

ANALISIS LAJU PERUBAHAN GARIS PANTAI MENGGUNAKAN METODE *NET SHORELINE MOVEMENT* (NSM) DENGAN *ADD-IN DIGITAL SHORELINE ANALYSIS SYSTEM* (DSAS) (STUDI KASUS : PESISIR BARAT KABUPATEN PANDEGLANG)

Ario Damar Wicaksono*) Moehammad Awaluddin, Nurhadi Bashit

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
 Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
 Email: ariodamarw@gmail.com*)

ABSTRAK

Perubahan garis pantai merupakan suatu permasalahan yang ada di Kabupaten pandeglang sehingga menjadi perhatian pemerintah, karena sebagai salah satu daerah berkembang akibat wisata alam pantai. Oleh karena itu, pemantauan perubahan garis pantai di pesisir kabupaten pandeglang diperlukan untuk melihat perubahan garis pantai yang terjadi. Hal tersebut mendorong peneliti untuk membuat penelitian tentang pemantauan laju perubahan garis pantai yang ada di empat kecamatan Kabupaten Pandeglang antara lain Kecamatan Labuan, Kecamatan Pagelaran, Kecamatan Sukaesmi dan Kecamatan Panimbang dan membuat peta tutupan lahan untuk melihat perubahan dari tutupan lahan disekitar pantai berdasarkan perubahan garis pantai yang terjadi.

Penelitian ini menggunakan citra satelit landsat 5 dan landsat 8 yang menerapkan algoritma BILKO untuk tahapan ekstraksi garis pantainya. Laju perubahan garis pantai menggunakan *add-ins* DSAS dengan metode *Net Shoreline Movement* sehingga terlihat laju perubahan garis pantai dari tahun 2011, 2015 dan 2019 serta menggunakan perangkat lunak eCognition Developer untuk melihat perubahan tutupan lahan pada tahun 2011, 2015 dan 2019 dengan metode segmentasi dan klasifikasi terbimbing.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah laju perubahan garis pantai tahun 2011, 2015 dan tahun 2019 terjadi perubahan yang didominasi oleh akresi dari pengolahan dengan metode *Net Shoreline Movement* terjadi akresi yang terjadi mencapai jarak 314,5 meter sedangkan abrasi yang terjauh sebesar -30,3 meter. Lokasi serta nilai abrasi dan akresi maksimum tersebar di 2 titik pada garis pantai setiap kecamatan. Tutupan lahan pada tahun 2011, 2015 dan 2019 mengalami perubahan akibat adanya perubahan garis pantai. Lahan yang berubah didominasi oleh perubahan vegetasi yang berubah menjadi lahan terbuka. Berkurangnya presentasi vegetasi sebanyak 22,16% telah berubah menjadi lahan terbuka yang bertambah persentasenya sebanyak 25,33%.

Kata kunci : Abrasi, Akresi, Garis Pantai, Tutupan Lahan, DSAS.

ABSTRACT

The problem of coastline changes in Pandeglang Regency has become the government's attention, because as one of the developing regions due to its natural beach tourism. Because of that is necessary to monitor the coastline changes on the coast of Pandeglang Regency. This prompted researchers to conduct research on monitoring the rate of changes in coastlines in four districts of Pandeglang Regency including Labuan District, Pagelaran District, Sukaesmi District and Panimbang District and create a map of land cover to see changes in land cover based on coastline changes that occurred.

This research uses Landsat 5 and Landsat 8 satellite imagery applied by BILKO algorithm for its coastline extraction stages, using DSAS add-ins with the Net Shoreline Movement method to see shoreline change rates from 2011, 2015 and 2019 and using eCognition Developer software for seeing changes in land cover in 2011, 2015 and 2019 with segmentation and supervised classification.

The results obtained from this research are the rate of shoreline changes in 2011, 2015 and 2019 there was a change that was dominated by accretion from processing with the Net Shoreline Movement method. Accretion occurred at a distance of 314.5 meters while the furthest abrasion was -30.3 meters . Location and maximum abrasion and accretion values are spread in two points on the coastline of each district. Land cover in 2011, 2015 and 2019 has changed by having a random change in value. Changing land is dominated by changes in vegetation that turn into open land. The decrease in vegetation presentation by 22.16% has turned into open land which has increased by 25.33%.

Keywords : Abrasion, Accretion, Shorelines, Land Cover, DSAS.

*)Penulis Utama, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan, hal ini menyebabkan Indonesia memiliki keseluruhan panjang garis pantai hingga 99.093 km yang merupakan garis pantai terpanjang kedua didunia (Poerwadi dkk, 2018). Garis pantai merupakan hal yang sangat penting untuk diketahui karena pengelolaan sumber daya antar wilayah bersebelahan juga di atur berdasarkan garis pantai. Masalah yang biasa dihadapi oleh negara yang memiliki pantai ialah perubahan dari garis pantai yang diakibatkan oleh abrasi, akresi maupun faktor lain, oleh karena itu pemantauan terhadap perubahan garis pantai dianggap penting selain untuk pengelolaan sumber daya juga sebagai mitigasi bencana dan pengaturan bangunan sekitar pantai.

Abrasi yang terjadi di Kabupaten Pandeglang telah menjadi perhatian serius pemerintah, dikutip dari (Pebrianto 2018) pantai Kawasan Ekonomi Khusus Tanjung Lesung mendekati akibat abrasi pantai yang terjadi dikarenakan adanya bencana alam tsunami pada akhir tahun 2018 dan pemerintah telah menetapkan peraturan mengenai pembangunan bangunan di daerah tersebut sejauh 100m dari garis pantai terkini, juga ada pembangunan pemecah ombak untuk mencegah terjadinya abrasi dan menambah keamanan dari pantai tersebut.

Penelitian ini akan melihat laju perubahan garis pantai yang terjadi di Kabupaten Pandeglang menggunakan menggunakan algoritma BILKO dan digitasi sebagai cara untuk mengekstraksi garis pantai kemudian menggunakan *add-ins Digital Shoreline Analysis System* di perangkat lunak ArcGIS dengan metode *Net Shoreline Movement* yang dapat melihat laju perubahan garis pantai dari tahun yang ditentukan terhadap garis pantai termuda berdasarkan garis transek dan melakukan segmentasi serta klasifikasi terbimbing untuk melihat perubahan tutupan lahan yang terjadi pada tahun yang diolah yaitu 2011, 2015 dan 2019.

I.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Dimana lokasi terjadinya abrasi dan akresi di pantai Kabupaten Pandeglang?
2. Bagaimana laju perubahan garis pantai di Kabupaten Pandeglang pada tahun 2011, 2015 dan 2019?
3. Bagaimana perubahan tutupan lahan lahan terhadap pergeseran garis pantai di sekitar area pantai di Kabupaten Pandeglang?

I.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

I.3.1 Maksud Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat melihat adanya perubahan garis pantai di Kabupaten Pandeglang, mengetahui lokasi persebaran titik abrasi dan akresi maksimum pada empat kecamatan daerah penelitian

dan dapat melihat perubahan tutupan lahan yang terjadi di Kabupaten Pandeglang.

I.3.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui dan menganalisis pola perubahan garis pantai yang terjadi di Kabupaten Pandeglang pada tahun 2011, 2015 dan 2019.
2. Mengetahui lokasi abrasi dan akresi di pantai Kabupaten Pandeglang.
3. Mengetahui perubahan tutupan lahan terhadap perubahan garis pantai di Kabupaten Pandeglang.

I.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Lokasi penelitian hanya sebatas pesisir empat Kecamatan di Kabupaten Pandeglang, meliputi Kecamatan Labuhan, Kecamatan Pagelaran, Kecamatan Sukaresmi, Kecamatan Panimbang.
2. Penelitian ini membahas tentang perubahan garis pantai yang terjadi di Kabupaten Pandeglang tahun 2011, 2015 dan 2019.
3. Penelitian ini menggunakan citra Landsat 5 dan Landsat 8 dengan resolusi spasial 30x30 m
4. Pengamatan dilakukan secara multitemporal pada tahun 2011, 2015 dan 2019.
5. Pengolahan data dilakukan pada satu waktu per tahun.
6. Metode pengolahan data citra Landsat 5 dan Landsat 8 menggunakan metode BILKO.
7. Metode Analisis perubahan garis pantai menggunakan DSAS.
8. Daerah pembuatan tutupan lahan hanya 1 km dari garis pantai yang terdigitasi.
9. Pembuatan tutupan lahan hanya sesuai dengan tahun pembuatan garis pantai yaitu 2011, 2015 dan 2019.
10. Pengolahan pada penelitian ini menggunakan *software* ENVI 5.1, ArcMap 10.4.1, Program T_tide di MatLab, eCognition.

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Pantai

Pantai adalah sebuah bentuk geografis yang terdiri dari pasir, dan terdapat di daerah pesisir. Daerah pantai menjadi batas antara daratan dan perairan laut (Rahmawati dan Marfai 2019). Panjang garis pantai ini diukur mengelilingi seluruh pantai yang ada di daerah teritorial suatu negara. Kawasan pantai merupakan satu kawasan yang sangat dinamik terhadap perubahan, begitu pula dengan perubahan garis pantainya. Perubahan garis pantai adalah satu proses tanpa henti (terus menerus) melalui berbagai proses alam di pantai yang meliputi pergerakan sedimen, arus susur pantai, tindakan ombak dan penggunaan lahan (Arief dkk 2012).

II.2 Garis Pantai

Garis pantai adalah garis imajiner yang menunjukkan pertemuan pantai (daratan) dan air (lautan) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 garis pantai disimbolkan dalam warna hijau. Walaupun secara periodik permukaan air laut selalu berubah, suatu tinggi muka air tertentu yang tetap harus dipilih untuk menjelaskan posisi garis pantai (Poerbandono dan Djunarsjah 2005). Garis Pantai juga salah satu aspek dalam pembuatan peta lingkungan pantai Indonesia dan peta lingkungan laut Indonesia.



Gambar 1 Ilustrasi Garis Pantai

Pada dasarnya proses perubahan pantai meliputi proses abrasi dan akresi. Abrasi pada sekitar pantai dapat terjadi apabila angkutan sedimen yang keluar ataupun yang pindah meninggalkan suatu daerah lebih besar dibandingkan dengan angkutan sedimen yang masuk, apabila terjadi sebaliknya maka yang terjadi adalah sedimentasi. Abrasi pada sekitar pantai dapat terjadi apabila angkutan sedimen yang keluar ataupun yang pindah meninggalkan suatu daerah lebih besar dibandingkan dengan angkutan sedimen yang masuk, apabila terjadi sebaliknya maka yang terjadi adalah sedimentasi.

II.3 Abrasi dan Akresi

Faktor yang dapat mempengaruhi perubahan garis pantai bisa diakibatkan oleh berbagai macam hal, salah satunya adalah abrasi dan akresi. Abrasi dan akresi juga di dorong oleh berbagai macam faktor seperti adanya ombak yang besar, longsor ataupun sedimen dari sungai yang mengendap di hilir, dan bisa juga dari sedimentasi akibat tsunami yang akan penulis bahas di penelitian ini.

Abrasi adalah salah satu masalah yang mengancam kondisi pesisir, yang dapat mengancam garis pantai sehingga mundur ke belakang, merusak tambak maupun lokasi persawahan yang berada di pinggir pantai serta mengancam bangunan-bangunan yang berbatasan langsung dengan air laut. Abrasi pantai didefinisikan sebagai mundurnya garis pantai dari posisi asalnya (Triatmodjo 1999).

Akresi pantai merupakan perubahan garis pantai menuju laut lepas karena adanya proses sedimentasi dari daratan atau sungai menuju arah laut. Proses sedimentasi di daratan dapat disebabkan oleh pembukaan areal lahan, limpasan air tawar dengan volume yang besar karena hujan yang berkepanjangan dan proses transportasi sedimen dari badan sungai menuju laut. Proses akresi pantai biasanya terjadi perairan pantai yang banyak memiliki muara sungai dan

energi gelombang yang kecil serta daerah yang terjadi badai ataupun bencana lain yang memungkinkan (Purwandani 2013).

II.4 Tutupan Lahan

Penutupan lahan merupakan garis yang menggambarkan batas penampakan area tutupan di atas permukaan bumi yang terdiri dari bentang alam dan/atau bentang buatan (UU No.4, 2011). Tutupan lahan dapat pula berarti biofisik pada permukaan bumi yang dapat diamati dan merupakan aktivitas, hasil pengaturan dan perlakuan manusia pada jenis tutupan lahan tertentu untuk melakukan kegiatan perubahan, produksi ataupun perawatan pada areal tersebut (SNI 7645, 2014). Data penutup lahan dapat dimanfaatkan untuk berbagai jenis kebutuhan antara lain :

- a) Analisa dinamika perkembangan hutan.
- b) Perhitungan cadangan dan emisi karbon.
- c) Perencanaan dan pengembangan suatu daerah atau areal.
- d) Pemantauan areal kawasan konservasi.
- e) Pengawasan dan evaluasi terhadap kinerja pemegang izin usaha pada kawasan hutan.

Klasifikasi tutupan lahan diatur dalam SNI 7645 tahun 2014 bagian satu tentang pengklasifikasian tutupan lahan skala kecil dan menengah. Penelitian ini mengklasifikasikan tutupan lahan menjadi empat macam yang mengacu pada BSN tahun 2014.

1. Badan Air merupakan kenampakan perairan yang alami ataupun buatan, seperti sungai, waduk.
2. Lahan Terbangun merupakan daerah yang telah dibangun oleh bangunan yang bersifat permanen ataupun sementara.
3. Lahan Terbuka yaitu daerah yang tidak ada bangunan di atasnya dan sebagai area lahan kosong atau sebagainya.
4. Vegetasi yaitu daerah yang ditanami tumbuhan hijau yang digeneralisasi menjadi satu klasifikasi saja, yang termasuk vegetasi ialah kebun dan hutan.

II.5 BILKO

Metode BILKO (Hanifa, Djunarsjah dan Wikantika 2004) yaitu sebuah program khusus yang dikembangkan oleh UNESCO untuk menentukan batas darat-laut berdasarkan band inframerah. Metode pendekatan penajaman citra tersebut berguna dalam membuat batas yang jelas darat-laut sehingga memudahkan dalam digitasi. Penentuan batas antara daratan dan lautan dilakukan dengan memanfaatkan nilai kecerahan (*BV/Brightness Value*) dari daratan dan lautan. *Band* yang digunakan dalam rumus ini adalah band inframerah yakni band 4 dan 5, dikarenakan gelombang inframerah memiliki reflektansi yang rendah terhadap air dan reflektansi yang tinggi terhadap daratan. Reflektansi adalah kemampuan permukaan

bumi dalam memantulkan sinyal elektromagnetik. Rumus umum yang digunakan adalah :

$$BILKO = ((INPUT1 / ((N * 2) + 1) * (-1)) + 1)$$

Keterangan :

N = Nilai min BV daratan citra Landsat 5 (30) Landsat 8 (7000)
 INPUT1 = Band 5 (landsat 8) Band 4 (landsat 5)

II.6 Pasang surut

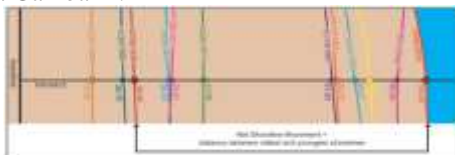
Pasang surut (pasut) adalah fenomena naik dan turunnya permukaan air laut secara periodik yang disebabkan oleh pengaruh gravitasi benda-benda langit terutama bulan dan matahari (Poerbandono dan Djunarsjah 2005). Pengaruh gravitasi benda-benda langit terhadap bumi tidak hanya menyebabkan pasang laut tetapi juga mengakibatkan perubahan bentuk bumi (*bodily tides*) atmosfer (*atmospheric tides*).

Penentuan pilihan pada citra yang akan dipakai dalam penelitian menggunakan pasang surut sebagai acuannya disamakan posisi garis pantai yang ada, cara mengetahuinya dengan cara mengolah data pasang surut untuk mendapatkan nilai komponen konstanta harmonik pasang surut air laut.

II.7 Digital Shoreline Analysis System (DSAS)

Digital Shoreline Analysis System (DSAS) adalah suatu perangkat lunak tambahan yang bekerja pada perangkat lunak ArcGIS yang di kembangkan oleh ESRI dan USGS yang dapat diperoleh secara gratis. *Digital Shoreline Analysis System* digunakan untuk menghitung perubahan posisi ganti pantai, DSAS juga dapat digunakan untuk setiap perubahan batas lain dengan rentang waktu yang jelas. Perhitungan perubahan garis pantai, DSAS menggunakan titik sebagai acuan pengukuran, dimana titik dihasilkan dari perpotongan antara garis transek yang dibuat oleh pengguna dengan garis-garis pantai berdasarkan waktu (Himmelstoss 2009). Berikut ini perhitungan yang dapat dilakukan dengan DSAS adalah :

Net Shoreline Movement (NSM) adalah mengukur jarak perubahan garis pantai antara garis pantai yang terlama dengan garis pantai terbaru. Ilustrasi perhitungan dengan metode ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Pendekatan statistik dengan NSM

Gambar 2 menunjukkan perhitungan statistik laju perubahan garis pantai dengan metode *Net Shoreline Movement (NSM)* dari tahun 1936 hingga tahun 2005. Seperti yang telah dijelaskan

sebelumnya, metode ini mengukur jarak total garis perubahan garis pantai dari garis pantai tahun terlama hingga garis pantai tahun terbaru seperti yang ditunjukkan oleh tanda panah pada gambar diatas. Sehingga jarak perubahan garis pantai yang terhitung dengan menggunakan metode ini dihitung dari tahun 1936 hingga tahun 2005.

III. Data dan Metodologi

III.1 Alat dan data

III.1.1 Alat

Alat dan data yang digunakan pada penelitian pengolahan perubahan garis pantai menggunakan *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* adalah :

a. Perangkat Keras

Pengolahan Penelitian ini menggunakan sebuah komputer *desktop*, dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. *Processor* : Intel Core i7-3630
2. *RAM* : 8 GB
3. *Harddisk* : 1 TB

b. Perangkat Lunak

1. ENVI 5.1 *Classic* untuk pengolahan algoritma BILKO, koreksi radiometrik dan uji geometrik.
2. ArcMap 10.4.1 untuk digitasi *on-screen* dan pengolahan dengan *add-ons* DSAS serta layout hasil.
3. Matlab dan program T_tide untuk pengolahan data Pasut.
4. ECognition untuk segmentasi dan klasifikasi perubahan tutupan lahan.
5. Microsoft Excel untuk *cleaning* data pasut.
6. Microsoft Word untuk pengolahan laporan.

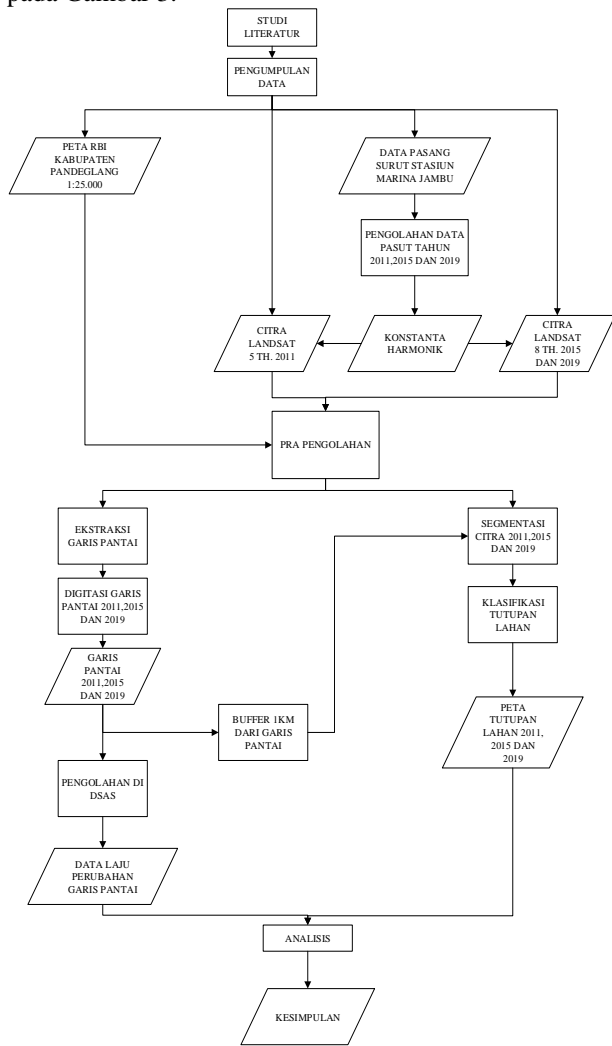
III.1.2 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Citra Landsat 8 OLI.(sumber : <http://earthexplorer.usgs.gov/>)
2. Citra Landsat 5 TM (sumber : <http://earthexplorer.usgs.gov/>)
3. Peta Rupa Bumi Kabupaten Pandeglang skala 1 : 25.000 (Sumber: <http://tanahair.indonesia.go.id/portal-web>).
4. Data Pasang Surut Stasiun pasut Marina Jambu (Sumber : Badan Informasi Geospasial)

III.2 Diagram alir

Diagram alir tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Tahapan penelitian

III.3 Tahapan Pelaksanaan

1. Penelitian ini menggunakan data pasang surut tahun 2017 lalu diprediksi ke tahun 2011, 2015 dan tahun 2019.
2. Hasil data pasut yang telah dimiliki setiap tahun, kembali diolah untuk mendapatkan konstanta harmonik pertahunnya agar mendapatkan nilai dari MHWL, LLWL dan MSL pada saat yang diinginkan.
3. Pemilihan citra berdasarkan nilai elevasi rencana dengan mencari citra yang memiliki garis pantai berada pada posisi yang hampir mendekati satu sama lain.
4. Proses selanjutnya yaitu pra *processing* yang di dalam nya terdapat pemotongan citra berdasar area penelitian yang ditentukan sebelumnya, koreksi geometrik untuk landsat 5, uji geometrik untuk landsat 8 menggunakan peta RBI yang telah dimiliki serta melakukan koreksi radiometrik untuk merubah DN ke TOA

reflektan sebelum dilakukan ekstraksi garis pantai dengan BILKO.

5. Citra yang sudah melewati tahan pra *processing* lalu diekstraksi garis pantainya dengan algoritma BILKO di ENVI.
6. Tahapan digitasi garis pantai dan hasil dari digitasi *buffer* sejauh 1 km untuk selanjutnya dimasukkan ke tahap segmentasi untuk klasifikasi tutupan lahan dengan output peta perubahan tutupan lahan di tahun 2011, 2015 dan 2019.
7. Hasil dari tahapan digitasi tadi lalu diolah di *software* DSAS untuk mendapatkan nilai laju perubahan garis pantainya.
8. Hasil telah didapatkan maka dilakukan tahapan analisis untuk mendapatkan pembahasan serta kesimpulan dari penelitian ini.

IV. Hasil dan Analisis

IV.1 Hasil Pengolahan Data Pasang Surut

Penelitian ini menggunakan data pasang surut untuk mengetahui posisi dan elevasi air saat citra diakuisisi, data pasang surut yang bisa digunakan ialah tahun 2017 sedangkan data yang diperlukan ialah tahun 2011, 2015 dan 2019, untuk mendapatkan data tersebut dilakukan prediksi dengan dasar data tahun 2017, mendapatkan hasil yaitu data pasang surut dan konstanta harmonik setiap tahunnya. Menghasilkan posisi garis pantai dari citra yang digunakan. Hasil prediksi data pasang surut air laut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil prediksi data pasang surut tahun 2011

Tahun	Bulan	Hari	Tanggal	Bacaan Pasut
2011	1	1	0	78,338
2011	1	1	1	71,544
2011	1	1	2	66,005
2011	1	1	3	63,993
2011	1	1	4	66,413
2011	1	1	5	72,901
2011	1	1	10	107,557
2011	1	1	11	99,877
2011	1	1	12	87,201

Hasil dari pengolahan data pasang surut air laut, menghasilkan data konstanta harmonik per tahun yang dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3, sedangkan untuk hasil dari pengolahan data konstanta harmonik menghasilkan elevasi muka rencana yang digunakan untuk melihat posisi dari waktu akuisisi citra yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 2 Tabel contoh konstanta harmonik tahun 2011

tide	freq	Amp	amp_err	pha	pha_err	snr
*SS A	0,00023	4,3283	2,255	83,64	32,76	3,7
MS M	0,00131	1,5318	2,158	298,5	100,7	0,5
MM	0,00151	2,9787	2,752	37,64	48,72	1,2
MSF	0,00282	0,7287	1,58	233,8	173,2	0,2
MF	0,00305	1,7022	1,994	43,6	104,5	0,7

Tabel 3 Tabel elevasi muka rencana

Tahun	MSL	HHWL	LLWL
2011	82,799	146,106	16,840
2015	83,188	146,4955	19,880
2019	82,799	146,1066	19,491

Tabel 4 Tabel elevasi air saat akuisisi citra

Tanggal Akuisisi Citra	Waktu Akuisisi Citra (WIB)	Elevasi (cm)
8 Juni 2011	09.56	49,697
5 Juli 2015	09.56	26,142
16 Juli 2019	09.56	60,732

Berdasarkan Tabel 3 dan Tabel 4 dapat dilihat bahwa posisi air pada saat akuisisi citra dalam posisi hampir sama yaitu berada diantara LLWL dengan MSL, oleh karena itu citra dapat digunakan dalam penelitian ini.

IV.2 Laju Perubahan Garis Pantai

Laju perubahan garis pantai diawali dengan proses ekstraksi garis pantai. Ekstraksi garis pantai pada penelitian ini menggunakan algoritma BILKO, hasil yang didapatkan dari pengolahan dengan algoritma BILKO ialah perbedaan warna antara daratan dengan perairan, warna perairan ditunjukkan dengan warna putih sedangkan warna daratan ditunjukkan dengan warna lebih gelap atau hitam dan abu dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Hasil algoritma BILKO tahun 2015

Penelitian ini menggunakan garis transek sebagai sarana untuk menghitung jarak antar satu garis pantai dengan garis pantai lainnya. Hasil dari pembuatan garis transek menghasilkan 1975 garis

transek dengan interval antar garis 30 meter dan posisi garis transek tegak lurus dengan garis *baseline*.

Analisis dilakukan pada empat Kecamatan yaitu, Kecamatan Labuan, Kecamatan Pagelaran, Kecamatan Sukaesmi dan Kecamatan Panimbang. Masing-masing dari kecamatan dianalisis abrasi dan akresi yang paling signifikan. Lokasi titik yang mengalami abrasi dan akresi maksimum setiap kecamatan dapat dilihat pada Gambar 5 hingga Gambar 8. Gambar 5 merupakan peta lokasi titik yang mengalami abrasi dan akresi maksimum pada Kecamatan Labuan.



Gambar 5 Peta lokasi abrasi dan akresi pada Kecamatan Labuan

Gambar 5 menunjukkan titik transek A berada di kecamatan Labuan, Kabupaten Pandeglang mengalami akresi terbesar berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan. Laju perubahan garis pantai yang terjadi pada transek A mengalami kemajuan garis pantai ke arah laut sebesar 121,825 meter selama 8 tahun yang artinya mengalami laju perubahan sebesar 15,229 meter per tahunnya, untuk informasi lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Jarak perubahan transek A

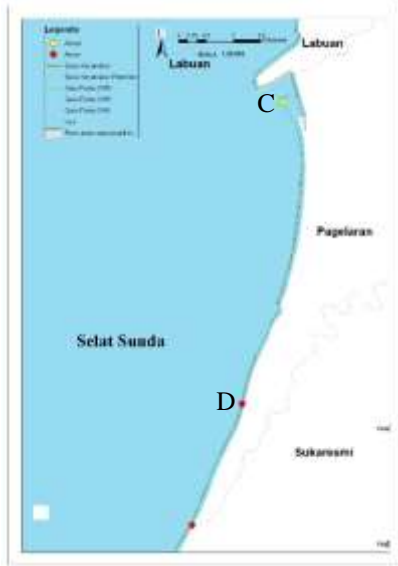
Baseline	ShorelineID	Perubahan (m)	Koordinat Transek	
			X (m)	Y (m)
2011	2015	-35,21	591155,21	9297962,31
2011	2019	121,83	590998,18	9297963,07
2015	2019	157,03		

Transek B juga berada pada Kecamatan Labuan, Kabupaten Pandeglang mengalami abrasi maksimum dengan nilai -16,467 meter selama 8 tahun dan memiliki laju perubahan sebesar 2,058 meter per tahunnya untuk informasi lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 6

Tabel 6 Jarak perubahan transek B

Baseline	Shoreline ID	Perubahan (m)	Koordinat Transek	
			X (m)	Y (m)
2011	2015	1,03	591196,99	9294072,95
2011	2019	-16,47	591212,56	9294080,94
2015	2019	-17,50		

Gambar 6 menunjukkan lokasi abrasi dan akresi yang terjadi pada Kecamatan Pagelaran, Kabupaten Pandeglang hasil dari pengolahan dengan *Digital Shoreline Analysis System*.



Gambar 6 Peta lokasi abrasi dan akresi pada Kecamatan Pagelaran

Transek C berada pada Kecamatan Pagelaran, Kabupaten Pandeglang mengalami akresi maksimum dengan nilai 288,304 meter ke arah laut selama 8 tahun dengan laju perubahan sebesar 36,038 meter pertahunnya, untuk informasi lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Jarak perubahan transek C

Baseline	Shoreline ID	Perubahan (m)	Koordinat Transek	
			X (m)	Y (m)
2011	2015	-26,13	591307,76	9292317,97
2011	2019	288,30	591005,99	9292229,62
2015	2019	314,43		

Transek D berada pada Kecamatan Pagelaran, Kabupaten Pandeglang mengalami abrasi maksimum dengan nilai -0,618 meter ke arah darat selama 8 tahun dengan memiliki laju perubahan sebesar 0,0775 meter per tahunnya, untuk informasi lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Jarak perubahan transek D

Baseline	Shoreline ID	Perubahan (m)	Koordinat Transek	
			X (m)	Y (m)
2011	2015	29,67	590251,25	9286734,53
2011	2019	-0,61	590280,54	9286726,78
2015	2019	-30,29		

Gambar 7 memperlihatkan posisi dari nilai abrasi dan akresi paling jauh yang ada di Kecamatan Sukaresmi, Kabupaten Pandeglang.



Gambar 7 Peta lokasi abrasi dan akresi di Kecamatan Sukaresmi

Gambar 7 menunjukkan titik transek E berada pada Kecamatan Sukaresmi, Kabupaten Pandeglang mengalami laju perubahan garis pantai berupa abrasi yang paling besar yaitu sebesar -30,724 meter ke arah daratan selama 8 tahun dengan memiliki laju perubahan 3,84 meter per tahunnya, untuk melihat informasi lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Jarak perubahan transek E

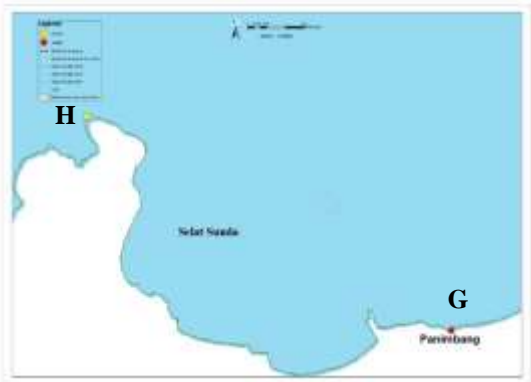
Baseline	Shoreline ID	Perubahan (m)	Koordinat Transek	
			X (m)	Y (m)
2011	2015	-10,44	589344,29	9284523,34
2011	2019	-30,72	589362,19	9284513,83
2015	2019	-20,27		

Transek F pada Kecamatan Sukaresmi memiliki laju perubahan sebesar 15,508 meter ke arah laut selama 8 tahun dengan memiliki laju perubahan 1,939 meter per tahunnya, untuk informasi yang ada dalam transek F dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Jarak perubahan transek F

Baseline	ShorelineID	Perubahan (m)	Koordinat Transek	
			X (m)	Y (m)
2011	2015	-35,07	588661,49	9283357,71
2011	2019	-15,50	588645,28	9283368,68
2015	2019	19,56		

Gambar 8 memperlihatkan posisi garis transek yang mengalami laju perubahan paling besar yang ada di Kecamatan Panimbang, Kabupaten Pandeglang.



Gambar 8 Peta lokasi abrasi dan akresi di Kecamatan Panimbang

Gambar 8 menunjukkan lokasi garis transek G yang ada di Kecamatan Panimbang, Kabupaten Pandeglang mengalami laju perubahan garis pantai berupa abrasi sebesar 100,337 meter selama 8 tahun dengan laju perubahan sebesar 12,542 meter per tahunnya, untuk informasi lengkap dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Jarak perubahan transek G

Baseline	ShorelineID	Perubahan (m)	Koordinat Transek	
			X (m)	Y (m)
2011	2015	-20,36	573614,39	9284627,21
2011	2019	130,05	573522,98	9284746,67
2015	2019	150,42		

Transek H mengalami perubahan laju garis pantai berupa akresi sebesar 130,049 meter kearah laut selama 8 tahun dengan laju perubahan sebesar 16,256 meter per tahunnya, untuk informasi selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12 Jarak laju perubahan transek H

Baseline	ShorelineID	Perubahan (m)	Koordinat Transek	
			X (m)	Y (m)
2011	2015	-20,36	573614,39	9284627,21
2011	2019	130,05	573522,98	9284746,67
2015	2019	150,42		

Total area atau luasan laju perubahan garis pantai yang terjadi di empat kecamatan di Kabupaten Pandeglang mengalami akresi dengan perubahan luasan seluas 1.463.263,76 m² atau sekitar 1,46 km² dan abrasi yang terbesar terjadi di daerah penelitian seluas 873,35 m² serta akresi terluas terjadi dengan luasan 9.310,89 m²

IV.3 Luas Perubahan Garis Pantai

Hasil yang didapatkan dari perubahan garis pantai pada tahun 2011,2015 dan 2019 berupa luasan terjadinya akresi serta abrasi pada setiap tahun yang diamati. Hasil luasan diperoleh dengan metode *overlay* pada *software* ArcGIS dengan membuat polygon pada garis pantai yang diteliti.

Tabel 13 Luas abrasi dan akresi tahun 2011, 2015 dan 2019

Tahun	Abrasi (m ²)	Akresi (m ²)
2011 ke 2015	896.280	129.943
2015 ke 2019	65.789	1.479.387

Tabel 13 menunjukkan hasil abrasi dan akresi dalam satuan meter persegi, dimana pada tahun 2011 ke 2015 terjadi abrasi sebesar 896.280 m² dan akresi sebesar 129.943 m² sedangkan pada tahun 2015 ke 2019 terjadi abrasi sebesar 65.789 m² dan akresi sebesar 1.479.387 m² dari total perubahan yang terjadi dapat dilihat bahwa peristiwa yang terjadi didominasi oleh akresi.

IV.4 Analisis Klasifikasi Tutupan Lahan

Analisis hasil klasifikasi tutupan lahan di empat kecamatan dalam penelitian ini pada tahun 2011,2015 dan 2019 dilakukan berdasarkan selisih besaran tutupan lahan hasil klasifikasi. Penentuan area penelitian didasarkan dari hasil digitasi garis pantai yang dilakukan proses *buffer* sejauh 1 km kearah daratan.

Klasifikasi dibagi menjadi beberapa kelas tutupan lahan, yaitu badan air, vegetasi, lahan terbuka dan lahan terbangun. Klasifikasi dilakukan dengan pengolahan segmentasi dan pengambilan sampel. Klasifikasi dilakukan dengan *software* eCognition Developer menggunakan algoritma *hierarchical classification* berdasar *image object level*.

Tabel 14 Hasil klasifikasi tutupan lahan tahun 2011

No	Kelas	Luas 2011 (m ²)	Persentase (%)
1	Badan Air	444.544	0,91
2	Lahan Terbuka	4.756.894	9,71
3	Lahan Terbangun	11.920.863	24,34
4	Vegetasi	31.859.944	65,04
	Total	48.982.245	100

Berdasarkan Tabel 14 tutupan lahan keseluruhan hasil *buffer* 1 km menghasilkan luas

48.982.245 m². Tutupan lahan yang memiliki luasan paling besar di area penelitian adalah vegetasi dengan luasan 31.859.944 m² atau dengan persentase sebesar 65,04%. Tutupan lahan yang memiliki luasan paling kecil adalah badan air dengan luas sebesar 444.544 m² atau dengan persentase 0,91% dari total luasan yang ada, hasil dari tutupan lahan dapat divisualisasikan pada Gambar 9.



Gambar 9 Peta hasil klasifikasi tutupan lahan tahun 2011

Kondisi tutupan lahan di area penelitian untuk tahun 2015 dapat diketahui dari total luasan yang dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15 Hasil tutupan lahan tahun 2015

No	Kelas	Luas 2015 (m ²)	Persentase (%)
1	Badan Air	1.248.750	2,51
2	Lahan Terbuka	13.562.325	27,31
3	Lahan Terbangun	17.258.850	34,75
4	Vegetasi	17.595.450	35,43
	Total	49.665.375	100

Berdasarkan Tabel 15 dapat dilihat hasil klasifikasi tutupan lahan yang memiliki luasan paling besar adalah kelas vegetasi dengan luasan 17.595.450 m² atau dengan persentase sebesar 35,92% sedangkan untuk luasan paling kecil dari hasil klasifikasi adalah kelas badan air dengan 2,51% atau dengan luasan 1.248.750 m² dari total luasan yang ada sebesar 49.665.375 m². Hasil dari klasifikasi tutupan lahan tahun 2015 dapat dilihat pula pada Gambar 10.



Gambar 10 Peta hasil klasifikasi tutupan lahan tahun 2015

Kondisi tutupan lahan di area penelitian pada tahun 2019 hasil dari pengolahan segmentasi dan pengambilan sampel secara terbimbing dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16 Hasil klasifikasi tutupan lahan tahun 2019

No	Kelas	Luas 2019 (m ²)	Persentase (%)
1	Badan Air	738.675	1,51
2	Lahan Terbuka	17.099.325	35,04
3	Lahan Terbangun	10.033.200	20,56
4	Vegetasi	20.924.325	42,88
	Total	48.795.525	100

Berdasarkan Tabel 16 dapat dilihat bahwa kelas yang memiliki luasan terbesar adalah vegetasi dengan luas 20.924.325 m² atau dengan persentase 42,72% sedangkan untuk kelas yang memiliki luas terkecil ialah badan air dengan 1,51% dari total area penelitian atau dengan luas sebesar 738.675 m². Visualisasi hasil klasifikasi tutupan lahan tahun 2019 dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Peta hasil klasifikasi tutupan lahan tahun 2019

IV.5 Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Laju Perubahan Garis Pantai

Perubahan tutupan lahan yang terjadi di empat kecamatan penelitian dari tahun 2011 hingga 2019 dapat dilihat pada Tabel 17 dan Tabel 18.

Tabel 17 Perubahan tutupan lahan tahun 2011 ke 2015

No	Kelas	Tahun		Selisih (m ²)
		2011 (m ²)	2015 (m ²)	
1	Badan Air	444.544	1.248.750	804.206
2	Lahan Terbuka	4.756.894	13.562.325	8.805.431
3	Lahan Terbangun	11.920.863	17.258.850	5.337.987
4	Vegetasi	31.859.944	17.595.450	14.264.494
	Total	48.982.245	49.665.375	683.130

Tabel 17 menunjukan perubahan dari tahun 2011 ke tahun 2015. Hasil klasifikasi badan air menunjukan perubahan sebesar 804.206 m², perubahan lahan terbuka sebesar 8.805.431 m², perubahan lahan terbangun terjadi perubahan sebesar 5.337.987 m² dan pada hasil klasifikasi vegetasi terjadi penurunan sebesar 14.264.494 m².

Tabel 18 Perubahan tutupan lahan tahun 2015 ke 2019

No	Kelas	Tahun		Selisih (m ²)
		2015 (m ²)	2019 (m ²)	
1	Badan Air	1.248.750	738.675	510.075
2	Lahan Terbuka	13.562.325	17.099.325	3.537.000
3	Lahan Terbangun	17.258.850	10.033.200	7.225.650
4	Vegetasi	17.595.450	20.924.325	3.328.875
	Total	49.665.375	48.795.525	869.850

Berdasarkan Tabel 18 perubahan tutupan lahan pada tahun 2015 ke tahun 2019. Hasil klasifikasi badan air terdapat pengurangan sebesar 510.075 m², perubahan pada lahan terbuka mengalami kenaikan sebesar 3.537.000 m², perubahan lahan terbangun mengalami penurunan sebesar 7.225.650 m² sedangkan untuk vegetasi terjadi peningkatan sebesar 3.328.875 m².

Tabel 19 Luas yang terdampak abrasi dan akresi

Tahun	Abrasi (m ²)	Akresi (m ²)
2011 ke 2015	896.280	129.943
2015 ke 2019	65.789	1.479.387

Berdasarkan Tabel 17 dapat dilihat luasan daerah yang terkena abrasi pada tahun 2011 ke tahun 2015 sebesar 896.280 m² sedangkan akresi seluas 129.943 m². Tabel 17 menunjukan salah satu contoh yang terjadi perubahan adalah pada tutupan lahan badan air yang mengalami peningkatan sebesar 804.206 m² dikarenakan semakin banyak sungai yang teridentifikasi dan tambak yang ada juga mengalami peningkatan.

Berdasarkan Tabel IV 19 memperlihatkan terjadinya akresi sebesar 1.479.387 m² sedangkan abrasi sebesar 65.789 m². Tabel 18 memperlihatkan terjadinya perubahan tutupan lahan dari tahun 2015 ke tahun 2019 sebagai contoh pada hasil klasifikasi badan air mengalami penurunan karena total yang teridentifikasi sebagai badan air atau sungai juga semakin sedikit karena bergesernya garis pantai kearah laut.

Perubahan tutupan lahan disebabkan oleh berbagai macam faktor. Pertama ialah terjadi perubahan pada garis pantai dari tahun-ketahun yang menyebabkan wilayah penelitian yang *dibuffer* juga mengalami pergeseran, kedua perkembangan dari wilayah pandeglang yang mengalami pertumbuhan, ketiga yaitu kesalahan dalam proses klasifikasi terbimbing dikarenakan nilai piksel yang berubah saat dilakukan penajaman citra, serta ukuran resolusi spasial citra yang masih terlalu besar dan menyebabkan adanya kesulitan dalam klasifikasi otomatis.

V. Penutup

V.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Lokasi dan nilai abrasi, akresi maksimum tersebar di 2 titik pada garis pantai setiap kecamatan, di Kecamatan Labuan terjadi akresi sejauh 157,03 meter dan abrasi sebesar -17,499 meter, di Kecamatan Pagelaran akresi terjadi sejauh 314,437 meter dan terjadi abrasi sebesar -30,0297 meter, di Kecamatan Sukaresmi mengalami akresi 19,562 meter dan abrasi sebesar -20.274 meter, terakhir pada Kecamatan Panimbang terjadi akresi sejauh 150,419 meter dan abrasi sebesar -27,578 meter.
2. Laju perubahan garis pantai tahun 2011, 2015 dan tahun 2019 terjadi laju perubahan terbesar pada transek C yang berada pada kecamatan Pagelaran sebesar 36,038 m/tahun sedangkan untuk laju perubahan terkecil sebesar 0.0775 m/tahun dialami oleh transek D di kecamatan Pagelaran
3. Tutupan lahan pada tahun 2011, 2015 dan 2019 mengalami perubahan dengan memiliki perubahan nilai yang tidak beraturan. Lahan yang berubah didominasi oleh perubahan vegetasi yang berubah menjadi lahan terbuka. Berkurangnya presentasi vegetasi sebanyak 22,16% telah berubah menjadi lahan terbuka yang bertambah persentasenya sebanyak 25,33%.

V.2 Saran

Beberapa saran atau masukan yang dapat penulis rekomendasikan dalam penelitian yang berkaitan dengan pola laju perubahan garis pantai dengan tutupan lahan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik adalah sebagai berikut :

1. Data Pasang Surut yang dimiliki dilengkapi pada setiap tahun penelitian yang dilakukan, karena keterbatasan data tersebut penelitian ini menggunakan data hasil prediksi dari data pasang surut yang ada.
2. Citra yang digunakan lebih baik menggunakan citra resolusi tinggi seperti quickbird, pleiades dan lain sebagainya karena akan memudahkan pengamatan perubahan tutupan lahan yang ada.

Daftar Pustaka

Arief, Muh, G. Winarso, dan T. Prayogo. 2012. *Kajian Perubahan Garis Pantai Menggunakan Data Satelit Landsat Di Kabupaten Kendal*. Jakarta: Lembaga Penerbangan Dan Antariksa Nasional.

Big. 2018. "Perka Big No.6 Tahun 2018 Perubahan Atas Peraturan Big No.14 Tahun 2014." Cibinong.

Bintarto, R. 1977. *Geografi Sosial*. Yogyakarta: U.P Spring.

Dianovita. 2018. "Evaluasi Metode Penajaman Citra Multispektral Dengan Memanfaatkan Kanal Pankromatik." *Pusat Data Pengindraan Jauh-Lapan* 115-124.

Genz, Ayesha. 2007. "The Predictive Accuracy Of Shoreline Change Rate Methods And Alongshore Beach Variation On Maui." *Journal Of Coastal Research*.

Hanifa, N.R, E Djunarsjah, dan K Wikantika. 2004. *Reconstruction Of Maritime Boundary Between Indonesia And Singapore Using Landsat-Etm Satelite Image*. Jakarta: Marine Cadastre And Coastal Zone Management.

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.

Pebrianto, Fajar. 2018. *Tempo.Co*. 29 December. <https://bisnis.tempo.co/read/1159862/pengembang-pantai-kek-tanjung-lesung-mendekat-akibat-abrasi/full&view=ok>.

Planetofgood. 2018. *Pinterest*. <https://id.pinterest.com/pin/624663410798328362/?nic=1a&sender=708894935004323348>.

Poerbandono, dan E Djunarsjah. 2005. *Survei Hidrografi*. Bandung: Pt. Refika Aditama.

Pond, S, Dan G.L Pickard. 1981. *Introductory Dynamic Oceanography*. Pergamon Press.

Purwandani. 2013. *Akresi Pantai*. <http://www.zonabmi.org/aplikasi/perubahan-garis-pantai/akresi-pantai.html>.

Rahmawati, Dyah, dan Muh. Aris Marfai. 2019. *Arahan Pengembangan Kawasan*. Yogyakarta: Ugm Press.

Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.

Wahyunto. 2001. "Studi Perubahan Lahan Di Sub Das Citarik, Jawa Barat Dan Das Galigarang Jawa Tengah." *Prosiding Seminar Nasional Multifungsi Lahan Sawah*. Bogor. 39-40.