OSEANOLOGI DAN LIMNOLOGI DI INDONESIA

Online ISSN: 2477-328X

Akreditasi RISTEKDIKTI No. 21/E/KPT/2018

<http://jurnal-oldi.or.id>
**Karakteristik Pantai dan Bahaya Abrasi
di Pulau Putri, Nongsa, Batam**
Undang Hernawan¹, Nineu Yuyu Geurhaneu¹ dan Godwin Latuputty¹
¹Puslitbang Geologi Kelautan Jl. Dr. Junjuran 236 BandungEmail: uherawan@gmail.com

Submitted 31 August 2017. Reviewed 20 March 2018. Accepted 24 May 2018

DOI: [10.14203/oldi.2018.v3i2.161](https://doi.org/10.14203/oldi.2018.v3i2.161)
Abstrak

Pulau Putri, Nongsa merupakan pulau terdepan wilayah NKRI yang berbatasan dengan Singapura dan keberadaannya sangat penting secara ekonomi maupun politik. Pengelolaan Pulau Putri perlu memperhatikan karakteristik wilayah yang menggambarkan karakter dan fisik pantai dan merupakan hasil interaksi antara pengaruh marin dan kondisi wilayah pantai, unsur geologi-geofisika dan antropogenik. Penelitian bertujuan untuk memetakan karakteristik pantai wilayah Pulau Putri sebagai upaya pengelolaan pulau kecil terdepan wilayah NKRI dan menggambarkan bahaya abrasi yang terjadi di wilayah pulau ini. Lokasi penelitian adalah Pulau Putri, Nongsa, Batam dan terletak pada 1° 10' – 1°15' LU dan 104° – 104° 10' BT. Kegiatan survei lapangan dilaksanakan pada bulan Mei 2014. Metode pemetaan karakteristik pantai dilakukan melalui pengamatan geologi (litologi penyusun), morfologi pantai dan karakter garis pantai. Pengukuran batimetri dilakukan dengan *echosounder*. Pengamatan pasang surut dengan *peilschaal* dan pengamatan angin dengan *weather station*. Hasil penelitian menunjukkan tipe pasang surut termasuk tipe pasut campuran condong ke semi diurnal, arah arus dominan timur laut. Kondisi batimetri antara Pulau Putri dan Pulau Batam memiliki kedalaman sampai 20 m dengan kemiringan 2,5° dan ke arah selat Singapura memiliki kedalaman hingga 70 m dengan kemiringan >10°. Karakteristik wilayah pantai pada daerah ini terbagi menjadi pantai berpasir, mangrove, berkarang, berbatu dan bertebing. Pada umumnya pantai berpasir, mangrove, berkarang, berbatu memiliki morfologi datar dan terdiri atas pasir, mangrove, terumbu karang, kerikil dan bongkah. Pantai bertebing rendah terdiri atas konglomerat aneka bahan yang tidak terkonsolidasi dengan baik. Bahaya abrasi mengancam Pulau Putri terutama di bagian barat – utara pulau. Bahaya abrasi harus ditanggulangi dengan memperhatikan karakteristik pantai wilayah setempat.

Kata kunci: Karakteristik pantai, abrasi, Pulau Putri, Nongsa, Batam

Abstract

Coastal Characteristic and Abrasion Hazard in Putri Island, Nongsa, Batam. Putri Island, Nongsa is the outer and frontier island of NKRI region bordering Singapore. Its existence is very important both economically and politically. The management of Putri Island should consider the coastal characteristic that describes character and physical of the beach as the result of interaction between marine influence and coastal condition, geophysical and anthropogenic elements. The purposes of the study are mapping the coastal characteristics as an effort to manage frontier island and describing the abrasion hazard that occurred in this area. The study area is Putri Island, Nongsa. Field survey was conducted in May 2014. Coastal characteristic method was conducted through geological observation, coastal morphology and coastline character.

Bathymetry measurement conducted by echosounder, tidal observation by peilschaal and wind observation by a weather station. The study results show the type of tide is mixed predominantly semi diurnal. The dominant current direction is to the northeastern. The bathymetry conditions between Putri and Batam Island have a depth of up to 20 with a slope of 2.5^0 and towards the Singapore Strait has a depth of up to 70 m with a slope of $> 10^0$. Coastal characteristics of Putri Island is divided into 5 types, ie sandy beaches, mangroves, coral, rocky and cliff. Generally, sandy beaches, mangroves, rocky, rocky have flat morphology and consist of sand, mangroves, coral reefs, gravel and boulder. Low-cliff beaches consist of conglomerates of various materials that are not well consolidated. The abrasion hazard threatens the Putri Island, Nongsa, especially in the north-western part of the island. The abrasion of Putri Island should be managed and performed based on the coastal characteristics of the area.

Keywords: Coastal characteristic, abrasion, Putri Island, Nongsa, Batam.

Pendahuluan

Pulau Putri, Nongsa merupakan bagian gugusan pulau di sekitar Batam, yang terdiri dari Pulau Nongsa, Pulau Putri Besar dan Pulau Putri Kecil. Secara administrasi Pulau Putri terletak pada bagian utara Kota Batam, Provinsi Kepulauan Riau. Pulau ini bentuknya oval memanjang kira-kira sepanjang 199 meter dengan garis tengahnya tak lebih dari 50 meter (Geurhaneu dan Susantoro 2016). Pulau Putri merupakan salah satu pulau terdepan NKRI yang berbatasan langsung dengan Singapura dengan jarak sekitar 30 mil (Soemarwi 2016).

Berdasarkan PP No.38 Tahun 2002 Pulau Putri memiliki Titik Dasar No. TD. 193 dan Titik Referensi No. TR. 193 di Pulau Nongsa pada koordinat $01^{\circ} 12' 29''$ U dan $104^{\circ} 04' 47''$ T. Sebagai pulau terluar, keberadaan Pulau Putri dikokohkan dengan berdirinya sebuah tugu setinggi 160 cm di gugusan pasir Pulau Putri. Pada tugu ini, terpahat lambang negara garuda pancasila dan tulisan tertulis Negara Kesatuan RI pada bagian bawah lambang burung garuda. Selain itu juga terdapat instalasi menara suar di bawah pengawasan Distrik Navigasi Klas I Tanjungpinang.

Hasil penelitian Geurhaneu dan Susantoro (2016) menunjukkan Pulau Putri terus menyusut luasannya. Pulau Putri mengalami perubahan garis pantai yang signifikan dari tahun 2013 – 2016. Pada tahun 2000 luas pantai putri sekitar 131.374 m^2 dan pada tahun 2016 luasnya hanya sekitar 24.266 m^2 . Pulau Putri ini memanjang seperti melindungi sebagian Pantai Nongsa dari perairan internasional. Pada saat air laut surut, Pulau Putri kelihatan satu sedangkan pada waktu air laut pasang pulau itu seperti terbagi menjadi tiga pulau, karena bagian tengah pulau digenangi air laut. Pada saat surut, di antara pulau bagian barat dengan bagian tengah akan terlihat batu-batu yang menghubungkannya. Selain itu, batu karang hancur akibat limbah minyak hitam yang kerap terbawa arus dari perairan internasional.

Keberadaan Pulau Putri sangat penting baik secara ekonomis maupun secara politik. Oleh karena itu diperlukan upaya yang untuk menjaga dan mengelola Pulau ini. Salah satu pengelolaan kawasan pulau-pulau terdepan wilayah NKRI adalah melalui identifikasi dan inventarisasi kondisi geologi wilayah Pulau Putri. Parameter karakteristik pantai dimaksudkan untuk mengetahui karakter dan fisik pantai, baik genetika maupun perubahan-perubahan garis pantai karena kondisi alam dan dampak kegiatan lainnya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk pemetaan karakteristik pantai wilayah Pulau Putri sebagai salah satu upaya pengelolaan pulau-pulau kecil dan terdepan wilayah NKRI dan menggambarkan bahaya abrasi yang terjadi di wilayah pulau ini berdasarkan karakteristik pantai yang ada di lokasi penelitian sebagai antisipasi lanjut dari bahaya abrasi yang berlangsung.

Kondisi Umum daerah Penelitian

Geologi Regional

Secara geologi perairan Batam termasuk dalam kawasan granit Sumatera bagian barat, sebagai satu rangkaian pulau-pulau timah yang membujur dari daratan Thailand – Malaysia hingga Bangka – Belitung. Jalur timah ini dikenal sebagai *Tin Belt of Sumatera* (Kusnawa et al. 1994) dan termasuk ke dalam *main range and eastern range tin belt-bearing granites* (Cobbing et al. 1986). Kondisi geologi demikian menyebabkan perairan Batam kaya dengan potensi mineral-mineral plaser (*placer mineral*) dan mineral berat (*heavy mineral*) yang bernilai ekonomis. Mineral-mineral plaser dan mineral berat tersebut berasal dari batuan granit pada pulau-pulau timah yang terdapat di bagian selatan (Batam dan Bintan) yang telah mengalami deformasi dan pelapukan (Gambar 1) (Kusnawa et al. 1994).

Batuan beku yang merupakan hasil pemadatan larutan magma berdasarkan tempat pembekuannya dikelompokkan menjadi batuan beku dalam dan batuan beku luar. Secara umum

pengelompokan batuan granit berdasarkan pada tekstur dan komposisi, baik komposisi mineral maupun komposisi kimia. Batuan beku granit di Pulau Batam dan Pulau Bintan merupakan kesatuan batuan granit yang terdapat di Peninsula Malaysia yang melampar hingga ke Kalimantan Barat. Ciri-ciri batuan beku granit ini adalah: berwarna abu-abu kemerahan hingga kehijauan, berbutir kasar dengan komposisi feldspar, kuarsa, hornblende dan biotit. Mineral utama umumnya adalah bertekstur primer dan membentuk suatu pluton bathlit yang tersingkap dengan baik di daratan Pulau Batam dan Pulau Bintan. Hasil pelapukan dan proses penneplenisasi menghasilkan mineral ekonomis seperti cebakan bauksit. Berdasarkan lokasi dan komposisi mineralnya, granit ini dikelompokkan menjadi beberapa Pluton Granit Kawal di Bintan dan Pluton Granit Nongsa di Batam. Batuan sedimen yang terdapat di Pulau Batam dan Pulau Bintan adalah dari Formasi Goungan yang terdiri dari batupasir tufaan berwarna keputih-putihan dengan butir yang halus hingga menengah membentuk laminasi sejajar. Batuan lainnya adalah batu lanau umumnya dijumpai sebagai tuf dasitan dan tuf litik feldspatik

berwarna putih, halus, setempat-setempat berselingan dengan batupasir tuf, memperlihatkan struktur laminasi sejajar dan silang-siur, tuf putih kemerahan dan batu lanau kelabu agak karbonan mengandung sisa tanaman. Formasi ini menutupi tak selaras Formasi Tanjungkerotang dan berlingkungan fluviatil. Tebal formasi diduga sekitar 200 m, umurnya plio-plistosen (Kusnama et al. 1994).

Geologi Kelautan

Berdasarkan publikasi dari Puslitbang Geologi Kelautan pada peta Geologi Kelautan lembar peta 1017 Batam-Riau Kepulauan (PPPGL 2005), kondisi geologi daerah penelitian dan sekitarnya terdiri atas kuarter 2 (lepas, tipis, lempung-lanau), kuarter 1 (kompak, tebal, pasir), meta sedimen (Fr. Goungan), dan granit (Gambar 2). Tekstur dasar sedimen berdasarkan peta tekstur sedimen dasar laut lembar 1017 (PPPGL 2005) khusus pada perairan Pulau Putri, Nongsa dan sekitarnya terdiri dari lumpur kerikilan (gM), pasir kerikilan (gS) dan pasir lumpur sedikit kerikilan ((g)mS) (Gambar 3).

Gambar 1. Peta geologi lembar Tanjungpinang (Sumber: Kusnama et al. 1994)

Figure 1. Geological map of Tanjungpinang sheet (Source: Kusnama et al. 1994)

Gambar 2. Peta geologi kelautan wilayah Pulau Batam-Riau kepulauan (Sumber: PPPGL 2005)
Figure 2. Marine geological map of Batam-Riau Islands (Source: PPPGL 2005)

Gambar 3. Peta tekstur sedimen dasar laut wilayah Pulau Batam-Riau kepulauan (Sumber: PPPGL 2005)
Figure 3. Sea surface sediment texture map of Batam-Riau Island (Source: PPPGL 2005)

Metodologi

Lokasi penelitian merupakan wilayah Pulau Putri, Nongsa, Batam yang terletak pada $1^{\circ} 10' - 1^{\circ} 15' \text{ LU}$ dan $104^{\circ} - 104^{\circ} 10' \text{ BT}$ (Gambar 4). Pengukuran dan pengamatan lapangan dilakukan pada bulan Mei 2014.

Pemetaan karakteristik pantai dilakukan guna memberikan gambaran umum morfologi, material penyusun, serta proses yang sedang terjadi di kawasan pesisir daerah penelitian. Metode pemetaan meliputi pengamatan geologi (litologi penyusun), morfologi pantai, dan karakteristik

garis pantai berdasarkan metode Dolan et al. (1975) dalam Solihuddin (2011). Pemetaan karakteristik pantai dengan mengacu Dolan et al. (1975) juga dilakukan oleh Yulius et al. (2009), Budiono dan Latuputty (2013), Geurhaneu dan Kamiludin (2013), Mustafa et al. (2016). Pemetaan karakteristik pantai dilakukan dengan melakukan pengamatan lapangan di sepanjang garis pantai daerah penelitian menggunakan kapal dan dengan berjalan menyusuri pantai pada titik-titik dan daerah yang telah ditentukan.

Faktor-faktor yang menjadi objek pengamatan adalah yang berkaitan dengan

pengaruh geologi, fisika, biologi serta aktifitas manusia, antara lain mencakup :

- Garis pantai dan perubahannya
- Pengamatan arus dan gelombang yang berpengaruh
- Jenis dan macam sedimen serta proses terbentuknya
- Peranan manusia dan peranan lainnya yang berkaitan dengan aktifitas biologi.

Identifikasi pantai sekeliling pulau Putri dilakukan dengan pendekatan metoda tidak langsung dan langsung. Metoda tidak langsung dilakukan dengan cara studi pustaka meliputi

pemilihan metoda yang akan diterapkan, penelaahan topografi, dan kondisi fisik geologi. Metoda langsung dilakukan dengan orientasi lapangan melalui tepian laut dan pantai dengan menggunakan perahu dan jalan kaki secara deskripsi kualitatif terhadap aspek geologi, relief, karakteristik garis pantai (*shoreline character*) dan proses dominan (Dolan et al. 1975) dengan beberapa modifikasi pada legenda dan skala peta. Pengambilan data dan foto dipandu oleh perangkat “*global positioning system*” (GPS) jenis Garmin dan terakhir wawancara dengan petugas atau pemuka masyarakat serta nelayan.

Gambar 4. Peta lokasi penelitian Pulau Putri, Nongsa, Batam
Figure 4. Study location map of Putri Island, Nongsa, Batam

Pengukuran Batimetri

Pengukuran kedalaman perairan laut dilakukan melalui metode pemeruman dengan menggunakan *single beam echo sounder*. Peralatan ini dipasang di samping kapal dan akan merekam kedalaman laut. Guna mendapatkan kedalaman

yang tepat, data ini dikoreksi dengan data pasang surut. Pengamatan pasut pada survei batimetri adalah untuk mendefinisikan bidang referensi kedalaman (*chart datum*) dan rata-rata muka laut (MSL).

Pengukuran pasang surut dan arus

Pengamatan pasang surut dilakukan pada lokasi yang representatif dengan lama pengamatan 15 x 24 jam. Pengamatan dilakukan dengan cara manual yaitu dengan memasang alat duga muka air (*peilschaal*) yang dibaca setiap 1 jam. Elevasi hasil pengamatan muka air selanjutnya diikatkan dengan menggunakan cara sipat datar (*levelling*) terhadap titik tetap BM (*bench mark*) yang ada, kemudian digunakan sebagai titik referensi kedalaman dan ketinggian. Pengamatan pasang surut dilaksanakan mulai tanggal 14 - 28 Mei 2014 di pantai Pulau Putri, pada posisi koordinat $1^{\circ} 12' 05.98''$ LU, $104^{\circ} 04' 35.83''$ BT (Gambar 4).

Pengambilan data arah dan kecepatan arus laut dilakukan dengan menggunakan metode Euler (titik tetap) (Emery dan Thomson 1998). Pada metode ini pengukuran dilakukan pada satu titik tetap pada kurun waktu tertentu dalam satu periode pasang surut yaitu selama 25 jam dengan interval waktu setiap 1 jam. Pengambilan data dimulai pada tanggal 19 Mei 2014 pukul 21.00 sampai dengan tanggal 20 Mei 2014 pukul 23.00. Pengukuran arus dilakukan menggunakan alat *Current Meter* mekanik (rotor) tipe Valeport 106 pada posisi koordinat $104^{\circ} 04' 27.46''$ BT, $1^{\circ} 12' 20.92''$ LU (Gambar 4). Pengambilan data arah dan kecepatan arus dilakukan pada 3 kedalaman yaitu $0.2(\text{depth})$, $0.6(\text{depth})$ dan $0.8(\text{depth})$ dimana kedalaman (*depth*) pada lokasi pengambilan data adalah 15 meter. Pengambilan 3 kedalaman ini dimaksudkan agar data arah dan kecepatan arus yang diperoleh tersebut dapat menunjukkan tentang kondisi arus pada setiap kolom air dari permukaan sampai dengan dasar perairan yang didasarkan pada teori Pond dan Pickard (1983). Guna mendapatkan gambaran fenomena hubungan pasang surut air laut dengan pola arusnya maka dilakukan grafik penggambaran hubungan pola arus dengan pasang surut.

Angin

Pengamatan angin dilakukan dengan menggunakan alat *Weather Station* merk Davis.

Pengukuran karakteristik angin meliputi arah dan kecepatan angin dilakukan dengan interval waktu sepuluh menit. Kecepatan angin yang direkam adalah kecepatan angin rata-rata dan kecepatan angin tertinggi dalam interval waktu sepuluh menit. Lokasi pengamatan angin berada di posisi koordinat $1^{\circ} 12' 05.97''$ LU, $104^{\circ} 04' 36.71''$ BT (Gambar 4).

Hasil

Geologi lokal daerah Pulau Putri

Pada lokasi penelitian dijumpai satuan batuan yang berbeda seperti yang tertera di peta geologi, yakni Satuan Granit muncul pada bagian pantai yang membentuk tanjung. Sedangkan bagian teluk yang dihimpit oleh tanjung, ditempati oleh sedimen aluvium kuartar. Gugusan Pulau Nongsa, Putri Besar dan Putri kecil dipercayai didasari oleh batuan granit sehingga membentuk morfologi curam. Peta geologi lokal disajikan pada Gambar 5.

Batimetri dan Morfologi

Lintasan yang dilakukan dalam penelitian ini mencakup sekeliling Pulau Putri, Nongsa yang menghasilkan gambar tampilan kontur. Berdasarkan pola kontur kedalaman laut pada gambar batimetri (Gambar 6). Morfologi dasar laut daerah penelitian dapat dibagi berdasarkan sistem perairannya, yaitu morfologi dasar laut di selat, yaitu perairan antara Pulau Batam dan Pulau Nongsa dan morfologi perairan laut terbuka, yaitu perairan sebelah Barat laut Pulau Nongsa ke arah perbatasan Singapura. Perairan selat mempunyai kedalaman berkisar antara 5 – 25 meter (Gambar 7-8) dengan kemiringan 2.5° relatif landai (Gambar 9). Kawasan yang termasuk kedalam perairan laut terbuka yaitu di barat laut dari gugusan Pulau Putri, Nongsa (Gambar 7-8) mempunyai batimetri yang lebih dalam dibandingkan daerah selat, yaitu mencapai kedalaman sekitar 70 meter. Perairan laut dalam yang terdapat pada daerah survei perairan ini dicirikan oleh pola kontur yang rapat dengan sudut kemiringan $>10^{\circ}$ (Gambar 6 dan 9).

Gambar 5. Peta geologi lokal Pulau Putri, Nongsa, Batam
Figure 5. Local geological map of Putri Island, Nongsa, Batam

Gambar 6. Kontur Kedalaman Perairan Pulau Putri, Nongsa
Figure 6. Bathymetry contour of Putri Island, Nongsa water

Gambar 7. *Digital Elevation* perairan Pulau Putri
Figure 7. Digital elevation of Putri Island, Nongsa water

Gambar 8. Penampang melintang arah A (barat laut) – B (tenggara)
Figure 8. Cross section of a (northwest) – B (southeast)

Gambar 9. (a) Slope bathimetri dan (b) tampilan 3D perairan Pulau Putri, Nongsa
Figure 9. (a) Bathimetri slope and (b) 3D view of Putri Island, Nongsa water

Arus dan Pasang Surut

Hasil pengamatan pasut seperti telah dilaporkan juga oleh Geurhaneu dan Susantoro (2016) dengan komponen-komponen pasut disajikan pada Tabel 1. Hasil pengukuran arus disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 10.

Berdasarkan penghitungan komponen pasut tersebut, maka diperoleh bilangan Formzall sebesar 0,77. Tipe pasang surut dengan bilangan $0,25 < F < 1,5$ diklasifikasikan ke dalam tipe pasut campuran, condong ke semi diurnal (mixed predominantly semi diurnal) yaitu jenis pasang surut yang terdapat dua kali air pasang dan dua kali air surut dalam sehari dengan ketinggian dan

periode yang tidak sama (Survei Hidrografi 2005 dalam Sutirto dan Trisnoyuwono 2014).

Hasil pengukuran arus pada bulan Mei menunjukkan secara umum arah arus adalah dominan timur laut. Hasil penggambaran pola arus dengan pasang surut disajikan pada Gambar 11. Secara umum hasil penggambaran pola arus dengan pasang surutnya menunjukkan bahwa kecepatan arus cukup tinggi ketika menjelang surut, dan sebaliknya berkecepatan arus rendah dan mengalami perubahan arah pada saat surut minimum menuju pasang (*slack water*) dan saat surut.

Tabel 1. Skema VIII Komponen Pasut Hasil Perhitungan metode Admiralty

Table 1. VIII scheme of tidal components resulted by Admiralty method

	S0	M2	S2	N2	K2	K1	O1	P1	M4	MS4
Amplitudo (cm)	213.81	76.55	22.63	12.29	5.2	51.82	24.6	17.1	0.67	1.52
Angular (°)		285	342	290	342	71	25	71	288	28

Tabel 2. Hasil pengukuran arus di perairan Pulau Putri, Nongsa

Table 2. Current measurement of Putri Island, Nongsa

Depth	3 m (0.2d)	9 m (0.6d)	12 m (0.8d)
Max speed	1.2 m/s	1.026 m/s	0.765 m/s
Avg speed	0.394 m/s	0.384 m/s	0.289 m/s
Min speed	0.037 m/s	0.074 m/s	0.073 m/s
Dominant direction	Northeast and southwest	Northeast and north	Northeast and north

Gambar 10. Diagram *current rose* pada berbagai kedalaman

Figure 10. Current rose diagram in different depths

Gambar 11. Grafik hubungan pasut dan arus perairan kedalam 0.2d, 0.6d dan 0,8d
Figure 11. Relationship chart of tidal and current at water depth 0.2d, 0.6d dan 0,8d

Angin

Arah angin dominan hasil penelitian pada bulan Mei berasal dari arah barat daya (SW) dengan kecepatan angin rata-rata berkisar antara 1 – 5 Knot, sedangkan kecepatan angin maksimum adalah 18.3 Knot berasal dari utara-timur laut (NNE). Diagram *windrose* kecepatan dan arah angin hasil pengukuran disajikan pada Gambar 12.

Karakteristik Pantai

Karakteristik pantai daerah penelitian disusun berdasarkan klasifikasi Dolan et al. (1975). Klasifikasi ini mengacu pada kondisi morfologi, geologi, dan karakteristik. Secara umum karakteristik pantai daerah penelitian dapat dibedakan menjadi :

Pantai berpasir

Pantai berpasir mendominasi di sekeliling pantai Pulau Nongsa. Pada bagian timur pantai berpasir ini menempati area yang luas. Berbeda dengan bagian barat yang menempati area yang sempit. Pada bagian timur, pantai berpasir langsung berhubungan dengan laut, sedangkan di bagian barat, terdapat batu karang luas yang merupakan bagian pasang surut laut. Geologi pada daerah ini berupa endapan aluvium dengan morfologi datar dan karakteristik garis pantai berupa pasir, sedikit tumbuhan/semak dan adanya bangunan pantai. Morfologi pada daerah ini datar. Gambar 13 menunjukkan kondisi pantai pada lokasi ini.

Pantai bermangrove

Pantai ini hanya menempati di bagian barat daya Pulau Putri Besar. Mangrove pada lokasi ini

mempunyai kerapatan yang sangat jarang dan hanya berupa gerombol dan pohon mangrove yang terpisah. Mangrove di daerah ini tumbuh pada substrat berbatu. Mangrove yang ada di daerah ini merupakan jenis *Rhizophora sp.* Morfologi pada daerah ini datar. Gambar 14 menunjukkan kondisi mangrove di daerah penelitian.

Pantai berkarang

Daerah pantai di lokasi penelitian memiliki kondisi yang sangat landai. Hal ini menjadikan pantai di daerah ini memiliki daerah pasang surut yang sangat jauh. Ciri utama dari pantai berkarang ini adanya hanya muncul pada waktu air surut saja dan tergenang pada waktu pasang. Kondisi ini terjadi karena pantai ini termasuk lokasi bagian pasang surut air laut. Pantai ini berada sepanjang bagian barat Pulau Nongsa sampai Pulau Putri Besar. Pantai ini berupa batu karang (bukan terumbu karang) yang sebagian besar telah mati. Batu karang memiliki morfologi yang kasar, sebagian menonjol cenderung runcing dan tajam. Batu karang ini umumnya menyambung dengan bagian lainnya, dan jarang ditemukan berupa bongkahan yang terpisah. Secara umum morfologi pada daerah ini datar. Gambar 15 menunjukkan kondisi pantai berkarang.

Pantai berbatu

Pantai berbatu secara umum berada sebelah utara wilayah penelitian, yaitu di wilayah pasang surut Pulau Putri Kecil. Batuan pada pantai tipe ini berupa kerikil dan bongkah. Secara umum morfologi pada daerah ini datar. Gambar 16 menunjukkan kondisi pantai berupa kerikil dan bongkah.

V. Pantai bertebing

Pantai bertebing berada di bagian utara – timur laut Pulau Putri Besar. Batuan pada daerah ini berupa konglomerat aneka bahan. Secara umum morfologi pada daerah ini bertebing rendah. Gambar 17 menunjukkan kondisi pantai tipe ini.

Gambar 18 menunjukkan peta karakteristik pantai dan pengaruh marin dominan, sedangkan Gambar 19 menunjukkan foto-foto kondisi lapangan di sekitar Pulau Putri, Nongsa.

Gambar 12. Diagram *wind rose* kecepatan dan arah angin (a) rata-rata dan (b) tertinggi
Figure 12. Wind rose diagram of (a) average and (b) maximum speed and wind direction

Gambar 13. Pantai berpasir dan bangunan pantai penahan arus dan gelombang
Figure 13. Sandy beach and retaining building of current and wave

Gambar 14. Pantai dengan kondisi mangrove di daerah penelitian
Figure 14. Beach with mangrove condition in the study area

Gambar 15. Pantai berkarang
Figure 15. Beach with coral

Gambar 16. Pantai berbatu berupa kerikil dan bongkah
Figure 16. rocky beach as gravels and boulders

Gambar 17. Kondisi pantai bertebing berupa konglomerat aneka batuan
Figure 17. beach cliff condition as conglomerate of various rocks

Gambar 18. Peta karakteristik pantai wilayah Pulau Putri, Nongsa
Figure 18. Coastal characteristic of Putri Island, Nongsa

Gambar 19. Panel foto kondisi lapangan karakteristik pantai Pulau Putri, Nongsa
 Figure 19. Photograph panels showing coastal characteristic of Putri Island, Nongsa

Pembahasan

Karakteristik pantai merupakan gambaran umum kondisi pantai yang berkaitan dengan kondisi morfologi, geologi dan karakter wilayah pantai. Karakteristik pantai juga menggambarkan pengaruh daratan dan marin terhadap wilayah pantai. Gambar 18 menunjukkan kondisi umum Pulau Putri, Nongsa. Pada saat air laut surut, Pulau Putri terlihat satu, sementara kalau air laut pasang pulau itu seperti terbagi menjadi tiga pulau, karena bagian tengah pulau digenangi air laut. Pada saat surut, di antara kiri dengan yang tengah nampak batu-batu yang menghubungkannya. Pulau Putri, Nongsa hampir dikelilingi oleh bangunan pantai penahan gelombang. Hal ini memberi informasi umum terjadinya proses abrasi di wilayah ini.

Secara umum karakteristik pantai wilayah Pulau Nongsa menunjukkan pola yang berbeda antara arah barat dan timur. Pada wilayah barat, kondisi pantai berupa karang, batuan, kerikil dan bongkah dengan sedikit pasir pada wilayah pantainya. Kondisi pantai seperti ini menunjukkan bahwa pengaruh marin sangat kuat pada daerah ini, yakni energi dominannya adalah energi laut. Hal ini ditandai adanya erosi pada bagian sebelah barat ini dan adanya tanggul/bangunan pantai sebagai penahan erosi. Gambar 20 menunjukkan citra satelit Pulau Putri, Nongsa yang memperlihatkan adanya bangunan pantai. Keadaan berbeda pada bagian timur pulau, yang berupa pantai berpasir. Energi marin yang berasal dari sebelah barat terhalang oleh pulau, sehingga energi pada bagian timur menjadi lebih kecil. Tampak pada Gambar 20 kondisi pantai di bagian timur berupa pantai berpasir tanpa adanya tanggul penahan erosi.

Gambar 20. Citra satelit Pulau Putri, Nongsa (Sumber: Google earth 2014)
Figure 20. Imagery satellite of Putri Island, Nongsa (Source: Google earth 2014)

Pada Pulau Putri Besar dijumpai tebing tegak dengan batuan yang tidak kompak terdiri dari ukuran berbagai fraksi, bongkah hingga lempung, tidak terkonsolidasi dengan baik sehingga mudah terkena abrasi (Gambar 17). Satuan batuan ini diperkirakan sebagai lapukan Formasi Goungon dengan indikasi utama konglomerat. Pada klasifikasi karakteristik pantai, daerah ini berupa pantai bertebing. Bagian depan pulau ini berupa kerikil, kerakal dan bongkah tetapi pada sebagian tempat ditumbuhi oleh mangrove yang sangat jarang. Kondisi substrat berbatu dengan sedikit lumpur dan pasir menyebabkan menyebabkan mangrove tidak dapat berkembang dengan baik. Mangrove dapat berkembang baik pada substrat yang berlumpur, berpasir seperti pada wilayah muara.

Proses dinamika pantai lokasi penelitian di pengaruhi oleh kondisi cuaca, khususnya musim angin utara dan barat. Hal ini dapat teridentifikasi dari bangunan pantai terletak di Pulau Nongsa.

Abrasi terjadi hampir di sekeliling pulau namun yang paling terkena abrasi terutama di sebelah utara. Faktor lainnya yang menyebabkan abrasi di Pulau Putri, Nongsa ini adalah arah dominan angin dan arus yaitu barat daya dan timur laut. Hasil penelitian Geurhaneu dan Susantoro (2016) dan laporan dari harian antaranews (2012) juga menunjukkan bahwa luasan Pulau Putri terus mengalami penyusutan.

Keberadaan Pulau Putri ini sangat penting, terutama dari segi batas wilayah nusantara, karena di Pulau Putri terdapat titik dasar/ titik referensi pulau terluar. Selain itu terdapat pula beberapa *bench mark* di sekitar Pulau Putri, Nongsa diantaranya yang didirikan oleh Kementerian Pekerjaan Umum (PU), Pusidros TNI AL, Bakosurtanal dan Puslitbang Geologi Kelautan (PPPGL) Balitbang KESDM. Berhubung pentingnya keberadaan pulau Putri, Nongsa ini, maka diperlukan upaya yang sungguh dalam menanggulangi abrasi yang terjadi.

Gambar 21. Bangunan penahan gelombang dan menara suar di Pulau Putri, Nongsa

Figure 21. Sea wall and light house in the Putri Island, Nongsa

Kesimpulan

Bahaya dominan di Pulau Putri Nongsa adalah abrasi pantai. Kondisi geologi wilayah Pulau Putri sangat memungkinkan untuk terjadinya abrasi, terutama di daerah bertebing yang merupakan konglomerat aneka bahan, tidak terkonsolidasi dengan baik, sehingga mudah terkena abrasi. Perlu adanya antisipasi lanjut dalam menanggulangi bahaya abrasi ini dengan memperhatikan pengaruh marin, karakteristik pantai dan geologi setempat, sehingga bisa mempertahankan kondisi Pulau Putri, Nongsa, Batam.

Persantunan

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Puslitbang Geologi Kelautan, Balitbang ESDM yang telah memberikan pendanaan dan fasilitas peralatan dalam pelaksanaan kegiatan di Pulau Putri, Nongsa, Batam, tim survei lapangan dan semua pihak yang telah membantu kelancaran survei lapangan hingga selesai.

Daftar Pustaka

- Budiono, K. dan G. Latuputty. 2013. Karakteristik pantai Pulau Laut-Sekatung (salah satu pulau terluar NKRI). *Jurnal Geologi Kelautan* 11 (2):79-90.
- Cobbing, E. J., P. Pitfield, D. I. J. Mallick, dan L. H. Teoh. 1986. The Granites of the South-East Asian Tin Belt. *Journal of the Geological Society* 143 (3):537-550.
- Dolan R., B. O. Hayden, dan M. K. Vincent. 1975. Classification of coastal landform of

the Americas. *Encyclopedia of Beach and Coastal Environments*. p. 72-88.

Emery W. J., dan R. E. Thomson. 1998. Data analysis methods in physical oceanography. Pergamon Elsevier Science, USA. p. 42-116.

Geurhaneu, N. Y., dan U. Kamiludin. 2013. Coastal characteristics of Papela and adjacent area, Rote Island, East Nusa Tenggara. *Bulletin of the Marine Geology* 28 (1):21-29.

Geurhaneu, N. Y., dan T. M. Susantoro. 2016. Perubahan garis pantai berdasarkan data penginderaan jauh di Pulau Putri, Nongsa, Kota Batam, Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Geologi Kelautan*, 14 (2):79-90.

Kusnama, K. S. 1994. Peta Geologi Lembar Tanjungpinang, Sumatera skala 1 : 250.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Mustafa, M. A., D. Setyady, dan U. Kamiludin. 2016. Keterdapatan pasir besi di Pantai Beo dan sekitarnya, Kepulauan Talaud Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Geologi Kelautan*, 14 (2):91-101.

Peraturan Pemerintah No. 38 Tahun 2002. Tentang Daftar Koordinat Geografis Titik-titik Garis Pangkal Kepulauan Indonesia.

Pond, S. dan G. L. Pickard. 1983. *Introductory dynamical oceanography*. 2nd ed. British Library Cataloguing in Publication Data. Pramadya Paramita, Jakarta.

PPPGL (Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan). 2005. Peta geologi kelautan lembar 1017 Batam – Riau Kepulauan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Bandung.

PPPGL (Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan). 2005. Peta tekstrur

- sedimen dasar laut wilayah Batam – Riau Kepulauan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Bandung.
- Soemarwi, V. W. S. 2016. Kedaulatan udara indonesia dan upaya perlindungannya. *Era Hukum*, 1 (16):208-238.
- Solihuddin, Tb. 2011. Karakteristik pantai dan proses abrasi di pesisir Padang Pariaman, Sumatera Barat. *Globe*, 13 (2):112-120.
- Sutirto dan D. Trisnoyuwono. 2014. Gelombang dan Arus laut Lepas. *Graha Ilmu*, Yogyakarta.
- Yulius, K. G. dan H. W. L. Salim. 2009. Pola Spasial Karakteristik Pantai di Teluk Bungus, Kota Padang. *Jurnal Ilmiah Geomatika* 15 (2):55-63.
- AntaraneWS. 2012. Luas pulau putri berkurang. <http://www.antaraneWS.com/berita/346425/luas-pulau-putri-berkurang>. 2 Februari 2017.
- Google earth. 2014. Citra satelit Pulau Putri, Nongsa, Batam. www.earth.google.com. 15 Oktober 2014.