

PEMANFAATAN CITRA UNTUK PEMANTAUAN PERUBAHAN GARIS PANTAI DENGAN *DIGITAL SHORELINE ANALYSIS SYSTEM* (DSAS)

Dedy Kurnia Sunaryo, ST.MT, Ir. H. Moh. Nurhadi, MT.

Teknik Geodesi FTSP-ITN Malang
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Malang

ABSTRAK

Perubahan garis pantai terjadi disebabkan oleh adanya proses abrasi dan akresi yang terpicu oleh adanya aktivitas manusia maupun adanya proses alam yang intensif di wilayah pesisir. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode penginderaan jauh sebagai kajian yang cepat untuk mendeteksi perubahan garis pantai dengan mengambil lokasi di Kabupaten Kulon Progo dengan menggunakan citra Landsat 8 tahun 2014-2019 sebagai data primer. Informasi garis pantai diperoleh menggunakan metode *rationing* untuk memisahkan batas air dan darat. Informasi garis pantai tahun 2014 digunakan sebagai titik awal pengamatan perubahan garis pantai atau baseline serta untuk informasi garis pantai tahun 2014-2019 dengan menghitung laju perubahannya. Perhitungan laju perubahan garis pantai menggunakan perangkat lunak *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS). Hasil penelitian diharapkan dapat menunjukkan perubahan garis pantai baik abrasi maupun akresi di setiap kecamatan yang berada di pesisir Kabupaten Kulon Progo. Perubahan yang terjadi memiliki nilai abrasi dan akresi yang maksimum dan minimum. Manfaat yang dicapai dalam penelitian ini diharapkan dapat memperluas pengetahuan mengenai perubahan perhitungan garis pantai dengan menggunakan *Digital Shoreline Analysis System* dan mampu memberikan informasi mengenai perubahan garis pantai di pesisir Kabupaten Kulon Progo.

Kata Kunci : *garis pantai, DSAS, Kabupaten Kulon Progo, Abrasi, Akresi*

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Berdasarkan Undang-undang Nomor 4 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial sebagai dasar hukum yang telah diterbitkan dalam pengaturan penyelenggaraan Informasi Geospasial. Penerbitan undang-undang ini diinisiasi karena banyaknya stakeholder baik dari pemerintah maupun swasta yang ikut menyelenggarakan Informasi Geospasial untuk keperluan sektoral maupun umum.

Untuk itu kami sebagai kaum akademisi dan peneliti ingin meneliti sejauh mana pemanfaatan citra satelit dalam rangka mendukung pelaksanaan dan aplikasi dari undang-undang Nomor 4 Tahun 2011 tersebut, sehingga ikut berupaya untuk menjawab kebutuhan akan data dan informasi geospasial tematik terutama di wilayah pesisir pulau Jawa, dimana bersifat sangat dinamis. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui perubahan garis pantai di wilayah pesisir pulau Jawa.

Garis pantai adalah batas pertemuan antara daratan dengan bagian laut saat terjadi air laut pasang tertinggi. Garis ini bisa berubah karena beberapa hal seperti abrasi dan sedimentasi yang terjadi di pantai, sedimentasi akan menyebabkan berkurangnya areal daratan, sehingga menyebabkan berubahnya garis pantai. 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).

Masyarakat wilayah pesisir Kabupaten Kulon Progo saat ini hidupnya bergantung pada sumber daya alam seperti nelayan, petani, dan petambak. Perubahan kondisi lingkungan terutama pada wilayah pesisir pantai sangat berdampak pada aspek sosial ekonomi dan sosial budaya masyarakat. Perubahan tersebut dapat disebabkan oleh aktivitas manusia seperti kegiatan industri dan pembangunan yang menyebabkan pencemaran lingkungan, penambangan pasir besi yang dapat menyebabkan abrasi dan akresi, dan di tambah faktor alam dan kegiatan lainnya yang merusak lingkungan.

Pemantauan perubahan garis pantai dapat dilakukan dengan metode penginderaan jauh. Penginderaan jauh merupakan suatu teknik yang memungkinkan orang dapat mengumpulkan data tanpa langsung ke lapangan. Dengan menggunakan data garis pantai yang didapat dari

citra penginderaan jauh dan dengan menggunakan aplikasi *Digital Shoreline Analysis System* maka bisa diketahui seberapa besar perubahan garis pantai antara tahun 2014 sampai dengan tahun 2019.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, berikut adalah beberapa rumusan masalah yang dapat dihipunkan :

- Bagaimana mendapatkan data garis pantai dengan metode *rationing* dengan penginderaan jauh ?
- Bagaimana cara mengetahui laju perubahan garis pantai di Kabupaten Kulon Progo dengan menggunakan Aplikasi *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) ?
- Berapa laju perubahan maksimum dan minimum yang terjadi di wilayah pesisir pulau Jawa terutama di Kabupaten Kulon Progo ?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang tersebut, ada beberapa tujuan yang ingin dicapai dari studi ini, diantaranya :

- Melakukan metode *rationing* dalam penginderaan jauh untuk mendapatkan data garis pantai, dengan memanfaatkan citra.
- Melakukan perhitungan laju perubahan garis pantai di pesisir Kabupaten Kulon Progo.
- Mengetahui laju perubahan garis pantai maksimum dan minimum di Kabupaten Kulon Progo berdasarkan hasil pengolahan citra dan perhitungan yang dilakukan.

1.4. Batasan Masalah

Berdasarkan tujuan penelitian diatas, berikut adalah batasan masalah dalam studi ini :

- Penelitian ini menggunakan citra Landsat 8 yang diperoleh secara berkala dengan range 4 tahun dari tahun 2014 sampai dengan 2019.
- Penentuan garis pantai dilakukan dengan metode *rationing* pada citra Landsat 8.
- Pada penelitian ini tidak memperhatikan pasang surut dan kenaikan muka air laut untuk menentukan posisi garis pantai, garis pantai ditentukan dengan menggunakan penginderaan jauh dan metode *rationing*.
- Data Shapefile batas administrasi Kabupaten Kulon Progo digunakan sebagai acuan pemotongan citra pada area yang dikaji.
- Perhitungan laju perubahan dan analisis menggunakan aplikasi *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) yang telah terintegrasi dengan Software ArcGIS.

1.5. Manfaat Penelitian

Mengetahui manfaat citra dengan menitik beratkan pada pengolahan citra satelit untuk mengetahui dan memantau perubahan garis pantai dengan *Digital Shoreline Analysis System*

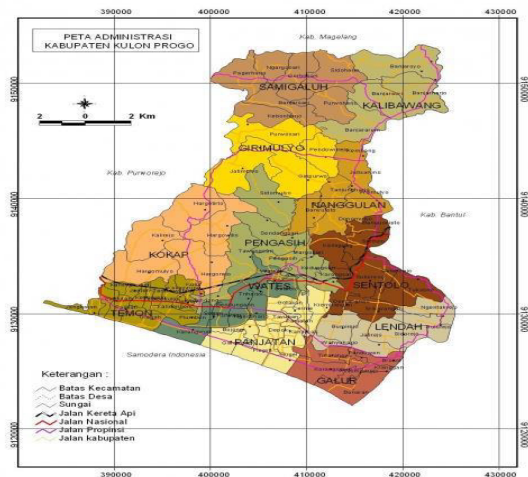
(DSAS) dalam rangka penyiapan data Geospasial pada skala operasional dengan harapan hasilnya dapat dimanfaatkan untuk model yang mudah, cepat serta akurat untuk memantau perubahan garis pantai di seluruh Indonesia.

METODE

1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di pesisir pulau Jawa tepatnya di Kabupaten Kulon Progo, D.I.Yogyakarta. Secara geografis letaknya berada pada 110001'37" BT sampai 110016'26"E BT dan 07038'42" LS sampai 07059'03" LS dengan batas wilayah yaitu :

- Sebelah Utara : Kabupaten Magelang, Propinsi Jawa Tengah
- Sebelah Timur : Kabupaten Sleman dan Bantul, Propinsi D.I.Y
- Sebelah Selatan : Samudera Hindia
- Sebelah Barat : Kabupaten Purworejo, Propinsi Jawa Tengah



Gambar 1. Peta Administrasi Kab. Kulon Progo (www.kulonprogo.go.id, 2019)

2. Pelaksanaan Penelitian

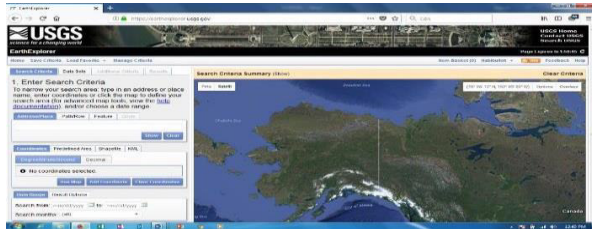
Pengolahan dilakukan pada citra satelit kemudian diperoleh informasi garis pantai mulai tahun 2014, 2015, 2017 dan 2019 yang kemudian dideliniasi untuk pembuatan peta garis pantai yang merupakan wujud dari pembaharuan peta garis pantai yang telah ada. Dimana gambaran alir pelaksanaan penelitian untuk mengetahui perubahan perhitungan garis pantai dengan menggunakan *Digital Shoreline Analysis System* dan mampu memberikan informasi mengenai perubahan garis pantai di pesisir Kabupaten Kulon Progo, dapat dilihat pada Lampiran.

3. Pengumpulan Dan Pengolahan data Citra Satelit Landsat 8

3.1. Pengumpulan Data Citra Satelit Landsat 8

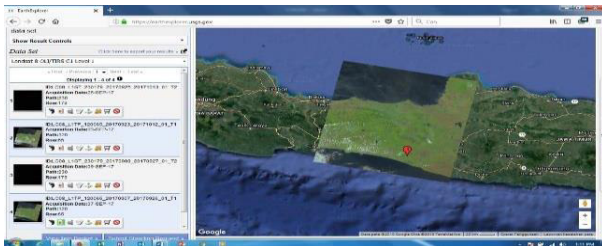
Untuk pengumpulan data Citra Satelit Landsat 8 dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Masuk ke halaman *website* <https://earthexplorer.usgs.gov/> seperti gambar di bawah dan login menggunakan *account* yang telah dibuat.



Gambar 2. Halaman *website* USGS

2. Masukan alamat pada tab *Address/Place*, rentang waktu citra yang akan dicari pada tab *Date Ranges*, dan pada *data sets* pilih Landsat – Landsat collection 1 Level 1 – Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level 1 – Result.
3. Pada tab *Result* akan muncul hasil pencarian sesuai kriteria yang dicari, klik *button preview* untuk melihat posisi citra.



Gambar 3. *Preview image*

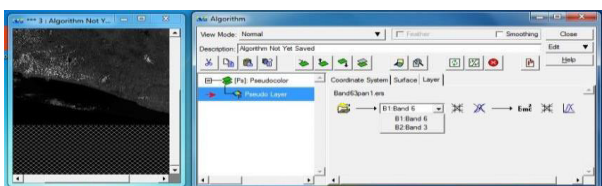
3.2. Pengolahan Data Citra Satelit Landsat 8

Pengolahan yang dilakukan pada Data Citra Satelit Landsat 8 untuk keperluan mengetahui perubahan garis pantai di pesisir Pulau Jawa terutama di Kabupaten Kulon Progo dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

a. *Rationing*

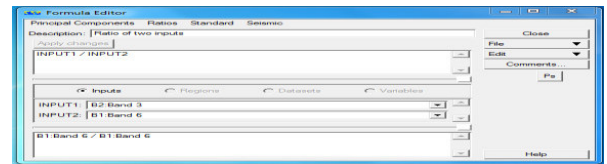
Metode ini dilakukan dengan perangkat lunak *ER Mapper 7.1* dan dengan menggunakan *Tool Edit Formula* pada perangkat lunak *ER Mapper 7.1*. Berikut ini adalah tahapan untuk melakukan proses *rationing* :

1. *Open* citra Landsat 8 band 6 dan band 3 yang telah dikomposit dan masuk ke menu *lgorithm*.



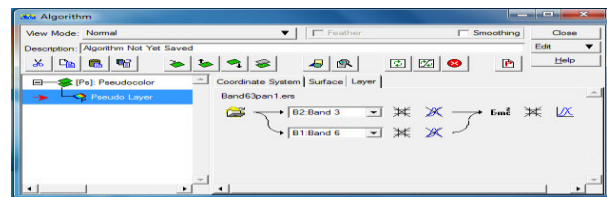
Gambar 4. *Algorithm*

2. Pilih *tools Formula Editor* pada menu *ratio* pilih metode *Ratio of two inputs*.



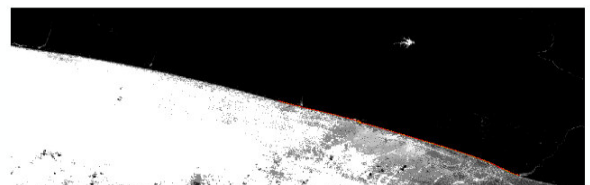
Gambar 5. *Formula Editor*

3. Dalam kotak *formula* akan muncul rumus $INPUT1/INPUT2$, kemudian pilih *band 3* untuk *INPUT1* dan *band 6* untuk *INPUT2* klik *Apply Changes*.



Gambar 6. Kotak dialog *Algorithm* pada proses *rationing*

4. *Save As* hasil *rationing* band 6 dan band 3 dalam format *.tiff* dan lakukan cara langkah *rationing* yang sama untuk citra tahun 2014 sampai 2019.

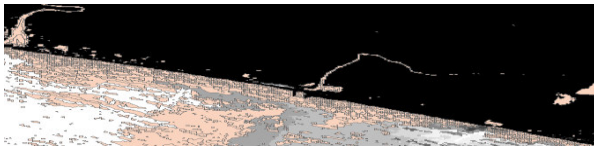


Gambar 7. Hasil pengolahan metode *rationing*

b. Deliniasi batas tubuh air dan daratan

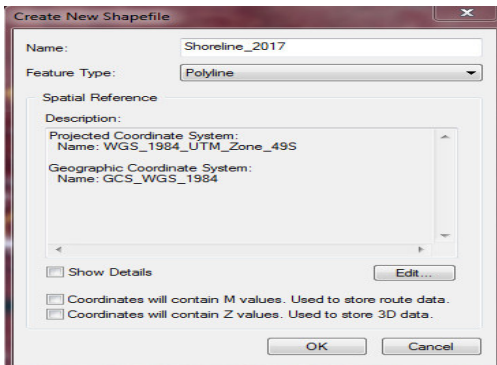
Tahapan yang dilakukan setelah *rationing* adalah dengan deliniasi batas air dan darat dengan melakukan *trace* sepanjang batas air dan darat dari hasil tahapan *rationing* yang telah dikonversi menjadi vektor. Tahapan ini menggunakan perangkat lunak *ArcGIS 10.4*. Berikut ini adalah tahapan dalam melakukan deliniasi batas air dan darat :

1. *Add* data lalu masuk ke *ArcToolbox* – *Conversion Tools* – *From Raster* – *Raster to Polygon*. Pada kotak dialog *Raster to Polygon* input raster hasil *rationing* tahun 2017 dan pada *Output polygon features* simpan pada *geodatabase* *Ok*.



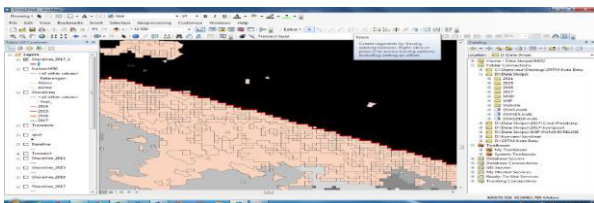
Gambar 8. *Raster to polygon*

2. Membuat *shapefile* baru dengan menggunakan *ArcCatalog*. Kemudian mengatur proyeksi menggunakan datum WGS 84 SUTM 49 dan pilih *Feature Type* dengan *polyline*.



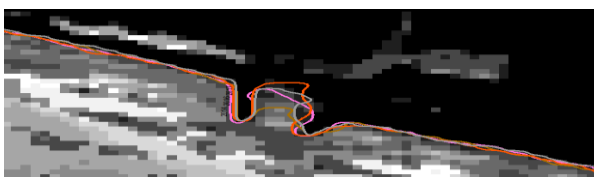
Gambar 9. *Crerate New Shapefile*

3. Pada ArcGIS 10.4 kemudian *add data* hasil dari metode *rationing* dan *shapefile* yang baru saja dibuat.
4. Melakukan deliniasi dengan menggunakan *trace* dengan *tools editing* yang ada pada *toolbar editor*.



Gambar 10. *Proses deliniasi garis pantai*

5. Melakukan *Save edit* untuk menyimpan hasil deliniasi, dan melakukan deliniasi untuk pada hasil *rationing* citra tahun 2014 sampai tahun 2017 dan hasil tersebut akan digunakan sebagai garis pantai (*shorelines*). Dan melakukan *smoothing* garis pantai menggunakan menu *smoothlines*.



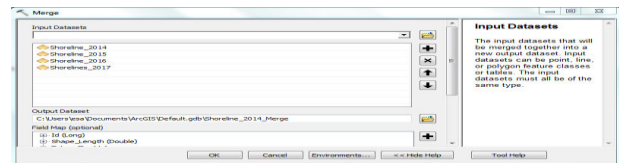
Gambar 11. *Hasil deliniasi garis pantai*

c. *Overlay*

II-18

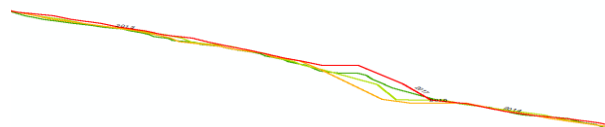
Setelah data garis pantai diperoleh dari proses digitasi citra *Landsat 8* yang telah di *rationing*, maka dilakukan proses penggabungan garis pantai yang nantinya akan digunakan untuk analisis pada DSAS. Berikut langkah yang dilakukan :

1. Pada *Arc Toolbox* pilih *Data Management tools - merge*.
2. Pada kotak dialog *merge* pada kolom *Input Dataset* masukan *shapefile shoreline* tahun 2014 sampai dengan 2017 dan pada *Output Dataset* isikan nama *shapefile* baru dan tempat penyimpanan *shapefile*.



Gambar 12. *Penggambungan layer garis pantai*

3. Secara otomatis data *shapefile* baru akan terbentuk berupa data garis pantai yang telah tergabung.

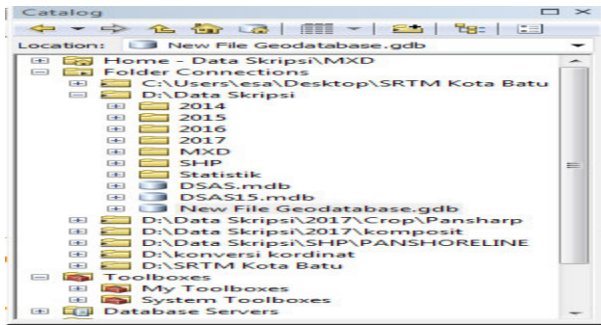


Gambar 13. *Hasil merge garis pantai*

d. *Analisa dengan Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*

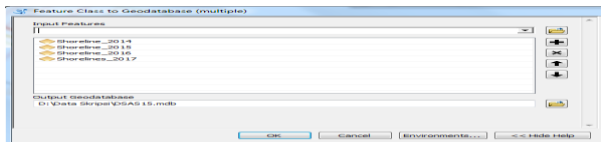
Menghitung laju perubahan garis pantai dengan pendekatan matematis *Net shoreline Movement* dan *Linear regresion ratet* ini menggunakan perangkat lunak *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* yang dapat diperoleh secara gratis di woodshole.er.usgs.gov. Sebelum menggunakan DSAS pada perangkat keras harus memiliki perangkat lunak *MATLAB* untuk membantu aplikasi dalam menghitung laju perubahan garis pantai. Aplikasi DSAS ini merupakan perangkat lunak tambahan dari perangkat lunak ArcGIS 10.4 Berikut ini adalah tahapan dalam melakukan perhitungan dengan pendekatan *Net Shoreline Movement* dengan DSAS :

1. Membuat *Personal Geodatabase* dengan *ArcCatalog* untuk menyimpan *file* garis transek beserta *Baseline* dan *Shoreline* yang akan digunakan.



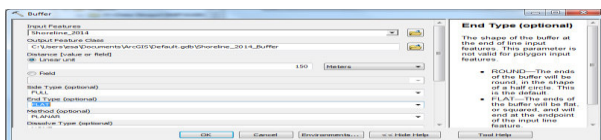
Gambar 14. Pembuatan *Personal Geodatabase*

2. Export data .shp garis pantai kedalam *Personal Geodatabase* yang telah dibuat dengan cara klik kanan *geodatabase* yang telah dibuat – *Import – Feature Class (multiple)*. Pada kotak dialog *Feature Class to Geodatabase* masukan file data garis pantai yang telah di *overlay* serta garis pantai tunggal dan isikan nama *output* – *Ok*.

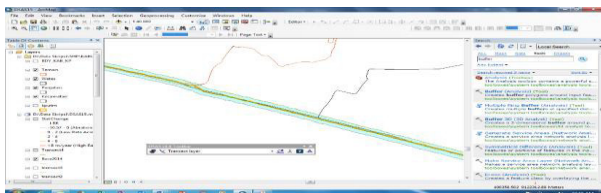


Gambar 15. Proses *import feature class* kedalam *geodatabase*

3. Membuat garis *baseline* dari garis pantai tahun 2014 sebagai acuan untuk perhitungan pada aplikasi DSAS dengan cara melakukan *buffer* dengan jarak 150 meter. *Arc toolbok – Analysis tools – Proximity – Buffer*. Pada kotak dialog *buffer* isikan *Input feature Shoreline_2014*, nama *output* , unit *buffer* 150 , *End Type Flat* – *OK*.

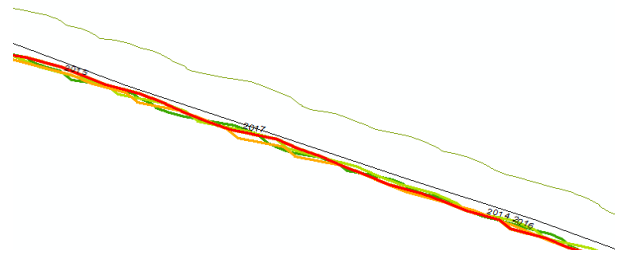


Gambar 16. *Buffer*



Gambar 17. Hasil *Buffer Shorelines_2014*

4. Melakukan *Trace* untuk mendapatkan *baseline* dari hasil proses *buffer* shoreline_2014 dengan cara membuat *shapefile* yang disimpan pada *geodatabase*.



Gambar 18. *Shoreline dan Baseline*

5. Melakukan *editing* pada *attribute table* *Shorelines* yang telah di *overlay* dan *baseline* yang telah dibuat. Pada *Attribute Shorelines* tambahkan tabel *year*, *UCCY*, *Date*, *Shape Length*. Sedangkan pada *Attribute Baseline* tambahkan kolom *year*, *Offshore*, *CastDir*, *Group*.

OBJECTID	Shape	Id	Tahun	UCCY	Date	Shape_Length
1	Polyline	2	2014	0	09/15/2014	24063.312068
2	Polyline	3	2015	0	08/18/2015	23920.713966
3	Polyline	4	2016	0	08/19/2016	23933.925937
4	Polyline	5	2017	0	09/07/2017	23888.339908

Gambar 19. *Attribute Shorelines*

Shape	Id	Shape_Length	Tahun	Offshore	CastDir	Group
Polyline	8	23964.741727	2014	1	0	1

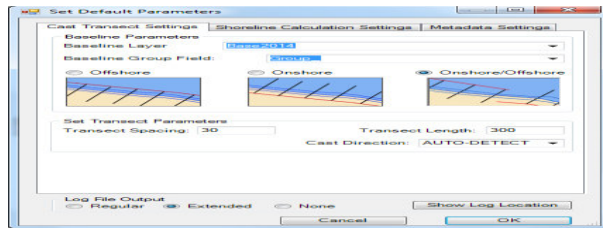
Gambar 20. *Attribute Baseline*

6. Pembuatan garis transek dengan menggunakan *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* seperti Gambar 22. dengan mengatur parameter dengan memilih *tools Set/Edit default Parameters*.



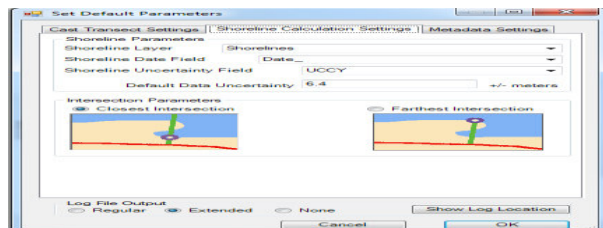
Gambar 21. *DSAS Toolbar*

7. Pada kotak dialog *Set Default* paramater terdapat 3 *tab setting*. Pada *tab pertama Cast Transect Settings* berisi parameter yang diminta untuk garis *baseline*. Pada field *Base Line Layer* masukan *Layer Base*, *Base Line Group Field* isikan *Group*. Terdapat 3 pilihan *Cast Transect* pada penelitian ini menggunakan *Onshore/Offshore*. *Set Transect Parameters* isikan pada *Transect Spacing* 30 meter, *Transect Length* 300 meter, dan *Cast Direction* *Auto Detect*.



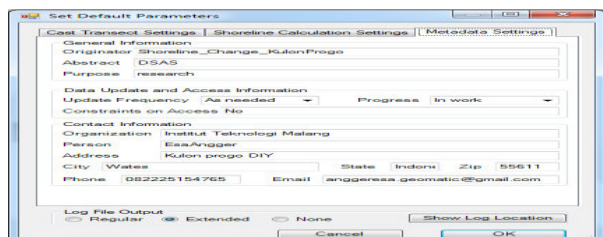
Gambar 22. *Cast Transect Settings*

8. Pada tab kedua yaitu *Shoreline Calculation Settings* pada tab ini melakukan seting parameter untuk *Shorelines* yang akan digunakan untuk pembentukan garis transek dan perhitungannya. Pada *Shoreline Layer* isikan data *Shorelines* yang telah dibuat sebelumnya, *Shoreline date Field* isikan *field date* pada *attribute table* yang berisi tanggal, dan pada *Shoreline Uncertainty Field* pilih *field UCCY*. Pilih *Intersection Parameter* *Closest Intersection*.



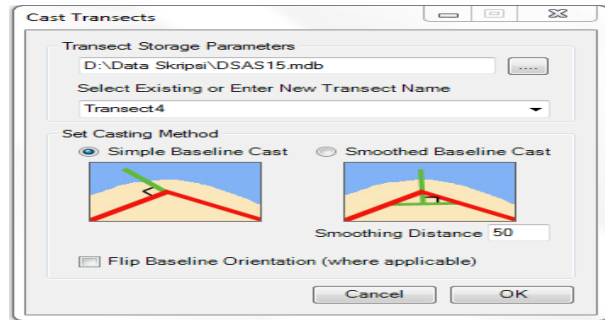
Gambar 23. *Shoreline Calculation Settings*

9. Tab ketiga *Metadata Settings* berisi tentang informasi pengguna atau peneliti seperti nama organisasi, judul penelitian, tujuan, alamat email, dan nomor telepon operator yang melakukan pengerjaan penelitian. Setelah ketiga parameter sudah seting pilih Ok untuk melanjutkan ketahap selanjutnya.

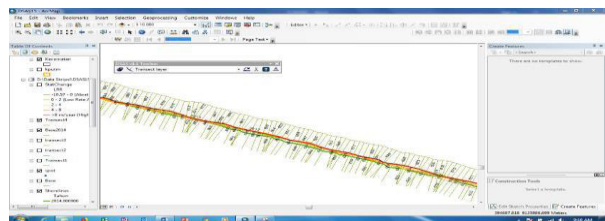


Gambar 24. *Metadata Settings*

10. Untuk membentuk garis transek dengan parameter yang telah di seting pilih *tools Cast Transects*. Pada *Trasnsect Storage Parameters* arahkan penyimpanan pada *geodatabase* yang telah dibuat, pada *field Select Existing or Enter New Transect Name* isikan nama file garis transek yang akan dibuat dan pilih *Simple Baseline Cast* pada *Set Casting Method* pilih OK. Secara otomatis garis transek akan terbentuk seperti Gambar 26.

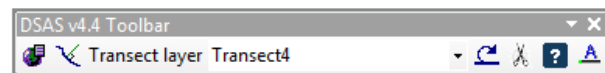


Gambar 25. *Cast Transect*



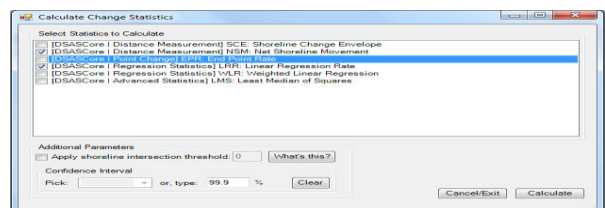
Gambar 26. *Garis Transek*

11. Setelah garis transek terbentuk langkah selanjutnya melakukan hitungan perubahan garis pantai dan statistiknya dengan menggunakan *tools Calculate Rates* yang ada pada *toolbar DSAS*. Pada *toolbar DSAS* pastikan *layer* yang dipilih adalah *layer transek* yang telah dibuat sebelumnya.



Gambar 27. *Toolbar DSAS*

12. Pada kotak dialog *Calculate Change Statistics* pilih metode *NSM : Netshoreline Movement* untuk perhitungan perubahan garis pantai dan *LRR : Linear Regression Rate* untuk perhitungan statistik perubahannya.



Gambar 28. *Perhitungan perubahan dan statistik*

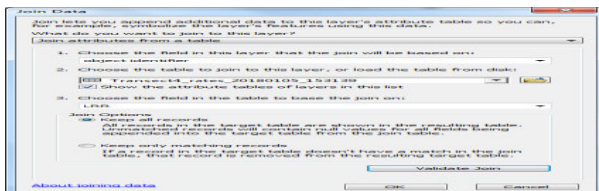
object identifier	Transectid	Baseline	Shoreline	Distance	IntersectX	IntersectY
1	1	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0
9	1	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0
11	1	0	0	0	0	0
12	1	0	0	0	0	0
13	1	0	0	0	0	0
14	1	0	0	0	0	0
15	1	0	0	0	0	0
16	1	0	0	0	0	0
17	1	0	0	0	0	0
18	1	0	0	0	0	0
19	1	0	0	0	0	0
20	1	0	0	0	0	0

Gambar 29. Tabel hasil hitungan jarak garis pantai

object identifier	Transectid	LRR	LRR	LRR	LRR	LRR	LRR
1	1	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0
11	1	0	0	0	0	0	0
12	1	0	0	0	0	0	0
13	1	0	0	0	0	0	0
14	1	0	0	0	0	0	0
15	1	0	0	0	0	0	0
16	1	0	0	0	0	0	0
17	1	0	0	0	0	0	0
18	1	0	0	0	0	0	0
19	1	0	0	0	0	0	0
20	1	0	0	0	0	0	0

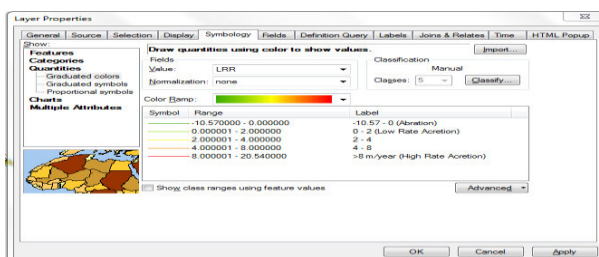
Gambar 30. Tabel hasil hitungan NSM

13. Menggabungkan attribute tabel garis transek dengan tabel hitungan NSM untuk mendapatkan data baru untuk melihat tingkat abrasi dan akresi. Dengan menggunakan *join* tabel. Pada layer garis transek klik kanan dan pilih *join* data.
14. Pada kotak dialog *Join Data field* pertama isikan *object identifier*, *field* kedua pilih tabel hitungan *NSM* yang akan digabungkan, dan *field* ketiga pilih *NSM*.



Gambar 31. Join Data

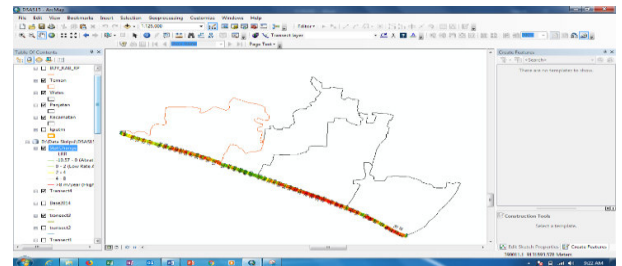
15. Setelah *attribute* data garis transek dan hitungan statistik *NSM* digabungkan akan dilakukan pengaturan *symbolology* pada data baru yang telah dibentuk. Pada layer *StatChange* masuk ke *properties* – *Symbology*. Pada *field value* pilih keterangan dan atur *color ramp*.



Gambar 32. Layer Properties

16. Menggabungkan *shapefile* batas kecamatan yang memiliki daerah pantai di Kabupaten

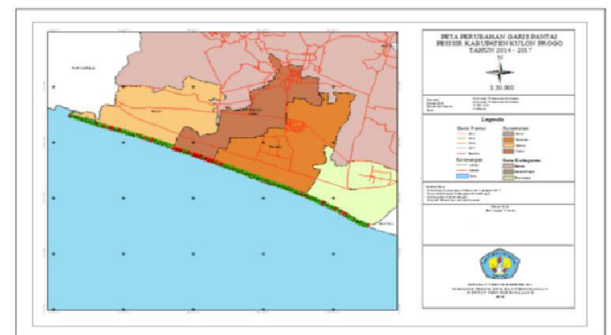
Kulon Progo untuk mengetahui daerah mana yang memiliki perubahan maksimum dan minimum serta tingkat abrasi dan akresi. Yang akan dilampirkan di hasil dan pembahasan.



Gambar 33. Hasil analisis DSAS

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah semua data diproses dan dilakukan serta proses analisis dengan menggunakan DSAS maka selanjutnya melakukan proses *layouting*, dimana untuk mengetahui gambaran *Layout* dapat dilihat pada Gambar 35.



Gambar 34. Hasil layouting

DAFTAR PUSTAKA

- Septya, Awang, dkk, 2016, Sistem Informasi Geografis (SIG) Pencarian ATM Program Studi Ilmu Komputer, Uersitas Mulawarman, Kalimantan Timur, Samarinda.
- Sunaryo, D.K. 2015. Sistem Informasi Geografis & Aplikasinya. Malang: CV. Dream Litera Buana.
- Edy Irwansyah. 2013. *Sistem Informasi Geografis : Prinsip Dasar dan Pengembangan Aplikasi*. Yogyakarta : Penerbit Digibooks.
- LillesandT.M., and Kiefer R.W. 1994. Remote Sensing and Image Interpretation. Second Edition. New York: John Wiley & Sons.
- Liu, J.G., Mason, P.J. 2009. *Essential Image Processing and GIS for Remote Sensing*, John Wiley and Sons, Chichester.

Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian

