

# Perubahan Garis Pantai dan Dampaknya Terhadap Banjir Rob di Kota Pekalongan, Provinsi Jawa Tengah

Sugeng Widada<sup>1\*</sup>, Aris Ismanto<sup>1</sup>, Ika Bagus Priambodo<sup>2</sup>, Hendry Siagian<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto S.H, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia

<sup>3</sup>PT. Freeport Indonesia  
Jl. Mile 68 Tembagapura, Papua Indonesia  
Email : sugengwidada@lecturer.undip.ac.id

## Abstract

### **The Changes of Coastline and Its Impact on Floodwaters Indunation in Pekalongan City, Central Java**

The coastal area of Pekalongan City, especially in the North Pekalongan District which includes some villages such as Kandang Panjang Village, Panjang Wetan Village, Krapak Lor Village and Degayu Village are often inundated by tidal floods which are increasingly widespread from year to year. This incident case in the destruction of infrastructure and inundation of land so that it greatly disrupted residential areas, economic areas, cultivated land and community activities. The river channel near the estuary and coastal abrasion is the entry point for sea water which causes the tidal flood. This research were to determine the process of abrasion and accretion that causes changes in the coastline which results in the destruction of the coastal embankment and eventually becomes the channel for sea water to flow to the mainland. The results of this study are expected to be a consideration in tidal flood protection by preventing coastal abrasion at crucial points. The mathematical simulation method was used in this study to obtain shoreline changes based on the concept of longshore sediment transport as presented in the integrated littoral processes and coastline kinetics modeling module by Mike 21. Significant wave heights and periods are calculated from wind data using the Sverdrup Munk Bretchneider (SMB) method. The coastline used in the model simulation is the result of digitizing photos taken through ESRI's GeoEYE. Sediment data was obtained by taking samples in the field and granulometric analysis in the laboratory. The results showed that in the west monsoon the largest accretion of 25 m occurred at the west of Slamaran Beach's Jetty and the largest abrasion was of 10.23 m to the west of the the Banger River's jetty. Meanwhile, in the east monsoon, the highest accretion was 15.2m in the east of the Loji River's Jetty and the largest abrasion was 13.5m at Pasir Kencana Beach. Locations of abrasion as a channel for sea water to flow inland include the Pasir Kencana Beach area, east of the Slamaran Beach's Jetty and around the Banger River's Jetty

**Keywords:** abrasion, accretion, Pekalongan City

## Abstrak

Wilayah pesisir Kota Pekalongan, khususnya di wilayah Kecamatan Pekalongan Utara yang meliputi Kelurahan Kandang Panjang, Kelurahan Panjang Wetan, Kelurahan Krapak Lor dan Kelurahan Degayu telah mengalami banjir rob yang semakin luas dari tahun ke tahun. Kejadian ini berdampak pada rusaknya infrastruktur dan tergenangnya lahan sehingga sangat mengganggu wilayah pemukiman, kawasan perekonomian, lahan budidaya serta aktivitas masyarakat. Alur sungai di dekat muara dan abrasi pantai merupakan jalur masuknya air laut yang mengakibatkan banjir rob tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses abrasi dan akresi yang menyebabkan perubahan garis pantai yang berakibat pada rusaknya tanggul pantai dan akhirnya menjadi pintu masuknya air laut ke daratan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat

menjadi pertimbangan dalam penanggulangan banjir rob dengan mencegah abrasi pantai pada titik-titik yang krusial. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode simulasi matematis untuk mendapatkan perubahan garis pantai berdasarkan konsep transport sedimen sejajar pantai (*longshore transport*) sebagaimana disampaikan dalam modul *integrated littoral processes and coastline kinetics modelling by Mike 21*. Tinggi gelombang signifikan dan periodenya dihitung dengan metode *Sverdrup Munk Bretchneider (SMB)* dari data angin. Garis pantai yang digunakan pada simulasi model merupakan hasil digitasi foto yang dicuplik melalui GeoEYE ESRI. Sedangkan data sedimen diperoleh dengan pengambilan sampel di lapangan dan analisis granulometri di laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan pada musim barat akresi terbesar sebesar 25 m terjadi di sebelah barat jetty Pantai Slamaran dan abrasi terbesar adalah sebesar 10.23m di sebelah barat tanggul pantai-jetty barat Sungai Banger. Sedangkan pada musim timur akresi tertinggi adalah sebesar 15,2m terjadi di sebelah timur Jetty Sungai Loji dan abrasi terbesar 13.5m terjadi di Pantai Pasir Kencana. Lokasi abrasi yang menjadi alur mengalirnya air laut ke daratan diantaranya adalah area Pantai Pasir Kencana, sebelah timur Jetty Pantai Slamaran dan di sekitar Jetty Sungai Banger hingga Pantai Degayu.

**Kata Kunci** : abrasi, akresi, Kota Pekalongan

## PENDAHULUAN

Genangan rob atau masuknya air laut ke daratan, hingga kini masih menjadi permasalahan di Kota Pekalongan. Genangan rob tersebut sangat mengganggu wilayah pemukiman, kawasan perekonomian, lahan budidaya serta aktivitas masyarakat. Permasalahan rob tersebut terjadi di wilayah Kecamatan Pekalongan Utara yang meliputi Kelurahan Kandang Panjang, Kelurahan Panjang Wetan, Kelurahan Krapak Lor dan Kelurahan Degayu. Adapun wilayah yang masih mengalami genangan rob tersebut merupakan kawasan yang berada di sekitar muara Sungai Loji dan Sungai Banger. Luas genangan rob di wilayah tersebut mencapai area seluas 458,30 hektar (BBWS Pemali Juana, 2020).

Masuknya air laut ke daratan tersebut melalui dua jalur utama, yaitu melalui Sungai Banger dan Sungai Loji yang tidak mampu menampung air laut yang masuk dikarenakan tanggul sungai di beberapa titik telah jebol serta adanya pendangkalan akibat sedimentasi dan air laut langsung masuk ke daratan akibat tanggul pantai jebol maupun mundurnya garis pantai akibat proses abrasi. Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Jawa Tengah (2021) menginformasikan bahwa kerusakan tanggul pantai dan mundurnya garis pantai di Kecamatan Pekalongan Utara semakin bertambah dari tahun ke tahun, baik lokasi maupun jarak kemunduran garis pantainya. Hal ini berdampak pada semakin luasnya area genangan banjir rob di wilayah tersebut. Hal ini tentu saja menimbulkan berbagai kerugian masyarakat baik secara ekonomi, kenyamanan, keamanan maupun kesehatan.

Dalam rangka upaya mengeliminasi dampak tersebut, maka guna menyusun strategi pengendalian banjir rob di wilayah tersebut disamping kajian hidrologi, juga diperlukan pemahaman tentang proses perubahan garis pantai, sehingga dapat ditentukan titik-titik abrasi yang perlu mendapatkan prioritas penanganan dan titik titik akresi yang sedapat mungkin dipertahankan.

Penelitian terdahulu terkait perubahan garis pantai telah banyak dilakukan dengan berbagai metode pendekatan, diantaranya adalah Arief *et al.*, (2011); Marques dan Khakhim (2016) menggunakan pendekatan overlay citra landsat multitemporal untuk menentukan perubahan garis pantai, masing-masing di Kabupaten Kendal dan Kota Semarang. Menurut Taofiqrohman *et al.*, (2012); Aniendra *et al.*, (2019) melakukan penelitian perubahan garis pantai menggunakan citra landsat dengan memanfaatkan *Software Digital Shoreline Analysis System*, masing-masing di Kabupaten Subang dan Kota Semarang. Transpor sedimen sepanjang pantai

dengan mendasarkan rumus empiris yang dikemukakan oleh Coastal Engineering Research Center (CERC) dengan lokasi di Pantai Sikidang-Kabupaten Kendal dan Pantai Slamaran-Kota Pekalongan (Putri *et al.*, 2014; Putra *et al.*, 2022). Selanjutnya dalam penelitian ini akan digunakan pendekatan simulasi perubahan garis pantai menggunakan perangkat lunak MIKE 21 dengan modul Litoral Proccess FM (LITPACK). Metode ini dipilih karena dapat dilakukan di laboratorium komputasi dengan waktu yang relative cepat dengan hasil yang cukup baik dan dapat menggambarkan titik-titik abrasi maupun akresi pantai dalam musim yang berbeda. Berkaitan dengan hal tersebut, maka dilakukan penelitian tentang perubahan garis pantai di Kecamatan Pekalongan Utara ini, guna memberikan informasi dalam penyusunan perencanaan upaya penanggulangan banjir rob di wilayah tersebut.

## MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer berupa data granulometri sedimen Perairan Kota Pekalongan. Sedangkan data sekunder berupa citra google earth, data angin dan batimetri di wilayah tersebut. Penentuan tinggi gelombang signifikan dan periodenya dihitung dengan metode *Sverdrup Munk Bretchneider (SMB)* sebagaimana dikemukakan oleh Coastal Engineering Research Center (CERC) (1984). Secara umum metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode simulasi matematis untuk mendapatkan perubahan garis pantai berdasarkan konsep transport sedimen sejajar pantai (*longshore transport*) sebagaimana disampaikan dalam modul *Integrated Littoral Processes And Coastline Kinetics Modelling By Mike 21*.



**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Wilayah Pesisir Kecamatan Pekalongan Utara Kota Pekalongan Provinsi Jawa Tengah (Gambar 1). Simulasi dalam penelitian ini adalah mengkalkulasikan pergerakan posisi perubahan garis pantai dengan acuan perubahan pada *baseline*. Model ini, dengan sedikit modifikasi, didasarkan pada teori *cross-shore*, di mana profil lintas pantai diasumsikan tidak berubah selama erosi/akresi. Dengan demikian, morfologi pantai hanya digambarkan oleh posisi garis pantai. Sedimen transport menjadi bagian penting, diperoleh dari *litoral drift transport table*. Modul ini dapat menggunakan 5 profile pada arah sejajar garis pantai, persamaan utama dalam menyelesaikan permasalahan ini diberikan oleh persamaan :

$$\frac{\partial y_c}{\partial t} = - \frac{1}{h_{act}} \frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{Q_{sou}}{h_{act} \Delta x}$$

Keterangan:  $y_c$  = posisi garis pantai,  $t$  = waktu,  $Q$  = transport yang terjadi akibat arus susur pantai,  $x$  = posisi *long-shore*,  $Q_{sou}$  = debit sedimen yang berpindah termasuk adanya gumpuk pasir yang tererosi dan  $h_{act}$  = panjang *cross-shore* pada profil yang berubah.

Hasil utamanya adalah jarak dari *baseline* ke *cross-shore*, laju pergeseran litoral lokal, dan akumulasi transportasi di sepanjang garis pantai. Skenario yang diberikan pada simulasi perubahan garis pantai adalah sebagai berikut : area model merupakan perairan Kota Pekalongan dengan panjang garis pantai yang disimulasikan adalah 5.561,8 m dengan panjang *baseline* adalah 5.220 m. Gambar 2 dan Gambar 3 merupakan gambaran skenario *baseline* dan *shore-line*. Garis pantai yang digunakan pada simulasi model merupakan hasil digitasi foto yang dicuplik melalui GeoEYE ESRI.

Berdasarkan kedua garis pada Gambar 2, dilanjutkan dengan pembangunan garis aktif sebagai indikasi perubahan garis pantai, sehingga diperoleh panjang garis antara *baseline* dengan *shoreline* bervariasi dengan panjang terpanjang adalah 573,31 m dan terpendek adalah 74,70 m. Gambar 3 menunjukkan gambaran jarak *baseline* dan *shoreline* yang digunakan dalam simulasi.



**Gambar 2.** Shoreline dan baseline simulasi perubahan garis pantai Kota Pekalongan



**Gambar 3.** Delinasi baseline ke shoreline sepanjang garis pantai Pekalongan

Simulasi dilakukan pada 2 periode waktu, yaitu pada musim barat dan musim timur. Kedua musim ini merupakan kondisi tertinggi terjadinya gelombang dengan variasi yang berbeda untuk kedua musimnya. Hal ini akan mengindikasikan terjadinya radiation stress yang diakibatkan karena terjadinya sudut antara gelombang datang dan garis pantai. Parameter untuk masing – masing skenario diberikan pada Tabel 1.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data angin dari tahun 2010–2020 yang diunduh dari ECMWF ditransformasi menggunakan metode perhitungan nilai gelombang SMB sehingga diperoleh nilai tinggi gelombang signifikan (Hs) dan periode gelombang signifikan (Ts) sebagaimana tercantum pada Tabel 1 dan digunakan sebagai parameter masukan simulasi. Sedangkan sedimen yang diambil pada lokasi gelombang pecah dan juga sebagai inputan simulasi adalah sebagaimana tercantum pada Tabel 2.

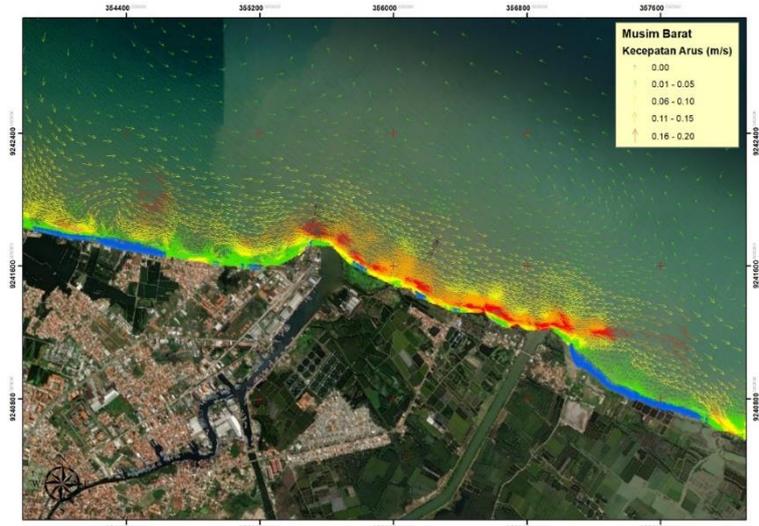
Gelombang pada musim barat, didominasi dengan gelombang berasal dari arah barat dengan sudut datang gelombang berkisar antara 270°–315° kemudian pecah dengan tinggi gelombang pecah sebesar 0,52 m. Panjang gelombang pecah sebesar 7,5 m pada kedalaman gelombang pecah (db) berkisar 0,76 m. Gelombang pecah mengakibatkan adanya arus sejajar pantai dengan kecepatan berkisar antara 0–0,5 m/det. Dapat dilihat pada Gambar 4, dominansi kecepatan arus sejajar pantai berkisar antara 0,06–0,11 m/s dengan pergerakan kearah timur sejajar dengan garis pantai. Gelombang pada musim timur memberikan gambaran pergerakan arus yang berbeda. Gelombang datang dari arah timur laut kemudian pecah pada sudut 32,3° dengan tinggi gelombang pecah (Hb) sebesar 0,77 m, panjang gelombang (Lb) sebesar 3,2 meter dan kedalaman gelombang pecah (db) 0,87 meter. Gelombang pecah ini menghasilkan kecepatan arus sepanjang pantai (longshore current) sebesar 0–0,5 m/s dengan kecepatan arus dominan berkisar antara 0,01–0,2m/s dari timur menuju barat yang bergerak sepanjang garis pantai Kota Pekalongan (Gambar 5). Kondisi arus ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Triatmodjo (1999; 2010), bahwa arus menyusur pantai difimbulkan oleh gelombang yang pecah dengan membentuk sudut lebih besar dari 5° terhadap garis pantai dan arus tersebut terjadi di daerah antara gelombang pecah dan garis pantai. Arus menyusur pantai (*longshore current*) tersebut berperan dalam terjadinya transport sedimen sepanjang pantai (*longshore transport*) pada lokasi yang bersangkutan.

**Tabel 1.** Parameter gelombang laut, masukan simulasi perubahan garis pantai Kota Pekalongan

Musim Angin	No.	Parameter	Nilai
Musim Barat	1	Tinggi gelombang signifikan (m)	1,97
	2	Periode gelombang, Ts (s)	3,8
	3	Rata-rata arah gelombang (deg)	270° – 315°
	4	<i>Directional spreading index</i> (n)	7
Musim Timur	1	Tinggi gelombang signifikan (m)	0,71
	2	Periode gelombang, Ts (s)	3
	3	Rata-rata arah gelombang (deg)	30° – 68°
	4	<i>Directional spreading index</i> (n)	7

**Tabel 2.** Distribusi Ukuran Butir Sedimen Dasar Perairan Pada Area Gelombang Pecah

Lokasi	Fraksi Sedimen (%)			Jenis Sedimen
	Pasir	Lanau	Lempung	
Pasir Kencana	86	14	0	Pasir
Slambaran barat jetty	83	17	0	Pasir
Slambaran timur jentty	81	19	0	Pasir
Timur Muara S. Banger	80	20	0	Pasir
Cemoro Sewu	78	14	8	Pasir
Pantai Degayu	73	27	0	Pasir



**Gambar 4.** Pola pergerakan arus susur pantai (*longshore current*) pada musim barat di Pesisir Kota Pekalongan



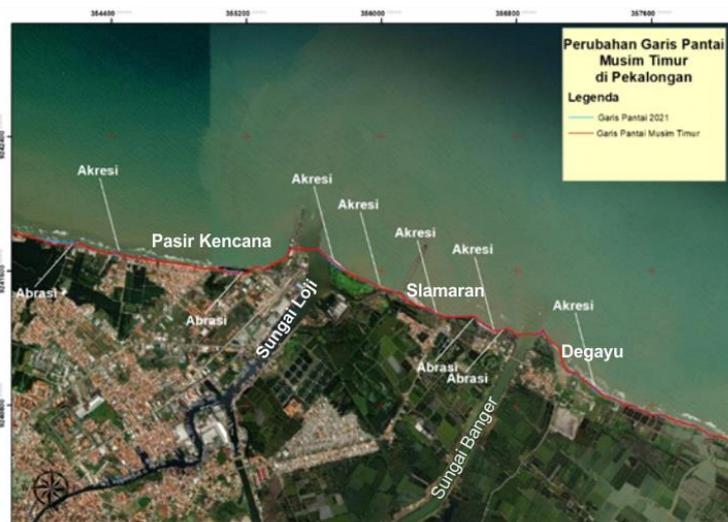
**Gambar 5.** Pola pergerakan arus susur pantai (*longshore current*) pada musim timur di Pesisir Kota Pekalongan



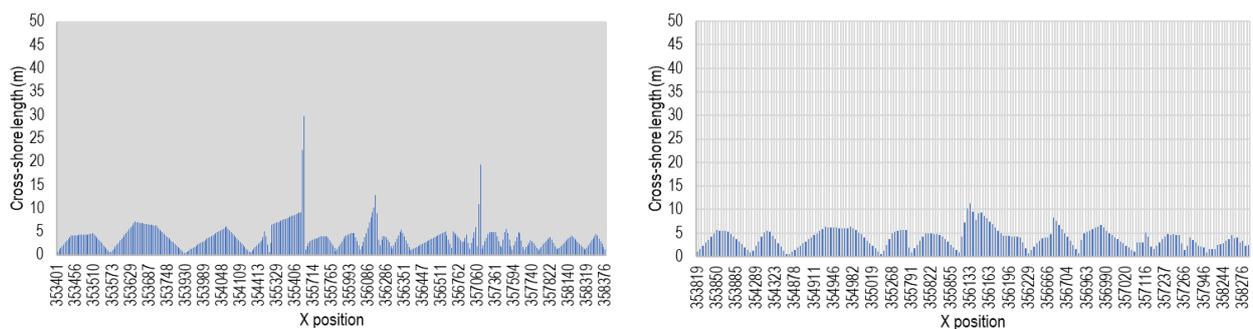
**Gambar 6.** Perubahan garis pantai selama musim barat, digambarkan dengan garis pantai eksisting 2021, terlihat abrasi dan akresi di beberapa titik.

Hasil simulasi berupa prediksi perubahan garis Pantai Slamaran tahun 2022-2025 selama musim barat dan timur ditampilkan dalam bentuk peta. Peta perubahan garis pantai dan daerah yang mengalami akresi dan abrasi masing-masing ditampilkan pada Gambar 6 dan Gambar 7.

Perubahan garis pantai pada musim barat menunjukkan adanya proses mundurnya garis pantai (abrasi), majunya garis pantai (akresi) maupun posisi garis pantai yang tetap (stabil). Dari bagian barat ke arah timur, terlihat proses abrasi terjadi di Pantai Pasir Kencana, sebelah timur Jetty Pantai Slamaran, sebelah barat rangkaian Tanggul Pantai-Jetty Sungai Banger dan sebelah timur tersebut. Sedangkan proses akresi terjadi sebelah timur Sungai Loji hingga Jetty Pantai Slamaran, area antara jetty hingga tanggul pantai sebelah barat Jetty Sungai Banger dan sebelah timur Sungai Gabus. Hal ini terjadi karena pada musim barat, arus sepanjang pantai menyusur dari arah barat ke timur, sehingga di sebelah barat jetty ataupun bangunan yang menjorok ke laut akan terjadi penumpukan sedimen akibat transport sedimen tertahan oleh bangunan tersebut. Sedangkan di sebelah timur jetty/bangunan yang menjorok ke laut akan terjadi abrasi karena transport sedimen ke timur tetap terjadi, sementara suplai sedimen pada titik tersebut terhalang oleh bangunan. Hal ini sesuai dengan yang disampaikan oleh Triatmodjo (1999, 2010) yang menyatakan bahwa suatu pantai mengalami erosi, akresi atau tetap stabil tergantung pada suplai sedimen yang masuk ke suatu luasan tertentu di pantai dan yang keluar dari luasan tersebut. Jika suplai sedimen yang keluar lebih banyak maka pantai tersebut mengalami erosi, sebaliknya, jika suplai sedimen yang masuk lebih banyak dibandingkan yang keluar maka pantai tersebut mengalami akresi.



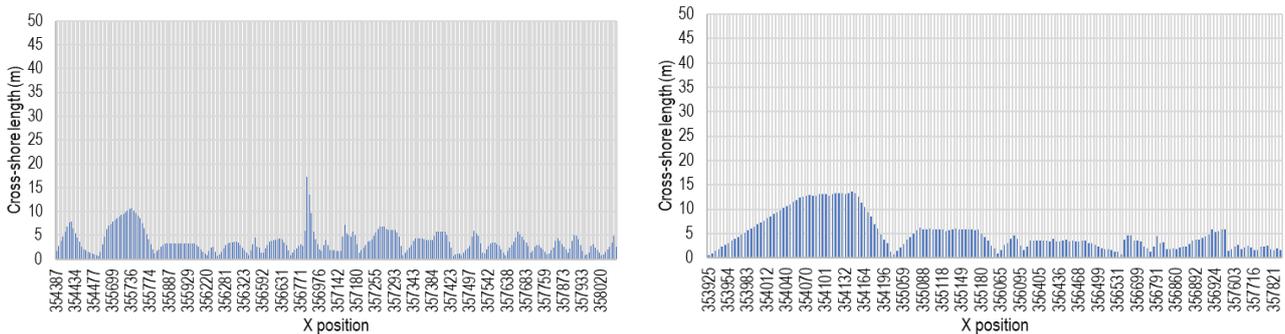
**Gambar 7.** Perubahan garis pantai selama musim timur, digambarkan dengan garis pantai eksisting 2021, terlihat abrasi dan akresi di beberapa titik.



**Gambar 8.** Perubahan jarak garis pantai eksisting terhadap garis pantai hasil simulasi pada musim barat. Kondisi akresi ditunjukkan pada gambar kiri dan kondisi abrasi ditunjukkan pada gambar kanan.

Secara detail, hasil simulasi menunjukkan bahwa akresi dan abrasi musim barat ditunjukkan pada Gambar 8. Akresi musim barat sepanjang garis pantai area studi yang memiliki resolusi 5 m, mengalami 361 titik perubahan. Perubahan terbesar adalah 25 m akresi di Pantai Pasir Kencana dekat Jetty Sungai Loji. Akresi terendah berkisar dengan nilai 0,48 m, rata – rata perubahan garis pantai akresi adalah 3,81 m. Abrasi musim barat tertinggi adalah sebesar 10,23 m dengan minimum panjang perubahan adalah 0,46 m, sedangkan rata – rata perubahan garis pantai adalah sejauh 3,98 m.

Proses akresi lebih mendominasi perubahan morfologi garis pantai sepanjang musim timur dan terlihat terpusat disepanjang garis Pantai Slamaran hingga Sungai Banger (Gambar 7). Di sebelah barat Jetty Sungai Loji dan sebelah barat Jetty Sungai Banger terlihat terjadi kemunduran garis pantai (abrasi) diakibatkan tertahannya transport sedimen dari arah timur oleh bangunan pantai tersebut. Hasil simulasi secara detail menunjukkan proses akresi pada musim timur terjadi pada 269 titik sepanjang garis pantai Kecamatan Pekalongan Utara. Akresi tertinggi adalah sebesar 15,2 m dengan rata – rata panjang perubahan garis pantai akibat akresi adalah sebesar 3,69 m. Akresi minimum adalah sebesar 0,61 m. Perubahan garis pantai akibat abrasi musim timur adalah sebesar 13,5 m dengan rata – rata perubahan adalah 5,07 m. Sedangkan abrasi paling kecil adalah sebesar 0,56 m sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Perubahan jarak garis pantai eksisting terhadap garis pantai hasil simulasi pada musim timur. Kondisi akresi ditunjukkan pada gambar kiri dan kondisi abrasi ditunjukkan pada gambar kanan.



**Gambar 10.** Lokasi masuknya air laut ke daratan sehingga menimbulkan banjir rob di Kecamatan Pekalongan Utara (sumber : DPU Provinsi Jawa Tengah, 2020 dan survei lapangan 2021). Warna biru menunjukkan area yang tergenang banjir rob.



**Gambar 11.** Kerusakan tanggul pantai dan pematang tambak, mejadikan area tambak tergenang permanen di Pekalongan Utara

Berdasarkan hasil simulasi sebagaimana diuraikan diatas, terlihat bahwa proses abrasi yang mengakibatkan kemunduran garis pantai dan rusaknya tanggul pantai yang ada terjadi di Pantai Pasir Kencana, sebelah timur Jetty Pantai Slamaran dan sekitar Jetty Sungai Banger. Pada kenyataannya, masuknya air laut ke daratan secara langsung dari laut adalah dominan dari titik tersebut sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 10. Disamping itu influx sedimen dari Sungai Loji dan Sungai Banger yang besar menjadikan sedimentasi di muara sungai dan memperkecil daya tampung sungai (Pradipta *et al.*, 2013), sehingga air laut yang masuk melimpas bantaran sungai dan daerah sekitarnya. Pengamatan lapangan menunjukkan bahwa proses abrasi yang merusak tanggul pantai maupun pematang-pematang pantai mengakibatkan tambak-tambak tergenang air laut secara permanen sehingga mundurnya garis pantai semakin jauh ke darat (Gambar 11). Penurunan muka tanah juga memberikan kontribusi terhadap semakin parahnyanya kerusakan pematang pantai sehingga penggenangan tambak-tambak seperti ini terjadi semakin luas (Suhelmi, 2012, Abidin, *et al.*, 2013, dan Widada, *et al.*, 2020). Berkaitan dengan hal tersebut, maka penanganan banjir rob di Kecamatan Pekalongan Utara harus mencakup perlindungan pantai pada titik-titik abrasi tersebut.

## KESIMPULAN

Pada musim barat proses abrasi terjadi di Pantai Pasir Kencana, sebelah timur Jetty Pantai Slamaran, sebelah barat dan timur Jetty Sungai Banger. Sedangkan proses akresi terjadi sebelah timur Sungai Loji hingga Jetty Pantai Slamaran, area antara jetty hingga tanggul pantai sebelah barat Jetty Sungai Banger dan di Pantai Degayu. Akresi terbesar sebesar 25 m terjadi di sebelah barat Jetty Pantai Slamaran dan terendah sekitar 0,48 m di Pantai Pasir Kencana bagian barat, rata – rata perubahan garis pantai akresi adalah 3,81 m. Abrasi musim barat terbesar adalah sebesar 10,23 m di sebelah barat Jetty Sungai Banger dengan minimum panjang perubahan adalah 0,46 m sedangkan di sebelah timur Jetty Sungai Banger, rata – rata perubahan garis pantai adalah sejauh 3,98m. Proses akresi lebih mendominasi perubahan morfologi garis pantai sepanjang musim timur dan terpusat disepanjang garis Pantai Slamaran hingga Sungai Banger. Di sebelah barat jetty S Loji dan sebelah barat tanggul pantai-jetty barat Sungai Banger terlihat terjadi abrasi. Akresi terbesar adalah sebesar 15,2 m dengan rata – rata panjang perubahan garis pantai akibat akresi adalah sebesar 3,69 m. Akresi minimum adalah sebesar 0,61 m. Perubahan garis pantai akibat abrasi musim timur adalah sebesar 13,5 m dengan rata – rata perubahan adalah 5,07 m. Proses abrasi telah menjadikan rusaknya tanggul pantai dan mundurnya garis pantai sehingga menjadi pintu masuknya air laut ke darat dan menjadikan banjir rob di wilayah

pesisir Kota Pekalongan, diantaranya di Pantai Pasir Kencana, sebelah timur Jetty Pantai Slamaran dan di sekitar jetty Sungai Banger hingga Pantai Degayu.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aniendra, A.A., Sasmito, B., & Sukmono, A. (2019). Analisis Perubahan Garis Pantai Dan Hubungannya Dengan Land Subsidence Menggunakan Aplikasi Digital Shoreline Analysis System (Dsas) (Studi Kasus: Wilayah Pesisir Kota Semarang). *Jurnal Geodesi Undip*, 9(1), 12-19.
- Abidin, H.Z., Andreas, H., Gumilar, I., Sidiq, T.P., & Fukuda, Y. (2013). Land subsidence in coastal city of Semarang (Indonesia): characteristics, impacts and causes. *Geomatics, Natural Hazards and Risk* 3, 4(3), 226 – 240. doi: 10.1080/19475705.2012.692336
- Arief, M., Winarso G., & Prayogo T., (2011). Kajian Perubahan Garis Pantai Menggunakan Data Satelit Landsat di Kabupaten Kendal. *Jurnal Penginderaan Jauh*, 8, 71-80
- Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana. (2020). Desain Penyempurnaan Banjir Dan Rob Kota Dan Kabupaten Pekalongan. DPU Provinsi Jateng. Semarang. 155 hal.
- Coastal Engineering Research Center (CERC). (1984). Shore Protection Manual. US Army Corps of Engineers, Washington DC, Vol. I, 597, Vol. II, 603
- Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air Dan Penataan Ruang DPU Provinsi Jawa Tengah. (2020). Desain Bendung Gerak Kali Loji Kota Pekalongan. DPU Provinsi Jateng Semarang. 96 hal.
- Marques, J.N. & Khakhim, N. (2016). Kajian Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Landsat Multitemporal di Kota Semarang. *Jurnal Bumi Indonesia*. 5(2), 1-10
- Pradipta, Y., Saputro, S., & Satriadi, A. (2013). Laju Sedimentasi Di Muara Sungai Slamaran Pekalongan. *Jurnal Oseanografi*, 2(4), 378-386
- Putra, A.N., Handoyo, G., Ismanto, I., Satriadi, A., & Setiyono, H. (2022). Studi Pengaruh Longshore Current Terhadap Transpor Sedimen Dasar di Pantai Slamaran, Kota Pekalongan, Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, 04(01), 36 - 46
- Putri, R.W.B., Atmodjo, W., & Sugianto, D.N. (2014). Longshore Current Dan Pengaruhnya Terhadap Transport Sedimen Di Perairan Pantai Sendang Sikucing, Kendal. *Journal of Oceanography*, 3(4), 635 – 641
- Suhelmi. (2012). Kajian Dampak Land Subsidence Terhadap Peningkatan Luas Genangan Rob Di Kota Semarang. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 18(1), 9 – 16
- Taofiqrohman, A. & Ismail, M.F.A. 2012. Analisis Spasial Perubahan Garis Pantai Di Pesisir Kabupaten Subang, Jawa Barat. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan Tropis*. 8(3), 75-80. doi: 10.35800/jpkt.8.3.2012.659
- Triatmodjo, B. (1999). Teknik Pantai. Beta Offset. Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. (2010). Perencanaan Pelabuhan. Beta Offset. Yogyakarta. 490 hal
- Widada, S. Zaenuri, M., Yulianto, G., Satriadi, A., Wijaya, Y.J. & Helmi, M. (2020). Mitigation of Floodwaters Indunation due to Landsubsidence in the Coastal Area of Semarang City. *IOP Conf. Series : Earth and Environment Science*, 530, 012006. doi: 10.1088/1755-1315/530/1/012006