

## Analisis Perubahan Garis Pantai Wilayah Pesisir Menggunakan Metode DSAS (Digital Shoreline Analysis System) Di Pantai Tirang, Tugurejo Kota Semarang

Hadimas Lumban Gaol\*, Muhammad Helmi, Alfi Satriadi

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

### Abstrak

Kondisi morfologi Pantai Tirang termasuk dalam jenis perairan yang landai dan dangkal. Kawasan ini secara signifikan berpengaruh terhadap pola penggunaan lahan. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui perubahan garis pantai berdasarkan analisis Citra Satelit Sentinel 2A tahun 2018, 2021, dan 2024 menggunakan metode *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS), sebuah plugin dari ArcGIS dan mengetahui pengaruh perubahan garis pantai terhadap penggunaan lahan pesisir berdasarkan analisis geospasial menggunakan metode supervised classification. DSAS menghasilkan *Net Shoreline Movement* (NSM) dan *End Point Rate* (EPR) dari tahun 2018 hingga 2024, dalam kurun waktu 6 tahun. Hasil pengolahan menunjukkan garis pantai di Pantai Tirang memiliki perubahan berupa abrasi pada tahun 2018-2021 mencapai 5,27 ha, sedangkan pada tahun 2021-2024 abrasi mencapai 4,82 ha. Laju abrasi yang dimiliki yaitu 7,92 m/tahun. Variasi penggunaan lahan di Kelurahan Tugurejo terdiri atas badan air, lahan kosong, mangrove, pemukiman dan semak belukar. Dampak dari perubahan garis pantai dari tahun 2018 di Pantai Tirang terhadap penggunaan lahan di Kelurahan Tugurejo ialah badan air mengalami penurunan dengan luas pada tahun 2024 mencapai 224 ha. Selain itu juga menyebabkan penurunan luasan mangrove, pada tahun 2024 luas mangrove tersisa 57,61 ha.

**Kata kunci:** Perubahan Garis Pantai, DSAS, Abrasi, Pantai Tirang, Kota Semarang

### Abstract

#### *Analysis of Coastal Area Shoreline Changes Using the Digital Shoreline Analysis System (DSAS) Method at Tirang Beach, Tugurejo, Semarang City*

*The morphological conditions of Tirang Beach are included in the type of shallow and gentle waters. This area significantly affects land use patterns. The purpose of this study was to determine changes in the coastline based on the analysis of Sentinel 2A Satellite Imagery in 2018, 2021, and 2024 using the Digital Shoreline Analysis System (DSAS) method, a plugin from ArcGIS and to determine the effect of changes in the coastline on coastal land use based on geospatial analysis using the supervised classification method. DSAS produces Net Shoreline Movement (NSM) and End Point Rate (EPR) from 2018 to 2024, over a period of 6 years. The processing results show that the coastline at Tirang Beach has changes in the form of abrasion in 2018-2021 reaching 5.27 ha, while in 2021-2024 abrasion reached 4.82 ha. The abrasion rate is 7.92 m/year. Land use variations in Tugurejo Village consist of water bodies, vacant land, mangroves, settlements and shrubs. The impact of changes in the coastline from 2018 in Tirang Beach on land use in Tugurejo Village is that water bodies have decreased with an area in 2024 reaching 224 ha. In addition, it also causes a decrease in the area of mangroves, in 2024 the remaining mangrove area is 57.61 ha.*

**Keywords:** Coastline Change, DSAS, Abrasion, Tirang Beach, Semarang City

### PENDAHULUAN

Garis pantai merupakan pertemuan antara laut dengan daratan sepanjang titik elevasi pasang surut, yang mana merupakan salah satu morfologi permukaan yang paling signifikan sebagai karakteristik dari permukaan bumi (Yasir *et al.*, 2020). Perubahan garis pantai yang disebabkan oleh manusia dapat berasal dari berbagai macam faktor. Faktor-faktor tersebut antara lain kegiatan pembangunan tanggul pantai, penambangan sedimen, pembuangan sedimen, penggundulan hutan untuk pertahanan pantai, pembangunan saluran pengatur air, dan pengaturan pola wilayah sungai. Perubahan garis pantai dapat terjadi seiring berjalannya waktu baik dalam skala musiman maupun tahunan, bergantung pada kondisi topografi pantai, kemampuan batuan dan sifat-sifatnya dalam menahan gelombang laut, pasang surut, dan angin (Darmiati *et al.*, 2020).



**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian

Kota Semarang berlokasi di pesisir utara Pulau Jawa dengan 4 kecamatan yang memiliki pantai yaitu Kecamatan Tugu, Kecamatan Semarang Barat, Kecamatan Semarang Utara dan Kecamatan Genuk (Aniendra *et al.*, 2020). Ancaman kerusakan alam di wilayah pesisir diantaranya abrasi dan akresi (Octaviana *et al.*, 2020). 80% pantai di seluruh dunia mengalami erosi dari 1 - 30 cm/tahun dan mengakibatkan degradasi garis pantai yang parah (Dong *et al.*, 2024). Kota Semarang merupakan salah satu kota yang sangat rentan terhadap ancaman tersebut. Pesisir Kota Semarang mengalami perubahan garis pantai sebesar 45,72 km yang diakibatkan oleh abrasi seluas 46,77 Ha dan akresi 165,95 Ha (Sardiyatmo *et al.*, 2013).

Dengan menganalisis data satelit, teknologi penginderaan jauh dapat mengidentifikasi perubahan tutupan lahan dan garis pantai. Penggunaan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) untuk menganalisis perubahan garis pantai melibatkan evaluasi NSM dan EPR dalam garis pantai (Islam *et al.*, 2022). Citra Sentinel digunakan untuk menganalisis perubahan garis pantai dengan perbandingan beberapa tahun (Amalia *et al.*, 2023). Analisis perubahan penggunaan lahan juga dilakukan dengan pengolahan citra satelit menggunakan metode *supervised classification*. Menurut Kushardono *et al.*, (2019), menggunakan metode *supervised* untuk mendukung percepatan penyediaan informasi geospasial dengan membagi kedalam beberapa kelas klasifikasi lahan. Harapannya, penelitian ini menyediakan data dan informasi yang berharga bagi pemerintah daerah serta untuk penelitian lanjutan, dengan tujuan mengurangi risiko dan mempromosikan kelestarian wilayah pesisir.

## MATERI DAN METODE

Data yang digunakan adalah data citra satelit Sentinel 2A tahun perekaman 2018, 2021, dan 2024 yang diperoleh dari laman Copernicus Browser (<https://sentinels.copernicus.eu/sentinel-data-access/sentinel-products/sentinel-2-data-products/collection-1-level-2a>). Lokasi penelitian berada di wilayah Kecamatan Tugu tepatnya pesisir Pantai Tirang, Tugurejo Kota Semarang, Jawa Tengah dengan koordinat  $6^{\circ}57'13,46''S$  sampai  $110^{\circ}20'49,12''E$  dan  $6^{\circ}57'20,17''S$  sampai  $110^{\circ}21'34,65''E$  (**Gambar 1**).

### Metode Pengolahan Citra

Citra Sentinel-2 level 2A tidak dilakukan proses pra-pengolahan. Hal tersebut dikarenakan citra sudah terkoreksi geometrik dan radiometrik. Saluran yang digunakan memiliki resolusi spasial yang serupa yakni 10 m. Sedangkan koreksi radiometrik tidak dilakukan dengan alasan sudah terkoreksi serta memiliki nilai reflektansi *Bottom of Atmosphere* (Prasetyo *et al.*, 2019). Proses selanjutnya yaitu pemisahan data daratan dan lautan dengan menggunakan *Normalized Difference Water Index* (NDWI). Band yang digunakan dalam metode ini yaitu green (band 3) dan NIR (band 8) (Zaidan *et al.*, 2022). Setelah pemisahan selesai, selanjutnya dilakukan digitasi garis pantai untuk mengetahui perubahan garis pantai (Apriyanti *et al.*, 2021). Pemisahan daratan dan lautan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus berikut (McFeeters, 1995)

$$NDWI = \frac{Green - NIR}{Green + NIR}$$

### Analisis Pola Abrasi dan Akresi

Analisis pola abrasi dan akresi dilakukan terhadap 2 tahun penelitian yang berbeda. Pada penelitian ini, analisis dilakukan terhadap pola abrasi dan akresi yang terjadi pada tahun 2018-2021 dan 2021-2024. Proses pengolahan data diawali dengan melakukan input 2 garis pantai. Lakukan duplicate pada setiap tahun penelitian dan kemudian dibuat wilayah daratan pada setiap tahunnya. Setelah diperoleh data daratan, lakukan pengubahan data menjadi bentuk *polygon* dengan menggunakan tools *features to polygon*. Langkah selanjutnya, untuk mengetahui *cross selection* dilakukan dengan menggunakan tools *Symmetrical difference*. Hal ini diperkuat Ezz & Mostafa (2020), menyatakan bahwa teknik *symmetrical difference* diterapkan untuk mengurangi area yang dikecualikan dari area studi dan menghasilkan area yang tepat. Lakukan *overlay* terhadap data garis pantai, pola abrasi ditandai dengan wilayah garis pantai terbaru berada di belakang garis pantai terlama, sedangkan akresi ditandai dengan garis pantai terbaru yang berada di depan garis pantai terlama.

### Digital Shoreline Analysis System

DSAS memiliki 4 tahapan yaitu penentuan baseline, *shoreline*, transek dan perhitungan NSM. Baseline merupakan garis yang digunakan sebagai acuan pendataan, pada penelitian ini baseline diletakkan pada lokasi yang berada di wilayah lautan (*offshore*) dengan tujuan mempermudah pembuatan transek. *Shoreline* merupakan garis ukur yang digunakan sebagai acuan terhadap perubahan yang terjadi, pada penelitian ini data *shoreline* yang digunakan adalah pada tahun 2018, 2021 dan 2024. Jarak antara baseline dengan garis pantai terlama diatur dengan jarak sejauh 1500 m dengan jarak diantara transek dibuat 100 m serta pada *smooth distance* dibuat sebesar 500 m. Nilai NSM yang dihasilkan untuk pengukuran perubahan garis pantai di Pantai Tirang kemudian dilakukan perhitungan kembali untuk mengetahui nilai rata-rata yang diperoleh berdasarkan ketiga tahun tersebut. Tahap selanjutnya diakhiri dengan perhitungan EPR untuk mengetahui terjadinya akresi yang ditandai dengan nilai *positive* (+) dan abrasi dengan nilai *negative* (-). Perhitungan EPR dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut (Burda *et al.*, 2022):

$$ERP = \frac{D_1 - D_2}{t_1 - t_2}$$

Keterangan  $D_1 - D_2$  adalah jarak antara garis pantai tertua dan termuda;  $t_1 - t_2$  = tanggal pengambilan garis pantai tertua dan termuda.

### Komposit Band

Teknik *composite* band berfungsi untuk memperoleh kepekaan spesifik terhadap objek yang diambil oleh satelit dan menghasilkan warna khusus pada citra satelit yang memudahkan interpretasi. Kombinasi band *infrared* digunakan untuk mempermudah interpretasi terhadap penggunaan lahan berupa mangrove yang memiliki warna pixel berupa merah gelap, semak belukar berwarna merah cerah atau merah muda, pemukiman berwarna kuning cerah hingga putih. Sedangkan *natural color* digunakan untuk mengetahui badan air yang memiliki warna *pixel* biru muda hingga gelap. Pada penelitian ini, *composite* band dilakukan terhadap band 2, band 3, band 4 dan band 8 yang memiliki resolusi 10 m (Romadoni *et al.*, 2023).

### Supervised Classification

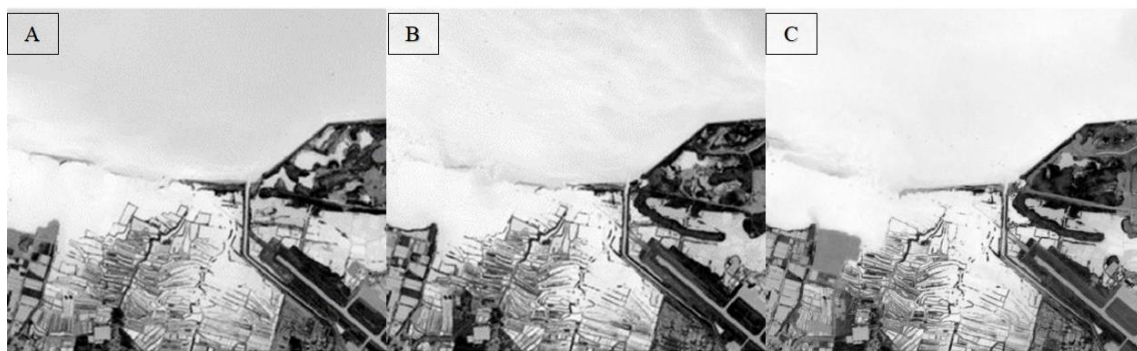
Proses pengolahan peta penggunaan lahan dengan metode *supervised classification* dan menggunakan kombinasi *natural color* (band 4, 3, dan 2) dan *infrared color* (band 8, 4, dan 3). Hal tersebut berfungsi untuk mempermudah analisis dalam menentukan jenis klasifikasi penggunaan lahan. Hal ini diperkuat Voinov *et al.* (2021), menyatakan bahwa *natural color* berfungsi untuk menyajikan citra yang sama dengan interpretasi mata. Sehingga, dapat diketahui wilayah vegetasi dengan kenampakan pada citra berupa warna hijau dan wilayah perkotaan memiliki kenampakan pada citra berupa warna putih dan abu-abu. Pada *infrared color* merupakan kombinasi band yang cocok digunakan untuk mengetahui daerah vegetasi sehat dan tidak sehat. Pada penelitian, dibuat 5 jenis klasifikasi yang terdiri dari badan air, mangrove, pemukiman, lahan kosong dan semak belukar. Analisis kemudian melakukan pengambilan *training sample* dan mengelompokkannya menjadi 5

penggunaan lahan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Romadoni *et al.*, (2023), menyatakan bahwa metode *supervised classification* merupakan metode klasifikasi berdasarkan nilai piksel dengan pembuatan training area sebagai acuan pengelompokan piksel. Training area dibuat berdasarkan *region of interest* pada karakteristik warna yang ditampilkan dari pemilihan *composite band*.

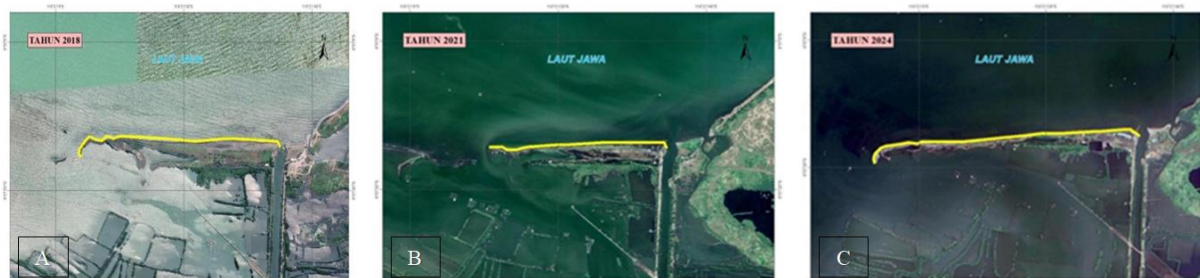
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Delineasi Citra**

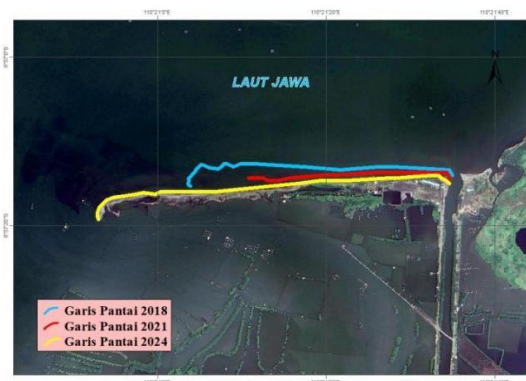
Proses delineasi citra dilakukan dengan menggunakan rumus NDWI. Proses analisis dilakukan dengan 2 jenis band yaitu band 8 dan band 3. Hasil pengolahan menunjukkan bahwa wilayah badan air memiliki warna citra berwarna putih, sedangkan wilayah darat akan menampilkan peta berwarna gelap. Hasil delineasi citra disajikan pada Gambar 2. Hasil pemisahan data laut dan darat kemudian dilakukan digitasi untuk mengetahui garis pantai. Hasil garis pantai pada Pantai Tirang dapat dilihat pada Gambar 3, (a) menunjukkan garis pantai tahun 2018, (b) menunjukkan garis pantai tahun 2021, dan (c) menunjukkan garis pantai tahun 2024. Sedangkan pada hasil *overlay* garis pantai yang disajikan pada Gambar 4 menunjukkan bahwa garis pantai tahun 2018 ditandai dengan garis berwarna biru, tahun 2021 ditandai dengan warna merah dan tahun 2024 ditandai dengan warna kuning.



**Gambar 2.** Citra Hasil Delineasi (a) Tahun 2018, (b) Tahun 2021, dan (c) Tahun 2024



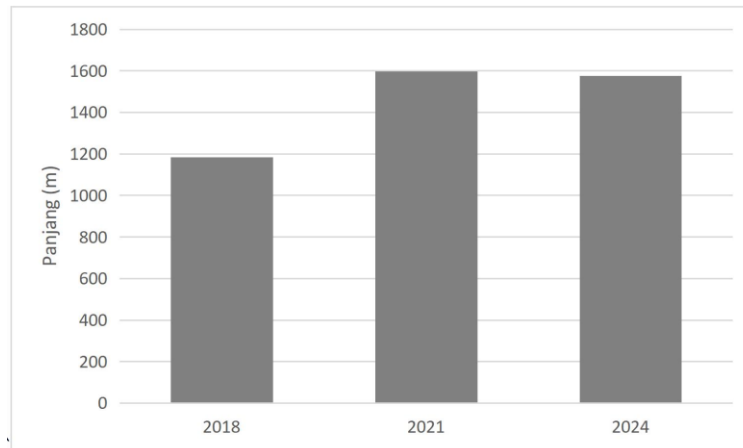
**Gambar 3.** Hasil Garis Pantai Pada Pantai Tirang (a) Tahun 2018, (b) Tahun 2021, dan (c) Tahun 2024



**Gambar 4.** *Overlay* Garis Pantai Pada Pantai Tirang Tahun 2018, 2021, dan 2024

**Tabel 1.** Hasil Perubahan Panjang Garis Pantai Pada Pantai Tirang

Tahun	Panjang Garis Pantai (m)	Perubahan (m)	Keterangan
2018	1,044.41	0	
2021	746.67	-297.74	Berkurang
2024	1,350.87	+604.2	Bertambah

**Gambar 5.** Panjang Garis Pantai Pada Pantai Tirang Tahun 2018, 2021, dan 2024**Gambar 6.** Hasil Dinamika Garis Pantai Tahun 2021-2024

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa wilayah pesisir Pantai Tirang telah mengalami perubahan panjang garis pantai pada tahun 2018, 2021 dan 2024. Berdasarkan Gambar 5 dapat diketahui bahwa panjang garis pantai pada Pantai Tirang pada tahun 2018 sebesar 1.044,41 m, panjang garis pantai pada tahun 2021 sebesar 746,67 m dan pada tahun 2024 sebesar 1.350,87 m. Berdasarkan Tabel 1 terkait perubahan panjang garis pantai pada Pantai Tirang, diketahui bahwa pada tahun 2018 hingga tahun 2021 telah mengalami penurunan panjang garis pantai yaitu sebesar 297,74 m. Akan tetapi pada tahun 2021 hingga tahun 2024 mengalami peningkatan panjang garis pantai yaitu bertambah sebesar 604,2 m.

### Hasil Dinamika Garis Pantai

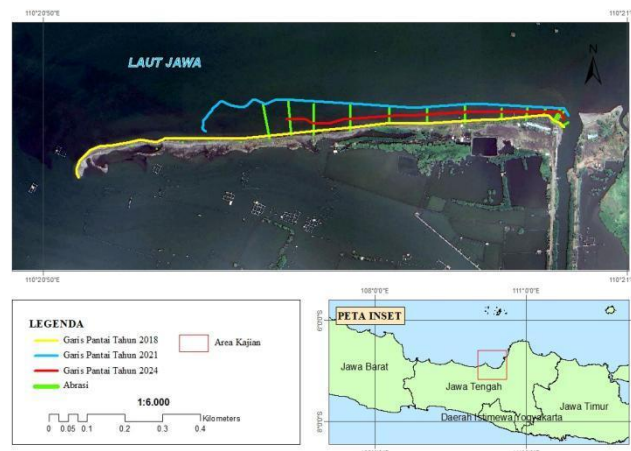
Pengolahan dinamika garis pantai bertujuan untuk mengetahui perubahan yang terjadi terhadap 2 tahun berbeda. Analisis yang diberikan berupa telah terjadinya peningkatan (munculnya) daratan baru serta pengurangan (hilangnya) daratan pada wilayah penelitian. Hal tersebut menjadi representasi dari terjadinya abrasi dan akresi yang terjadi. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa sebagian besar wilayah telah terjadi perubahan berupa abrasi pada setiap sisi daerah penelitian yang dapat dilihat pada gambar dengan warna merah, sedangkan akresi tidak terjadi sehingga tidak tampak pada peta. Hasil dinamika garis pantai dapat dilihat pada Gambar 6a dan 6b.

**Tabel 2.** Luas Abrasi dan Akresi di Wilayah Pesisir Pantai Tirang

Tahun	Abrasi (ha)	Akresi (ha)
2018 – 2021	5,27	
2021-2024	4,82	

**Tabel 3.** Nilai Net Shoreline Movement

Rentang Transek	Nama Kelurahan	Net Shoreline Movement (NSM)			
		Nilai Abrasi Tertinggi (m)	Nilai Akresi Tertinggi (m)	Rata-Rata Jarak Abrasi (m)	Rata-Rata Jarak Akresi (m)
1-13	Tugurejo	-90,67	Tidak Terjadi Akresi	-50,09	Tidak Terjadi Akresi



**Gambar 7.** Peta Perubahan Garis Pantai Pada Pantai Tirang Tahun 2018, 2021, dan 2024.

Berdasarkan hasil pengolahan, diketahui bahwa semua wilayah pesisir mengalami abrasi. Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa pada tahun penelitian 2018-2021 besar luasan abrasi yang terjadi sebesar 5,27 ha. Pada tahun penelitian 2021-2024 besar luasan abrasi yang terjadi sebesar 4,82 ha.

**Net Shoreline Movement (NSM) dan End Point Rated (EPR)**

Metode perhitungan statistik terhadap pola perubahan garis pantai dapat dilakukan dengan menggunakan nilai NSM dan EPR. Hasil peta DSAS dapat dilihat pada gambar 7 berikut. Pembuatan baseline dilakukan di wilayah offshore dengan jarak sejauh 1500 m dari garis pantai dengan tujuan untuk mempermudah pembuatan transek. Berdasarkan hasil peta yang diperoleh, diketahui bahwa semua bagian wilayah penelitian terjadi abrasi yang ditandai dengan garis hijau tebal.

NSM merupakan analisis yang digunakan untuk memperhitungkan jarak perubahan garis pantai. Jarak yang dimaksud merupakan interval diantara hasil digitasi antar tahun yang dianalisis. Nilai rata rata NSM pada tahun 2018, 2021 dan 2024 adalah -50,09 m dan nilai rata rata End Point Rated pada tahun 2018, 2021 dan 2024 adalah -7,92 m/tahun. Nilai NSM disajikan pada Tabel 3, diketahui bahwa jarak perubahan maksimal abrasi terbesar terjadi pada transek 13 dengan panjang perubahan -91,67 m ke arah daratan dan jarak terkecil pada transek 4 dengan panjang perubahan 20,97 m ke arah daratan, serta tidak terjadi perubahan jarak akresi di semua wilayah pesisir Pantai Tirang.

**Hasil Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 2018, 2021, dan 2024**

Penggunaan lahan di Kelurahan Tugurejo dianalisis dengan menggunakan metode supervised classification yang merupakan salah satu tools yang tersedia dalam software ArcGIS. Berdasarkan hasil interpretasi yang telah dilakukan dengan menggunakan bantuan 2 kombinasi band yaitu Infrared band (band 8, 4, dan 3) dan Natural band (band 4, 3, dan 2) dihasilkan 5 jenis klasifikasi penggunaan lahan. Klasifikasi

tersebut terdiri atas mangrove, semak belukar, pemukiman, lahan kosong, dan badan air. Wilayah badan air yang dimaksud dalam interpretasi peta yang dilakukan ialah mencakup wilayah laut, tambak, dan sungai. Hasil pengolahan peta penggunaan lahan Kelurahan Tugurejo pada tahun 2018, 2021, dan 2024 dapat dilihat pada Gambar 8a, 8b, 8c.

**Hasil Perubahan Luas Penggunaan Lahan**

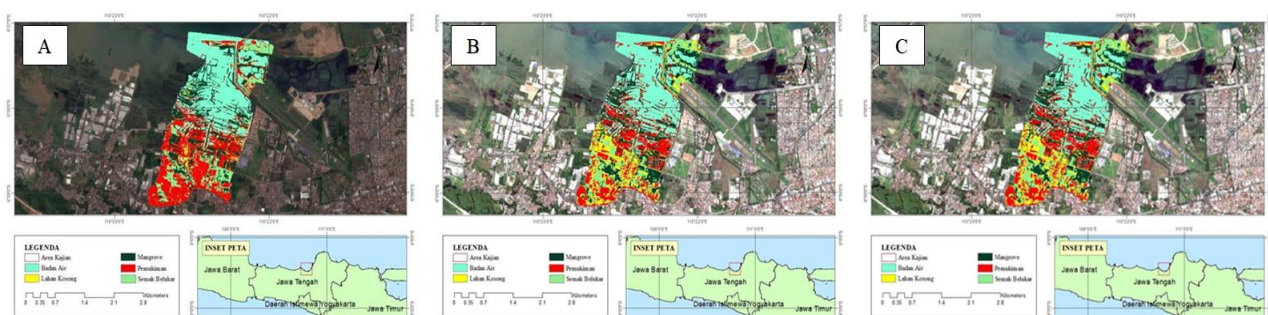
Setelah diperoleh peta penggunaan lahan, langkah analisis yang dapat dilakukan ialah mengetahui besar perubahan penggunaan lahan pada setiap tahun penelitian dengan menggunakan matriks perubahan penggunaan lahan. Matriks penggunaan lahan tersebut dapat berfungsi untuk melihat pola dari perubahan penggunaan lahan yang terjadi. Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui perubahan penggunaan lahan pada tahun 2018-2021 terdiri atas 5 jenis klasifikasi yaitu badan air, lahan kosong, mangrove, pemukiman, dan semak belukar. Perubahan penggunaan lahan yang terjadi pada tahun 2021-2024 dapat dilihat berdasarkan hasil yang tersedia pada Tabel 5.

**Tabel 4. Matriks Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 2018-2021 (ha)**

	Badan Air	Lahan Kosong	Mangrove	Pemukiman	Semak-Belukar	Total Keseluruhan
Badan Air	202,61	1,22	9,59	15,19	5,34	233,95
Lahan Kosong	1,7	1,76	4,01	6,31	1,88	15,66
Mangrove	13	10,04	70,49	27,7	7,85	129,08
Pemukiman	10,87	47,62	23,69	89,53	20,03	191,74
Semak-Belukar	0,42	16,98	23,59	3,5	34,75	79,24
Total Keseluruhan	228,6	77,62	131,37	142,23	69,85	649,67

**Tabel 5. Matriks Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 2021-2024 (ha)**

	Badan Air	Lahan Kosong	Mangrove	Pemukiman	Semak-Belukar	Total Keseluruhan
Badan Air	195,08	-	1,56	32,07	0,38	229,04
Lahan Kosong	0,33	3,86	6,87	49,1	17,7	77,86
Mangrove	8,86	0,64	38,76	49,71	33,25	131,22
Pemukiman	19,85	2,56	7,55	109,6	2,68	142,24
Semak-Belukar	0,04	6,93	2,87	26,17	33,93	69,94
Total Keseluruhan	224,16	13,99	57,61	266,65	87,89	650,3



**Gambar 8. Peta Penggunaan Lahan Kelurahan Tugurejo Tahun 2018 (a), 2021 (b) dan 2024 (c)**

## Perubahan Garis Pantai

Pada tahun penelitian 2018-2021 diketahui bahwa panjang garis pantai di Pantai Tirang mengalami penurunan panjang garis pantai sebesar 297,74 m. Penurunan panjang garis pantai pada tahun 2021 dikarenakan telah hilangnya sebagian tambak yang tersisa di bagian sisi barat Pantai Tirang. Hilangnya tambak tersebut diperkirakan akibat dari kerentanan Pantai Tirang yang termasuk kerentanan moderat. Hal ini diperkuat Prabowo *et al.* (2017), menyatakan bahwa tingkat kerentanan Pantai Tirang berada di Antara rendah dan sedang, dengan nilai indeks masing-masing 10,21 dan 22,82. Kemiringan pantai Antara 0,14 - 0,15 %. Hal ini menyebabkan mudahnya air masuk ke wilayah daratan. Pada tahun penelitian 2021-2024 panjang garis pantai di Pantai Tirang mengalami penambahan sebesar 604,2 m. Penambahan panjang garis pantai tersebut dikarenakan pemanfaatan Pantai Tirang sebagai daerah wisata di wilayah pesisir Kota Semarang masih tergolong pasif sehingga dapat dikendalikan penggunaannya. Hal ini diperkuat Muttaqin *et al.*, (2023), menyatakan bahwa Pantai Tirang merupakan salah satu kawasan wisata bahari yang kurang dikenal, maka belum banyak wisatawan yang mengunjunginya.

Faktor lain yang menyebabkan hilangnya tambak di wilayah Pantai Tirang ialah telah hilangnya sebagian ekosistem mangrove. Pada umumnya wilayah tambak akan dikelilingi oleh pematang-pematang mangrove sebagai bentuk perlindungan terhadap arus laut. Hal ini diperkuat Sarastika (2021), menyatakan bahwa ekosistem mangrove memiliki fungsi sebagai penangkap sedimen, mengurangi intensitas energy gelombang yang datang, melindungi dan sebagai sabuk tanggul di tepi sungai, dan menyeimbangkan iklim global. Mangrove yang tumbuh di kanan dan kiri sungai berguna sebagai tanggul alami serta mengurangi aktivitas abrasi. Mangrove yang ditanam disekeliling tambak berfungsi untuk menguatkan tanggul di sekeliling tambak. Berdasarkan pengamatan lapangan diketahui bahwa proses abrasi yang merusak pematang-pematang pantai menyebabkan sebagian besar tambak tergenang air laut secara tetap sehingga pergeseran garis pantai semakin jauh ke arah daratan.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa wilayah pesisir Pantai Tirang secara keseluruhan telah mengalami abrasi pantai. Nilai luasan abrasi yang terjadi pada tahun 2018-2021 yaitu sebesar 5,27 ha dan pada tahun 2021-2024 luasan abrasi yang terjadi sebesar 4,82 ha. Perubahan garis pantai yang terjadi disebabkan oleh terjadinya abrasi dan akresi pantai, akibat faktor geomorfologi Pantai Tirang itu sendiri. Hal ini diperkuat Septianti & Sunarto (2017), menyatakan bahwa permukaan Pantai Tirang yang didominasi oleh sedimen pasiran, dengan komposisi 78,8% pasir, 20,5% kerikil, dan 0,7% lumpur. Rendahnya ketersediaan bangunan pemecah gelombang menjadi salah satu faktor utama abrasi pantai (Damanik *et al.*, 2019). Perubahan garis pantai pertigatahunan dalam jangka waktu 6 tahun menunjukkan sifat pesisir yang dinamis. Proses geomorfologi yang terjadi di kawasan pesisir, khususnya proses abrasi dan akresi, merupakan faktor yang penting dalam terjadinya perubahan garis pantai.

Pengolahan data terkait perubahan garis pantai dilakukan dengan menggunakan *extension tools* berupa DSAS. Hasil nilai rata-rata NSM pada tahun 2018, 2021 dan 2024 adalah -50,09 m dan nilai rata-rata EPR pada tahun 2018, 2021 dan 2024 adalah -7,92 m/tahun. Hal ini diperkuat Kabir *et al.* (2020), menyatakan bahwa nilai NSM berfungsi untuk mengetahui total pergeseran pantai. Nilai tersebut dihitung berdasarkan jarak garis pantai dari tahun termuda menuju tahun tertua pada setiap transek. Selain itu, nilai EPR berfungsi untuk mengetahui laju ratarata perubahan garis pantai yang terjadi pada setiap tahunnya dengan satuan meter. Nilai positif menunjukkan pergerakan ke arah laut dan nilai negatif menunjukkan pergerakan ke darat dari garis pantai. Sehingga dapat diketahui bahwa Pantai Tirang berdasarkan 6 tahun terakhir telah mengalami rata-rata perubahan garis pantai sejauh 50,09 m menuju daratan dengan rata-rata laju pergeseran yang terjadi sebesar 7,92 m setiap tahunnya.

## Perubahan Penggunaan Lahan

Apabila meninjau terkait dampak yang dihasilkan perubahan garis pantai terhadap perubahan luas lahan. Dalam penelitian ini mengkaji 5 klasifikasi lahan yaitu badan air, lahan kosong, mangrove, pemukiman dan semak belukar selama kurun waktu 2018-2024. Terjadinya peningkatan badan air di wilayah pesisir Kelurahan Tugurejo dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti peningkatan jumlah penduduk, pengambilan air tanah yang berlebih, kenaikan permukaan air laut dan faktor cuaca. Hal ini diperkuat Hakim *et al.* (2023), menyatakan bahwa wilayah dengan elevasi lebih rendah sebagian besar memiliki lereng yang lebih landai dan aspek yang lebih datar. Wilayah ini sebagian besar dihuni oleh populasi yang lebih besar. Aktivitas perkotaan yang lebih tinggi di wilayah yang kekurangan sumber air permukaan dapat menyebabkan eksploitasi



berlebihan terhadap air tanah yang menyebabkan terjadinya penurunan tanah di wilayah tersebut. Hal tersebut dipengaruhi oleh curah hujan yang relatif rendah di Kota Semarang, sehingga mengalami kekurangan air akibat kurangnya akses ke sumber air, terutama karena kelangkaan sumber air permukaan di dalam kota. Kejadian ini dapat mengakibatkan permukaan air tanah sebagai sumber air utama, yang pada gilirannya dapat menimbulkan masalah lain seperti penurunan tanah dan intrusi air laut. Penurunan tanah di bagian utara dan timur Semarang sebesar 100-120 mm/tahun dilaporkan memiliki dampak signifikan dengan peningkatan area genangan (Aditiya & Ito, 2023).

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa luas penggunaan lahan berupa mangrove dan lahan kosong mengalami peningkatan pada 3 tahun pertama dan mengalami penurunan pada 3 tahun selanjutnya. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rahman *et al.* (2021), menyatakan bahwa mangrove yang berada di Jawa Tengah memiliki peran penting terhadap pantai. Akan tetapi pada saat ini, jumlah mangrove di Jawa Tengah diketahui telah terjadi penurunan. Ketika energi arus dan gelombang tinggi, sementara populasi mangrove rendah maka dapat menyebabkan mangrove menjadi rusak dan apabila tidak ditangani maka menyebabkan ekosistem mangrove di wilayah tersebut dapat terancam untuk hilang. Hal tersebut menjadikan pantai tidak memiliki kemampuan dalam menahan arus serta gelombang. Dampak yang terjadi ialah pantai mengalami degradasi (penurunan) luasan yang membuat garis pantai semakin ke arah daratan. Peningkatan luas penggunaan lahan kosong pada tahun 2021 kemungkinan terjadi akibat dampak dari peningkatan luas penggunaan lahan berupa mangrove. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Harmes *et al.* (2022), menyatakan bahwa peningkatan luas lahan kosong dapat berdampak pada jumlah penduduk miskin. Menurut kajian, jika luas lahan kosong meningkat 1%, maka jumlah penduduk miskin akan bertambah Antara 0,56% sampai 34,2%. Hal ini diperkuat Setiawan (2021), menyatakan bahwa Transisi dari lahan terbuka menjadi semak belukar pada kelas tutupan lahan/penggunaan lahan menunjukkan bahwa suksesi telah terjadi sebagai akibat dari kurangnya aktivitas manusia di daerah tersebut. Salah satu proses ekologis yang menunjukkan perubahan struktur komunitas klimaks adalah suksesi. Di tempat terbuka atau rusak, vegetasi belukar membutuhkan waktu empat bulan untuk tumbuh subur sebelum akhirnya digantikan oleh pepohonan berkayu dan rerumputan yang tumbuh dengan cepat.

Penurunan luasan pemukiman pada tahun 2021, diperkirakan terjadi akibat aksi pemerintah Kota Semarang yang menjalankan program kerja kampung tematik di Kelurahan Tugurejo. Hal ini diperkuat Martuti *et al.* (2023), menyatakan bahwa Mengembangkan kapasitas lokal untuk mempromosikan konservasi wilayah pesisir adalah fokus dari program desa tematik 2020-2021, yang diberikan kepada Desa Tugurejo dan desa-desa lain di Kecamatan Tugu. Pemerintah Kota Semarang telah mengimplementasikan inisiatif inovatif yang disebut “kampung tematik” untuk mempercepat pengentasan kemiskinan. Bappeda Kota Semarang bertanggung jawab untuk mengawasi inisiatif ini, khususnya divisi sosial budaya. Selanjutnya, inisiatif ini bekerja sama dengan Organisasi Perangkat Daerah (OPD) terkait. Tuntutan masyarakat untuk mengembangkan tempat tinggal mereka menjadi dasar penentuan OPD tersebut. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ningwuri (2017), menyatakan bahwa Kelurahan Tugurejo merupakan salah satu kelurahan di Kota Semarang yang memiliki tambak terbanyak. Karena wilayah administratif Tugurejo terletak di sebelah Laut Jawa, kelurahan ini dapat dikatakan sebagai kelurahan pesisir. Penggunaan lahan terbesar di Kelurahan Tugurejo, yang luasnya mencapai 862.800 hektar, adalah tambak (508 hektar) dan lahan kering (744.007 hektar).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengambilan data serta pengolahan data yang telah dilakukan pada penelitian ini, dinamika garis pantai di Pantai Tirang memiliki perubahan berupa abrasi pada tahun 2018-2021 mencapai 5,27 ha, sedangkan pada tahun 2021-2024 abrasi mencapai 4,82 ha. Laju abrasi yang dimiliki yaitu 7,92 m/tahun. Variasi penggunaan lahan di Kelurahan Tugurejo terdiri atas badan air, lahan kosong, mangrove, pemukiman dan semak belukar. Dampak dari perubahan garis pantai dari tahun 2018 di Pantai Tirang terhadap penggunaan lahan di Kelurahan Tugurejo ialah badan air mengalami penurunan dengan luas pada tahun 2024 mencapai 224 ha. Selain itu juga menyebabkan penurunan luasan mangrove, pada tahun 2024 luas mangrove tersisa 57,61 ha.

## DAFTAR PUSTAKA

Aditiya, A., & Ito, T. 2023. Present-day Land Subsidence Over Semarang Revealed By Time Series InSAR New Small Baseline Subset Technique. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 125: 103579. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2023.103579>.

- Amalia, F., Zairion & Atmadipoera, A. S. 2023. Perubahan Garis Pantai Selama 20 Tahun (2001-2021) dan Prediksi dan Adaptasi Masyarakat Pesisir Tahun 2041. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 12(1): 102-110. <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v12i1.53107>.
- Aniendra, Sasmito, B. & Sukmono, A. Analisis Perubahan Garis Pantai Dan Hubungannya Dengan Land Subsidence Menggunakan Aplikasi Digital Shoreline Analysis System (Dsas) (Studi Kasus: Wilayah Pesisir Kota Semarang). *Jurnal Geodesi Undip*, 9(1): 12-19. <https://doi.org/10.14710/jgundip.2020.26027>.
- Apriyanti, D., Hartadi, J. & Putro, R. W. 2021. Dampak dan Upaya Penanggulangan Terjadinya Abrasi Menggunakan Citra Satelit Studi Kasus Di Wilayah Pesisir Tanjung Benoa Bali. *Jurnal Ilmiah Teknik Geomatika IMAGI*, 1(1): 39-47. <https://doi.org/10.31315/imagi.v1i1.4732>.
- Burda, N., Asriati, N. & Sugiarto, A. 2022. Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan Metode DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*) Tahun 2014-2022 Pantai Matang Danau Desa Matang Danau Kecamatan Paloh Kabupaten Sambas. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 11(11): 3037-3049. <https://doi.org/10.26418/jppk.v11i11.59839>.
- Damanik, O. S., Sudarsono, B. & Amarrohman, F. J. 2019. Analisis Pengaruh Garis Pantai Terhadap Pengelolaan Wilayah Laut Daerah Kabupaten Pekalongan Dan Kota Pekalongan. *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1): 28-37. <https://doi.org/10.14710/jgundip.2019.22443>.
- Darmiati, Nurjaya, I. W. & Atmadipoera, A. S. 2020. Analisis Perubahan Garis Pantai di Wilayah Pantai Barat Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(1): 211-222. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v12i1.22815>.
- Dong, W. S., Ismailuddin, A., Yun, L. S., Ariffin, E. H., Saengsupavanich, C., Maulud, K. N. A., Ramli, M. Z., Miskon, M. F., Jefry, M. H., Mohamed, J., Mohd, F. A., Hamzah, S. B. & Yunus, K. 2024. The impact of climate change on coastal erosion in Southeast Asia and the compelling need to establish robust adaptation strategies. *Heliyon*, 10(4): e25609. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25609>.
- Ezz, H & Mostafa, N. G. 2020. Development of a Wastewater Network Model Using ArcGIS Based Automated Tool. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 49:173-180. <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/JERA.49.173>.
- Hakim, W. L., Fadhillah, M. F., Lee, K. J., Lee, S. J., Chae, S. H. & Lee, C. W. 2023. Land Subsidence and Groundwater Storage Assessment Using ICOPS, GRACE, and Susceptibility Mapping in Pekalongan, Indonesia. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 61: 5218225. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2023.3324043>.
- Harmes, Juanda, B., Rustiadi, E. & B. Barus. 2022. Pengaruh Lahan Kosong Terhadap Kemiskinan di Kota Bengkulu. *TATA LOKA*, 24(4): 282-294. <https://doi.org/10.14710/tataloka.24.4.282-294>.
- Islam, H. S., Suryoputro, A. A. D. & Handoyo, G. 2022. Studi Perubahan Garis Pantai 2017 – 2021 di Pesisir Kabupaten Batang, Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, 4(4): 19-33. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v4i4.15626>.
- Kabir, M. A., Salauddin, M., Hossain, K. T., Tanim, I. A., Saddam, M. M. H. & Ahmad, A. U. 2020. Assessing The Shoreline Dynamics of Hatiya Island of Meghna Estuary in Bangladesh Using Multiband Satellite Imageries and Hydro Meteorological Data. *Regional Studies in Marine Science*, 35: 101167. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101167>.
- Kushardono, D. 2019. *Klasifikasi Digital Data Penginderaan Jauh Mendukung Percepatan Penyediaan Informasi Geospasial*. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional. Jakarta.
- Martuti, N. K. T., Setyowati, D. L., Irsadi, A. & Heriyanti, A. P. 2023. Pengembangan Kampung Tematik Berbasis Potensi Lokal Dalam Mendukung Konservasi Wilayah Pesisir Kelurahan Tugurejo. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian kepada Masyarakat 2021*, Jakarta. 4 November 2021.
- McFeeters, S. K. 1995. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*, 17(7): 1425-1432. <https://doi.org/10.1080/01431169608948714>.
- Muttaqin, I., Purnaweni, H. & Priyadi, B. P. 2023. Strategi Pengembangan Parawisata Pantai Tirang Kecamatan Tugu Kota Semarang. *Journal of Public Policy and Management Review*, 13(1): 1-13. <https://doi.org/10.14710/jppmr.v13i1.42444>.
- Ningwuri, A. A. 2017. Dua Budaya: Pertanian Dan Industri Studi Kasus dalam Masyarakat Pesisir Dukuh Tapak Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Kota Semarang. *Sabda: Jurnal Kajian Kebudayaan*, 10(2): 1-10.

- Octaviana, D. A., Rochaddi, B., Atmodjo, W., Subardjo, P., Zainuri, M., Yusuf, M. & Rifai, A. 2020. Analisis Abrasi dan Akresi di Muara Sungai Kali Bodri, Kabupaten Kendal. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(2): 137-146. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v2i2.7426>.
- Prabowo, D., Muskananfolo, M. R. & Purwanti, F. 2017. Analisis Kerentanan Pantai Maron dan Pantai Tirang Kecamatan Tugu Kota Semarang. *Journal of Maquares*, 6(4): 555-563. <https://doi.org/10.14710/marj.v6i4.21348>.
- Prasetyo, B. A., Rochaddi, B. & Satriadi, A. 2019. Aplikasi Citra Sentinel-2 untuk Pemetaan Sebaran Material Padatan Tersuspensi Di Muara Sungai Wulan Demak. *Journal of Marine Research*, 8(4): 379-386. <https://doi.org/10.14710/jmr.v8i4.25193>.
- Rahman, B., Karmilah, M., Kautsary, J. & Ridlo, M. A. 2021. The Tidal Flooding Causes in The North Coast of Central Java: A Systemic Literature Review. *Journal of Southwest Jiaotong University*, 56(6): 184-194. <https://doi.org/10.35741/issn.0258-2724.56.6.15>.
- Romadoni, A. A., Ario, R. & Pratikto, I. 2023. Analisa Kesehatan Mangrove di Kawasan Ujung Piring dan Teluk Awur Menggunakan Sentinel-2A. *Journal of Marine Research*, 12(1): 71-82. <https://doi.org/10.14710/jmr.v12i1.35040>.
- Sarastika, T. 2021. Valuasi Ekonomi Jasa Ekosistem Mangrove di Wilayah Pesisir Kota Pekalongan. *Geomedia: Majalah dan Informasi Kegeografian*, 19(1): 26-34. <http://dx.doi.org/10.21831/gm.v19i1.40161>.
- Septianti, K. & Sunarto. 2017. *Pemodelan Dinamika Garis Pantai Berdasarkan Karakteristik Sedimen Pantai Maron dan Pantai Tirang Kota Semarang Jawa Tengah*. UGM Press. Yogyakarta.
- Setiawan, F. 2021. Analisis Perubahan Tutupan/Penggunaan Lahan Kabupaten Bangka Selatan Tahun 2015-2020. *Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat 2021*, Pangkalpinang, 29-30 September 2021.
- Sardiyatmo, Supriharyono & Hartoko, A. Dampak Dinamika Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Multi Temporal Pantai Semarang Provinsi Jawa Tengah. *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 8(2): 33-37. <https://doi.org/10.14710/ijfst.8.2.33-37>.
- Voinov, M., Isfan, A., Ursic, V., Bertici, R. & Herbei, M. V. 2021. Use Of Sentinel 2 Images In Land Management. *Research Journal of Agriculture Science*, 53(4): 250-257.
- Yasir, M., Sheng, H., Fan, H., Nazir, S., Niang, A. J., Salauddin, M. & Khan, S. 2020. Automatic Coastline Extraction and Changes Analysis Using Remote Sensing and GIS Technology. *IEEE Access*, 8: 180156-180170. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3027881>.
- Zaidan, R. R., Suryono, C. A., Pratikto, I. & Taufiq-Spj, N. 2022. Penggunaan Citra Satelit Sentinel-2A untuk Mengevaluasi Perubahan Garis Pantai Semarang Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 11(2): 105-113. <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i2.33395>.