

## Studi Perubahan Garis Pantai dengan Menggunakan Penginderaan Jauh Berbasis *Gis/Geographic Information System* di Desa Atep Oki Kecamatan Lembean Timur Kabupaten Minahasa

Mohamad Fazri Mopoliu, Joyce Ch. Kumaat, Grace F. E. Suoth  
Universitas Negeri Manado, Indonesia  
Email: fazrimopoliu@gmail.com, joyke.kumaat@unima.com,  
graceevangelinesuoth@gmail.com

### Abstrak

Masalah dalam penelitian ini yaitu perubahan garis pantai yang terjadi di desa Atep Oki Kecamatan Lembean Timur Kabupaten Minahasa Provinsi Sulawesi Utara, Perubahan garis pantai yang terjadi secara terus menerus mengakibatkan rusaknya sebuah ekosistem pesisir pantai oleh abrasi. Tujuan dari penelitian ini untuk mengkaji faktor penyebab terjadinya perubahan garis pantai dan mengetahui perubahan garis pantai yang terjadi dalam waktu dua tahun yaitu tahun (2015 dan 2020). Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan menggunakan Teknik pengukuran dan pemetaan, Teknik pengumpulan data yang digunakan diantaranya adalah observasi, dokumentasi dan wawancara. Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) dan peneliti menggunakan teknik (NSM) *Net Shoreline Movement* dan (EPR) *End Point Rate* untuk menganalisa perubahan garis pantai di desa Atep setiap tahunnya. Berdasarkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti, pantai Atep Oki telah mengalami perubahan garis pantai secara dinamis, hal ini disebabkan oleh adanya aktifitas alam diantaranya, Arus, Pasang surut, Gelombang dan Batimetri yang mengakibatkan hilangnya keseimbangan ekosistem yang berada di wilayah pesisir pantai. Perubahan garis pantai terjadi karena disebabkan oleh abrasi. Adapun Rata-rata abrasi pada pantai sebesar 8,9 meter/tahun dan memiliki jarak perubahan garis pantai (2015 dan 2020) sebesar 36,51 meter. Berdasarkan dengan data yang ada abrasi terjadi secara cepat dan terus menerus mengikis wilayah daratan. Adapun upaya yang harus dilakukan oleh masyarakat adalah membangun bangunan pelindung pantai guna mencegah abrasi pantai yang lebih besar.

**Kata Kunci:** perubahan, garis pantai, penginderaan

### Abstract

*The problem in this study is the change in the coastline that occurs in Atep Oki village, East Lembean District, Minahasa Regency, North Sulawesi Province, Changes in the coastline that occur continuously result in the destruction of a coastal ecosystem by abrasion. The purpose of this study is to examine the factors that cause shoreline changes and determine the shoreline changes that occur within two years, namely years (2015 and 2020). This research uses a descriptive method using measurement and mapping techniques, the data collection techniques used include observation, documentation and interviews. The data analysis technique in this study uses the Digital Shoreline Analysis System (DSAS) and the researcher uses the Net Shoreline Movement and (EPR) End Point Rate techniques (NSM) to analyze the changes in the coastline in Atep village every year. Based on the results of research conducted by researchers, Atep Oki beach has experienced dynamic changes in the coastline, this is caused by natural activities including, currents, tides, waves and bathymetry which results in the loss of the balance of ecosystems in the coastal area. Shoreline changes occur due to abrasion. The average abrasion on the beach is 8.9 meters/year and has a distance of 36.51 meters from the coastline change (2015 and 2020). Based on the available data, abrasion occurs quickly and continuously erodes the land area. The efforts that must be made by the community are to build coastal protective buildings to prevent greater beach abrasion.*

*Keywords: change, coastline, sensing*

## **PENDAHULUAN**

Indonesia adalah negara yang memiliki garis pantai terpanjang setelah Amerika Serikat, Rusia, dan Kanada yang mencapai lebih dari 95.181 km (Hernawan et al., 2020). Wilayah pantai yang terbilang sangat luas tersebut memiliki peranan sebagai sumber daya potensial yang merupakan salah satu sumber pendapatan terbesar baik untuk daerah maupun negara (Hadi et al., 2019). Tentunya di daerah tersebut sangat intensif dimanfaatkan untuk kegiatan manusia seperti: pusat pemerintahan, permukiman, industri, pelabuhan, pertambangan, dan pariwisata (Suwandi et al., 2021). Hal ini akan berakibat pada peningkatan kebutuhan akan lahan dan prasarana lainnya, sehingga akan menimbulkan masalah-masalah baru di kawasan pantai seperti: bertambahnya atau berkurangnya wilayah garis pantai (Widodo & Purnomo, 2020). Dampak kegiatan manusia tersebut sering kali mengarah pada erosi dan perubahan topografi pantai, yang dapat mengancam keberlanjutan ekosistem pesisir (Setiawan & Haryanto, 2021). Selain itu, perubahan garis pantai juga dapat mempengaruhi keberlanjutan ekonomi masyarakat pesisir yang bergantung pada sumber daya alam laut (Saputra et al., 2022). Oleh karena itu, pengelolaan wilayah pantai yang berkelanjutan menjadi hal yang sangat penting untuk mengurangi dampak negatif dari kegiatan pembangunan (Wijaya & Putra, 2018).

Pantai merupakan tempat yang memiliki nilai kehidupan yang tinggi yang bersifat multifungsi misalnya dalam segi pemanfaatan di antaranya sebagai kawasan permukiman, kawasan rekreasi dan wisata, kawasan industri dan pertambangan, tempat mencari nafkah dan pembuatan pelabuhan (Fajar & Amin, 2020). Dari multifungsi yang kompleks tersebut, akan menimbulkan berbagai masalah jika tidak diatur secara baik, salah satunya adalah perubahan garis pantai. Perubahan garis pantai baik maju atau mundur menimbulkan berbagai permasalahan, diantaranya pemanfaatan lahan; bertambah atau berkurangnya luas daratan terancamnya aktivitas manusia dan lain sebagainya (Salim et al., 2021). Mengacu pada apa yang disampaikan di atas bahwa potensi perubahan garis pantai di Indonesia sangatlah tinggi karena Indonesia berada di wilayah kepulauan, hal ini diperkuat dengan data bahwa Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia (Suhendar & Nurdin, 2022). Yang terdiri dari 17.508 pulau dengan garis pantai sepanjang 81.000 km dan luas sekitar 3.1 juta km<sup>2</sup> (0.3 juta km perairan teritorial, dan 2.8 juta km<sup>2</sup> perairan nusantara) atau 62% dari luas teritorialnya (Bengen, 2001; Tanjung & Pramudito, 2020). Keberagaman fungsi pesisir yang tinggi menjadi tantangan dalam pengelolaan sumber daya alam dan konservasi kawasan pantai di Indonesia (Prasetyo & Hamzah, 2019). Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan kawasan pesisir yang terpadu dan berkelanjutan untuk menjaga keseimbangan antara pembangunan dan pelestarian lingkungan (Kurniawan et al., 2020).

Pulau Sulawesi mempunyai garis pantai yang sangat Panjang dibanding dengan luasnya, dan menurut Perbandingan mempunyai garis pantai yang sangat Panjang (Gunawan, 2022). Hal ini menyatakan bahwa Pulau Sulawesi memiliki potensi dalam perubahan garis pantai yang bisa disebabkan oleh faktor manusia dan dan faktor alam.

Pantai Atep Oki merupakan salah satu kawasan pantai yang mengalami kerusakan ekosistem pesisir pantai seperti pembabatan liar hutan mangrove, reklamasi pantai dan laju abrasi pantai yang sangat tinggi sehingga mengakibatkan menurunnya mutu lingkungan hidup masyarakat seperti kurangnya pendapatan hasil laut sehingga sangat berpengaruh pada pendapatan ekonomi masyarakat khususnya yang berada di wilayah pesisir pantai Atep Oki. Dampak dari kerusakan lingkungan di pesisir pantai adalah terjadinya perubahan garis pantai oleh abrasi yang terjadi secara dinamis. Pantai ini secara administratif terletak di Kecamatan Lembean Timur Kabupaten Minahasa dengan letak astronomis  $1^{\circ} 15' 52.29''$  LU  $-125^{\circ} 03' 32.48''$  BT sampai dengan  $1^{\circ} 01' 02.75''$  LU  $-124^{\circ} 54' 39.08''$  BT “ memiliki panjang Garis Pantai 35.2 km dan termasuk dalam 4 kecamatan yaitu kecamatan Kombi, Lembean Timur, Kakas Barat dan langowan Selatan.

Berdasarkan analisis citra Lansat 8 Oli dapat dilihat bahwa terjadi perubahan bentang alam pantai berupa berkurangnya wilayah daratan antara lain karena adanya aktifitas alam, berupa pasang surut, kondisi arus dan bantimetri atau kedalaman laut. Salah satu teknologi yang dapat mendukung analisis spasial adalah dengan menggunakan teknik penginderaan jauh dengan Citra Satelit Lansat 8 Oli. Dari citra tersebut kemudian di analisis untuk melihat perubahan Garis pantai.

Penelitian terdahulu memberikan wawasan penting terkait analisis perubahan garis pantai di Indonesia, namun masih terdapat celah penelitian yang perlu diisi. Penelitian Khomarudin et al. (2019) menganalisis dinamika garis pantai di wilayah pesisir Pekalongan, Jawa Tengah, dengan memanfaatkan citra Landsat dan analisis indeks NDWI yang dipadukan dengan Digital Shoreline Analysis System (DSAS). Studi tersebut berhasil mengidentifikasi tren abrasi pantai dari tahun 1978 hingga 2017, tetapi tidak secara mendalam membahas faktor penyebab maupun dampak sosial-ekonomi dari perubahan garis pantai (Khomarudin et al., 2019). Sementara itu, penelitian Hastuti et al. (2023) di pesisir Amurang, Sulawesi Utara, menggunakan citra resolusi tinggi PlanetScope untuk mendeteksi laju abrasi 1,05 ha/tahun yang disebabkan reklamasi dan kurangnya perencanaan lingkungan. Namun, studi ini berfokus pada penginderaan jauh tanpa mengintegrasikan analisis berbasis GIS atau kaitannya dengan dampak ekosistem dan masyarakat setempat (Hastuti et al., 2023).

Kebaruan penelitian ini adalah memadukan analisis multi-temporal citra Landsat (2015–2020) dengan perangkat ArcGIS 10.6 untuk menghitung pergeseran garis pantai di Desa Atep Oki, serta menilai faktor penyebab baik dari aktivitas manusia (seperti penebangan mangrove dan reklamasi) maupun

faktor alam ( arus, pasang surut). Pendekatan ini tidak hanya memberikan hasil kuantitatif berupa jarak perubahan garis pantai, tetapi juga mengaitkannya dengan dampak lingkungan dan sosial-ekonomi, sehingga menghasilkan analisis yang lebih komprehensif untuk pengelolaan wilayah pesisir.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor penyebab perubahan garis pantai di Desa Atep Oki, mengukur pergeseran garis pantai pada periode 2015–2020 menggunakan teknologi penginderaan jauh berbasis GIS, serta memberikan rekomendasi strategis bagi pengelolaan wilayah pesisir. Secara teoritis, penelitian ini memperkaya literatur terkait morfologi pantai dan penerapan teknologi geospasial di kawasan pesisir Indonesia. Secara praktis, penelitian ini memberikan masukan bagi pemerintah daerah dalam perencanaan mitigasi abrasi, pengembangan wisata bahari, serta pengelolaan perikanan berkelanjutan di Desa Atep Oki dan sekitarnya.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan menggunakan teknik pengukuran dan pemetaan untuk menganalisis perubahan garis pantai di Desa Atep Oki, Kecamatan Lembean Timur, Kabupaten Minahasa. Variabel dalam penelitian ini meliputi faktor-faktor penyebab perubahan garis pantai serta jarak perubahan garis pantai (meter/tahun) yang terjadi di lokasi penelitian. Menurut Alfandi dalam Setiyowati Sri (2016), variabel penelitian adalah sifat atau jumlah yang memiliki nilai kategoris atau dapat dinyatakan dengan angka. Dengan demikian, penelitian ini memfokuskan pada dua variabel utama: (1) faktor penyebab perubahan garis pantai dan (2) jarak perubahan garis pantai yang diukur setiap tahunnya.

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh langsung dari responden atau objek penelitian melalui survei lapangan dengan teknik observasi. Observasi dipilih karena memiliki karakteristik khusus dalam pengumpulan data, sebagaimana dijelaskan oleh Sugiono (2015). Peralatan yang digunakan untuk mengumpulkan data primer meliputi peta lokasi penelitian, Global Positioning System (GPS), kamera digital, dan alat tulis. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari pihak lain seperti instansi terkait, buku teks, literatur, laporan statistik, dan peta hasil penelitian sebelumnya yang relevan. Data sekunder yang digunakan antara lain data administratif Pantai Atep Oki, data pasang surut, data arus laut, serta data batimetri.

Teknik analisis data menggunakan *digital shoreline analysis System* (DSAS) yaitu untuk menganalisa perubahan garis pantai dengan *net shoreline movement* (NSM) dan *End Point Rate* (EPR) metode NSM digunakan untuk mengukur jarak perubahan posisi garis pantai antara garis terlama dan garis terbaru. Dan metode EPR digunakan untuk menghitung laju perubahan garis pantai setiap tahunnya,

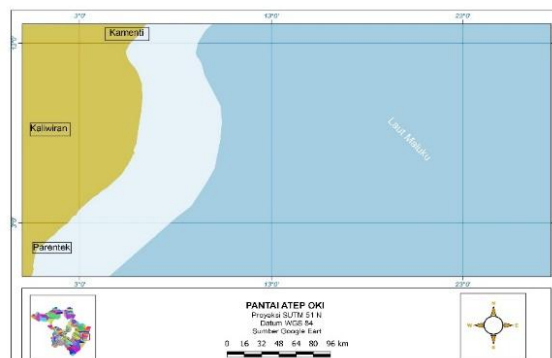
yaitu dengan melakukan Image Analysis dengan menggunakan perangkat lunak (Arcgis 10.6) dan USGS. Pada analisis ini prinsipnya berupa basis data primer maupun data sekunder dengan data citra Lansat 8 Oli tahun (2015 dan 2020).

Adapun Pengolahan citra penginderaan jauh dengan langkah-langkah: (a). Pemotongan citra (b). Koreksi citra (c). Poliline garis pantai (d). Analisis Digital Shoreline Analysis Sistem (DSAS) (e). Overlay (f). Peta Perubahan Garis pantai. Kegiatan penelitian ini dilakukan dengan pengumpulan data lapangan berupa titik kordinat garis pantai, Bathimetry dan pengamatan pasang surut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Deskripsi Lokasi Penelitian

Pantai Atep Oki merupakan salah satu pantai yang terletak di kecamatan lembean timur Kabupaten Minahasa, Secara adminstratif pantai ini terletak di Pesisir Timur Kabupaten Minahasa dengan letak astronomis  $1^{\circ} 15' 52.29''$  LU  $-125^{\circ} 03' 32.48''$ BT sampai dengan  $1^{\circ} 01' 02.75''$  LU  $-124^{\circ} 54' 39.08$  BT “ memiliki panjang Garis Pantai 35.2 km.



Gambar 1. Posisi Geografisnya Desa Atep Oki

Berdasarkan Dengan Posisi Geografisnya Desa Atep Oki berbatasan dengan:

- Sebelah Utara berbatasan dengan Desa Kamanti
- Sebelah Timur berbatasan dengan Laut Maluku
- Sebelah Selatan berbatasan dengan Desa Parentek
- Sebelah Barat berbatasan dengan Desa Kalawiran

### Ekosistem

Terdapat 3 ekosistem utama pembentuk utama pembentuk sistem ekologis Pantai Atep Oki yaitu: hutan mangrove, padang lamun dan terumbu karang. Secara ekologis ketiga ekosistem utama tersebut merupakan penyangga alami bagi daratan pulau terutama dalam perlindungan.

### Iklim

# Studi Perubahan Garis Pantai dengan Menggunakan Penginderaan Jauh Berbasis Gis/Geographic Information System di Desa Atep Oki Kecamatan Lembean Timur Kabupaten Minahasa

Iklm merupakan rata – rata keadaan cuaca dalam waktu yang cukup lama dan meliputi wilayah yang luas. Keadaan iklim desa Atep Oki sangat dipengaruhi oleh curah hujan dan musim kemarau yang tidak lagi mengikuti musim yang ada mempengaruhi keadaan iklim desa Atep Oki. Suhu udara di desa Atep Oki adalah rata – rata 13 – 25 ° C

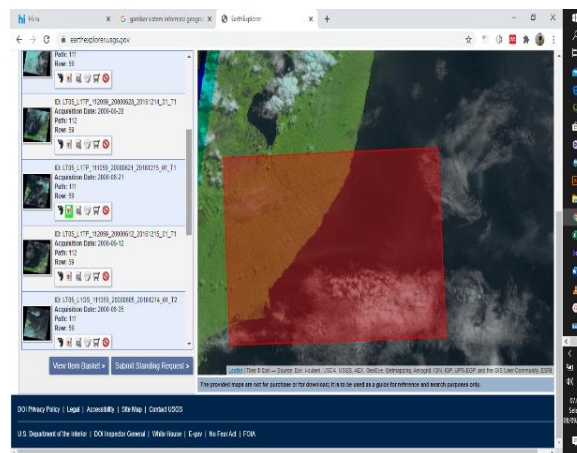
## Keadaan Topogafi Desa Atep Oki

Desa Atep oki merupakan daerah pesisir yang terletak pada ketinggian 10 - 250 meter di atas permukaan laut, dengan relief tanah dataran rendah dan berbukit (Sumber : *SRTM Digital Elevation*).

## Hasil Penelitian

### *Proses pengambilan citra*

Proses pengambilan citra Lansat 8 Oli dapat dilakukan dengan cara registrasi akun di halaman *USGS*, Adapun cara pengambilan citra dapat dilakukan dengan menentukan lokasi pengambilan citra seperti yang ditunjukkan pada gambar 2

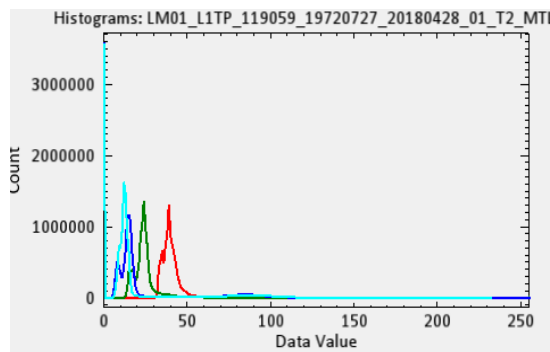


Gambar 2. Lansat 8 Oli

### *Koreksi radiometrik*

Koreksi radiometrik bertujuan untuk memperbaiki nilai piksel agar sesuai dengan yang seharusnya yang biasanya memepertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan utama. Seberti yang ditunjukkan pada gambar 3.

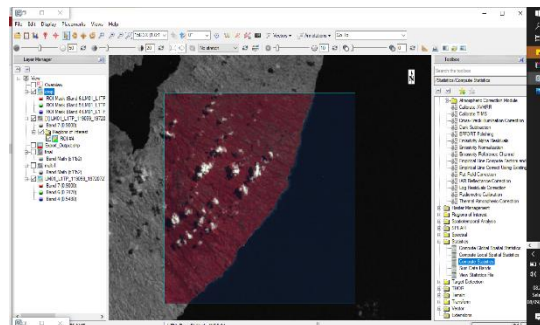
# Studi Perubahan Garis Pantai dengan Menggunakan Penginderaan Jauh Berbasis Gis/Geographic Information System di Desa Atep Oki Kecamatan Lembean Timur Kabupaten Minahasa



Gambar 3. Koreksi radiometrik Pantai Atep Oki

## Tahapan cropping

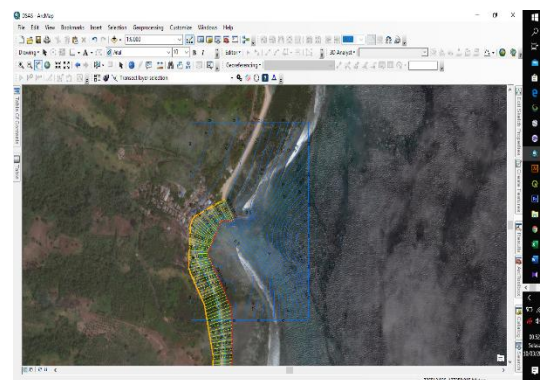
Tahap cropping bertujuan untuk membatasi wilayah analisis agar saat analisis lebih terfokus pada daerah tersebut yang akan ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. cropping Pantai Atep Oki

## Analisis DSAS

Analisis DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*) digunakan untuk menganalisis perubahan garis seperti yang terjadi di pantai Atep Oki Kecamatan Lembean Timur Kabupaten Minahasa.



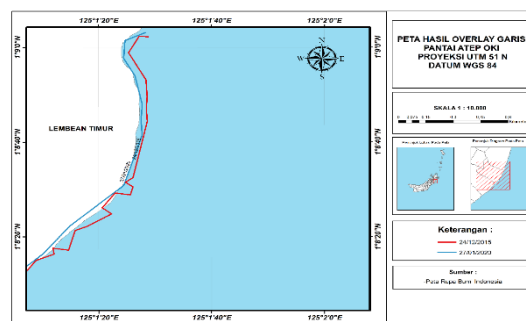
Gambar 5. Analisis DSAS Pantai Atep Oki

## Identifikasi wilayah abrasi

Identifikasi lokasi abrasi dan akresi pantai dilakukan dengan teknik penginderaan jauh, Teknik penginderaan jauh adalah teknik atau seni yang berlandaskan pada penggunaan gelombang elektro magnetik. Teknologi tersebut menghasilkan citra yang diperoleh dengan cara membangun suatu relasi antara flux yang diterima oleh sensor yang dibawa oleh satelit dengan sifat-sifat fisik obyek yang diamati/obyek di permukaan Bumi. (Arief, Winarso, and Prayogo 2011, 72)

### Perubahan Garis Pantai

Perubahan garis pantai abrasi terjadi akibat adanya arus laut dan ombak laut yang terus menerus menghantam bibir pantai. Akresi pantai disebabkan oleh penumpukan sedimen yang berasal dari daratan yang terendapkan di pantai terutama di muara sungai. (Faradila, Setiawan, and Miswar 2017) Berdasarkan hasil overlay citra Lansat 8 Oli (2015 – 2020) Pantai Atep Oki mengalami perubahan garis pantai yang disebabkan oleh abrasi Berikut hasil overlay citra Lansat 8 Oli tahun (2015 – 2020).



Gambar 6. Peta Hasil Overlay Pantai Atep Oki

Pada Pantai Atep Oki abrasi pantai ini terjadi di bagian Selatan, dikarenakan bagian tersebut berhadapan langsung dengan laut tanpa penghalang lainnya.

### Hasil Analisis DSAS

#### a. Garis Transek

Hasil dari pengolahan analisis garis pantai dengan menggunakan DSAS yaitu sebaran garis transek dengan interval 10 meter di pesisir Timur Kabupaten Minahasa dan analisis perhitungan perubahannya yang disajikan dengan tabel.

#### b. Perubahan garis pantai Atep Oki

Berikut adalah hasil Analisa perubahan garis pantai dengan menggunakan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) Yang akan ditunjukkan pada gambar 7 dan gambar 8.

Studi Perubahan Garis Pantai dengan Menggunakan Penginderaan Jauh Berbasis  
Gis/Geographic Information System di Desa Atep Oki Kecamatan Lembean Timur  
Kabupaten Minahasa

Studi Perubahan Garis Pantai dengan Menggunakan Penginderaan Jauh Berbasis  
Gis/Geographic Information System di Desa Atep Oki Kecamatan Lembean Timur  
Kabupaten Minahasa

Lokasi Penelitian	TCD	SCE	NSM	EPR	KETERANGAN
Atep Oki	10	30,9	-30,92	-7,55	Abrasi
Atep Oki	20	27	-26,96	-6,59	Abrasi
Atep Oki	30	23,1	-23,12	-5,65	Abrasi
Atep Oki	40	19,3	-19,29	-4,71	Abrasi
Atep Oki	50	15,2	-15,16	-3,7	Abrasi
Atep Oki	60	10,7	-10,65	-2,6	Abrasi
Atep Oki	70	9,59	-9,59	-2,34	Abrasi
Atep Oki	80	14,6	-14,6	-3,57	Abrasi
Atep Oki	90	19,6	-19,58	-4,78	Abrasi
Atep Oki	100	24,6	-24,55	-6	Abrasi
Atep Oki	110	29,5	-29,52	-7,21	Abrasi
Atep Oki	120	34,5	-34,51	-8,43	Abrasi
Atep Oki	130	39,5	-39,52	-9,65	Abrasi
Atep Oki	140	44,8	-44,76	-10,93	Abrasi
Atep Oki	150	50,5	-50,49	-12,33	Abrasi
Atep Oki	160	54,7	-54,71	-13,36	Abrasi
Atep Oki	170	50,9	-50,88	-12,43	Abrasi
Atep Oki	180	47,6	-47,59	-11,63	Abrasi
Atep Oki	190	44,8	-44,78	-10,94	Abrasi
Atep Oki	200	42,1	-42,11	-10,29	Abrasi
Atep Oki	210	39,5	-39,51	-9,65	Abrasi
Atep Oki	220	36,9	-36,94	-9,02	Abrasi
Atep Oki	230	34,4	-34,37	-8,4	Abrasi
Atep Oki	240	31,8	-31,79	-7,77	Abrasi
Atep Oki	250	29,2	-29,15	-7,12	Abrasi
Atep Oki	260	26,4	-26,42	-6,45	Abrasi
Atep Oki	270	24,8	-24,84	-6,07	Abrasi
Atep Oki	280	28,6	-28,58	-6,98	Abrasi
Atep Oki	290	32,3	-32,32	-7,89	Abrasi
Atep Oki	300	36,2	-36,17	-8,83	Abrasi
Atep Oki	310	40,6	-40,58	-9,91	Abrasi
Atep Oki	320	42,6	-42,55	-10,39	Abrasi
Atep Oki	330	42,3	-42,34	-10,34	Abrasi
Atep Oki	340	42,2	-42,22	-10,31	Abrasi
Atep Oki	350	42,1	-42,12	-10,29	Abrasi
Atep Oki	360	42	-42,01	-10,26	Abrasi
Atep Oki	370	41,9	-41,92	-10,24	Abrasi
Atep Oki	380	41,8	-41,83	-10,22	Abrasi
Atep Oki	390	41,7	-41,74	-10,2	Abrasi
Atep Oki	400	41,7	-41,65	-10,17	Abrasi
Atep Oki	410	41,6	-41,57	-10,16	Abrasi
Atep Oki	420	41,5	-41,5	-10,14	Abrasi
Atep Oki	430	41,4	-41,42	-10,12	Abrasi
Atep Oki	440	41,4	-41,36	-10,1	Abrasi
Atep Oki	450	41,3	-41,29	-10,09	Abrasi
Atep Oki	460	44	-43,97	-10,74	Abrasi
Atep Oki	470	46,8	-46,83	-11,44	Abrasi
Atep Oki	480	49,9	-49,93	-12,2	Abrasi
Atep Oki	490	53,3	-53,26	-13,01	Abrasi
Atep Oki	500	52,3	-52,29	-12,77	Abrasi
Atep Oki	510	50,4	-50,4	-12,31	Abrasi
Atep Oki	520	48,5	-48,54	-11,86	Abrasi
Atep Oki	530	46,7	-46,7	-11,41	Abrasi
Atep Oki	540	44,9	-44,9	-10,97	Abrasi
Atep Oki	550	43,1	-43,12	-10,53	Abrasi
Atep Oki	560	41,4	-41,37	-10,1	Abrasi
Atep Oki	570	39,6	-39,63	-9,68	Abrasi
Atep Oki	580	38	-37,95	-9,27	Abrasi
Atep Oki	590	35,4	-35,44	-8,66	Abrasi
Atep Oki	600	32,4	-32,44	-7,92	Abrasi
Atep Oki	610	29,6	-29,61	-7,23	Abrasi
Atep Oki	620	26,8	-26,82	-6,55	Abrasi
Atep Oki	630	24,9	-24,89	-6,08	Abrasi
Atep Oki	640	24,9	-24,87	-6,07	Abrasi
Atep Oki	650	24,9	-24,85	-6,07	Abrasi
Atep Oki	660	25,6	-25,56	-6,24	Abrasi
Atep Oki	670	26,8	-26,79	-6,54	Abrasi

Gambar 7. Perubahan garis pantai Atep Oki

Studi Perubahan Garis Pantai dengan Menggunakan Penginderaan Jauh Berbasis  
Gis/Geographic Information System di Desa Atep Oki Kecamatan Lembean Timur  
Kabupaten Minahasa

Lokasi Penelitian	TCD	SCE	NSM	EPR	KETERANGAN
Atep Oki	680	28,08	-28,08	-6,86	Abrasi
Atep Oki	690	29,38	-29,38	-7,18	Abrasi
Atep Oki	700	30,68	-30,68	-7,49	Abrasi
Atep Oki	710	32	-32	-7,82	Abrasi
Atep Oki	720	33,33	-33,33	-8,14	Abrasi
Atep Oki	730	33,49	-33,49	-8,18	Abrasi
Atep Oki	740	30,46	-30,46	-7,44	Abrasi
Atep Oki	750	27,45	-27,45	-6,7	Abrasi
Atep Oki	760	24,46	-24,46	-5,97	Abrasi
Atep Oki	770	21,49	-21,49	-5,25	Abrasi
Atep Oki	780	18,6	-18,6	-4,54	Abrasi
Atep Oki	790	15,79	-15,79	-3,86	Abrasi
Atep Oki	800	12,99	-12,99	-3,17	Abrasi
Atep Oki	810	10,2	-10,2	-2,49	Abrasi
Atep Oki	820	8,88	-8,88	-2,17	Abrasi
Atep Oki	830	9,8	-9,8	-2,39	Abrasi
Atep Oki	840	10,72	-10,72	-2,62	Abrasi
Atep Oki	850	11,65	-11,65	-2,84	Abrasi
Atep Oki	860	12,57	-12,57	-3,07	Abrasi
Atep Oki	870	13,49	-13,49	-3,3	Abrasi
Atep Oki	880	14,43	-14,43	-3,52	Abrasi
Atep Oki	890	15,37	-15,37	-3,75	Abrasi
Atep Oki	900	16,31	-16,31	-3,98	Abrasi
Atep Oki	910	17,26	-17,26	-4,22	Abrasi
Atep Oki	920	18,2	-18,2	-4,45	Abrasi
Atep Oki	930	19,16	-19,16	-4,68	Abrasi
Atep Oki	940	20,11	-20,11	-4,91	Abrasi
Atep Oki	950	21,07	-21,07	-5,15	Abrasi
Atep Oki	960	22,03	-22,03	-5,38	Abrasi
Atep Oki	970	22,98	-22,98	-5,61	Abrasi
Atep Oki	980	23,87	-23,87	-5,83	Abrasi
Atep Oki	990	24,83	-24,83	-6,07	Abrasi
Atep Oki	1000	25,85	-25,85	-6,31	Abrasi
Atep Oki	1010	26,88	-26,88	-6,57	Abrasi
Atep Oki	1020	27,93	-27,93	-6,82	Abrasi
Atep Oki	1030	28,99	-28,99	-7,08	Abrasi
Atep Oki	1040	30,07	-30,07	-7,35	Abrasi
Atep Oki	1050	31,17	-31,17	-7,61	Abrasi
Atep Oki	1060	32,29	-32,29	-7,89	Abrasi
Atep Oki	1070	33,43	-33,43	-8,17	Abrasi
Atep Oki	1080	27,82	-27,82	-6,8	Abrasi
Atep Oki	1090	20,17	-20,17	-4,93	Abrasi
Atep Oki	1100	12,66	-12,66	-3,09	Abrasi
Atep Oki	1110	5,28	-5,28	-1,29	Abrasi
Atep Oki	1120	52,62	-52,62	-12,85	Abrasi
Atep Oki	1130	53,23	-53,23	-13	Abrasi
Atep Oki	1140	57,15	-57,15	-13,96	Abrasi
Atep Oki	1150	63,76	-63,76	-15,58	Abrasi
Atep Oki	1160	70,47	-70,47	-17,22	Abrasi
Atep Oki	1170	54,67	-54,67	-13,35	Abrasi
Atep Oki	1180	35,55	-35,55	-8,68	Abrasi
Atep Oki	1190	17,68	-17,68	-4,32	Abrasi
Atep Oki	1200	6,02	-6,02	-1,47	Abrasi
Atep Oki	1210	8,24	-8,24	-2,01	Abrasi
Atep Oki	1220	10,47	-10,47	-2,56	Abrasi
Atep Oki	1230	12,71	-12,71	-3,1	Abrasi
Atep Oki	1240	14,96	-14,96	-3,65	Abrasi
Atep Oki	1250	17,22	-17,22	-4,21	Abrasi
Atep Oki	1260	19,49	-19,49	-4,76	Abrasi
Atep Oki	1270	21,79	-21,79	-5,32	Abrasi

Gambar 8. Perubahan garis pantai Atep Oki

Kecamatan Lembean Timur Kabupaten Minahasa pada kolom (TCD) yaitu *Transect Cast Direction*, menunjukkan interval yang digunakan saat melakukan transek pada bagian pesisir pantai. Pada (SCE) *Shorline Change Envelope* menunjukkan total perubahan garis pantai mempertimbangkan semua posisi garis pantai yang tersedia dan melaporkan jaraknya, tanpa mengacu pada tanggal tertentu.

Pada (NSM) *Net Shoreline Movement* adalah mengukur jarak perubahan garis pantai antara garis pantai lama dan garis pantai terbaru. Pada (EPR) *End Point Rate* adalah menghitung laju perubahan garis pantai dengan membagi jarak antar garis pantai terlama dan garis pantai terkini dengan waktunya.

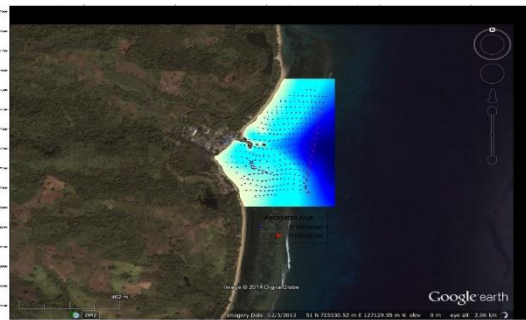
**Tabel 1. Hasil perhitungan garis Pantai (2015 dan 2020)**

Desa	Net Shoreline (Tertinggi)	Net Shoreline (Rendah)	Movement (+)	Movement (-)	End Point (Tertinggi)	End Point (Rendah)	Rate (+)	Rate (-)
Atep Oki	-92.08	-5.28	36.51		-22.49	-1.29	8.92	

Hasil analisis dari *Digital Shoreline Alalysis System* (DSAS) telah mengalami perubahan garis pantai areal tertentu pada kurun waktu (2015 dan 2020) beserta hasil survey lapangan tahun 2020 yang dapat dilihat pada Gambar 4.3. hasil perhitungan DSAS seperti selama 2 tahun menggunakan metode *Net Shoreline Movement* (NSM) dan *End Point Rate* (EPR) dapat dilihat pada Tabel 4.5. Metode NSM digunakan untuk menghitung jarak garis pantai terlama yaitu tahun 2015 dan garis pantai terbaru tahun 2020, dimana jarak yang bernilai positif (+) memiliki arti garis pantai maju (akresi) dan data yang bernilai negatif (-) memiliki arti garis pantai mundur (abrasi). Metode EPR digunakan untuk menghitung laju perubahan garis pantai tiap tahun selama 2 tahun, dimana data yang bernilai positif (+) mengalami akresi dan yang bernilai negatif (-) mengalami abrasi.

### Faktor yang menyebabkan perubahan garis pantai Atep Oki

#### *Arus*

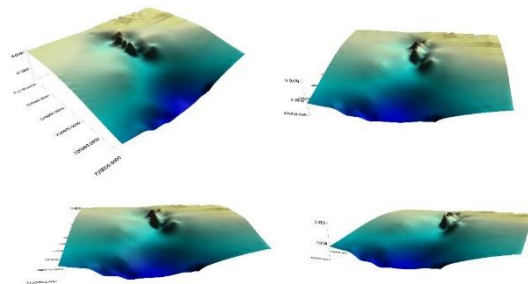


**Gambar 9. Arus**

Arus laut merupakan salah satu faktor utama yang memengaruhi perubahan garis pantai di Atep Oki. Pergerakan arus yang terus-menerus membawa sedimen dari satu titik ke titik lainnya, sehingga menyebabkan

terjadinya abrasi maupun akresi di wilayah tertentu. Arus yang kuat dapat mengikis pantai, terutama pada area yang tidak terlindungi oleh vegetasi pantai seperti mangrove. Selain itu, arus yang dipengaruhi oleh angin dan gelombang dapat mempercepat proses erosi, sehingga garis pantai mengalami kemunduran secara signifikan.

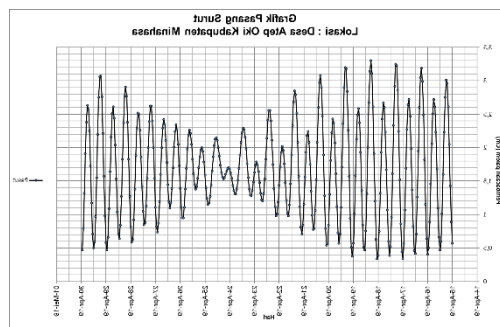
### ***Bathimetri***



**Gambar 10. Bathimetri**

Bathimetri atau kedalaman dasar laut di sekitar pantai Atep Oki juga berperan besar dalam menentukan pola perubahan garis pantai. Perbedaan kedalaman laut menyebabkan variasi kecepatan gelombang saat mendekati pantai. Area dengan dasar laut yang landai cenderung menerima energi gelombang lebih besar karena gelombang pecah lebih dekat ke garis pantai, sehingga mempercepat proses abrasi. Sebaliknya, daerah dengan kedalaman yang cukup dalam dapat mengurangi kekuatan gelombang yang sampai ke pantai, namun tetap berpotensi menimbulkan perubahan melalui proses sedimentasi di beberapa area.

### ***Pasang Surut***



**Gambar 11. Pasang Surut**

Pasang surut memengaruhi pola pergerakan air laut yang berulang setiap hari, sehingga berdampak pada kestabilan garis pantai. Pada saat pasang, gelombang mencapai area yang lebih tinggi di daratan, memperluas area pengikisan pantai. Sementara saat surut, proses pengendapan material yang terbawa arus menjadi lebih terlihat. Siklus pasang surut yang ekstrem,

terutama pada musim tertentu, dapat mempercepat abrasi jika tidak diimbangi dengan perlindungan alami seperti hutan mangrove atau struktur pantai buatan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan penulis mengenai 'Studi Perubahan Garis Pantai Dengan Menggunakan Penginderaan Jauh Berbasis *GIS/Geographic Information System* Di Desa Atep Oki Kecamatan Lembean Timur Kabupaten Minahasa''pantai Atep Oki mengalami perubahan garis pantai yang disebabkan oleh abrasi. Rata-rata abrasi pada pantai Atep Oki sebesar 8,92 meter/tahun dan memiliki jarak perubahan garis pantai 2015 dan 2020 sebesar 36,51 meter. Perubahan garis pantai Atep Oki disebabkan oleh faktor alam. faktor alam berupa pasang surut, batimetri dan arus yang dapat berpengaruh pada kondisi topografi laut pantai Atep Oki.

## REFERENSI

- Anthony, J. W., Muslimin, M., & Gregory, S. H. (1987). *The ecology of Sulawesi*. Jogjakarta.
- Bengen, D. G. (2001). *Coastal zone management in Indonesia: Issues and strategies*. Jakarta: Indonesian Environmental Agency.
- Bengen. (2001). *Ekosistem dan sumber daya pesisir dan laut serta pengelolaan secara terpadu dan berkelanjutan*.
- Fajar, I., & Amin, T. (2020). Coastal multifunctionality and its role in sustainable development. *Journal of Environmental Science and Policy*, 54(5), 25–39. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.01.004>
- Gunawan, M. (2022). *Pengaruh Kerapatan Mangrove Terhadap Laju Sedimentasi Di Muara Sungai Tallo, Makassar, Sulawesi Selatan= Effect of Mangrove Density on Sedimentation Rate at the Tallo River Estuary, Makassar City, South Sulawesi*. Universitas Hasanuddin.
- Hadi, S., Hasan, M., & Rahmawati, D. (2019). Coastal resource management and economic development in Indonesia: Challenges and strategies. *Journal of Coastal Research*, 35(2), 47–59. <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-18-00128.1>
- Haryanto, R., & Setiawan, B. (2021). The impact of coastal development on land use and the environment in Indonesia. *Environmental Science & Policy*, 120, 89–98. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.03.009>
- Hernawan, S., Santosa, B., & Fajriani, I. (2020). The economic potential of Indonesia's coastal areas: Policy implications and challenges. *Indonesian Journal of Economics*, 29(1), 85–97. <https://doi.org/10.1016/j.ijeco.2020.01.006>
- Kurniawan, D., Nurhadi, A., & Sutrisno, B. (2020). Sustainable coastal zone

- management: A case study from Indonesia. *Journal of Coastal Management*, 48(3), 211–224.  
<https://doi.org/10.1080/09640568.2020.1748791>
- Prasetyo, D., & Hamzah, A. (2019). Integrated coastal management in Indonesia: The need for a sustainable approach. *Ocean & Coastal Management*, 179, 104835.  
<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104835>
- Salim, M. A., Putra, D., & Sari, H. (2021). Coastal erosion and its impacts on the Indonesian economy. *Journal of Environmental Economics and Policy*, 22(1), 84–99. <https://doi.org/10.1080/00207233.2021.1880842>
- Saputra, D., Yulianto, A., & Mahendra, R. (2022). Coastal zone vulnerability to human activities: A case study from Indonesia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(4), 220.  
<https://doi.org/10.1007/s10661-022-09443-9>
- Setiawan, A., & Haryanto, S. (2021). Coastal erosion and land subsidence in Indonesia: Challenges and adaptive strategies. *Journal of Coastal Conservation*, 25(2), 161–174. <https://doi.org/10.1007/s11852-021-00777-z>
- Setiyowati, S. (2016). *Studi perubahan garis pantai Pulau Untung Jawa Kepulauan Seribu DKI Jakarta* [Skripsi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta].
- Sugiono, P. D. (2015). *Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suhendar, S., & Nurdin, S. (2022). Managing Indonesia's coastal ecosystems: Challenges and opportunities. *Asian Journal of Environmental Management*, 15(4), 233–241.  
<https://doi.org/10.1016/j.ajem.2022.01.005>
- Suwandi, R., Hadi, S., & Kusnadi, W. (2021). Coastal zone development and its effects on biodiversity and local economy: A case study from Indonesia. *Marine Policy*, 126, 103892.  
<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.103892>
- Tanjung, T., & Pramudito, A. (2020). Coastal zone vulnerability in Indonesia: Climate change and socio-economic impacts. *Environmental Hazards*, 19(1), 47–60. <https://doi.org/10.1016/j.envhaz.2020.01.002>
- Wijaya, R., & Putra, M. (2018). Integrated coastal management in Indonesia: Policy and implementation. *Asian Journal of Environment and Disaster Management*, 10(1), 45–55.  
<https://doi.org/10.1080/15330261.2018.1459392>