

**PEMANTAUAN PERUBAHAN GARIS PANTAI MENGGUNAKAN
APLIKASI *DIGITAL SHORELINE ANALYSIS SYSTEM (DSAS)*
STUDI KASUS : PESISIR KABUPATEN DEMAK**

Farrah Istiqomah, Bandi Sasmito, Fauzi Janu Amarrohman^{*)}

Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang Semarang Telp. (024) 76480785, 76480788
E-mail : geodesi@gmail.com

ABSTRAK

Perubahan garis pantai di Kabupaten Demak terjadi disebabkan oleh proses abrasi dan akresi yang terpicu karena aktivitas manusia yang intensif di wilayah pesisir. Hal ini disebabkan juga oleh banjir rob yang sering terjadi di wilayah ini dan pengaruh sifat fisik laut. Abrasi dan akresi terjadi hampir di seluruh wilayah pesisir Kabupaten Demak sehingga garis pantainya mengalami perubahan yang cukup drastis.

Penelitian ini menggunakan metode penginderaan jauh sebagai kajian yang cepat untuk mendeteksi perubahan garis pantai Kabupaten Demak dengan menggunakan citra Landsat 7 tahun 2011-2012 dan citra Landsat 8 tahun 2013-2015 sebagai data primer. Informasi garis pantai diperoleh menggunakan metode *rationing* untuk memisahkan batas air dan darat. Informasi garis pantai tahun 2011 digunakan sebagai titik awal pengamatan perubahan garis pantai atau *Baseline* dan informasi garis pantai tahun 2012-2015 dihitung laju perubahannya. Perhitungan laju perubahan garis pantai menggunakan perangkat lunak *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*.

Hasil penelitian menunjukkan terjadi perubahan garis pantai yang signifikan di Kecamatan Wedung, Kabupaten Demak dengan nilai akresi maksimum sebesar 233,994 meter dan abrasi maksimum sebesar 141,037 meter. Prediksi perubahan garis pantai tahun 2016-2020 yang terbesar perubahannya terlihat pada transek A dengan akresi sebesar +280,92 meter dan terkecil pada transek H dengan abrasi sebesar -0,004. Abrasi dan akresi disebabkan oleh kurang terjaganya ekosistem mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Demak yang fungsinya berubah menjadi areal tambak atau pemukiman.

Kata Kunci : *garis pantai, DSAS, Kabupaten Demak, abrasi, akresi*

ABSTRACT

Shoreline changes in Demak which is caused by abrasion and accretion processes and triggered due to intensive human activities in coastal areas. It is also caused by the tidal flood that often occur in this area and the influence of physical characteristic of the ocean. Abrasion and accretion occurs in almost all coastal areas and it happen quite drastic.

This research use remote sensing method as a quick study to detect the shoreline changes in Demak with Landsat 7 images in 2011-2012 and Landsat 8 images in 2013-2015 as the primary data. Shorelines information obtained by using rationing method to delineated the water and the land. The 2011 shoreline used as a starting point to calculate the changes between 2012-2015 shorelines. This research use Digital Shoreline Analysis System (DSAS) to calculate the rate-of-changes between the shorelines.

The results showing the most significant changes occur in Wedung, Demak with maximum accretions 233.9941 meter and maximum abstractions 141.037 meter. The biggest changes at prediction of shoreline changes between 2016-2020 is transect A with accretion +280.92 meter and the lowest is transek H with abration -0.004 meter. Abration and accretion happen because of the lack to maintain the mangrove ecosystem in coastal areas of Demak whose function turned into area of ponds or settlement.

Key words: *shorelines, DSAS, demak, abration, accretion*

^{*)}Penulis, Penanggungjawab

I. Pendahuluan

I.1. Latar Belakang

Indonesia memiliki wilayah garis pantai yang diperkirakan mencapai 81.000 kilometer. Wilayah pantai merupakan daerah yang sangat intensif dimanfaatkan untuk kegiatan manusia, seperti sebagai kawasan pusat pemerintahan, pemukiman, industri, pelabuhan, pertambangan, pertanian, perikanan, pariwisata, dan sebagainya. Adanya berbagai kegiatan tersebut dapat menimbulkan peningkatan kebutuhan akan lahan, prasarana dan sebagainya, yang selanjutnya akan mengakibatkan timbulnya masalah-masalah baru seperti erosi pantai yang merusak kawasan pemukiman dan prasarana kota yang berupa mundurnya garis pantai atau tanah timbul sebagai akibat endapan pantai dan menyebabkan majunya garis pantai. Majunya garis pantai disatu pihak dapat dikatakan menguntungkan karena timbulnya lahan baru, sementara dipihak lain dapat menyebabkan masalah drainase perkotaan di daerah pantai (Triatmodjo, 1999).

Saat ini wilayah pesisir Kabupaten Demak mengalami degradasi lingkungan yang cukup signifikan. Terjadi penurunan fungsi lahan di wilayah pesisir Kabupaten Demak dikarenakan abrasi pantai dan penggenangan air laut di kawasan tambak yang selama beberapa tahun tergenang dan kemudian menghilang. Hal ini berdampak langsung pada penurunan kualitas hidup masyarakat yang bermukim di sekitar wilayah pesisir Kabupaten Demak. Masyarakat yang hidup bergantung pada sumber daya alam seperti nelayan, petani, dan petambak mengalami kerugian ekonomi yang besar. Perubahan kondisi lingkungan sangat berdampak pada aspek sosial ekonomi dan sosial budaya masyarakat. Perubahan tersebut dapat disebabkan oleh aktivitas manusia seperti kegiatan industri yang menyebabkan pencemaran lingkungan, reklamasi pantai yang dapat menyebabkan abrasi dan akresi, dan kegiatan lainnya yang merusak lingkungan.

I.2. Perumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dijabarkan di atas, maka rumusan masalah yang didapat adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengetahui laju perubahan garis pantai Kabupaten Demak dari citra Landsat 7 tahun 2011-2012 dan citra Landsat 8 tahun 2013-2015 menggunakan Aplikasi *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS)?
2. Berapa laju perubahan maksimum dan minimum yang terjadi akibat abrasi dan akresi di wilayah pesisir Kabupaten Demak?
3. Bagaimana prediksi perubahan laju garis pantai Kabupaten Demak dengan analisis regresi dari garis transek yang dikaji?

I.3. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian adalah garis pantai Kabupaten Demak.
2. Peta dasar yang digunakan sebagai referensi sistem koordinat adalah Peta RBI Provinsi Jawa Tengah.
3. Data citra yang digunakan adalah Citra Landsat 7 tanggal 11 Oktober 2011, 10 Mei 2011, 14 Agustus 2011, 12 Mei 2012, 28 Mei 2012, 29 Juni 2012, 19 Oktober 2012 dan Landsat 8 tanggal 24 Juni 2013, 30 Agustus 2014, dan 14 Juni 2015.
4. Ekstraksi informasi garis pantai menggunakan metode *rationing*.
5. Perhitungan laju perubahan garis pantai Kabupaten Demak menggunakan aplikasi *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS).
6. Pemilihan data yang akan dikaji adalah garis yang mengalami laju perubahan abrasi dan akresi yang paling signifikan.
7. Prediksi laju perubahan garis pantai tahun 2016-2020 dianalisis dengan metode statistik regresi linier yang dihitung dari tiap garis transek yang dikaji.

I.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Melakukan klasifikasi batas air dan darat Kabupaten Demak menggunakan metode *rationing*.
2. Melakukan perhitungan laju abrasi dan akresi Kabupaten Demak dengan aplikasi *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS).
3. Mengetahui laju perubahan abrasi maksimum dan minimum serta laju perubahan akresi maksimum dan minimum pada Kabupaten Demak berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan.

Sedangkan manfaat dari penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu :

1. Segi Keilmuan
 - a. Penelitian ini diharapkan dapat memperluas pengetahuan mengenai metode perhitungan perubahan garis pantai dengan menggunakan aplikasi *Digital Shoreline Analysis System*.
 - b. Menambah wawasan mengenai perubahan garis pantai yang terjadi di Kabupaten Demak.
2. Segi Kerekayasaan
 - a. Mempermudah instansi terkait dalam melaksanakan perencanaan pembangunan di wilayah pesisir Kabupaten Demak.
 - b. Sebagai referensi informasi yang dapat digunakan oleh pemerintah setempat maupun pihak-pihak yang terkait dalam mengetahui

laju perubahan garis pantai akibat abrasi dan akresi yang terjadi di wilayah pesisir Kabupaten Demak.

II. Tinjauan Pustaka

II.1. Definisi Garis Pantai

Garis pantai adalah garis batas pertemuan antara daratan dan air laut, dimana posisinya tidak tetap dan dapat berpindah sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai yang terjadi (Triatmodjo, 1999). Sedangkan pengertian garis pantai menurut IHO (1970) merupakan garis pertemuan antara pantai (daratan) dan air (lautan). Walaupun secara periodik permukaan garis pantai selalu berubah, suatu tinggi muka air tertentu yang tetap harus dipilih untuk menjelaskan posisi garis pantai. Pada peta laut, garis pantai yang digunakan adalah muka air tinggi (*High Water Level*). Sedangkan untuk acuan kedalaman menggunakan muka air rendah (*Low Water Level*) sebagai garis pantai (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005).

II.2. Proses Perubahan Garis Pantai

Perubahan garis pantai atau sering disebut evolusi garis pantai terjadi pada skala detik sampai jutaan tahun (Sulaiman dan Soehardi, 2008). Perubahan garis pantai karena abrasi salah satunya diakibatkan oleh arus pasang surut, sehingga pengikisan ini menyebabkan berkurangnya area daratan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengamatan dengan cara pengamatan langsung ke lapangan atau dengan metode penginderaan jauh dengan menggunakan data perekaman citra satelit.

II.3. Abrasi dan Akresi

Abrasi adalah proses pengikisan pantai oleh tenaga gelombang laut dan arus laut yang bersifat merusak (Setiyono, 1996). Akresi pantai adalah 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 transport sedimen dari badan sungai menuju laut. Akresi pantai juga dapat menyebabkan terjadi pendangkalan secara merata ke arah laut yang lambat laun akan membentuk suatu dataran berupa delta atau tanah timbul. Proses akresi pantai biasanya terjadi di perairan pantai yang banyak memiliki muara sungai dan energi gelombang yang kecil serta daerah yang jarang terjadi badai.

II.4. Satelit Landsat

Satelit Landsat 7 merupakan implementasi lanjutan dari satelit-satelit sebelumnya (program satelit ERTS yang diberi nama baru Landsat). Satelit berorbit sirkular dan *sunsynchronous* ini diluncurkan

oleh Amerika Serikat pada tanggal 15 April 1999 dengan sudut inklinasi antara 98.2 hingga 99.1, ketinggian 705 km di atas ekuator, periode orbit setiap 99 menit, dapat mencapai lokasi yang sama setiap hari (*repeat cycle*), dan beresolusi radiometrik 8-bit (DN). Landsat 7 hanya dilengkapi dengan sensor ETM+ buatan Raytheon Santa Barbara Remote Sensing di Santa Barbara, California.

Landsat 8 adalah sebuah satelit observasi bumi Amerika yang diluncurkan pada tanggal 11 Februari 2013. Landsat 8 adalah satelit kedelapan dalam program Landsat; ketujuh yang berhasil mencapai orbit.

II.5. Metode Rationing

Rationing dilakukan untuk membandingkan suatu citra dengan citra yang lainnya. Kadang, perbedaan nilai Brightness Value (BV) atau derajat kecerahan suatu citra dari material permukaan yang sama dapat diakibatkan oleh kondisi topografi, bayangan (*shadow*), ataupun perubahan musim. Persamaan matematika yang digunakan adalah :

$$BV_{ijr} = BV_{ijk}/BV_{ijl} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana,

BV_{ijr} = rasio keluaran pada baris i dan kolom j

BV_{ijk} = BV pada lokasi yang sama pada *band* k

BV_{ijl} = BV pada *band* l

Metode ini menggunakan *band* 5 dan *band* 2 pada citra Landsat 7. Rasio dari *band* 5 dan *band* 2 ini berguna untuk mengidentifikasi seluruh badan air dan memberikan informasi lahan basah (Jensen, 1986). Pada umumnya, semakin sedikit korelasi antar *band* maka semakin besar isi informasi dari proses perbandingan citra ini. Dari hasil perbandingan dilakukan daratan akan terlihat berwarna hitam dan badan air berwarna putih. Kekurangan metode ini tidak dapat menembus awan walaupun awan dapat dibedakan secara langsung dengan daratan (Ekaputri, 2013)

II.6. 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 garis pantai berdasarkan waktu secara statistik dan berbasis geospasial.

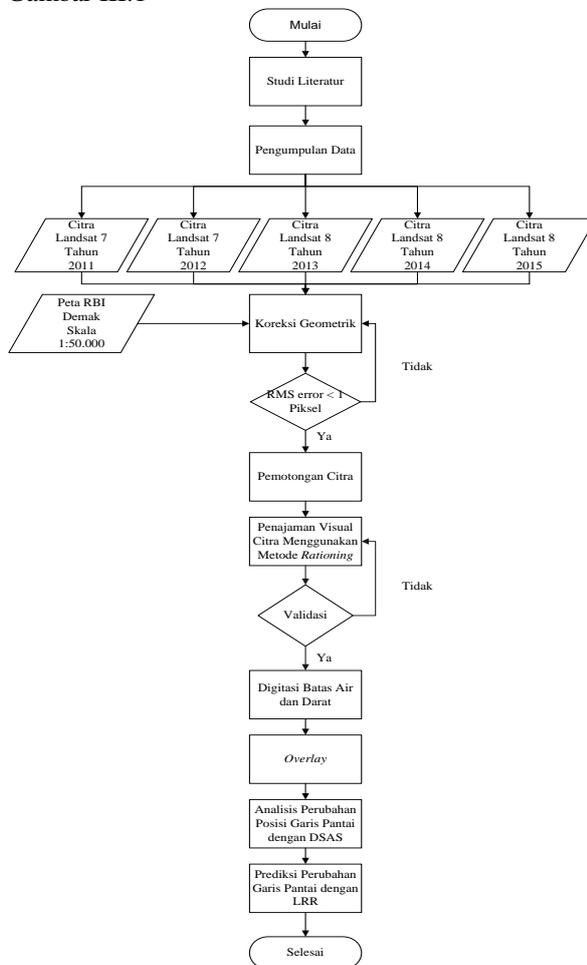
DSAS menggunakan titik sebagai acuan pengukuran, dimana titik dihasilkan dari perpotongan antara garis transek yang dibuat oleh pengguna dengan garis-garis pantai berdasarkan waktu (Himmelstoss, 2008). Berikut ini perhitungan yang dapat dilakukan dengan DSAS adalah :

1. *Shoreline Change Envelope* (SCE) adalah mengukur total perubahan garis pantai mempertimbangkan semua posisi garis pantai

- yang tersedia dan melaporkan jaraknya, tanpa mengacu pada tanggal tertentu.
2. *Net Shoreline Movement* (NSM) adalah mengukur jarak perubahan garis pantai antara garis pantai yang terlama dan garis pantai terbaru.
 3. *End Point Rate* (EPR) adalah menghitung laju perubahan garis pantai dengan membagi jarak antar garis pantai terlama dan garis pantai terkini dengan waktunya.
 4. *Linear Regression Rate* (LRR) adalah Analisis statistik tingkat perubahan dengan menggunakan regresi linear bisa ditentukan dengan menggunakan garis regresi least-square terhadap semua titik perpotongan garis pantai dengan transek.

III. Metodologi Penelitian

Penelitian pemantauan garis pantai Kabupaten Demak dengan menggunakan citra Landsat 7 tahun 2011-2012 dan Landsat 8 tahun 2013-2015 dengan tahapan seperti yang dijabarkan dalam diagram alir Gambar III.1



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

III.1. Pengolahan data citra satelit Landsat 7 dan Landsat 8

III.1.1 Menghilangkan *Stripping Image* pada Citra Landsat

Pengolahan data citra Landsat 7 dan Landsat 8 diawali dengan menghilangkan *stripping* pada citra Landsat 7. Pada penelitian ini citra yang digunakan adalah citra pada tanggal 1 Oktober 2011 dan citra tanggal 10 Mei dan 14 Agustus 2011 sebagai pengisinya. Sedangkan citra tanggal 12 Mei 2012 pengisinya adalah citra tanggal 19 Oktober, 28 Mei, dan 29 Juni 2012.

III.1.2 Koreksi Geometrik

Pada penelitian ini perangkat lunak yang digunakan untuk koreksi geometrik pada citra Landsat tahun 2011 sampai 2015 Kabupaten Demak dengan datum WGS 84 dan sistem proyeksi UTM zona 49S adalah ER Mapper 7.0. Jumlah titik kontrol yang digunakan untuk koreksi geometrik sebanyak 17 titik dan menggunakan Peta RBI Jawa Tengah skala 1:50.000 tahun 2005 sebagai peta acuan. Titik kontrol yang ditentukan merupakan titik-titik dari obyek yang bersifat permanen dan dapat diidentifikasi di atas citra dan peta dasar/rujukan. GCP dapat berupa persilangan jalan, percabangan sungai, persilangan antara jalan dengan sungai (jembatan) atau objek lain.

III.1.3 Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik (penajaman citra) ditujukan untuk memperbaiki nilai pixel supaya sesuai dengan yang seharusnya yang biasanya mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan utama. Efek atmosfer menyebabkan nilai pantulan obyek dipermukaan bumi yang terekam oleh sensor menjadi bukan merupakan nilai aslinya, tetapi menjadi lebih besar oleh karena adanya hamburan atau lebih kecil karena proses serapan. Metode-metode yang sering digunakan untuk menghilangkan efek atmosfer antara lain metode pergeseran histogram (histogram adjustment), metode regresi dan metode kalibrasi bayangan. (Danoedoro, 1996). Penelitian ini menggunakan metode Penyesuaian Histogram (*Histogram Adjustment*).

III.2. Delineasi Batas Air dan Darat

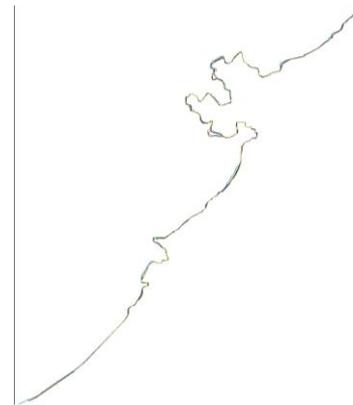
Metode yang digunakan untuk menentukan batas air dan darat pada penelitian kali ini yaitu dengan menggunakan rumus *rationing* menggunakan perangkat lunak *ER Mapper 7.0* yang kemudian hasil dari *rationing* tersebut akan didigit membatasi tubuh air dan darat.

Pada tahapan Metode *rationing*, *band* yang digunakan pada Landsat 7 adalah *band 5* dan *2*,

sedangkan pada Landsat 8 digunakan *band* 6 dan 3 untuk membedakan air dan daratan.

III.3. Perhitungan Perubahan Garis Pantai

Pengolahan ini dilakukan dengan perangkat lunak *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS). Metode statistika yang digunakan pada penelitian ini adalah *Net Shoreline Movement* (NSM). Garis acuan titik nol atau *Baseline* menggunakan garis pantai tahun 2011 dari hasil *rationing* yang dilakukan sebelumnya. Garis pantai tahun 2012-2015 menjadi garis *shorelines* yang akan dihitung laju perubahan garis pantainya. Setelah proses perhitungan selesai, dilakukan pemilihan data yang mengalami perubahan maksimum dan minimum pada kecamatan yang memiliki wilayah pesisir.



Gambar 2 Hasil Digitasi Batas Air dan Darat Tahun 2011-2015

III.4. Prediksi Perubahan Garis Pantai tahun 2016-2020

Prediksi dilakukan dengan menganalisis hasil dari perhitungan laju perubahan garis pantai dengan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS). Analisis dilakukan dengan metode analisis regresi sederhana. Analisis regresi sederhana yang dilakukan menghasilkan persamaan *y* yang digunakan untuk menghitung perubahan yang akan terjadi di masa yang akan datang. Nilai *x* pada persamaan *y* yang dihasilkan diganti dengan tahun yang akan diprediksi untuk perubahan garis pantainya.

IV. Hasil dan Analisis Penelitian

IV.1. Hasil dan Analisis Delineasi Batas Air dan Darat

Pada penelitian ini dilakukan proses delineasi batas air dan darat dengan metode *Rationing*. Metode ini melakukan perbandingan antara band 5 dan band 2 pada citra Landsat 7 dengan tahun pengamatan 2011-2012, sedangkan pada citra Landsat 8 dengan tahun pengamatan 2013-2015 dilakukan perbandingan pada band 6 dan band 3. Perbandingan dari band 5 atau band 6 dengan band 2 atau band 3 ini berguna untuk mengidentifikasi seluruh badan air dan memberikan informasi lahan basah (Jensen, 1986). Setelah dilakukan proses *rationing* dapat diperoleh informasi garis pantai dengan cara digitasi *on screen* dengan perangkat lunak *ArcGIS*.

IV.2. Uji Lapangan Hasil Delineasi Darat dan Air

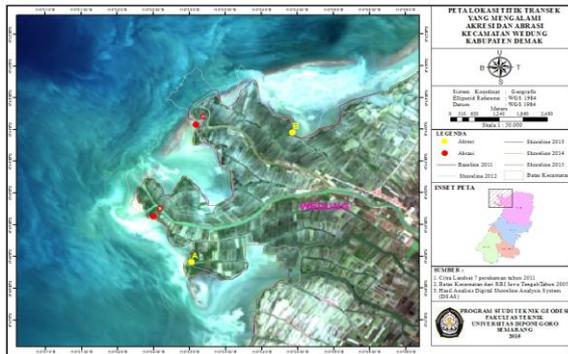
Uji lapangan dilakukan dengan cara *ground check* pada satu sampel lokasi penelitian untuk membuktikan bahwa hasil pendefinisian antara daratan dan lautan yang telah dilakukan dalam penelitian untuk mendapatkan garis pantai dapat diterima. *Ground Check* merupakan kegiatan yang dilakukan seseorang untuk mengetahui kondisi antara di peta/citra/foto udara dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Pada Tabel 1 merupakan bukti telah dilakukan uji lapangan.

Tabel 1 *Ground Check* pada Uji Lapangan

Titik Validasi	X (m)	Y (m)	Penampakan Citra	Penampakan sebenarnya
Pantai Morosari, Sayung, Demak	442354.27	9234640.6	Daratan	Daratan
Pantai Menco, Wedung, demak	449132.07	9254022.1	Daratan	Daratan
Pelabuhan Morodemak Bonang, Demak	449710.57	9245928.85	Daratan	Daratan

IV.3. Hasil dan Analisis Perhitungan Laju Perubahan Garis Pantai

Analisis dilakukan pada 4 kecamatan yaitu, Kecamatan Wedung, Bonang, Karangtengah, dan Sayung. Masing-masing kecamatan dianalisis akresi dan abrasi yang paling signifikan. Lokasi titik yang mengalami abrasi dan akresi signifikan dapat dilihat pada gambar 3 hingga 6. Titik berwarna kuning menunjukkan terjadinya akresi dan merah merupakan abrasi. Gambar 3 merupakan peta lokasi titik yang mengalami perubahan signifikan pada Kecamatan Wedung.



Gambar 3 Lokasi Transek A, B, C, dan D

Gambar 3 menunjukan titik Transek A, B, C, dan D berada di Kecamatan Wedung. Laju perubahan maksimum dan minimum garis pantai yang dihasilkan dengan DSAS ditunjukkan pada tabel 2 hingga 5 dengan nilai positif (+) sebagai akresi dan negatif (-) sebagai abrasi.

Tabel 2 Jarak Laju Perubahan Transek A

Shoreline ID	Distance (meter)	IntersectX (meter)	IntersectY (meter)
12/05/2012	9,8493	450318,81	9251862,5
24/06/2013	67,4905	450269,62	9251832,4
30/08/2014	67,7995	450269,36	9251832,3
14/06/2015	243,8434	450119,12	9251740,5
Total Perubahan		+233,9941	

Tabel 3 Jarak Laju Perubahan Transek B

ShorelineID	Distance (meter)	IntersectX (meter)	IntersectY (meter)
12/05/2012	-1,2995	452909,03	9255627,7
24/06/2013	-5,7998	452904,53	9255627,7
30/08/2014	-1,1721	452909,16	9255627,7
14/06/2015	-1,2867	452909,04	9255627,7
Total Perubahan		+0,01279	

Tabel 4 Jarak Laju Perubahan Transek C

ShorelineID	Distance (meter)	IntersectX (meter)	IntersectY (meter)
12/05/2012	-7.5417	450457.9	9255852.2
24/06/2013	-8.1178	450458.47	9255852.2
30/08/2014	-37.6248	450487.98	9255852.3
14/06/2015	-148.579	450598.94	9255852.3
Total Perubahan		-141.037	

Tabel 5 Jarak Laju Perubahan Transek D

ShorelineID	Distance (meter)	IntersectX (meter)	IntersectY (meter)
12/05/2012	67.3551	449326.37	9253128.1
24/06/2013	71.9645	449324.19	9253124

30/08/2014	72.8492	449323.77	9253123.2
14/06/2015	67.3155	449326.39	9253128.1
Total Perubahan		-0.04	

Gambar 4 merupakan peta lokasi titik yang mengalami perubahan signifikan pada Kecamatan Bonang.



Gambar 4 Lokasi Transek E, F, G, dan H

Gambar IV.8 menunjukan titik Transek E, F, G, dan H berada di Kecamatan Bonang. Laju perubahan maksimum dan minimum garis pantai yang dihasilkan dengan DSAS ditunjukkan pada tabel 6 hingga 9 dengan nilai positif (+) sebagai akresi dan negatif (-) sebagai abrasi.

Tabel 6 Jarak Laju Perubahan Transek E

ShorelineID	Distance (meter)	IntersectX (meter)	IntersectY (meter)
12/05/2012	-11,24	449856,98	9246411,4
24/06/2013	-2,88	449850,29	9246416,4
30/08/2014	-2,96	449850,36	9246416,3
14/06/2015	-2,89	449850,30	9246416,4
Total Perubahan		+8,35	

Tabel 7 Jarak Laju Perubahan Transek F

ShorelineID	Distance (meter)	IntersectX (meter)	IntersectY (meter)
12/05/2012	-22,63	448803,20	9245499,4
24/06/2013	-1,36	448786,85	9245512,9
30/08/2014	-19,15	448800,52	9245501,6
14/06/2015	-22,35	448802,98	9245499,5
Total Perubahan		+0,01279	

Tabel 8 Jarak Laju Perubahan Transek G

ShorelineID	Distance (meter)	IntersectX (meter)	IntersectY (meter)
12/05/2012	-59,41	451230,17	9248194,8
24/06/2013	-58,85	451229,62	9248194,9

30/08/2014	-101,14	451271,91	9248194,5
14/06/2015	-121,87	451292,64	9248194,3
Total Perubahan		-62,47	

Tabel 9 Jarak Laju Perubahan Transek H

ShorelineID	Distance (meter)	IntersectX (meter)	IntersectY (meter)
12/05/2012	-10,17	448356,53	9245055,9
24/06/2013	-10,35	448356,63	9245055,8
30/08/2014	-10,18	448356,53	9245055,9
14/06/2015	-10,23	448356,56	9245055,9
Total Perubahan		-0,06	

Gambar 5 merupakan peta lokasi titik yang mengalami perubahan signifikan pada Kecamatan Karangtengah.



Gambar 5 Lokasi Transek I, J, K, dan L

Gambar 5 menunjukkan titik Transek I, J, K, dan L berada di Kecamatan Karangtengah. Laju perubahan maksimum dan minimum garis pantai yang dihasilkan dengan DSAS ditunjukkan pada tabel 10 hingga 13 dengan nilai positif (+) sebagai akresi dan negatif (-) sebagai abrasi.

Tabel 10 Jarak Laju Perubahan Transek I

ShorelineID	Distance (meter)	IntersectX (meter)	IntersectY (meter)
12/05/2012	-97,02	447084,51	9242930,1
24/06/2013	-85,11	447073,41	9242934,4
30/08/2014	-63,98	447053,72	9242942,1
14/06/2015	-63,36	447053,14	9242942,3
Total Perubahan		+33,66	

Tabel 11 Jarak Laju Perubahan Transek J

ShorelineID	Distance (meter)	IntersectX (meter)	IntersectY (meter)
12/05/2012	-25,47	447179,19	9244360,6
24/06/2013	-25,94	447179,61	9244360,8
30/08/2014	-25,75	447179,44	9244360,7

14/06/2015	-25,39	447179,11	9244360,6
Total Perubahan		0,08	

Tabel 12 Jarak Laju Perubahan Transek K

ShorelineID	Distance (meter)	IntersectX (meter)	IntersectY (meter)
12/05/2012	-51,47	446579,43	9242054,2
24/06/2013	-123,13	446643,49	9242022,1
30/08/2014	-129,09	446648,83	9242019,5
14/06/2015	-130,50	446650,09	9242018,8
Total Perubahan		-79,028	

Tabel 13 Jarak Laju Perubahan Transek L

ShorelineID	Distance (meter)	IntersectX (meter)	IntersectY (meter)
12/05/2012	-28,73	447179,06	9244378,6
24/06/2013	-29,29	447179,62	9244378,6
30/08/2014	-29,04	447179,38	9244378,6
14/06/2015	-28,78	447179,12	9244378,6
Total Perubahan		-0,053	

Gambar 6 merupakan peta lokasi titik yang mengalami perubahan signifikan pada Kecamatan Sayung.



Gambar 6 Lokasi Transek M, N, O, dan P

Gambar 6 menunjukkan titik Transek M, N, O, dan P berada di Kecamatan Sayung. Laju perubahan maksimum dan minimum garis pantai yang dihasilkan dengan DSAS ditunjukkan pada tabel 14 hingga 17 dengan nilai positif (+) sebagai akresi dan negatif (-) sebagai abrasi.

Tabel 14 Jarak Laju Perubahan Transek M

ShorelineID	Distance (meter)	IntersectX (meter)	IntersectY (meter)
12/05/2012	-17,17	446687,43	9241258,1

24/06/2013	-17,13	446687,41	9241258,2
30/08/2014	-16,81	446687,24	9241258,4
14/06/2015	-16,40	446686,99	9241258,7
Total Perubahan		+0,77	

Tabel 15 Jarak Laju Perubahan Transek N

ShorelineID	Distance (meter)	IntersectX (meter)	IntersectY (meter)
12/05/2012	-7,06	446730,38	9241301,2
24/06/2013	-6,93	446730,31	9241301,3
30/08/2014	-6,81	446730,23	9241301,4
14/06/2015	-6,74	446730,20	9241301,5
Total Perubahan		+0,32	

Tabel 16 Jarak Laju Perubahan Transek O

ShorelineID	Distance (meter)	IntersectX (meter)	IntersectY (meter)
12/05/2012	-7,07	446398,92	9240581,4
24/06/2013	-10,25	446401,57	9240579,7
30/08/2014	-34,86	446422,02	9240565,9
14/06/2015	-82,11	446461,29	9240539,7
Total Perubahan		-75,044	

Tabel 17 Jarak Laju Perubahan Transek P

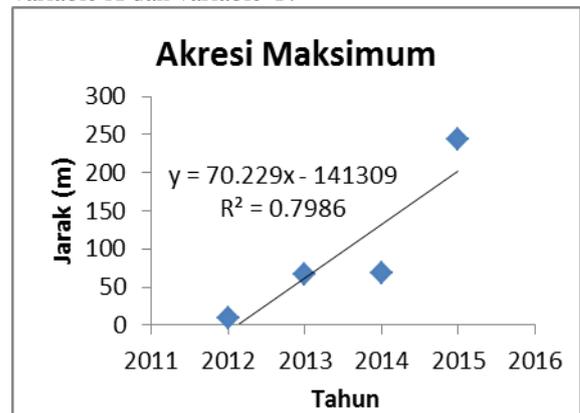
ShorelineID	Distance (meter)	IntersectX (meter)	IntersectY (meter)
12/05/2012	-1,34	445463,62	9238862,2
24/06/2013	-1,35	445463,62	9238862,2
30/08/2014	-1,40	445463,66	9238862,2
14/06/2015	-1,40	445463,66	9238862,2
Total Perubahan		-0,06	

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa terjadi abrasi dan akresi yang paling besar di Kecamatan Wedung dibandingkan dengan kecamatan lain. Dari hasil perhitungan ini kemudian dilakukan perhitungan prediksi perubahan garis pantai untuk tahun 2016-2020 dengan melakukan analisis regresi sederhana.

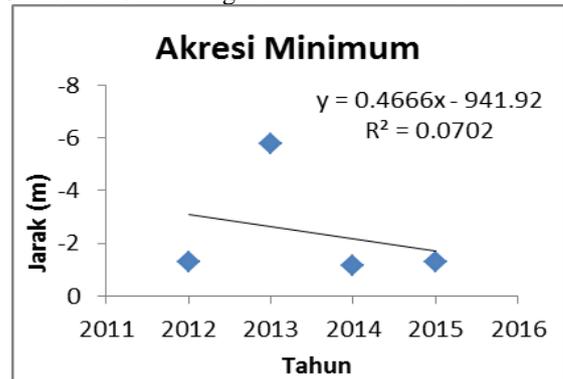
IV.4. Prediksi Perubahan Garis Pantai

Prediksi ini dilakukan per garis transek yang dianalisis pada tahapan sebelumnya, yaitu pada Transek A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, dan P. Hasil regresi dari laju perubahan garis pantai menunjukkan nilai R^2 mendekati 1 pada akresi dan abrasi yang maksimum. Sedangkan pada akresi dan abrasi minimum menunjukkan nilai R^2 mendekati nilai 0. Hasil nilai R^2 mendekati nilai 1 menunjukkan bahwa variable X dan variable Y memiliki korelasi

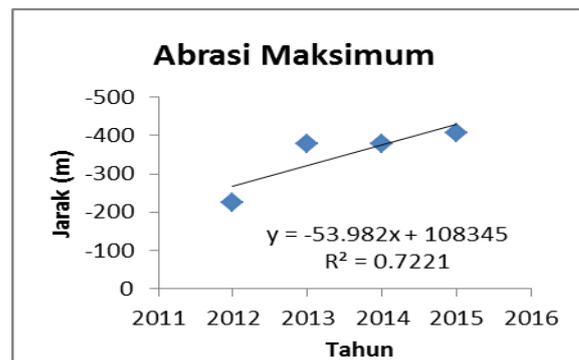
yang cukup tinggi, sebaliknya jika nilai R^2 mendekati nilai 0 menunjukkan semakin kecil korelasi antara variable X dan variable Y.



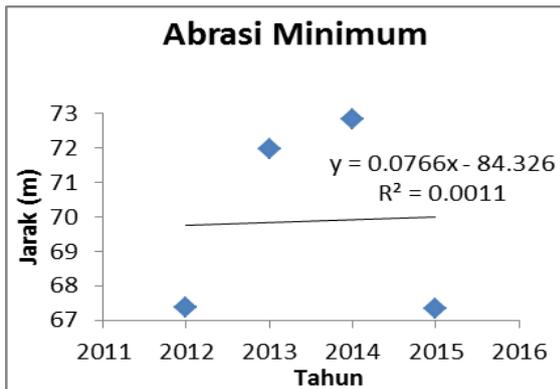
Gambar 7 Grafik Regresi Linier dari Transek A



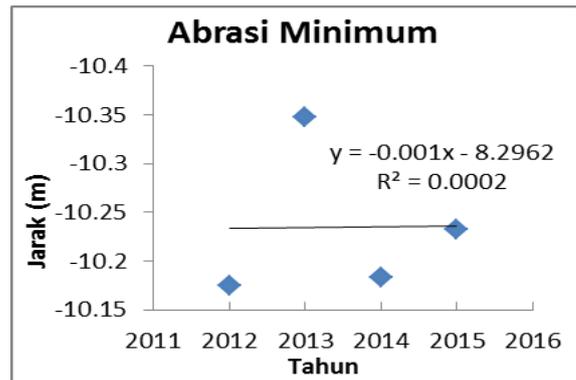
Gambar 8 Grafik Regresi Linier dari Transek B



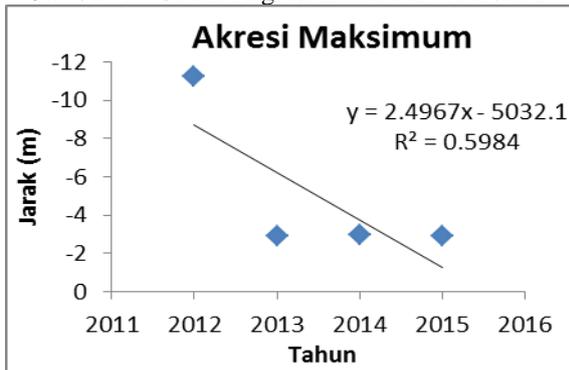
Gambar 9 Grafik Regresi Linier dari Transek C



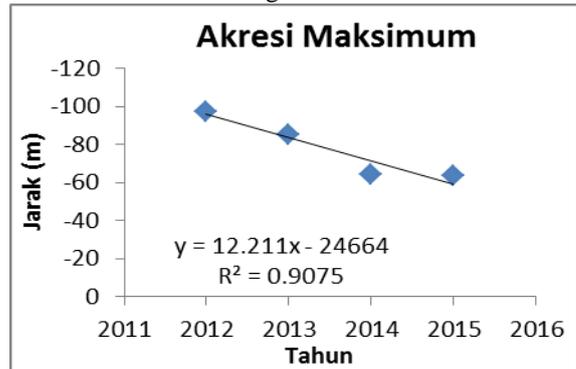
Gambar 10 Grafik Regresi Linier dari Transek D



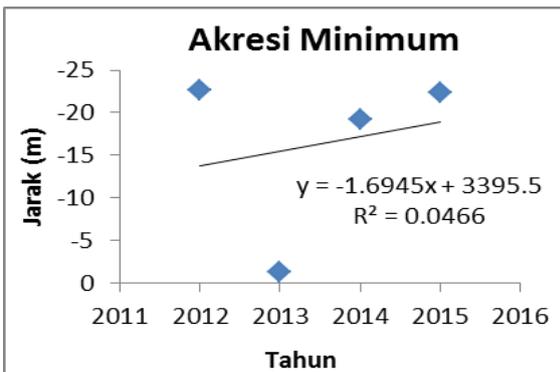
Gambar 14 Grafik Regresi Linier dari Transek H



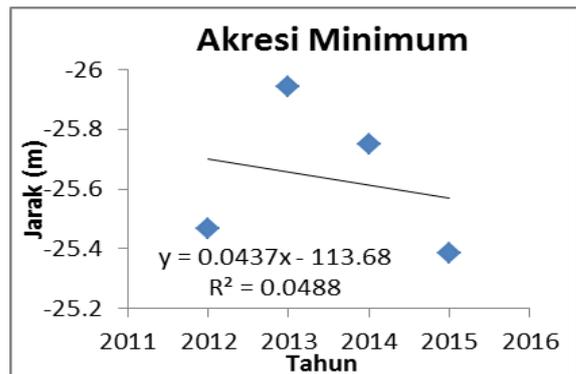
Gambar 11 Grafik Regresi Linier dari Transek E



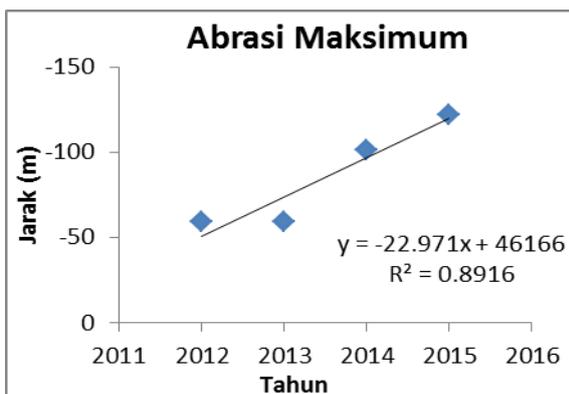
Gambar 15 Grafik Regresi Linier dari Transek I



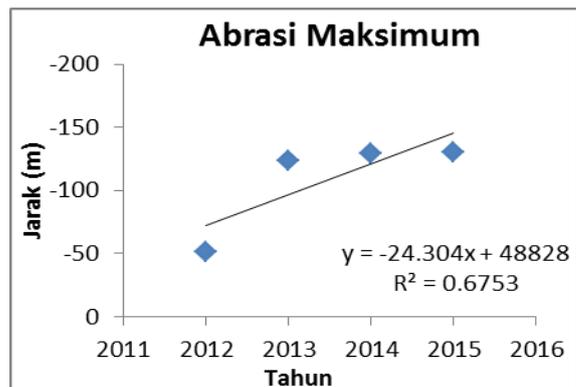
Gambar 12 Grafik Regresi Linier dari Transek F



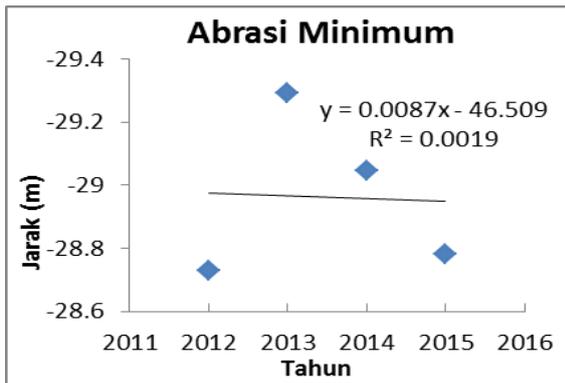
Gambar 16 Grafik Regresi Linier dari Transek J



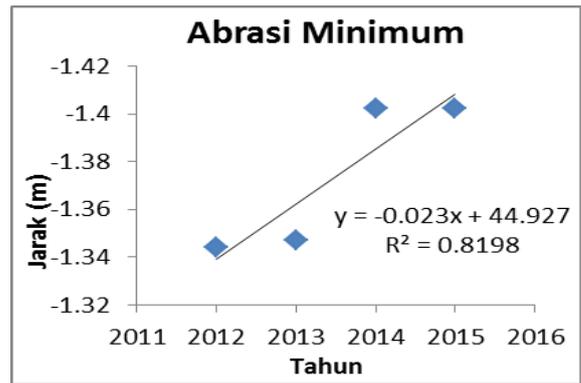
Gambar 13 Grafik Regresi Linier dari Transek G



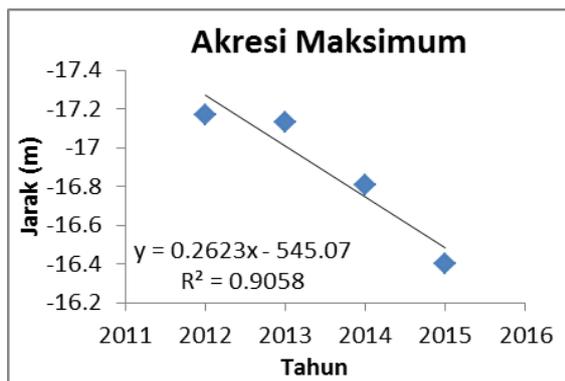
Gambar 17 Grafik Regresi Linier dari Transek K



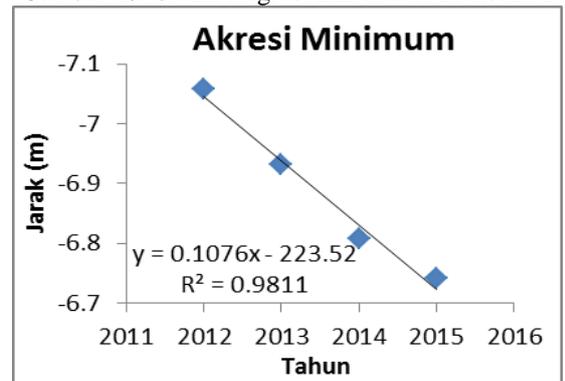
Gambar 18 Grafik Regresi Linier dari Transek L



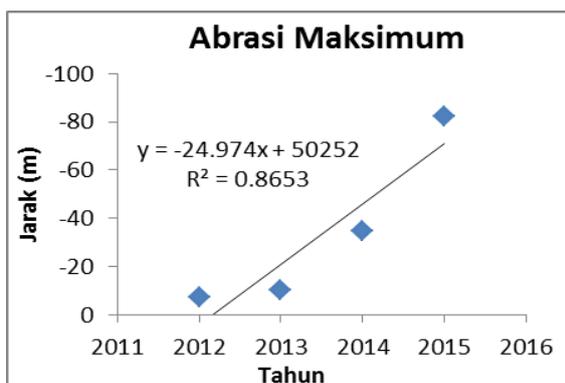
Gambar 22 Grafik Regresi Linier dari Transek P



Gambar 19 Grafik Regresi Linier dari Transek M



Gambar 20 Grafik Regresi Linier dari Transek N



Gambar 21 Grafik Regresi Linier dari Transek O

Variabel X pada setiap grafik regresi linear adalah tahun perubahan garis pantai, sedangkan variabel Y pada setiap grafik merupakan nilai laju perubahan yang didapatkan dari hasil perhitungan dengan aplikasi DSAS. Hasil regresi antara pertambahan tahun dengan kemajuan garis pantai yang terjadi pada Transek A, C, E, G, I, K, M, N, O, dan P memperlihatkan korelasi yang tinggi sehingga dapat diartikan telah terjadi akresi atau abrasi di lokasi tersebut, hal ini ditunjukkan karena nilai R^2 hampir mendekati nilai 1. Sedangkan pada Transek B, D, F, H, J, dan L memiliki nilai R^2 yang kecil, artinya pertambahan tahun dengan kemajuan garis pantai memiliki korelasi yang rendah atau dapat diartikan tidak terdapat akresi atau abrasi sama sekali karena nilai R^2 hampir mendekati nol. Berikut ini adalah hasil prediksi yang diperoleh:

Tabel 18 Prediksi Perubahan Garis Pantai Tahun 2016-2020

Tabel Prediksi				
Wedung				
Tahun	Titik A	Titik B	Titik C	Titik D
2016	272,818	-1,223	-163,620	70,063
2017	343,048	-0,756	-208,882	70,139
2018	413,277	-0,290	-254,144	70,216
2019	483,506	0,177	-299,405	70,292
2020	553,735	0,643	-344,667	70,369
Total Perubahan	280,917	1,866	-181,047	0,306

Bonang				
Tahun	Titik E	Titik F	Titik G	Titik H
2016	1,250	-20,609	-142,743	-10,237
2017	3,746	-22,303	-165,713	-10,238
2018	6,243	-23,998	-188,684	-10,239
2019	8,740	-25,692	-211,655	-10,240
2020	11,236	-27,387	-234,625	-10,241
Total Perubahan	9,987	-6,778	-91,883	-0,004

Karangtengah				
Tahun	Titik I	Titik J	Titik K	Titik L
2016	-46,841	-25,527	-169,309	-28,939
2017	-34,630	-25,484	-193,613	-28,931
2018	-22,419	-25,440	-217,918	-28,922
2019	-10,208	-25,396	-242,222	-28,913
2020	2,003	-25,352	-266,526	-28,905
Total Perubahan	48,844	0,175	-97,217	0,035

Karangtengah				
Tahun	Titik I	Titik J	Titik K	Titik L
2016	-46,841	-25,527	-169,309	-28,939
2017	-34,630	-25,484	-193,613	-28,931
2018	-22,419	-25,440	-217,918	-28,922
2019	-10,208	-25,396	-242,222	-28,913
2020	2,003	-25,352	-266,526	-28,905
Total Perubahan	48,844	0,175	-97,217	0,035

V. Penutup

Kesimpulan

Dari hasil analisis yang telah dilakukan terdapat kesimpulan sebagai berikut :

1. *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) dapat menghitung laju perubahan garis pantai berbasis analisis spasial dengan menggunakan data garis pantai dari tahun ke tahun. Perhitungan laju perubahan garis pantai Kabupaten Demak menggunakan metode perhitungan statistik *Net Shoreline Movement* (NSM) yang merupakan salah satu metode statistik yang tersedia dalam DSAS. Hasil perhitungan yang bernilai negatif menunjukkan adanya kemunduran garis pantai dan positif menunjukkan adanya kemajuan garis pantai.
2. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa Kecamatan Wedung yang mengalami abrasi dan akresi yang paling signifikan dengan tingkat akresi maksimum sebesar 233,994 meter dan minimum sebesar 0,013 meter. Abrasi maksimum sebesar -141,037 meter dan minimum sebesar -0,04 meter. Kecamatan Bonang yang mengalami abrasi dan akresi yang paling signifikan dengan tingkat akresi maksimum sebesar 8,351 meter dan minimum sebesar 0,284 meter. Abrasi maksimum sebesar -62,471 meter dan minimum sebesar -0,058 meter. Kecamatan Karangtengah yang mengalami abrasi dan akresi yang paling signifikan dengan tingkat akresi maksimum

sebesar 33,660 meter dan minimum sebesar 0,082 meter. Abrasi maksimum sebesar -79,028 meter dan minimum sebesar -0,053 meter. Kecamatan Sayung yang mengalami abrasi dan akresi yang paling signifikan dengan tingkat akresi maksimum sebesar 0,766 meter dan minimum sebesar 0,317 meter. Abrasi maksimum sebesar -75,044 meter dan minimum sebesar -0,058 meter.

3. Hasil prediksi total perubahan garis pantai dari hingga tahun 2020 berdasarkan hasil dari analisis regresi sederhana, pada Transek A mengalami akresi sejauh 280,917 meter dan Transek B sejauh 1,866 meter, sementara Transek C mengalami abrasi sejauh -181.047 meter, Transek D mengalami akresi sebesar 0,306 meter, Transek E akresi sebesar 9,987, Transek F abrasi sebesar -6,778, Transek G abrasi sebesar -91,883, Transek H abrasi sebesar -0.004, Transek I akresi sebesar 48,844, Transek J akresi sebesar 0,175, Transek K abrasi sebesar -97,217, Transek L akresi sebesar 0,035, Transek M abrasi sebesar -1,049, Transek N abrasi sebesar -,430, Transek O abrasi sebesar -99, 897, dan Transek P abrasi sebesar -0,092. Secara umum keadaan garis pantai di Kabupaten Demak mengalami perubahan yang terjadi akibat abrasi dan akresi cukup ekstrim karena terjadi merata hampir di seluruh wilayah pesisir pantainya.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka disarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Perlunya kerjasama antara pemerintah dengan masyarakat sekitar untuk menjaga lingkungan ekosistem hutan mangrove yang terdapat di wilayah pesisir Kabupaten Demak agar abrasi dan akresi yang terjadi tidak semakin meluas.
2. Pemerintah daerah Kabupaten Demak dan sekitarnya perlu memperhatikan kondisi lingkungan ketika melakukan suatu program pembangunan yang melibatkan wilayah pesisir Kabupaten Demak agar lahan di wilayah tersebut tidak semakin berkurang dan dapat dimanfaatkan secara maksimal.
3. Perlunya diadakan penelitian yang dilakukan secara kontinu dengan memperhitungkan faktor-faktor lain seperti kenaikan muka laut, penurunan permukaan tanah, atau pasang surut agar hasil menghasilkan perhitungan perubahan garis pantai yang lebih akurat.

Daftar Pustaka

Danoedoro, Projo. 2012. Pengantar Penginderaan Jauh Digital. Yogyakarta : ANDI.

- Ekaputri, Dianlisa. 2013. *Pemetaan Perubahan Garis Pantai di Wilayah Pesisir Kecamatan Muara Gembong Kabupaten Bekasi Melalui Citra Satelit*. Tugas Akhir. Teknik Geodesi dan Geomatika. Institut Teknologi Bandung.
- Jensen, J.R.. 1986. *Introductory Digital Image Processing, A Remote Sensing Perspective*. Prentice-Hall. New Jersey.
- Poerbandono, dan Eka Djunarsjah. 2005. *Survei Hidrografi*. Bandung : PT. Refika Aditama.
- Setiyono. 1996. *Kamus Oseanografi*. Universitas Gajah Mada Yogyakarta. Yogyakarta.
- Sulaiman, A dan Soehardi, I. 2008. *Pendahuluan Geomorfologi Pantai Kuantitatif*. BPPT, Jakarta.
- Thieler, E.R., Himmelstoss, E.A., Zichichi, J.L., and Ergul, Ayhan. 2009. *Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 — An ArcGIS extension for calculating shoreline change*. U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1278.
- Triatmodjo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.