

**ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI DI KAWASAN PANTAI KURI
KABUPATEN MAROS SULAWESI SELATAN**

Analysis of coastline changes in the kuri coast area maros regency Sulawesi south

Liliyana¹⁾, Danial²⁾, Asmidar²⁾

1) Mahasiswa Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

2) Dosen Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Korespondensi: yanalili721@gmail.com

Diterima: 01 Januari 2024; Disetujui: 03 Januari 2024; Dipublikasikan: 15 Februari 2024

ABSTRACT

Indonesia is a country with most of its cities directly adjacent to the coast. Since ancient times, many activity centers have been carried out in coastal areas, such as government centers, industry and population activities. As a result, pressure on coastal areas is increasing and causing various problems. One of the problems that occurs in the coastal environment includes the addition and reduction of land areas or changes in coastlines. Maros Regency with the capital city of Turikale is located in the western part of South Sulawesi between 40045'-50007' South Latitude to 1090205'-129012' East Longitude. The aim of this research is to determine changes and causes of changes in the coastline and its extent on the coast of Kuri Beach, Nisombalia Village, Marusu District, Maros Regency, South Sulawesi Province Using a Remote Sensing Approach. Berdasarkan data analisis luas perubahan garis pantai di wilayah pesisir Kuri dalam kurung waktu 5 tahun dengan total luas abrasi 1,36 Ha dengan rata-rata 1,36 pertahunnya sedangkan total akresi yang terjadi dengan luas sebesar 1,48 Ha dengan Rata-rata 0,37 Ha pertahunnya.

Keyword: *coastline, remote sensing, citra sentinel 2*

ABSTRAK

Indonesia adalah negara dengan sebagian besar kota-kotanya langsung berdekatan dengan pantai. Sejak zaman kuno, banyak pusat kegiatan dilakukan di daerah pesisir, seperti pusat pemerintahan, industri, dan kegiatan penduduk. Akibatnya, tekanan pada daerah pantai semakin meningkat dan menyebabkan berbagai masalah. Salah satu masalah yang terjadi di lingkungan pantai termasuk penambahan dan pengurangan luas tanah atau perubahan garis pantai. Kabupaten Maros dengan ibu kotanya Turikale terletak di bagian barat Sulawesi Selatan antara 40045'-50007' Lintang Selatan hingga 1090205'-129012' Bujur Timur. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan perubahan dan penyebab perubahan garis pantai serta sejauh mana dampaknya di pantai Kuri, Desa Nisombalia, Kecamatan Marusu, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan dengan Pendekatan Penginderaan Jauh. Berdasarkan analisis data, luas perubahan garis pantai di wilayah pesisir Kuri selama 5 tahun adalah 1,36 hektar dengan rata-rata 1,36 hektar per tahunnya, sementara total akresi yang terjadi adalah 1,48 hektar dengan rata-rata 0,37 hektar per tahunnya.

Kata kunci: *garis pantai, pengindraan jauh, citra satelit 2*

PENDAHULUAN

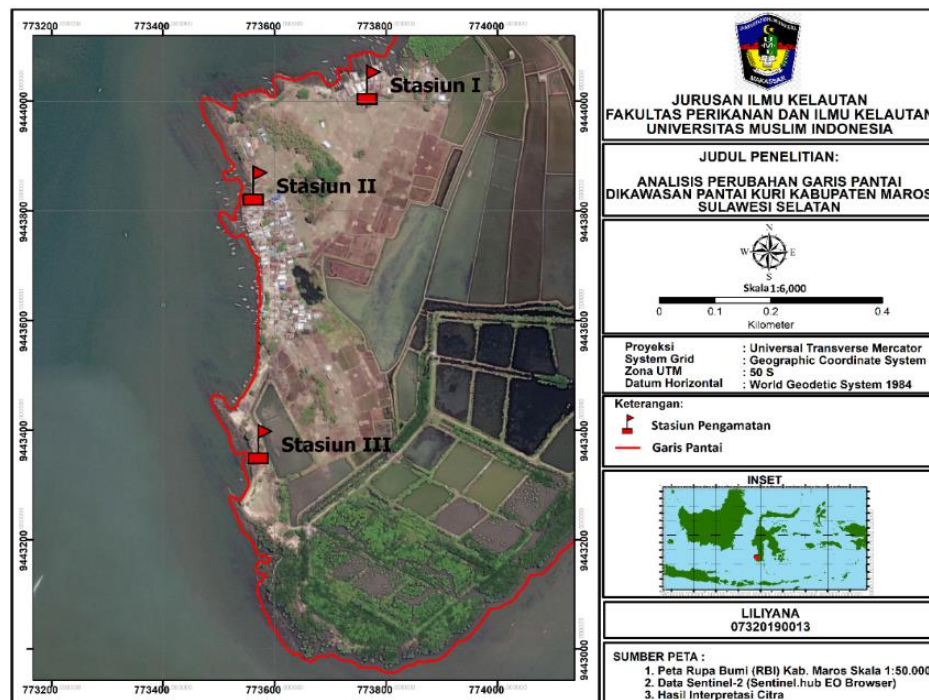
Indonesia merupakan negara dengan sebagian besar kotanya berbatasan langsung dengan pantai. Sejak zaman dahulu pusat kegiatan banyak dilaksanakan di daerah pantai seperti pusat pemerintah, perindustrian, dan aktivitas penduduk. Akibatnya, tekanan terhadap daerah pantai semakin meningkat dan menimbulkan berbagai persoalan. Salah satu persoalan yang terjadi di lingkungan pantai antara lain penambahan dan pengurangan wilayah daerah daratan atau terjadinya perubahan garis pantai. Pantai merupakan jalur sempit daratan pada pertemuan dengan laut, meliputi daerah di antara garis air tinggi dan garis air rendah (CERC, 1984). Pantai adalah sebuah bentuk geografis terdiri dari pasir dan lumpur, yang berada di daerah pesisir laut, daerah pantai menjadi batas antara daratan dan perairan laut. Panjang garis pantai diukur dari seluruh pantai yang merupakan daerah teritorial suatu negara. (Danial *et. al.*, 2021)

Garis pantai didefinisikan sebagai batas antara darat permukaan air, pada proses dinamis ada beberapa faktor yang mempengaruhi perubahan garis pantai, yaitu hidrologi, iklim dan vegetasi. Oleh karena itu perlu dilakukan pembaharuan terhadap peta perubahan garis pantai yang dilakukan secara terus menerus. Perubahan ini diperlukan untuk mengetahui faktor pendorong dan informasi manajemen sumber daya pantai, perlindungan lingkungan pantai dan juga untuk perencanaan pengembangan yang berkelanjutan pada kawasan pantai. (Aryastana *et al.*, 2017).

Salah satu kawasan pesisir yang berada di Provinsi Sulawesi Selatan yang memiliki wilayah pesisir adalah Kabupaten Maros. Kabupaten Maros memiliki empat kecamatan pesisir meliputi Kecamatan Bontoa, Lau, Maros Baru, dan Marusu. Secara geografis Kabupaten Maros memiliki panjang pantai 36 km dan terletak pada koordinat antara 119°20'59"-119°58'12" Bujur Timur dan 4°43'12"-5°11'24" Lintang Selatan (Mustafa *et al.*, 2011). Adapun tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui perubahan garis pantai yang terjadi di kawasan Pesisir Pantai Kuri Desa Nisombalia Kecamatan Marusu Kabupaten Maros dan untuk mengetahui penyebab perubahan garis pantai yang terjadi di wilayah Pesisir Pantai Kuri Desa Nisombalia Kecamatan Marusu Kabupaten Maros.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan selama 2 bulan yaitu dari bulan Juli sampai Agustus 2023. Tempat yang menjadi lokasi penelitian berlokasi di Pantai Kuri Desa Nisombalia Kecamatan Marusu, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan. Lokasi Penelitian selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di Pantai Kuri

Penelitian ini dilakukan beberapa tahap yaitu pengumpulan data dan informasi serta menganalisis data. Pengolahan data citra awal terdiri dari penyediaan citra, pemulihan citra, pemotongan citra, dan penajaman citra. Survey lapangan dan pengumpulan data pendukung, serta pengolahan citra lanjutan yang meliputi pengklasifikasian, pengolahan data pendukung, overlay citra dan penginterpretasian hasil penelitian.

METODE PENGAMBILAN DATA

Penelitian dilakukan berdasarkan analisis penginderaan jauh dengan metode membandingkan citra multi temporal berupa citra sentinel-2 tahun 2019 sampai dengan tahun 2023 yang diperoleh dari situs *EO Browser* dan kemudian dilakukan koreksi untuk menganalisis perubahan garis pantai yang terjadi. Koreksi geometrik (*rektifikasi*), dilakukan untuk melakukan transformasi data dari satu sistem grid menggunakan suatu transformasi

geometrik. Oleh karena posisi piksel pada citra output tidak sama dengan posisi piksel input (aslinya) maka piksel-piksel yang digunakan untuk mengisi citra yang baru harus di-resampling kembali. Klasifikasi yang akan digunakan adalah klasifikasi terbimbing. Survey lapangan dilapangan dilakukan dengan penentuan titik GCP (*Ground Control Point*) di beberapa titik sebagai koreksi citra yang diambil dengan menggunakan GPS (*Global positioning System*).

ANALISIS DATA

Analisis Perubahan Garis Pantai

1. *Overlay* / Tumpang Susun

Proses ini digunakan untuk mengetahui hasil digitasi perubahan garis pantai. Dengan proses tumpang susun antara tahun 2019 dan 2023, maka akan diketahui proses abrasi dan akresi yang terjadi pada selang waktu yang digunakan. Proses ini dilakukan dengan mengoverlaykan garis pantai yang didapatkan dengan cara digitasi di tiap tahun yang diteliti.

2. *Ground* / Pengecekan Lapangan

Kegiatan survey lapangan bertujuan untuk pengecekan perubahan garis pantai. Pengecekan dilakukan dengan bantuan Global Position System (GPS). Titik pengamatan ditentukan dengan metode purposive sampling. Setiap titik didatangi kemudian dilakukan dengan metode purposive sampling. Setiap titik didatangi kemudian dilakukan pendataan, pengamatan serta pencatatan informasi penting. Data yang diambil adalah data rekam koordinat titik pengamatan lapangan dari GPS, kondisi tutupan lahan serta kondisi sekitar titik lapangan yang dilengkapi gambar.

3. Penentuan Abrasi dan Akresi

Penentuan abrasi dan akresi dilakukan dengan melihat dari perubahan garis pantai dari setiap tahun yang diteliti. Apabila terdapat perubahan garis pantai yang menjorok ke arah lautan maka telah terjadi akresi di daerah tersebut. Begitu pula sebaliknya, bila terdapat perubahan garis pantai yang menjorok ke arah daratan, maka di daerah tersebut telah terjadi abrasi.

4. Perhitungan Laju Abrasi dan Akresi

Perhitungan laju abrasi dan akresi dilakukan dengan pengambilan sampel di setiap titik stasiun yang terjadi perubahan abrasi dan akresi sepanjang garis pantai kawasan pesisir

Desa Nisombalia Kecamatan Marussu. Dihitung panjang abrasi dan akresi, lalu dirata-ratakan, sehingga didapatkan laju perubahan garis pantai. Laju perubahan garis pantai dihitung dalam satuan meter pertahun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemetaan perubahan garis pantai dan luas wilayah pesisir Desa Nisombalia dilakukan menggunakan citra penginderaan jauh. Berdasarkan hasil pengamatan garis pantai tahun 2019-2023 di tumpang susun dengan hasil analisis digitasi garis pantai dari Citra Sentinel-2 ditemukan ada beberapa lokasi yang terjadi abrasi dan akresi. Hasil interpretasi menunjukkan terjadi perubahan garis pantai dan luas wilayah yang semakin bertambah dan berkurang di beberapa wilayah yang berada di pesisir Desa Nisombalia pada tahun 2019 sampai dengan 2023.

Tabel 1. Perubahan Garis Pantai Tahun 2019-2023

Panjang Garis Pantai		
Tahun	Panjang (km)	Selisih Panjang (km)
2019-2020	1,54 – 1,63	+0,09
2020-2021	1,63 – 1,71	+0,08
2021-2022	1,71 – 1,62	-0,09
2022-2023	1,62 – 1,67	+0,05
2019-2023	1,54 – 1,67	+0,13

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Panjang perubahan garis pantai di wilayah pesisir Pantai Kuri dalam kurung waktu 5 tahun terjadi perubahan Panjang garis pantai 1,54 km menjadi 1,67 km. Berikut hasil perubahan garis pantai dari tahun 2019 sampai dengan 2023 dan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Luas Garis Pantai dan Panjang Garis Pantai Tahun 2019-2020

Luas Garis Pantai		
Stasiun	Abrasi (Ha)	Akresi (Ha)
Stasiun 1	0,534	0,095
Stasiun 2	0,518	0,016
Stasiun 3	0,335	-
Total	1,387	0,111
Panjang Garis Pantai		
Tahun	Panjang (Km)	
2019	1,54	
2020	1,63	
Selisih	-0,09	

Hasil Pengolahan data menggunakan *ArcGIS* perubahan garis pantai dari 1,54 Km menjadi 1,63 Km, hal ini di pengaruhi oleh abrasi dan akresi dimana total abrasi pada seluruh stasiun sebesar 1,387 Ha sedangkan akresi sebesar 0,111 Ha. Penyebab terjadinya akresi atau perubahan garis pantai yang menjorok kearah lautan disebabkan oleh adanya penumpukan sampah dan perluasan lahan. Adapun penyebab terjadinya abrasi atau perubahan garis pantai yang menjorok kearah daratan disebabkan oleh factor alam berupa gelombang, arus dan pasang surut. Perubahan garis pantai Tahun 2020 dan 2021 dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Perubahan garis pantai Tahun 2020 dan 2021

Luas Garis Pantai		
Stasiun	Abrasi (Ha)	Akresi (Ha)
Stasiun 1	0,010	0,794
Stasiun 2	0,169	0,483
Stasiun 3	0,213	0,292
Total	0,392	1,569
Panjang Garis Pantai		
Tahun	Panjang (Km)	
2020	1,63	
2021	1,71	
Selisih	-0,08	

Hasil pengolahan data menggunakan *ArcGIS* terdapat perubahan panjang garis pantai dari 1,63 Km menjadi 1,71 Km hal ini di pengaruhi oleh abrasi dan akresi dimana total abrasi pada seluruh stasiun sebesar 0,392 Ha sedangkan akresi sebesar 1,569 Ha. Penyebab

terjadinya akresi atau perubahan garis pantai yang menjorok ke arah lautan disebabkan oleh adanya penumpukan sampah perluasan lahan. Adapun penyebab terjadinya abrasi atau perubahan garis pantai yang menjorok ke arah daratan disebabkan oleh faktor alam berupa gelombang, arus dan pasang surut. Perubahan garis pantai tahun 2021-2022 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perubahan garis pantai tahun 2021-2022

Luas Garis Pantai		
Stasiun	Abrasi (Ha)	Akresi (Ha)
Stasiun 1	0,600	-
Stasiun 2	0,854	-
Stasiun 3	0,489	-
Total	1,943	-
Panjang Garis Pantai		
Tahun	Panjang (Km)	
2021	1,71	
2022	1,62	
Selisih	0,09	

Hasil pengolahan data menggunakan *ArcGIS* terdapat perubahan panjang garis pantai dari 1,71 Km menjadi 1,62 Km hal ini di pengaruhi oleh abrasi dan akresi dimana total abrasi pada seluruh stasiun sebesar 1,943 Ha dan tidak mengalami akresi. Penyebab terjadinya akresi atau perubahan garis pantai yang menjorok ke arah lautan disebabkan oleh adanya penumpukan sampah dan perluasan lahan. Adapun penyebab terjadinya abrasi atau perubahan garis pantai yang menjorok ke arah daratan disebabkan oleh factor alam.

Tabel 5. Perubahan Garis Pantai Tahun 2022-2023

Luas Garis Pantai		
Stasiun	Abrasi (Ha)	Akresi (Ha)
Stasiun 1	0,002	0,284
Stasiun 2	0,013	0,164
Stasiun 3	0,005	0,123
Total	0,020	0,571
Panjang Garis Pantai		
Tahun	Panjang (Km)	
2022	1,62	
2023	1,67	
Selisih	+ 0,05	

Hasil pengolahan data menggunakan *ArcGIS* terdapat perubahan panjang garis pantai dari 1,62 Km menjadi 1,67 Km hal ini di pengaruhi oleh abrasi dan akresi dimana total abrasi pada seluruh stasiun sebesar 0,020 Ha sedangkan akresi sebesar 0,571 Ha. Penyebab terjadinya akresi atau perubahan garis pantai yang menjorok ke arah lautan disebabkan oleh adanya reklamasi dan penumpukan sampah dan perluasan lahan. Adapun penyebab terjadinya abrasi atau perubahan garis pantai yang menjorok ke arah daratan disebabkan oleh faktor alam berupa gelombang, arus dan pasang surut. Perubahan garis pantai tahun 2019 dan 2023.

Tabel 6. Perubahan garis pantai tahun 2021-2023

Luas Garis Pantai		
Stasiun	Abrasi (Ha)	Akresi (Ha)
Stasiun 1	0,189	0,121
Stasiun 2	0,890	-
Stasiun 3	0,644	0,016
Total	1,723	0,137
Panjang Garis Pantai		
Tahun	Panjang (Km)	
2019	1,54	
2023	1,67	
Selisih	-0,13	

Hasil pengolahan data menggunakan *ArcGIS* terdapat perubahan panjang garis pantai dari 1,54 Km menjadi 1,67 Km hal ini di pengaruhi oleh abrasi dan akresi dimana total abrasi pada seluruh stasiun sebesar 1,723 Ha sedangkan akresi sebesar 0,137 Ha. Penyebab terjadinya akresi atau perubahan garis pantai yang menjorok ke arah lautan disebabkan oleh adanya penumpukan sampah serta perluasan lahan. Adapun penyebab terjadinya abrasi atau perubahan garis pantai yang menjorok ke arah daratan disebabkan oleh faktor alam berupa gelombang, arus dan pasang surut.

Berdasarkan penelitian yang ditunjukkan di atas luas perubahan garis pantai di wilayah pesisir Pantai Kuri Desa Nisombalia dalam kurung waktu 5 tahun dengan total luas abrasi 1,723 Ha dengan Rata-rata 0,936 Ha pertahunnya, sedangkan total akresi yang terjadi

dengan luas sebesar 0,137 Ha dengan Rata-rata 0,563 Ha pertahunnya. Hal ini juga mempengaruhi perubahan Panjang garis pantai dengan total 0,31 Km dengan rata-rata 0,08 Km pertahunnya. Perubahan abrasi yang paling signifikan terjadi pada tahun 2021-2022 dengan perubahan luas garis pantai 1,943 Ha sedangkan perubahan akresi yang paling signifikan terjadi pada 2020-2021 dengan total 1,569 Ha yang disebabkan oleh aktivitas manusia maupun fenomena alam dan disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Perubahan garis pantai tahun 2019-2023

Luas Garis Pantai		
Tahun	Abrasi (Ha)	Akresi (Ha)
2019-2020	1,387	0,111
2020-2021	0,392	1,569
2021-2022	1,943	-
2022-2023	0,020	0,571
2019-2023	1,723	0,137
Rata-Rata	1,093	0,478
Panjang Garis Pantai		
Tahun	Selisih Panjang (Km)	
2019-2020	-0,09	
2020-2021	-0,08	
2021-2022	0,09	
2022-2023	-0,05	
Total	0,31	
Rata-Rata	0,08	

Penyebab Terjadinya Perubahan Garis Pantai

Pasang Surut

Dari data prediksi pasang surut BIG yang diambil pada titik 119° 27' 58,84" BT dan 05° 01' 43,43" LS, diketahui tipe pasang surut di wilayah perairan kecamatan Marusu adalah tipe pasang surut harian campuran cenderung ganda (mixed semi diurnal) Tipe pasang surut tersebut didapat berdasarkan perhitungan bilangan Formzahl yang menunjukkan nilai sebesar 1,41. Pasang surut dengan ini memiliki karakteristik dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut, dimana bentuk gelombang pasang pertama tidak sama dengan gelombang pasang kedua (*asimetris*) Tipe pasang surut mempengaruhi peristiwa abrasi dan sedimentasi. Gelombang

Data gelombang tahun 2019 sampai 2023 yang telah diolah menunjukkan kondisi gelombang di wilayah perairan Kecamatan Marussu memiliki tinggi dan periode gelombang yang fluktuatif. Tinggi gelombang maksimum terjadi pada bulan Desember 2022 dan bulan Januari 2023. Tinggi maksimum untuk gelombang mencapai 0.75 m dengan periode gelombang 3.1 detik, sedangkan tinggi gelombang minimum mencapai 0.02 m dengan periode gelombang 1 detik yang terjadi pada bulan Mei 2021.

Arus merupakan suatu gerakan air yang mengakibatkan perpindahan horizontal dan vertikal massa air. Arus sangat dipengaruhi oleh sifat air itu sendiri, gravitasi bumi, keadaan dasar perairan dan pergerakan rotasi bumi. Berdasarkan grafik bahwa kecepatan arus maksimum untuk arus umum terjadi pada siang hari dengan rata-rata sebesar 14,7 m/s dan yang paling tinggi berada pada stasiun 1 dengan kecepatan arus sebesar 15,2. Di stasiun 3 mengalami kecepatan arus yang paling rendah sebesar 5.1 m/s terjadi pada pagi hari.

KESIMPULAN

Berdasarkan Hasil Penelitian yang telah dilakukan di pantai Kuri Caddi, Desa Nisombalia Kecamatan Marusu Kabupaten Maros diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Perubahan garis pantai di wilayah pesisir Kecamatan Marusu Desa Nisombalia dalam kurun waktu 5 tahun dengan luas abrasi rata-rata sebesar 1,723 Ha dan Rata-rata akresi seluas 0,936 Ha pertahun, serta perubahan Panjang garis pantai rata-rata 0,08 Km pertahun.
2. Perubahan garis pantai di wilayah pesisir kecamatan Marusu Desa Nisombalia disebabkan oleh faktor alam dan manusia. Faktor alam berupa gelombang, arus dan pasang surut, Sedangkan faktor aktivitas manusia berupa adanya penumpukan sampah, kedua faktor tersebut saling berkaitan dan mengakibatkan perubahan luas dan Panjang garis pantai.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan data citra yang memiliki resolusi yang lebih tinggi sehingga data yang didapatkan melalui citra satelit menjadi lebih akurat, dan menambah titik koordinat dalam menganalisis perubahan garis pantai. Dan saran untuk pemerintah setempat kecamatan Marusu agar lebih memperhatikan kondisi pantai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Pak Danial, Ibu Asmidar, Ibu Hamsiah dan Pak Yunus yang telah membimbing dan memberikan masukan dalam penelitian ini, serta kepada saudara Ahmad Sahabuddin, Muhammad Ghurav, alfia, puspita yang telah mendampingi dalam proses pengolahan data, serta seluruh rekan atas bantuan dan kerja sama selama pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Angkotasan AM. 2012. Analisis perubahan garis pantai di Pantai Barat Daya Pulau Ternate, Provinsi Maluku Utara [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Aryastana, P., Ardanthia, I., & Agustini, N. A. (2017). Analisis Perubahan Garis Pantai dan Laju Erosi di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung dengan Citra Satelit SPOT. *Jurnal Fondasi*, Vol. 6(2), 100-111.
- Badwi, N., Baharuddin, I. I., & Abbas, I. (n.d.). Dampak strategi pengendalian bencanaabrasi di pantai Kabupaten Maros Provinsi Sulawesi Selatan. 152–154.
- CERC (Coastal Engineering Research Center). 1984, Shore Protection Manual, Vol. I, Dept. Of Army, Washington, D.C.
- Dahuri, R. 2001. Pengelolaan ruang wilayah pesisir dan lautan seiring dengan pelaksanaan otonomi daerah. *Jurnal Sosial dan Pembangunan*, XVII (2): 139- 171.
- Danial, D., Asmidar, A., Syahrul, S., Hamsiah, H., & W. Ningsih, N. 2021. Coastline Analysis Using Remote Sensing Applications in Untia Coastal Areas Makassar City South Sulawesi
- Danial., Jusoff K., Asmidar, Hamsiah, Syah, C. y. 2013. Analysis ofCoastline Using Satellite Image Data At Tanjung Bunga Makassar, South Sulawesi *World Applied Sciences Journal*. 37-41
- Dauhan SK, Tawas H, Tangkudung H, Mamoto JD. 2013. Analisis karakteristik gelombang pecah terhadap perubahan garis pantai di Atep Oki. *Jurnal Sipil Statik*. 1(12): 784-796.
- Fadilah, Suripin, Sasongko DP. 2014. Menentukan tipe pasang surut dan muka air rencana perairan laut Kabupaten Bengkulu Tengah menggunakan metode admiralty. *Maspari Journal*. 6(1): 1-12.
- Hidayati N. 2017. *Dinamika Pantai*. Malang (ID): UB Press

- Istiqomah, F., Sasmito, B., dan Amarrohman, F.J. 2016. Pemantauan perubahan garis pantai menggunakan aplikasi Digital Shoreline Anaysis System (DSAS). Studi kasus: Pesisir Kabupaten Demak. *Jurnal Geodesi UNDIP*, 5 (1):78-89.
- Kasim, F. 2012. Pendekatan Beberapa Metode dalam Monitoring Perubahan Garis Pantai Menggunakan Dataset Penginderaan Jauh Landsat dan SIG.
- Martuti, N. K. T., Setyowati, D. L., & Nugraha, S. B. (2019). EKOSISTEM MANGROVE (Keanekaragaman, Fitoremediasi, Stok Karbon, Peran dan Pengelolaan).
- Maspiyanti, F., FANANY, M. I., Arymurthy, A. M., & J.Inderaja. (2013). Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital. Klasifikasi Fase Pertumbuhan Padi Berdasarkan Citra Hiperspektral Dengan Modifikasi Logika Fuzzy = Paddy Growth Stages Classification Based on Hyperspectral Image Using Modified Fuzy Logic, 10(1), 39–46.
- Moko, G. I. dan Wiweka. 2012. Evaluasi Perubahan Lingkungan Wilayah Pesisir Surabaya Timur Sidoarjo Dengan Menggunakan Citra Satelit Multitemporal. *Ecolab*.Vol 6(1): 1-60.
- Mustafa, A., Riset, B., Budidaya, P., Payau, A., Selatan, S., Maros, K., & Mustafa, A (2011). Budidaya Tambak Ramah Lingkungan. 325–339.
- Nugroho, S. P., dan T. Prayogo. 2008. Penerapan SIG Untuk Penyusunan dan Analisis Lahan Kritis Pada Satuan Wilayah Pengelolaan DAS Agam Kuantan, Provinsi Sumatera Barat. *Teknik Lingkungan*. Vol 9(2):130- 140.
- Qhomariyah L, Yuwono. 2016. Analisis hubungan antara pasang surut air laut dengan sedimentasi yang terbentuk (studi kasus: Dermaga Pelabuhan Petikemas Surabaya). *Jurnal Teknik ITS*. 5(1).
- Riyanti, A.H., Suryanto, A., dan Ain, C. 2017. Dinamika perubahan garis pantai di pesisir Desa Surodadi Kecamatan Sayung dengan menggunakan citra satelit. *Journal of Maquares*, 6 (4): 433-441.
- Siregar, T. N., A. Zaitunah., Samsuri. 2015. Analisis Perubahan Garis Pantai dan Tutupan Lahan Pasca Tsunami Pantai Lhoknga Kecamatan Lhoknga Kabupaten Aceh Besar. Usu Press. Medan.
- Susanti S. 2015. Resuspensi logam berat Cu, Pb, Cd dan Zn di Perairan Selat Rumpit. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.