

## Analisis Abrasi dan Akresi di Muara Sungai Kali Bodri, Kabupaten Kendal

Dinda Ayu Octaviana, Baskoro Rochaddi, Warsito Atmodjo, Petrus Subardjo, Muhammad Zainuri, Muh Yusuf dan Azis Rifai

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH., Tembalang, Semarang. 50275, Telp/Fax (024)7474698  
\*Email: dindaayuoctaviana10@gmail.com

### Abstrak

Pesisir Kabupaten Kendal sebagai pesisir Muara Kali Bodri, dengan adanya angkutan sedimen yang terendap di muara sungai berpotensi terjadi proses sedimentasi. Morfologi pantai yang menjorok ke arah laut berpotensi terjadi abrasi, sehingga berdampak terhadap pola perubahan garis pantai. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui wilayah rentan abrasi/akresi pantai di Muara Sungai Kali Bodri periode tahun 2014 – 2019. Metode penelitian ini merupakan penelitian studi kasus dengan analisis secara kuantitatif dengan pendekatan multi temporal citra satelit menggunakan perangkat lunak *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*. Data penelitian meliputi pasang surut, batimetri, gelombang, angin, nilai D50 sedimen dasar, garis pantai tahun 2014-2016 dengan citra Landsat 8 dan tahun 2016-2019 dengan Citra Sentinel 2A. Hasil penelitian menyatakan bahwa perubahan garis pantai pada tahun 2014-2016 terjadi akresi sebesar 12,80 ha dan abrasi sebesar 2,93 ha, sedangkan perubahan garis pantai pada tahun 2016-2019 terjadi akresi seluas 9.88 ha dan abrasi seluas 3.35 ha. Total perubahan garis pantai tahun 2014–2019 mengalami akresi pantai seluas 22,68 ha dan mengalami abrasi seluas 6,28 ha, sehingga disimpulkan proses akresi pantai lebih dominan seluas 16,40 ha.

**Kata kunci:** Abrasi/Akresi, DSAS, Kali Bodri

### Abstract

#### *Abrasion and Accretion Analysis in the Kali Bodri River Estuary, Kendal Regency*

*Coastal of Kendal Regency as the coast of Kali Bodri Estuary, with sediment transport in the river estuary has the potential to cause sedimentation. Beach morphology that protrudes towards the sea has the potential to cause abrasion, thus affecting the pattern of changes in the coastline. The purpose of this study was to determine the area of prone to abrasion/accretion of beaches in the Kali Bodri River in the period 2014 - 2019. This research method is a case study research with a quantitative analysis with a multi-temporal approach to satellite imagery using the Digital Shoreline Analysis System (DSAS) software. The research data includes tides, bathymetry, waves, wind, D50 values of basic sediments, coastlines in 2014-2016 with Landsat 8 imagery, and in 2016-2019 with Sentinel 2A imagery. The results of the study stated that changes in the coastline in 2014-2016 occurred accretion of 12.80 ha and abrasion of 2.93 ha, while changes in the coastline in 2016-2019 occurred accretion of 9.88 ha and abrasion of 3.35 ha. The total shoreline changes in 2014-2019 underwent beach accretion of 22.68 ha and experienced abrasion of 6.28 ha, which concluded that the beach accretion process was more dominant at 16.40 ha.*

**Keywords:** *Abrasion / accretion, DSAS, Kali Bodri*

### PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Bodri merupakan DAS paling besar di wilayah Kabupaten Kendal, Provinsi Jawa Tengah. Kondisi DAS tersebut sebagai sungai utama Kali Bodri dengan Muara Sungai Kali Bodri bermuara di Laut Jawa. Muara Sungai Kali Bodri terletak di Desa Pidodo Kulon, Kecamatan Patebon,

Kabupaten Kendal. Sepanjang aliran sungai dari hulu sampai ke muara Sungai Kali Bodri mengangkut sedimen yang akan terendapkan di muara sungai. Muara Sungai Kali Bodri dengan adanya angkutan sedimen yang terendapkan di muara sungai berpotensi terjadi proses sedimentasi. Proses sedimentasi yang terjadi di Muara Sungai Kali Bodri akan mengakibatkan adanya perubahan morfologi pantai yang menjorok ke arah laut, sehingga berdampak terhadap pola perubahan garis pantai. Berdasarkan peneliti terdahulu, Arief *et. al.*, (2011) mengkaji perubahan garis pantai di Kecamatan Patebon, Kabupaten Kendal periode tahun 2001 – 2008 dengan metode analisis multi temporal citra Landsat sensor MSS, TM dan ETM+. Hasil penelitian menyatakan bahwa pantai mengalami abrasi seluas 49.75 ha dan akresi seluas 31.46 ha. Akresi pantai yang terjadi karena proses sedimentasi yang dibawa oleh sungai maupun laut, sedangkan proses abrasi dikarenakan akibat pengikisan energi gelombang.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian tentang analisis perubahan garis pantai berdasarkan citra satelit terhadap morfologi pantai, gelombang dan sedimen dasar di perairan Muara Sungai Kali Bodri, Kecamatan Patebon, Kabupaten Kendal. Lokasi penelitian terletak di wilayah pesisir dan perairan Muara Sungai Kali Bodri, Desa Pidodo Kulon, Kecamatan Patebon, Kabupaten Kendal, Provinsi Jawa Tengah. Secara geografis lokasi penelitian terletak pada koordinat 6° 49' 14.86"- 6° 51' 22.54"LS dan 110° 9' 26.48" - 110° 11' 32.71"BT. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui wilayah rentan abrasi/akresi pantai di Muara Sungai Kali Bodri periode tahun 2014 – 2019. Manfaat hasil penelitian ini memberikan informasi kerentanan pantai berdasarkan perubahan garis pantai di Muara Sungai Kali Bodri periode tahun 2014 – 2019, sebagai referensi/pertimbangan pembangunan bangunan pantai, perencanaan/pemanfaatan fungsi lahan dan konservasi hutan mangrove di pesisir.

## MATERI DAN METODE

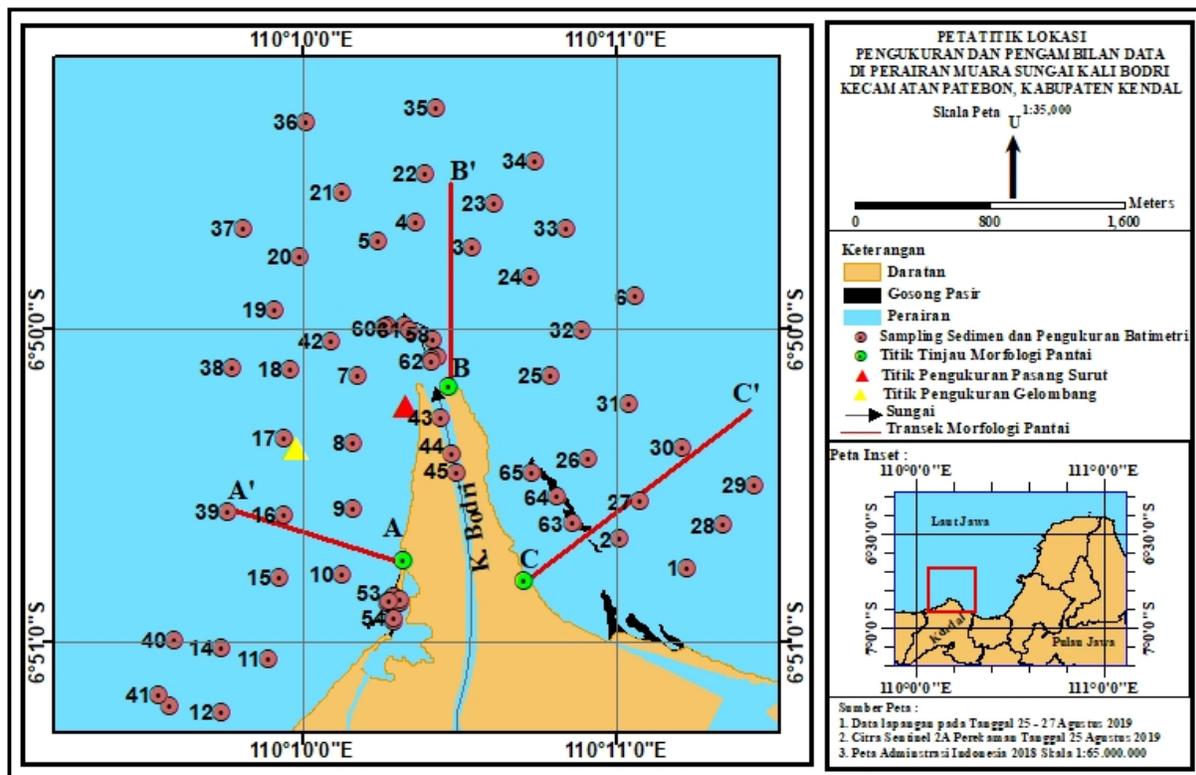
Materi penelitian yaitu data gelombang lapangan, pasang surut lapangan selama empat hari pada tanggal 25 Agustus 2019 – 29 Agustus 2019 termasuk musim Timur. Data lapangan yang diambil dengan metode pengambilan titik lokasi purposive sampling meliputi : pengambilan data pasang surut selama 3 hari selama 24 jam dengan selang waktu pengambilan 1 jam pada titik lokasi palem pasut dengan koordinat 06° 50' 14,79"LS - 110° 10' 20,14"BT; pengambilan data gelombang dengan peralatan ADCP selama 3 hari x 24 jam/hari pada koordinat titik pengukuran koordinat 06° 50' 14,79" LS- 110° 10' 20,14" BT dengan kedalaman 6 m. Pengukuran data batimetri dilakukan di 42 titik lokasi dengan pengukuran langsung menggunakan tongkat berskala dan pengambilan sampel sedimen dasar sebanyak 65 titik lokasi sampling dengan menggunakan peralatan *Van Veen grab sampler*. Disamping itu juga dilakukan pengambilan data sekunder meliputi : pasang surut dari pengunduhan di tides.big.go.id pada bulan Agustus 2019 dari Badan Informasi Geospasial; data angin dari pengunduhan ECMWF pada bulan Agustus 2019, di titik koordinat 06° 49'00,00" LS - 110° 10'30,00" BT berupa kecepatan dan arah angin setiap interval waktu 6 jam selama tahun 2014-2019; peta administrasi Indonesia skala 1:65.000.000 edisi 2018 dari pengunduhan GADM; serta citra Landsat 8 tahun 2014-2016 dan citra Sentinel 2A tahun 2016-2019 dari pengunduhan USGS. Waktu akuisisi data citra satelit dikoreksi terlebih dahulu dengan nilai kedudukan muka air laut, seperti pada Tabel 1.

Pengolahan data pasang surut menggunakan metode *Admiralty*, diperoleh nilai kedudukan muka air laut sebagai koreksi nilai batimetri lapangan. Hasil nilai batimetri yang telah terkoreksi, disajikan dalam peta batimetri dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.5, sehingga diperoleh peta kontur batimetri. Pengukuran gelombang dilakukan selama 3 hari x 24 jam/hari dalam interval 10 menit menggunakan instrumen ADCP yang digunakan untuk verifikasi data gelombang angin dari pengunduhan ECMWF <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets>, sehingga diperoleh mawar angin menggunakan perangkat lunak *WR. Plot View* dalam skala Beaufort untuk mengetahui arah dan kecepatan angin. Berdasarkan data arah dan kecepatan angin yang telah di verifikasi dan memenuhi persyaratan, selanjutnya digunakan untuk peramalan gelombang dengan metode SMB (*Svendrup Munk Bretschneider*), maka diperoleh data tinggi gelombang dan periode gelombang (CERC, 1984). Pengambilan sampel sedimen dasar menggunakan peralatan *Van Veen grab sampler*. Sampel sedimen dasar dianalisis metode

granulometri dengan metode Eleftheriou dan Mc Intyre (2005). Hasil analisis granulometri diinterpretasikan dalam grafik *sieve graph analysis* untuk mengetahui nilai ukuran persentil ke-50 (D50). Penamaan jenis sedimen menggunakan diagram segitiga *Shepard* (Pettijohn, 1975). Peta titik lokasi pengukuran dan pengambilan data, dapat dilihat dalam Gambar 1.

**Tabel 1.** Akuisisi Data Citra Satelit

Citra Satelit	Tanggal Akuisisi dd/mm/yyyy	Waktu	Tinggi Muka Air (meter/m)	Kondisi Pasut	Jenis Sensor	Band	Resolusi (meter/m)
Landsat 8	30/08/2014	2:47:56	-0.15	Surut	Operational Land Imager (OLI)	Band-2 Blue	30
						Band-3 Green	30
						Band-4 Red	30
						Operational	Band-2 Blue
Landsat 8	19/08/2016	2:47:57	-0.15	Surut	Land Imager (OLI)	Band-3 Green	30
						Band-4 Red	30
						Multi-Spectral	Band-2 Blue
Sentinel 2-A	15/08/2016	3:05:14	0.00	MSL	Instrument (MSI)	Band-3 Green	10
						Band-4 Red	10
						Multi-Spectral	Band-2 Blue
Sentinel 2-A	25/08/2019	2:45:49	0.00	MSL	Instrument (MSI)	Band-3 Green	10
						Band-4 Red	10



**Gambar 1.** Peta Titik Sampling Penelitian

Analisis garis pantai citra satelit menggunakan perangkat lunak DSAS yang terintegrasi dengan perangkat lunak ArcGIS, akan diperoleh identifikasi wilayah pesisir yang mengalami abrasi atau akresi gisik pantai dan laju perubahan garis pantai dengan metode perhitungan *End Point Rate* (EPR) sebagai perbandingan jarak antara garis pantai terlama dan terbaru dengan waktunya (Hazazi *et. al.*, 2019). Garis pantai hasil digitasi citra satelit terlebih dahulu divalidasi dengan koordinat garis pantai peninjauan lapangan untuk mengetahui besaran nilai kesalahan. Perhitungan validasi juga dilakukan pada data pasang surut dan gelombang menggunakan persamaan 1. RMSE (*Root Mean Square Error*) berikut ini (Azhar *et. al.*, 2011):

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{N} \left[ \sum_{i=1}^N [\hat{X}_i - X_i]^2 \right]} \dots\dots\dots (1)$$

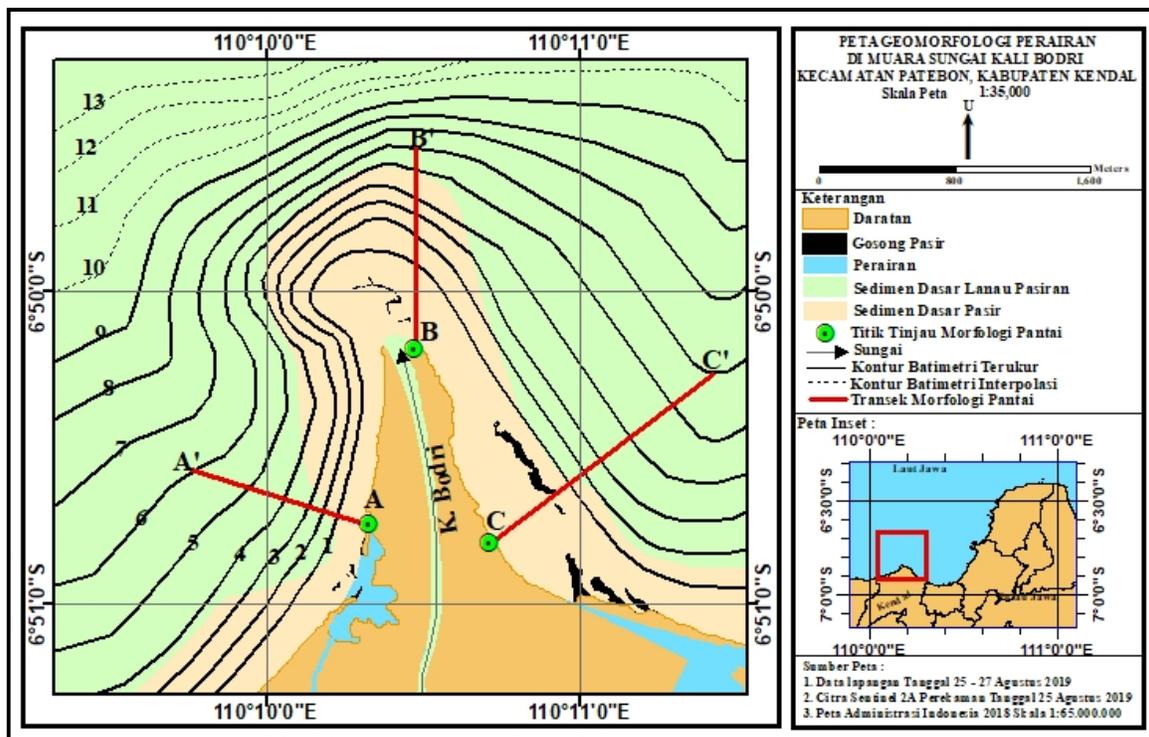
Keterangan

- RMSE = Akar dari rata – rata kuadrat kesalahan
- N = Jumlah data
- $\hat{X}_i$  = Data Lapangan
- $X_i$  = Data Sekunder

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Geomorfologi Perairan

Kondisi geomorfologi secara umum di pesisir dan perairan pantai Kali Bodri ditunjukkan pada Gambar 2. merupakan kondisi geomorfologi delta dengan mempunyai ciri terdapat beberapa aliran yang dibatasi oleh adanya perkembangan gosong pasir. Kondisi dasar perairan pada bagian Utara Muara Sungai Kali Bodri yang ditunjukkan transek B, pada kedalaman 1 m dengan nilai kemiringan lereng pantai sebesar  $0.120^\circ$  tersusun oleh jenis sedimen dasar berukuran pasir dan beberapa gosong pasir. Perairan pada kedalaman 1 - 4 m dengan nilai kemiringan lereng pantai sebesar  $0.259^\circ$  yang tersusun oleh jenis sedimen dasar berukuran pasir, sedangkan kondisi dasar perairan pada kedalaman 4 - 6 m memiliki nilai kemiringan lereng pantai sebesar  $0.290^\circ$  dengan jenis sedimen dasar berukuran lanau pasiran. Kondisi dasar perairan pada bagian Barat Muara Sungai Kali Bodri yang ditunjukkan transek A, pada kedalaman 1 m dengan nilai kemiringan lereng pantai sebesar  $0.306^\circ$  yang tersusun oleh jenis sedimen dasar berukuran pasir. Perairan pada kedalaman 1 - 4 m memiliki nilai kemiringan lereng pantai sebesar  $0.419^\circ$  dengan jenis sedimen dasar berukuran lanau pasiran, sedangkan kedalaman 4 - 6 m dengan nilai kemiringan lereng pantai sebesar  $0.287^\circ$  tersusun oleh jenis sedimen dasar berukuran lanau pasiran. Kondisi dasar perairan pada bagian Timur Muara Sungai Kali Bodri yang ditunjukkan transek C, pada kedalaman dasar perairan 1 m dengan nilai kemiringan lereng dasar perairan pantai sebesar  $0.100^\circ$  tersusun oleh jenis sedimen dasar berukuran pasir. Perairan pada kedalaman 1- 4 m memiliki nilai kemiringan lereng pantai sebesar  $0.225^\circ$  tersusun oleh jenis sedimen dasar berukuran lanau pasiran, sedangkan kondisi dasar perairan pada kedalaman 4 - 6 m, mempunyai nilai kemiringan lereng dasar perairan pantai sebesar  $0.206^\circ$  memiliki jenis sedimen dasar berukuran lanau pasiran.



**Gambar 2.** Peta Geomorfologi Perairan

## Dinamika Oseanografi Perairan

### *Pasang Surut*

Hasil pengukuran pasang surut lapangan digunakan untuk validasi nilai pasang surut dari pengunduhan tides.big. Hasil validasi menunjukkan nilai RMSE sebesar 0.342, dimana nilai RMSE mendekati nol (0), maka data sekunder dapat digunakan dalam menentukan tipe pasang surut dan kedudukan muka air laut. Hasil pengolahan diperoleh nilai ketinggian MSL sebesar 0.873 m, nilai ketinggian HHWL sebesar 1.506 m, nilai LLWL sebesar 0.241 m, dan nilai Formhazl sebesar 2.283, yang menyatakan tipe pasang surut campuran condong harian tunggal.

### *Gelombang*

Pengukuran gelombang lapangan diperoleh nilai tinggi gelombang signifikan sebesar 0.123 m dan periode gelombang signifikan sebesar 3.805 detik, digunakan untuk validasi nilai gelombang peramalan angin musim Timur. Nilai tinggi gelombang signifikan musim Timur tahun 2014-2016 sebesar 0.7338 m dan periode gelombang signifikan sebesar 4.5836 detik. Nilai tinggi gelombang signifikan musim Timur tahun 2016-2019 sebesar 0.7465 m dan periode gelombang signifikan sebesar 4.6208. Nilai RMSE tinggi gelombang sebesar 0.273 dan periode gelombang sebesar 1.138. Berdasarkan nilai RMSE tinggi gelombang memiliki tingkat akurasi lebih baik daripada periode gelombang. Tetapi nilai periode gelombang signifikan musim Timur tahun 2014-2016 dan tahun 2016-2019 menunjukkan selisih yang tidak jauh berbeda. Oleh karena itu nilai gelombang peramalan musim Timur digunakan untuk mengetahui besaran arah datang dominan gelombang. Arah gelombang datang dominan musim Timur tahun 2014 - 2016 menunjukkan dari arah angin Timur Laut ( $N 36^{\circ} E$ ) dengan kecepatan angin pembangkit gelombang sebesar 31.295%, sedangkan pada tahun 2016 – 2019 menunjukkan dari arah Timur Laut ( $N 31^{\circ} E$ ) dengan kecepatan angin pembangkit gelombang sebesar 28.895%.

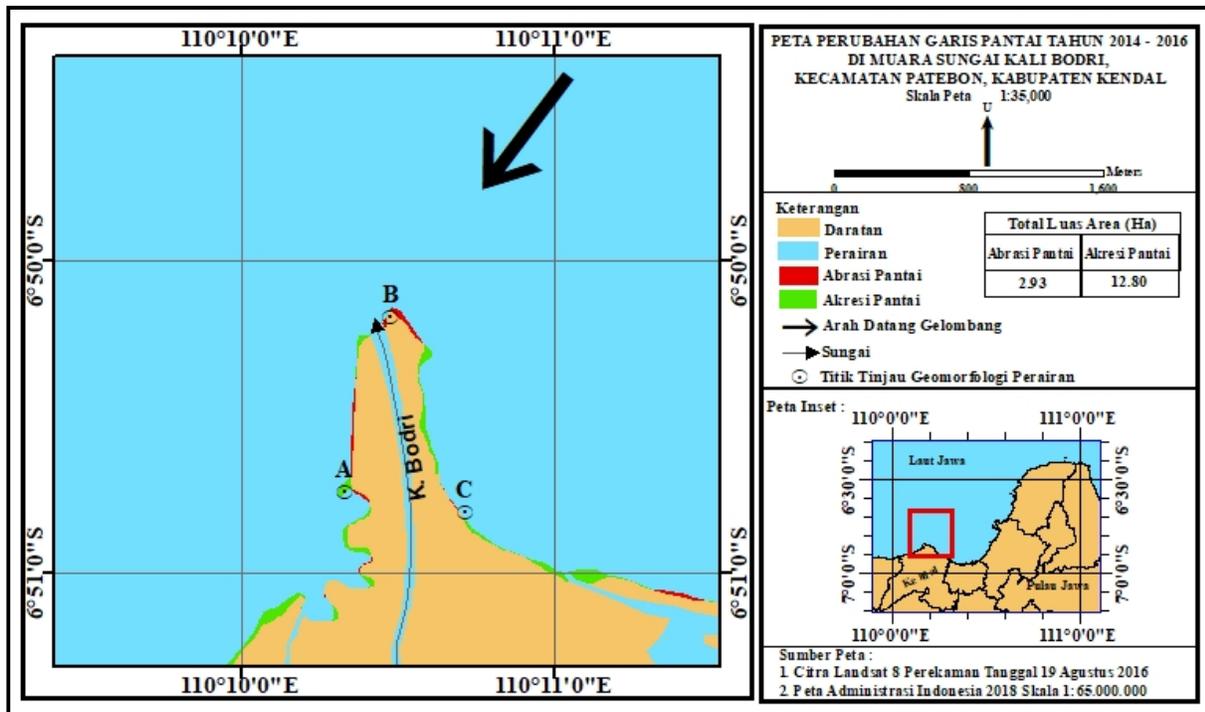
## Perubahan Garis Pantai

Hasil digitasi titik koordinat garis pantai citra satelit divalidasi dengan titik koordinat garis pantai lapangan pada tanggal 25 Agustus tahun 2019, dalam perhitungan nilai RMSE. Hasil perhitungan RMSE menunjukkan nilai RMSE latitude sebesar 0.0069 dan nilai RMSE longitude sebesar 0.00091. Nilai RMSE menunjukkan nilai yang mendekati nol (0), maka memiliki nilai kesalahan kecil. Oleh karena itu garis pantai dari hasil digitasi citra satelit dapat digunakan untuk mengidentifikasi abrasi/akresi pantai, serta analisis statistik DSAS dalam metode EPR sebagai nilai laju perubahan garis pantai.

Perubahan garis pantai menunjukkan keadaan pantai akresi, berupa adanya angkutan sedimen dari laut menuju ke pantai lebih besar daripada angkutan dari pantai ke laut, sedangkan keadaan pantai abrasi apabila angkutan sedimen dari laut menuju ke pantai lebih sedikit daripada angkutan dari pantai ke laut. Perubahan garis pantai tahun 2014 - 2016 diperoleh luas akresi sebesar 12.80 ha dan luas abrasi sebesar 2.93 ha. Laju perubahan garis pantai tahun 2014 – 2016 diperoleh nilai rerata laju perubahan akresi sebesar 11.58 m/tahun dan nilai laju perubahan abrasi sebesar 7.68 m/tahun. Berdasarkan nilai tersebut menunjukkan bahwa laju akresi berbanding lurus terhadap nilai luas akresi. Oleh karena itu semakin besar laju akresi maka luas akresi semakin luas atau sebaliknya.

Peta perubahan garis pantai tahun 2014 – 2016 pada Gambar 3, menunjukkan bagian Barat Muara Sungai Kali Bodri pada titik tinjau A mengalami akresi, ditunjukkan dengan adanya tonjolan yang menjorok ke arah laut. Hal tersebut dikarenakan termasuk wilayah yang cenderung terlindung dari pengaruh gelombang, sebab arah dominan gelombang berasal dari arah Timur Laut (N 36° E). Bagian kiri mulut Muara Sungai Kali Bodri mengalami akresi yang melebar ke bagian barat pantai, memiliki nilai sudut kemiringan yang lebih besar daripada titik lainnya, serta termasuk wilayah yang cenderung terlindung dari pengaruh gelombang. Wilayah di bagian barat termasuk wilayah yang berdekatan dengan muara sungai, sehingga proses sedimentasi yang terbentuk dikarenakan adanya angkutan sedimen yang berasal dari muara sungai, mengalami pengendapan di sepanjang pantai sekitar muara sungai. Sependapat dalam penelitian Setiani (2017), bahwa angkutan sedimen muara sungai dapat menyebabkan pendangkalan pantai dan sedimentasi di sepanjang pantai. Bagian Timur Muara Sungai Kali Bodri ditunjukkan pada titik tinjau C, sepanjang pesisir titik tinjau tersebut mengalami akresi. Hal tersebut dikarenakan wilayah tersebut tepat di belakang gosong pasir ditinjau dalam citra satelit Landsat 8 OLI tahun 2014-2016. Gosong pasir tersebut dapat terbentuk karena adanya transpor sedimen yang disebabkan oleh arus sejajar garis pantai (Ilahude dan Usman, 2016). Gosong pasir yang terbentuk sebagai penghalang pada wilayah titik tinjau C termasuk bagian Timur Muara Sungai Kali Bodri, dapat mengindikasikan adanya *rip current*, karena adanya perbedaan kedalaman di wilayah tersebut (Deskaranti *et. al.*, 2017). *Rip current* terjadi ketika gelombang datang menuju pantai, terakumulasi oleh tinggi gelombang dan kedalaman yang berbeda (terutama saat melewati gosong pasir), maka pergerakan air akan kembali menuju ke laut (Ghorbani dan Rasulyjanny, 2012). Oleh karena itu daerah wilayah titik tinjau tersebut, terlindungi oleh gosong pasir dari pengaruh hampasan energi gelombang.

Abrasi pantai dominan terjadi di wilayah pesisir pada titik tinjau B, sebagai daerah Bagian Utara Muara Sungai Kali Bodri dan sebagian ada di daerah bagian barat Muara Sungai Kali Bodri. Apabila ditinjau dalam citra satelit Landsat 8 OLI tahun 2014, menunjukkan bahwa adanya gosong pasir sebagai penghalang pantai di titik tinjau tersebut. Hal tersebut diduga terbentuk proses difraksi gelombang, proses tersebut terjadi adanya gelombang datang yang terhalang oleh rintangan pulau/*breakwater*, sehingga mengakibatkan pembelokkan gelombang di daerah titik tinjau tersebut yang terlindung oleh rintangan tersebut (Triatmodjo, 1999). Oleh karena itu energi gelombang yang menjalar di daerah terlindung dapat mengakibatkan terjadinya abrasi pantai. Hal ini sependapat dalam penelitian (Purba dan Jaya, 2004), menyatakan bahwa proses difraksi ataupun eddy yang terjadi akibat adanya benturan gelombang dengan gosong pasir sebagai penghalang, pada sisi hilir dapat mengakibatkan proses erosi.



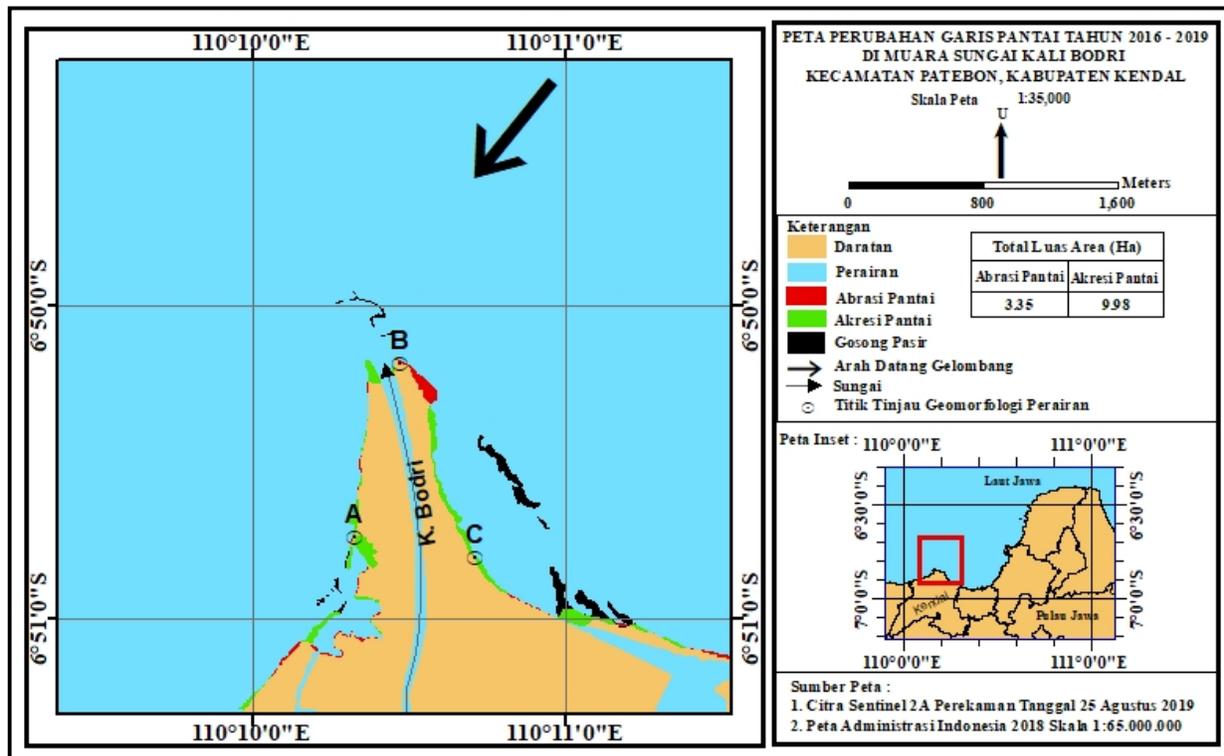
**Gambar 3.** Peta Perubahan Garis Pantai 2014 – 2016

Perubahan garis pantai tahun 2016 - 2019 diperoleh luas akresi sebesar 9.88 ha dan luas abrasi sebesar 3.35 ha, diketahui luas akresi pantai lebih besar daripada luas abrasi pantai. Laju perubahan garis pantai tahun 2016 – 2019 diperoleh nilai rerata laju perubahan akresi sebesar 8.44 m/tahun dan nilai rerata laju perubahan abrasi sebesar 10.32 m/tahun. Laju perubahan abrasi dari tahun 2016 - 2019 memiliki nilai lebih besar daripada laju perubahan akresi. Disimpulkan bahwa luas abrasi/akresi berbanding terbalik terhadap laju perubahan garis pantai (EPR). Diketahui luas akresi lebih besar daripada luas abrasi, akan tetapi laju perubahan akresi yang lebih kecil daripada nilai laju perubahan abrasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa terjadi peningkatan luas abrasi secara signifikan dalam 3 tahun terakhir.

Peta perubahan garis pantai tahun 2016 - 2019 pada Gambar 4, menunjukkan bagian Barat Muara Sungai Kali Bodri pada titik tinjau A mengalami akresi, yang ditunjukkan dengan tonjolan panjang yang menjorok ke laut serta bagian kiri mulut Muara Sungai Kali Bodri mengalami akresi yang menjorok ke arah laut. Hal tersebut terjadi dikarenakan termasuk wilayah yang cenderung terlindung dari pengaruh gelombang, sebab arah dominan gelombang berasal dari arah Timur Laut (N 31° E). Wilayah pesisir di titik tinjau tersebut berdekatan dengan muara sungai, sehingga adanya proses sedimentasi yang terbentuk dikarenakan adanya angkutan sedimen yang berasal dari muara sungai, mengalami pengendapan di sepanjang pantai sekitar muara sungai. Sependapat dalam penelitian Setiani (2017), bahwa angkutan sedimen muara sungai dapat menyebabkan pendangkalan pantai dan sedimentasi di sepanjang pantai. Proses sedimentasi juga dipengaruhi kondisi pasang surut bertipe campuran condong harian tunggal, ketika kondisi air laut surut, dan angkutan sedimen muara sungai menyebar di sisi kanan dan kiri muara, sehingga ketika air laut pasang angkutan sedimen dapat terendapkan di sepanjang pantai begitu air laut surut kembali, sehingga membentuk akresi pantai. Bagian Timur Muara Sungai Kali Bodri yang ditunjukkan pada titik tinjau C mengalami akresi, dikarenakan wilayah tersebut tepat di belakang gosong pasir. Gosong pasir terbentuk karena adanya transpor sedimen yang disebabkan oleh arus sejajar garis pantai (Ilahude dan Usman, 2016). Wilayah titik tinjau dipengaruhi langsung oleh gelombang, dengan arah gelombang dominan dari arah Timur Laut. Oleh karena itu gosong pasir tersebut sangat dipengaruhi oleh faktor gelombang. Hal

ini sependapat Triatmodjo (1999), bahwa sedimen gosong pasir sejajar sangat dipengaruhi oleh gelombang daripada pasang surut.

Gosong pasir yang terbentuk sebagai penghalang pada wilayah titik tinjau C termasuk bagian Timur Muara Sungai Kali Bodri, dapat mengindikasikan adanya *rip current*, karena adanya perbedaan kedalaman di wilayah tersebut (Deskaranti *et. al.*, 2017). Wilayah pesisir di titik tinjau C, terlindungi oleh gosong pasir dari pengaruh gelombang, serta dalam peninjauan citra satelit Sentinel tahun 2016-2019 dan lapangan menunjukkan daerah tersebut adanya kawasan mangrove di wilayah tersebut, sehingga dapat mencegah proses abrasi pantai. Hal ini sesuai dalam penelitian (Petra *et. al.*, 2012) bahwa fungsi fisik mangrove sebagai pengendali abrasi, berperan pemecah energi kinetik gelombang. Oleh karena itu berdampak terhadap percepatan laju sedimentasi, membentuk penambahan garis pantai (akresi).



Gambar 4. Peta Perubahan Garis Pantai 2016 – 2019

Abrasi pantai dominan terjadi di wilayah pesisir pada titik tinjau B sebagai bagian Utara Muara Sungai Kali Bodri tepatnya sebelah kiri mulut muara sungai. Geomorfologi perairan di titik tinjau tersebut memiliki kemiringan kecil, sehingga berpotensi terhadap kenaikan muka air laut cukup tinggi, diketahui bahwa pasang surut daerah penelitian ini bertipe condong harian tunggal yang dapat berpengaruh. Sedimen dasar dominan di titik tinjau tersebut berjenis ‘lanau pasiran’, diketahui bahwa umumnya ukuran partikel semakin halus maka semakin jauh ditranspor oleh gelombang (Rifardi, 2010). Sependapat dalam pernyataan Fajri dan Tanjung, (2012) bahwa semakin halus ukuran butir sedimen maka semakin tinggi pula tingkat abrasi pantai. Diketahui arah gelombang dominan pada daerah penelitian bergerak dari arah timur laut (N 31° E) pada musim Timur. Oleh karena itu gelombang datang tepat ke arah wilayah titik tinjau B, sehingga mudah mengalami abrasi ketika hempasan gelombang datang. Sependapat dalam pernyataan Tarigan (2010), bahwa kemiringan pantai yang landai dengan substrat sedimen halus akan mudah mengalami abrasi begitu gelombang datang. Penelitian Sanjoto *et. al.*, (2012), menyatakan bahwa sedimen dasar perairan yang

didominasi substrat lanau pasiran, dengan morfologi pantai menjorok ke arah laut maka berpotensi energi gelombang menjadi tinggi, sehingga terjadi perubahan garis pantai berpola akresi (Akresi ke Abrasi).

Berdasarkan survei lapangan diketahui bahwa pada bagian Utara dan Timur Muara Sungai Kali Bodri adanya gosong pasir sebagai penghalang pantai. Adanya proses abrasi pada wilayah di titik tinjau B, terbentuk karena proses difraksi yang mengakibatkan terjadinya abrasi pantai. Hal ini sependapat dalam penelitian Purba dan Jaya, (2004), menyatakan bahwa proses difraksi ataupun eddy dapat terjadi akibat adanya benturan gelombang dengan gosong pasir sebagai penghalang, pada sisi hilir dapat mengakibatkan proses erosi. Bagian yang menjorok ke arah laut sebagai area dominan abrasi. Peta perubahan garis pantai di Muara Sungai Kali Bodri periode tahun 2016-2019 menunjukkan wilayah abrasi dominan terjadi di ujung muara Sungai Kali Bodri bagian Utara dan Timur Laut. Hal tersebut juga dikarenakan pada wilayah tersebut sebagai daerah yang sangat dipengaruhi oleh hampasan gelombang dari arah Timur Laut. Menurut Fajri dan Tanjung, (2012), bahwa daerah yang sangat dipengaruhi oleh hampasan gelombang, berpotensi adanya arus menyusur pantai. Semakin besar nilai tinggi gelombang maka arus menyusur pantai memiliki kecepatan semakin besar pula. Proses tersebut mengakibatkan material daerah pantai semakin tergerus menuju ke laut oleh arus pantai tersebut.

Berdasarkan analisis perubahan garis pantai periode tahun 2014 – 2019, menunjukkan proses akresi pantai lebih dominan daripada abrasi pantai. Wilayah yang rentan mengalami akresi pada pesisir bagian Barat, bagian Timur Muara Sungai Kali Bodri dan sisi kanan mulut Muara Sungai Kali Bodri. Wilayah yang rentan mengalami abrasi pada pesisir bagian Utara dan bagian Timur Laut Muara Sungai Kali Bodri.

## KESIMPULAN

Perubahan garis pantai periode tahun 2014 - 2019 mengalami proses akresi pantai lebih dominan daripada abrasi pantai, dengan total akresi pantai seluas 16,40 ha. Pesisir yang rentan abrasi terjadi di bagian Utara dan Timur Laut Muara Sungai Kali Bodri, dikarenakan arah datang gelombang dominan dari Timur Laut. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai kemiringan lereng pantai lebih besar di perairan bagian Utara dengan sedimen dasar perairan berjenis pasir.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arief, M., G. Winarso dan T. Prayogo. 2011. Kajian Perubahan Garis Pantai Menggunakan Data Satelit Landsat Di Kec. Patebon, Kabupaten Kendal. *Jurnal Penginderaan Jauh.*, 8(1):71-80.
- Azhar, R. M., A. Wurjanto dan N. Yuanita. 2011. Studi Pengamanan Pantai Tipe Pemecah Gelombang Tenggelam di Pantai Tanjung Kait. *Jurnal Program Magister Manajemen Pengelolaan Sumber Daya Air.*, 10(1):1-22.
- [CERC] *Coastal Engineering Research Center*. 1984. *Shore Protection Manual Volume I, 4<sup>th</sup> ed., U.S. Army Coastal Engineering Research Center*, Washington D. C., 337 p.
- Deskaranti, R., I. B. Prasetyawan dan K. Kunarso. 2017. Pemodelan *Rip Current* Menggunakan Model Gelombang Tipe *Boussinesq* (Wilayah Kajian: Pantai Klayar Jawa Timur). *Journal of Oceanography.*, 6(1):213-220.
- Eleftheriou, A. and A. Mc Intyre (editor). 2005. *Methods for the Study of Marine Benthos. 3rd ed. Blackwell Scientific Publications, Oxford*, 442 p.
- Fajri, F. dan A. Tanjung. 2012. Studi Abrasi Pantai Padang Kota Padang Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan.*, 17(2):36-42.
- Ghorbani, A. and A. Rasulyjanny. 2012. *The Modelling of Rip Channel in Creation of Rip Currents. Indian Journal of Science and Technology.*, 5(4):2529-2533.
- Hazazi, G., B. Sasmito dan H. S. Firdaus. 2019. Analisis Perubahan Garis Pantai Terhadap Eksistensi Mangrove Menggunakan Penginderaan Jauh dan Aplikasi *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* Tahun 2014 – 2018 (Studi Kasus: Kabupaten Kendal). *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1):19-27.

- Ilahude, D. dan E. Usman. 2016. Ketidakstabilan Pantai sebagai Kendala Pengembangan Daerah Peruntukan di Perairan Lasem Jawa Tengah. *Jurnal Geologi Kelautan.*, 5(1):16-24.
- Petra, J. L., S. Sastrawibawa dan I. Riyantini. 2012. Pengaruh Kerapatan Mangrove Terhadap Laju Sedimen Transpor di Pantai Karangsong Kabupaten Indramayu. *Jurnal Perikanan dan Kelautan.*, 3(3):329-337.
- Pettijohn, F.J. 1975. *Sedimentary Rocks*. 3<sup>th</sup> ed., *Harper dan Row publisher, New York*, 628 p.
- Purba, M. dan I. Jaya. 2004. Analisis Perubahan Garis Pantai dan Penutupan Lahan antara Way Penet dan Way Sekampung, Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Ilmu - Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia.*, 11(2):109 - 121.
- Rifardi. 2010. *Ekologi Sedimen Laut Modern*. Unri Press. Pekanbaru. 145 hlm.
- Sanjoto, T. B., S. Anggoro dan A. Hartoko. 2012. Kajian Perubahan Spasial Garis Pantai sebagai Zonasi Tata Ruang Pesisir (Studi Kasus Pesisir Kabupaten Kendal). *Tataloka.*, 14(1):1-12.
- Setiani, M. F. D. A. 2017. Deteksi Perubahan Garis Pantai Menggunakan *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* Di Pesisir Timur Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur. *Jurnal Perikanan dan Kelautan.*, 1(1):1-15.
- Tarigan, M. S. 2010. Perubahan Garis Pantai di Wilayah Pesisir Perairan Cisadane, Provinsi Banten. *Makara Journal of Science.*, 11(1):49-55.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset, Yogyakarta, 397 hlm.