

ANALISIS PERUBAHAN KERAPATAN TANAMAN MANGROVE TERHADAP PERUBAHAN GARIS PANTAI DI KABUPATEN PATI DENGAN METODE PENGINDERAAN JAUH DAN APLIKASI *DIGITAL SHORELINE ANALYSIS SYSTEM (DSAS)* TAHUN 2017-2020

Thia Prahesti¹, Nurhadi Bashit¹, Yasser Wahyuddin¹

¹Departemen Teknik Geodesi-Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Email : thiap@students.undip.ac.id

(Diterima 13 Oktober 2020, Disetujui 4 Desember 2020)

ABSTRAK

Kabupaten Pati memiliki garis pantai sepanjang 60 km dengan karakteristik pantai yang berlumpur. Masyarakat pesisir di Kabupaten Pati sangat bergantung pada hasil pantai dan laut, sehingga wilayah pesisir perlu dijaga kelestariannya. Penurunan kualitas lingkungan pesisir dapat diindikasikan dengan melihat kualitas tanaman mangrove. Pemerintah Kabupaten Pati melakukan penanaman mangrove secara berkala untuk memperbaiki kualitas hidup di lingkungan pesisir pantai, namun belum ada pengawasan. Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui hubungan antara perubahan kerapatan tanaman mangrove dengan perubahan garis pantai di Kabupaten Pati tahun 2017-2020. Penelitian ini menggunakan metode penginderaan jauh dan SIG dengan menggunakan metode transformasi indeks air NDWI dalam penentuan garis pantai pada Citra Sentinel-2 tahun 2017-2020, reduksi garis menggunakan DEMNAS dan MSL, kemudian diolah dengan SIG menggunakan DSAS untuk mendapatkan hasil perubahan garis pantai (NSM) serta klasifikasi terbimbing untuk tutupan lahan dan indeks vegetasi NDVI dan GNDVI yang digunakan untuk memetakan kerapatan vegetasi mangrove di pesisir Kabupaten Pati. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata perubahan garis pantai di Kabupaten Pati mengalami penambahan sebesar 22,260 m. Perubahan luasan mangrove di pesisir Kabupaten Pati mengalami kenaikan sebesar 86,634 Ha. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa hubungan perubahan kerapatan mangrove dengan perubahan garis pantai di pesisir Kabupaten Pati menggunakan regresi linear sederhana dengan hasil koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,089 dan koefisien korelasinya (R) sebesar 0,299. Hasil ini menunjukkan korelasi cukup. Perhitungan uji F untuk mengetahui perubahan kerapatan mangrove dengan perubahan garis pantai memiliki pengaruh signifikan, sehingga jika nilai kerapatan mangrove semakin tinggi maka perubahan garis pantai akan cenderung bertambah (akresi).

Kata kunci : DSAS, garis pantai, mangrove, penginderaan jauh

ABSTRACT

Pati Regency has a coastline of 60 km with a characteristic muddy beach. The coastal community in Pati Regency is very dependent on coastal and marine products, so it needs to be preserved. A decrease in coastal environment quality can be indicated by looking at the mangrove of quality plants. The Government of Pati Regency carries out regular mangrove planting to improve the quality of life in the coastal environment, but there is no supervision. This study uses remote sensing technology and GIS to determine the relationship between changes in mangrove plant density and changes in coastlines in Pati Regency from 2017 to 2020. This study uses remote sensing methods using the NDWI water index transformation method to determine the shoreline from Sentinel-2-year image. 2017-2020, MSL reduction using DEMNAS and MSL, then processed with a Geographical Information System using DSAS to obtain the results of shoreline changes (NSM) as well as guided classifications for land cover and vegetation indexes NDVI and GNDVI which are used to map mangrove vegetation density on the coast of the Pati Regency. The results showed that the average change in the coastline in Pati Regency has increased by 22,260 m. Changes in the area of mangroves on the coast of Pati Regency have increased by 86.634 hectares. The results also showed that the relationship between changes in mangrove density and shoreline changes on the coast of Pati Regency used simple linear regression with the coefficient of determination (R^2) of 0,089 and the correlation coefficient (R) of 0,299. These results indicate a correlation enough. The calculation of the F test to determine changes in mangrove density with changes in shoreline has a significant effect, so that if the value of mangrove density is higher, changes in shoreline will tend to increase (accretion).

Keywords : coastline, DSAS, mangrove, remote sensing

1. PENDAHULUAN

Pantai merupakan tempat bertemunya daratan dan perairan pada permukaan bumi dari muka laut rata-rata terendah sampai muka air tertinggi (Sandy, 1996). Garis pantai dapat mengalami perubahan secara terus menerus yang meliputi proses pengikisan (erosi) dan penambahan (akresi). Hutan mangrove merupakan sebutan untuk ekosistem khusus yang tumbuh di sepanjang pantai maupun sungai dan dipengaruhi oleh pasang surut air laut, sehingga dapat dikatakan sebagai *interface ecosystem* yang dapat menghubungkan ke arah daratan serta pesisir muara (Nybakken, 1993).

Hubungan antara ekosistem hutan bakau dan garis pantai dapat dijumpai di seluruh garis pantai di Indonesia. Kabupaten Pati merupakan wilayah pesisir yang berada di bagian utara Pulau Jawa dengan panjang pantai 60 km dengan ciri pantai berlumpur. Penjagaan garis pantai kini mulai disadari oleh Pemerintah Kabupaten Pati. Salah satu penjagaan garis pantai yang dapat dilakukan adalah pengadaan dan penanaman tanaman mangrove secara berkala. Pihak manapun belum ada yang mengontrol secara bertahap hubungan antara perubahan kerapatan mangrove dan perubahan garis pantai di Kabupaten Pati. Perlu adanya penelitian yang fokus akan perubahan garis pantai secara berkala, perubahan kerapatan tanaman mangrove secara berkala, serta hubungan dari keduanya.

Teknologi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) sangat cocok untuk penelitian yang dilakukan pada area yang luas dan sulit dijangkau. Penelitian tentang perubahan garis pantai dan perubahan kerapatan mangrove sangat cocok dilakukan dengan metode ini. Ditambah dengan adanya kemudahan akses dalam mendapatkan data citra, Digital Elevation Model (DEM), dan data pasang surut (pasut) yang sudah tersedia online.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengukur perubahan garis pantai di Kabupaten Pati menggunakan teknologi penginderaan jauh dengan Citra Sentinel-2 tahun 2017 sampai 2020. Pengolahan ekstraksi garis pantai menggunakan metode transformasi indeks Normalized Difference Water Index (NDWI), direduksi nilai pasang surut sesuai Mean Sea Level (MSL) menggunakan Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS), serta menggunakan Digital Shoreline Analysis System (DSAS) dengan metode Net Shoreline Movement (NSM) untuk mendapatkan perubahan garis pantai dari terlama ke terbaru. Citra diolah dengan metode klasifikasi terbimbing dan indeks vegetasi Green Normalized Difference Water Index (GNDVI) dan Normalized Difference Water Index (NDVI) untuk mengetahui luasan dan kerapatan mangrove. Analisis dilakukan untuk mengetahui hubungan antara perubahan garis pantai dengan perubahan kerapatan

mangrove menggunakan analisis regresi linear sederhana dan uji F.

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan, penelitian ini menganalisis hubungan antara perubahan kerapatan mangrove terhadap perubahan garis pantai di pesisir Kabupaten Pati. Penelitian ini diharapkan mampu menjadi acuan dalam menangani atau mencegah terjadinya abrasi garis pantai dengan mengoptimalkan penanaman tanaman mangrove di sepanjang garis pantai Kabupaten Pati.

2. DATA DAN METODE PENELITIAN

2.1 Data Penelitian

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

Tabel 1. Data penelitian

No.	Data	Tahun	Sumber
1.	Citra Sentinel-2	2017 - 2020	https://scihub.copernicus.eu/
2.	Peta RBI 1:25.000	1999	http://tanahair.indonesia.go.id/
3.	DEMNAS	2014	http://tanahair.indonesia.go.id/
4.	Batas administrasi kecamatan	1999	http://tanahair.indonesia.go.id/
5.	Pasut Stasiun Jepara	2017 - 2020	http://ina-sealevelmonitoring.big.go.id/

2.2 Citra Sentinel-2

Citra Sentinel-2 merupakan salah satu satelit penginderaan jauh dengan sensor pasif buatan Eropa multispektal yang mempunyai 13 band. Citra terdiri dari 4 band beresolusi 10 m, 6 band beresolusi 20 m, dan 3 band bereolusi spasial 60 m dengan lebar sapuan 290 km. Format produk Sentinel-2 berbentuk Standard *Archive Format for Europe* (SAFE), termasuk data gambar dalam format JPEG2000, indikator kualitas, data tambahan, dan metadata (ESA, 2019).

2.3 DEMNAS

DEM merupakan data digital yang menggambarkan bentuk geometri permukaan bumi maupun bagiannya yang terdiri dari perkumpulan titik-titik koordinat hasil pengambilan sampel dari permukaan bumi dengan menggunakan algoritma-algoritma yang mendefinisikan permukaan tersebut (Tempfli, 1991). DEM Nasional dibangun dari beberapa sumber data meliputi IFSAR (resolusi 5m), TERRASAR-X (resolusi 5m) dan ALOS PALSAR (resolusi 11,25m), dengan menambahkan data Masspoint hasil *stereoploting*. Resolusi spasial DEMNAS adalah 0,27-arcsecond, dengan menggunakan datum vertikal EGM2008 (Badan Informasi Geospasial, 2018).

2.4 Klasifikasi Terbimbing

Klasifikasi terbimbing didefinisikan sebagai proses klasifikasi dengan menggunakan sampel dari piksel yang sudah dikenal (sesuai dengan kelas informasi di lapangan) untuk mengelompokkan piksel-piksel yang belum diketahui identitasnya (Indarto, 2017). *Composite band* atau penyusunan komposit warna diperlukan untuk mempermudah interpretasi citra pada pengolahan penginderaan jauh. Hasil RGB 8a;11;4 di citra Sentinel-2 komposit menunjukkan perbedaan yang jelas antara hutan bakau dan benda di sekitarnya (Purwanto dan Asriningrum, 2019).

2.5 Indeks Transformasi Air dan Indeks Vegetasi

Penelitian ini menggunakan indeks transformasi air dan indeks vegetasi untuk memberikan nilai dari suatu algoritma. Berikut algoritma yang digunakan.

1. NDWI

NDWI merupakan indeks transformasi air yang berasal dari prinsip yang sama dengan NDVI. NDWI diusulkan menggunakan gelombang inframerah dekat dan gelombang hijau. Rumusan indeks transformasi air NDWI (McFeeters, 1996):

$$NDWI = \frac{Green - NIR}{Green + NIR} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan (Du dkk., 2016):

- Green : Reflektan *Band* 3 dicitra Sentinel-2
- NIR : Reflektan *Band* 8 dicitra Sentinel-2

2. NDVI

Indeks vegetasi NDVI merupakan indeks yang menggambarkan tingkat kehijauan dari tanaman. Perhitungan nilai NDVI didapat dengan membandingkan nilai reflaktansi kanal inframerah dekat dengan kanal cahaya tampak. NDVI mempunyai kisaran nilai dari -1 sampai dengan 1.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- Red : Reflektan *Band* 4 dicitra Sentinel-2
- NIR : Reflektan *Band* 8 dicitra Sentinel-2

3. GNDVI

GNDVI merupakan indeks vegetasi yang dikembangkan dari indeks vegetasi NDVI dimana dalam indeks ini ditemukan konsentrasi *Chlorophil A* yang jauh lebih sensitif daripada aslinya (band merah pada NDVI) sehingga memungkinkan konsentrasi yang tepat untuk pigmen vegetasi (Gitelson dkk., 1996).

$$GNDVI = \frac{NIR - Green}{NIR + Green} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

- Green : Reflektan *Band* 3 dicitra Sentinel-2
- NIR : Reflektan *Band* 8 dicitra Sentinel-2

2.6 Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Multitemporal dan DEM

Penggunaan metode penginderaan jauh sudah sangat umum digunakan untuk mengidentifikasi garis pantai. Banyak aspek lain yang sebenarnya perlu

ditambahkan seperti pengaruh pasang surut dan kemiringan topografinya. DEM dapat dimanfaatkan secara optimal untuk membantu mengetahui posisi garis pantai yang sebenarnya karena mampu mengidentifikasi secara ideal berdasarkan nilai pasut dan kemiringan topografi (Cham dkk., 2020).

$$a = h \times \cotan \alpha \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

- a : nilai pergeseran garis pantai (m)
- h : nilai kedalaman air (m)
- α : sudut kemiringan

2.7 Digital Shoreline Analyst System (DSAS)

DSAS adalah aplikasi perangkat lunak yang tersedia secara bebas yang bekerja di dalam perangkat lunak ArcGIS. DSAS mengukur jarak antara garis dasar dan setiap persimpangan garis pantai di sepanjang *transect*, dan menggabungkan informasi tanggal, dan ketidakpastian posisi untuk setiap garis pantai, untuk menghasilkan metrik perubahan berikut. *Net Shoreline Movement* (NSM) adalah pengukuran jarak perubahan garis pantai antara garis pantai yang terlama dan garis pantai terbaru (Himmelstoss dkk., 2018).

2.8 Korelasi

Korelasi atau analisis hubungan merupakan suatu bentuk analisis data pada penelitian yang mempunyai tujuan untuk mengetahui kekuatan atau arah dari bentuk hubungan dua variabel beserta besarnya pengaruh yang diakibatkan oleh variabel satu (variabel bebas) dan variabel lainnya (variabel terikat).

Tabel 2. Tingkat korelasi (Sarwono dan Budiono, 2012)

No	Presentase korelasi	Jenis korelasi
1	0	Tidak Ada
2	0-0,25	Sangat Lemah
3	0,25-0,50	Cukup
4	0,50-0,75	Kuat
5	0,75-1	Sangat Kuat
6	1	Sempurna

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perubahan Garis Pantai di Kabupaten Pati tahun 2017-2020

- 1. Pra pengolahan citra
 - a. Pemilihan citra.

Citra dipilih dengan memperhatikan keadaan citra yang bersih dari awan dan mencatat tinggi pasut Stasiun Jepara saat jam perekaman. **Tabel 3.** merupakan citra yang dipilih berdasarkan tanggalnya.

Tabel 3. Citra dipilih berdasarkan nilai pasut

No.	Tanggal	Waktu (WIB)		Tinggi (m)
		citra	pasut	sensor 2
1.	19 Mei 2017	09:35:31	09:36	1,30
2.	14 Mei 2018	09:35:31	09:36	1,23
3.	8 Juni 2019	09:35:31	09:36	1,09
4.	12 Juni 2020	09:36:01	09:36	1,30

b. Hasil Konversi ToA ke BoA

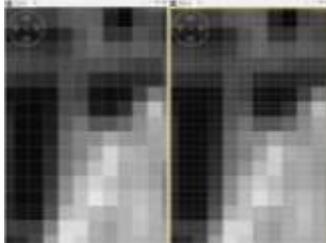
Konversi ToA ke BoA untuk mengoreksi awan *Cirrus* (awan tinggi yang tipis) dan uap air. Hasil proses menunjukkan gambar yang lebih jelas karena pantulannya yang lebih bagus karena terjadi konversi dari produk dengan *dense dark vegetation pixels*.



Gambar 1. Band 2 sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) proses Sen2Cor

c. Hasil Resampling Citra

Proses *resampling* pada SNAP dapat digunakan untuk merubah resolusi spasial *band* dengan mengacu pada *band* dengan resolusi lebih baik. Contohnya, resolusi spasial *band 11* berubah menjadi 10m.



Gambar 2. Band 11 sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) proses *resampling*

d. Hasil Mosaicking Citra

Mosaicking untuk menyatukan kedua citra menjadi satu citra yang utuh yang memuat ketujuh kecamatan sebagai area penelitian.



Gambar 3. Hasil *Mosaick*

e. Hasil Uji Akurasi Geometri

Penelitian ini dilakukan cek akurasi geometri dengan titik ICP yang mengacu pada peta RBI skala 1:25.000 wilayah Kabupaten Pati. Luas kajian area penelitian adalah 414,852 km². Berdasarkan Modul Validasi Peta Rencana Tata Ruang BIG tahun 2016, jumlah ICP adalah 20 buah (luasan area 250-500 km²).

Tabel 4. RMSE pada masing-masing citra

No.	Tanggal citra	RMSE	
		piksel	meter
1.	19 Mei 2017	0,005	0,046
2.	14 Mei 2018	0,003	0,034
3.	8 Juni 2019	0,004	0,034
4.	12 Juni 2020	0,004	0,037

2. Hasil Ekstraksi Garis Pantai Menggunakan NDWI

Semua citra hasil pra pengolahan diolah menggunakan NDWI. Hasil *bandmath* NDWI pada citra Sentinel-2 menghasilkan nilai reflektan dari -1 sampai 1. Nilai 0 merupakan nilai ambang antara dari darat dan laut. Nilai 0 kemudian didigitasi *on screen* menjadi garis pantai. **Gambar 4.** Merupakan hasil digitasi *on screen* dari pengolahan NDWI.



Gambar 4. Hasil digitasi *on screen*

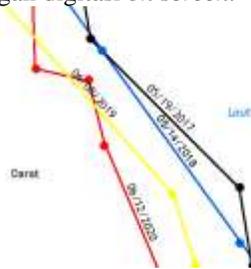
3. Hasil Reduksi Garis Pantai dengan DEMNAS dan Nilai MSL

Tabel 5. Nilai MSL citra tiap tahun

No.	Tanggal	Tinggi (m)	
		sensor 2	MSL
1.	19 Mei 2017	1,30	1,017
2.	14 Mei 2018	1,23	1,017
3.	8 Juni 2019	1,09	0,914
4.	12 Juni 2020	1,30	1,055

Hasil digitasi *on screen* pengolahan NDWI dimanfaatkan untuk mencari garis pantai yang baru berdasarkan MSL. Penentuan MSL berdasarkan NDWI membutuhkan pengamatan pasut dan kemiringan topografi dengan menggunakan nilai MSL dan DEMNAS yang diolah dengan memanfaatkan *tools* pada ArcGIS seperti *slope*, *aspect*, *raster calculator*

berdasarkan persamaan (4). Hasilnya adalah titik-titik koordinat baru hasil koreksi pasut dan DEMNAS. Titik-titik ini dihubungkan menjadi garis dengan digitasi *on screen*.



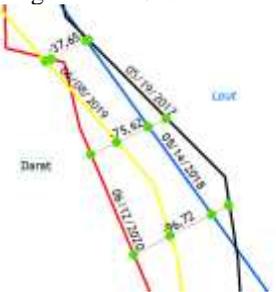
Gambar 5. Hasil digitasi titik koordinat hasil reduksi 4. Hasil dan Analisis Perhitungan Laju Garis Pantai dengan Perangkat Lunak DSAS

Pada penelitian ini hasil digitasi garis pantai tahun 2017 digunakan sebagai *baseline*. *Baseline* berfungsi sebagai titik awal untuk membuat *transect-transect* yang akan digunakan sebagai titik pengukuran. *Shoreline* berisi garis pantai tahun 2017-2020.



Gambar 6. Hasil titik-titik *transect*

Transect dihitung nilai perubahannya dengan *calculate rates*. Metode NSM menghasilkan nilai jarak perubahan garis pantai terlama dengan terbaru. DSAS secara otomatis membentuk garis dan menghitung perubahan garis pantainya berdasarkan algoritma NSM.



Gambar 7. Contoh *transect* perubahan 2017-2020

Tabel 6. Tabel perhitungan NSM

Jumlah data	558
Minimum	-205,98 m
Maksimum	401,15 m
Jumlah nilai	12420,98 m
Rata-rata	22,25982 m

Hasil perhitungan NSM menghasilkan 558 buah garis transek dengan rata-rata perubahan jarak sejauh 22,25982 meter dari tahun 2017-2020. Nilai NSM positif (+) berarti hal ini menunjukkan kemajuan garis pantai (akresi), sedangkan NSM bernilai negatif (-) menunjukkan kemunduran garis pantai (abrasi). Perubahan jarak bernilai positif (+) sehingga pada tahun 2017-2020 perubahan garis pantai di Kabupaten Pati mengalami penambahan.



Gambar 8. Peta perubahan garis pantai

5. Validasi Garis Pantai

Hasil validasi garis pantai adalah koordinat daratan dengan hasil digitasi garis pantai apakah titik tersebut masih di dalam daratan atau berada di laut disesuaikan dengan citra. Hasil validasi lapangan didapatkan dengan perbandingan 27 sampel benar dari total 30 sampel. Jika dipresentasikan dengan tingkat kesesuaian dengan citra adalah 90%.

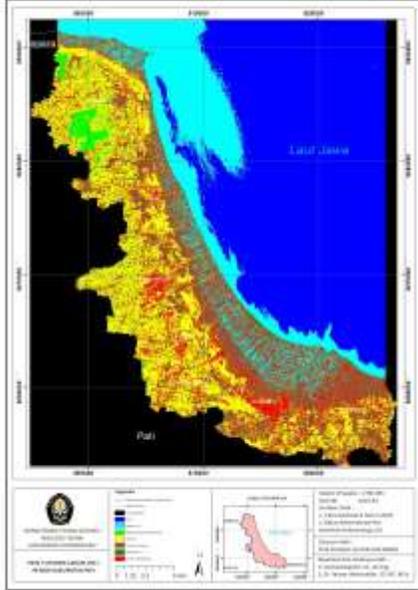
Tabel 7. Contoh hasil validasi garis pantai

No	Koordinat (m)		Foto	Citra	Keterangan
	X	Y			
1.	525.70 7, 6102	9.260.8 56, 398			Daratan (sesuai)
2.	525.71 2, 6958	9.260.8 59, 381			Daratan (sesuai)
3.	525.72 5, 4067	9.260.8 60, 922			Daratan (sesuai)

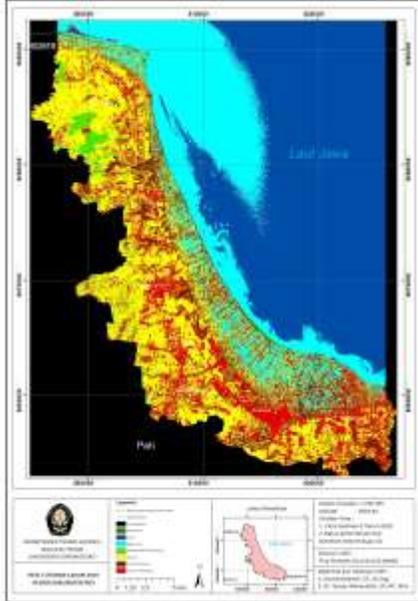
3.2 Hasil Perubahan Luas Hutan Mangrove di Kabupaten Pati Tahun 2017-2020

1. Hasil Klasifikasi Terbimbing

Penelitian ini menggunakan klasifikasi terbimbing dengan algoritma MLC. Algoritma MLC ini didasarkan pada perkiraan densitas probabilitas untuk setiap tutupan lahan dimana saat penentuan sampel dapat ciri-ciri statistika masing-masing piksel. Hasil klasifikasi menghasilkan tutupan lahan menjadi 7 kelas klasifikasi, yaitu: laut, badan air, mangrove, vegetasi non mangrove, sawah, lahan kosong dan pemukiman. Tujuan utama proses ini untuk mendapatkan tutupan lahan berupa mangrove.



Gambar 9. Hasil klasifikasi terbimbing 2017



Gambar 10. Hasil klasifikasi terbimbing 2017

Tabel 8. Luas tiap hasil tutupan lahan

Tutupan Lahan	2017 (Ha)	2020 (Ha)
Laut	44.940,71	40.214,54
Mangrove	212,96	299,63
Badan Air	15.919,12	21.641,89
Lahan Terbangun	5.358,88	10.325,25
Sawah	16.066,2	20.519,38
Vegetasi Non Mangrove	2.225	1.789,91
Lahan Kosong	15.815,73	5.748
Jumlah	100.538,6	100.538,6

Tabel 9. Hasil pengolahan luas mangrove Pati dari DLHK Jateng dengan hasil penelitian

Kecamatan	2017 (Ha)		2020 (Ha)	
	DLHK Jateng	Hasil Penelitian	DLHK Jateng	Hasil Penelitian
Batangan	35,74	25,296	29,25	26,034
Juwana	41,22	50,331	45,32	71,659
Wedarijaksa	16,74	38,830	27,16	40,526
Trangkil	12,59	26,509	42,41	38,347
Margoyoso	11,56	9,130	13,07	20,811
Tayu	20,65	30,800	41,56	44,844

Perbedaan luas yang signifikan ini diakibatkan oleh perbedaan metode pengolahan baik dari DLHK Jateng maupun pengolahan penelitian ini. DLHK Jateng menggunakan digitasi *on sreen* pada citra Landsat 8.

2. Validasi Tutupan Lahan

Validasi tutupan lahan tahun 2020 dilakukan dengan *ground check*. Jumlah sampel validasi dihitung menggunakan rumus slovin dengan tingkat kepercayaan 90%. Didapatkan jumlah titik validasi 100 buah, sedangkan jumlah kelas tutupan lahan adalah 7, sehingga jika dibagi rata mempunyai 15 titik sampel di tiap tutupan lahan dengan jumlah sampel menjadi 105 buah. Hasil validasi dihitung dengan matriks konfusi untuk membandingkannya dengan hasil pengolahan. Hasil validasi telah memenuhi standar akurasi dimana batas syarat klasifikasi adalah sebesar $> 85\%$ dari *overall accuracy* dan *kappa* lebih dari 80% adalah kuat (Congalton dkk., 2008).

Tabel 10. Perhitungan hasil matriks konfusi

Kelas	Komisi	Omisi	User (%)	Producer (%)
Laut	0/15	0/15	100	100
Mangrove	0/13	2/15	100	86,667
Badan air	0/15	0/15	100	100
Pemukiman	1/15	1/15	93,75	93,75
Lahan kosong	0/13	3/16	100	81,25
Sawah	3/18	0/15	83,333	100
Vegetasi non mangrove	1/14	2/15	92,857	86,667
Kappa (%)	93,333			
Overall (%)	94,285			

3. Hasil Pengolahan Indeks Vegetasi

Pengolahan indeks vegetasi NDVI dan GNDVI tahun 2017 dan 2020 dilakukan untuk mengetahui tingkat kerapatan tajuk dari tutupan lahan. Hasil indeks vegetasi di-overlay dengan hasil tutupan mangrove sehingga didapat nilai kerapatan mangrove.

4. Perubahan Luas Mangrove

Tingkat kerapatan mangrove dibagi menjadi 3 kelas kerapatan yang dikelompokkan dalam kategori jarang, sedang dan lebat. Kerapatan dengan indeks vegetasi GNDVI mengikuti kriteria yang sama dengan NDVI karena GNDVI dan NDVI mempunyai rentang nilai yang sama (Masitha, 2017). Kriteria kerapatan mangrove pada **Tabel 11**.

Tabel 11. Kriteria tingkat kerapatan mangrove (Departemen Kehutanan, 2005)

No.	Kerapatan tajuk	Nilai NDVI
1.	Lebat	0,43 – 1,00
2.	Sedang	0,33 – 0,42
3.	Jarang	-1,00 – 0,32

Tabel 12. Luas mangrove berdasarkan kerapatan 2017

Kerapatan tajuk	NDVI (Ha)	GNDVI (Ha)
Lebat	2,43	6,18
Sedang	1,73	4,01
Jarang	20,88	202,77
Jumlah	212,96	212,96

Tabel 13. Luas mangrove berdasarkan kerapatan 2020

Kerapatan Tajuk	NDVI (Ha)	GNDVI (Ha)
Lebat	1,21	4,95
Sedang	1,84	15,94
Jarang	296,58	278,74
Jumlah	299,63	299,63

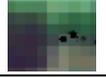
Luas mangrove pada tahun 2017 mempunyai nilai 212,96 Ha sedangkan pada tahun 2020, mangrove mempunyai luas 299,63 Ha. Terjadi perubahan luas penambahan sebesar 86,67 Ha. Sedangkan untuk tingkat kerapatannya, berbeda-beda nilainya antara NDVI dan GNDVI.

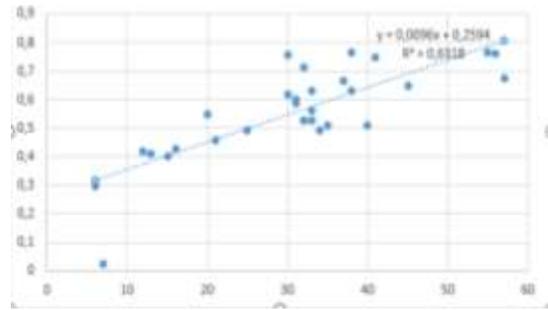
5. Validasi Kerapatan Mangrove

Validasi kerapatan mangrove mengambil 30 titik sampel dengan menggunakan metode ubinan dengan menghitung jumlah pohon pada 10x10 meter dengan menyesuaikan resolusi spasial pikselnya. Hasil ini dibandingkan dengan nilai kerapatan untuk membuktikan korelasi antara hasil validasi dengan nilai kerapatan indeks vegetasi dengan analisis regresi linear sederhana.

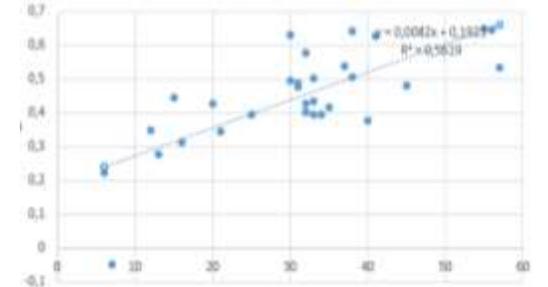
Tabel 14. Contoh validasi kerapatan mangrove

No	Jumlah pohon	Nilai piksel		Foto	Citra
		NDVI	GNDVI		
1.	20	0,547	0,428		
2.	16	0,426	0,315		

3.	21	0,457	0,346		
----	----	-------	-------	-------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------



Gambar 11. Regresi linear dengan NDVI



Gambar 12. Regresi linear dengan GNDVI

Hasil regresi linear antara jumlah pohon dengan nilai piksel NDVI, diperoleh persamaan $y = 0,0096x + 0,2594$, persamaan tersebut memiliki nilai koefisien determinasi sebesar 0,632. Hasil regresi linear antara jumlah pohon dengan nilai piksel GNDVI diperoleh persamaan $y = 0,0082x + 0,1925$, persamaan tersebut memiliki nilai koefisien determinasi sebesar 0,562. Berdasarkan tingkat korelasi menunjukkan bahwa kedua regresi diatas berada pada jenis korelasi yang kuat.

3.3 Hasil dan Analisis Hubungan Perubahan Kerapatan Mangrove dengan Perubahan Garis Pantai di Kabupaten Pati Tahun 2017-2020

1. Uji Normalitas Data

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Beda Kerapatan	.051	100	.200	.902	100	.766
Beda Garis Pantai	.079	100	.128	.972	100	.801

Gambar 13. Perhitungan normalitas data menggunakan SPSS perubahan NDVI dan garis pantai

Penelitian ini menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov karena menggunakan 100 sampel untuk uji statistik. Hasil uji normalitas dari sampel hasil penelitian menunjukkan nilai signifikansi NDVI sebesar 0,200 dan nilai signifikansi perubahan garis pantai 0,128. Hasil ini telah memenuhi syarat distribusi normal yaitu $\text{sig} \geq 0,05$. Berdasarkan syarat tersebut, data dianggap telah terdistribusi normal.

2. Regresi Linear Data



Gambar 14. Hasil regresi linear perubahan NDVI dan perubahan garis pantai

Gambar 14. diperoleh koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,0895 dan koefisien korelasinya (R) sebesar 0,299. Hasil persamaannya adalah $y = 72,767x + 19,623$. Hasil korelasi ini menunjukkan korelasi cukup. Persamaan diatas menunjukkan adanya korelasi positif (berbanding lurus) antara perubahan kerapatan mangrove dengan perubahan garis pantai yang ditunjukkan adanya tanda positif (+) didepan koefisien regresi, sehingga jika perubahan garis pantai semakin bertambah (akresi) maka perubahan kerapatan mangrove semakin besar.

3. Uji F

Hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_1) dibuat sebelum dilakukan uji F. Berikut ini adalah hipotesis yang dibuat.

H_0 :Tidak ada pengaruh yang signifikan antara perubahan garis pantai dengan nilai perubahan NDVI dan GNDVI

H_1 :Adanya pengaruh signifikan antara perubahan garis pantai dengan nilai perubahan NDVI dan GNDVI dengan tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95%, maka nilai $\alpha = 0,05$

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
1	Regression	,098	1	,098	9,629	,003 [*]
	Residual	,673	98	,006		
	Total	,673	99			

Gambar 15. Hasil perhitungan uji F perubahan NDVI dan perubahan garis pantai

Berdasarkan hasil hitungan tersebut maka diperoleh nilai F hitung sebesar 9,629 dan nilai Sig sebesar 0,003 pada perubahan NDVI. Dasar pengambilan keputusan dalam uji F ada dua cara yaitu berdasarkan nilai F hitung dan nilai signifikansi.

1. H_0 diterima dan H_1 ditolak, apabila nilai F hitung $< f$ tabel atau jika nilai sig $> 0,05$

2. H_1 diterima dan H_0 ditolak, apabila nilai F hitung $> f$ tabel atau jika nilai sig $< 0,05$

Nilai F tabel yaitu sebesar 4,18 dan nilai Sig kurang dari 0,05 artinya H_0 ditolak dan H_1 diterima. Ada pengaruh signifikan antara

perubahan garis pantai dengan perubahan nilai NDVI dan GNDVI.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini yakni:

1. Perhitungan perubahan garis pantai dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh yaitu indeks air NDWI dan reduksi pasut dengan DEMNAS serta perangkat lunak DSAS dengan metode NSM pada Kabupaten Pati pada tahun 2017 – 2020 mengalami penambahan garis pantai dengan perubahan jarak rata-rata sebesar 22,260 m.
2. Luas mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Pati pada tahun 2017 sebesar 212,955 Ha, sedangkan pada tahun 2020 luasan mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Pati sebesar 299,589 Ha. Perubahan luas mangrove dari tahun 2017 sampai 2020 pada pengolahan ini sebanyak 86,634 Ha. Terjadi perbedaan luas yang sangat signifikan dari pengolahan DLHK Jateng. Tahun 2017 terjadi perbedaan luas sebanyak 42,396 Ha. Tahun 2020 terjadi perbedaan luas sebanyak 51,769 Ha.
3. Hubungan antara perubahan kerapatan mangrove algoritma NDVI dan perubahan garis pantai pada pesisir Kabupaten Pati memiliki koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,0895 dan koefisien korelasinya (R) sebesar 0,299. Hasil tersebut ditinjau dari tingkat hubungan korelasi sudah termasuk korelasi cukup. Hasil perhitungan uji F hubungan antara perubahan garis pantai dan kerapatan mangrove memiliki pengaruh signifikan.

5.2 Saran

Berikut adalah beberapa saran yang dapat disampaikan.

1. Pemilihan citra yang bersih dari awan dengan memperhatikan nilai tinggi pasang surut, sehingga memperoleh hasil yang mendekati kesesuaian lapangan.
2. Pengolahan ekstraksi garis pantai dengan teknologi penginderaan jauh sebaiknya menggunakan citra dengan resolusi yang lebih tinggi agar ekstraksi garis pantai lebih akurat.
3. Penelitian berikutnya dapat menggunakan metode klasifikasi yang lainnya untuk mendapatkan tutupan lahan mangrove yang lebih baik.
4. Penggunaan indeks vegetasi lebih dimaksimalkan lagi dalam penggunaan kanal dari citra.

5. Penggunaan DEMNAS dalam penentuan garis pantai dapat dioptimalkan kembali dengan mencari DEM yang lebih baik.
6. Pengambilan sampel validasi kerapatan mangrove harus memperhatikan standar dari peraturan yang ada untuk hasil lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Informasi Geospasial. (2018). DEMNAS. <http://tides.big.go.id/>
- Cham, D. D., Son, N. T., Minh, N. Q., Thanh, N. T., dan Dung, T. T. (2020). An Analysis of Shoreline Changes Using Combined Multitemporal Remote Sensing and Digital Evaluation Model. *Civil Engineering Journal*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/10.28991/cej-2020-03091448>
- Congalton, Russel G, dan Green, K. (2008). *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data : Principles and Practices (2nd Editio)*. CRC Press, Taylor and Francis Group.
- Departemen Kehutanan. (2005). *Pedoman inventarisasi dan identifikasi lahan kritis mangrove*. 13.
- Du, Y., Zhang, Y., Ling, F., Wang, Q., Li, W., dan Li, X. (2016). Water bodies' mapping from Sentinel-2 imagery with Modified Normalized Difference Water Index at 10-m spatial resolution produced by sharpening the swir band. *Remote Sensing*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/rs8040354>
- ESA. (2019). Sentinel-2. sentinel.esa.int
- Gitelson, A. A., Kaufman, Y. J., dan Merzlyak, M. N. (1996). Use of a green channel in remote sensing of global vegetation from EOS- MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 58(3), 289–298. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(96\)00072-7](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(96)00072-7)
- Himmelstoss, E. A., Henderson, R. E., Kratzmann, M. G., dan Farris, A. S. (2018). *Digital Shoreline Analysis System (DSAS) Version 5.0 User Guide*. Open-File Report 2018-1179, 126.
- Indarto. (2017). *Pengindraan Jauh Metode Analisis dan Interpretasi Citra Satelit*. Andi.
- Masitha, M. (2017). *Pendugaan Kerapatan Mangrove dengan Algoritma Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Dan Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI)*. Bogor Agricultural.
- McFeeters, S. K. (1996). 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>
- Purwanto, A. D., dan Asriningrum, W. (2019). Identification of Mangrove Forests Using Multispectral Satellite Imageries. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences (IJReSES)*, 16(1), 63. <https://doi.org/10.30536/j.ijreses.2019.v16.a3097>
- Sandy, I. M. (1996). *Pantai dan Wilayah Pesisir*. Geografi Universitas Indonesia.
- Sarwono, J., dan Budiono, H. (2012). *Statistik Terapan Aplikasi Untuk Riset Skripsi, Tesis dan Disertasi (Menggunakan SPSS, AMOS, dan Excel)*. PT. Elex Media Komputindo.
- Tempfli, K. (1991). DTM and Differential Modeling, dalam Suharyadi, R., dkk. 2012. *Petunjuk Praktikum Sistem Informasi Geografis: Pedoman Spatial*. Univesitas Gajah Mada.