

PERUBAHAN GARIS PANTAI AKIBAT ADANYA *BREAKWATER* DI PULAU PRAMUKA, KEPULAUAN SERIBU, INDONESIA

COASTLINE CHANGES DUE TO BREAKWATER AT PRAMUKA ISLAND, SERIBU ISLANDS, INDONESIA

Roberto Patar Pasaribu*, Larasati Putri Hapsari, Anthon Anthonny Djari, Abdul Rahman, Anasri Tanjung,
Fany Arsanti Kapitan

Program Studi Teknik Kelautan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang,
Jl. Baru Tanjungpura, Karangpawitan, Karawang Barat, Kabupaten Karawang 41371, Indonesia

*Korespondensi: robertopasa37@gmail.com

ABSTRACT

The coastline generally changes position timely due to abrasion and sedimentation. Changes in the coastline are influenced by several factors, one of which is due to the existence of coastal buildings. This study aims to determine changes in the coastline due to the breakwater beach building on Pramuka Island of Seribu Islands. Data processing and analysis methods were carried out using remote sensing technology. From the results of the processing and analysis of Landsat 7 and 8 satellite image data from 2010 to 2017, there were sediment deposits or accretion on the coast of Pramuka Island due to the breakwater building. The area of sediment deposits that occurred in 2010 was 7,731 ha, in 2015 it was 7,974 ha, while in 2016 it was 5,285 ha and in 2017 it was 5,387 ha. The emergence of sediment deposits along the coast due to this breakwater had resulted in a change in the coastline around Pramuka Island.

Keyword: breakwater, remote sensing, shoreline change

ABSTRAK

Garis pantai pada umumnya mengalami perubahan posisi dari waktu ke waktu akibat adanya abrasi dan sedimentasi. Perubahan garis pantai dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya akibat adanya bangunan pantai. Penelitian ini bertujuan untuk melihat perubahan garis pantai akibat adanya bangunan pantai *breakwater* di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu. Metode pengolahan dan analisis data dilakukan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Dari hasil pengolahan dan analisis data citra satelit Landsat 7 dan 8 dari tahun 2010 sampai tahun 2017 terdapat endapan sedimen atau akresi di pantai Pulau Pramuka akibat adanya bangunan *breakwater*. Luas endapan sedimen yang terjadi pada tahun 2010 sebesar 7.731 ha, pada tahun 2015 sebesar 7.974 ha, sedangkan pada tahun 2016 sebesar 5.285 ha dan pada tahun 2017 sebesar 5.387 ha. Timbulnya endapan sedimen di pinggiran pantai akibat *breakwater* ini mengakibatkan terjadinya perubahan garis pantai di sekitar Pulau Pramuka.

Kata kunci: *breakwater*, penginderaan jauh, perubahan garis pantai

PENDAHULUAN

Garis pantai merupakan pertemuan antara daratan dan air laut, dari waktu ke waktu garis pantai dapat berubah. Perubahan garis pantai dapat terjadi apabila garis pantai maju mengarah ke laut atau mundur menuju ke darat. Garis pantai dikatakan maju apabila ada sedimentasi sedangkan garis pantai dikatakan mundur apabila ada proses abrasi (Aryastana *et al.* 2016). Sedimentasi atau akresi adalah pendangkalan atau penambahan daratan pantai akibat adanya pengendapan sedimen yang dibawa oleh air laut sedangkan abrasi atau erosi adalah proses terkikisnya batuan di pantai. Sedimentasi dan abrasi merupakan sebuah proses yang saling berkaitan, karena jika suatu tempat yang mengalami erosi maka akan menimbulkan akresi di tempat yang sama maupun ke tempat yang berbeda (Fadilah *et al.* 2013).

Perubahan garis pantai ditunjukkan oleh perubahan kedudukannya, yang ditentukan oleh faktor alam dan manusia. Faktor alami berasal dari proses hidro-oseanografi seperti hampasan gelombang, perubahan pola arus, variasi pasang surut, sedangkan faktor manusia adalah konversi dan alih fungsi lahan untuk sarana pembangunan di kawasan pesisir (Halim *et al.* 2016). Penentuan perubahan garis pantai dapat dilakukan dengan pengukuran lapangan maupun dengan penginderaan jauh yang menggunakan data dari citra satelit. Penggunaan data citra satelit untuk *monitoring* perubahan garis pantai memiliki beberapa keuntungan, yaitu mampu memonitor cakupan wilayah yang luas, mengurangi biaya jika dibandingkan dengan menggunakan pengukuran langsung, memerlukan waktu yang lebih pendek dalam menganalisis jika dibandingkan dengan pengukuran lapangan (Darmiati *et al.* 2020).

Penginderaan jauh (*remote sensing*) adalah teknik yang berlandaskan pada penggunaan gelombang elektromagnetik. Teknologi tersebut menghasilkan citra atau gambar yang diperoleh dengan cara membangun suatu relasi antara *flux* yang diterima oleh sensor yang dibawa oleh satelit dengan sifat-sifat fisik obyek yang diamati di permukaan bumi. Teknologi penginderaan jauh terutama pada resolusi spasial dan temporalnya dapat mempermudah mengetahui perubahan garis pantai (Lillesand 2002).

Bangunan pantai dibuat untuk melindungi pantai dari kerusakan yang diakibatkan abrasi dan sedimentasi. Bangunan pantai adalah jenis infrastruktur yang dibangun di garis pantai dan dapat berfungsi sebagai pelindung pantai. *Breakwater* adalah contoh bangunan pelindung pantai yang berfungsi sebagai peredam gelombang datang, untuk menghancurkan energi gelombang sebelum mencapai pantai, sehingga tidak terjadi erosi dan abrasi di sekitar wilayah pantai tersebut (Pasaribu *et al.* 2021). Struktur bangunan pantai mengurangi pengaruh energi gelombang sehingga dapat membatasi dan menghalangi pergerakan massa air yang menimbulkan perairan yang relatif tenang dan memacu proses pengendapan sedimen di pinggiran pantai dalam waktu tertentu (Pranoto *et al.* 2016). Beberapa penelitian telah dilakukan untuk melihat hubungan antara *breakwater* dengan adanya sedimen yang mengakibatkan perubahan garis pantai, seperti Manansang *et al.* (2018) di Pantai Sindulang, Sulawesi Selatan yang melakukan analisis pengaruh *breakwater* terhadap transpor sedimen dimana hasil analisis memperlihatkan pengaruh *breakwater* dengan panjang 100 m dalam kurun waktu 11 tahun menimbulkan sedimentasi sebesar 6,3 m di sepanjang pantai sedang dalam kurun waktu 15 tahun mengalami sedimentasi sebesar 6,6 m.

Pulau Pramuka merupakan salah satu gugus pulau yang terdapat di wilayah administrasi Kabupaten Kepulauan Seribu, tepatnya berada di Kelurahan Pulau Panggang, Kecamatan Kepulauan Seribu Utara. Posisinya secara geografis adalah pada 5°24'-5°45' LS dan 106°25'-106°40' BT, dengan luas 870 hektare (8,70 km²). Pantai Pramuka merupakan pantai berpasir putih dengan sedikit berbatu dan berkarang bersumber dari pecahan karang. Kepulauan Seribu merupakan daerah wisata yang sering dikunjungi oleh wisatawan, banyak lahan yang digunakan untuk pembangunan ekowisata dan banyak juga bangunan pantai untuk menghalangi adanya abrasi dan erosi (Nurjanah 2012).

Terdapat area yang mengalami abrasi dan sedimentasi di beberapa daerah kepulauan Seribu, untuk itu perlu dilakukan perlindungan agar luas pulau tidak berkurang. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan bangunan pelindung pantai berupa bangunan *breakwater* yang digunakan sebagai pemecah gelombang

(Nurqolis dan Pratiwi 2020). Di sekitar Pulau Pramuka terjadi kerusakan ekosistem Pulau Pramuka akibat terjadinya abrasi dan sedimentasi pantai yang mengakibatkan terjadinya perubahan garis pantai. Biasanya abrasi dan sedimentasi terjadi karena faktor alam, namun di beberapa kasus abrasi dapat terjadi akibat manusia (Aditianata dan Widyawati 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk melihat perubahan garis pantai yang terjadi di Pulau Pramuka dan melihat hubungan perubahan garis pantai dengan bangunan *breakwater* yang dibangun di daerah tersebut. Bangunan *breakwater* yang dibangun di Pulau Pramuka ditujukan untuk mengurangi terjadinya abrasi dan sedimentasi yang menyebabkan terjadinya perubahan garis pantai.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan November-Desember 2020 di bagian barat dan selatan Pulau Pramuka. Pulau Pramuka merupakan salah satu gugus pulau yang terdapat di wilayah administrasi Kabupaten Kepulauan Seribu, Kecamatan Kepulauan Seribu Utara. Posisinya secara geografis adalah pada $5^{\circ}24' - 5^{\circ}45'$ LS dan $106^{\circ}25' - 106^{\circ}40'$ BT (Gambar 1).

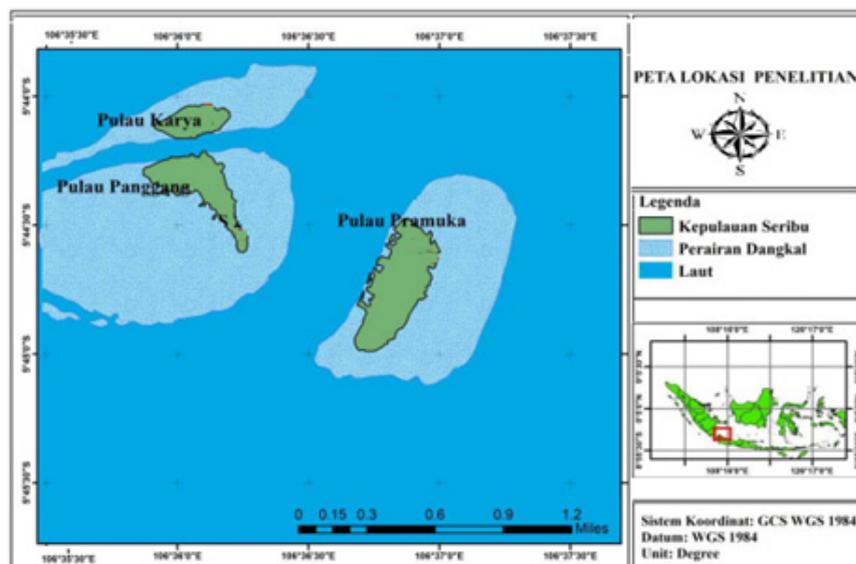
Pulau Pramuka merupakan salah satu pulau yang berada pada gugusan Kepulauan Seribu. Pulau ini merupakan pusat administrasi dan pemerintahan Kabupaten Administrasi Kepulauan

Seribu. Pulau Pramuka termasuk ke dalam Kelurahan Pulau Panggang. Lokasi Pulau Pramuka sendiri masuk bagian dari kawasan Taman Nasional Laut Kepulauan Seribu yang berada pada zona permukiman (Razak dan Suprihardjo 2013).

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian berupa kamera, laptop, alat ukur, citra Landsat, dan *software* ArcGIS (Tabel 1).

Metode pengumpulan data berfungsi untuk mendapatkan data dan informasi yang digunakan dalam penelitian. Adapun metode yang dilakukan adalah pengumpulan data dan studi literatur. Pengumpulan data dalam penelitian ini adalah pengumpulan data primer dan sekunder. Data primer adalah pengamatan langsung di Pulau Pramuka untuk melihat kondisi lokasi penelitian, apakah terjadi abrasi atau sedimentasi, sedangkan data sekunder adalah pengumpulan data citra satelit dari satelit Landsat 7 dan Landsat 8 yang digunakan dalam penentuan garis pantai.

Data citra yang digunakan adalah citra satelit tahun 2010 dan 2015 dari Landsat 7 dan citra satelit tahun 2016 dan 2017 dari Landsat 8. Data citra Landsat dapat dilihat melalui *Earth Explorer* USGS (U.S Geological Survey). Untuk mengunduh data yang dibutuhkan, dilakukan melalui ESPA agar data yang dibutuhkan tidak terlalu memakan kapasitas dan data yang diunduh dapat diatur sesuai kebutuhan (Arief *et al.* 2011).



Gambar 1. Lokasi Penelitian, Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu

Penginderaan jauh (*remote sensing*) telah lama digunakan oleh manusia untuk mengenal dan mempelajari sifat dan karakter permukaan bumi dalam skala besar, sehingga tercapai efisiensi dan efektivitas. Perubahan garis pantai dapat diidentifikasi menggunakan teknologi *remote sensing* atau penginderaan jauh secara multi temporal. Teknologi *remote sensing* adalah teknik yang berlandaskan pada penggunaan gelombang elektromagnetik. Teknologi tersebut menghasilkan citra/gambar yang diperoleh dengan cara membangun suatu relasi antara *flux* yang diterima oleh sensor yang dibawa oleh satelit dengan sifat-sifat fisik obyek yang diamati/obyek di permukaan bumi (Pasaribu *et al.* 2019).

Teknologi penginderaan jauh terutama pada resolusi spasial dan temporalnya dapat mempermudah proses identifikasi perubahan garis pantai. Penginderaan jarak jauh mampu memonitor cakupan kawasan pantai yang luas maupun relatif sempit, mengurangi biaya jika dibandingkan menggunakan pengukuran langsung dan memerlukan waktu yang lebih pendek dalam menganalisis jika dibandingkan dengan pengukuran lapangan. Teknologi penginderaan jauh memiliki keunggulan karena sifat *synoptic* yaitu mengukur objek pada saat bersamaan pada suatu area yang luas dan juga dapat mengukur objek pada waktu yang berbeda secara periodik (Winarso 2018).

Metode penelitian yang dilakukan terdiri dari studi literatur, pengumpulan data citra satelit Landsat 8 dan Landsat 7, pengolahan dan analisis data citra dengan aplikasi QGis. Adapun metode kerja yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan *survey*/observasi ke lokasi penelitian untuk melihat kondisi di sekitar pantai Pulau Pramuka.
- b. Pengumpulan data citra Landsat 7 tahun 2010 dan tahun 2015 serta citra Landsat 8 tahun 2016 dan tahun 2017.
- c. Pengolahan dan analisis data dengan Arcgis 3.10 untuk digitalisasi garis pantai, tumpang susun (*overlay*) garis pantai, dan menghitung luas sedimen yang terjadi.
- d. Pembuatan peta perubahan garis pantai dan peta luas sedimentasi.

Dilakukan beberapa tahapan untuk melihat perubahan garis pantai, yaitu pengunduhan data citra dari Landsat, digitalisasi batas perairan dan daratan sebagai data garis pantai, pemetaan garis pantai, *overlay* garis pantai, menghitung luas sedimentasi, analisis perubahan garis pantai, dan *ground check point* untuk validasi (Husodo *et al.* 2021). Metode penelitian ditunjukkan pada diagram alir penelitian (Gambar 2).

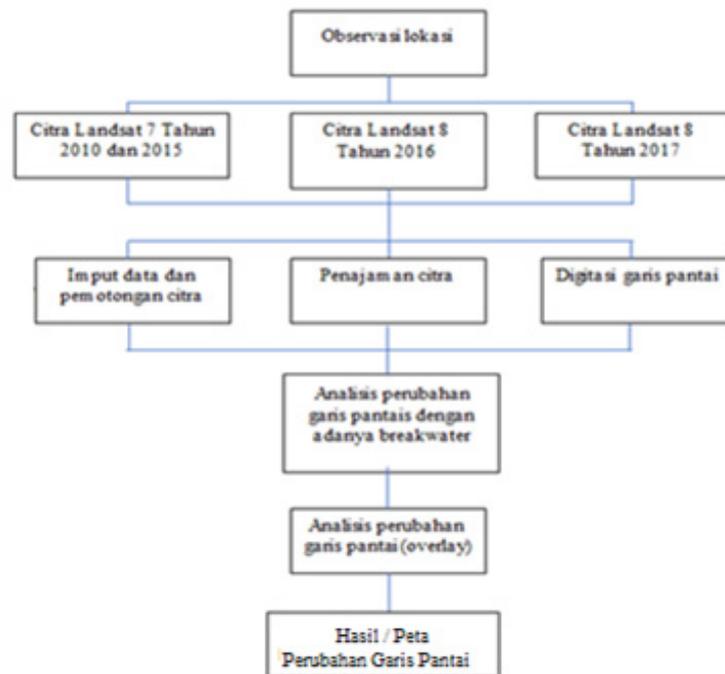
Pengolahan data satelit dilakukan dengan ArcGis yang merupakan *software* Sistem Informasi Geografis (SIG) yang memiliki kemampuan dalam pengolahan data citra satelit. Data yang digunakan adalah data raster sensor optis Landsat 7 dan 8. Proses pengolahan data dimulai dengan pengambilan data citra lokasi penelitian dari <https://earthexplorer.usgs.gov/>, kemudian dari citra yang diperoleh dilakukan proses digitalisasi tepi citra untuk memperoleh garis pantai.

Perangkat lunak yang digunakan untuk mengolah data citra terdiri dari ER Mapper 7.0 dan ArcGis yang dilengkapi dengan ekstensi *image analysis* untuk melakukan interpretasi visual, proses digitasi dan pembuatan peta, serta perhitungan luasan suatu kawasan (Yulius dan Ramdhan 2013).

Pengolahan dan analisis data citra tahun 2010 dan 2015 dari Landsat 7 dan citra tahun 2016 dan tahun 2017 dari Landsat 8. Proses pertama dilakukan dengan menentukan citra satelit lokasi penelitian dan melakukan digitalisasi tepi pantai dengan *software* ERMapper untuk memperoleh garis pantai, kemudian digambarkan atau dipetakan dengan ArcGis. Perubahan garis pantai data yang digunakan dalam *baseline* adalah data garis pantai hasil digitasi citra Landsat 7 tahun 2010 kemudian di-*overlay* dengan garis pantai tahun 2015, 2016, dan 2017 dan dilihat perubahannya. Pemetaan garis pantai hasil digitalisasi citra satelit dapat menampilkan adanya garis yang maju (sedimentasi) dan mundur dari tepi pantai (abrasi), kemudian dengan aplikasi yang terdapat pada ArcGis dihitung luas sedimentasi dan abrasi yang terjadi. Adanya luasan sedimentasi yang berbeda di sepanjang pantai dapat menunjukkan adanya perubahan garis pantai (Ramadhani *et al.* 2021).

Tabel 1. Alat dan bahan yang digunakan

No	Alat dan Bahan	Kegunaan
1	Kamera	Dokumentasi data lapangan
2	Laptop dan Arcgis	Pengolahan data citra
3	Alat ukur	Mengukur <i>breakwater</i>
4	Citra Landsat 7 dan 8 tahun 2010, 2015, 2016, dan 2017	Sumber data garis pantai



Gambar 2. Diagram alir penelitian

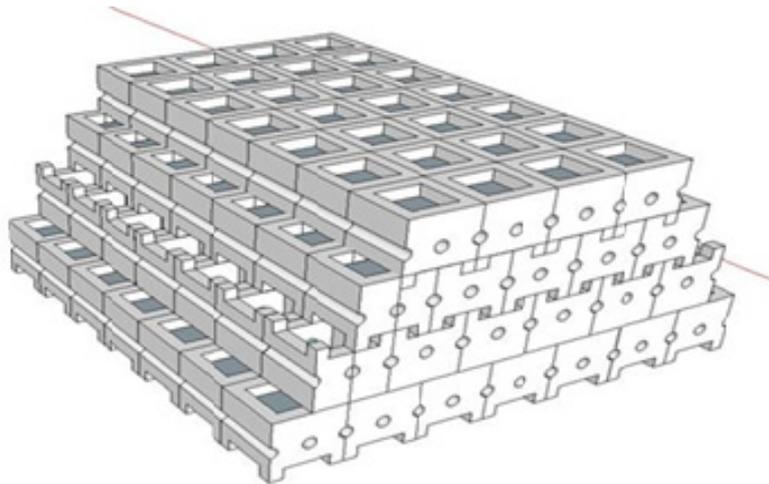
HASIL DAN PEMBAHASAN

Bangunan *breakwater*

Breakwater adalah bangunan pantai yang berfungsi sebagai peredam gelombang yang menuju pantai. Tujuan dibuatnya *breakwater* di Pulau Pramuka agar air laut tidak menimbulkan abrasi atau erosi di pantai. Menurut Pasaribu *et al.* (2020) pemilihan bangunan pantai yang sesuai sangat membantu untuk mencegah dan meminimalisir kemungkinan terjadinya abrasi dan erosi pada daerah pantai. *Breakwater* yang berada di Pulau Pramuka dibuat pada tahun 2016 pada sisi barat dan tahun 2017 pada sisi selatan. Panjang *breakwater* keseluruhan adalah 250 m, dimana bagian barat sepanjang 150 m dan bagian selatan sepanjang 100 m. Perencanaan *breakwater* dimulai pada tahun 2015, pada awal pembuatan

menggunakan batu tahu atau batu *cube* dan diubah menjadi batu berongga dengan tujuan agar ada tempat berpijah dan tempat bermain ikan di sekitar *breakwater*.

Tinggi *breakwater* Pulau Pramuka mencapai 2 m dari dasar perairan, yang terdiri dari empat susun batu berongga. Jenis batuan buatan yang digunakan untuk pembuatan *breakwater* adalah batu kubus berongga biasa disebut *parallelepiped and cube*, mirip dengan tetrapod atau beton pemecah ombak, berbentuk kubus berongga berukuran 60x60 cm. Susunan batu berongga terdiri dari susunan pertama atau dasar dengan 7x7 batu kubus berongga, susunan kedua dengan 6x7 batu kubus berongga, susunan ketiga 5x7 batu kubus berongga, dan susunan keempat atau paling atas 4x7 batu kubus berongga. Susunan batu berongga tersebut diletakkan dasar laut (Gambar 3).

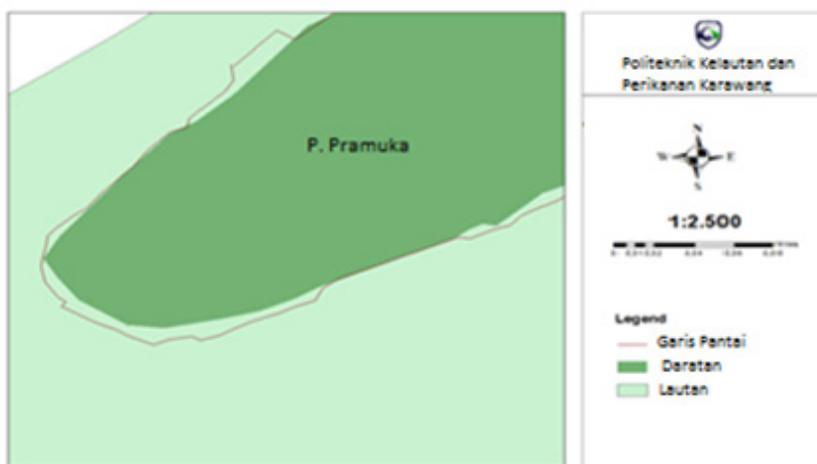


Gambar 3. Susunan batuan *breakwater* di Pulau Pramuka

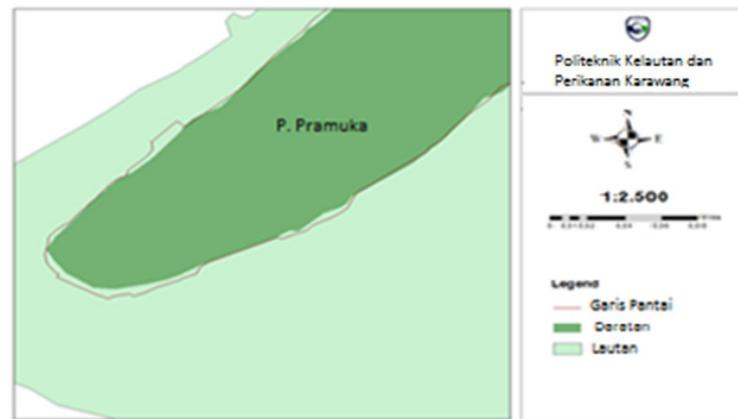
Pada tahun 2017 dan 2019 susunan batu *breakwater* ditambah atau diperbesar menjadi susunan 5-11 karena jika ombak besar datang mengenai *breakwater* tidak kuat untuk menahan gelombang tersebut. Batuan kubus berongga disusun ganjil agar ada undakan untuk meminimalisir batuan kubus tidak jatuh saat terkena ombak atau gelombang besar air laut. Jarak *breakwater* dari tepi pantai adalah 50 m dan antara dua *breakwater* dibuat celah sebagai jarak antara *breakwater* dengan jarak 10-15 m, celah ini berfungsi agar air laut bisa masuk dan keluar dari tepi pantai. Berdasarkan formula *US Army Corps of Engineers* (Pope 2018) agar bangunan dapat membentuk sedimen maka $Y_b/Y_g \leq 0,5$ dimana Y_b adalah jarak bangunan pantai dan Y_g adalah jarak gelombang pecah dari pantai.

Perubahan garis pantai

Perubahan garis pantai akibat terjadinya sedimentasi di Pulau Pramuka pada tahun 2010 dan tahun 2015, dapat dilihat dengan meng-*overlay* (tumpang susun) garis pantai tahun 2010 dengan garis pantai tahun 2015, ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5 (garis berwarna merah). Sedimentasi yang terjadi membuat permukaan pantai bertambah atau makin luas. Dari hasil pengolahan data dengan ArcGis dapat dihitung luas sedimentasi yang terjadi, yaitu sebesar 7.731 ha pada tahun 2010 dan 7.974 ha pada tahun 2015. Hasil pengamatan yang dilakukan langsung di lokasi menunjukkan pantai Pramuka merupakan jenis pantai berpasir putih dan ada sisa karang yang mati terbawa oleh ombak kepinggiran pantai yang menyebabkan adanya penambahan lahan akibat sedimentasi.



Gambar 4. Garis pantai yang terbentuk pada tahun 2010 (garis merah)

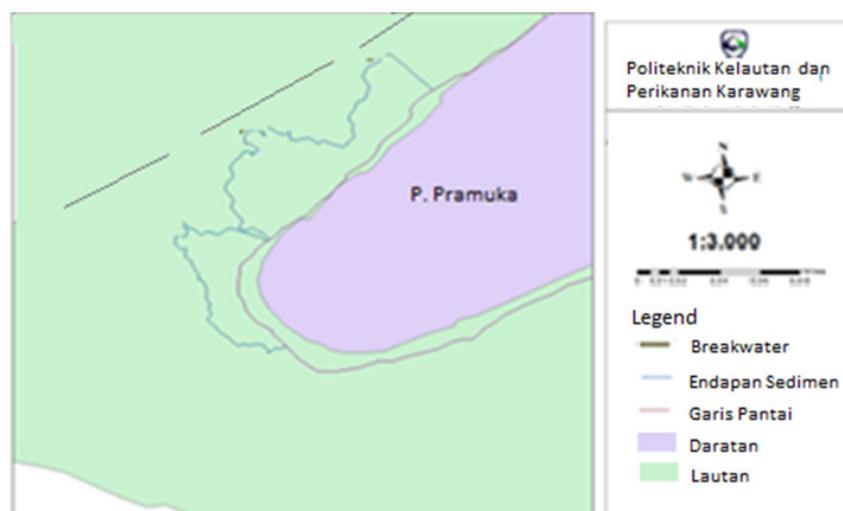


Gambar 5. Garis pantai yang terbentuk pada tahun 2015 (garis merah)

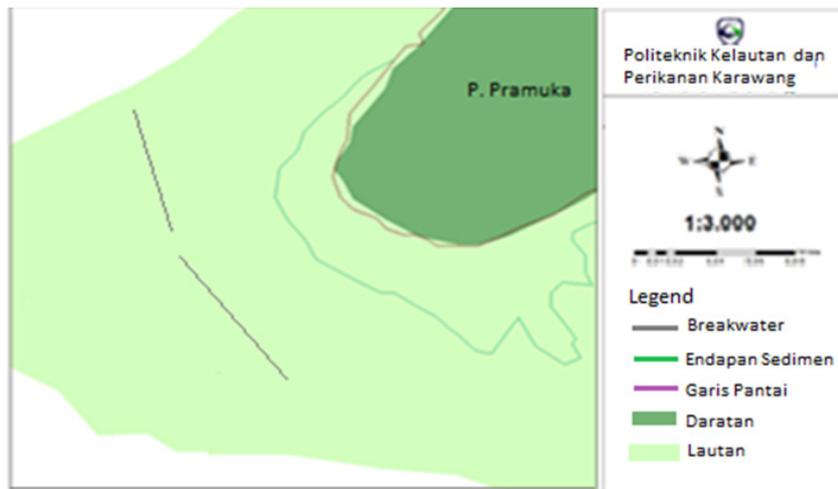
Perubahan garis pantai akibat terjadinya sedimentasi di Pulau Pramuka pada tahun 2016 dan tahun 2017 ditunjukkan pada Gambar 6 dan Gambar 7 (garis warna merah) dan adanya pembentuk sedimen (warna biru). Sedimentasi yang timbul terdapat pada bagian belakang bangunan *breakwater* yang berada di bagian barat dan sebelah selatan Pulau Pramuka. Adanya sedimen ini membuat permukaan pantai bertambah atau makin luas. Dari hasil pengolahan data dengan ArcGis dapat dihitung luas sedimentasi yang terjadi, yaitu sebesar 5.285 ha pada tahun 2016 dan 5.387 ha pada tahun 2017. Hasil pengamatan yang dilakukan langsung di lokasi menunjukkan pantai Pramuka sudah ada tumbuhan mangrove di pinggir pantai yang menunjukkan adanya penambahan lahan akibat sedimentasi.

Tumpang susun (*overlay*) garis pantai

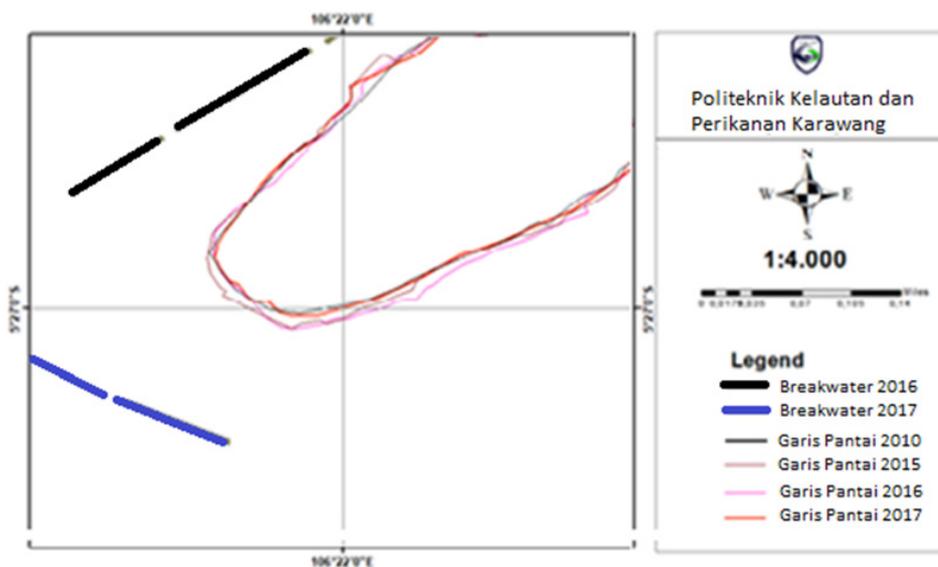
Teknik tumpang susun (*overlay*) garis pantai hasil digitalisasi citra satelit tahun 2010, 2015, 2016, dan 2017 dilakukan untuk melihat proses perubahan atau pergerakan garis pantai dari tahun ke tahun. Suatu wilayah pantai dikatakan mengalami abrasi jika garis pantainya mengalami kemuduran ke arah pantai sedangkan sedimentasi terjadi apabila garis pantai mengalami kemajuan arah laut. Hasil analisis perubahan posisi garis pantai dengan *overlay* dapat menunjukkan suatu kawasan/lokasi mana saja yang mengalami abrasi (erosi) atau sedimentasi (akresi), kemudian dihitung luas sedimen atau abrasi yang terjadi (Pasaribu *et al.* 2019). Hasil pemetaan *overlay* garis pantai untuk tahun 2010, 2015, 2016, dan 2017 di Pulau Pramuka ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 6. Garis pantai yang terbentuk tahun 2016 (garis merah) dan endapan sedimen (garis biru)



Gambar 7. Garis pantai yang terbentuk tahun 2017 (garis merah) dan endapan sedimen (warna hijau)



Gambar 8. *Overlay* garis pantai tahun 2010, 2015, 2016, dan 2017

Gambar 8 menunjukkan di Pulau Pramuka telah terjadi perubahan garis pantai dari tahun 2010 ke tahun 2015, dimana sebelah selatan garis pantai telah berpindah/bergerak ke arah laut, yang menunjukkan terjadinya sedimentasi. Sedangkan di sebelah barat, garis pantai sebagian maju ke arah pantai dan sebagian mundur, yang menunjukkan telah terjadi sebagian abrasi dan sebagian sedimentasi. Kemudian dari tahun 2016 ke tahun 2017, di sebelah selatan terjadi kemunduran garis pantai yang menunjukkan terjadinya abrasi, sedangkan di sebelah barat garis pantai berpindah ke arah laut yang menunjukkan terjadi sedimentasi.

Secara umum dari hasil *overlay* garis pantai pada tahun 2010, 2015, 2016, dan 2017 menunjukkan di Pulau Pramuka

telah mengalami perubahan garis pantai, baik yang disebabkan abrasi maupun sedimentasi. Hal ini terjadi akibat adanya *breakwater* yang menghalangi gelombang yang menuju daratan, akibatnya *breakwater* menimbulkan endapan sedimen dibelakang *breakwater*. Setiap lokasi mengalami abrasi sekaligus akresi di lokasi yang sama secara berganti, tetapi tidak setiap transport sedimen hasil abrasi yang kembali ke pantai (Setiyowati 2016).

Adanya penambahan endapan sedimen tersebut dikarenakan banyak pasir dan material lainnya yang terbawa arus ke arah laut sehingga membentuk sedimen baru di sekitar tanggul pantai. Hasil pengamatan di lapangan dan pengolahan data menunjukkan luas lahan yang timbul akibat sedimentasi berbeda

setiap tahunnya. Tabel 2 menunjukkan luas endapan sedimentasi akibat adanya proses sedimentasi yang terjadi di Pulau Pramuka pada tahun 2010 sampai tahun 2017. Pada Tabel 2 terlihat sedimen yang terbentuk pada tahun 2010 sampai tahun 2015 lebih luas dibandingkan sedimen tahun 2016 sampai tahun 2017, hal ini sesuai dengan perubahan garis pantai pada Gambar 8 yang menunjukkan garis pantai tahun 2016 dan tahun 2017 lebih menjorok ke daratan.

Pengaruh *breakwater* terhadap sedimentasi

Posisi atau letak *breakwater* menentukan letak endapan sedimen yang terjadi belakang *breakwater* atau di depan pantai. Pada lokasi penelitian di pantai Pramuka terdapat dua *breakwater* dengan posisi yang berbeda yaitu *breakwater* yang terletak di sebelah barat dan yang terletak di sebelah selatan Pulau Pramuka.

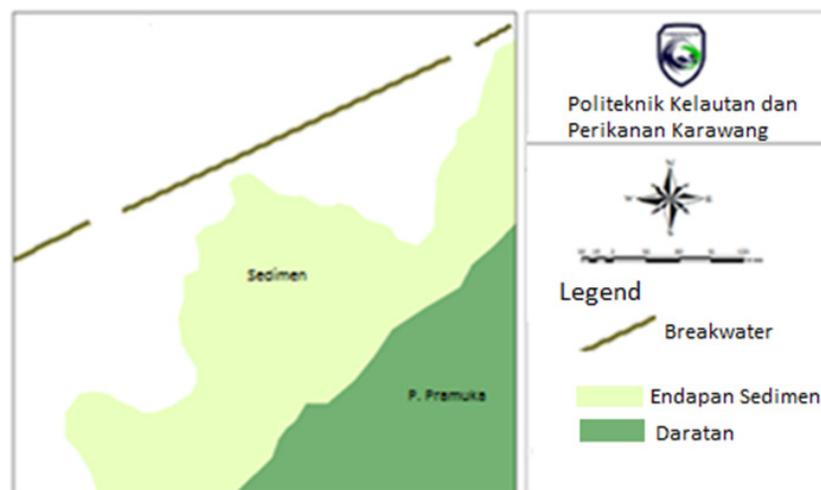
Sedimen yang terbentuk di sekitar *breakwater* dapat digambarkan secara bersamaan, seperti ditunjukkan pada Gambar 9 dan 10, dimana letak *breakwater* berada di sebelah barat dan selatan Pulau Pramuka dengan endapan sedimen yang berbeda-beda. Pada sisi barat endapan

sedimen terletak di belakang *breakwater* hampir mencapai *breakwater* dimana endapan sedimen itu akibat adanya gerakan gelombang yang membawa bahan-bahan hasil abrasi dan diendapkan di sepanjang pantai. Bentuk garis pantai yang dihasilkan berupa *beach*, yaitu kumpulan endapan pasir di pantai yang arahnya memanjang dan berupa tombolo, yaitu endapan pasir yang menghubungkan pulau dengan daratan. Berdasarkan formula *US Army Corps of Engineers* (Pope 2018) agar bangunan dapat membentuk tombolo maka $Y_b/Y_g \leq 0,5$ dimana Y_b adalah jarak bangunan pantai dan Y_g jarak gelombang pecah dari pantai. Berdasarkan penelitian Pasaribu *et al.* (2021) yang dilakukan di sekitar pantai utara Pulau Jawa dengan membangun *breakwater* yang jaraknya 50 m dari pantai maka akan terbentuk endapan/ tombolo.

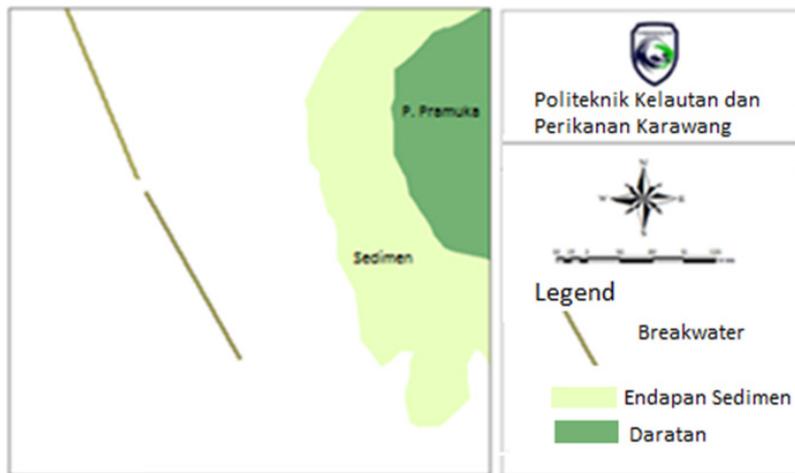
Bangunan *breakwater* yang berada di Pulau Pramuka menimbulkan sedimen di sekitar pantai. Pada pembangunan *breakwater* tahun 2016 di bagian barat Pulau Pramuka menimbulkan sedimen seluas 5.285 ha, sedangkan pada pembangunan *breakwater* tahun 2017 di bagian selatan Pulau Pramuka menimbulkan sedimen seluas 5.387 ha (Gambar 9 dan Gambar 10).

Tabel 2. Luas sedimentasi di Pulau Pramuka

Tahun	Luas Sedimen (ha)
2010	7.731
2015	7.974
2016	5.285
2017	5.387



Gambar 9. Sedimen yang terbentuk akibat *breakwater* barat



Gambar 10. Sedimen yang terbentuk akibat *breakwater* selatan

Berdasarkan pada Gambar 9 dan Gambar 10 terlihat bahwa sedimen akan terbentuk jika terdapat *breakwater*, dimana posisi dan luas sedimen yang timbul tergantung pada waktu pembangunan dan posisi *breakwater*. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa sedimen akan terbentuk dengan adanya bangunan *breakwater* (Suhaemi dan Riandini 2013). Adanya endapan sedimen yang terbentuk, seiring dengan waktu akan menimbulkan garis pantai yang baru, sehingga jika setiap tahun terbentuk sedimen dengan luas yang berbeda akibat *breakwater* akan menyebabkan terjadinya perubahan garis pantai.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil pemetaan *overlay* garis pantai dengan data citra Landsat 7 dan 8 tahun 2010, 2015, 2016, dan 2017 menunjukkan bahwa di pantai Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu telah terjadi perubahan garis pantai. Perubahan garis pantai ini dipengaruhi adanya bangunan *breakwater* yang menimbulkan endapan sedimen di sekitar pantai. Luas endapan sedimen yang timbul akibat *breakwater* di sekitar pantai Pulau Pramuka pada tahun 2010 sebesar 7.731 ha, pada tahun 2015 sebesar 7.974 ha, sedangkan pada tahun 2016 sebesar 5.285 ha, dan pada tahun 2017 sebesar 5.387 ha. Perbedaan luas endapan sedimen di pinggiran pantai dari waktu ke waktu akibat adanya bangunan *breakwater* ini menyebabkan terjadinya perubahan garis pantai.

Saran

Perlu adanya perawatan terhadap bangunan *breakwater* secara rutin untuk memperkuat bangunan sehingga tahan terhadap gangguan dari ombak besar. Diperlukan data citra maupun pengamatan data lapangan yang lebih banyak dan terbaru agar pengolahan dan analisis data lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditionata, Widyawati LF. 2017. Identifikasi Mitigasi Bencana dan Proses Adaptasi Masyarakat Pulau Kecil di Kepulauan Seribu. <https://digilib.esaunggul.ac.id/identifikasi-mitigasi-bencana-dan-proses-adaptasi-masyarakat-pulau-kecil-di-kepulauan-seribu-9746.html>. [4 Oktober 2022].
- Arief M, Winarso G, Prayogo T. 2011. Kajian Perubahan Garis Pantai Menggunakan Data Satelit Landsat di Kabupaten Kendal. *Jurnal Penginderaan Jauh*. 8: 71-80.
- Aryastana P, Eryani IGA, Candrayana K. 2016. Perubahan Garis Pantai dengan Citra Satelit di Kabupaten Gianyar. *Paduraksa*. 5(2): 70-81.
- Darmiati, Nurjaya IW, Atmadipoera AS. 2020. Analisis Perubahan Garis Pantai di Wilayah Pantai Barat Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 12(1): 211-222. DOI: <https://doi.org/10.29244/jitkt.v12i1.22815>.
- Fadilah, Suripin, Sasongko DP. 2013.

- Identifikasi Kerusakan Pantai Kabupaten Bengkulu Tengah Provinsi Bengkulu. *Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan: Optimasi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan dalam Mewujudkan Pembangunan Berkelanjutan*. 337-341.
- Halim, Halili, Afu LOA. 2016. Studi Perubahan Garis Pantai dengan Pendekatan Pengideraan Jauh di Wilayah Pesisir Kecamatan Soropia. *Sapa Laut*. 1(1): 24-31.
- Husodo T, Ali Y, Mardiyah SR, Sya Shanida S, Abdoellah OS, Wulandari I. 2021. Perubahan Lahan Vegetasi Berbasis Citra Satelit di DAS Citarum, Bandung, Jawa Barat. *Majalah Geografi Indonesia*. 35(1): 54-63. DOI: <https://doi.org/10.22146/mgi.61217>.
- Lillesand TM. 2002. Combining Satellite Remote Sensing and Volunteer Secchi Disk Measurement for Lake Transparency Monitoring. *Proceedings National Monitoring Conference, Building a Framework for the Future, Madison, Wisconsin*. National Water Quality Monitoring Council.
- Manansang MK, Hendratta LA, Dundu AKT. 2018. Analisis Pengaruh *Breakwater* terhadap Transpor Sedimen Pantai Sindulang 1 Sampai Tumumpa 2. *Jurnal Sipil Statik*. 6(2): 113-124.
- Nurjanah R. 2012. Studi Persepsi Dampak Perubahan Pemanfaatan Lahan terhadap Kunjungan Wisata di Pulau Pramuka Kepulauan Seribu. *Journal of Regional and City Planning*. 23(2): 139-156.
- Nurqolis, Pratiwi V. 2020. Analisis Penentuan Tata Letak *Breakwater* dengan Menggunakan *Software SMS (Surface-Water Modeling System)* di Pulau Tidung Kepulauan Seribu. *Civil Engineering Research Journal*. 1(2): 89-99.
- Pasaribu R, H FA, Soeprijadi L. 2019. Spatial Analysis of Coastline Change by Remote Sensing in the North Coast of Karawang Regency. *Jurnal Geografi Lingkungan Tropik*. 3(2): 50-56. DOI: <https://doi.org/10.7454/jglitrop.v3i2.71>.
- Pasaribu R, Irwan A, Pattirane C. 2021. Perencanaan Bangunan Pelindung Pantai untuk Pencegahan Abrasi di Pantai Utara Karawang Building. *Jurnal Kelautan Nasional*. 16(3): 223-236.
- Pasaribu R, Irwan A, Soeprijadi L, Pattirane C. 2020. Studi Alternatif Bangunan Pengaman Pantai di Pesisir Kabupaten Karawang. *Pelagicus: Jurnal IPTEK Terapan Perikanan dan Kelautan*. 1(2): 83-95.
- Pasaribu R, Soeprijadi L, Sutono D. 2019. Kajian Abrasi dan Sedimentasi dengan Teknologi Remote Sensing di Pantai Karawang. *Jurnal Airaha*. 8(2): 137-147.
- Pope J. 2018. 50-Year History of The United States (USA) Army Engineers Coastal Engineering Research Board (CERB). *Proceedings of 36th Conference on Coastal Engineering, Baltimore, Maryland*. The International Conference on Coastal Engineering (ICCE).
- Pranoto HR, Atmodjo W, Denny NS. 2016. Studi Sedimentasi pada Bangunan Groin di Perairan Timbulsloko, Kabupaten Demak. *Jurnal Oseanografi*. 5(1): 86-95.
- Ramadhani YP, Praktikto I, Suryono CA. 2021. Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Landsat di Pesisir Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *Journal of Marine Research*. 10(2): 299-305. DOI: <https://doi.org/10.14710/jmr.v10i2.30468>.
- RazakA, Suprihardjo R. 2013. Pengembangan Kawasan Pariwisata Terpadu di Kepulauan Seribu. *Jurnal Teknik Pomits*. 2(1): C14-C19.
- Setiyowati S. 2016. Studi Perubahan Garis Pantai Pulau Untung Jawa Kepulauan Seribu DKI Jakarta [Skripsi]. Jakarta (ID): Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Suhaemi, Riandini F. 2013. Dinamika Garis Pantai Sanur Bali Akibat Adanya Struktur Sejajar Pantai. *Jurnal Teknik Hidraulik*. 4(1): 79-90.
- Winarso G. 2018. Metode Cepat Pemantauan Hutan Mangrove Menggunakan Data Penginderaan Jauh. *Seminar Nasional Geomatika 2018: Penggunaan dan Pengembangan Produk Informasi Geospasial Mendukung Daya Saing Nasional*. 3: 901-910.
- Yulius, Ramdhan M. 2013. Perubahan Garis Pantai di Teluk Bungus

Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat berdasarkan Analisis Citra Satelit. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 5(2): 417-427.