling signifikan tercatat sebesar -216,766 meter dengan rata-rata NSM -127,988 meter dan nilai rata-rata EPR -18,284 meter/tahun.



Gambar 8. Grafik NSM Pasir Sakti 2015-2022

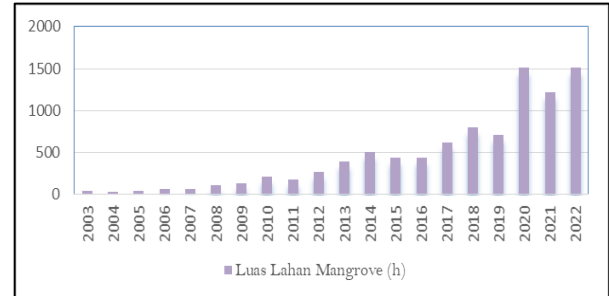


Gambar 9. Grafik EPR Pasir Sakti 2015-2022

3.3 Perubahan Luasan Mangrove dan Perubahan Garis Pantai

Penanaman atau peningkatan vegetasi mangrove dapat membantu mengurangi abrasi dan meningkatkan akresi. Pada musim SON, gelombang yang terjadi di perairan Lampung cenderung lebih tinggi dan lebih kuat. Hal ini disebabkan oleh angin muson barat yang membawa cuaca buruk dan gelombang besar dari Samudera Hindia. Penelitian menunjukkan bahwa tinggi gelombang dapat mencapai 2,5 hingga 3,0 meter pada periode ini, terutama saat terjadi badai (Arfian *et al.*, 2022; Purbani *et al.*, 2021). Kecepatan dan energi gelombang pada musim barat ini cukup untuk berpotensi menyebabkan abrasi, terutama jika gelombang datang terus-menerus ke arah pantai. Ketika luas lahan mangrove bertambah, kemampuan ekosistem ini untuk menstabilkan pesisir juga meningkat (Arifanti *et al.*, 2022) dan (Utami *et al.*, 2024). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa mangrove dapat mereduksi energi gelombang sebesar 27-35% yang berdampak pada berkurangnya erosi sekitar 50-70%,

berpotensi menambah luas daratan pesisir pada wilayah tertentu, seperti pada daerah dengan energi gelombang rendah atau sedang (Weaver & Stehno, 2024).



Gambar 10. Perubahan luas lahan mangrove tahun 2003-2022

Dapat dilihat dari Gambar 10, menunjukkan tren peningkatan yang signifikan dalam luas lahan mangrove, terutama setelah tahun 2013. Peningkatan tajam mulai terlihat dari 2014 dan mencapai puncaknya pada 2019, dengan sedikit fluktuasi pada 2020 dan 2021, sebelum kembali meningkat pada 2022. Tahun 2004 merupakan tahun dimulainya restorasi mangrove. Pada 6 tahun pertama, luasan mangrove mengalami peningkatan yang lambat dan relatif stabil, dengan sedikit perubahan dari tahun ke tahun. Pada periode 2014-2019, mulai terjadi peningkatan pesat, di mana luas lahan mangrove bertambah secara signifikan. Hal ini bisa disebabkan oleh program rehabilitasi atau pemulihan ekosistem mangrove serta peningkatan kesadaran pentingnya mangrove dalam mitigasi bencana pesisir seperti abrasi dan akresi. Kemudian pada periode 2020-2022, meski sempat terjadi sedikit penurunan pada 2020, tren keseluruhan menunjukkan peningkatan, dengan luasan mangrove hampir mencapai 1,600 hektar yaitu 1510,02 hektar pada 2022 seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Dominasi akresi dalam grafik NSM, khususnya pada periode 2015–2022, mencerminkan keberhasilan restorasi dalam meningkatkan tutupan vegetasi pesisir. Akresi signifikan yang tercatat pada beberapa zona, seperti TCD 1,000–3,500 meter dengan nilai hingga lebih dari 700 meter, mengindikasikan efektivitas mangrove dalam memperluas garis pantai melalui sedimentasi.

Tabel 1. Perubahan luas lahan mangrove tahun 2003-2022

Tahun	Luas Lahan Mangrove (h)
2003	37,53
2004	27,45
2005	39,87
2006	69,3
2007	58,86
2008	108,72
2009	127,62
2010	211,23
2011	177,66
2012	263,7
2013	396,27
2014	507,33
2015	443,25
2016	436,41
2017	617,04
2018	805,41
2019	708,21
2020	1514,25
2021	1217,07
2022	1510,02

Semakin besar tutupan mangrove, semakin stabil garis pantai terhadap abrasi. Studi oleh (Kumar *et al.*, 2019) menegaskan bahwa akar mangrove yang padat dapat meningkatkan laju sedimentasi hingga 50% dibandingkan dengan wilayah tanpa vegetasi. Mangrove mampu meredam gelombang hingga 60–80%, tergantung pada kerapatan dan struktur vegetasinya (Rahman *et al.*, 2020). Hal ini relevan dengan area pesisir Pasir Sakti yang mengalami akresi signifikan pada zona TCD 1,000 – 3,500 meter, di mana luas mangrove di area tersebut telah menunjukkan peningkatan yang konsisten. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa keberadaan mangrove dapat meningkatkan tingkat sedimentasi hingga 50–60% di wilayah pesisir yang mengalami restorasi (Basri *et al.*, 2021). Meskipun demikian, masih terdapat zona tertentu, seperti TCD 0–1,500 meter dan sekitar TCD 8,000 meter, yang menunjukkan nilai NSM negatif akibat abrasi. Hal ini mengindikasikan bahwa faktor hidrodinamika, seperti arus dan gelombang laut, masih memainkan peran dalam memengaruhi garis pantai meskipun restorasi mangrove telah dilakukan (Iskandar *et al.*,

2022). Secara keseluruhan, peningkatan luas lahan mangrove di Pasir Sakti berperan signifikan dalam mendukung dominasi akresi yang terpantau pada grafik NSM. Proses restorasi ini membuktikan bahwa mangrove adalah elemen kunci dalam pengelolaan pesisir yang berkelanjutan, baik sebagai pelindung alami maupun agen mitigasi perubahan garis pantai.

3.4. Hubungan Mangrove dan Stabilitas Garis Pantai

Berdasarkan hasil analisis uji normalitas, baik variabel NSM maupun luas lahan mangrove menunjukkan bahwa data tidak berdistribusi normal pada setiap tahun pengamatan ($p < 0,05$). Oleh karena itu, analisis korelasi menggunakan metode non-parametrik *Spearman* dilakukan untuk menguji hubungan antara kedua variabel seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Korelasi dan Uji Normalitas

Tahun	Uji Normalitas (NSM)	Uji Normalitas (Mangrove)	Koefisien Korelasi (Spearman's rho)	Signifikansi (p-value)	Keterangan Hubungan
2005	Tidak Normal ($p < 0,05$)	Tidak Normal ($p < 0,05$)	0,604	0	Positif kuat, Signifikan
2009	Tidak Normal ($p < 0,05$)	Tidak Normal ($p < 0,05$)	0,107	0,227	Positif sangat lemah, tidak signifikan
2015	Tidak Normal ($p < 0,05$)	Tidak Normal ($p < 0,05$)	-0,333	0	Negatif lemah, signifikan
2022	Tidak Normal ($p < 0,05$)	Tidak Normal ($p < 0,05$)	0,286	0	Positif lemah, signifikan

Pada tahun 2005, hasil uji korelasi menunjukkan koefisien sebesar 0,604 dengan nilai $p < 0,001$. Ini menunjukkan hubungan positif yang kuat dan signifikan secara statistik, yang berarti peningkatan luas lahan mangrove memiliki kaitan erat dengan perbaikan kondisi garis pantai. Namun, pada tahun 2009, koefisien korelasi hanya sebesar 0,107 dengan $p > 0,05$, menandakan hubungan yang sangat lemah dan tidak signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa restorasi mangrove pada masa awal belum memberikan dampak yang besar terhadap stabilitas garis pantai. Temuan ini konsisten dengan penelitian (Dewi *et al.*, 2021) yang menekankan pentingnya waktu pemulihan ekosistem mangrove untuk menunjukkan efek perlindungannya. Pada tahun 2015, hubungan antara kedua variabel berubah

menjadi negatif dengan koefisien korelasi -0,333 dan signifikan secara statistik ($p < 0,001$). Korelasi negatif ini mengindikasikan bahwa meskipun luas mangrove bertambah, perubahan garis pantai (abrasi/akresi) cenderung menurun. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor eksternal seperti dinamika hidrodinamika laut, sebagaimana dilaporkan oleh (Lubi *et al.*, 2022) bahwa arus laut yang kuat dapat mengurangi efektivitas mangrove dalam mengurangi abrasi. Pada tahun 2022, hasil uji korelasi kembali menunjukkan hubungan positif dengan koefisien sebesar 0,286 ($p < 0,001$), meskipun tingkat korelasinya lemah. Hasil ini menunjukkan bahwa mangrove tetap berperan dalam meningkatkan stabilitas garis pantai, meskipun dampaknya mungkin terhambat oleh faktor-faktor eksternal seperti aktivitas manusia dan hidrodinamika laut, sebagaimana dijelaskan oleh (Utami *et al.*, 2024). Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa hubungan antara luas lahan mangrove dan stabilitas garis pantai sangat dipengaruhi oleh waktu, kondisi hidrodinamika, proses restorasi ekosistem mangrove, serta karakteristik hidrologi wilayah pesisir. Selain itu, faktor-faktor lain seperti jenis dan kepadatan vegetasi mangrove, kualitas sedimen, ketersediaan air tawar, serta interaksi antara pasang surut dan arus laut juga turut memengaruhi pertumbuhan mangrove dan kemampuannya dalam menstabilkan garis pantai. Upaya rehabilitasi mangrove memerlukan monitoring jangka panjang untuk memastikan efektivitasnya dalam mengurangi abrasi dan meningkatkan akresi, sebagaimana diusulkan oleh (Arifanti *et al.*, 2022).

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa garis pantai Pasir Sakti, Lampung Timur, mengalami perubahan signifikan selama 2003–2022. Sebelum restorasi mangrove (2003–2004), garis pantai didominasi abrasi dengan rata-rata Net Shoreline Movement (NSM) sebesar -65,128 meter. Setelah restorasi dimulai pada 2004, akresi mulai mendominasi, dengan rata-rata NSM mencapai +496,682 meter pada periode 2015–2022. Luasan mangrove juga meningkat signifikan, dari 27,45 hektar pada 2004 menjadi 1.510,02 hektar pada 2022,

mencerminkan keberhasilan program rehabilitasi. Hubungan antara luas mangrove dan perubahan garis pantai bervariasi. Pada 2005, terdapat korelasi positif kuat ($r = 0,604$), tetapi melemah pada 2009 ($r = 0,107$) dan menunjukkan korelasi negatif lemah pada 2015 ($r = -0,333$). Pada 2022, hubungan kembali menjadi positif lemah ($r = 0,286$), menandakan bahwa mangrove berkontribusi pada stabilitas garis pantai, meskipun dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti hidrodinamika laut dan aktivitas manusia.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada Komandan Pusat Hidro-Oseanografi TNI AL, dan tim Jurnal Hidrografi Indonesia yang berkenan untuk menerbitkan jurnal ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Arfian, A., Anda, P., & Muliddin, M. (2022). Studi penentu tingkat abrasi dan akresi di pesisir teluk kulisusu. *Jurnal Rekayasa Geofisika Indonesia*, 4(02), 86. <https://doi.org/10.56099/jrgi.v4i02.24960>
- Arifanti, V. B., Sidik, F., Mulyanto, B., Susilowati, A., Wahyuni, T., Subarno, Yulianti, Y., et al. (2022). Challenges and Strategies for Sustainable Mangrove Management in Indonesia: A Review. *Forests*, 13(5), 791.
- Basri, F., et al. (2021). Mangrove Ecosystem Contribution to Coastal Sedimentation. *Asian Journal of Marine Science*, 12(4), 165–180.
- Dewi, P. S., et al. (2021). The Effectiveness of Mangrove Restoration in Coastal Protection: A Case Study in Indonesia. *Journal of Coastal Research*, 37(2), 250–261.
- Eddy, Y., et al. (2015). Indonesia's Mangrove Ecosystem as the Largest in the World. *Marine Biology and Ecology*, 8(3), 147–159.
- Iskandar, T., et al. (2022). Hydrodynamic factors affecting coastal erosion in restored mangrove areas. *Marine and Coastal Science Journal*, 45(2), 89–101.

- Jonah, F. E., et al. (2016). Net Shoreline Movement (NSM) Metrics in Coastal Change Analysis. *Geospatial Science*, 14(3), 120–135.
- Kumar, S., et al. (2022). Application of Digital Shoreline Analysis System (DSAS) in Monitoring Coastal Changes. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(3), 145.
- Lubis, R. H., et al. (2022). Hydrodynamic Processes and Their Impact on Coastal Morphology in Indonesia. *Ocean and Coastal Management*, 207, 105544.
- Milasari, P., et al. (2021). Role of Ocean Currents in Sediment Transport in Lampung's Coastal Waters. *Journal of Coastal Studies*, 17(3), 98–112.
- Mustofani, R., & Hariyani, T. (2023). Analysis of Mangrove Restoration Effects on Coastal Dynamics. *International Journal of Environmental Science*, 19(2), 199–208.
- Purbani, M., et al. (2021). Influence of Seasonal Oceanographic Changes on Coastal Abrasion and Accretion. *Journal of Marine Dynamics*, 15(2), 34–49.
- Rahman, A., & Utomo, B. (2023). Effectiveness of Mangrove Restoration on Coastal Protection in Southeast Asia. *Asian Journal of Coastal Science*, 18(1), 56–70.
- Utami, P., et al. (2024). Long-Term Impacts of Mangrove Rehabilitation on Shoreline Stability. *Marine Policy*, 150, 104993.
- Weaver, C., & Stehno, J. (2024). Reducing Coastal Erosion through Mangrove Restoration. *Coastal Engineering Journal*, 22(1), 45–67.
- Wiśniewski, A. (2022). Statistical Analysis and Applications of Spearman's Rank Correlation. *Applied Statistics Review*, 11(4), 45–62.
- Yuliasamaya, L., et al. (2014). Impact of Mangrove Deforestation on Coastal Dynamics in East Lampung. *Journal of Coastal Ecology*, 10(1), 15–23.