

ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI DAN HUBUNGANNYA DENGAN LAND SUBSIDENCE MENGGUNAKAN APLIKASI *DIGITAL SHORELINE ANALYSIS SYSTEM* (DSAS) (STUDI KASUS: WILAYAH PESISIR KOTA SEMARANG)

Ariella Arima Aniendra^{*}, Bandi Sasmito, Abdi Sukmono

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
Email : arllarima97@gmail.com

ABSTRAK

Wilayah pesisir Kota Semarang memiliki garis pantai dengan lebar 2,5 km-10 km. Aktifitas yang terdapat di wilayah pesisir cukup banyak antara lain sebagai pelabuhan, perumahan penduduk, industri, dan lain sebagainya. Hal tersebut memicu turunnya permukaan tanah yang berakibat adanya abrasi dan akresi. Kota Semarang memiliki nilai laju penurunan muka tanah yang berbeda antara satu tempat dengan tempat lainnya, secara umum nilai laju penurunan muka tanah akan semakin besar jika mendekati pantai.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan perubahan garis pantai dengan penurunan muka tanah atau *land subsidence* yang terjadi di Kota Semarang. Citra yang digunakan dalam penelitian adalah citra Landsat 8 tahun 2013-2019 dengan metode *thresholding* untuk mengekstrasi garis pantai. Laju perubahan garis pantai dihitung menggunakan *software Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata perubahan garis pantai di Kota Semarang mengalami penambahan sebesar 176,28 meter. Kecamatan yang mengalami akresi terbesar adalah Kecamatan Semarang Barat dengan akresi sebesar 483,34 meter, sedangkan kecamatan yang mengalami abrasi terbesar adalah Kecamatan Genuk dengan abrasi sebesar 486 meter. Hubungan perubahan garis pantai dengan penurunan muka tanah di Kota Semarang memiliki korelasi sebesar 0,43852. Hasil korelasi ditinjau berdasarkan tingkat hubungan korelasi termasuk korelasi hubungan yang cukup, sehingga jika perubahan garis pantai semakin mengalami kemunduran (abrasi) maka semakin tinggi nilai *land subsidence* di wilayah tersebut.

Kata kunci: Abrasi, Akresi, *Digital Shoreline Analysis System*, Garis Pantai, *Land Subsidence*

ABSTRACT

The coastal area of Semarang City has a coastline of 2.5 km-10 km. There are quite a lot of activities in the coastal areas, among others, as a port, residential population, industry, and so on. This triggers land subsidence which results in abrasion and accretion. The city of Semarang has a value of the rate of land subsidence that differs from one place to another, in general the value of the rate of land subsidence will be even greater if it approaches the coast.

This study was conducted to determine the relationship of changes in coastline with land subsidence that occurred in the city of Semarang. The image used in the study is Landsat 8 in 2013-2019 with the thresholding method to extract the coastline. The rate of shoreline change is calculated using the Digital Shoreline Analysis System (DSAS) software.

The results showed that the average change in coastline in the city of Semarang had increased by 176.28 meters. The sub-district that experienced the greatest accretion was the West Semarang sub-district with an accretion of 483.34 meters, while the sub-district that experienced the greatest abrasion was the Genuk sub-district with an abrasion of 486 meters. The relationship of shoreline changes with land subsidence in Semarang City has a correlation of 0.43852. Correlation results are reviewed based on the level of correlation, including sufficient correlation, so that if changes in the coastline experience a decline (abrasion), the higher the value of land subsidence in the region.

Keyword : *Abrasion, Accretion, Digital Shoreline Analysis System, Shorelines, Land Subsidence*

^{*})Penulis Utama, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara maritim yang memiliki luas perairan yang lebih besar daripada luas daratannya. Indonesia memiliki lebih dari 3.700 pulau dan wilayah pantai dengan panjang 80.000 km. Wilayah pantai adalah daerah yang banyak memiliki aktifitas yang berhubungan dengan kelautan seperti untuk pertambangan, pelabuhan, perikanan, dan lain sebagainya (Triatmodjo, 1999). Selain wilayah pantai, terdapat juga wilayah pesisir. Pantai dan pesisir merupakan dua istilah berbeda, akan tetapi keduanya saling berkaitan karena sama-sama berhubungan dengan laut.

Wilayah pesisir adalah wilayah pertemuan antara daratan dan lautan, wilayah ini memiliki interaksi yang sangat dinamis dan saling mempengaruhi antara ekosistem darat dan lautnya (Pranoto, 2007). Terdapat 4 kecamatan di wilayah pesisir Kota Semarang yaitu Kecamatan Tugu, Kecamatan Semarang Barat, Kecamatan Semarang Utara dan Kecamatan Genuk.

Wilayah pesisir Kota Semarang memiliki garis pantai dengan lebar 2,5 km-10 km. Menurut penelitian Wirasatriya, Hartoko dan Supirin, (2006) penurunan muka tanah di Kota Semarang cukup mempengaruhi fenomena kenaikan muka air laut yang mengakibatkan parahnya banjir rob yang terjadi, selain karena faktor pemanasan global dan faktor lainnya. Kota Semarang memiliki nilai laju penurunan muka tanah yang berbeda antara satu tempat dengan tempat lainnya, secara umum nilai laju penurunan muka tanah akan semakin besar jika mendekati pantai. Hal tersebut memungkinkan mempengaruhi perubahan garis pantai. Menurut penelitian Wirawan dkk., (2019) penurunan muka tanah di Semarang setiap tahun mengalami perubahan yang berbeda-beda, penelitian ini dilakukan dari tahun 2013-2018. Penurunan muka tanah terutama di kawasan pantai memungkinkan terjadinya abrasi dan akresi.

Penelitian ini melakukan analisis perubahan garis pantai menggunakan aplikasi *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) dengan menghitung statistik perubahan laju garis pantai dari berbagai posisi garis pantai secara temporal serta fenomena abrasi dan akresi yang terjadi. Hasil perhitungan perubahan laju garis pantai akan di *overlay* dengan peta laju penurunan muka tanah di Kota Semarang tahun 2013-2018.

I.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Berapa nilai perubahan garis pantai di wilayah pesisir Kota Semarang pada tahun 2013-2019?
2. Berapa laju perubahan maksimum dan minimum yang terjadi akibat abrasi dan akresi?

3. Bagaimana hubungan perubahan garis pantai terhadap *land subsidence* di wilayah pesisir Kota Semarang?

I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui nilai perubahan garis pantai di wilayah pesisir Kota Semarang pada tahun 2013-2019.
2. Mengetahui laju perubahan maksimum dan minimum garis pantai akibat abrasi dan akresi.
3. Mengetahui hubungan perubahan garis pantai terhadap *land subsidence* di wilayah pesisir Kota Semarang.

I.4 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini memiliki ruang lingkup sebagai berikut:

1. Lokasi area studi adalah wilayah pesisir Kota Semarang, yaitu Kecamatan Tugu, Kecamatan Semarang Barat, Kecamatan Semarang Utara, dan Kecamatan Genuk.
2. Citra yang digunakan adalah citra Landsat 8 tahun 2013-2019.
3. Data penurunan muka tanah yang digunakan yaitu data penurunan muka tanah Kota Semarang tahun 2013-2018.
4. Penentuan garis pantai menggunakan metode *Thresholding*.
5. Laju perubahan garis pantai dari tahun 2013-2019 dihitung menggunakan aplikasi *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) dengan pendekatan statistik *Net Shoreline Movement* (NSM).

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Garis Pantai

Garis pantai merupakan batas pertemuan antara daratan dan lautan, mempunyai posisi yang dinamis serta dapat berpindah sesuai fenomena pasang surut air laut dan erosi pantai. Faktor yang mempengaruhi perubahan garis pantai yaitu angin, gelombang, arus, pasang surut, jenis dan material pantai yang mempengaruhi proses sedimentasi di kawasan pantai juga. Faktor gerakan air dan morfologi pantai juga turut mempengaruhi perubahan garis pantai (Triatmodjo, 1999).

II.2 Abrasi dan Akresi

Abrasi merupakan salah satu faktor masalah yang mengancam mundurnya garis pantai, merusak penggunaan lahan, dan bangunan-bangunan yang berada di pinggir pantai. Abrasi pantai adalah mundurnya garis pantai dari posisi asalnya (Triatmodjo, 1999).

Akresi pantai adalah proses majunya garis pantai ke lautan yang disebabkan adanya proses sedimentasi dari daratan ke lautan. Proses sedimentasi terjadi karena adanya pembukaan lahan, volume limpasan air yang besar, dan transport sedimen dari badan sungai menuju lautan.

II.3 Pasang Surut

Pasang surut air laut adalah naik dan turunnya permukaan air laut akibat pengaruh dari gravitasi benda-benda langit terutama bulan dan matahari. Pasang surut menyebabkan perbedaan tinggi permukaan air laut pada kondisi kedudukan tertentu dari bumi, bulan dan matahari (Poerbondono dan Djunasjah, 2005).

II.4 Penurunan Muka Tanah

Penurunan muka tanah adalah penurunan tanah relatif terhadap suatu bidang referensi tertentu yang dianggap stabil. Penurunan muka tanah dapat terjadi secara perlahan maupun mendadak. Penurunan muka tanah perlahan diketahui setelah kejadian yang berlangsung lama, besar penurunannya bisa ditentukan dengan secara periodik. Penurunan muka tanah mendadak biasanya diikuti dengan perubahan fisik yang nyata dan dapat diketahui secara langsung nilai dan kecepatan penurunannya (Ardiansyah, 2012 dalam Kasfari, 2018).

II.5 Metode *Thresholding*

Thresholding citra merupakan metode yang digunakan untuk membedakan gambar input ke dalam dua kelas piksel yang memiliki nilai kurang dari *threshold* dan lebih dari *threshold*. Umumnya citra yang akan diolah mengaplikasikan *threshold* pada citra *gray level* untuk dapat menjadi citra biner (citra yang memiliki nilai level keabuan 0 atau 255) (Fauzi dkk., 2014 dalam Effendi, 2018).

II.6 *Digital Shoreline Analysis System*

Digital Shoreline Analysis System (DSAS) merupakan *tools* tambahan yang terdapat pada *software* ArcGIS yang di kembangkan oleh ESRI dan USGS dan bersifat *open source*. *Digital Shoreline Analysis System* digunakan untuk menghitung perubahan posisi garis pantai berdasarkan waktu secara statistik dan berbasis geospasial (Istiqomah, 2016).

Digital Shoreline Analysis System menggunakan titik sebagai acuan perhitungan perubahan garis pantai, titik acuan didapat dari perpotongan antara garis pantai dan garis transek yang melaluinya. Ada beberapa metode perhitungan dalam *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) yaitu:

1. *Shoreline Change Envelope* (SCE) yaitu menghitung perubahan garis pantai dengan mempertimbangkan semua posisi garis pantai tanpa mengacu pada tanggal tertentu, dari hasil perhitungan didapatkan data jarak.
2. *Net Shoreline Movement* (NSM) yaitu menghitung jarak laju perubahan garis pantai dari yang terlama hingga yang terbaru.
3. *End Point Rate* (EPR) yaitu menghitung laju perubahan garis pantai dengan membagi jarak antara garis pantai terlama hingga garis pantai terbaru dengan rentang waktunya.
4. *Linear Regression Rate* (LRR) yaitu analisis statistik tingkat perubahan dengan menggunakan regresi linear bisa ditentukan dengan menggunakan garis regresi *least-square* terhadap semua titik perpotongan garis pantai dengan transek.

II.7 Korelasi

Korelasi adalah kata yang digunakan untuk menjelaskan ada tidaknya hubungan antar variabel. Analisis korelasi adalah metode untuk mengetahui apakah terdapat hubungan linier antar variabel. Variabel dikatakan terdapat hubungan apabila ada perubahan pada variabel X yang mempengaruhi perubahan pada variabel lainnya (Raharja, 2017).

III. Metodologi Penelitian

III.1 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian yaitu:

1. Perangkat Keras (*hardware*)
 - a. Laptop Asus (Intel Core i5-7200U 2.4 GHz, Windows 10)
 - b. *Handphone*
2. Perangkat Lunak (*software*)
 - a. Microsoft Office 2016 (Word dan Excel)
 - b. Arc GIS 10.4
 - c. ENVI 5.1
 - d. *Digital Shoreline Analysis System*

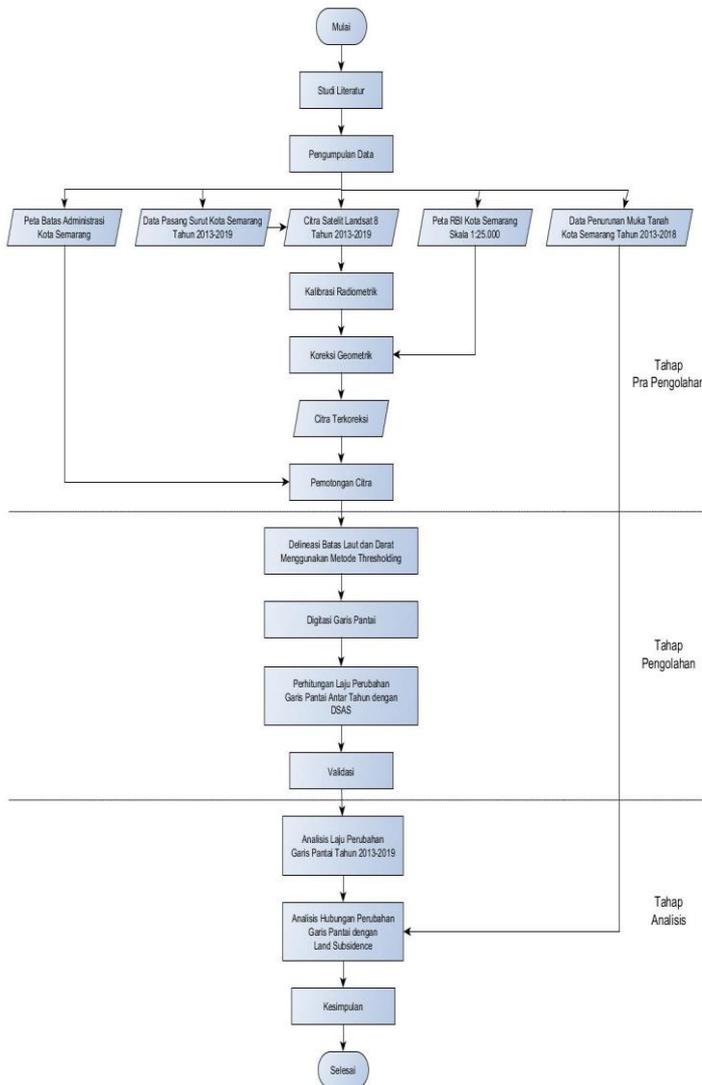
III.2 Bahan

Bahan yang digunakan:

- a. Peta batas administrasi Kota Semarang
- b. Peta RBI Kota Semarang skala 1:25.000
- c. Citra Satelit Landsat 8 tahun 2013-2019 wilayah Kota Semarang
- d. Data pasang surut Kota Semarang tahun 2013-2019
- e. Data penurunan muka tanah Kota Semarang tahun 2013-2018 dari penelitian sebelumnya

III.3 Diagram Alir Penelitian

Secara umum, prosedur pelaksanaan penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

III.4 Pengolahan Data

III.4.1 Pengolahan Citra Landsat 8

Pengolahan citra Landsat 8 tahun 2013-2019 dengan *software* ENVI 5.1. Pengolahan yang dilakukan adalah proses kalibrasi radiometrik, koreksi geometrik, *cropping* citra, serta penerapan metode *thresholding*.

III.4.2 Digitasi Garis Pantai

Proses digitasi garis pantai dilakukan di ArcGIS dengan digitasi *on-screen* serta skala saat mendigitasi harus tetap dan tidak berubah.

III.4.3 Perhitungan Perubahan Laju Garis Pantai

Pengolahan perhitungan laju garis pantai menggunakan perangkat lunak *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) yang dapat diunduh secara gratis di woodshole.er.usgs.gov. Sebelum menggunakan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) perangkat keras harus memiliki perangkat lunak MATLAB

component runtime utility untuk membantu aplikasi dalam menghitung perubahan garis pantai.

III.4.4 Validasi Lapangan

Validasi lapangan dilakukan untuk membandingkan hasil pengolahan data dengan kondisi nyata di lapangan. Metode pemilihan sampel yang digunakan dalam validasi ini adalah *nonprobability sampling* yaitu dengan *quota sampling*. Validasi lapangan dilakukan di wilayah pantai atau pesisir yang ada di Kota Semarang.

IV. Hasil dan Pembahasan

IV.1 Hasil dan Analisis Kondisi Pasang Surut dengan Citra

Pada penelitian ini dilakukan justifikasi citra berdasarkan tinggi pasang surut. Tinggi pasang surut saat perekaman antar citra disesuaikan sehingga citra yang dipilih merupakan citra dengan tinggi pasang surut yang tidak berbeda jauh. Bacaan tinggi pasang surut dilihat di ina-sealevelmonitoring.big.go.id. Stasiun pasut yang digunakan adalah stasiun pasut Semarang-Jateng. Tinggi pasang surut antar citra dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Tinggi pasang surut antar citra

Tanggal Perekaman Citra	Jam Perekaman Citra	Jam Pengamatan Pasut	Tinggi Pasut (m)
23 Mei 2013	09:50 WIB	09: 50 WIB	1,73
30 Agustus 2014	09: 48 WIB	09:48 WIB	1,70
18 September 2015	09:48 WIB	09:48 WIB	1,67
19 Agustus 2016	09:48 WIB	09:48 WIB	1,69
07 September 2017	09:48 WIB	09:48 WIB	1,72
09 Agustus 2018	09:47 WIB	09:47 WIB	1,73
27 Juli 2019	09:48 WB	09:48 WIB	1,96
Rata-rata			1,74

IV.2 Hasil Delineasi Batas Daratan dan Lautan

Proses delineasi batas daratan dan lautan dalam penelitian menggunakan metode *thresholding*. Hasil penerapan metode *thresholding* dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

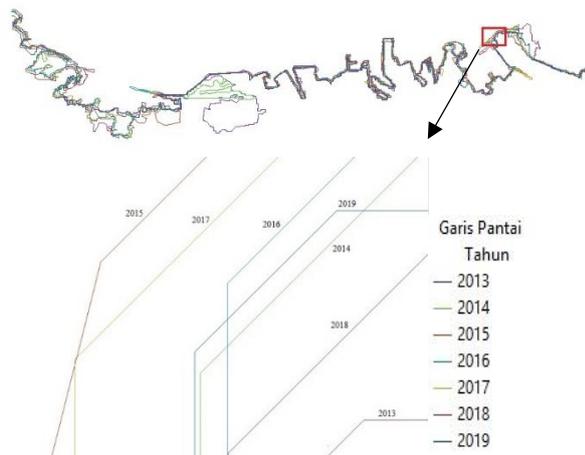


Gambar 2 Visual citra sebelum penerapan metode *thresholding*



Gambar 3 Visual citra sesudah penerapan metode *thresholding*

Hasil digitasi garis pantai Kota Semarang tahun 2013-2019 ditunjukkan pada Gambar 4.

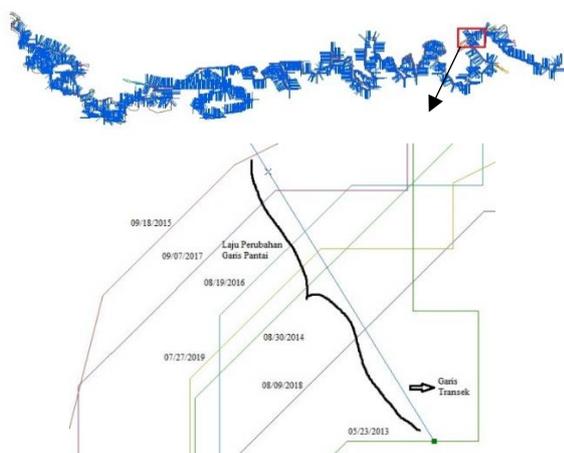


Gambar 4 Hasil digitasi garis pantai tahun 2013-2019

IV.3 Hasil dan Analisis Laju Perubahan Garis Pantai

Laju perubahan garis pantai dihitung menggunakan *software Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* dengan pendekatan statistik *Net Shoreline Movement (NSM)*.

Pembuatan garis transek pada *software Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* menghasilkan garis transek sejumlah 2456 garis. Garis transek yang dihasilkan dan ilustrasi perhitungan statistik *Net Shoreline Movement (NSM)* ditunjukkan pada Gambar 5.

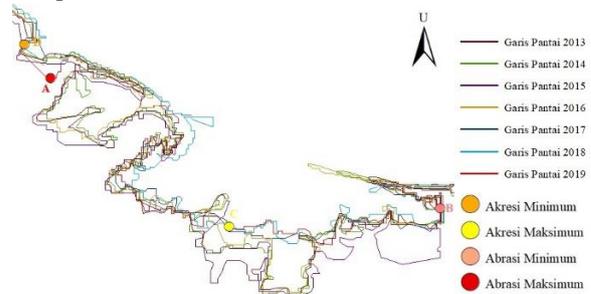


Gambar 5 Hasil pembuatan garis transek

Hasil dari perhitungan perubahan garis pantai adalah sejauh 176,28 meter dari tahun 2013-2019. Perubahan jarak tersebut bernilai positif (+) sehingga pada tahun 2013-2019 perubahan garis pantai di Kota Semarang mengalami penambahan.

IV.4 Hasil dan Analisis Laju Perubahan Maksimum dan Minimum Akibat Abrasi dan Akresi

Analisis dilakukan pada 4 kecamatan di wilayah pesisir Kota Semarang yaitu Kecamatan Tugu, Kecamatan Semarang Barat, Kecamatan Semarang Utara, dan Kecamatan Genuk. Abrasi adalah mundurnya garis pantai ke arah daratan sehingga dalam perhitungan nanti akan memiliki nilai laju garis pantai negatif, sedangkan akresi adalah majunya garis pantai ke arah lautan sehingga akan memiliki nilai laju garis pantai positif. Lokasi titik yang terjadi abrasi dan akresi maksimum dan minimum ditunjukkan pada Gambar 6 sampai Gambar 9.



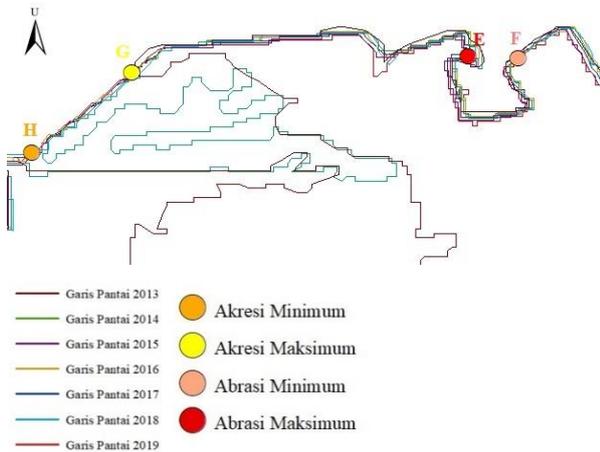
Gambar 6 Lokasi titik transek A, B, C, dan D di Kecamatan Tugu

Gambar 6 menunjukkan titik transek A, B, C, dan D yang terjadi abrasi dan akresi maksimum dan minimum yang berlokasi di Kecamatan Tugu. Total laju perubahan maksimum dan minimum garis pantai yang dihitung menggunakan *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* ditunjukkan pada Tabel 2, akresi didefinisikan dengan nilai positif (+) sedangkan abrasi didefinisikan dengan nilai negatif (-).

Tabel 2 Total laju perubahan transek A, B, C, dan D

Transek	Total Laju Perubahan (m/6th)	Rata-rata (m/th)
A	-290,96	-48,49
B	-32,45	-5,41
C	426,78	71,13
D	5,89	0,98
Total Rata-Rata		18,21

Gambar 7 menunjukkan titik transek E, F, G, dan H yang terjadi abrasi dan akresi maksimum dan minimum yang berada di Kecamatan Semarang Barat.



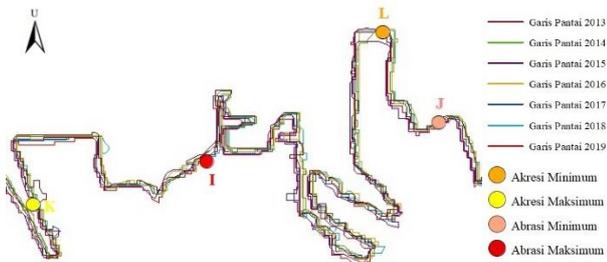
Gambar 7 Lokasi titik transek E, F, G, dan H di Kecamatan Semarang Barat

Total laju perubahan maksimum dan minimum garis pantai yang dihitung menggunakan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) ditunjukkan pada Tabel 3, akresi didefinisikan dengan nilai positif (+) sedangkan abrasi didefinisikan dengan nilai negatif (-).

Tabel 3 Total laju perubahan transek E, F, G, dan H

Transek	Total Laju Perubahan (m/6th)	Rata-rata (m/th)
E	-92,51	-15,42
F	-3,27	-0,54
G	483,34	80,56
H	77,19	12,86
Total Rata-Rata		77,46

Gambar 8 menunjukkan titik transek I, J, K, dan L yang terjadi abrasi dan akresi maksimum dan minimum yang berada di Kecamatan Semarang Utara.



Gambar 8 Lokasi titik transek I, J, K, L di Kecamatan Semarang Utara

Total laju perubahan maksimum dan minimum garis pantai yang dihitung menggunakan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) ditunjukkan pada Tabel 4, akresi didefinisikan dengan nilai positif (+) sedangkan abrasi didefinisikan dengan nilai negatif (-).

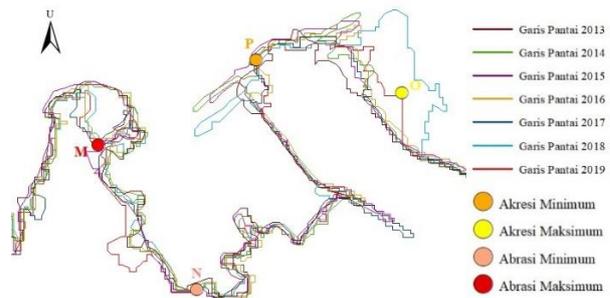
Tabel 4 Total laju perubahan transek I, J, K, dan L

Transek	Total Laju Perubahan (m/6th)	Rata-rata (m/th)
I	-117,55	-19,59
J	-6,9	-1,15

Tabel 4 Total laju perubahan transek I, J, K, dan L (lanjutan)

Transek	Total Laju Perubahan (m/6th)	Rata-rata (m/th)
K	94,64	15,77
L	3,1	0,52
Total Rata-Rata		-4,45

Gambar 9 menunjukkan titik transek M, N, O, dan P yang terjadi abrasi dan akresi maksimum dan minimum yang berada di Kecamatan Genuk.



Gambar 9 Lokasi titik transek M, N, O, dan P di Kecamatan Genuk

Total laju perubahan maksimum dan minimum garis pantai yang dihitung menggunakan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) ditunjukkan pada Tabel 5, akresi didefinisikan dengan nilai positif (+) sedangkan abrasi didefinisikan dengan nilai negatif (-).

Tabel 5 Total laju perubahan transek M, N, O, dan P

Transek	Total Laju Perubahan (m/6th)	Rata-rata (m/th)
M	-486	-81
N	-8,49	-1,41
O	327,56	54,59
P	2,45	0,41
Total Rata-Rata		-27,41

IV.5 Validasi Lapangan

Validasi dilakukan dengan cara *ground check* ke lokasi penelitian yang hasilnya akan dibuktikan dengan hasil pendefinisian antara daratan, lautan, dan garis pantai. Hasil dari validasi lapangan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil validasi lapangan

Titik Validasi	X (m)	Y (m)	Kondisi Lapangan	Kondisi Citra
Pantai Tirang, Kec. Tugu	429071,686	9231313,952	Daratan	Daratan
Pantai Marina Convention Center	432647,669	9231614,746	Daratan	Daratan

IV.6 Hasil dan Analisis Hubungan Perubahan Garis Pantai dengan Land Subsidence

Pada penelitian ini data laju perubahan garis pantai yang didapatkan dari hasil perhitungan menggunakan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) di analisis hubungan korelasi dengan data penurunan muka tanah Kota Semarang tahun 2013-2019. Tabel 7 dan grafik hubungan perubahan garis pantai dengan penurunan muka tanah di Kota Semarang dapat dilihat pada Tabel dan Gambar 10.

Tabel 7 Tabel perubahan garis pantai dan laju penurunan muka tanah

No	Kecamatan	Rata-rata Akresi (m)	Rata-rata Abrasi (m)	Rata-rata Perubahan Garis Pantai (m)	Laju Penurunan Muka Tanah (cm/5th)
1	Tugu	154,18	-143,78	10,40	6
2	Semarang Barat	236,9	-28,77	208,13	9
3	Semarang Utara	41,04	-45,66	-4,62	11
4	Genuk	85,76	-123,39	-37,63	16



Gambar 10 Grafik hubungan perubahan garis pantai dengan *land subsidence*

Nilai positif pada Tabel 7 menjelaskan bahwa garis pantai mengalami akresi dimana garis pantai mengalami kemajuan ke arah laut dan nilai negatif menjelaskan bahwa garis pantai mengalami abrasi dimana garis pantai mengalami kemunduran ke arah daratan. Daerah Semarang Barat terdapat nilai akresi yang besar diakibatkan reklamasi karena pembangunan bandara.

Dapat dilihat pada grafik hubungan perubahan garis pantai dengan *land subsidence* pada Gambar 10 diperoleh koefisien korelasinya (R) sebesar 0,43852 sehingga jika berdasarkan dari tingkat korelasi hasil penelitian termasuk korelasi hubungan yang cukup (0,40-0,70). Sehingga jika perubahan garis pantai semakin mengalami kemunduran (abrasi) maka semakin tinggi nilai *land subsidence* di wilayah tersebut.

V. Kesimpulan dan Saran

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah. Hasil kesimpulan adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan perubahan garis pantai menggunakan *software Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) dengan menggunakan pendekatan statistik *Net Shoreline Movement* (NSM) pada Kota Semarang tahun 2013-2019 memiliki jarak rata-rata sejauh 176,28 meter. Perubahan jarak tersebut bernilai positif (+) sehingga pada tahun 2013-2019 perubahan garis pantai di Kota Semarang mengalami penambahan garis pantai.
2. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa Kecamatan Tugu mengalami abrasi maksimum sejauh -290,96 meter dan abrasi minimum sejauh -32,45 meter, sedangkan untuk akresi maksimum sejauh 426,78 meter dan akresi minimum sejauh 5,89 meter. Kecamatan Semarang Barat mengalami abrasi maksimum sejauh -92,51 meter dan abrasi minimum sejauh -3,27 meter, sedangkan untuk akresi maksimum sejauh 484,34 meter dan akresi minimum sejauh 77,19 meter. Kecamatan Semarang Utara mengalami abrasi maksimum sejauh -117,55 meter dan abrasi minimum sejauh -6,90 meter, sedangkan untuk akresi maksimum sejauh 94,64 meter dan akresi minimum sejauh 3,10 meter. Kecamatan Genuk mengalami abrasi maksimum sejauh -486 meter dan abrasi minimum sejauh -8,49 meter, sedangkan untuk akresi maksimum sejauh 327,56 meter dan akresi minimum sejauh 2,45 meter.
3. Hubungan antara perubahan garis pantai dan *land subsidence* di wilayah pesisir Kota Semarang memiliki nilai korelasi sebesar 0,43852. Hasil tersebut berdasarkan tingkat hubungan korelasi hasil penelitian termasuk korelasi hubungan yang cukup, sehingga jika perubahan garis pantai semakin mengalami kemunduran (abrasi) maka semakin tinggi nilai *land subsidence* di wilayah tersebut.

V.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya:

1. Citra yang digunakan untuk penelitian bisa dicoba citra yang memiliki resolusi lebih tinggi.
2. Sebaiknya melakukan survei pendahuluan sebelum melakukan validasi lapangan.

3. Penelitian berikutnya dapat mempertimbangkan parameter penggunaan lahan di wilayah pesisir.
4. Penelitian berikutnya dapat menggunakan *drone* untuk metode validasi garis pantai.

DAFTAR PUSTAKA

- Effendi, M. M. (2018). "Metode Deteksi Tepi Block JPEG Terkompresi Untuk Meningkatkan Akurasi Analisis Manipulasi *Splicing* Pada Citra Berekstensi JPEG". *Tesis*. Pascasarjana Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
- Istiqomah, F., Sasmito, B. dan Amarrohman, F. J. (2016). "Pemantauan Perubahan Garis Pantai Menggunakan Aplikasi *Digital Shoreline Anaysis System* (DSAS) Studi Kasus : Pesisir Kabupaten Demak". *Jurnal Geodesi Undip*,
- Kasfari, R., Yuwono, B. D. dan Awaluddin, M. (2018). "Pengamatan Penurunan Muka Tanah Kota Semarang Tahun 2017". *Jurnal Geodesi Undip*, 7.
- Poerbondono dan Djunasjah, E. (2005). "Survei Hidrografi". Bandung: PT. Refika Aditama.
- Pranoto, S. (2007). "Prediksi Perubahan Garis Pantai Menggunakan Model Genesis". *Berkala Ilimiah Teknik Keairan*, 13, hal. 145–154.
- Triatmodjo, B. (1999). "Teknik Pantai". Yogyakarta: Beta Offset.
- Wirawan, A. R., Yuwono, B. D. dan Sabri, L. M. (2019). "Pengamatan Penurunan Muka Tanah Kota Semarang Metode Survei GNSS Tahun 2018". *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1), hal. 418–427.
- Wirasatriya, A., Hartoko, A. dan Supirin, S. (2006). "Kajian Kenaikan Muka Laut Sebagai Landasan Penanggulangan Rob di Pesisir Kota Semarang". *Jurnal Pasir Laut*, 1(2), hal. 31–42.
- Yuwono, B. D., Abidin, H. Z. dan Hilmi, M. (2013). "Analisa Geospasial Penyebab Penurunan Muka Tanah di Kota Semarang". *Prosiding SNST ke-4 Tahun 2013*, (January), hal. 1–12.

Pustaka dari internet

- Raharja, H. S. (2017). "Analisis Korelasi : Pengertian, Contoh, dan Jenis Korelasi". <https://statmat.id/analisis-korelasi/>. Diakses pada 20 Oktober 2019.