

Studi Perubahan Garis Pantai 2017 – 2021 di Pesisir Kabupaten Batang, Jawa Tengah

Hajar Shofwatul Islam*, Agus Anugroho Dwi Suryoputro, Gentur Handoyo

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia

Email: *hajarsi@students.undip.ac.id

Abstrak

Perubahan garis pantai merupakan salah satu bentuk dinamisasi pada area pantai yang dapat terjadi secara terus menerus sehingga menyebabkan terjadinya pengurangan daratan (abrasi) dan penambahan daratan (akresi). Kabupaten Batang merupakan daerah yang mempunyai kawasan pantai yang berbatasan langsung dengan Laut Utara Jawa yang mendapat pengaruh dari komponen gelombang yang dibangkitkan oleh angin dan dapat menyebabkan perubahan garis pantai. Wilayah pesisir Kabupaten Batang menjadi pusat kegiatan masyarakat setempat sehingga diperlukan penelitian untuk mengetahui perubahan garis pantai di lokasi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan garis pantai yang terjadi di pesisir Kabupaten Batang dalam kurun waktu 2017 – 2021. Metode yang digunakan yaitu analisis *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) dengan metode *Net Shoreline Movement* (NSM) dan *End Point Rate* (EPR) menggunakan data citra satelit landsat 8. Data lain yang digunakan yaitu data kelerengan pantai hasil pengamatan lapangan, data angin dari laman web copernicus, dan data pasang surut yang diterbitkan oleh BIG. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan selama rentang waktu tahun 2017 – 2021 di sepanjang kawasan pesisir kabupaten Batang mengalami abrasi yang lebih besar dari akresi. Abrasi maksimum sebesar 117.4 m dengan laju perubahan 58.22 m/tahun, dan akresi maksimum sebesar 66.1 m dengan laju perubahan 32.8 m/tahun. Luas total area yang mengalami abrasi dan akresi berturut turut seluas 17.79 ha dan 12.36 ha. Faktor yang mengakibatkan terjadinya abrasi adalah fenomena pasang surut, kelerengan pantai serta angin yang membangkitkan gelombang. Hasil ini dapat digunakan sebagai penelitian awal dalam pembuatan kebijakan oleh pemerintah setempat untuk kawasan pesisir Kabupaten Batang.

Kata kunci: Perubahan garis pantai, DSAS, Abrasi, Akresi, Batang

Abstract

Study of Shoreline Change in 2017–2021 on the Coast of Batang Regency, Central Java

Coastline changes are a form of coastal dynamics that can occur continuously, causing land reduction (abrasion) and land addition (accretion). The coastal area of Batang Regency is directly facing the North Java Sea. Thus, the components of waves generated by the wind can cause changes in the coastline. The coastal area of Batang Regency is the center of local community activities, so the changes in the coastline can affect the people's activities. This study aims to determine the coastline changes that occur on the coast of Batang Regency in the period of 2017 – 2021. The method used was DSAS (Digital Shoreline Analysis System) analysis with the Net Shoreline Movement (NSM) and End Point Rate (EPR) methods using data from Landsat satellite imagery 8. Other data used were coastal slope data from field observations, wind data from the Copernicus web page, and tidal data published by BIG. The results show that during the 2017–2021 period, along the coastal area of Batang Regency, abrasion was greater than accretion. Maximum abrasion is 117.4 m with a rate of change of 58.22 m/year, and maximum accretion is 66.1 m with a rate of change of 32.8 m/year. The total area subject to abrasion and accretion is 17.79 ha and 12.36 ha, respectively. Factors that cause abrasion are tidal phenomena, coastal slopes, and winds that generate waves. These results can be used as preliminary research in policy making by the local government for the coastal area of Batang Regency.

Keywords: Shoreline Changes, DSAS, Abrasion, Accretion, Batang

PENDAHULUAN

Indonesia sebuah negara kepulauan sebagai benua maritim yang letaknya berada di antara Samudera Hindia dan Samudera Pasifik serta diapit oleh Benua Asia dan Benua Australia. Wilayah perairan Indonesia yang sangat luas hingga mencapai sekitar 62% dari luas teritorialnya sehingga daerah pantai dan pesisir menjadi tempat berbagai kegiatan manusia (Supriharyono, 2000). Kondisi fisik daratan dan lautan sangat mempengaruhi kawasan pesisir. Wilayah pesisir sendiri adalah pertemuan antara wilayah laut dan wilayah

darat, yang mana pada wilayah tersebut terjadi interaksi antara ekosistem darat dan ekosistem laut yang sangat dinamis dan saling mempengaruhi satu sama lain (Triatmodjo, 1999).

Pantai pada umumnya akan cenderung menyesuaikan pada bentuk profilnya, oleh karena itu pantai mampu menghancurkan energi gelombang yang datang. Pantai merupakan wilayah yang cukup rentan terhadap berubahnya garis pantai. Perubahan garis pantai ditunjukkan dengan adanya perubahan kedudukan pantai yang mengakibatkan adanya penambahan daratan maupun pengurangan daratan berupa mundurnya garis pantai (Triatmojo, 1999). Perubahan lingkungan pantai dapat terjadi secara cepat maupun lambat yang dipengaruhi oleh topografi, gelombang, pasang surut, dan angin (Opa, 2011). Perubahan garis pantai dipengaruhi oleh tiga proses penting yaitu aksi gelombang, angin dan pasang surut (Angkotasan *et al.*, 2012). Besar perubahan garis pantai suatu lokasi dipengaruhi oleh profil kelerengan pantai, kontur kedalaman perairan di dekat pantai dan morfologi garis pantai di lokasi tersebut. Ketiga faktor tersebut mempengaruhi tinggi dan jarak gelombang pecah yang terjadi di dekat pantai (Ismail, 2017).

Kabupaten Batang merupakan daerah yang mempunyai kawasan pantai yang berbatasan langsung dengan Laut Utara Jawa di bagian utara yang memiliki panjang garis pantai pada tahun 2016 mencapai 38,75 kilometer dan lebar 4 mil. Kawasan pantai menjadi pusat kegiatan masyarakat sekitar dalam melakukan berbagai aktivitas ekonomi dan pariwisata yang bisa terganggu oleh adanya perubahan terhadap lingkungan di wilayah pesisir (Sugiyono *et al.*, 2015). Menurut Chasanah *et al.*, (2017) saat ini, pantai di Kabupaten Batang telah digunakan sebagai daerah wisata dan pemukiman. Pemukiman nelayan di kawasan tersebut juga rawan banjir akibat adanya gelombang pasang. Gejala perubahan garis pantai perlu mendapat perhatian mengingat akan adanya dampak besar terhadap lingkungan serta untuk mengetahui kemungkinan pemanfaatan lahan di wilayah pesisir secara optimal. Untuk mengantisipasi dampak terjadinya fenomena oseanografi yang dapat menyebabkan adanya ketidakstabilan di kawasan pantai sehingga dapat merugikan untuk masyarakat sekitar, maka diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai fenomena perubahan garis pantai pada tahun 2017 – 2021.

Pemantauan terhadap perubahan garis pantai bisa dilakukan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) maupun menggunakan teknologi penginderaan jauh. Perubahan garis pantai dapat diamati dalam suatu kurun waktu tertentu (Munandar dan Kusumawati, 2017). Penggunaan citra satelit Landsat dalam kegiatan monitoring memiliki kelebihan yaitu ketersediaan data citra yang dapat diunduh secara gratis dan menyediakan data perekaman satelit dengan rentang waktu yang panjang. Citra Landsat memiliki resolusi spasial yang cukup baik untuk mengetahui terjadinya perubahan garis pantai di suatu daerah pesisir. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai perubahan garis pantai menggunakan data Citra Landsat 8 diperlukan untuk mengetahui dan memetakan perubahan garis pantai, serta pengaruh kelerengan pantai, pasang surut, dan gelombang yang dibangkitkan oleh angin terhadap perubahan garis pantai di lokasi penelitian.

Informasi dari hasil penelitian diharapkan dapat digunakan seperti untuk mitigasi, pengelolaan sumberdaya pantai dan perlindungan ekosistem pantai. Selain itu dapat digunakan oleh instansi terkait untuk dijadikan pertimbangan dan pengambilan keputusan dalam pembangunan bangunan pantai maupun pemanfaatan lahan yang ada di pesisir Kabupaten Batang kedepannya.

MATERI DAN METODE

Materi Penelitian

Penelitian ini menggunakan data primer hasil pengukuran yang diperoleh selama observasi lapangan serta data sekunder yaitu data yang digunakan sebagai data pendukung yang diperoleh dari situs resmi maupun instansi terkait untuk menunjang data penelitian. Data hasil observasi lapangan yang digunakan yaitu data kelerengan pantai dan data pasang surut lapangan untuk verifikasi dengan data dari BIG. Data Citra Satelit Landsat 8 yang diterbitkan oleh *United States Geological Survey* (USGS) di laman <https://earthexplorer.usgs.gov> yang digunakan untuk mengetahui perubahan garis pantai, data Angin tahun 2017-2021 di laman <https://cds.climate.copernicus.eu/> untuk memperoleh data gelombang, data pasang surut tahun 2017-2021 yang diterbitkan oleh Badan Informasi Geospasial untuk stasiun Pekalongan di laman <http://ina-sealevelmonitoring.big.go.id/ipasut/>. Selain itu juga menggunakan data pendukung Peta Rupa Bumi Indonesia diterbitkan oleh Badan Informasi Geospasial di laman <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/download/perwilayah> untuk menunjukkan lokasi penelitian pada peta lokasi.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif yang bersifat studi kasus. Metode kuantitatif digunakan karena data penelitian yang berupa angka serta analisis menggunakan statistik (Sugiyono, 2009). Metode studi kasus dalam penelitian ini adalah bahwa hasil dari gambaran mengenai perubahan garis pantai di lokasi penelitian yang berupa abrasi dan akresi tidak bisa digeneralisasikan di lokasi lain.

1. Metode Pengambilan Data Kelerengan Pantai

Data kelerengan pantai diperoleh dengan observasi lapangan menggunakan instrumen kompas geologi. Pengambilan data kelerengan dilakukan di 5 titik lokasi yang diambil di masing masing pantai diantaranya Pantai Sigandu (Titik A), Pantai Ujungnegoro (Titik B), Pantai Kuripan (Titik C), Pantai Celong (Titik D), Pantai Jodo (Titik E). Pengukuran menggunakan kompas geologi untuk mengukur sudut kelerengan serta roll meter untuk menentukan jarak interval yang ditentukan. Pengukuran dilakukan dengan tiga kali pengulangan lalu dicari nilai rata-rata dari pengukuran tersebut. Data pengukuran kelerengan lalu diklasifikasikan berdasarkan klasifikasi kelerengan pantai oleh Van Zuidam (1985), antara lain:

Tabel 1. Klasifikasi Kelerengan Pantai

Nilai Kelerengan (°)	Nilai Kelerengan (%)	Keterangan
<1	0-2	Datar-hampir datar
1-3	3-7	Sangat Landai
3-6	8-13	Landai
6-9	14-20	Sedikit Curam
9-25	21-55	Curam
25-65	56-140	Sangat Curam
>65	>140	Terjal

2. Metode Pengolahan Data Angin

Data angin yang digunakan diperoleh dari website <https://cds.climate.copernicus.eu/>. Data yang diunduh berupa kecepatan angin komponen u dan v per jam dengan satuan m/s (meter per second) selama 5 tahun (2017-2021). Data yang telah diunduh dikonversi terlebih dahulu dari file NC (nc) menjadi file Text Document (txt) dengan perangkat lunak ODV 4.0. Data yang telah dikonversi kemudian diolah dengan Ms. Excel 2016 untuk menentukan nilai kecepatan dan arah angin yang kemudian digambarkan dengan diagram mawar angin menggunakan perangkat lunak WR. Plot View dengan mengacu kepada skala Beaufort.

3. Metode Pengolahan Data Gelombang

Data gelombang diperoleh dari data angin untuk lokasi penelitian daerah Kabupaten Batang. Peramalan gelombang berdasarkan data angin menggunakan metode Sverdrup Munk Bretschneider (SMB) yaitu peramalan berdasarkan pertumbuhan energi gelombang (Sverdrup dan Munk (1947) dalam CERC (1984). Data berupa nilai ketinggian (H) serta periode (T) gelombang selama 5 tahun. Data diolah dengan Ms. Excel 2016, nilai tinggi dan periode gelombang representatif yang didapat akan disajikan dalam bentuk tabel yang menunjukkan perbedaan nilai tiap musim dalam 1 tahun. Tinggi gelombang signifikan dihitung dari 33,3% data tinggi gelombang tertinggi dan periode gelombang signifikan dihitung dari 33,3% periode gelombang besar.

4. Metode Pengolahan Data Pasang Surut

Data pasang surut diperoleh dari situs <http://ina-sealevelmonitoring.big.go.id/ipasut/> yang merupakan situs resmi Badan Informasi Geospasial. Data berupa ketinggian muka air laut per jam di tiap musim pada tahun 2017, 2019, dan 2021 diolah dengan perangkat lunak Ms. Excel 2016 menggunakan metode Admiralty. Metode ini digunakan untuk memperoleh nilai komponen LLWL (Lowest Low Water Level / muka air rendah terendah), MSL (Mean Sea Level / muka air rata-rata), dan HHWL (Highest High Water Level / muka air tinggi tertinggi) serta nilai Formzahl. Hasil pengolahan metode Admiralty berupa grafik pasang surut dan tipe pasang surut yang ditentukan berdasarkan nilai Formzahl. Sedangkan data

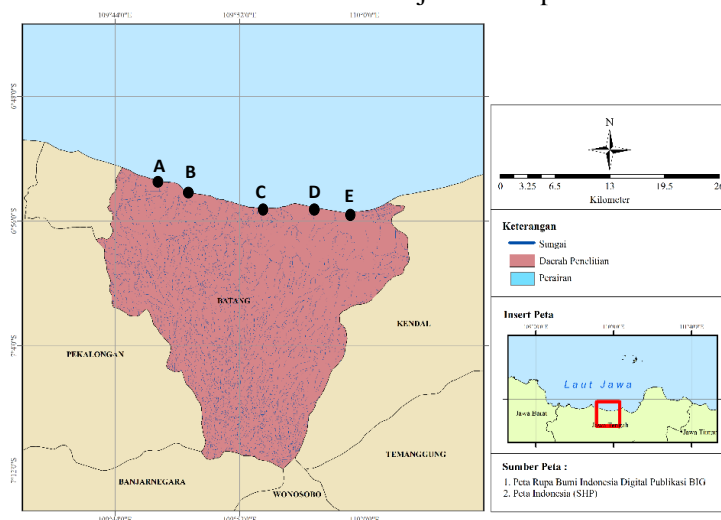
pasang surut lapangan diambil menggunakan palem pasut. Elevasi muka air laut diamati selama 3 hari per 1 jam.

5. Metode Pengolahan Data Garis Pantai Citra Satelit Landsat

Data Citra yang digunakan yaitu Citra Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1 yang diunduh dari situs U.S. Department of The Interior U.S. Geological Survey (USGS) di laman <https://earthexplorer.usgs.gov>. Proses analisis data meliputi empat tahapan yaitu, pengolahan citra awal, ekstraksi garis pantai, perhitungan perubahan garis pantai dan pengolahan data pendukung. Komposit band dilakukan untuk menampilkan citra agar terlihat seperti keadaan di lapangan dengan menggunakan metode RGB. Pemotongan citra dilakukan dengan tools crop di ArcMap 10.5 yang kemudian didigitasi, sehingga diperoleh 3 garis pantai yang berbeda yaitu garis pantai tahun 2017, 2019 dan 2021. Garis pantai yang telah diperoleh kemudian diolah serta dianalisis dengan perangkat lunak DSAS (Digital Shoreline Analysis System) dengan perhitungan EPR (End Point Rate) dan NSM (Net Shoreline Movement) sehingga dapat dianalisis lebih lanjut untuk menentukan nilai luasan abrasi maupun akresi yang terjadi dan disajikan dalam bentuk peta.

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Batang yang secara astronomis berada diantara $6^{\circ} 51' 46'' - 7^{\circ} 11' 47''$ LS dan diantara $109^{\circ} 40' 19'' - 110^{\circ} 03' 06''$ BT. Petunjuk lokasi penelitian bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian. Titik A, B, C, D, dan E adalah Pantai Sigandu, Pantai Ujung Negro, Pantai Kuripan, Pantai Celong dan Pantai Jodo yang merupakan lokasi pengambilan sampel kemiringan pantai

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelerengan

Kelerengan pantai di kawasan garis pantai lokasi penelitian yang diukur sebanyak 3 kali pengukuran pada 5 titik pengamatan. Pengukuran kelerengan pantai menggunakan alat kompas geologi. Pada Tabel 2 dapat dilihat titik pengamatan tersebar di pesisir Kabupaten Batang yang terdiri dari Titik A di Pantai Sigandu dengan hasil pengukuran 1, 2, 3 berturut-turut sebesar 0.5° , 0.6° , 0.5° dan rata-rata kemiringan lereng pantai sebesar 0.53° diklasifikasikan dalam golongan datar-hampir datar. Titik B di Pantai Ujungnegoro dengan hasil pengukuran 1, 2, 3 berturut-turut sebesar 0.7° , 0.7° , 0.6° , dan rata-rata sebesar 0.67° diklasifikasikan dalam golongan kelerengan pantai datar-hampir datar. Titik C di Pantai Kuripan dengan hasil pengukuran 1, 2, 3 berturut-turut sebesar 0.2° , 0.3° , 0.2° , dan rata-rata sebesar 0.23° diklasifikasikan dalam golongan kelerengan pantai datar-hampir datar. Titik D di Pantai Celong dengan hasil pengukuran 1, 2, 3 berturut-turut sebesar 0.6° , 0.6° , 0.5° , dan rata-rata sebesar 0.57° diklasifikasikan dalam kategori datar-hampir datar. Titik

E di Pantai Jodo dengan hasil pengukuran 1, 2, 3 sebesar 0.5° , 0.6° , 0.5° , dan rata – rata sebesar 0.53° diklasifikasikan dalam golongan kelerengan pantai datar-hampir datar.

Tabel 2. Nilai Kelerengan Pantai di Lokasi Penelitian

Titik	Koordinat	Pengukuran Nilai Kelerengan Pantai				Keterangan
		(°)			Rata-Rata	
		1	2	3		
A	6° 52' 7.1" LS 109° 45' 14.8" BT	0.5	0.6	0.5	0.53	Datar - Hampir Datar
B	6° 52' 51.6" LS 109° 47' 51.8" BT	0.7	0.7	0.6	0.67	Datar - Hampir Datar
C	6° 54' 26.6" LS 109° 53' 22.7" BT	0.2	0.3	0.2	0.23	Datar - Hampir Datar
D	6° 54' 44.8" LS 109° 55' 43.8" BT	0.6	0.6	0.5	0.57	Datar - Hampir Datar
E	6° 54' 44.7" LS 109° 59' 46.3" BT	0.4	0.5	0.4	0.43	Datar - Hampir Datar

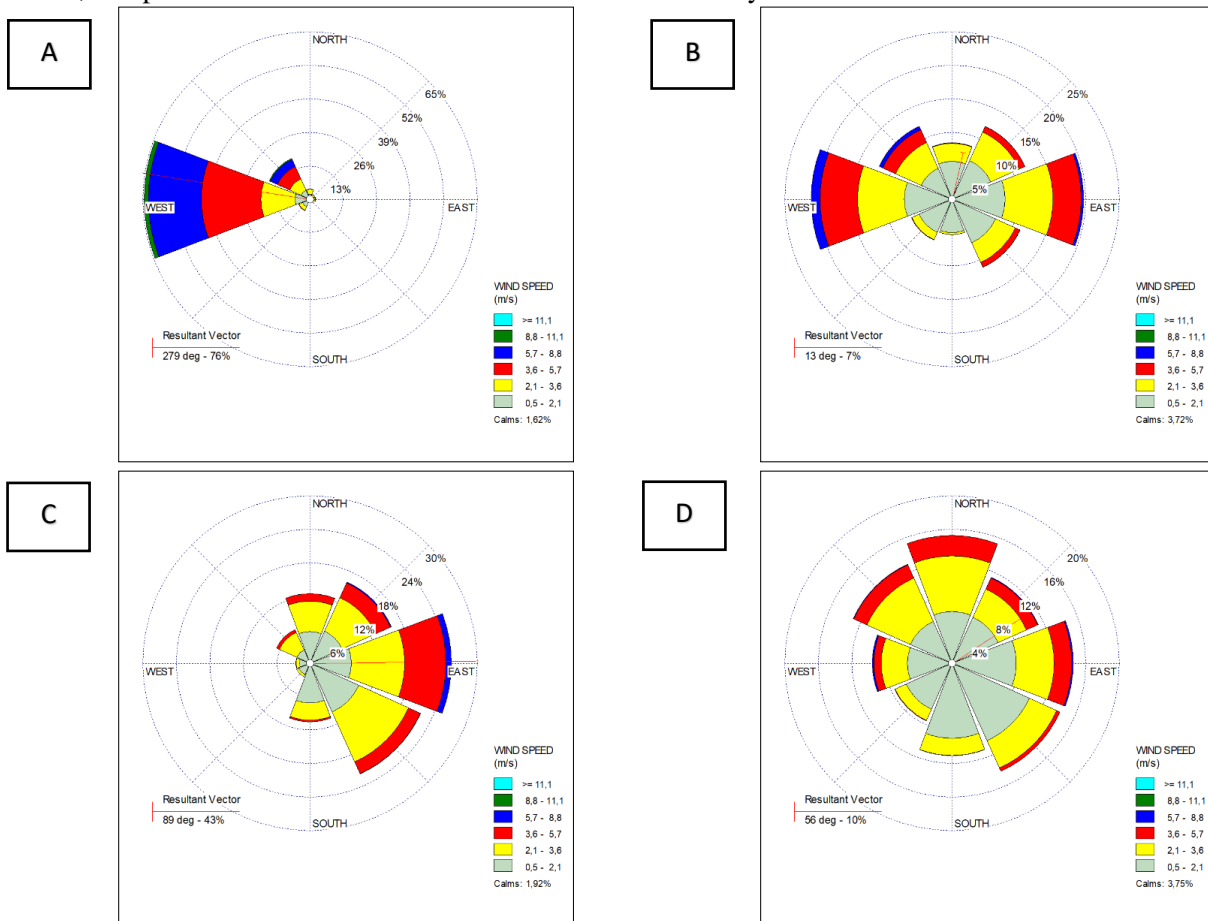
Nilai kelerengan pantai di 5 titik yang diperoleh dari data lapangan diklasifikasikan dalam kategori datar – hampir datar dengan morfologi pantai berpasir. Kawasan pesisir Kabupaten Batang memiliki morfologi pantai berpasir dan terdapat tanjung yang menjorok ke laut di beberapa titik yang mengakibatkan wilayah tersebut rentan terhadap terjadinya proses abrasi. Abrasi di pesisir Kabupaten Batang diperkirakan terjadi karena adanya faktor peristiwa alam seperti gelombang serta faktor buatan seperti adanya bangunan yang menjorok ke pantai. Selain itu, morfologi pantai yang berupa pantai berpasir berpotensi memicu proses abrasi (DKP Kabupaten Batang 2000). Kondisi pantai pada wilayah pesisir Kabupaten Batang merupakan pantai yang landai dan mengalami pergeseran garis pantai yang menyebabkan kehilangan wilayah daratan dan mengancam lingkungan di sekitarnya. Hal ini sesuai dengan penelitian Marfai *et al.*, (2011) yang menyatakan bahwa geomorfologi pantai di Kabupaten Batang relatif landai dengan kemiringan kurang dari 3° dan memiliki kedalaman perairan pantai yang berkisar antara 0.5-25 m. Arus yang ada tergolong cukup kuat serta gelombang laut relatif tenang dengan tinggi kurang dari 1 m.

Menurut Marantika *et al.*, (2014) daerah datar dengan kemiringan 0-8% berada di kawasan pesisir Kecamatan Batang, Kandeman, Tulis, Subah, Banyuputih, dan Gringsing. Sesuai dengan penelitian Riza (2016) bahwa daerah pesisir Kabupaten Batang memiliki kemiringan pantai yang beragam antara 0 – 40%. Sebagian besar wilayah pesisir pantai mempunyai kemiringan pantai 0 – 2% di kecamatan Subah sebagian ada yang memiliki kemiringan > 25 %. Hasil analisis menunjukkan bahwa kelerengan pantai yang lebih besar menunjukkan abrasi yang lebih besar pula seperti yang ditunjukkan pada titik A yaitu di Pantai Sigandu dan titik B di Pantai Ujung Negro yang mengalami abrasi lebih besar. Maka dapat disimpulkan bahwa kelerengan pantai mempengaruhi perubahan garis pantai yang mana semakin besar nilainya maka menyebabkan garis pantai mengalami dinamika yang lebih besar dibandingkan dengan daerah yang memiliki nilai kelerengan lebih kecil.

Angin dan Gelombang

Angin dapat mempengaruhi perubahan garis pantai baik secara langsung maupun tidak langsung. Data angin ditabulasi dalam bentuk tabel frekuensi pada Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6 dan ditampilkan dalam bentuk mawar angin (*wind rose*) yang dibagi menjadi 6 kelas yang dapat dilihat pada Gambar 2a. Berdasarkan hasil diagram mawar angin diperoleh hasil sebaran arah angin yang bertiup di perairan Kabupaten Batang pada tahun 2017-2021. Pada Gambar 2a angin Musim Barat dominan berasal dari arah barat dengan persentase kejadian sebesar 64.57%, barat laut 17.77%, barat daya 5.25%, utara 4.30%, timur 2.56%, timur laut 2.46%, selatan 1.62%, dan presentase terkecil sebesar 1.46% dari arah tenggara. Pada Gambar 2b angin

Musim Peralihan I dominan berasal dari arah barat dengan persentase kejadian sebesar 21.54%, timur 20.13%, barat laut 12.59%, timur laut 12.48%, tenggara 11.70%. Sedangkan dari arah utara sebesar 8.84%, barat daya 7.11%, dan presentase terkecil sebesar 5.61% dari arah selatan. Pada Gambar 2c. angin Musim Timur dominan berasal dari arah timur dengan persentase kejadian sebesar 25.59%, tenggara 22.05%, timur laut 16.28%. Sedangkan angin yang bertiup dari arah utara sebesar 12.70%, selatan 10.76%, barat laut 6.88%, barat daya 2.88%, dan presentase terkecil sebesar 2.86% dari arah barat. Pada Gambar 2d angin Musim Peralihan II dominan berasal dari arah utara dengan persentase kejadian 15.76%, timur 14.98%, dan tenggara 15.54%. Sedangkan angin yang bertiup dari arah barat laut sebesar 13.47%, timur laut 11.81%, selatan 11.43%, barat 10.06%, dan presentase terkecil sebesar 7.94% dari arah barat daya.



Gambar 2. Mawar angin (wind rose) angin harian pada Musim Barat (a), Musim Peralihan I (b) Musim Timur (c) dan Musim Peralihan II (d) pada Tahun 2017 – 2021

Sebaran kecepatan angin yang bertiup di perairan Kabupaten Batang pada Musim Barat 2017-2021 dapat dilihat pada Tabel 3. yang mana kecepatan dominan pada kisaran 3.6-5.7 m/s dengan persentase kejadian 29.07%, kecepatan 5.7-8.8 m/s persentase kejadian 23.64%, kecepatan 2.1-3.6 m/s presentase 23.30%, kecepatan 0.5-2.1 m/s presentase 21.90%, kecepatan 8.8-11.1 m/s presentase 2.10% dan persentase angin terkecil yaitu terjadi pada kisaran >= 11.1m/s dengan persentase 0%. Arah dan kecepatan angin yang paling dominan yaitu dari arah barat dengan kecepatan 3.6 – 5.7 m/s yaitu 23.05%.

Tabel 3. Persentase arah dan kecepatan angin pada Musim Barat 2017-2021

No	Arah	Kecepatan Angin (m/s)						Total (%)
		0.5 - 2.1	2.1 - 3.6	3.6 - 5.7	5.7 - 8.8	8.8 - 11.1	>= 11.1	
1	Utara	2.23	1.92	0.15	0.00	0.00	0.00	4.30
2	Timur Laut	1.58	0.75	0.12	0.00	0.00	0.00	2.46
3	Timur	1.92	0.55	0.10	0.00	0.00	0.00	2.56

No	Arah	Kecepatan Angin (m/s)						Total (%)
		0.5 - 2.1	2.1 - 3.6	3.6 - 5.7	5.7 - 8.8	8.8 - 11.1	>= 11.1	
4	Tenggara	1.24	0.17	0.05	0.00	0.00	0.00	1.46
5	Selatan	1.41	0.16	0.05	0.00	0.00	0.00	1.62
6	Barat Daya	3.45	1.55	0.25	0.00	0.00	0.00	5.25
7	Barat	6.04	13.29	23.05	20.56	1.62	0.00	64.57
8	Barat Laut	4.02	4.91	5.29	3.07	0.48	0.00	17.77
Total		21.90	23.30	29.07	23.64	2.10	0.00	100.00

Pada Tabel 4. menunjukkan sebaran kecepatan angin pada Musim Peralihan I yang dominan pada kisaran 0.5-2.1 m/s dengan persentase kejadian 51.06%, kecepatan 2.1-3.6 m/s persentase 31.25%, kecepatan 3.6-5.7 m/s persentase 14.65%, kecepatan 5.7-8.8 m/s persentase 2.88%, kecepatan 8.8-11.1 m/s persentase 0.15% dan persentase angin terkecil yaitu terjadi pada kisaran >= 11.1 dengan persentase 0%. Arah dan kecepatan angin yang paling dominan yaitu dari arah timur dengan kecepatan 0.5 – 2.1 m/s yaitu sebesar 8.09%.

Tabel 4. Persentase arah dan kecepatan angin pada Musim Peralihan I 2017-2021

No	Arah	Kecepatan Angin (m/s)						Total (%)
		0.5 - 2.1	2.1 - 3.6	3.6 - 5.7	5.7 - 8.8	8.8 - 11.1	>= 11.1	
1	Utara	5.84	2.78	0.22	0.00	0.00	0.00	8.84
2	Timur Laut	6.52	4.76	1.06	0.14	0.00	0.00	12.48
3	Timur	8.09	7.23	4.33	0.47	0.00	0.00	20.13
4	Tenggara	7.31	3.34	0.91	0.15	0.00	0.00	11.70
5	Selatan	5.18	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	5.61
6	Barat Daya	5.59	1.33	0.19	0.00	0.00	0.00	7.11
7	Barat	7.31	7.07	5.71	1.45	0.00	0.00	21.54
8	Barat Laut	5.23	4.32	2.22	0.67	0.15	0.00	12.59
Total		51.06	31.25	14.65	2.88	0.15	0.00	100.00

Sebaran kecepatan angin pada Musim Timur dapat dilihat pada Tabel 5. yang dominan pada kisaran 0.5-2.1 m/s persentase 43.95%, kecepatan 2.1-3.6 m/s persentase 39.30%, kecepatan 3.6-5.7 m/s persentase 15.33%, kecepatan 5.7-8.8 m/s persentase 1.42%, dan persentase angin terkecil yaitu terjadi pada kisaran 8.8-11.1 m/s dan >= 11.1 m/s dengan persentase 0%. Arah dan kecepatan angin yang paling dominan yaitu dari arah tenggara dengan kecepatan 2.1 - 3.6 m/s yaitu sebesar 9.81%.

Tabel 5. Persentase arah dan kecepatan angin pada Musim Timur 2017-2021

No	Arah	Kecepatan Angin (m/s)						Total (%)
		0.5 - 2.1	2.1 - 3.6	3.6 - 5.7	5.7 - 8.8	8.8 - 11.1	>= 11.1	
1	Utara	5.82	5.48	1.40	0.00	0.00	0.00	12.70
2	Timur Laut	6.43	6.63	2.97	0.25	0.00	0.00	16.28
3	Timur	7.54	9.58	7.42	1.06	0.00	0.00	25.59
4	Tenggara	9.72	9.81	2.40	0.12	0.00	0.00	22.05
5	Selatan	7.26	3.13	0.37	0.00	0.00	0.00	10.76
6	Barat Daya	2.36	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	2.88
7	Barat	2.05	0.68	0.13	0.00	0.00	0.00	2.86
8	Barat Laut	2.77	3.48	0.63	0.00	0.00	0.00	6.88
Total		51.06	43.95	39.30	15.33	1.42	0.00	100.00

Tabel 6. Menunjukkan sebaran kecepatan angin pada Musim Peralihan II yang dominan pada kisaran 0.5-2.1 m/s dengan persentase 57.03%, kecepatan 2.1-3.6 m/s persentase 31.64%, kecepatan 3.6-5.7 m/s persentase 10.16%, kecepatan 5.7-8.8 m/s persentase 1.16%, dan persentase angin terkecil yaitu terjadi pada kisaran 8.8-11.1 m/s dan >= 11.1 m/s dengan persentase 0%. Arah dan kecepatan angin yang paling dominan yaitu dari arah tenggara dengan kecepatan 0.5 – 2.1 m/s yaitu sebesar 10.27%.

Tabel 6. Persentase arah dan kecepatan angin pada Musim Peralihan II 2017-2021

No	Arah	Kecepatan Angin (m/s)						Total (%)
		0.5 - 2.1	2.1 - 3.6	3.6 - 5.7	5.7 - 8.8	8.8 - 11.1	>= 11.1	
1	Utara	6.34	6.73	2.56	0.14	0.00	0.00	15.76
2	Timur Laut	6.19	3.81	1.60	0.21	0.00	0.00	11.81
3	Timur	7.82	4.65	2.22	0.30	0.00	0.00	14.98
4	Tenggara	10.27	3.69	0.58	0.00	0.00	0.00	14.54
5	Selatan	9.10	2.17	0.16	0.00	0.00	0.00	11.43
6	Barat Daya	6.18	1.57	0.18	0.00	0.00	0.00	7.94
7	Barat	5.50	3.24	1.01	0.31	0.00	0.00	10.06
8	Barat Laut	5.64	5.78	1.86	0.19	0.00	0.00	13.47
Total		51.06	57.03	31.64	10.16	1.16	0.00	100.00

Perhitungan gelombang dilakukan per musim menggunakan data angin harian dari tahun 2017 hingga 2021 dengan metode SMB (Sverdrup Munk Bretschneider). Berdasarkan hasil pengolahan data gelombang diperoleh hasil pada Tabel 7. Menunjukkan bahwa tinggi gelombang maksimum (Hmax) pada musim barat, musim peralihan I, musim timur dan musim peralihan I berturut – turut sebesar 0.83 m; 0.83 m; 0.26 m; dan 1.38 m. Sedangkan tinggi gelombang minimum (Hmin) pada musim barat sebesar 0.000015 m; musim peralihan I 0.000003 m; musim timur 0.000075 m; dan musim peralihan II 0.000015 m. Periode maksimum (Tmax) pada musim barat diperoleh nilai sebesar 4.8 s; musim peralihan I 4.81 s; musim timur 2.69 s; dan musim peralihan II 6.19 s. Sedangkan untuk periode minimum (Tmin) pada musim barat sebesar 0.02 s; musim peralihan I 0.01 s; musim timur 0.05 s; dan musim peralihan II 0.02 s.

Nilai tinggi gelombang signifikan (Hs) berdasarkan hasil pengolahan data diperoleh nilai yang berbeda pada tiap musim. Pada musim barat sebesar 0.33 m; musim peralihan I 0.47 m; musim timur 0.11 m; dan musim peralihan II 0.76 m. Sedangkan nilai periode gelombang signifikan (Ts) pada musim barat 2.73 s; musim peralihan I 3.53 s; musim timur 1.48 s; dan musim peralihan II 4.51 s.

Tabel 7. Tinggi dan periode gelombang pada 2017-2021

Periode	Hmax	Tmax	Hmin	Tmin	Hs (m)	Ts (s)
Musim Barat	0.83	4.80	0.000015	0.02	0.33	2.73
Musim Peralihan I	0.83	4.81	0.000003	0.01	0.47	3.53
Musim Timur	0.26	2.69	0.000075	0.05	0.11	1.48
Musim Peralihan II	1.38	6.19	0.000015	0.02	0.76	4.51

Angin memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap proses perubahan garis pantai yang terjadi karena angin merupakan salah satu faktor utama pembangkit gelombang di laut, semakin besar kecepatan angin maka semakin tinggi gelombang laut yang dibangkitkan. Sedangkan arah angin mempengaruhi arah pergerakan gelombang (Treggono 2009). Tinggi gelombang maksimum berada pada musim peralihan II dimana angin yang membangkitkan gelombang berasal dari fetch utara. Sedangkan gelombang yang dibangkitkan pada musim timur menunjukkan tinggi gelombang minimum. Arah gelombang dominan yang terjadi pada musim barat dan musim peralihan I berasal dari arah barat laut, sedangkan pada musim timur arah gelombang dominan berasal dari arah timur laut. Musim barat memiliki kecepatan angin terbesar jika dibandingkan dengan musim yang lainnya, hal tersebut berbanding lurus dengan tinggi dan periode gelombang pada musim barat yang cenderung tinggi ditandai dengan adanya angin yang bertiup dominan pada kisaran 3.6-5.7 m/s. Kondisi wilayah perairan di lokasi penelitian secara keseluruhan adalah laut terbuka yang menghadap ke Laut Jawa. Gelombang yang datang menuju pantai akan mengikis dan berpengaruh terhadap berubahnya garis pantai.

Pantai di Kabupaten Batang yang berhadapan langsung dengan laut Jawa menyebabkan arah datangnya gelombang di lokasi tersebut tergantung pada arah datangnya angin yang terjadi di laut Jawa. Posisi pantai di

Kabupaten Batang yang memanjang dari arah barat laut ke tenggara dengan orientasi pantai menghadap ke arah timur laut, sehingga dapat diterjang langsung oleh gelombang yang berasal dari arah utara, timur laut dan timur. Sedangkan angin yang berasal dari arah blain seperti barat daya, selatan, dan tenggara diperkirakan tidak menyebabkan pembangkitan gelombang menuju pantai di lokasi penelitian karena arah datangnya angin berasal dari daratan lalu bertiup meninggalkan pantai. Sehingga dapat disimpulkan bahwa arah gelombang berbanding lurus dengan arah angin. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pantai di Kabupaten Batang dipengaruhi oleh pola angin muson yang berbalik arah sebanyak dua kali dalam setahun. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Wyrski (1961) yang menyatakan bahwa tinggi gelombang di laut Jawa sangat dipengaruhi oleh sistem angin muson yang berubah tergantung pada musim disebabkan oleh posisi matahari yang melintasi ekuator dua kali setiap tahun.

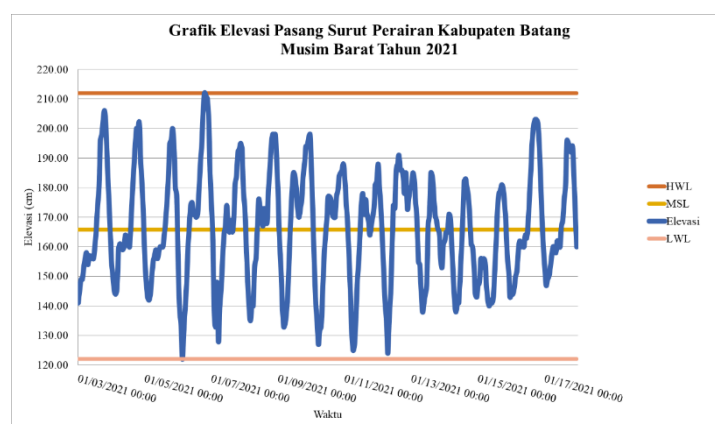
Pasang Surut

Data pasang surut dari website BIG digunakan untuk mengetahui kondisi tinggi muka air laut yang terjadi pada saat dilakukan akuisisi data dari citra satelit. Tujuannya untuk memastikan bahwa kondisi pasang surut yang terjadi pada saat akuisisi data citra satelit sama. Selain itu juga untuk memastikan tidak memiliki perbedaan ketinggian muka air laut yang terlalu jauh sehingga tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap proses pemisahan daratan. Data nilai-nilai komponen pasang surut HWL (*High Water Level*), MSL (*Mean Sea Level*), LWL (*Low Water Level*) serta nilai Formzahl yang digunakan untuk menentukan tipe pasang surut di lokasi penelitian disajikan dalam bentuk tabel yang dapat dilihat pada Tabel 8. dan grafik.

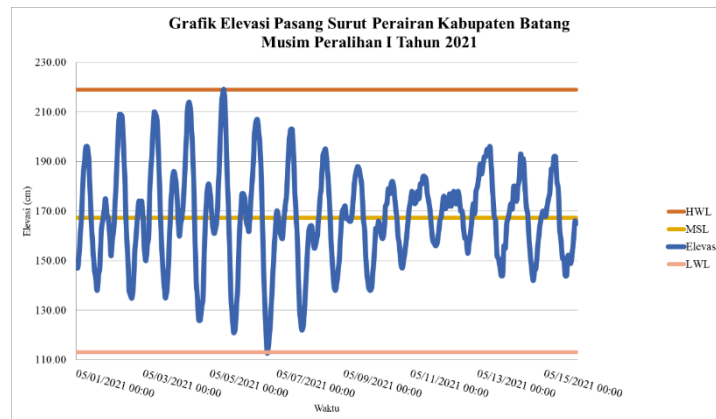
Tabel 8. Nilai Komponen – Komponen Pasang Surut

	HWL (cm)	MSL (cm)	LWL (cm)	Nilai Formzahl
Musim Barat	212	165.8	122	1.73
Musim Peralihan I	219	167.23	113	1.72
Musim Timur	209	168.82	126	1.9
Musim Peralihan II	217	161.02	125	1.78

Pada **Gambar 3.** menunjukkan grafik elevasi pasang surut Musim Barat pada tahun 2021 dengan Nilai HWL 212 cm, MSL 165.80 cm, LWL 122 cm dan nilai Formzahl sebesar 1.73. Sedangkan pada **Gambar 4.** menunjukkan grafik elevasi pasang surut Musim Peralihan I pada tahun 2021 dengan Nilai HWL 219 cm, MSL 167.23 cm, LWL 113 cm dan nilai Formzahl sebesar 1.72.

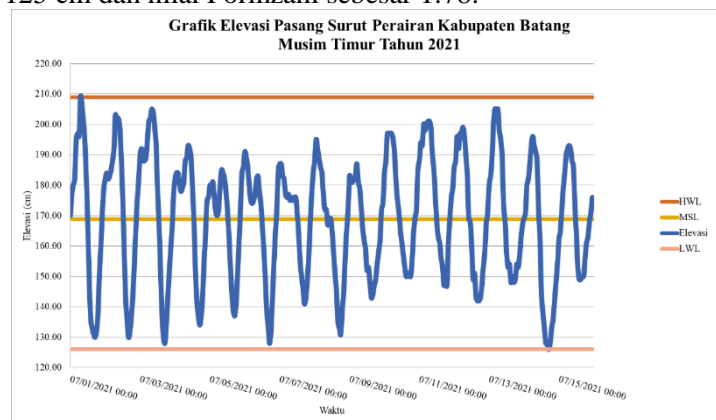


Gambar 3. Grafik Pasang Surut Musim Barat Tahun 2021

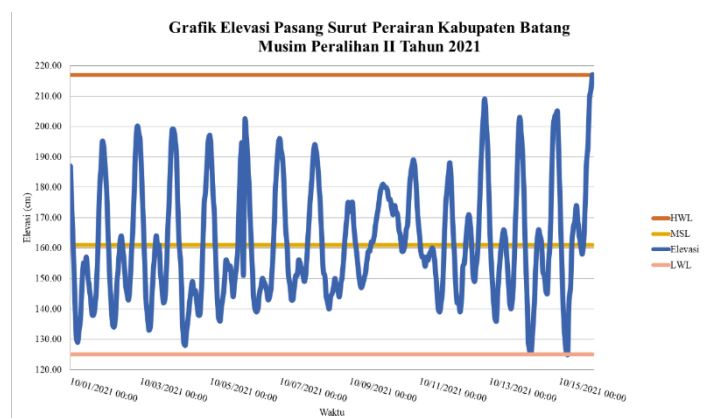


Gambar 4. Grafik Pasang Surut Musim Peralihan I Tahun 2021

Pada **Gambar 5.** menunjukkan grafik elevasi pasang surut Musim Timur pada tahun 2021 dengan Nilai HWL 209 cm, MSL 168.82 cm, LWL 126 cm dan nilai Formzahl sebesar 1.90. Sedangkan pada **Gambar 6.** menunjukkan grafik elevasi pasang surut Musim Peralihan II pada tahun 2021 dengan Nilai HWL 217 cm, MSL 161.02 cm, LWL 125 cm dan nilai Formzahl sebesar 1.78.



Gambar 5. Grafik Pasang Surut Musim Timur Tahun 2021



Gambar 6. Grafik Pasang Surut Musim Peralihan II Tahun 2021

Pasang maksimum dan surut minimum mempengaruhi perubahan pada pantai. Pada saat pasang maksimum menyebabkan proses abrasi pantai karena air laut pada waktu pasang masuk ke daerah daratan dengan jarak yang cukup jauh sehingga menyebabkan pengikisan di daerah pantai. Sedangkan pada saat surut minimum maka proses akresi pantai terjadi karena air laut saat surut mengendapkan sedimen dan mineral lain yang dibawa pada saat pasang dan menyebabkan daratan bertambah sehingga pantai bertambah maju. Garis

pantai memiliki posisi yang tidak tetap dan dapat berpindah sesuai dengan pengaruh pasang surut air laut dan adanya abrasi pantai.

Menurut Dephut Provinsi Jawa Tengah (2006), kawasan pesisir Kabupaten Batang, Jawa Tengah merupakan wilayah delta sungai-sungai dengan kondisi arus air tergantung pasang surut. Pantai utara Jawa Tengah umumnya merupakan daerah rawan abrasi. Berdasarkan hasil ramalan BPPT dihasilkan bahwa pola pasang surut di Kabupaten Batang tergolong tipe campuran condong harian tunggal yang mana tiap harinya terjadi satu kali pasang dan satu kali surut tetapi terkadang dengan dua kali pasang dan dua kali surut yang sangat berbeda dalam tinggi dan waktunya.

Hasil koreksi kondisi pasang surut yang terjadi saat akuisisi data citra satelit landsat 8 menunjukkan bahwa citra direkam saat keadaan pasang. Sesuai dengan pernyataan Fuad *et al.*, (2019) yang menyatakan bahwa perubahan garis pantai hasil pengolahan data citra landsat dikoreksi terlebih dahulu agar citra yang digunakan lebih akurat. Tingkat akurasi proses deliniasi daratan dan perairan dipengaruhi oleh kondisi pasang surut saat dilakukan akuisisi data citra satelit, sehingga dibutuhkan data citra satelit yang memiliki kondisi pasang surut yang sama dengan perbedaan tinggi muka air laut yang tidak terlalu besar.

Perubahan Garis Pantai

Berdasarkan hasil analisis metode DSAS (Digital Shoreline Analysis System) diperoleh jarak perubahan garis pantai dalam meter beserta luasannya dalam meter persegi. Pada DSAS untuk mengukur jarak perubahan posisi garis pantai antara garis yang terlama dan garis pantai terbaru maka dilakukan analisis NSM. Pada tahun 2017-2019 berdasarkan perolehan nilai NSM menunjukkan bahwa jarak pergeseran garis pantai ke arah darat yang disebut abrasi memiliki nilai minimum sebesar 0.01m dan nilai abrasi maksimum sebesar 117.4 meter dengan nilai rata – rata abrasi sebesar 4.14 meter. Sedangkan jarak pergeseran garis pantai ke arah laut yang disebut akresi memiliki nilai minimum sebesar 0.01 dan nilai akresi maksimum sebesar 66.14 meter dengan nilai rata rata akresi sebesar 3.72 meter. Pada tahun 2019 - 2021 menunjukkan bahwa jarak pergeseran garis pantai ke arah darat yang disebut abrasi berkisar antara 0.01 – 61.91 meter dengan nilai rata – rata abrasi sebesar 8.32 meter. Sedangkan jarak pergeseran garis pantai ke arah laut yang disebut akresi memiliki nilai minimum sebesar 0.01 dan nilai akresi maksimum sebesar 40.9 meter dengan nilai rata rata akresi sebesar 6.16 meter. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil NSM Pengolahan DSAS

Tahun	NSM (<i>Net Shoreline Movement</i>)					
	Akresi Min	Akresi Max	Abrasi Min	Abrasi Max	Rata - Rata	
					Akresi	Abrasi
2017 - 2019	0.01	66.14	0.01	117.4	3.72	4.14
2019 - 2021	0.01	40.9	0.01	61.91	6.16	8.32

Laju perubahan garis pantai di pesisir kabupaten Batang ditunjukkan pada tabel Hasil EPR Pengolahan DSAS. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pada tahun 2017 – 2019 nilai EPR tertinggi sebesar 32.8 m/tahun dan nilai terendah sebesar 58.22 m/tahun. Selain itu juga disajikan nilai rata – rata akresi sebesar 1.34 m/tahun dan abrasi sebesar 2.02 m/tahun. Sedangkan pada tahun 2019 – 2021 nilai EPR tertinggi sebesar 20.31 m/tahun dan nilai terendah sebesar 30.74 m/tahun. Selain itu juga disajikan nilai rata – rata akresi sebesar 1.35 m/tahun dan abrasi sebesar 4.13 m/tahun (Tabel 10).

Tabel 10. Hasil EPR Pengolahan DSAS

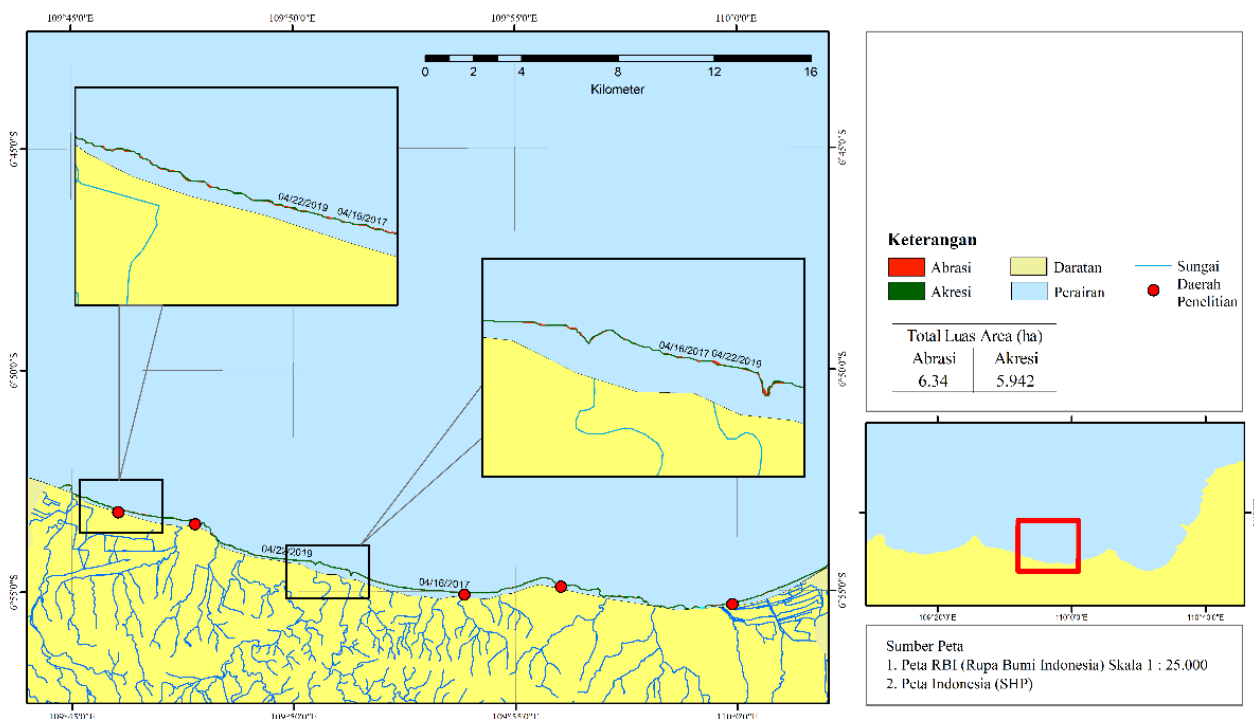
Tahun	EPR (<i>End Point Rate</i>)					
	Akresi Min	Akresi Max	Abrasi Min	Abrasi Max	Rata - Rata	
					Akresi	Abrasi
2017 - 2019	0.01	32.8	0.01	58.22	1.34	2.02
2019 - 2021	0.01	20.31	0.01	30.74	1.35	4.13

Luasan area total yang mengalami abrasi dan akresi disajikan pada tabel. Berdasarkan pengolahan data diperoleh hasil total luas area yang mengalami abrasi pada tahun 2017 - 2019 sebesar 6.34 ha, dan mengalami akresi sebesar 5.942 ha. Sedangkan pada tahun 2019 - 2021 diperoleh hasil total luas area yang mengalami abrasi sebesar 11.453 ha dan total luas area yang mengalami akresi sebesar 6.417 ha. Total luas area yang mengalami abrasi pada rentang waktu 2017 – 2021 sebesar 17.793 ha dan total luas area yang mengalami akresi sebesar 12.359 ha. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Total Luas Area Abrasi dan Akresi

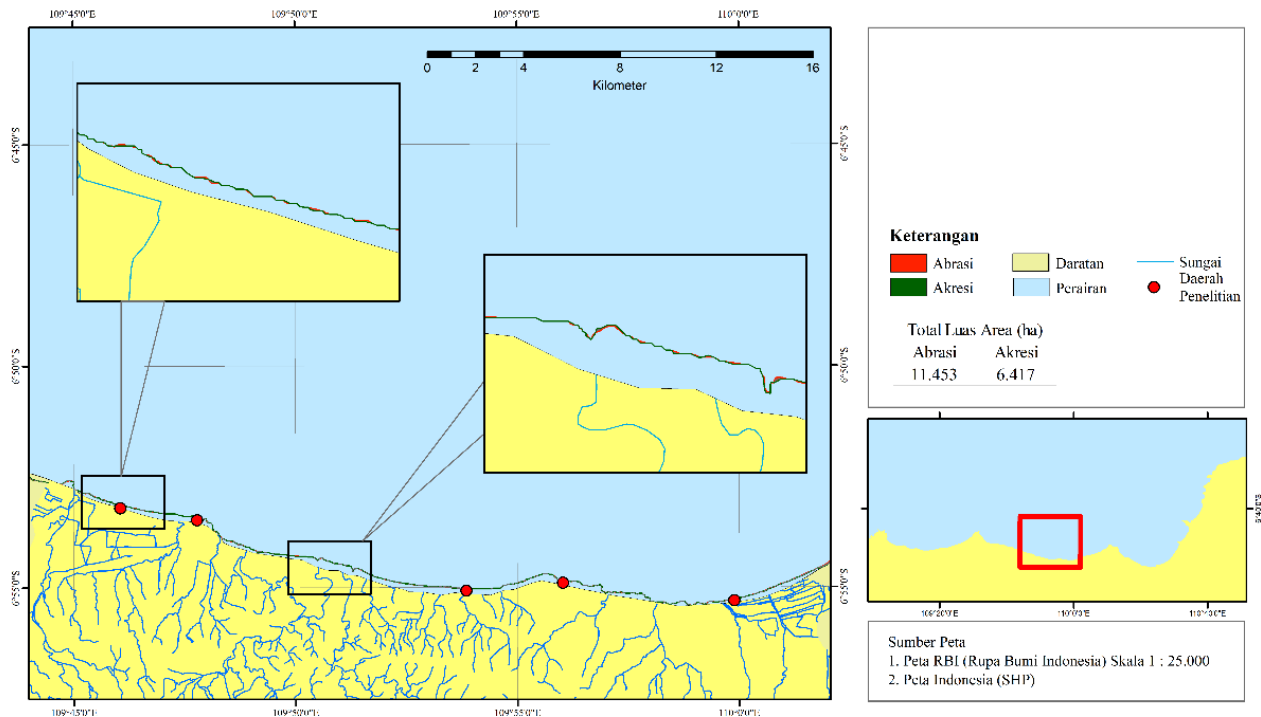
Tahun	Total Luas Area (ha)	
	Abrasi	Akresi
2017 - 2019	6.34	5.942
2019 - 2021	11.453	6.417

Berdasarkan pengolahan data pada tahun 2017 – 2019 diperoleh abrasi terbesar terjadi di area Kecamatan Batang tepatnya di area Pantai Sigandu sebesar 4047.14 m² dan abrasi terkecil dengan nilai 0.1 - 1 m² tersebar di beberapa titik di pesisir Kabupaten Batang. Sedangkan untuk akresi terbesar terjadi di Kecamatan Subah tepatnya di kawasan Pantai Roban Subah dengan nilai akresi sebesar 320.85 m². Akresi terkecil dengan nilai 0.0001 – 0.001 m² tersebar di beberapa titik di pesisir Kabupaten Batang Gambar peta perubahan garis pantai dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2017 – 2019

Berdasarkan pengolahan data pada tahun 2019 - 2021 diperoleh abrasi terbesar terjadi di area Kecamatan Batang tepatnya di area Pantai Sigandu sebesar 298.44m² dan abrasi terkecil dengan nilai antara 0.001 - 0.01 m² tersebar di beberapa titik di pesisir Kabupaten Batang. Sedangkan untuk akresi terbesar terjadi di Kecamatan Subah tepatnya di kawasan Pantai Roban Subah dengan nilai akresi sebesar 202.97 m². Akresi terkecil dengan nilai 0.0001 – 0.001 m² tersebar di beberapa titik di pesisir Kabupaten Batang Gambar peta perubahan garis pantai dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2019 -2021

Hasil penelitian menunjukkan bahwa besarnya perubahan garis pantai yang terjadi disebabkan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya abrasi dan akresi yaitu pasang surut, kemiringan lereng pantai dan gelombang yang dibangkitkan oleh hembusan angin secara tegak lurus pantai, arus. Berdasarkan hasil dari overlay hasil ekstraksi garis pantai tahun 2017 hingga 2021 dapat diketahui bahwa hampir setiap daerah mengalami perubahan garis pantai yang mana abrasi lebih dominan daripada akresi.

Pada tahun 2017 - 2019, dari hasil NSM nilai abrasi tertinggi sebesar 117.4m terjadi di daerah Kecamatan Batang tepatnya di Pantai sigandu dengan luas area abrasi sebesar 4047.14 m². Hal serupa juga terjadi di lokasi yang sama pada tahun 2019 – 2021 dengan nilai abrasi tertinggi sebesar 61.91 m dengan luas area sebesar 11.453 m². Menurut Suhardi dan Saraswati (2020), pesisir Kabupaten Batang merupakan salah satu wilayah yang tengah dilanda abrasi. Kerusakan terparah terjadi di sepanjang Pantai Sigandu. Bukti nyata dari peristiwa abrasi ini adalah adanya dermaga pantai di Pantai Sigandu yang dibangun pada tahun 2005 dan pada Juni 2010 sudah hilang tergerus abrasi. Angin dominan yang berhembus dari barat laut dan utara dengan kecepatan 2.1 – 3.6 m/s membangkitkan gelombang dengan arah yang sama. Kemudian angin tersebut membangkitkan gelombang di perairan dan bergerak menuju tenggara dan selatan. Gelombang yang datang menuju pantai akan pecah karena adanya pendangkalan. Gelombang pecah tersebut kemudian diduga menimbulkan arus sejajar pantai yang dapat mengangkut sedimen sepanjang garis pantai. Sedangkan abrasi terendah terjadi di beberapa titik dengan nilai NSM sebesar 0.01m yang dipengaruhi oleh gelombang yang terus menghantam daerah pantai. Menurut Suharyo dan Zainul (2019), gelombang merambat ke segala arah dengan membawa energi yang dilepaskan ketika tiba di pantai. Penyebab abrasi pantai di wilayah ini diasumsikan dari proses alami yaitu gelombang laut yang dibangkitkan oleh angin dan pasang surut.

Nilai akresi tertinggi pada tahun 2017 – 2019 sebesar 66.14 m dengan luas area 320.85 m², dan pada tahun 2019 – 2021 sebesar 40.9 m dengan luas area sebesar 202.97 m² terjadi di Kecamatan Subah tepatnya di kawasan Pantai Roban Subah. Angin yang cukup kuat dari arah barat laut membuat daerah di sekitar Kecamatan Subah mengalami akresi akibat pola gelombang dan dugaan adanya arus berperan dalam pengangkutan sedimen mengarah ke Pantai di Kecamatan Subah. Gelombang pecah mampu menggerakkan atau mengangkut material dari lepas ke pantai sehingga terjadi proses akresi terhadap material di garis pantai.

Material yang terbawa arus akan mengendap di daerah yang lebih tenang, sehingga mengakibatkan akresi di daerah tersebut. Selain itu, keberadaan muara sungai juga dapat mempengaruhi angkutan sedimen yang mengendap pada lokasi tersebut. Gelombang yang terjadi di pantai berpasir dapat menimbulkan angkutan sedimen dalam arah tegak lurus maupun sejajar garis pantai. Apabila debit sungai kecil dan kecepatan arusnya tidak dapat mengerosi endapan tersebut sehingga muara sungai dapat tertutup oleh sedimen tersebut karena di daerah tersebut kondisi gelombang sudah tenang maka sedimen akan mengendap. Semakin besar gelombang semakin besar angkutan sedimen dan semakin banyak sedimen yang mengendap di muara (Pangestu, 2013). Pengendapan sedimen di muara secara terus-menerus dapat mengakibatkan pendangkalan pada muara. Sedimentasi ini juga dapat mengakibatkan perubahan garis pantai berupa penambahan (akresi). Akresi yang tinggi juga terjadi di kawasan Pantai Ujungnegoro dan Kecamatan Gringsing dengan luas berturut – turut sebesar 129.04 m² dan 143.07 m². Terjadinya akresi di kawasan tersebut akibat adanya bangunan jetty yang menjorok ke laut. Secara teoritis, dengan gelombang dominan dari arah barat, barat laut dan utara dan adanya bangunan pantai tersebut pantai bagian barat dominan mengalami akresi. Adanya bangunan pantai di sisi barat akan menghalangi pergerakan sedimen di lokasi tersebut, sehingga proses angkutan sedimen menjadi tertahan dan pantai mengalami akresi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dapat ditarik kesimpulan bahwa kondisi garis pantai di Pesisir Kabupaten Batang dalam rentang waktu antara 2017 – 2021 mengalami perubahan yang cukup dinamis. Wilayah pesisir Kabupaten Batang sebagian besar mengalami abrasi dan pada beberapa kawasan mengalami akresi. Pada tahun 2017-2019 abrasi maksimum dengan jarak perubahan sebesar 117.4 m dan laju perubahan sebesar 58.22 m/tahun. Sedangkan penambahan garis pantai atau akresi maksimum dengan jarak perubahan sebesar 66.14 m dan laju perubahan sebesar 32.8 m/tahun. Pada tahun 2019 - 2021 abrasi maksimum dengan jarak perubahan sebesar 61.92 m dan laju perubahan sebesar 30.74 m/tahun. Sedangkan penambahan garis pantai atau akresi maksimum dengan jarak perubahan sebesar 40.9 m dan laju perubahan sebesar 20.31 m/tahun. Pada tahun 2017 – 2019 luas total area yang terkena abrasi adalah 6.34 ha dan luas yang terkena akresi adalah 5.952 ha. Pada tahun 2019 - 2021 luas total area yang terkena abrasi adalah 11.453 ha dan luas yang terkena akresi adalah 6.417 ha. Faktor yang mengakibatkan terjadinya abrasi di lokasi penelitian adalah fenomena pasang surut serta angin yang membangkitkan gelombang.

DAFTAR PUSTAKA

- Angkotasan, A. M, Nurjaya, I. W, dan Natih, N. M. N. 2012. Analisis Perubahan Garis Pantai Barat daya Pulau Ternate, Provinsi Maluku Utara. *Jurnal teknologi Perikanan dan Kelautan*, 3(2):11-22.
- CERC Coastal Engineering Research Centre. 1984. *Shore Protection Manual*. Vol I 4th Edition. Washington (USA): U.S. Army Coastal Engineering Research Centre.
- Chasanah, I., Purnomo, P. W. dan Haeruddin, H. 2017. Analisis Kesesuaian Wisata Pantai Jodo Desa Sidorejo Kecamatan Gringsing Kabupaten Batang. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 7(3) : 235-243.
- Ismail, N.P. 2017. *Dinamika Perubahan Garis Pantai Pekalongan dan Batang, Jawa Tengah*. Insitut Pertanian Bogor.
- Marantika, M. Y., Subiyanto, S., dan Hani'ah. 2014. Analisis Geospasial Persebaran TPS dan TPA di Kabupaten Batang Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi Undip*, 3(1): 228-240.
- Marfai M. A., Pratomoatmojo, N.A., Hidayatullah, T., Nirwansyah, A.W., dan Gomareuzzaman, M. 2011. *Model Kerentanan Wilayah Berdasarkan Perubahan Garis Pantai dan Banjir Pasang (Studi kasus: Wilayah pesisir Pekalongan)*. Magister Perencanaan dan Pengelolaan Pesisir dan Daerah Aliran Sungai (MPPDAS). Yogyakarta (ID): Universitas Gadjah Mada.
- Munandar dan Kusumawati, I. 2017. Studi Analisis Faktor Penyebab dan Penanganan Abrasi Pantai di Wilayah Pesisir Aceh Barat. *Jurnal Perikanan Tropis*, 4(1): 47-56.
- Opa, E. T., 2011. Perubahan Garis Pantai Desa Bentenan Kecamatan Pusomaen, Minahasa Tenggara. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*, 7(3): 109-114.
- Riza, A. I. 2016. Aplikasi Sistem Informasi Geografis dalam Penentuan Kesesuaian Lokasi Perikanan

- Budidaya Tambak Ramah Lingkungan di Kabupaten Batang. *RISTEK: Jurnal Riset, Inovasi dan Teknologi Kabupaten Batang*, 1(1): 17-31.
- Sugiyono W., Ghitarina, Samson S. A. 2015. Studi Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Landsat 7 di Pantai Tanah Merah Kecamatan Samboja Kabupaten Kutai Kertanegara. *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis*, 21(1): 68-76.
- Suhardi, I., dan Ratna S. 2020. *Perubahan garis pantai Pesisir Utara Jawa*. Departemen Geografi FMIPA Universitas Indonesia
- Suharyo, O.S., dan Zainul, H. 2019. Pemanfaatan Citra Satelit Resolusi Tinggi Untuk Identifikasi Perubahan Garis Pantai Pesisir Utara Surabaya. *Jurnal Kelautan*, 12 (1): 89 - 96.
- Supriharyono. 2000. *Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang*. Djambatan, Jakarta.
- Trenggono M. 2009. Transformasi gelombang laut dan pengaruhnya terhadap dinamika Pantai Muara Ajkwa tahun 1993 – 2007. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Triatmodjo, Bambang. 1999. Teknik Pantai. Yogyakarta : Beta Offset.
- Van Zuidam, R.A. 1985. *Aerial Photo-Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphology Mapping*. Smith Publisher The Hague, ITC.