



Kajian dinamika pantai: Studi kasus di Pantai Rening, Jembrana, Bali

Study on beach dynamics: A case study in Rening Beach, Jembrana, Bali

Nurin Hidayati^{1*}, Raut Wahyuning Paluphi¹, M. Arif Asadi¹, Hery Setiawan Purnawali²

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.

Jl. Veteran Malang Kode Pos 65145. *Email korespondensi: nurin_hiday@ub.ac.id.

²Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya

Abstract. The objectives of present study were to determine the distribution of sediment associated with shoreline changes and to analyze the beach dynamics in Rening Beach. Sediment samples were taken from seventeen sampling points spread along the beach, and then followed by the lab test using granulometri method to determine the characteristics of sediment. Shoreline change was analyzed using analysis of satellite imagery in 2011, 2014 and 2016, while the sediment transport were analyzed using Hjulstrom graph. Then, Rening Beach dynamics can be analyzed. Sediment test results showed that sediment type in Rening Beach was dominated by sand with diameter of between 0.25-5 mm. The ocean currents movement was dominantly to the west. The results of shoreline change analysis between the years 2011-2016, and Hjulstrom graph analysis showed the same pattern that Rening Beach was eroded. The Rening Beach was high dynamics with subjected to beach erosion in the form of littoral drift due to longshore currents.

Keywords: *Rening, Sediment, Shoreline, Hjulstrom, Erosion*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan garis pantai, transpor sedimen dan dinamika pantai di Pantai Rening. Pengambilan data arus dan sampel sedimen diambil dari tujuh belas titik pengambilan sampel yang tersebar merata di sepanjang perairan Pantai Rening. Sampel sedimen kemudian diujikan di laboratorium menggunakan metode granulometri untuk mengetahui karakteristik sedimen. Perubahan garis pantai dianalisa menggunakan analisis peta citra satelit tahun 2011, 2014 dan 2016, sedangkan pola transpor sedimen dianalisa menggunakan grafik Hjulstrom. Dari hasil analisa perubahan garis pantai dan transpor sedimen, dapat dianalisa dinamika Pantai Rening. Hasil uji sedimen menunjukkan bahwa jenis sedimen didominasi oleh pasir sedang dengan diameter antara 0.25-5 mm. Pergerakan arus dominan mengarah ke arah barat. Hasil analisis perubahan garis pantai antara tahun 2011-2016, dan analisa grafik Hjulstrom menunjukkan pola yang sama bahwa pada Pantai Rening mengalami erosi dan mundurnya garis pantai. Dinamika Pantai Rening cukup tinggi dengan kecenderungan terjadi erosi pantai berupa littoral drift akibat arus sejajar pantai.

Kata kunci: Rening, Sedimen, Garis pantai, Hjulstrom, Erosi

Pendahuluan

Indonesia termasuk negara kepulauan yang terletak di antara Benua Australia dan Benua Asia serta dibatasi oleh Samudera Pasifik dan Samudera Hindia. Indonesia mempunyai panjang garis pantai sepanjang 99.093 km, dengan jumlah pulau sebanyak 13.466 pulau yang sudah memiliki nama dan koordinat (BIG, 2015). Kepulauan terbentuk oleh berbagai proses geologi yang berpengaruh kuat pada pembentukan morfologi pantai (Muchlisin *et al.*, 2011). Lingkungan pantai merupakan daerah yang kompleks, namun dapat mempunyai potensi sumber daya alam yang besar dan bernilai ekonomis yang tinggi, serta menjadi penting bagi sebagian besar negara. Pemanfaatan sumber daya lingkungan pantai mampu meningkatkan perekonomian dari hasil pemanfaatan sumber daya alamnya, seperti untuk pariwisata, pertambakan, pelabuhan dan pemanfaatan yang lainnya. Namun, wilayah pantai merupakan suatu sistem dengan keseimbangan yang dinamis dan tidak stabil (Hidayati, 2017). Wilayah



pesisir bersifat dinamis dan rentan terhadap perubahan lingkungan baik dikarenakan proses alami maupun akibat aktivitas manusia (Semedi *et al.*, 2016). Perubahan garis pantai merupakan salah satu proses berkaitan dengan dinamika alami pantai. Dinamika perubahan garis pantai suatu perairan dari waktu ke waktu memberikan informasi tentang erosi dan sedimentasi pantai. Menurut Chand dan Acharya (2010), informasi perubahan garis pantai sangat penting dalam berbagai kajian pesisir antara lain untuk perencanaan pengelolaan kawasan pesisir, mitigasi bencana, studi erosi-akresi, serta pemodelan morfodinamik pantai. Terjadinya perubahan garis pantai sangat dipengaruhi oleh proses yang terjadi pada daerah sekitar pantai. Proses-proses tersebut terjadi sebagai akibat dari pergerakan sedimen, arus, dan gelombang yang berinteraksi dengan kawasan pantai secara langsung. Selain itu perubahan garis pantai yang terjadi juga dapat diketahui potensi erosi atau sedimentasi suatu pantai (Hidayati *et al.*, 2016; Arifin *et al.*, 2012; Hidayati dan Purnawali, 2015;). Analisis perubahan garis pantai di masa lampau dapat diketahui dengan menggunakan metode analisis peta satelit multi temporal (Sardiyatmo *et al.*, 2013; Faizal, 2012; Winarso *et al.*, 2009), sedangkan untuk prediksi perubahan garis pantai beberapa tahun kedepan dapat digunakan metode analisis numerik menggunakan rumus empiris yang sudah ada, seperti formula CERC dan Manohar (Hidayati *et al.*, 2016; Rahmawan *et al.*, 2012; Budiman *et al.*, 2014).

Pantai Rening merupakan salah satu daerah tujuan wisata pantai yang berlokasi di Desa Baluk, Kecamatan Negara, Kabupaten Jembrana, Bali. Namun saat ini Pantai Rening dilanda erosi sehingga kawasan pantainya mengecil dan sudah minim pasir (Tribun Bali, 2015). Erosi pantai yang terjadi dapat mengancam keberlangsungan Pantai Rening sebagai daerah wisata di Bali. Untuk mengatasi erosi pantai yang ada, pada tepi pantai di beberapa bagian sudah dibangun pelindung pantai, namun erosi pantai tetap terjadi dan menggerus pasir pantai yang ada dari waktu ke waktu.

Pantai Rening berhadapan dengan Selat Bali dan Samudera Hindia, mempunyai dinamika pantai yang tinggi. Menurut Setiady *et al.* (2010), pantai di sepanjang Pulau Bali yang berhadapan langsung dengan Selat Bali sebagian besar merupakan pantai datar dengan sedimen pantai dominasi pasir. Interaksi antara sedimen pantai berupa pasir dengan faktor hidro-oseanografi yang ada, menjadikan Pantai Rening rawan erosi. Pada pantai ini juga terdapat muara sungai yang dapat menambah dinamika pantai yang ada. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan garis pantai, transpor sedimen dan dinamika pantai di Pantai Rening. Informasi ini penting untuk bahan pertimbangan bagi pengambilan kebijakan dalam kaitannya dengan pengelolaan pantai, serta keamanan dan keselamatan aktivitas pariwisata di Pantai Rening.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat

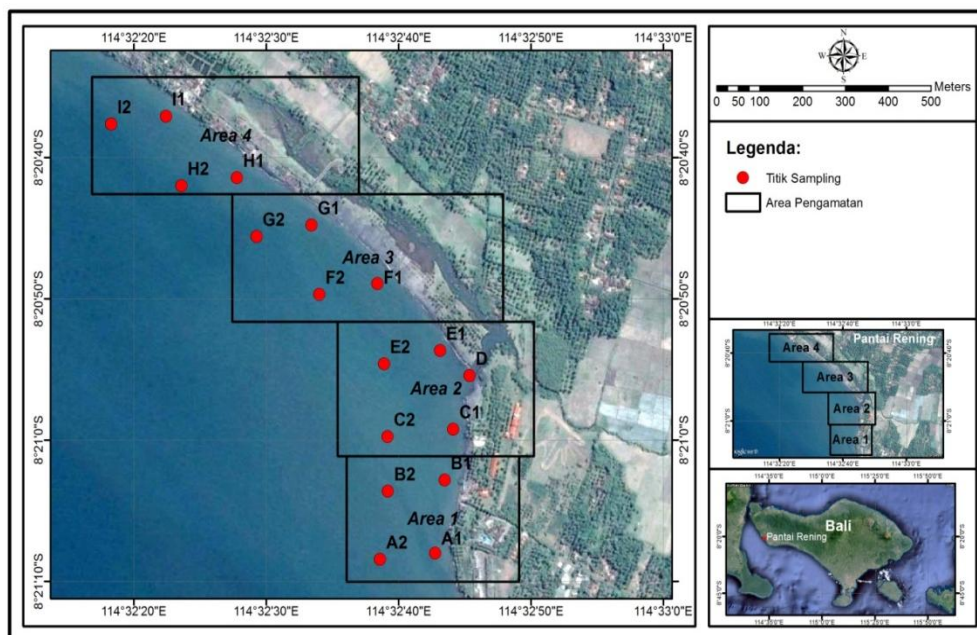
Penelitian ini dilakukan pada Bulan Maret - Juli 2016 di Perairan Pantai Rening, Jembrana, Bali. Wilayah penelitian dibagi menjadi 4 area pengamatan berdasarkan letak, profil dan karakteristik pantai (Gambar 1). Area 1 merupakan area pengamatan yang berada di sebelah selatan muara sungai, dengan profil pantai memanjang arah utara-selatan. Area 2 merupakan area pantai dengan muara sungai dan didominasi oleh aliran sungai. Area 3 adalah area pantai di sebelah utara muara sungai, yang masih mendapatkan pengaruh aliran sungai dan pengaruh dari laut. Sedangkan area 4 merupakan area yang relatif jauh dari aliran muara sungai dan dimungkinkan dominasi proses pantai oleh pengaruh dari laut.

Pengumpulan data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer meliputi data sedimen dan data arus, sedangkan data sekunder berupa data citra satelit. Sampling sedimen dan arus dilakukan di tujuh belas titik sampling yang dianggap dapat mewakili kondisi fisik Pantai Rening (Gambar 1), yaitu meliputi titik A1, A2, B1, B2, C1, C2, D, E1, E2, F1, F2, G1, G2, H1, H2, I1, dan I2. Titik sampling bernomor 1 menunjukkan sampling di daerah tepi pantai dekat daratan, sedangkan titik sampling bernomor 2 area pantai dekat dengan daerah gelombang pecah. Titik sampling D merupakan titik pengamatan untuk sampling muara sungai dan hanya ada 1 (satu) titik pengamatan tepat di daerah muara sungai. Pengambilan sampel sedimen menggunakan sedimen grab, kemudian dilakukan uji sedimen di laboratorium untuk analisis karakteristik, jenis dan ukuran butir sedimen. Sedangkan pengukuran kecepatan dan arah arus menggunakan current meter. Data kecepatan dan arah arus kemudian dianalisis menggunakan software Surfer untuk mendapatkan hasil pola pergerakan arus. Data sekunder berupa data citra satelit menggunakan data citra satelit Google Earth multi temporal, berupa citra satelit Pantai Rening tanggal 12 Mei 2011, 30 Mei 2014 dan 03 Mei 2016.

Analisis data

Analisis distribusi sedimen Pantai Rening dilakukan dengan menggunakan grafik Hjulstrom, dengan inputan data berupa data ukuran diameter sedimen dan data kecepatan arus. Hasil grafik Hjulstrom dapat diketahui apakah pantai tersebut mengalami erosi ataukah akresi/sedimentasi. Sedangkan pola transpor sedimen dapat diketahui dari analisis sebaran sedimen dihubungkan dengan arah dominan arus pantai. Untuk analisis perubahan garis pantai digunakan data citra satelit tahun 2011, 2014 dan 2016. Pemanfaatan data satelit multi tahun dapat digunakan untuk analisis dan deteksi perubahan garis pantai. Proses digitasi dan overlay dilakukan untuk dapat mengetahui perubahan garis Pantai Rening dari tahun 2011, 2014 dan 2016. Dari data distribusi dan transpor sedimen serta data perubahan garis pantai, kemudian dilakukan analisa terhadap dinamika pantai yang terjadi di perairan Pantai Rening.

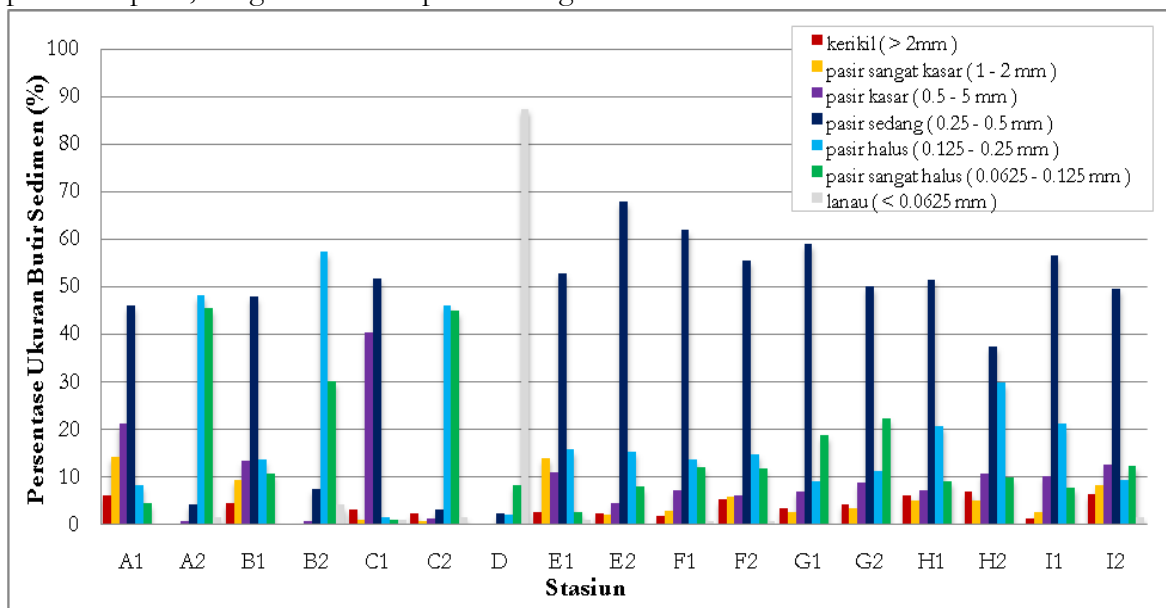


Gambar 1. Peta pantai Rening, Jember Bali yang menunjukkan lokasi sampling (titik merah menunjukkan titik sampling)

Hasil dan Pembahasan

Jenis dan ukuran butir sedimen

Berdasarkan hasil pengolahan data sampel sedimen dari tujuh belas titik pengambilan sampel, maka diperoleh jenis sedimen menunjukkan bahwa sampel didominasi jenis pasir yang berukuran sedang (Gambar 2). Hal tersebut erat kaitannya dengan sumber sedimen dan karakteristik pantai. Material dari jenis pasir sedang berasal dari penghancuran batuan secara alami dalam jangka waktu yang lama. Namun hanya bagian bertekstur keras yang berubah menjadi pasir, selebihnya larut bersama air. Selain bersumber dari proses pelapukan batuan di daratan, sedimen yang terdapat pada perairan Pantai Rening juga berasal dari pelapukan batuan yang terbawa aliran sungai. Karakteristik pantai juga sebagai salah satu faktor penentu jenis sedimen. Pada Pantai Rening, area 3 dan 4 merupakan area pantai dengan dominasi jenis sedimen berupa pasir sedang dengan diameter antara 0.25 – 0.5 mm, meliputi titik sampling E1, E2, F1, F2, G1, G2, H1, H2, I1, dan I2. Kedua area tersebut berada di sebelah utara muara sungai. Titik sampling baik bernomer 1 maupun 2 semuanya didominasi oleh pasir sedang, artinya sebaran ukuran dan jenis sedimen merata dari tepi pantai sampai dengan daerah sekitar gelombang pecah. Untuk titik sampling D yang terletak tepat di muara sungai didominasi sedimen berupa lanau dengan diameter butir sedimen < 0.0625 mm. Sedimen yang berada pada di muara sungai didominasi oleh lanau bersumber dari aliran sungai yang ada. Sedangkan untuk titik sampling A1, B1 dan C1 yang terletak di tepi pantai baik yang berada pada kiri – kanan muara sungai didominasi oleh jenis sedimen berupa pasir sedang. Hal ini berbeda dengan titik sampling A2, B2 dan C2 yang terletak agak jauh dari tepi pantai dan lebih dekat dengan daerah gelombang pecah didominasi oleh sedimen berupa pasir halus dengan diameter antara (0.125 – 0.25 mm). Pada titik A, B dan C ini berada pada daerah pantai dengan proses pantai yang dipengaruhi oleh pengaruh dari laut dan juga oleh aliran muara sungai. Untuk karakteristik sedimen pantai di Pantai Rening secara umum adalah pantai berpasir, dengan dominasi pasir sedang.



Gambar 2. Persentase ukuran butir sedimen pada semua stasiun pengamatan di Pantai Rening



Perhitungan statistik sedimen (Granulometri)

Berdasarkan hasil perhitungan statistik sedimen, diperoleh nilai ukuran diameter rata-rata sedimen (*mean*) dengan nilai phi 1.83 dan didominasi jenis sedimen berupa pasir sedang (Tabel 1). Selanjutnya hasil perhitungan pemilahan sedimen (*sortasi*) didapatkan diameter rata-rata phi -1.40, dimana termasuk dalam kategori “*very well sorted*” atau tersortir sangat baik. Kategori tersortir sangat baik menunjukkan bahwa sedimen di Pantai Rening cenderung sama atau seragam. Kemudian hasil pengolahan data kecondongan (*skewness*) didapatkan diameter rata-rata phi 0.13, dimana nilai tersebut menunjukkan bahwa sedimen tergolong condong ke arah pasir kasar (*positively skewed*). Sedangkan berdasarkan hasil pengolahan data keruncingan (*kurtosis*) didapatkan diameter rata-rata phi 1.58, dimana nilai tersebut menunjukkan bahwa sedimen mengalami penyebaran dengan ukuran yang amat sangat runcing (*very leptokurtic*) yang mengindikasikan ukuran sedimen yang terdistribusi homogen.

Tabel 1. Analisis granulometri seluruh stasiun penelitian

Stasiun	Parameter Statistik Sedimen							
	<i>Mean</i>		<i>Sorting</i>		<i>Skewness</i>		<i>Kurtosis</i>	
	Nilai	Klasifikasi	Nilai	Klasifikasi	Nilai	Klasifikasi	Nilai	Klasifikasi
A1	1.50	Pasir Sedang	-0.93	<i>Very Well Sorted</i>	-0.01	<i>Nearly Symmetrical</i>	1.59	<i>Very Leptokurtic</i>
A2	2.73	Pasir Halus	-0.53	<i>Very Well Sorted</i>	-0.07	<i>Nearly Symmetrical</i>	0.58	<i>Very Platykurtic</i>
B1	1.03	Pasir Sedang	-1.52	<i>Very Well Sorted</i>	0.44	<i>Very Positively Skewed</i>	1.39	<i>Leptokurtic</i>
B2	2.60	Pasir Halus	-0.55	<i>Very Well Sorted</i>	-0.30	<i>Negatively Skewed</i>	0.74	<i>Platykurtic</i>
C1	0.97	Pasir Sedang	-0.58	<i>Very Well Sorted</i>	-0.34	<i>Very Negatively Skewed</i>	0.77	<i>Platykurtic</i>
C2	2.67	Pasir Halus	-0.71	<i>Very Well Sorted</i>	0.24	<i>Positively Skewed</i>	1.32	<i>Leptokurtic</i>
D	4.17	Lanau	-0.36	<i>Very Well Sorted</i>	0.24	<i>Positively Skewed</i>	0.98	<i>Mesokurtic</i>
E1	0.73	Pasir Sedang	-1.86	<i>Very Well Sorted</i>	0.50	<i>Very Positively Skewed</i>	0.78	<i>Platykurtic</i>
E2	1.67	Pasir Sedang	-0.76	<i>Very Well Sorted</i>	-0.25	<i>Negatively Skewed</i>	2.53	<i>Very Leptokurtic</i>
F1	1.73	Pasir Sedang	-0.89	<i>Very Well Sorted</i>	0.06	<i>Nearly Symmetrical</i>	2.17	<i>Very Leptokurtic</i>
F2	1.40	Pasir Sedang	-1.35	<i>Very Well Sorted</i>	0.32	<i>Very Positively Skewed</i>	2.41	<i>Very Leptokurtic</i>
G1	1.93	Pasir Sedang	-1.08	<i>Very Well Sorted</i>	-0.08	<i>Nearly Symmetrical</i>	2.20	<i>Very Leptokurtic</i>
G2	1.80	Pasir Sedang	-1.32	<i>Very Well Sorted</i>	0.13	<i>Positively Skewed</i>	1.67	<i>Very Platykurtic</i>
H1	1.43	Pasir Sedang	-1.34	<i>Very Well Sorted</i>	0.43	<i>Very Positively Skewed</i>	2.66	<i>Very Leptokurtic</i>
H2	1.47	Pasir Sedang	-1.38	<i>Very Well Sorted</i>	0.41	<i>Very Positively Skewed</i>	1.67	<i>Very Leptokurtic</i>
I1	1.60	Pasir Sedang	-0.82	<i>Very Well Sorted</i>	0.08	<i>Nearly Symmetrical</i>	1.59	<i>Very Leptokurtic</i>
I2	1.03	Pasir Sedang	-1.63	<i>Very Well Sorted</i>	0.39	<i>Very Positively Skewed</i>	1.73	<i>Very Leptokurtic</i>
Rata-rata	1.79	Pasir Sedang	-1.04	<i>Very Well Sorted</i>	0.13	<i>Positively Skewed</i>	1.58	<i>Very Leptokurtic</i>

Pola pergerakan arus

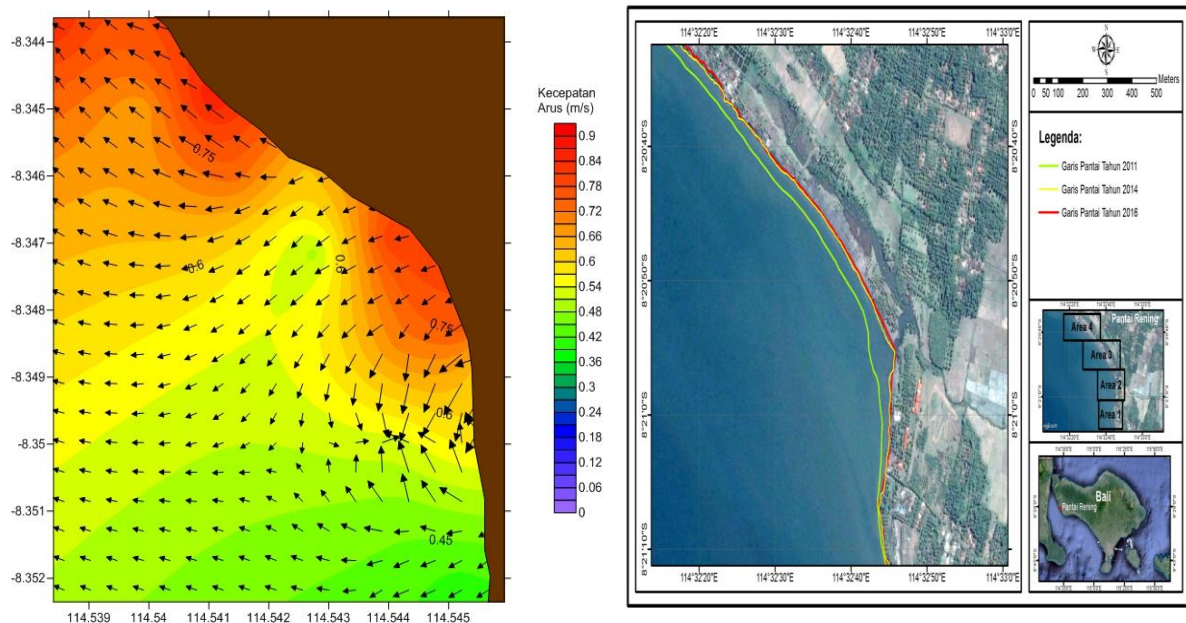
Proses pengambilan data kecepatan arus dilakukan tiga kali pengulangan untuk setiap titiknya, sehingga diperoleh nilai rata-rata kecepatan arus. Setelah data tersebut diolah dengan proses gridding berikut akan disajikan pola pergerakan arah arus dan kecepatan arus pada Gambar 3a. Nampak pada gambar pola pergerakan, arus bergerak condong ke arah barat dan barat laut. Dimana rata-rata kecepatan arus 0.60 m/s dengan nilai kecepatan arus terendah sebesar 0.40 m/s dan tertinggi sebesar 0.90 m/s. Pada Pantai Rening di sisi utara, arah arus dominan cenderung ke arah barat laut dan bergerak sejajar garis pantai (*longshore currents*).

Pada sisi selatan, terutama area pantai yang terdapat muara sungai mempunyai arah arus yang sedikit tidak beraturan, hal ini karena adanya pertemuan arus yang datang dari arah laut dan arah muara sungai dengan kecepatan arus yang hampir sama. Mulut muara sungai menghadap ke arah barat daya yang langsung berhadapan dengan area sekitar titik C2. Kecepatan arus pada muara sungai berkisar 0.5 m/s (titik sampling D), begitu juga dengan kecepatan arus pada C2 yaitu 0.5 m/s. Pertemuan arus dari aliran sungai dan laut ini mengakibatkan arah arus yang kurang beraturan.

Analisis perubahan garis pantai

Data perubahan garis pantai diperoleh dari hasil digitasi dan analisa data citra satelit tahun 2011, 2014 dan 2016. Peta perubahan garis pantai di Pantai Rening sebagaimana pada Gambar 3b. Garis Pantai Rening tahun 2011 digambarkan berupa garis berwarna hijau, garis pantai tahun 2014 dengan warna kuning dan tahun 2016 dengan warna merah. Peta hasil gabungan dari tahun 2011, 2014 dan 2016 secara berurutan warna hijau, kuning dan merah terlihat jelas bahwa garis pantai dari tahun ke tahun mengalami mundurnya garis pantai (erosi).

Pada rentang tahun 2011-2014 terjadi kerusakan pantai yang cukup tinggi akibat gempuran gelombang laut. Penggerusan bibir pantai terjadi secara terus-menerus pada rentang tahun tersebut (Tabel 2). Hal tersebut dikarenakan pantai berpasir yang terus menerus memperoleh serangan gelombang tanpa adanya pemecah gelombang atau bangunan pelindung pantai lainnya. Tingkat laju erosi yang cukup tinggi pada tahun 2011-2014 dikarenakan selain tidak terdapatnya struktur pelindung pantai, juga vegetasi yang tumbuh pada rentang tahun tersebut masih memiliki kerapatan yang tergolong rendah. Vegetasi yang terdapat pada pesisir Pantai Rening adalah pohon kelapa. Dimana akar dari vegetasi tersebut tidak mampu menahan substrat yang tergerus oleh gelombang laut sehingga mengalami pengikisan secara terus-menerus tanpa henti.



Gambar 3. (a) Pola pergerakan arus di Pantai Rening, (b) Perubahan garis pantai di Pantai Rening



Tabel 2. Erosi Pantai Rening tahun 2011-2014

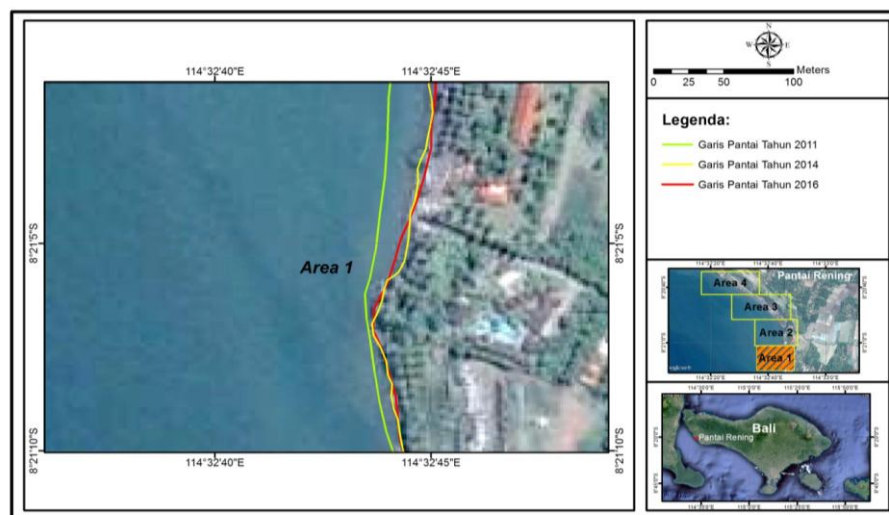
Area	Erosi rata-rata per tahun (m)
1	5.11
2	18.67
3	13.37
4	10.73

Perubahan garis pantai pada tahun 2014 ke 2016 tidak mengalami perubahan secara signifikan jika dibandingkan dengan perubahan garis pantai tahun 2011-2014, namun tetap terjadi erosi (Tabel 3). Hal tersebut terjadi karena pada tahun 2015 telah dibangun struktur pelindung pantai di beberapa bagian dari Pantai Rening yang menjadi daerah wisata. Struktur pelindung pantai ini mampu memecah gelombang sebelum nantinya gelombang sampai di darat. Sehingga diharapkan penggerusan bibir pantai dapat terminimalisir akibat adanya struktur pelindung pantai tersebut. Kemudian pada daerah selain pariwisata yang tidak terdapat struktur pelindung pantai tetap terjadi erosi. Sejak tahun 2015, selain membangun struktur pelindung pantai di bagian pantai wisata, di bagian area pantai yang lain dilakukan reboisasi sehingga jumlah vegetasi yang terdapat pada daerah tersebut mengalami peningkatan kepadatan cukup tinggi dari tahun sebelum-sebelumnya. Akar vegetasi tersebut mampu menahan penggerusan substrat oleh gelombang laut sehingga erosi pantai yang terjadi setelah tahun 2015 tidak signifikan. Pembangunan struktur pelindung pantai sangat membantu mempertahankan bibir pantai dari pengikisan gelombang laut dan adanya vegetasi mampu meminimalisir erosi pantai terutama pada daerah aktivitas nelayan dan pemukiman. Vegetasi di daerah pantai merupakan salah satu bentuk sistem perlindungan pantai dan mampu menurunkan tingkat laju erosi di luar area wisata.

Tabel 3. Erosi dan akresi Pantai Rening tahun 2014-2016

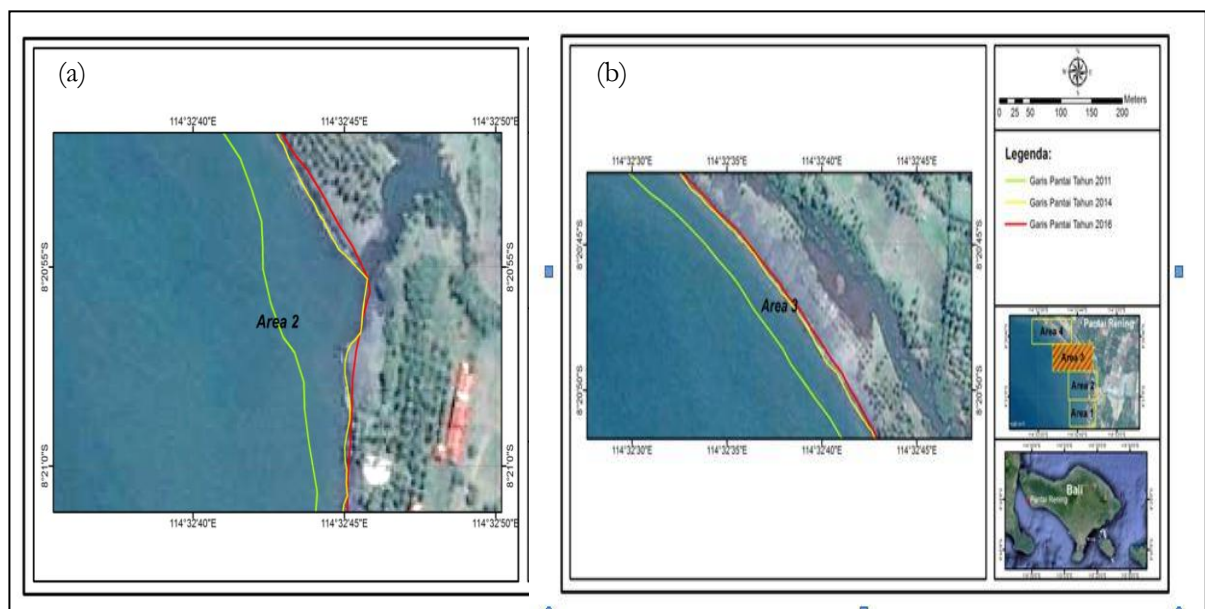
Area	Erosi rata-rata per tahun (m)	Akresi rata-rata per tahun (m)
1	0.66	1.44
2	2.96	0.25
3	2.31	0.00
4	1.78	0.74

Untuk mempermudah dalam analisis perubahan garis pantai di Pantai Rening, dilakukan pembagian area sebanyak 4 (empat) area berdasarkan karakteristik masing-masing area perairan pantainya (Gambar 1). Berikut disajikan peta perubahan garis pantai untuk setiap karakteristik perairan yang berbeda, sebagaimana pada Gambar 4 - Gambar 6.

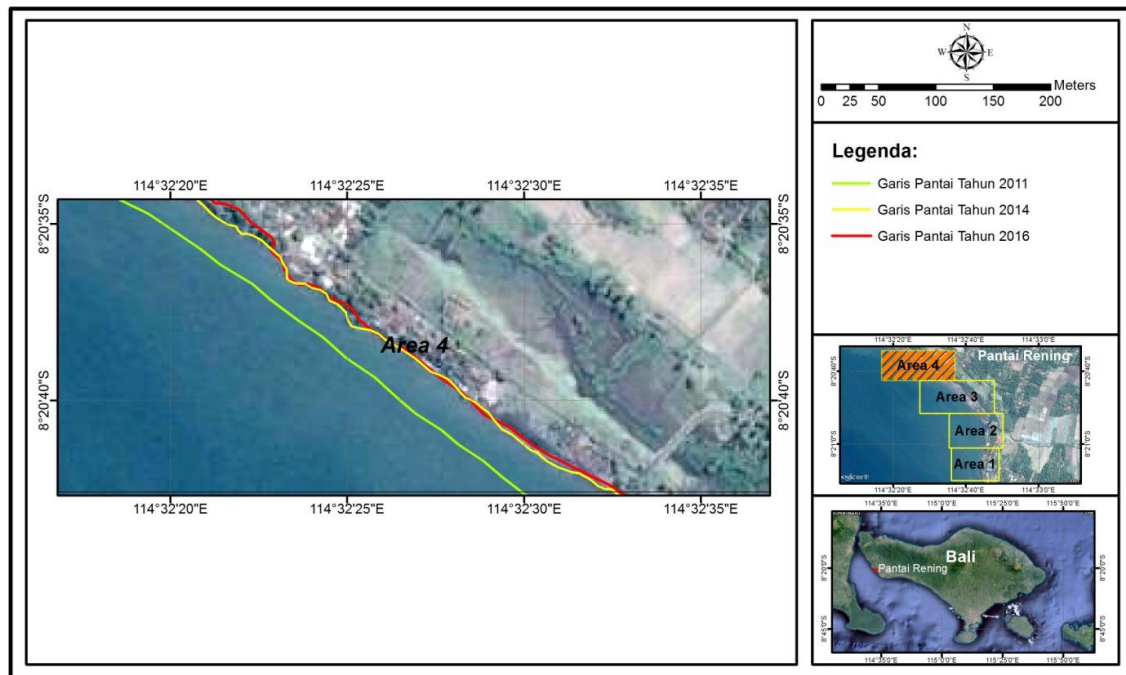


Gambar 4. Peta Perubahan garis pantai wilayah pariwisata (Area 1)

Daerah wisata (area 1), Gambar 4, terjadi mundurnya garis pantai atau erosi dari tahun ke tahun, yaitu tahun 2011, 2014 dan 2016. Pada rentang tahun 2011-2014, pantai mengalami penggerusan dan erosi yang tinggi. Dampak yang diakibatkan oleh erosi ini sangat besar, garis pantai semakin menyempit dan untuk pantai yang menjadi tujuan wisata menjadi rusak. Erosi dapat diakibatkan oleh faktor alam seperti, kekuatan gelombang laut, arus sejajar pantai serta angin. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa di sebelah selatan dari Pantai Rening ini dibangun struktur pelindung pantai, dimana tujuan awal dibangunnya struktur pelindung pantai tersebut untuk melindungi pelabuhan perikanan. Jika dilihat dari sisi positifnya pelabuhan perikanan tersebut tetap berjalan normal dan semakin dipadati nelayan dengan aktivitasnya, namun dari sisi negatif berdampak buruk untuk pantai yang ada di sekitarnya yang mengalami erosi secara terus-menerus termasuk Pantai Rening yang terkena dampaknya. Sampai saat ini pengunjung mulai berkurang untuk datang ke Pantai Rening karena rusaknya pantai akibat gempuran gelombang. Pada daerah muara sungai (Gambar 5a), terjadi mundurnya garis pantai atau erosi dari tahun 2011, 2014 sampai tahun 2016. Mundurnya garis pantai di daerah muara sungai ini dimungkinkan terjadi karena serangan gelombang serta arus yang datang dari arah laut lebih kuat dibandingkan dengan aliran arus dari sungai. Sedangkan untuk area 3 mengalami hal yang sama dengan area 1 dan 2, daerah padat aktivitas nelayan inipun mengalami erosi (Gambar 5b). Meskipun di area tersebut sudah ada bangunan pelindung pantai, namun bangunan tersebut belum cukup untuk menghadang gelombang yang datang menuju ke pantai.



Gambar 5. (a) Peta perubahan garis pantai sekitar muara sungai (Area 2), (b) Peta Perubahan garis pantai wilayah aktivitas nelayan (Area 3)

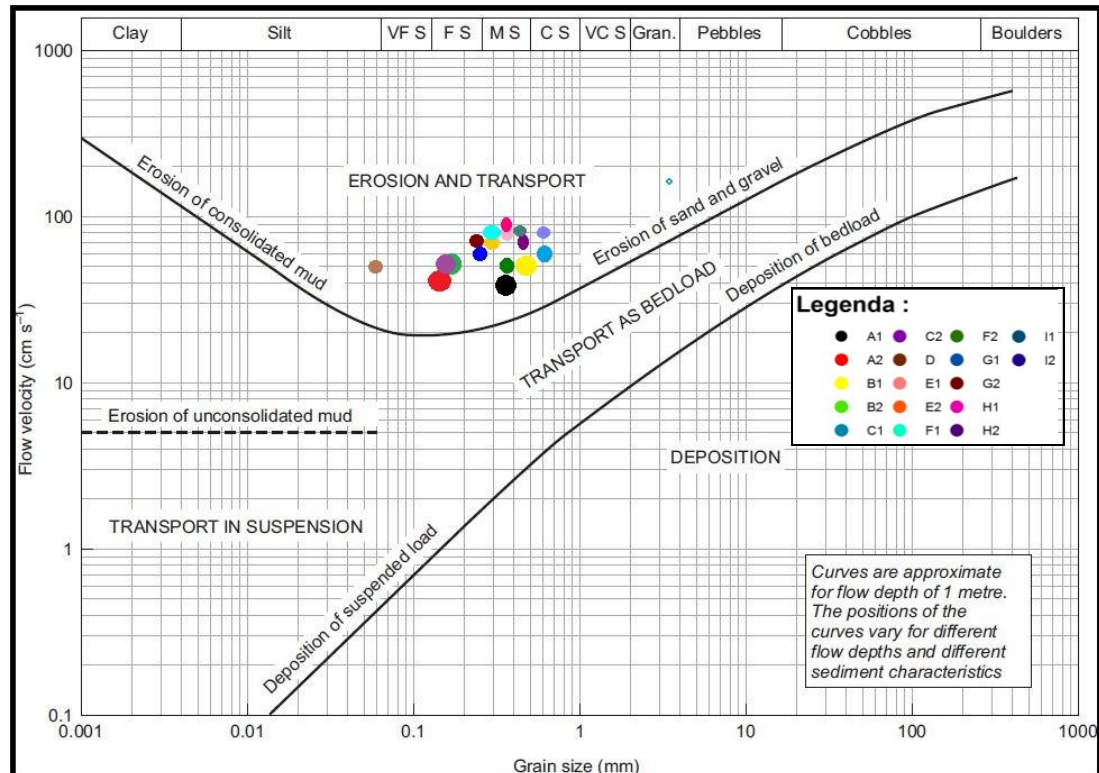


Gambar 6. Peta perubahan garis pantai wilayah pemukiman (Area 4)

Pada daerah pemukiman (Gambar 6) terjadi kemunduran garis pantai atau erosi dari tahun 2011 sampai dengan 2016. Dampak yang diakibatkan oleh erosi ini sangat besar, garis pantai semakin mundur serta pengikisan pantai di daerah pemukiman sangat membahayakan keselamatan penduduk. Semakin tergerusnya bibir pantai oleh gelombang dapat menghilangkan atau menenggelamkan rumah-rumah para penduduk yang bernaung di peisir pantai tersebut. Terbukti saat ini banyak rumah-rumah penduduk yang tenggelam akibat tergerusnya bibir pantai oleh gempuran gelombang secara terus menerus.

Transpor sedimen

Hubungan antara kecepatan arus dengan diameter ukuran butir sedimen dan pengaruhnya terhadap pergerakan sedimen dianalisa menggunakan diagram Hjulstrom. Diagram tersebut menunjukkan bahwa semakin menguatnya arus dapat mengendapkan sedimen kasar dan semakin melemahnya arus maka akan mengendapkan sedimen halus di suatu perairan. Arus juga sangat berpengaruh terhadap pergerakan sedimen yang dapat menyebabkan perubahan garis pantai. Berikut disajikan diagram Hjulstrom (Gambar 7). Diagram Hjulstrom merupakan alat bantu dalam menunjukkan pola transpor sedimen dari hubungan antara kecepatan arus dan ukuran butir sedimen. Pada diagram Hjulstrom terbagi atas tiga bagian, yaitu pada diagram bagian atas termasuk daerah erosi dan transpor sedimen (*erosion and transport*), kemudian pada bagian bawah diagram sedimentasi (*deposition*) sedangkan pada bagian tengah atau berada di antara erosi dan sedimentasi termasuk transport as bedload. Dimana pada bagian transport as *bedload* menunjukkan sedimen tertransportasi pada media yaitu air laut yang menandakan tidak terjadi erosi ataupun sedimentasi. Pada diagram Hjulstrom menunjukkan transpor sedimen yang didapatkan berdasarkan perbandingan antara kecepatan arus dengan ukuran butir sedimen mengalami erosi. Hal tersebut disebabkan adanya faktor kecepatan arus yang cukup kuat dan mampu membawa material sedimen yang ada serta mengikis bibir pantai sehingga terjadi erosi.



Gambar 7. Diagram Hjulstrom hubungan kecepatan arus dengan ukuran butir sedimen

Arus merupakan faktor yang sangat kuat dalam mempengaruhi proses pergerakan sedimen. Arus dapat membawa sedimen dari tempat lain yang memiliki kecepatan arus lebih besar dan akan berhenti pada daerah yang memiliki kecepatan arus relatif tenang. Pada daerah yang memiliki kecepatan arus relatif tenang, sedimen secara perlahan turun mengendap dan terjadi sedimentasi pada daerah tersebut. Arus dapat membawa sedimen yang mengapung (*suspended sediment*) maupun yang terdapat di dasar laut. Begitu pula dengan arus sejajar pantai dan arus tegak lurus pantai. Keduanya merupakan arus yang berperan dalam transpor sedimen di sepanjang pantai serta pembentukan sedimen yang terdapat di pantai.

Transpor sedimen selain dipengaruhi oleh aktivitas manusia, arus juga merupakan faktor penting dalam proses transpor sedimen. Hal ini diungkapkan oleh Nugroho dan Basit (2014), bahwa arus mempunyai sifat mampu menyeleksi ukuran butir sedimen yang dipindahkannya sehingga menyebabkan variasi ukuran butir sedimen dalam suatu lingkungan. Transpor sedimen yang terjadi disebabkan adanya arus sejajar pantai (*longshore sediment transport*). Arus yang lebih kuat menyebabkan fraksi ukuran sedimen berukuran kasar lebih cepat mengendap, sedangkan fraksi ukuran sedimen berukuran halus tidak dapat mengendap dan terbawa ke tempat lain yang lebih tenang. Pada daerah turbulensi tinggi, fraksi ukuran butir sedimen yang lebih besar akan lebih cepat mengendap dan tenggelam dibandingkan dengan fraksi sedimen yang memiliki ukuran lebih halus. Sedimen halus akan lebih mudah berpindah dan cenderung lebih cepat daripada ukuran butir sedimen yang kasar karena terangkut dalam bentuk suspensi. Pada daerah yang kondisi arus benar-benar tenang maka akan mulai mengendap ketika kecepatan aliran mulai merendah.

Analisis dinamika pantai

Berdasarkan hasil keseluruhan data yang telah didapat bahwa pasir yang terdapat pada Pantai Rening atau lokasi penelitian bertekstur pasir sedang. Kemudian untuk perhitungan



analisis statistik atau granulometri didapatkan bahwa nilai sortasi termasuk dalam kategori tersortir sangat baik (*very well sorted*), dengan penyebaran atau distribusi ukuran butir sedimen oleh arus yang seragam atau pensitribusian secara merata. Untuk nilai *skewness* termasuk dalam kategori condong ke arah pasir kasar (*positively skewed*), dimana arus mampu mendistribusikan pasir yang tergolong condong ke arah pasir kasar. Sedangkan pada nilai kurtosis atau keruncingan tergolong dalam kategori amat sangat lancip (*very leptokurtic*), dimana dalam proses pendistribusian oleh arus terhadap sedimen sangat lancip atau sedimen yang terdistribusi berukuran sama (homogen). Kemudian untuk nilai kecepatan arus di Pantai Rening berkisar antara 0.40 - 0.90 m/s dengan arah dominan menuju barat. Selanjutnya untuk hasil analisa perubahan garis pantai pada Pantai Rening mengalami erosi pantai dari tahun ke tahun. Hal tersebut di dukung dengan hasil dari hubungan antara kecepatan arus terhadap ukuran butir sedimen pada diagram Hjulstrom yang menunjukkan erosi. Erosi terjadi hampir di semua area di Pantai Rening. Dinamika pantai yang terjadi pada Pantai Rening cukup tinggi dan rawan terjadinya erosi pantai yang menerus dari tahun ke tahun. Hal ini telah dibuktikan dari analisis data sedimen, arus, transpor sedimen dan perubahan garis pantai. Erosi pantai besar dipengaruhi oleh longshore currents yang mengakibatkan littoral drift atau penggerusan daratan pantai oleh arus sejajar pantai.

Sebagai bahan pertimbangan bagi pengambilan kebijakan dalam kaitannya dengan pengelolaan pantai wisata berpasir, bisa diberikan solusi sistem perlindungan pantai berupa kombinasi antara struktur groin, beach nourishment dan reboisasi dengan vegetasi kelapa. Groin adalah struktur pelindung pantai yang dibangun tegak lurus pantai untuk menghadang penggerusan pantai oleh arus sejajar pantai. Dimensi dan jarak struktur groin dapat diatur sedemikian rupa sehingga tetap efektif dalam menahan laju erosi tanpa mengganggu keindahan pantai wisata berpasir. Selain pembangunan struktur groin, bisa dikombinasikan dengan beach nourishment atau penambahan volume pasir pada area pantai yang paling banyak terjadi penggerusan. Sehingga pantai akan tetap indah dengan pasir pantainya. Penanaman vegetasi kelapa dengan kerapatan yang tinggi di sekitar daratan di belakang pantai wisata dapat mengurangi penggerusan substrat pantai oleh gelombang dan arus. Solusi perlindungan pantai berupa pembangunan groin, beach nourishment dan reboisasi dapat dikombinasikan untuk hasil yang maksimal. Pantai berpasir adalah pantai yang paling rawan terjadinya erosi atau penggerusan pantai, sehingga terkadang beberapa solusi dalam sistem perlindungan pantai harus dikombinasikan sekaligus. Untuk daerah pemukiman padat penduduk, sistem perlindungan pantai berupa pembangunan *revetment* atau *sea wall* di sekitar pantai dapat menahan penggerusan pantai baik oleh gelombang maupun arus laut. Sedangkan untuk daerah muara sungai dengan dominasi sedimen berupa lanau dan rawan erosi, reboisasi dengan vegetasi mangrove merupakan sistem perlindungan pantai yang bisa disarankan. Akar mangrove akan sangat efektif dalam menangkap transpor sedimen berupa lumpur atau lanau, serta menjadi perangkap sedimen sehingga pantai berlumpur tidak tererosi. Apabila daerah sekitar muara sungai merupakan daerah yang mempunyai skala prioritas penting, Setyandito dan Triyanto (2007) memberikan alternatif berupa pembangunan jetty di muara sungai untuk stabilisasi muara sungai.

Kesimpulan

Perubahan garis pantai pada Pantai Rening sebelum dan sesudah adanya bangunan pelindung pantai menunjukkan kecenderungan mundurnya garis pantai (erosi) dari waktu ke waktu. Namun dengan adanya bangunan pelindung dan reboisasi pantai dapat menekan laju erosi pantai dengan signifikan. Transpor sedimen Pantai Rening berupa angkutan sedimen pasir sepanjang tepi pantai (*littoral drift*) karena pengaruh gelombang pecah dan arus sejajar



pantai. Dinamika pantai yang terjadi di Pantai Rening cukup tinggi, dipengaruhi oleh faktor hidro-oseanografi pantai (gelombang dan arus) serta karakteristik sedimen pantai berupa dominasi pasir sedang. Proses-proses pantai yang ada menyebabkan kecenderungan pantai mengalami erosi pantai.

Daftar Pustaka

- Arifin, T., Yulius, M.F.A. Ismail. 2012. Kondisi arus pasang surut di perairan pesisir Kota Makassar, Sulawesi Selatan. *Depik*, 1(3): 183-188.
- Badan Informasi Geospasial (BIG). 2015. Informasi tentang panjang garis pantai dan jumlah pulau di Indonesia. <http://www.bakosurtanal.go.id/berita-surta/show/peran-informasi-geospasial-dalam-pembangunan-indonesia-sebagai-poros-maritim>. Diakses pada 5 September 2016.
- Budiman, A.S., A.F. Koropitan, I.W. Nurjaya. 2014. Pemodelan hidrodinamika arus pasang surut Teluk Mayalibit Kabupaten Raja Ampat Provinsi Papua Barat. *Depik*, 3(2): 146-156.
- Chand, P., P. Acharya. 2010. Shoreline change and sea level rise along coast of Bhitarkanika Wildlife Sanctuary, Orissa: an analytical approach of remote sensing and statistical techniques. *International Journal of Geomatics and Geosciences*, 1(3): 436-455.
- Faizal, K. 2012. Pendekatan beberapa metode dalam monitoring perubahan garis pantai menggunakan dataset penginderaan jauh landsat dan SIG. *Jurnal Ilmiah Agropolitan*, 5(1): 620-635.
- Hidayati, N. 2017. *Dinamika pantai*. Universitas Brawijaya Press, Malang.
- Hidayati, N., H. S. Purnawali, D. W. Kusumawati. 2016. Prediksi perubahan garis pantai Pulau Gili Ketapang Probolinggo dengan menggunakan one-line model. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan VI*, 4 Mei 2016, Universitas Brawijaya Malang.
- Hidayati, N., H. S. Purnawali. 2015. Deteksi perubahan garis pantai Pulau Gili Ketapang Kabupaten Probolinggo. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan V*, 4 Mei 2015, Universitas Brawijaya Malang.
- Muchlisin, A., G. Winarso, T. Prayogo. 2011. Kajian perubahan garis pantai menggunakan data satelit landsat di Kabupaten Kendal. *Jurnal Penginderaan Jauh*, 8: 71–80.
- Nugroho, S. H., A. Basit. 2014. Sebaran sedimen berdasarkan analisis ukuran butir di Teluk Weda, Maluku Utara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6(1): 229-240.
- Rahmawan, F., B. Semedi, N. Hidayati. 2012. Analisa perubahan garis pantai dengan menggunakan model numerik di wilayah Jabon Sidoarjo, Jawa Timur. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan Nasional (PIT) IX ISOI 2012*, 21 Oktober 2012, Nusa Tenggara Barat.
- Sardiyatmo, Supriharyono, A. Hartoko. 2013. Dampak dinamika garis pantai menggunakan citra satelit multi temporal pantai Semarang Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Saintek Perikanan*, 8(2): 33-37.
- Semedi, B., B. H. Husain, N. Hidayati. 2016. Analyzing coastal vulnerability index using integrated satellite remote sensing and geographic information system: a case study of Denpasar coastal zone. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 6: 35-40.



- Setiady, D., N. Geurhaneu, E. Usman. 2010. Proses sedimentasi dan erosi pengaruhnya terhadap pelabuhan, sepanjang pantai bagian barat dan bagian timur, Selat Bali. *Jurnal Geologi Kelautan*, 8(2): 85-94.
- Setyandito, O., J. Triyanto. 2007. Analisa erosi dan perubahan garis pantai pada pantai pasir buatan dan sekitarnya di Takisung, Propinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(3): 224 - 235.
- Tribun Bali. 2015. Pantai Rening Jembrana dulu jadi primadona tapi kini ditinggalkan. <http://bali.tribunnews.com/2015/12/23/pantai-rening-jembrana-dulu-jadi-primadona-tapi-kini-ditinggalkan>. Diakses pada 3 Maret 2016.
- Winarso, G., H. Joko, S. Arifin. 2009. Kajian penggunaan data inderaja untuk pemetaan garis pantai (studi kasus Pantai Utara Jakarta). *Jurnal Penginderaan Jauh*, 6: 65-72.

Received: 13 November 2017

Accepted: 24 February 2017

How to cite this paper:

Hidayati, N., R. W. Paluphi, M. A. Asadi, H. S. Purnawali. 2017. Kajian dinamika pantai: Studi kasus di Pantai Rening, Jembrana, Bali. *Depik*, 6(1): 31-43