IDENTIFIKASI JENIS SEDIMEN BERDASARKAN KARAKTERISTIK FISIK OSEANOGRAFI DI PERAIRAN BUNGKUTOKO SULAWESI TENGGARA

Identification of Sediment Type Based on Physical Characteristics of Oseanography in Bungkutoko Waters Southeast Sulawes

Ardani¹, La Ode Alirman Afu², Ira³

¹Mahasiswa Ilmu Kelautan

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Halu Oleo

Jl. HEA Mokodompit Kampus Bumi Tridharma Anduonohu Kendari 93232

²Surel: alirmanotsudari@yahoo.com

³Surel: bahari_00@yahoo.co.id

Abstrak

Perairan Pulau Bungkutoko telah mengalami banyak perubahan yang diakibatkan adanya pembangunan jembatan serta kegiatan reklamasi, menyebabkan terjadinya sedimentasi di perairan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis sedimen berdasarkan karakteristik fisik oseanografi dan untuk mengetahui sebaran sedimen berdasarkan klasifikasi jenis. Pengambilan sampel sedimen menggunakan core sampel dilaksanakan pada bulan April- November 2019 di Perairan Pulau Bungkutoko kecamatan Abeli, Kota Kendari. Hasil penelitian menemukan lima jenis sedimen yaitu kerikil, pasir sangat kasar, pasir agak kasar, pasir halus dan *pasir* sangat halus. Dengan kecepatan arus dan cepat rambat gelombang dikategorikan sebagai arus dan cepat rambat gelombang sedang. Sebaran sedimen di Perairan Pulau Bungkutoko terdiri atas pasir agak kasar sampai pasir halus. Hal ini disebabkan oleh faktor reklamasi dan kondisi arus dan gelombang yang tidak stabil.

Kata Kunci: Jenis Sedimen, Sebaran, Bungkutoko, Fisik Oseanografi

Abstract

The waters of Bungkutoko Island have undergone many changes due to the construction of bridges and reclamation activities, causing sedimentation in the waters. The purpose of this study is to determine the type of sediment based on oceanographic physical characteristics and to determine the distribution of sediments based on species classification. Sediment sampling using side cores was carried out in April-November 2019 in the waters of Bungkutoko Island, Abeli sub-district, Kendari City. The results found five types of sediment namely gravel, very coarse sand, rather coarse sand, fine sand and very fine sand. With current velocity and fast wave propagation is categorized as medium wave current and fast propagation. Sediment distribution in Bungkutoko Island waters consists of rather coarse sand to fine sand. This is caused by reclamation factors and unstable current and wave conditions.

Keywords: Sediment Type, Distribution, Bungkutoko, Physical Oceanography

Pendahuluan

Pantai merupakan zona pertemuan antara laut dan daratan yang akan selalu menyesuaikan profilnya dengan kondisi gerak air laut seperti arus, gelombang maupun pasang surut. Segala sesuatu yang terbawa oleh pergerakan air di laut tentunya akan berpangkal pada zona ini. Sesuatu yang terbawa air laut itu biasanya ialah sedimen. Menurut Hutabarat dan Evans (2006). Sedimen pada umumnya berupa partikel yang berasal dari cangkang, sisa kerangka organisme maupun pembongkaran bebatuan. Proses erosi ataupun sedimentasi di pantai dapat diketahui berdasarkan informasi sifat sedimen.

Distribusi ukuran butir di pengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis agen

transportasi, gelombang, pasang surut, angin lokal dan badai episodik yang masing-masing memiliki karakteristik spasial dan temporal sendiri (Liu *et al*, 2000). Faktor oseanografi yang berperan dalam distribusi sedimen di suatu perairan adalah arus, khususnya terhadap sedimen tersuspensi (*suspended* sediment) (Pumawan *et al.*, 2012). Hal ini senada dengan Darlan (1996) yang menyebutkan bahwa distribusi fraksi sedimen dipengaruhi oleh arus. Pada daerah dengan turbulensi tinggi, fraksi yang memiliki kenampakan makroskopis seperti kerikil dan pasir akan lebih cepat mengendap dibandingkan fraksi yang berukuran mikroskopis seperti lumpur. Mekanisme distribusi pasir ini sangat

tergantung dari dua faktor yang saling bergantung yaitu penyortiran hidrolik (*hydrolic sorting*) dan pengendapan (Wenno dan Witasari, 2001).

Sifat-sifat sedimen yang penting untuk diketahui antara lain ukuran partikel dan butir sedimen, rapat massa, bentuk dan juga kecepatan sedimen (Bayhaqi dan Dungga, 2015). Ukuran butir adalah aspek yang paling fundamental dari partikel sedimen, yang mempengaruhi proses sedimentasi, transportasi dan pengendapan (Blott dan Kenneth, 2001). Analisis granulometri adalah analisis ukuran butir sedimen. Analisis ini umumnya dilakukan untuk menentukan tingkat resistensi terhadap proses eksogenik butir sedimen, Sebagai contoh yaitu proses pelapukan, erosi, dan abrasi dari asalnya transportasi dan proses deposisi sedimen (Yasin *et al.*, 2016).

Mekanisme transport sedimen di wilayah pantai sangat dipengaruhi oleh faktor oseanografi, dinamika perairan yang sangat fluktuatif menyebabkan tingkat turbulensi yang sangat besar, bila asupan sedimen dari sungai tidak seimbang dengan wilayah yang terjadi erosi dalam jangka panjang akan merubah keberadaan garis pantai. *Longshore current* merupakan faktor utama yang berperan dalam mekanisme transport di wilayah pantai, proses pengadukan oleh gerakan partikel arus menyebabkan sedimen dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain (Wisha dan Aida, 2016).

Faktor oseanografi yang berperan dalam distribusi sedimen di suatu perairan adalah arus, khususnya terhadap sedimen tersuspensi (*suspended sediment*) (Purnawan *et al.*, 2012). Hal ini senada dengan Darlan (1996) yang menyebutkan bahwa distribusi fraksi Penyelidikan pemahaman tentang proses dinamis yang terjadi di lingkungan pesisir sangatlah diperlukan untuk prediksi evolusi pesisir dimasa datang (Winter, 2007). sedimen dipengaruhi oleh arus. Mekanisme distribusi pasir ini sangat tergantung dari dua faktor yang saling bergantung yaitu penyortiran hidrolik (*hydrolic sorting*) dan pengendapan (Wenno & Witasari, 2001). Dalam lingkungan pesisir, sedimen bersifat dinamis yang akan mengalami pengikisan, transportasi dan pengendapan dalam skala spasial maupun temporal.

Pulau Bungkutoko merupakan pulau yang terletak pada bagian depan Teluk Kendari. Kondisi perairan Pulau Bungkutoko telah mengalami banyak perubahan yang diakibatkan

oleh adanya pembangunan jembatan serta kegiatan reklamasi. Sarbidi (2005), mengatakan bahwa pembangunan terus menerus di wilayah pesisir menimbulkan permasalahan, menyebabkan terjadinya degradasi dan sedimentasi di dasar perairan. Oleh karena itu penelitian tentang identifikasi jenis sedimen berdasarkan karakteristik fisik oseanografi di Perairan Bungkutoko sangat penting untuk dilakukan.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan pada bulan April-November 2019 di Perairan Pulau Bungkutoko Kecamatan Abeli, Kota Kendari. Pengambilan data pada bulan Juni. Analisa sedimen di Laboratorium Uji Material Jurusan Teknik Sipil Universitas Halu Oleo.

Gambar 1. Lokasi penelitian

Survei pendahuluan dilakukan untuk mengetahui kondisi lokasi penelitian secara menyeluruh dan bertujuan untuk menentukan stasiun pengambilan sampel yang dianggap dapat mewakili kondisi keberadaan sebaran sedimen di Perairan Bungkutoko.

Pengambilan sampel sedimen dilakukan tiga kali pengulangan dengan menggunakan core sampel disetiap stasiun pada batas surut terendah. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan pipa paralon panjang 1m dengan ukuran 2 inci lebar. Pipa paralon ditancapkan di permukaan sedimen, lalu pipa diputar-putar sampai masuk ke dalam sedimen bersamaan dengan menutup ujung pipa bagian atas yang berlubang. Hal ini dilakukan agar sampel yang sedang diambil dapat mudah masuk ke dalam pipa. Kemudian sampel sedimen dimasukkan kedalam plastik sampel dan diberi label. Sampel tersebut selanjutnya di analisis di Laboratorium.

Tabel 1. Stasiun Penelitian

Stasiun	Titik Koordinat	Keterangan
1	3° 58' 53.2" LS 122° 35' 59.7" BT	Berada pada daerah mulut teluk
2	3° 58' 43.8" LS 122° 36' 51.4" BT	Berada pada daerah pelabuhan
3	3° 59' 07.1" LS 122° 37' 01.3" BT	Berada pada daerah reklamasi
4	3° 59' 32.6" LS 122° 36' 47.7" BT	Berada pada daerah reklamasi dan pemukiman.
5	3° 59' 00.6" LS 122° 36' 13.6" BT	Berada pada daerah pemukiman

Tabel 2. Skala Wenworth untuk mengklasifikasikan partikel- partikel sedimen, Hutabarat dan Evans (1985).

Ukuran Besaran Butiran (mm)	Nama Besaran Butiran
>256	<i>Pebble</i> / Kerakal
2– 256	<i>Granule</i> / Kerikil
1 – 2	<i>Very coarse sand</i> / pasir sangat kasar
0.5-1	<i>Coarse sand</i> / pasir kasar
0.25-0.5	<i>Mediun sand</i> / pasir agak kasar
0.125-0.25	<i>Mediun sand</i> / pasir agak kasar
0.0625-0.125	<i>Very fine sand</i> / pasir sangat halus
0.0039-0.00625	<i>Silt</i> / lanau
<0.0039	<i>Clay</i> / lempung

Pengukuran cepat rambat gelombang dilakukan dengan menggunakan tiang skala diikat tali sepanjang 5 m untuk membaca pergerakan gelombang permukaan air laut. Periodenya diukur dengan menggunakan stopwatch dengan cara mencatat gelombang yang melintas dalam selang waktu tertentu, hal ini dilakukan disetiap titik stasiun.

Kecepatan arus diukur dengan menggunakan layangan arus diletakkan pada permukaan perairan kemudian diukur jarak tempuh layangan arus dalam satuan waktu yaitu meter per detik (m/detik) dari jarak awal di letakkan.

Nyebakken (1992), menyatakan bahwa kecepatan arus yang diperoleh dari pengukuran lapangan dianalisis untuk mengetahui jarak tempuh layangan arus dari jarak awala diletakkan, nilai kecepatan arus diperoleh dengan rumus:

$$V = \frac{s}{t}$$

Dimana :

V = Kecepatan Arus (m/dtk)

s = Jarak (m)

t = Waktu (detik)

Tratmodjo (1999), menyatakan data gelombang yang diperoleh dianalisis untuk memperoleh datagepat rambat geleombang dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V = \frac{L}{T}$$

Dimana :

V = Cepat Rambat Gelombang (m/s)

L = Panjang Gelombang (m)

T = Periode (detik)

Analisis ukuran butiran sedimen dilakukan dengan metode saringan bertingkat menggunakan skala wenworth. Hutabarat dan Evans (1985).

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil analisa ukuran butir sedimen pada stasiun 1 menunjukkan pasir halus sebesar 63.49 % dan pasir sangat halus sebesar 24.17 % dengan kuat arus sebesar 0.07 m/s dan cepat rambat gelombang 0.22 m/s. Hal ini menunjukkan bahwa sedimen stasiun 1 dapat dikategorikan mengandung pasir halus. Lokasi pengambilan sampel sedimen di stasiun 1 terletak pada mulut teluk dengan bentuk garis pantai melengkung yang mengindikasikan adanya endapan halus yang terakumulasi di

sepanjang lekukan tersebut yang didukung oleh kuat arus < 0.1 m/detik. Hal tersebut sesuai dengan kategori kecepatan arus menurut Daruwedho (2016) bahwa perairan yang mempunyai arus >12 m/detik dikategorikan dalam perairan yang berarus sangat kuat, 8–12 m/ detik dikategorikan sebagai arus kuat, arus 4–8 m/ detik arus sedang dan kecepatan arus 0–4 m/ detik dikategorikan sebagai arus lemah. Menurut Korwa *et al.*, (2013) menyatakan bahwa secara umum jenis sedimen dengan kekuatan arus lemah di dominasi oleh partikel ukuran butir halus. Berdasarkan ukuran butir sedimen tersebut menggambarkan bahwa kondisi perairan di stasiun 1 di pengaruhi oleh kecepatan arus yang lemah. Ukuran butir merupakan indikasi besar/kuatnya kekuatan arus dan gelombang yang bekerja pada lingkungan pengendapan tersebut (Rifardi *et al.*, 1998). Mc Dowell dan O'Connor dalam Tampubolon (2010), sebaran dan ukuran partikel yang mengendap tergantung dari kekuatan arus dalam menggerakkan dan mendistribusikan sedimen tersebut.

Tabel 4 menunjukan bahwa pengukuran kecepatan arus nilai tertinggi diperoleh pada stasiun 1 dan 2, kecepatan arus nilai terendah diperoleh pada satasiun 3, 4 dan 5. Sedangkan rambat gelombang diperoleh nilai tertinggi pada stasiun 2 dan 4, nilai terendah diperoleh pada stasiun 1, 2 dan 5 di perairan Pulau Bungkutoko.

Berdasarkan hasil analisa ukuran butir sedimen pada stasiun 2 menunjukkan pasir halus sebesar 58.51 % dan pasir sangat halus sebesar 9.86 % dengan kuat arus sebesar 0.06 m/detik dan cepat rambat gelombang 0.56 m/detik. Hal ini menunjukkan bahwa sedimen stasiun 2 dapat dikategorikan mengandung pasir halus. Hal tersebut sesuai dengan kategori kecepatan arus menurut Daruwedho (2016) bahwa kecepatan arus 0–4 m/detik dikategorikan sebagai arus lemah. Menurut Korwa *et al.*, (2013) menyatakan bahwa secara umum jenis sedimen dengan kekuatan arus lemah di dominasi oleh partikel ukuran butir halus.

Table 3. Hasil rata-rata tipe butiran sedimen setiap stasiun

Stasiun	Partikel (%)						Kategori	Size (mm)
	Kerikil	Pasir sangat kasar	Pasir agak kasar	Pasir halus	Pasir sangat halus	PAN		
1	0	0.97	10.56	63.49	24.17	0.80	Pasir halus	0.125-0.25
2	2.80	1.10	14.40	58.51	9.86	13.33	Pasir halus	0.125-0.25
3	0.62	1.88	11.19	64.40	16.09	5.82	Pasir halus	0.125-0.25
4	15.86	11.81	29.44	30.24	8.88	3.77	Pasir agak kasar	0.25-0.50
5	9.83	4.75	19.38	41.51	12.62	11.91	Pasir halus	0.125-0.50

Keterangan PAN : ayakan paling bawah dalam susunan saringan bertingkat

Tabel 4. Parameter Oseangrafi fisika setiap stasiun.

Stasiun	Arus (m/detik)	kategori	Rambat gelombang (m/detik)	kategori
1	0.07	Sedang	0.22	Lemah
2	0.06	Sedang	0.56	Sedang
3	0.02	Lemah	0.22	Lemah
4	0.01	Lemah	0.23	Lemah
5	0.01	Lemah	0.07	Lemah

Gambar 2. Peta sebaran sedimen

Ukuran butiran sedimen tersebut menggambarkan bahwa kondisi perairan di stasiun 2 di pengaruhi oleh kecepatan arus yang lemah. Hal ini dikarenakan oleh pergerakan arus di mana sedimen diangkut berupa *bed load* yaitu gerak butir di dasar saluran yang terjadi secara menggelinding (*rolling*). Sedangkan pergerakan pasir halus merupakan material yang mudah bergerak maka arus akan membawa sedimen searah dengan arus. Apabila kecepatan arus berkurang, maka arus tidak mampu lagi mengangkut sedimen sehingga akan terjadi sedimentasi di daerah tersebut (Triatmodjo, 1999). Pada saat gelombang pecah sedimen di dasar pantai terangkat (terabrasi) yang selanjutnya terangkut oleh dua macam gaya penggerak yaitu komponen energi gelombang dalam arah sepanjang pantai dan arus sejajar pantai yang dibangkitkan oleh gelombang pecah. Gelombang distasiun 2 relatif kecil sehingga tidak berpengaruh terhadap sebaran sedimen atau dengan kata lain sedimen pada perairan tersebut tidak memungkinkan untuk dipindahkan oleh tenaga gelombang dengan rentang jarak yang panjang. Hal ini dikarenakan menurut laju angkutan sedimen tergantung pada sudut datang gelombang, lama angin bertiup dan energi gelombang.

Hasil analisa ukuran butir sedimen pada stasiun 3 menunjukkan pasir halus sebesar 64.40 % dan pasir sangat halus sebesar 16.09 % dengan kuat arus sebesar 0.02 m/detik dan cepat rambat gelombang 0.22 m/detik. Hal ini menunjukkan bahwa

sedimen stasiun 3 dapat dikategorikan mengandung pasir halus. Hal tersebut sesuai dengan kategori kecepatan arus menurut Daruwedho (2016) bahwa kecepatan arus 0-4 m/detik dikategorikan sebagai arus lemah. Menurut Korwa *et al.*, (2013) menyatakan bahwa secara umum jenis sedimen dengan kuat arus lemah di dominasi oleh partikel ukuran butir halus. Berdasarkan ukuran butir sedimen tersebut menggambarkan bahwa kondisi perairan di stasiun 3 di pengaruhi oleh kecepatan arus yang lemah. Apabila kecepatan arus lemah, maka arus tidak mampu mengangkut sedimen sehingga akan terjadi sedimentasi di daerah tersebut (Triatmodjo, 1999). Gelombang di stasiun 3 relatif kecil sehingga tidak berpengaruh terhadap sebaran sedimen atau dengan kata lain sedimen pada perairan tersebut tidak memungkinkan untuk dipindahkan oleh tenaga gelombang dengan rentang jarak yang panjang.

Berdasarkan hasil analisa ukuran butir sedimen pada stasiun 4 menunjukkan pasir halus sebesar 30.24 % dan pasir sangat halus sebesar 8.88 % dengan kuat arus sebesar 0.01 m/detik dan cepat rambat gelombang 0.23 m/detik. secara teori, hal ini menunjukkan bahwa sedimen stasiun 4 dapat dikategorikan mengandung pasir halus, tetapi sesuai hasil analisa menunjukkan bahwa sedimen distasiun 4 dikategorikan lebih banyak mengandung pasir agak kasar. Hal ini diakibatkan kondisi arus tidak stabil maka terjadi pengendapan fraksi sedang sampai kasar (pasir) sehingga terjadi

perselingan lumpur dan pasir seperti pada lingkungan pengendapan tidak terjadi pada umumnya. Disamping itu, adanya faktor reklamasi dimungkinkan terjadi penyebaran sedimen material dari proses pembangunan, dimana arus dan rambat gelombang yang relatif lemah tidak memiliki kemampuan untuk mengangkut sedimen material tersebut atau dengan kata lain terjadi pengendapan sedimen secara tidak stabil.

Berdasarkan hasil analisa ukuran butir sedimen pada stasiun 5 menunjukkan pasir halus sebesar 41.51 % dan pasir sangat halus sebesar 12.62 % dengan kuat arus sebesar 0.01 m/s dan cepat rambat gelombang 0.07 m/s. Hal ini menunjukkan bahwa sedimen stasiun 5 dapat dikategorikan mengandung pasir halus. Hal tersebut sesuai dengan kategori kecepatan arus menurut Daruwedho (2016) bahwa kecepatan arus 0-4 m/det dikategorikan sebagai arus sangat lambat. Menurut Korwa *et al.*, (2013) menyatakan bahwa secara umum jenis sedimen dengan kuat arus lemah di dominasi oleh partikel ukuran butir halus. Gelombang distasiun 5 relatif kecil sehingga tidak berpengaruh terhadap sebaran sedimen atau dengan kata lain sedimen pada perairan tersebut tidak memungkinkan untuk dipindahkan oleh tenaga gelombang.

Kesimpulan

1. Jenis sedimen pada daerah mulut teluk (stasiun 1), daerah pelabuhan (stasiun 2), daerah reklamasi (stasiun 3) dan daerah pemukiman (stasiun 5) didominasi pasir halus sedangkan pada daerah reklamasi dan pemukiman (stasiun 4) didominasi pasir agak kasar. Hal ini disebabkan kondisi arus dan gelombang yang tidak stabil.
2. Sebaran sedimen dipengaruhi oleh faktor reklamasi dan kondisi arus dan gelombang yang tidak stabil, dengan kategori pada daerah mulut teluk (stasiun 1), daerah pelabuhan (stasiun 2), daerah reklamasi (stasiun 3) dan daerah pemukiman (stasiun 5) memiliki dikategorikan lebih banyak mengandung pasir halus sampai pasir sangat halus, sedangkan pada stasiun pada daerah reklamasi dan pemukiman (stasiun 4) lebih banyak mengandung pasir agak kasar.

Daftar Pustaka

- Abuodha, J.O.Z. (2003). Grain size distribution and composition of modern dune and beach sediments, Malindi Bay coast, Kenya. *Journal of African Earth Sciences*, 36(1), 41-54. Doi: 10.1016/S0899-5362(03)00016-2.
- Bayhaqi, A., & Dungga, C. M. (2015). Distribusi butiran sedimen di pantai Dagelan, Gresik, Jawa Timur. *DEPIK*, 4(3). Doi: 10.13170/depik.4.3.3054.
- Blott, S.J. and K. Pye. 2001. Gradistat: a grain sizedistribution and statistics package for the analysis ofunconsolidated sediments. *Earth Surface Processes Landforms*, 26:1237-1248. DOI: 10.1002/esp.261.
- Daruwedho, H., Bandi Sasmito, Fauzi Janu A., 2016. Analisis Pola Arus Laut Permukaan Perairan Indonesia Dengan Menggunakan Satelit Altimetri Jason-2 Tahun 2010-2014. *Jurnal Geodesi Undip. Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro*.
- Dahuri, R 2003. *Keanekaragaman Hayati Laut; Aset Pengembangan Berkelanjutan*. Gramadje Pusaka Utama : Jakarta
- Darlan, Y. 1996. Geomorfologi wilayah pesisir. Aplikasi untuk penelitian wilayah pantai. Pusat Pengem-bangan Geologi Kelautan. Bandung 96 hlm.
- Hutabarat, S. dan S. M. Evans. 2006. *Pengantar Oseanografi*. Jakarta: Djambatan.
- Hutabarat, Sahaladan Stewart M. Evans. 1985. *Pengantar Oseanografi*. Jakarta: Ui-Press.
- Khatib, A., Y. Adriati, dan A. E. Wahyudi. 2013. Analisis Sedimentasi dan Alternatif Penanganannya di Pelabuhan Selat Baru Bengkalis. *Konferensi Nasional Teknik Sipil 7, Universitas Sebelas Maret, Surakarta*. 8 hlm
- Korwa *Et Al*. 2013. Karakteristik Sedimen Litoral Di Pantai Sindulang Satu. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis Volume 1 Nomor 1*.
- Liu, J.T., J.S Huang, R.T Hsu, and J.M. Chyan. 2000. The coastal depositi- onal system of a small mountain-nous river: a perspective from grain-size

- distributions. *Marine geology*, 165:63-86.
- Munandar, Rizqan Khairan, Et Al. 2014. Karakteristik Sedimen Perairan Desa Ja Ali Haji Kepulauan Riau.
- McLaren, P. dan Bowles, D. (1985). The Effects of Sediment Transport on Grain-Size Distributions. *Journal of Sedimentary Petrology* 55 (4): 457-470p
- Nazir, M. 2005. Metode Penelitian. Ghalia Indonesia. Jakarta. 130 hlm.
- Nyebakken, J. W. 1992. Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologi. Gramedia Jakarta Penerjemah : Eidman dkk. 459 Hal.
- Purnawan, S., I. Setiawan, dan Marwintim. 2012. Studi sebaran sedimen berdasarkan ukuran butiran di perairan Kuala Gigiengi, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh. *Depik 1* (1): 31-36.
- Rifaldi. 2012. Ekologi Sedimen Laut Moderen Edisi Revisi. Pekanbaru UNRI Press. 167 hal.
- Siregar, Christine Ruth E. 2014. Studi Pengaruh Faktor Arus Dan Gelombang Terhadap Sebaran Sedimen Dasar Di Perairan Pelabuhan Kaliwungu Kendal. *Jurnal Oseanografi*. Volume 3, Nomor 3. Tahun 2014.
- Siswanto, Aries Dwi. 2011. Kajian Sebaran Subtrat Sedimen Permukaan Dasar Di Perairan Pantai Kabupaten Bangkalan Embryo Vol. 8 No 1 Juni 2011 Issn 0216-0188.
- Sarbidi, (2005). Pengaruh ROB Pada Pemukiman Pantai (Kasus Semarang). Makalah dan Presentasi kerugian pada Bagunan dan Kawasan Akibat Kenaikan Muka Air Laut pada Kota-Kota Pantai di Indonesia, Bandung.
- Triatmodjo Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Unit Antar Universitas Ilmu Teknik, Universitas Gaja Mada, Beta Offset, Yogyakarta.
- Vijaya Et Al. 2010. *Tipe Sediemen Permukaan Dasar Laut Selatan Dan Utara Kepulauan Tembelan Perairan Natuana Selatan*. Jurnal Pusat Penelitian Oseanografi (P2o) Lipi.
- Wisha, U.J., Yusuf, M., & Maslukah, L. (2016). Kelimpahan Fitoplankton Dan Konsentrasi TSS Sebagai Indikator Penentu Kondisi Perairan Muara Sungai Porong. *Jurnal Kelautan*, 9(2), 122-129. Doi: 10.21107/jk.v9i2.1298.
- Wibowo, Yudha Arie. 2012. *Dinamika Pantai (Abrasi Dan Sedimentasi)*. Gelombang, Jurusan Oseanografi Universitas Hang Tuah: Suarabaya
- Widjastuti. M. S. 2011. *Pengantar Ilmu Kelautan*, Universitas Indonesia Press.
- Winter, C. 2007. On the evaluation of sediment transport models in tidal environments. *Sedimentary Geology*, 202:562-571. Doi: 10.1016/j.sedgeo. 2007. 03.019.
- Wenno, L.F dan Y. Witasari. 2001. Distribusi ukuran butiran pasir di pantai Parangtritis, Yogyakarta. *Pesisir dan Pantai Indonesia*, 6:95-103.
- Yasin A. M., Sukiyah E, & Isnaniwardhani, V. (2016). Grain Size Analysis Of Quaternary Sediment from Kendari Basin, Indonesia. *International Journal Of Science and Research*, 5(11), 1748-1751. Doi: 10.21275/Art20163165.