

Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Landsat di Pesisir Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak

Yualita Prasida Ramadhani*, Ibnu Praktiko, Chrisna Adhi Suryono

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof.H.Soedarto S.H, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia
*Corresponding author, e-mail : yualitapr@yahoo.com

ABSTRAK: Wilayah pesisir Kabupaten Demak yang terletak di bagian utara Pantai Jawa merupakan yang rentan terhadap perubahan garis pantai. Perubahan yang serius ini perlu dilakukan pemantauan terus menerus. Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh informasi tentang perubahan garis pantai yang disebabkan oleh tingkat abrasi dan akresi yang terjadi di Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak pada tahun 2013-2020. Metode penelitian ini dengan menggunakan metode deskriptif studi kasus dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Metode penginderaan jauh yang digunakan untuk mengetahui perubahan garis pantai adalah dengan metode overlay (tumpang susun) garis pantai pada tahun yang berbeda dan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS). Hasil penelitian menunjukkan garis pantai Kecamatan Sayung dengan panjang pantai 20.953,59 m, telah mengalami abrasi pantai seluas 141,49 ha dan akresi sebesar 36,61 ha. Sehingga persentase tingkat abrasi sebesar 82% dan akresi sebesar 18%. Secara keseluruhan, rata-rata laju abrasi yang terjadi dalam kurun waktu periode 2013-2020 adalah sebesar 13,08 meter/tahun dan laju akresi sebesar 8,22 meter/tahun. Perubahan garis pantai yang terjadi dari tahun 2013 hingga tahun 2020 lebih banyak mengalami abrasi jika dibandingkan dengan akresi.

Kata kunci: Perubahan Garis Pantai; Abrasi; Akresi; DSAS.

Changes in Coastlines Using Landsat Satellite Imagery on the Coast of Sayung District, Demak Regency

ABSTRACT: *The coastal area of Demak Regency, which is located on the northern coast of Java, is vulnerable to shoreline changes. This serious change is necessary for ongoing monitoring. This research was conducted to obtain information about coastline change in coastal Sayung District of Demak Regency in 2013 until 2020. This research method is done by using descriptive method of case study by using remote sensing technology. The remote sensing method used to determine shoreline changes is overlay method and Digital Shoreline Analysis System (DSAS) in different years. Based on the research results can be seen the rate of change of coastline length of 20.953,59 m, shoreline changes that occur in the form of abrasion of 141,49 ha and changes in the form of accretion of 36,61 ha. So that the proportion of the abrasion rate is 82% and the accretion is 18%. Overall, the average rate of abrasion that occurred in the 2013-2020 period was 13.08 meters/year and the accretion rate was 8.22 meters/year. Coastlines that occur from 2013 to 2020 more experienced abrasion process when compared to the accretion process.*

Keywords: *Shoreline Changes; Abration; Accretion; DSAS*

PENDAHULUAN

Kecamatan Sayung merupakan salah satu kecamatan yang berada di pesisir Kabupaten Demak terhubung langsung dengan Laut Jawa. Kondisi pesisir Demak tergolong kategori pantai berpasir dan pantai berlumpur. Pembentukan pantai ini berlangsung akibat proses erosi, gelombang, pengendapan sedimen dan material organik yang terjadi di laut. Sejak tahun 2006 pesisir daerah tersebut mengalami abrasi. Bentuk pantai di wilayah ini sudah berubah menjadi teluk kecil yang menjorok ke daratan hingga 1,85 km (Sanjoto *et al.*, 2016). Kabupaten Demak

merupakan salah satu kabupaten di Jawa Tengah dengan permasalahan abrasi pantai. Dampak yang ditimbulkan akibat abrasi pantai hingga 20 tahun terakhir cukup parah, tercatat pada tahun 2002 terdapat 145,50 hektar pantai di Demak yang terkikis abrasi dan mengalami peningkatan kerusakan lima kali lipat pada tahun 2005, yakni mencapai 758,30 hektar (Roswaty *et al.*, 2014).

Faktor alam yang mempengaruhi kedudukan perubahan garis pantai adalah proses-proses hidro-oseanografi yang terjadi di laut seperti gelombang, perubahan pola arus, pasang surut, dan perubahan iklim. Sedangkan perubahan garis pantai akibat aktivitas manusia antara lain alih fungsi lahan pelindung pantai yang mengganggu transpor sedimen, penambangan pasir yang memicu perubahan pola arus dan gelombang (Halim *et al.*, 2016). Fenomena abrasi serta banjir rob sering terjadi di pesisir Kabupaten Demak. Dampak yang diakibatkan dari peristiwa ini, yaitu pesisir Demak mengalami kemunduran garis pantai hingga 30,4 kilometer pada tahun 2016. Selain itu, sejumlah 640 hektar lahan tambak yang menjadi sektor perekonomian masyarakat mengalami kerusakan bahkan hilang. Sebaliknya, dibagian pesisir Demak lainnya, justru mengalami peristiwa sedimentasi (akresi). Adanya peristiwa abrasi dan akresi menyebabkan garis pantai Kabupaten Demak selalu mengalami perubahan dinamis. Perubahan garis pantai Kabupaten Demak dari tahun 1695 hingga 1940 rata-rata 8 meter tiap tahun (Sanjoto *et al.*, 2016).

Terjadinya abrasi dan banjir rob di pesisir Kecamatan Sayung dipicu oleh adanya reklamasi Pantai Marina dan pembangunan kawasan industri di Semarang yang berbatasan langsung dengan Kecamatan Sayung (Asiyah *et al.*, 2015). Selain itu, kegiatan pembangunan ini mengakibatkan berubahnya pola hidrodinamika perairan Demak yang disebabkan oleh pengaruh gelombang dan arus laut sehingga terjadi ketidakseimbangan pergerakan sedimen dari dan menuju pantai (Roswaty *et al.*, 2014). Efek yang ditimbulkan dari reklamasi ini adalah perubahan pola arus yang mempengaruhi transpor sedimen, baik berupa *bed load* maupun *suspended load* (Widada, 2015).

Saat ini wilayah pesisir Kecamatan Sayung mengalami degradasi lingkungan yang cukup signifikan. Terjadinya penurunan fungsi lahan di kawasan Kecamatan Sayung disebabkan adanya abrasi pantai dan banjir rob yang mengakibatkan tergenangnya kawasan tambak dan permukiman hingga akhirnya hilangnya wilayah tersebut (Sanjoto *et al.*, 2016). Perubahan panjang garis pantai yang terjadi pada tahun 2016 sebesar 32,138 km (Utami *et al.*, 2017). Sedangkan luasan abrasi yang terjadi di pesisir Sayung bernilai 116,48 hektar. Abrasi terbesar terjadi di Desa Timbulsloko dan abrasi terkecil terjadi di Desa Sriwulan (Umami *et al.*, 2018). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat perubahan garis pantai di pesisir Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak.

MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data perubahan garis pantai yang diperoleh melalui pengolahan citra satelit dan pengambilan data lapangan. Citra satelit yang digunakan adalah citra satelit Landsat 8 tahun 2013 sampai 2020 yang diperoleh melalui situs resmi (earthexplorer.usgs.gov).

Tahapan prosedur kerja yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengolahan citra dan pengambilan data di lapangan yang dilaksanakan pada September 2020-Januari 2021. Tahapan pengambilan data lapangan dilakukan pada Bulan Oktober 2020 di pesisir Kecamatan Sayung Kabupaten Demak yang bertujuan memvalidasi hasil pengolahan data citra satelit hasil pengolahan data dengan kondisi lapangan sebenarnya. Pengambilan data lapangan yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk memvalidasi atau mengonfirmasi hasil pengolahan data awal dengan kondisi yang ada di lapangan. Kondisi pantai dianalisis dengan cara menyusuri sepanjang garis pantai lokasi penelitian. Titik koordinat garis pantai diperoleh dari hasil susur pantai (*tracking*) dengan mengambil lima titik koordinat menggunakan *Global Positioning System* (GPS). Sepanjang garis pantai dilakukan pengamatan terhadap kondisi garis pantai, dampak dari fenomena abrasi dan akresi, dan pemanfaatan lahan disekitar garis pantai. Informasi hasil data di lapangan selanjutnya disesuaikan dengan hasil pengolahan citra satelit dan hasil model garis pantai untuk mengetahui ketepatan posisi garis pantai hasil pengolahan citra. Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini, yaitu peta Rupa Bumi Indonesia dan data pasang surut Badan Informasi Geospasial.

Penelitian yang dilakukan dalam beberapa tahap yaitu pengumpulan data dan informasi serta menganalisis data. Prosedur analisis data citra terdiri dari tahapan pengolahan awal, klasifikasi, dan

pengujian hasil klasifikasi. Kesalahan-kesalahan yang terjadi pada proses perekaman citra dikoreksi pada tahapan pengolahan awal citra. Koreksi yang dilakukan berupa koreksi geometrik dan koreksi radiometrik (Kosasih *et al.*, 2019). Koreksi radiometrik dilakukan karena hasil rekaman satelit mengalami kesalahan yang disebabkan oleh gangguan atmosfer. Gangguan atmosfer menyebabkan nilai pantulan yang diterima oleh sensor mengalami penyimpangan (Parman, 2010). Koreksi geometrik dilakukan untuk memposisikan citra sehingga sesuai dengan koordinat peta sesungguhnya. Proses koreksi geometrik bertujuan menyesuaikan posisi setiap piksel citra satelit asli sehingga mengikuti citra terkoreksi. Hasil yang diperoleh akan didapatkan citra yang mempunyai koordinat sesuai dengan peta topografi (Sari *et al.*, 2015).

Deliniasi perairan dan daratan dilakukan untuk menggambarkan dengan jelas batas perairan dan daratan serta posisi garis pantai pada citra. Citra hasil koreksi dilakukan *filtering* dengan metode *Normalize Difference Water Index* (NDWI). Indeks NDWI digunakan untuk memisahkan fitur air dan daratan. Indeks ini dikembangkan untuk memaksimalkan pantulan air dengan band hijau, meminimalkan pantulan NIR pada air, dan memanfaatkan sifat pantulan NIR pada vegetasi dan tanah.

$$NDWI = \frac{\text{band Green} - \text{band NIR}}{\text{band Green} + \text{band NIR}}$$

Keterangan : band *green* adalah band hijau pada citra terkoreksi radiometrik dan NIR adalah band *near infrared*.

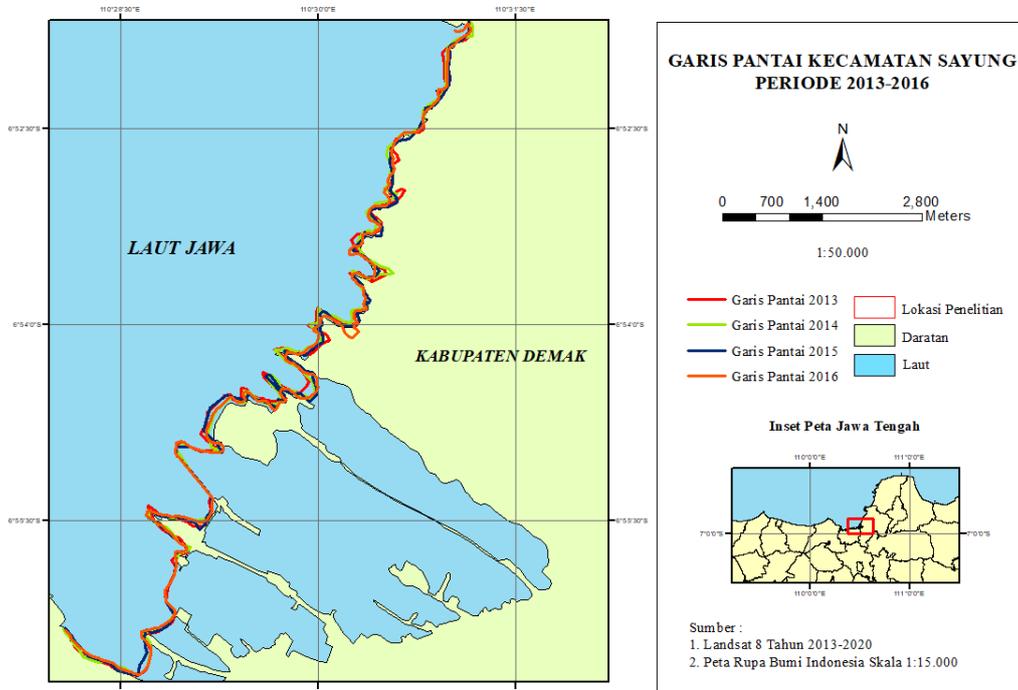
Proses deliniasi (digitasi) garis pantai citra pada citra Landsat 8 dengan resolusi 30 m x 30 m pada tahun 2013–2020 dilakukan dengan menggunakan *ArcMap* 10.5 dengan menggunakan Peta Rupa Bumi sebagai bantuan visual. Hasil digitasi selanjutnya dilakukan analisis perubahan panjang garis pantai menggunakan teknik tumpang-susun (*overlay*). Perhitungan perubahan garis pantai dilakukan dengan program *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS). Metode statistika yang digunakan adalah *Net Shoreline Movement* (NSM), *End Point Rate* (EPR) (Setiabudi dan Maryanto, 2018). Nilai NSM digunakan untuk mengukur jarak antara perubahan posisi garis pantai terlama dengan garis pantai terbaru, sedangkan nilai EPR dihitung dengan membagi jarak perubahan garis pantai dengan rentan waktu perubahan garis pantai tersebut. Sedangkan informasi laju perubahan garis pantai pertahun diketahui melalui perhitungan menggunakan metode *End Point Rate* (EPR). Metode pengukuran nilai EPR dilakukan dengan cara mengukur jarak antara garis pantai menggunakan metode transek dengan jarak antar transek 100 meter dan panjang transek 1500 meter untuk mengantisipasi garis pantai yang tidak berpotongan. Garis acuan (*baseline*) menggunakan garis pantai tahun 2013 sebagai titik awal pembuatan transek. Garis pantai tahun 2013-2020 menjadi garis *shorelines* yang akan dihitung laju perubahan garis pantainya. Setelah proses perhitungan selesai, dilakukan perhitungan rata-rata perubahan garis pantai maksimum dan minimum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

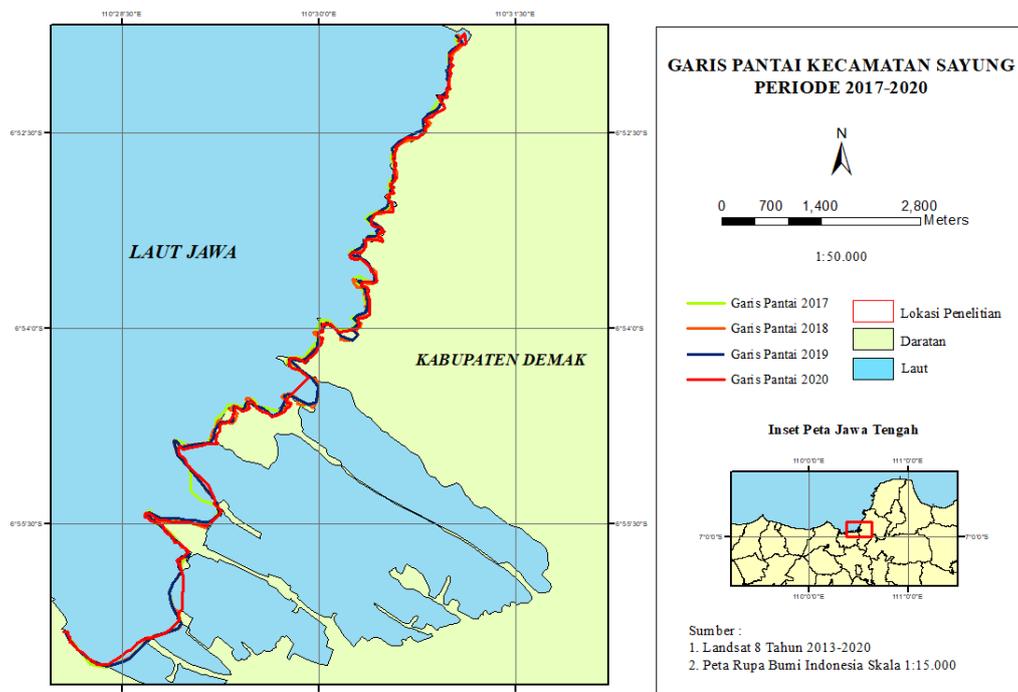
Analisis dilakukan pada 4 desa di kawasan pesisir Kecamatan Sayung yaitu, Desa Bedono, Desa Timbulloko, Desa Surodadi, dan Desa Sriwulan. Hasil digitasi garis pantai citra landsat 8 pada tahun 2013-2020 kemudia dioverlay menjadi satu layer, sehingga terlihat jelas perubahan yang terjadi. Perubahan garis pantai terjadi baik berupa garis pantai maju maupun garis pantai mundur. Sepanjang garis pantai tersebut menunjukkan selama 8 tahun terjadi perubahan garis pantai yang didominasi kemunduran garis pantai akibat abrasi. Perubahan dapat terlihat pada Gambar 1 dan Gambar 2 yang menunjukkan adanya penambahan atau pengurangan pada wilayah pesisir Kecamatan Sayung sejak tahun 2013 hingga 2020.

Hasil analisis citra Landsat 8 melalui program *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) menunjukkan luas masing-masing desa di pesisir Kecamatan Sayung pada tahun 2013-2020 dengan panjang pantai 20.953,59 m mengalami penurunan luas administrasi. Total pengurangan luasan wilayah akibat abrasi sebesar 141,49 ha dan penambahan luasan administrasi akibat akresi sebesar 36,61 ha. Desa Surodadi mengalami abrasi seluas 16,75 ha dan akresi seluas 11,72 ha. Luasan abrasi yang terjadi di Desa Bedono sebesar 89,78 ha, sedangkan luasan akresi yang terjadi sebesar 1,74 ha. Perubahan luas administrasi yang terjadi di Desa Timbulloko yaitu,

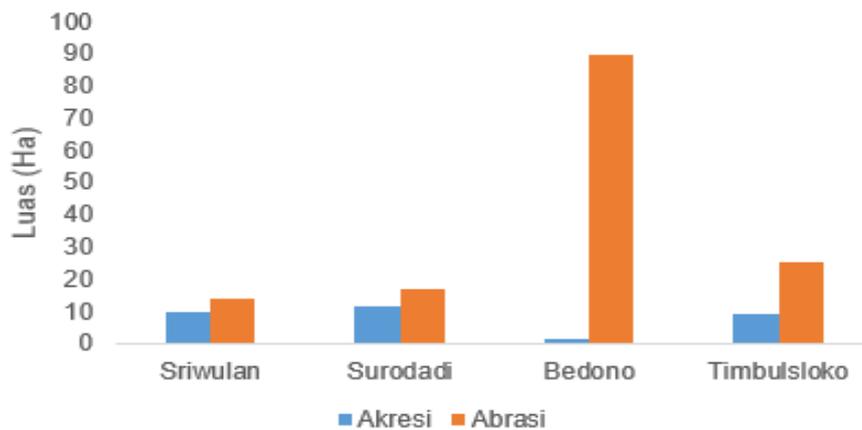
luasan abrasi sebesar 25,24 ha dan luasan akresi sebesar 9,01 ha. Desa Sriwulan mengalami perubahan luas abrasi sebesar 14.15 ha dan luas akresi sebesar 9.72 ha. Persentase perubahan luasan administrasi tiap desa di Kecamatan Sayung pada tahun 2013-2020 diperoleh hasil abrasi sebesar 82% dan akresi 18%.



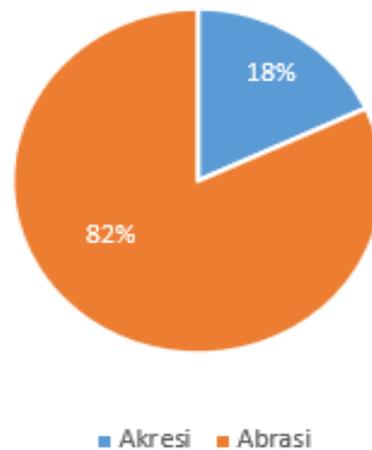
Gambar 1. Peta Perubahan Garis Pantai Pesisir Kecamatan Sayung Tahun 2013-2016



Gambar 2. Peta Perubahan Garis Pantai Pesisir Kecamatan Sayung Tahun 2017-2020



Gambar 3. Perubahan Luas Wilayah Tiap Desa di Pesisir Kecamatan Sayung Periode Tahun 2013-2020



Gambar 4. Persentase Perubahan Luas Wilayah di Pesisir Kecamatan Sayung Periode Tahun 2013-2020

Berdasarkan Tabel 1 tiap-tiap desa di pesisir Kecamatan Sayung mengalami perubahan garis pantai yang didominasi oleh abrasi. Desa Bedono mengalami abrasi cukup besar dengan rata-rata perubahan akibat abrasi sepanjang 142,81 m dan rata-rata laju abrasi sebesar 19,87 m/tahun. Nilai akresi tertinggi juga terjadi di Desa Bedono dengan rata-rata nilai akresi sepanjang 66,82 m dan rata-rata laju akresi sebesar 9,30 m/tahun. Sedangkan nilai rata-rata abrasi terendah terjadi di Desa Sriwulan dengan perubahan panjang sebesar 45,59 m dan rata-rata laju abrasi sebesar 9,81 m/tahun. Perubahan garis pantai akibat akresi terendah terjadi di Desa Surodadi dengan rata-rata perubahan akresi sepanjang 35,13 m dan rata-rata laju perubahan 6,09 m/tahun.

Perubahan garis pantai pada tahun 2013-2020 didominasi oleh tingkat abrasi yang lebih besar dibandingkan dengan tingkat akresi. Proses abrasi terjadi akibat faktor oseanografi, yaitu adanya terpaan gelombang/ombak dan angin. Faktor angin yang bertiup pada musim Barat (November-Februari) menghasilkan arus yang kuat dan ombak yang cukup besar. Peristiwa ini menyebabkan tambak dan mangrove sepanjang pantai terkena abrasi. Sedangkan proses akresi terjadi ketika angin bertiup pada musim angin Timur (Maret-Oktober). Selain itu, angin Barat dan Timur mempengaruhi pola arus dan pola transpor sedimen). Energi angin juga mempengaruhi besar kecilnya energi gelombang, sebab pergerakan energi massa air dibentuk oleh hembusan angin (Putri *et al.*, 2014). Penyebab dominan perubahan garis pantai yang terjadi di wilayah Pantai Utara Jawa diantaranya Kendal, Semarang, dan Demak, yaitu disebabkan oleh arus sejajar dengan pantai, arus tegak lurus pantai dan gelombang yang menghantam tepian pantai (Fajrin *et al.*, 2016).

Tabel 1. Hasil Perhitungan Perubahan Garis Pantai Tahun 2013-2020

Desa	Jarak Perubahan Garis Pantai (meter)				Laju Perubahan Garis Pantai (meter/tahun)				Keterangan
	Tertinggi	Terendah	Rata-Rata		Tertinggi	Terendah	Rata-Rata		
			+	-			+	-	
Surodadi	104.54	-117.11	35.13	-52.08	14,92	-16,30	6,09	-7,25	Abrasi
Timbulsloko	184.86	-456.76	59.1	-110.56	25,72	-63.56	8,22	-15,38	Abrasi
Bedono	251.08	-476.49	66.82	-142.81	34.94	-66,31	9,30	-19,87	Abrasi
Sriwulan	439.87	-216.4	37.32	-45.59	36,7	-30.11	9,27	-9,81	Abrasi

Struktur tanah di kawasan pesisir Sayung berasal dari endapan lumpur (rawa), maka rentan sekali mengalami pergerakan. Penyebab lain abrasi yang terjadi di Kecamatan Sayung adalah penurunan permukaan tanah (*land subsidence*). Penurunan tanah disebabkan oleh pemompaan air tanah yang berlebihan untuk keperluan industri dan air minum di wilayah pesisir, terutama jika komposisi tanah pantai sebagian besar terdiri dari lempung atau lumpur yang bersifat mudah berubah akibat perubahan kadar air. Rata-rata penurunan muka tanah di Kecamatan Sayung telah mencapai 40 cm (Damaywanti, 2013). Pada tahun 2015 dan 2016 laju penurunan muka tanah di Kecamatan Sayung mencapai 8,376 cm/tahun. Kecenderungan penurunan tanah semakin besar mendekati wilayah pesisir utara bagian barat Sayung dengan penurunan terbesar di Desa Bedono (Rahmawan *et al.*, 2016). Dampak yang ditimbulkan dari penurunan muka tanah, yaitu potensi terjadinya genangan (rob) pada saat air laut pasang cukup besar. Terjadinya banjir rob yang berlangsung setiap hari di kawasan permukiman warga mengakibatkan lingkungan mengalami penurunan kualitas, kerusakan, bahkan tenggelam.

KESIMPULAN

Hasil analisis perubahan garis pantai menunjukkan abrasi dan akresi di sepanjang garis pantai dengan tingkatan yang bervariasi. Perubahan garis pantai yang terjadi dari tahun 2013 hingga tahun 2020 lebih banyak mengalami abrasi jika dibandingkan dengan akresi. Luas abrasi yang terjadi di pesisir Kecamatan Sayung sebesar 141,49 ha dan luas akresi sebesar 36,61 ha. Sehingga persentase tingkat abrasi sebesar 82% dan akresi sebesar 18%. Tingkat abrasi tertinggi periode tahun 2013-2020 terjadi di Desa Bedono sebesar 142.81 m dengan laju abrasi pertahunnya sebesar 19.87 m. Secara keseluruhan, rata-rata laju abrasi yang terjadi dalam kurun waktu periode 2013-2020 adalah sebesar 13,08 meter/tahun dan laju akresi sebesar 8,22 meter/tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Asiyah, S., Rindarjono, M.G., & Muryani C., 2015. Analisis Perubahan Permukiman dan Karakteristik Permukiman Kumuh Akibat Abrasi dan Inundasi di Pesisir Kecamatan Sayung Kabupaten Demak Tahun 2003-2013. *Jurnal GeoEco*, 1(1):83-100.
- Damaywanti, K., 2013. Dampak Abrasi Pantai terhadap Lingkungan Sosial (Studi Kasus di Desa Bedono, Sayung Demak). *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 363-367.
- Fajrin, F.M., Muskananfola, M.R. and Hendarto, B., 2016. Karakteristik Abrasi dan Pengaruhnya terhadap Masyarakat di Pesisir Semarang Barat. *Journal of Management of Aquatic Resources*, 5(2):43-50. DOI: 10.14710/marj.v5i2.11645
- Halim, Halili & Afu L.O.A., 2016. Studi Perubahan Garis Pantai dengan Pendekatan Penginderaan Jauh di Wilayah Pesisir Kecamatan Soropia. *Sapa Laut*, 1(1):24-31. DOI: 10.33772/jsl.v1i1.927
- Kosasih, D., Saleh, M.B., & Prasetyo, L.B., 2019. Interpretasi Visual dan Digital untuk Klasifikasi Tutupan Lahan di Kabupaten Kuningan, Jawa Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 24(2):101-108. DOI: 10.18343/jipi.24.2.101

- Parman, S., 2010. Deteksi perubahan garis pantai melalui citra penginderaan jauh di Pantai Utara Semarang Demak. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian* 7(1):30-38. DOI: 10.15294/jg.v7i1.88
- Putri, M.P., Supriharyono & Muskananfola, M.R. 2014. Karakteristik Hidro-oseanografi dan Tingkat Partisipasi Masyarakat dalam Menanggulangi Kerusakan Pantai di Desa Bedono, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *Diponegoro Journal of Maquares*, 3 (4):225-234. DOI: 10.14710/marj.v3i4.7103
- Rahmawan, L.E., Yuwono , B.D., & Awaluddin, M. 2016. Survei Pemantauan Deformasi Muka Tanah Kawasan Pesisir Menggunakan Metode Pengukuran GPS di Kabupaten Demak Tahun 2016 (Studi Kasus : Pesisir Kecamatan Sayung, Demak). *Jurnal Geodesi Undip*, 5(4):44-55.
- Roswaty, S., Muskananfola, M. R., & Purnomo, P.W., 2014. Tingkat Sedimentasi di Muara Sungai Wedung Kecamatan Wedung, Demak. *Journal of Management of Aquatic Resources*, 3(2):129-137. DOI: 10.14710/marj.v3i2.5016
- Sanjoto, T. B., Sunarko., & Parman, S. 2016. Tanggap Diri Masyarakat Pesisir dalam Menghadapi Bencana Erosi Pantai (Studi Kasus Masyarakat Desa Bedono Kabupaten Demak). *Jurnal Geografi*, 13(1):91-100. DOI: 10.15294/jg.v13i1.7993
- Sari, V.D., Taufik, M. & Jaelani, L.M. 2015. Perbandingan Pengaruh Koreksi Radiometrik Citra Landsat 8 Terhadap Indeks Vegetasi pada Tanaman Padi. *Pros. Semin. Nas. Apl. Teknol. Prasarana Wil*, 13-20.
- Setiabudi, A. R., & Maryanto, T. I. 2018. Deteksi Perubahan Garis Pantai di Pesisir Kabupaten Karawang dengan Aplikasi *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 42-50. DOI: 10.26760/jrg.v2018i2.2629
- Umami, K., Harahap. S.A., Syamsudin, M.L. & Sunarto. 2018. Aplikasi Citra Landsat dalam Analisa Perubahan Garis Pantai. *Seminar Nasional Geomatika*, 919-927. DOI: 10.24895/SNG.2018.3-0.1058
- Utami, W.S., Subardjo, P., & Helmi, M., 2017. Studi Perubahan Garis Pantai Akibat Kenaikan Muka Air Laut di Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *Jurnal Oseanografi*, 6(1):281-287.
- Widada, S., 2015. Prediksi Perubahan Arus Akibat Reklamasi pada Pangkal Breakwater Barat Pelabuhan Tanjung Emas Semarang dengan Pendekatan Model Matematik. *Jurnal Kelautan Tropi*, 18(3):147-153. DOI: 10.14710/jkt.v18i3.527