



## PEMANTAUAN PERUBAHAN GARIS PANTAI MENGGUNAKAN METODE NET SHORELINE MOVEMENT (NSM) DI WILAYAH KABUPATEN KULONPROGO, YOGYAKARTA

Bandi Sasmito<sup>1</sup>, Bagus Dewo Pratomo<sup>1</sup>, Nurhadi Bashit<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Geodesi-Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof Soedarto, SH, Tembalang, Semarang-50277 Telp./Faks: (024) 76480788, e-mail:  
Bagusdewoprato@students.undip.ac.id

### ABSTRAK

Pemantauan garis pantai merupakan hal yang penting dilakukan untuk mengetahui abrasi dan akresi garis pantai, terutama di sepanjang pantai selatan Yogyakarta karena perairan Pantai Selatan Yogyakarta merupakan wilayah dari pesisir Pantai Jawa yang berhadapan langsung dengan Samudra Hindia. Hal tersebut mempengaruhi adanya perubahan garis pantai di wilayah tersebut serta rawannya bencana alam yang dapat terjadi di wilayah tersebut seperti abrasi, akresi, longsor dan gerakan tanah. Berdasarkan hal tersebut, peneliti ini mengkaji mengenai perubahan garis pantai di Kabupaten Kulonprogo. Metode dalam pengolahan perubahan garis pantai pada penelitian ini menggunakan *Net Shoreline Movement* (NSM). Penelitian ini menggunakan citra Landsat 7 dan 8 dengan menerapkan metode *Normalized Difference Water Index* (NDWI) dan *Thresholding* untuk mengekstraksi garis pantainya. Penelitian ini menggunakan data citra Landsat 7 dan 8 pada tahun 2010, 2012, 2014, 2016, 2018, dan 2020 sehingga dapat mengetahui laju perubahan dari garis pantai pada wilayah tersebut. Hasil penelitian ini adalah laju perubahan garis pantai tahun 2010 hingga 2020 menggunakan metode NSM pada DSAS. Pada hasil pengolahan memperlihatkan perubahan garis pantai yang didominasi oleh abrasi. Abrasi yang terjadi memiliki jarak sejauh -18,04 meter pada Kecamatan Temon, lalu pada Kecamatan Panjatan mengalami abrasi dengan jarak sejauh -12,96 meter dan Kecamatan Galur mengalami abrasi sejauh -16,80 meter. Tidak hanya terjadi abrasi namun ada juga kecamatan yang mengalami akresi dengan jarak sejauh 11,64 meter pada Kecamatan Wates. Dari hasil pengolahan NSM pada Kabupaten Kulonprogo didapatkan hasil rata-rata abrasi sejauh -9,04 meter dari tahun 2010 hingga 2020.

**Kata kunci :** *Abrasi, Akresi, DSAS, Garis Pantai, dan NSM.*

### ABSTRACT

*Coastline monitoring is an important thing to do to determine shoreline abrasion and accretion, especially along the south coast of Yogyakarta because the waters of the South Coast of Yogyakarta are an area from the coast of Java which is directly opposite the Indian Ocean. This affects the changes in the coastline in the area as well as the vulnerability of natural disasters that can occur in the area such as abrasion, accretion, landslides and ground movements. Based on this, this researcher examines changes in the coastline in Kulonprogo Regency. The method in processing shoreline changes in this study uses the Net Shoreline Movement (NSM). This study uses Landsat 7 and 8 images by applying the Normalized Difference Water Index (NDWI) and Thresholding methods to extract the coastline. This study uses Landsat 7 and 8 image data in 2010, 2012, 2014, 2016, 2018, and 2020 so that it can determine the rate of change of the coastline in the region. The result of this study is the rate of shoreline change from 2010 to 2020 using the NSM method on the DSAS. The processing results show changes in the coastline which are dominated by abrasion. The abrasion that occurred had a distance of -18.04 meters in Temon District, then Panjatan District experienced abrasion with a distance of -12.96 meters and Galur District experienced -16.80 meters of abrasion. Not only abrasion occurs, but there are also sub-districts that experience accretion with a distance of 11.64 meters in Wates District. From the results of NSM processing in Kulonprogo Regency, it was found that the average abrasion was -9.04 meters from 2010 to 2020.*

**Keywords :** *Abrasion, Accretion, Coastline, DSAS, and NSM.*

**1. PENDAHULUAN**

Indonesia dikenal sebagai negara maritim terbesar di dunia dan sering disebut sebagai negara kepulauan. Indonesia dikelilingi oleh perairan yang sangat luas yaitu 3,25 juta km<sup>2</sup> (Direktorat Jendral Pengelolaan Ruang laut, 2020). Wilayah perairan Indonesia yang luas memerlukan perhatian melalui observasi pada wilayah tersebut baik dari aspek geografis hingga sosial. Daerah pesisir pantai merupakan wilayah yang perlu mendapatkan perhatian karena dapat terjadi perubahan garis pantai.

Perubahan garis pantai merupakan permasalahan yang diakibatkan oleh adanya abrasi dan akresi sehingga menjadi faktor terjadinya perubahan garis pantai. Pemantauan perubahan garis pantai perlu dilakukan secara berkala agar dalam pengelolaan sumber daya untuk perencanaan mitigasi bencana dan pengaturan pembangunan seperti bangunan-bangunan sekitar pantai. Perairan Pantai Selatan Yogyakarta merupakan wilayah dari pesisir Pantai Jawa yang memiliki perairan terbuka dengan horizon pantainya yang berhadapan langsung dengan Samudra Hindia. Hal ini mempengaruhi rawannya bencana alam yang dapat terjadi di wilayah tersebut seperti abrasi, longsor dan gerakan tanah (M. Akrom Mustafa, 2007). Perubahan garis pantai yang terjadi di pesisir Pantai Yogyakarta mempengaruhi kegiatan yang ada di daerah pesisir, seperti pemukiman warga maupun aktivitas wisata.

Berdasarkan hal tersebut, pemantauan perubahan garis pantai perlu dilakukan untuk mengetahui terjadinya abrasi dan akresi. Pemantauan perubahan garis pantai Selatan Yogyakarta pada penelitian ini berfokus pada wilayah Kabupaten Kulonprogo. Penelitian ini menggunakan metode penginderaan jauh untuk mengetahui adanya perubahan garis pantai. Metode ini memiliki kelebihan dapat melakukan perhitungan abrasi ataupun akresi secara otomatis. Pengoalahan perubahan garis pantai pada penelitian ini menggunakan metode NSM. Garis pantai diperoleh dari hasil ekstraksi dari Citra Landsat menggunakan metode NDWI dan *thresholding*. Citra Landsat yang digunakan pada penelitian ini yaitu citra Landsat 7 untuk tahun 2010 dan 2012, serta citra landsat 8 untuk tahun 2014, 2016, 2018, dan 2020.

Harapan serta tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui informasi terkait abrasi maupun akresi pantai yang telah terjadi di Provinsi DIY khususnya Kabupaten Kulon Progo sejak tahun 2010 hingga tahun 2020 serta dapat membantu sebagai keluaran mengenai garis pantai untuk penelitian selanjutnya.

**2. METODE PENELITIAN**

**2.1 Alat dan Data Penelitian**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. *Hardware* :  
Laptop Asus A456UR, *Smartphone* guna dokumentasi, *GPS Handheld*

2. *Software* :  
Ms. Office 2016, ArcGIS 10.3, ENVI 5.1.

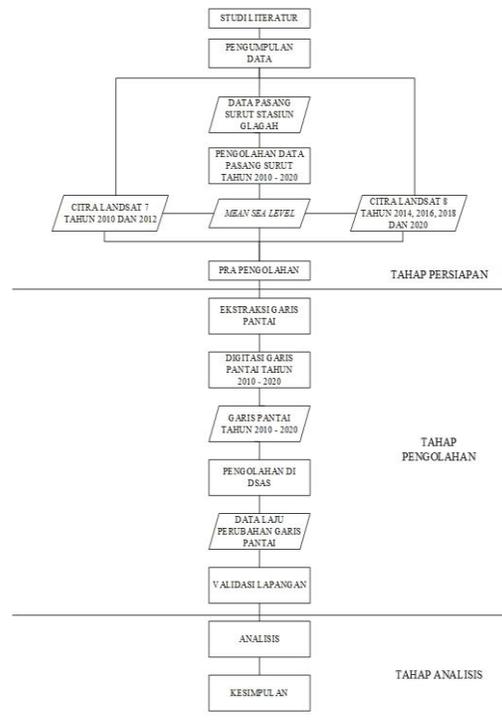
Data penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 1.** :

**Tabel 1.** Data Penelitian

No	Data	Tahun	Keterangan
1	Landsat 7	8 Juni 2010	Sumber : <a href="http://earthexplorer.usgs.gov/">http://earthexplorer.usgs.gov/</a>
2	Landsat 7	28 Mei 2012	
3	Landsat 8	10 Mei 2014	
4	Landsat 8	28 Maret 2016	
5	Landsat 8	5 Mei 2018	
6	Landsat 8	10 Mei 2020	
7	Pasang surut	2010 – 2020	Sumber : Badan Informasi Geospasial (BIG).
8	Data Validasi	2021	Pengambilan data langsung

**2.2 Diagram Alir Penelitian Penelitian**

Tahapan pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1.**



**Gambar 1.** Diagram alir penelitian

### 2.3 Tahapan Pra Pengolahan Data

#### 2.3.1. Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik bertujuan untuk memperbaiki nilai-nilai piksel menjadi sesuai dengan nilai piksel yang sesungguhnya (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, 2015). Koreksi radiometrik ini biasanya mempertimbangkan faktor-faktor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan utamanya seperti kondisi atmosfer, sudut sinar matahari (*Topographic Correction*), sensitifitas (kesalahan) sensor (Danoedoro, 2012).

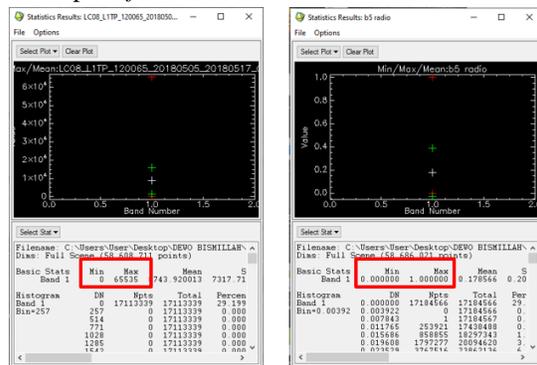
Rumus koreksi radiometrik yang digunakan untuk Landsat yang digunakan pada penelitian ini (Agita Setya H, 2016).

$$\rho\lambda = \frac{Mp + Qcal + Ap}{\sin(\theta se)} \quad (1)$$

Keterangan :

- $\rho\lambda$  = Nilai reflektan (yang telah terkoreksi sudut matahari)
- $Mp$  = Konstanta *rescalling* (REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_X)
- $Qcal$  = Nilai Piksel (*Digital Number*)
- $Ap$  = Konstanta Penambah (REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_X)
- $\theta se$  = Sudut elevasi matahari saat perekaman citra

Koreksi radiometrik merupakan proses perubahan DN (*Digital Number*) menjadi ToA (*Top of Atmospheric*) atau disebut juga dengan nilai radian. Proses koreksi ini dapat dilakukan dengan beberapa aplikasi salah satunya menggunakan aplikasi ENVI dengan memasukan rumus atau formula koreksi radiometrik yang dapat dilihat pada formula 1. Nilai yang dibutuhkan untuk menjalankan *formula* koreksi geometik dapat dilihat pada *file metadata* citra.



Gambar 2. (Kiri) Sebelum koreksi (Kanan) Setelah koreksi

Fungsi koreksi radiometrik dilakukan ialah memodifikasi nilai DN yang ada pada setiap piksel

dan *band* citra yang digunakan agar pengaruh *noise* pada citra menjadi hilang atau tereliminasi. Salah satu tujuan sebenarnya melakukan koreksi radiometrik ini yaitu untuk melakukan rekonstruksi DN agar terkalibrasi dan terkoreksi dengan baik secara fisik. Koreksi radiometrik pada citra yang digunakan akan menghasilkan DN dengan hasil minimal pada nilai 0 dan hasil maksimal pada nilai 1.

#### 2.3 Ekstraksi Garis Pantai

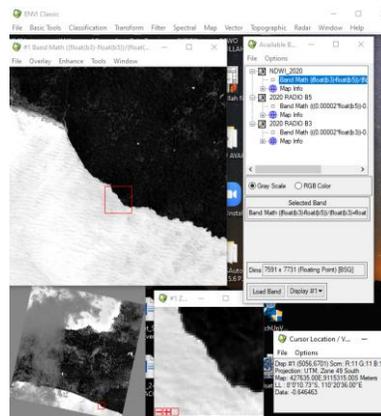
Metode *Normalized Difference Water Index* (NDWI) merupakan metode yang digunakan untuk membandingkan tingkat kebasahan pada citra satelit, metode NDWI menggunakan *band 3 (Green)* digunakan untuk menilai kekuatan tanaman dan tubuh air dan *band 5 (NIR)* untuk menekankan kandungan biomassa (Hernoza, 2020).

Metode NDWI banyak digunakan untuk meneliti garis pantai. Transformasi melalui metode NDWI dapat menghasilkan pembagian daerah perairan dan daratan. Algoritma yang dipakai dalam NDWI *band* hijau dan *band* inframerah dekat. NDWI dirumuskan sebagai berikut (Erlansari, 2020):

$$NDWI = \frac{Green - NIR}{Green + NIR} \quad (2)$$

Keterangan :

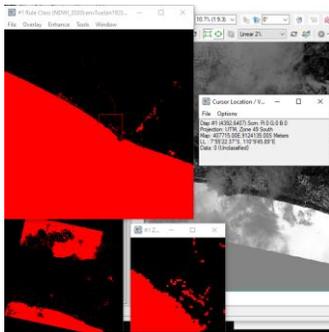
- Green = *Band 3 Landsat 8 dan band 2 Landsat 7*
- NIR = *Band 5 Landsat 8 dan band 4 Landsat 7*



Gambar 3. Hasil Pengolahan NDWI Tahun 2020

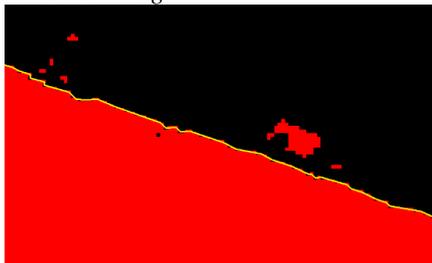
Hasil pengolahan NDWI yang dilakukan *thresholding* berfungsi untuk menentukan garis pantai. *Thresholding* adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan segmentasi citra digital (Santi, 2011). Segmentasi citra digital ini diproses dengan menggunakan nilai ambang otomatis dengan cara mengubah citra *grayscale* menjadi hitam putih. Nilai tersebut berdasarkan dari perbandingan nilai ambang batas dengan nilai warna pada piksel di citra *digital*.

*Thresholding* digunakan untuk membagi gambar input ke dalam dua kelas: piksel yang memiliki nilai kurang dari *threshold* dan lebih dari *threshold*, Gambar dari hasil pengolahan ini digunakan untuk analisis yang lebih detail dari masing-masing kelas secara terpisah (Sasmito, 2019).



Gambar 4. Hasil *thresholding* tahun 2020

Proses pengolahan NDWI berfungsi untuk mempermudah peneliti dalam proses *digitasi* garis pantai. Pengolahan NDWI yang telah berhasil dilakukan akan berlanjut ke proses pengolahan menggunakan metode *thresholding*. Proses *thresholding* ini digunakan agar seluruh nilai pada daratan sehingga lautan pada citra dapat terlihat secara jelas dengan tujuan mempermudah melihat garis pantai yang akan diekstraksi. *Split Line at Vertice* pada ArcGIS dilakukan setelah melalui metode *thresholding*.



Gambar 5. Hasil pemilihan garis

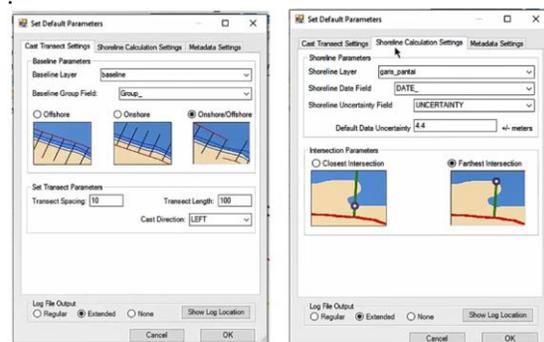
#### 2.4 Pengolahan Perubahan Garis Pantai Menggunakan DSAS

*Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) merupakan suatu *software* tambahan yang dapat bekerja pada *software* ArcGIS yang dikembangkan oleh ESRI bersama USGS. *Software* ini bersifat terbuka atau *open source*. DSAS ini dimanfaatkan untuk perubahan garis pantai. Selain itu, DSAS juga dapat digunakan untuk setiap perubahan batas-batas lain dengan rentang waktu yang jelas. Garis transek dibuat oleh peneliti berdasarkan waktu yang ditentukan sebelum melakukan proses perhitungan perubahan garis pantai (Himmelstoss, 2009).

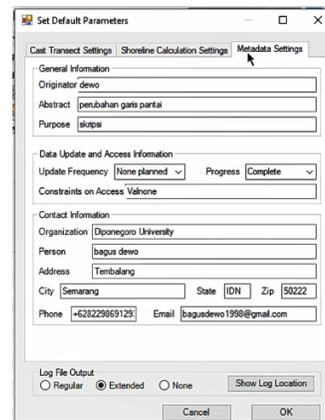
DSAS memiliki beberapa metode yang digunakan untuk perhitungan garis pantai salah satunya NSM. *Net Shoreline Movement* (NSM) adalah metode untuk mengukur jarak perubahan garis pantai antara garis pantai yang terlama dengan garis pantai terbaru.

Pengolahan DSAS dilakukan pada *software* ArcGIS dengan tujuan untuk menghasilkan bentuk perubahan garis pantai yang akan dianalisis lebih lanjut pada bab berikutnya. Metode DSAS dijalankan dengan membuat personal *geodatabase* pada ArcGIS untuk mengelompokkan garis-garis pantai yang dimiliki. Pembuatan *geodatabase* dengan membuat *feature* baru yaitu dengan tipe garis atau *Line Feature*. Terdapat 2 *geodatabase* yang akan dibuat yaitu *geodatabase* untuk *baseline* dan untuk *shoreline*.

Pada *geodatabase baseline* dibuat sebagai titik awal penarikan garis transek. Pertama, mengisi parameter untuk transek seperti Gambar 6. Kedua, mengisi parameter untuk *shoreline* seperti Gambar 6. Terakhir, mengisi parameter meta data yang akan dihasilkan dari proses tersebut seperti Gambar 7.



Gambar 6. Set Default Parameter Transect (Kiri) dan Shoreline (Kanan)



Gambar 7. Set Default Parameter Metadata

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil dan Analisis Perubahan Garis Pantai

Perubahan garis pantai dari tahun 2010 hingga 2020 dari hasil pengolahan dengan mengambil garis *baseline* baru. Pengambilan garis *baseline* baru tersebut didapatkan dari hasil gabungan garis pantai yang paling mendekati dari daratan. *Baseline* yang dihasilkan digunakan untuk membuat transek yang menjadi titik awal pengukuran dalam penelitian ini. Garis *baseline* bernilai 0 karena merupakan titik awal pengamatan sebelum dilakukannya pengolahan. *Shoreline* berisi garis pantai tahun 2010 hingga 2020 sesuai dengan periode penelitian ini. Peneliti menghitung total perubahan garis pantai yang telah terjadi dari tahun 2010 hingga 2020 serta menghitung perubahan abrasi dan akresi yang terjadi pada wilayah penelitian dengan menggunakan metode NSM.

Garis transek dalam penelitian ini memiliki rentang jarak sejauh 15 m. Besaran tersebut dipilih agar jarak antar transek berada disetiap piksel citra yang digunakan dan menjadi lebih teliti. Pada sisi lain, *baseline* dapat mengidentifikasi *shoreline* dengan jarak 500 m dari area *baseline* dengan tujuan agar semua garis pantai dapat teridentifikasi. Perhitungan yang dilakukan oleh NSM dengan bantuan garis transek ditampilkan dalam tabel yang dinamakan tabel *intersect*. Nilai perubahan pada transek dihitung dengan *calculate rate*. Metode NSM menghasilkan nilai jarak perubahan garis pada tahun tertua dengan tahun termuda dalam penelitian yang digunakan. Pengolahan DSAS akan secara otomatis menghitung perubahan garis pantainya berdasarkan algoritma NSM sesuai dengan metode yang dipakai dalam penelitian ini.

Hasil perhitungan yang dilakukan oleh metode NSM pada DSAS menghasilkan 1664 garis transek yang melintasi 4 kecamatan di area penelitian. Rata-rata yang dihasilkan dari perubahan garis pantai tersebut sejauh -9,044m kearah daratan sehingga bisa dikatakan mengalami abrasi. Garis transek pada setiap kecamatan memiliki jumlah yang berbeda tergantung bentuk dan luasan area kecamatannya. NSM menghasilkan 2 nilai yaitu positif (akresi) dan negatif (abrasi). Hasil dari perhitungan garis pantai dengan metode NSM dapat dilihat pada **Gambar 8**.

KABUPATEN	KECAMATAN	JUMLAH TRANSEK	RATA-RATA	NILAI MAKSIMAL	NILAI MINIMAL
KULONPROGO	TEMON	583	-18.0487	28.7	-82.4
	WATES	248	11.6471	130.25	6.14
	PANJATAN	489	-12.9694	63.22	15.16
	GALUR	344	-16.8077	93.04	16.99
TOTAL		1664	-9.044675		

**Gambar 8.** Tabel hasil pengolahan NSM

#### 3.1.1 Hasil dan Analisis Perubahan Garis Pantai Di Kecamatan Temon

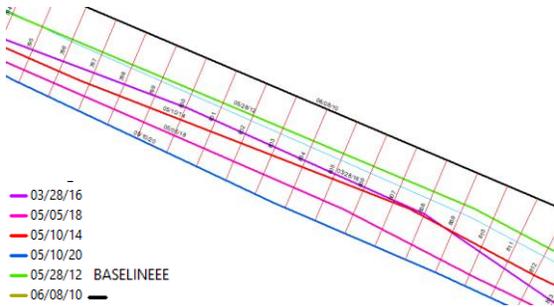
Pada pengolahan garis pantai di Kecamatan Temon menghasilkan jumlah garis transek sebanyak 583 garis. Garis transek ini memberikan hasil pengolahan dengan rata-rata perubahan sejauh -18,048 m dari tahun 2010 hingga 2020. Perubahan ini dapat disimpulkan bahwa Kecamatan Temon mengalami abrasi terparah dibandingkan dengan kecamatan lainnya. Contoh perubahan garis pantai pada Kecamatan Temon dapat dilihat pada **Gambar 9**.



**Gambar 9.** Contoh perubahan garis pantai di Kecamatan Temon

#### Hasil dan Analisis Perubahan Garis Pantai Di Kecamatan Wates

Pada pengolahan garis pantai di Kecamatan Wates menghasilkan jumlah garis transek yang berbeda dari Kecamatan Temon dikarenakan perbedaan bentuk dan luas wilayah administrasinya. Kecamatan Wates ini menghasilkan garis transek sebanyak 248 garis. Garis transek ini memberikan hasil pengolahan dengan rata-rata perubahan sejauh 11,647 m dari tahun 2010 hingga 2020. Perubahan ini dapat disimpulkan bahwa Kecamatan Wates merupakan satu-satunya kecamatan yang mengalami fenomena akresi di Kabupaten Kulonprogo. Contoh perubahan garis pantai pada Kecamatan Wates dapat dilihat pada **Gambar 10**.



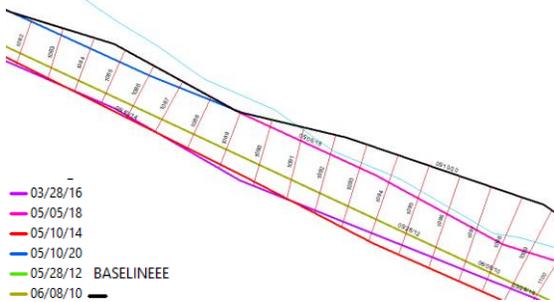
**Gambar 10.** Contoh perubahan garis pantai di Kecamatan Wates



**Gambar 12.** Contoh perubahan garis pantai di Kecamatan Galur

### 3.1.3 Hasil dan Analisis Perubahan Garis Pantai Di Kecamatan Panjatan

Kecamatan Panjatan juga mengalami perubahan garis pantai setelah dilakukannya pengolahan pada DSAS. Garis transek yang dihasilkan dari Kecamatan Panjatan sebanyak 489 garis. Pengolahan perubahan garis pantai pada kecamatan ini menghasilkan kesimpulan bahwa Kecamatan Panjatan mengalami fenomena abrasi dengan rata-rata perubahan garis pantai sejauh -12,969 m. Contoh perubahan garis pantai pada Kecamatan Panjatan dapat dilihat pada **Gambar 11**.



**Gambar 11.** Contoh perubahan garis pantai di Kecamatan Panjatan

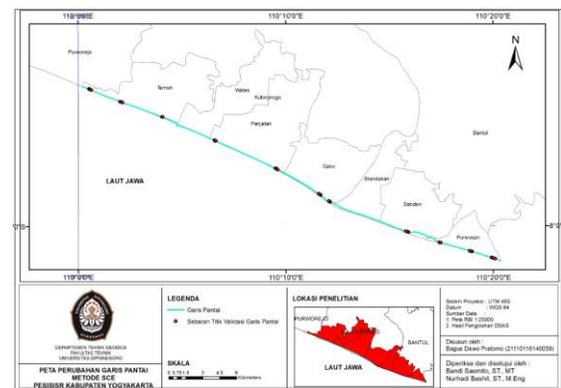
### 3.1.4 Hasil dan Analisis Perubahan Garis Pantai Di Kecamatan Galur

Kecamatan Galur merupakan kecamatan terakhir yang diolah pada penelitian ini. Garis transek yang dihasilkan kecamatan ini sebanyak 344 garis. Pada pengolahan DSAS, kecamatan ini menghasilkan perubahan garis pantai dengan nilai rata-rata perubahan -16,807 m. Dilihat dari nilai yang dihasilkan, dapat disimpulkan bahwa Kecamatan Galur mengalami abrasi yang cukup besar namun tidak separah Kecamatan Temon. Contoh perubahan garis pantai pada Kecamatan Galur dapat dilihat pada **Gambar 12**.

## 3.2 Hasil dan Analisis Validasi Garis Pantai

Validasi pada penelitian ini juga dilakukan untuk mengetahui akurasi dari pengolahan yang telah dilakukan. Peralatan yang digunakan dalam melakukan validasi ialah *GPS handheld* untuk mendapatkan koordinat dari daratan yang berbatasan langsung dengan garis pantai tersebut dan *Smartphone* yang digunakan untuk dokumentasi.

Proses validasi garis pantai yang dilakukan pada penelitian ini dengan mengambil titik sampel sebanyak 40 titik yang tersebar di bibir pantai. Terdapat 3 titik yang menunjukkan ketidaksesuaian dengan hasil pengolahan. Sisa dari titik lainnya memperlihatkan data yang sesuai. Berdasarkan persentasi kesesuaian validasi pada persamaan, didapatkan hasil dari persentasi sesesuaian yang didapatkan dari hasil validasi garis panta ini sebesar 92,5%.



**Gambar 13.** Peta persebaran titik validasi garis pantai

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 KESIMPULAN

Hasil kesimpulan yang didapatkan berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan ialah:

Perubahan garis pantai pada daerah Provinsi Yogyakarta khususnya Kabupaten Kulonprogo dari

tahun 2010 hingga 2020, menghasilkan rata-rata perubahan jarak sejauh -9,044m atau dapat dikatakan mengalami abrasi dengan total garis transek sebanyak 1664 garis. Menggunakan pendekatan statistik NSM pada DSAS menghasilkan masing-masing kecamatan memiliki jumlah garis transek yang berbeda tergantung dari bentuk dan luasan area Kecamatannya. Akurasi dari penelitian ini bisa dikatakan baik karena pengolahan hasil validasi menunjukkan 3 kesalahan dari total 40 titik sebaran validasi dengan akurasi sebesar 92,5%.

#### 4.2 SARAN

Berikut adalah saran dari peneliti berdasarkan dari hasil penelitian untuk keterbaruan penelitian selanjutnya:

1. Gunakan citra yang bersih dari awan guna mempermudah pengolahan ekstraksi garis pantai.
2. Pastikan citra yang digunakan adalah citra dengan resolusi yang baik agar akurasi pengolahan menjadi lebih akurat dalam pembuatan garis pantai dan memberikan hasil yang baik.
3. Pastikan perencanaan validasi secara matang agar pada saat melakukan proses validasi dilakukan secara efisien.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Akrom, M, Yudhicara, 2007. Karakteristik Pantai Dan Resiko Tsunami di Kawasan Pantai Selatan Yogyakarta. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan.
- Danoedoro, P, 2012. Pengantar penginderaan jauh digital. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Direktorat Jendral Pengelolaan Ruang Laut (KKP), 2020. Konservasi Perairan Sebagai Upaya menjaga Potensi Kelautan dan Perikanan Indonesia. Jakarta : KKP
- Erlansari, A, Susilo, B, Hernoza, F. 2020. OPTIMALISASI DATA LANDSAT 8 UNTUK PEMETAAN DAERAH RAWAN BANJIR DENGAN NDVI dan NDWI ( Studi Kasus : Kota Bengkulu ). Bengkulu : Universitas Bengkulu Indonesia.
- Hernoza, F. 2020. Pemetaan Daerah Rawan Banjir Menggunakan Penginderaan Jauh Dengan Metode *Normalized Difference Vegetation Index*, *Normalized Difference Water Index* Dan *Simple Additive Weighting* (Studi Kasus: Kota Bengkulu). Bengkulu : Universitas Bengkulu Indonesia.
- Himmelstoss, E.A. 2009. Digital Shoreline Analysis System (Dsas) Version 4.0 - An

Arcgis Extension For Calculating Shoreline Change. *United States: U.S. Geological Survey Open File Report 2008-1278.*

- Lembaga Penerbangan Dan Antariksa Nasional (LAPAN), 2015. Pedoman Pengolahan Data Penginderaan Jauh Landsat 8 untuk MPT. Jakarta : LAPAN.
- Santi, C. N. 2011. Mengubah Citra Berwarna Menjadi *Gray-Scale* dan Citra Biner. Semarang : Universitas Stikubank Semarang.
- Sasmito, B. 2019. Kajian Deteksi Dan Penentuan Garis Pantai Dengan Metode Terestris Dan Pengindraan Jauh. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Setya A.H, 2016. Analisis akurasi citra modis dan citra landsat 8 menggunakan algoritma *normalized burn ratio* untuk pemetaan area terbakar (Studi Kasus : Provinsi Riau). Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Maret