

# Deteksi Perubahan Garis Pantai di Pesisir Kabupaten Karawang dengan Aplikasi *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*

**AKHMAD R. SETIABUDI, THONAS I. MARYANTO**

Jurusan Teknik Geodesi  
FTSP - Institut Teknologi Nasional, Bandung

Email: akh.rifai@gmail.com

## **ABSTRAK**

*Perubahan garis pantai di wilayah pesisir Kabupaten Karawang hampir mencapai 50% dari panjang garis pantai yang ada saat ini. Perubahan dalam bentuk abrasi dan akresi ini berdampak pada penurunan kualitas hidup masyarakat yang bermukim di sekitar wilayah tersebut. Penelitian ini bertujuan mengetahui jarak dan laju perubahan garis pantai, serta perubahan maksimum abrasi dan akresinya. Perhitungan perubahan garis pantai menggunakan aplikasi Digital Shoreline Analysis System (DSAS) dengan metode statistik Net Shoreline Movement (NSM) dan End Point Rate (EPR). Abrasi terparah terjadi pada segmen 5 di Kecamatan Tirtajaya dan akresi terparah terjadi pada segmen 16 di Kecamatan Cilamaya Wetan. Rata – rata abrasi dari tahun 1990-2018 di pesisir Kabupaten Karawang mencapai 101,28 m dengan laju 3,64 m/tahun. Sedangkan, untuk akresi mencapai 195,63 m dengan laju 7,04 m/tahun. Perbedaan waktu pengamatan dalam analisis perubahan garis pantai dalam penelitian ini dengan penelitian sebelumnya, memberikan hasil berkesesuaian dengan penelitian sejenis sebelumnya, untuk wilayah yang sama.*

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

## **ABSTRACT**

*Coastline of Karawang Regency changes almost 50% from total length of the coastline. The change is process of abrasion and accretion and it impacts quality of community life in the area. This study aims to calculate coastline change in term length of distance and its speed. The calculation uses Digital Shoreline Analysis System (DSAS) with statistical method of Net Shoreline Movement (NSM) and End Point Rate (EPR). Maximum abrasion occurs in segment 5 of Tirtajaya District and maximum accretion occurs in segment 16 of Cilamaya Wetan District. Averaged coastline changes from years of 1990-2018 showed that abrasion has length of 101,28 m and the speed is 3,64 m/year. Meanwhile, accretion has length of 195,63 m and the speed is 7,04 m/year. This research observes the coastline change in different years with other earlier studies, and the results showed agreement with similar studies in the same area.*

**Keywords:** coastline, DSAS, Karawang Regency, abrasion, accretion

## 1. PENDAHULUAN

Kawasan pantai dikategorikan sebagai kawasan peralihan antara darat dan air sehingga mempunyai karakteristik ekosistem yang unik dan cenderung mendapat tekanan yang berat dari aktivitas manusia. Tekanan tersebut akibat adanya pengembangan pesat pada kawasan pesisir, seperti penambahan jumlah penduduk dan penambahan infrastruktur, sehingga menyebabkan perubahan ekosistem pesisir, dari peranannya sebagai pelindung alami kawasan pesisir (Burke dkk, 2001). Proses perubahan di kawasan pesisir tersebut salah satunya adalah perubahan garis pantai. Perubahan ini merupakan salah satu faktor penting untuk memonitor kawasan pesisir terkait perlindungan lingkungan dan kegiatan pembangunan di sekitarnya.

Abrasi dan akresi pantai telah menyebabkan perubahan garis pantai di berbagai wilayah pantai di Indonesia, serta mengancam kehidupan dan penghidupan masyarakat pesisir. Kerusakan pantai berbentuk perubahan garis pantai juga telah terjadi di sebagian pantai utara Pulau Jawa Barat. Kerusakan pantai berdampak terganggunya aktifitas sehari-hari masyarakat, seperti terganggunya sistem transportasi, industri dan perdagangan, serta dampak lingkungan dan kesehatan masyarakat (Wahyudi dkk., 2009). Abrasi dan akresi yang terjadi di wilayah pesisir utara Karawang sudah cukup parah. Dari total 84 km garis pantai di Kabupaten Karawang, sedikitnya 47 km mengalami pengikisan pantai atau abrasi (Maulud, 2016). Perubahan yang terjadi terus menerus ini akan berdampak langsung pada penurunan kualitas hidup masyarakat yang bermukim di sekitar wilayah pesisir Kabupaten Karawang tersebut.

Terdapat sejumlah teknik deliniasi batas darat-laut (air) yang dapat digunakan dalam mengekstrak garis pantai. Zhao dkk. (2008) dalam Kasim (2012) menerangkan bahwa secara umum teknik-teknik ini dikelompokkan dalam empat kategori, yaitu pengukuran dengan survei lapangan, pengukuran teknologi altimeter modern dengan radar altimeter, pengukuran menggunakan citra foto udara, dan interpretasi citra satelit penginderaan jauh secara multi temporal.

Teknologi penginderaan jauh menghasilkan citra dari tangkapan gelombang elektromagnetik dari yang diterima oleh sensor pada satelit dan menggambarkan sifat-sifat fisik obyek yang diamati/obyek di permukaan bumi. Citra tersebut dalam penelitian ini dianalisis untuk melihat perubahan garis pantai dan dapat diukur/diamati secara detail. Analisis menggunakan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS). DSAS adalah *software* yang digunakan untuk mendeteksi dan menghitung perubahan garis pantai di suatu wilayah secara otomatis berdasarkan titik awal pengamatan hingga titik akhir pengamatan. Aplikasi DSAS ini termasuk perhitungan *Net Shoreline Movement* (NSM), *Shoreline Change Envelope* (SCE), *End Point Rate* (EPR), *Linear Regression Rate* (LRR) dan *Weighted Linear Regression Rate* (WLR) (Oyedotun, 2014).

Istiqomah, dkk. (2016) mengkaji perubahan garis pantai di pesisir Kabupaten Demak menggunakan aplikasi DSAS menggunakan perhitungan NSM. NSM merupakan perhitungan pada DSAS yang mengukur jarak perubahan garis pantai antara garis pantai terlama dan garis pantai terbaru, dan perhitungan *End Point Rate* (EPR). EPR digunakan untuk menghitung laju perubahan garis pantai dengan membagi jarak antara garis pantai terlama dan garis pantai terkini dengan waktunya. Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui jarak perubahan garis pantai untuk dilakukan analisis mengenai perubahan garis pantai. Di penelitian ini mengaplikasikan metode yang sama dengan Istiqomah, dkk. (2016).

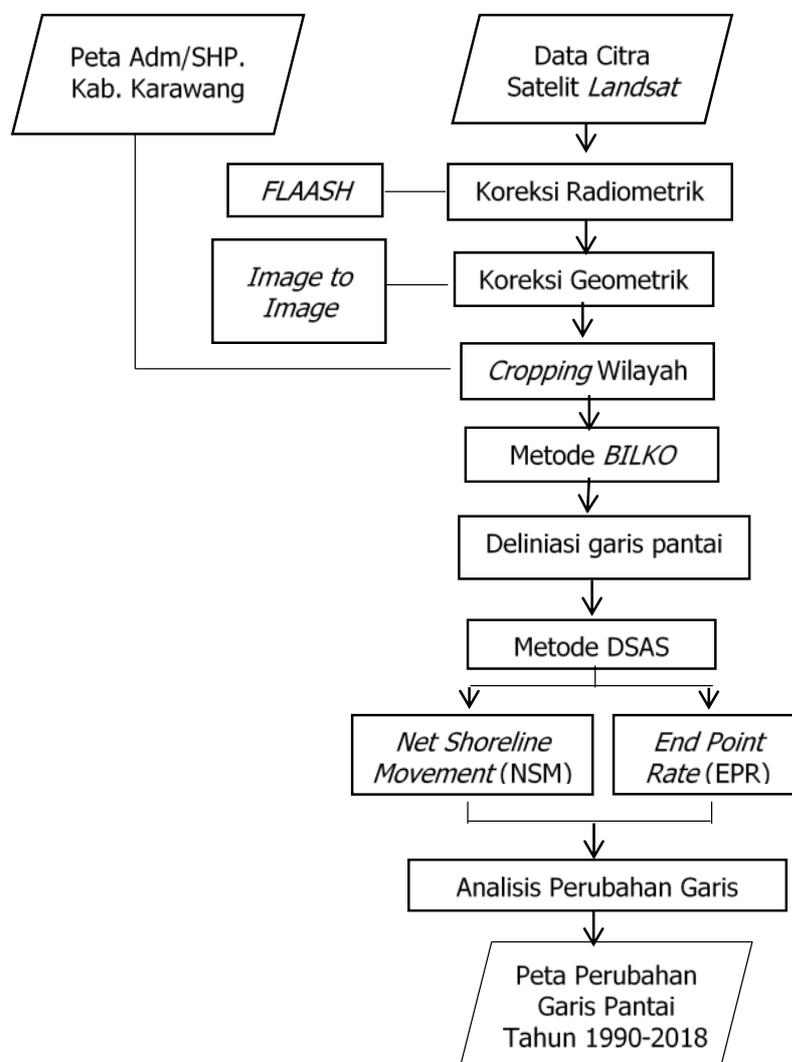
## 2. METODOLOGI

### 2.1 Tempat dan Data Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah Pesisir Kabupaten Karawang, Provinsi Jawa Barat. Wilayah pesisir Kabupaten Karawang terdiri dari 9 Kecamatan, yaitu Kecamatan Pakisjaya, Batujaya, Tirtajaya, Cibuaya, Pedes, Cilebar, Tempuran, Cilamaya Kulon, dan Cilamaya Wetan. Wilayah pesisir ini secara geografis terletak pada koordinat  $107^{\circ} 02'$  -  $107^{\circ} 40'$  BT dan  $5^{\circ} 56'$  -  $6^{\circ} 34'$  LS. Data-data yang digunakan dalam penelitian adalah batas administrasi Kabupaten Karawang berupa *shapefile*, citra satelit Landsat 5 TM (tanggal 11 September 1990 dan 7 Juni 1996), Landsat 7 ETM+ (tanggal 20 September 2002), Landsat 8 OLI TIRS (tanggal 17 Juni 2017 dan 6 Juli tahun 2018).

### 2.2 Tahapan Penelitian

Pelaksanaan metodologi dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan ditunjukkan pada diagram alir penelitian di Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini dibagi menjadi pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis hasil. Pengolahan data dibagi menjadi tahapan pengolahan data citra dan perhitungan garis pantai dengan menggunakan DSAS.

Rincian dari pengolahan data diuraikan sebagai berikut:

1. Prapengolahan Data Citra

Data citra Landsat yang akan digunakan dalam penelitian melalui pra-pengolahan (*preprocessing*). Proses ini merupakan proses koreksi citra secara radiometrik dan geometrik. Proses koreksi radiometrik menggunakan metode FLAASH (*Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Hypercubes*) yaitu mengoreksi panjang gelombang pada masing masing *band* sesuai dengan gelombang aslinya dan proses koreksi geometrik menggunakan metode *image to image* dengan data Landsat 8 tahun 2018 sebagai acuan koreksi.

Data citra hasil *preprocessing* selanjutnya diproses dengan memasukan rumus metode BILKO (UNESCO, 1999) membatasi antara wilayah darat dan laut. Metode ini sudah dibuktikan mampu membatasi darat dan laut dengan jelas, sesuai dengan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya (Cahyani, 2012 dan Handiani dkk., 2017). Di tahap memasukan rumus BILKO, *band* yang digunakan pada Landsat 5 dan 7 adalah *band 4*, sedangkan pada Landsat 8 digunakan *band 5* untuk membedakan kenampakan darat dan laut.

2. Perhitungan dengan DSAS

Perhitungan perubahan garis pantai menggunakan aplikasi *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS). Metode statistika dalam DSAS yang digunakan adalah NSM dan EPR. Garis acuan atau *baseline* digunakan sebagai titik awal pembuatan transek. Garis pantai tahun 1990 – 2018 menjadi *shorelines* yang akan dihitung jarak dan laju perubahannya. Setelah proses perhitungan selesai, dilakukan perhitungan rata – rata perubahan garis pantai dan pemilihan transek yang mengalami perubahan maksimum pada setiap segmen. Parameter DSAS yang diperlukan dalam pengolahan DSAS antara lain:

a. Parameter Baseline; *baseline* merupakan garis yang digunakan sebagai titik awal pada pembuatan transek. *Baseline* yang digunakan pada penelitian ini memiliki persyaratan:

- *Baseline* terhubung dengan *geodatabase*. *Geodatabase* merupakan tempat penyimpanan hasil statistik dan sebagai penghubung antara parameter DSAS. Untuk menghubungkan dengan *geodatabase*, *baseline* memiliki atribut berupa ID sebagai keterkaitan antara parameter DSAS lainnya.
- *Baseline* memiliki sistem koordinat yang serupa. Sistem koordinat pada *baseline* disesuaikan dan serupa dengan parameter lainnya, untuk mencegah parameter yang tidak saling bertampalan.
- *Baseline* disesuaikan dengan keadaan garis pantai, *baseline* tegak lurus (berhadapan) mengikuti garis pantai. Pada penelitian ini *baseline* tidak memotong ataupun menyinggung garis pantai, apabila *baseline* memotong atau menyinggung garis pantai pada saat melakukan *running* penghitungan statistik tidak berjalan dan akan ada garis pantai yang terlewat perhitungan.
- *Baseline* ditempatkan di daratan (*onshore*). Penempatan *baseline* di daratan bertujuan mengetahui berapa perubahan garis pantai yang terjadi di daratan.

b. Parameter Shoreline (Garis Pantai); *shoreline* merupakan deliniasi garis pantai hasil pengolahan metode BILKO. *Shoreline* yang digunakan pada penelitian ini memiliki persyaratan:

- *Shoreline* terhubung dengan *geodatabase* dan memiliki atribut berupa ID, sebagai keterkaitan dengan parameter DSAS lainnya.
  - *Shoreline* memiliki nilai geometrik dan memiliki sistem koordinat yang serupa dengan parameter DSAS lainnya.
- c. Parameter Transek; transek merupakan garis tegak lurus dari *baseline* hingga memotong 2 garis pantai. Transek yang digunakan pada penelitian ini memiliki persyaratan:
- Transek terhubung dengan *geodatabase* dan memiliki atribut berupa ID.
  - Transek memiliki nilai geometrik dan memiliki sistem koordinat yang serupa.
  - Transek *space* merupakan jarak antara transek. Pada penelitian ini menggunakan *space* 50 meter.
  - Transek *Length* merupakan panjang transek. Digunakan panjang transek 15.000 meter. Panjang transek disesuaikan dengan bentuk garis pantai dan jarak terjauh antara *baseline* dengan garis pantai.

### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **3.1 Hasil Perubahan Garis Pantai**

Perhitungan perubahan garis pantai di Kabupaten Karawang menggunakan aplikasi DSAS dengan metode *Net Shoreline Movement* (NSM) yang mengukur jarak perubahan garis pantai berdasarkan transek yang memotong 2 garis pantai dan metode *End Point Rate* (EPR) yang menghitung laju perubahan garis pantai dengan membagi jarak antara garis pantai dengan waktunya. Hasil proses DSAS untuk wilayah kajian dibagi menjadi 16 segmen, selanjutnya analisis dilakukan berdasarkan segmen – segmen tersebut untuk mendeteksi rata rata jarak perubahan garis pantai, rata rata laju perubahan garis pantai, dan menentukan wilayah yang paling signifikan perubahannya. Varian *space* transek adalah 50 meter, sehingga dari ke 16 segmen dibagi sebanyak 1.368 transek. Hasil perhitungan NSM, EPR, jumlah transek, kondisi transek, dan persentase perubahan transeknya ditunjukkan di Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 di segmen 5 terjadi abrasi cukup besar dengan perubahan sepanjang 240,292 m dan laju abrasi 8,638 m/tahun. Sedangkan, akresi tertinggi berada di segmen 16 dengan akresi sepanjang 401,837 m dan laju 14,446 m/tahun. Ke enam belas segmen berada di wilayah kecamatan dari Kabupaten Karawang. Secara umum (tidak secara pasti berbatasan dengan wilayah kecamatan), segmen 1,2,3, dan 4 berada di Kecamatan Pakisjaya dan Batujaya (Gambar 2a); segmen 5 dan 6 di Kecamatan Tirtajaya dan Cibuya (Gambar 2b); segmen 7,8, dan 9 di Kecamatan Pedes (Gambar 2c); segmen 10 dan 11 di Kecamatan Cilebar (Gambar 2d); segmen 12 dan 13 di Kecamatan Tempuran (Gambar 2e); segmen 14,15, dan 16 di Kecamatan Cilamaya Kulon, dan Cilamaya Wetan (Gambar 2f).

Pada Gambar 2 visual transek dengan warna merah menunjukkan adanya abrasi, sedangkan transek dengan warna hijau menunjukkan adanya akresi. Abrasi terparah terjadi pada segmen 5 di sekitar Kecamatan Tirtajaya dengan 29,66% dari total keseluruhan abrasi di pesisir Kabupaten Karawang (Tabel 1 dan Gambar 2b). Rata - rata keseluruhan abrasi di pesisir Kabupaten Karawang berdasarkan tahun pengamatan 1990 - 2018 mencapai 101,28 m dengan laju 3,64 m/tahun. Sedangkan, akresi tertinggi terjadi di segmen 16 di sekitar Kecamatan Cilamaya sebesar 25,68% dari total keseluruhan akresi di pesisir Kabupaten Karawang (Tabel 1 dan Gambar 2f). Rata - rata keseluruhan akresi di pesisir Kabupaten Karawang berdasarkan tahun pengamatan 1990 - 2018 mencapai 195,63 m dengan laju 7,04 m/tahun.

**Tabel 1. Hasil Perubahan Garis Pantai di Setiap Segmen**

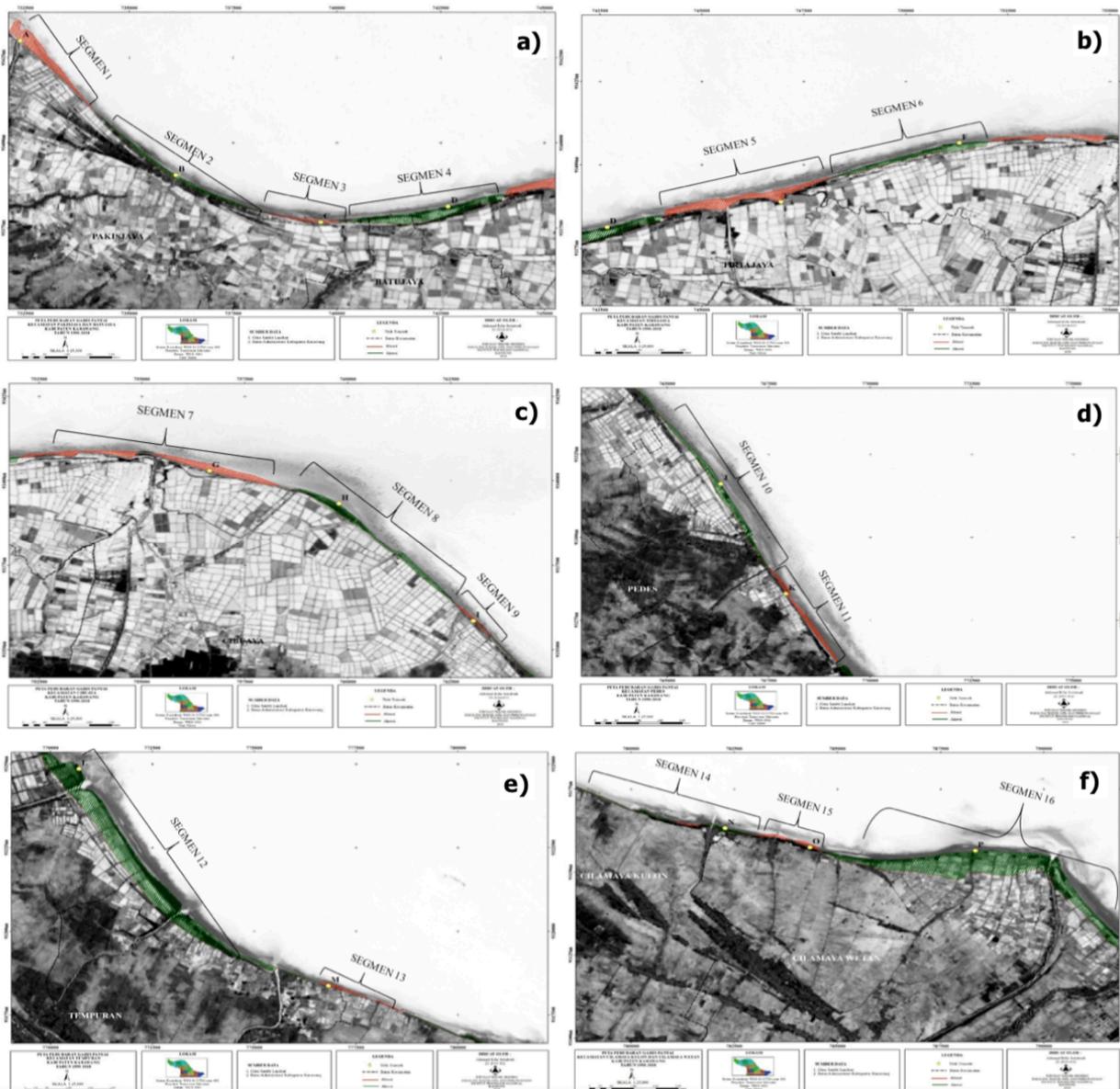
Segmen	Space 50 m		Jumlah Transek	Kondisi Segmen	Persentase Perubahan (%)
	NSM	EPR			
1	-192,312	-6,914	57	Abrasi	23,73
2	76,537	2,751	97	Akresi	4,89
3	-37,669	-1,354	38	Abrasi	4,65
4	272,233	9,786	65	Akresi	17,40
5	-240,292	-8,638	64	Abrasi	29,66
6	187,760	6,751	60	Akresi	12,00
7	-114,979	-4,134	122	Abrasi	14,19
8	125,331	4,505	106	Akresi	8,01
9	-41,612	-1,497	25	Abrasi	5,14
10	115,743	4,161	127	Akresi	7,40
11	-91,888	-3,303	55	Abrasi	11,34
12	348,442	12,527	201	Akresi	22,27
13	-29,913	-1,075	46	Abrasi	3,69
14	37,054	1,332	90	Akresi	2,37
15	-61,615	-2,215	32	Abrasi	7,60
16	401,837	14,446	183	Akresi	25,68

### 3.2 Analisis Perubahan Garis Pantai

Hasil perubahan garis pantai di Kabupaten Karawang berdasarkan pengamatan citra dari tahun 1990 – 2018 dan perhitungan aplikasi DSAS menunjukkan perubahan akresi yang lebih tinggi dibandingkan dengan abrasi, baik perubahan luas maupun laju perubahannya. Beberapa penelitian terkait perubahan garis pantai di Kabupaten Karawang diantaranya adalah Usman (2009), Fauzie (2017), serta Ihsan dan Pin (2019). Usman (2009) membandingkan dua peta garis pantai dari peta Bakosurtanal tahun 1990 dan peta Bappeda Kabupaten Karawang tahun 2005, hasil perbandingan selanjutnya diobservasi melalui pengamatan di lapangan. Sedangkan, penelitian Fauzie (2017) serta Ihsan dan Pin (2019) menggunakan data citra satelit dan mengolahnya dengan bantuan sistem informasi geografis (SIG), serta perhitungan sederhana untuk luas perubahan garis pantai dan laju perubahannya.

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan perbandingan peta dalam Usman (2009), perubahan garis pantai selama kurang lebih 15 tahun (1990-2005) mengalami akresi lebih besar dibandingkan dengan abrasi. Abrasi terjadi seluas 813,171 ha dengan panjang pantai 30,637 km, dan akresi seluas 1346,22 ha dengan panjang pantai 43,313 km. Setiap tahun terjadi abrasi seluas 54,21 ha atau sekitar 0,5421 km<sup>2</sup>/tahun dan akresi seluas 89,748 ha/tahun atau sekitar 0,8975 km<sup>2</sup>/tahun. Penelitian oleh Fauzie (2017), menunjukkan perubahan garis pantai antara tahun 1988 – 1997, dominan akresi antara tahun 1997 – 2006, dan dominan abrasi antara tahun 2006 – 2015. Di dalam penelitian oleh Fauzie (2017) ini, perubahan garis pantai dalam jangka menengah (1988 – 2015) menunjukkan laju abrasi di atas 15 ha/tahun, dan laju akresi dua kali lipat dari laju abrasi di periode yang sama. Perbedaan waktu pengamatan dalam analisis perubahan garis pantai di dalam penelitian ini dengan dua penelitian sebelumnya memberikan hasil yang hampir serupa. Hasil Usman (2009) dan Fauzie (2017) berkesesuaian dengan penelitian saat ini, dimana proses akresi dominan dibandingkan abrasi. Laju akresi dalam penelitian ini lebih besar dibandingkan laju abrasi, meskipun belum sampai dua kali lipatnya (seperti dalam Fauzie, 2017).

*Deteksi Perubahan Garis Pantai di Pesisir Kabupaten Karawang dengan Aplikasi Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*



**Gambar 2. Visualisasi Perubahan Garis Pantai berdasarkan a) Segmen 1, 2, 3, dan 4; b) Segmen 5 dan 6; c) Segmen 7, 8, dan 9; d) Segmen 10 dan 11; e) Segmen 12 dan 13; serta f) Segmen 14, 15, dan 16.**

Penelitian oleh Ihsan dan Pin (2019) dengan waktu pengamatan dari tahun 2013-2018 menunjukkan dominan perubahan garis pantai abrasi dimana tujuh kecamatan mengalami abrasi dari sembilan kecamatan di pesisir pantai Kabupaten Karawang. Kecamatan tersebut adalah Pakisjaya, Cibuaya, Pedes, Cilebar, Tempuran, Cilamaya Kulon, dan Cilamaya Wetan. Hasil ini berkesesuaian dengan penelitian ini, dimana beberapa kecamatan tersebut pun mengalami proses abrasi, diantaranya Kecamatan Pakisjaya (segmen 1), Pedes (segmen 7 dan 9), Cilebar dan Tempuran (segmen 11 dan 13). Sedangkan, perubahan garis pantai akresi dalam penelitian Ihsan dan Pin (2019) berada di Kecamatan Tirtajaya dan Batujaya. Kondisi ini berbeda dengan penelitian ini, dimana di Kecamatan Tirtajaya (segmen 5) mengalami abrasi. Perbedaan hasil ini juga ditunjukkan di Kecamatan Cilamaya, penelitian Ihsan dan Pin (2019) mengalami abrasi, sedangkan dalam penelitian ini mengalami akresi terbesar. Di dalam penelitian Ihsan dan Pin (2019) menunjukkan kesesuaian atas lokasi-lokasi terjadinya abrasi dan akresi dengan penelitian saat ini.

Akresi pantai terjadi karena proses transportasi sedimen dari area lain yang terjadi abrasi. Proses akresi juga timbul karena adanya transportasi sedimen sepanjang pantai sebagai akibat proses fisik arus yang bergerak sepanjang pantai. Ketika gelombang masuk ke pantai, maka akan pecah dan menghasilkan energi, sedimen akan mengendap dan tergerakkan oleh arus sepanjang pantai ditimbulkan oleh gelombang (Hendriyono dkk., 2015). Penyebab akresi lainnya adalah tingginya kerusakan dan berkurangnya mangrove di sepanjang pantai. Fungsi mangrove sebagai pelindung pantai dan mengurangi energi gelombang masuk ke arah pantai, sehingga jika rusak/berkurang fungsinya juga akan berkurang. Pantai tidak terlindung, abrasi semakin tinggi dan akibatnya akresi di wilayah pantai sekitarnya pun semakin tinggi.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini yaitu identifikasi perubahan garis pantai (luas area dan laju perubahannya) berdasarkan pengamatan citra tahun 1990-2018 dengan menggunakan aplikasi DSAS memberikan hasil yang berkesesuaian dengan penelitian-penelitian sejenis di lokasi yang sama. Proses akresi dominan dibandingkan proses abrasi. Hasil tersebut berdasarkan dari luas dan laju rata-rata dari abrasi yaitu 101,28 m dan laju 3,64 m/tahun, sedangkan akresi yaitu 195,63 m dan laju 7,04 m/tahun. Abrasi tertinggi terjadi di Kecamatan Tirtajaya, dan akresi tertinggi di Kecamatan Cilamaya. Perbedaan metode perhitungan perubahan garis pantai tidak memberikan perbedaan yang signifikan, bahkan secara trend hasilnya saling berkesesuaian.

##### 4.2 Saran

Pengembangan dari penelitian ini dapat dilakukan dengan menambah jangka waktu tahun pengamatan, dan tahun pengamatan berkelanjutan, penentuan *baseline* dalam parameter DSAS sesuai dengan keadaan garis pantai daerah kajian, pemilihan *space* transek dengan ukuran  $\leq 50$  meter, sehingga garis pantai yang ada seluruhnya terwakili. Selanjutnya, perlu adanya penelitian yang bersifat monitoring perubahan garis pantai di pesisir Kabupaten Karawang secara kontinu, dan juga mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya perubahan tersebut, contohnya memperhitungkan faktor-faktor kenaikan muka laut, penurunan permukaan tanah, dan pasang surut di wilayah tersebut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Burke, L., Kura, Y., Kassem, K., Revenga, C., Spalding, M., dan McAllister, D. (2001). *Coastal Ecosystem*. World Resources Institute. USA.
- Cahyani, S.D. (2012). Deteksi Perubahan Garis Pantai dengan Metode BILKO dan AGSO (Studi Kasus Kawasan Pantai Selatan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Tahun 1997 Sampai Tahun 2012). Skripsi Teknik Geodesi Universitas Diponegoro. Semarang.
- Fauzie, A.K. (2017). Analysis of Short and Medium Term Coastal Abrasion and Accretion Rates Using GIS in Karawang-West Java. *CR Journal*, Vol. 03 No. 02 Desember 2017, 91-104.
- Handiani, D.N., Darmawan, S., Hernawati, R., Suryahadi, M.F., dan Aditya, Y.D. (2017). Identifikasi Perubahan Garis Pantai dan Ekosistem Pesisir di Kabupaten Subang. *Reka Geomatika*. Vol. 2017, No. 2. doi: <https://doi.org/10.26760/jrg.v2017i2.1765>.
- Hendriyono, W., Wibowo, M., Al Hakim, B., dan Istiyanto, D. C. (2015). Modeling of Sediment Transport Affecting the Coastline Changes due to Infrastructures in Batang - Central Java Procedia. *Earth and Planetary Science*, 14. 166-178.

*Deteksi Perubahan Garis Pantai di Pesisir Kabupaten Karawang dengan Aplikasi Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*

- Ihsan, I. dan Pin, T. (2019). The effect of abrasion on geomorphology changed and coast line conservation effort in Karawang Regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. doi: 10.1088/1755-1315/311/1/012011.
- Istiqomah, F., Sasmito, B., dan Amarrohman, F.J. (2016). Pemantauan Perubahan Garis Pantai Menggunakan Aplikasi Digital Shoreline Analysis System (DSAS) Studi Kasus: Pesisir Kabupaten Demak. Skripsi Teknik Geodesi Universitas Diponegoro. Semarang.
- Kasim, F. (2012). Pendekatan Beberapa Metode dalam Monitoring Perubahan Garis Pantai Menggunakan Dataset Penginderaan Jauh Landsat dan SIG. Skripsi Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Pertanian UNG.
- Maulud, M.I. (2016). *Separuh Garis Pantai Karawang Mengalami Abrasi*. Dipetik 18 April 2018, dari <https://www.pikiran-rakyat.com/jawa-barat/2016/08/13/separuh-garis-pantai-karawang-mengalami-abrasi-377338>.
- Oyedotun, T.D. T. (2014). Shoreline Geometry: DSAS as a Tool for Historical Trend Analysis. *Geomorphological Techniques*, Chap. 3, Sec. 2.2. *British Society for Geomorphology*.
- UNESCO (1999). *Applications of Satellite and Airborne Image Data to Coastal Management. Coastal region and small island papers 4*, UNESCO, Paris, vi + 185 pp.
- Usman, E., 2009, The Inclination of Coastline Changes and Its Implication for Landuse Management. *Bulletin of The Marine Geology*, Volume 24 No. 1, June 2009.
- Wahyudi, Hariyanto, T., dan Suntoyo. (2009). Analisa Kerentanan Pantai di Wilayah Pesisir Pantai Utara Jawa Timur. *SENTA*. Publikasi Jurnal Instut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.