

## Geomorfologi Pesisir Pantai Benteng Portugis, Kecamatan Donorojo, Kabupaten Jepara

Warsito Atmodjo

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH. Kampus UNDIP Tembalang, Semarang  
Email: warsito\_osigeo@yahoo.com

### Abstract

*The dynamics of coastal geomorphology depending on the rock making up the coastal and oceanographic processes that work. Coastal geomorphology dynamic process influenced by oceanographic processes and can result in the accretion process and coastal erosion. This study aims to determine the dynamics of the process of coastal geomorphology and oceanographic factors that influence the process .. This study uses the case with the analysis of dynamics of geomorphological and oceanographic processes that influence in the region penlitian. The research data in the form of tides, currents and sediments in coastal areas. The results of the study be a type of tidal Daily Single with water level  $Z_0 = 55.90$ ; (MSL) 69.14 cm; (HHWL) = 135.48 cm; (LLWL) = 0.78 cm. Waves as high as 0.62 meters and wave period 4.1 seconds. The waves come from the Northeast will burst burst as high as 0.81 meters at a depth of 0.78 meters. Breaking waves at an angle of 19.22 degrees to the shoreline, will result in flow velocity along the coast is 0.98 m / sec. Coastal geomorphology consists of rugged coastal hills of volcanic material composed of tuffaceous sand and clastic limestone and non clastics limestone and limestones; type of geomorphologys was coastal flat composed of silty sand; coastal river estuary composed of silty sand; coastal erosion occurs berm erosion. Geomorphology dynamic process influenced by longshore currents that cause abrasion dominant in the study area.*

**Keywords:** coastal geomorphology; dinamikai coast; Portuguese fort Jepara

### Abstrak

Dinamika geomorfologipesisirpantai tergantungpada batuan penyusun pesisir pantai dan proses oseanografi yang bekerja. Proses dinamika geomorfologi pesisir pantai di pengaruhi oleh proses oseanografi dan dapat berakibat terjadinya proses akresi dan erosi pesisir. Penelitianinibertujuan mengetahui dinamika proses geomorfologi pesisir pantai dan proses faktor oseanografi yang berpengaruh.. Penelitianinimenggunakan metode kasudengananalisis dinamika proses geomorfologi dan oseanografi yang berpengaruh di daerah penlitian. Data penelitian berupa pasang surut, arus dan sedimen di wilayah pesisir pantai.Hasilpenelitianberupatipe pasang surut Harian Tunggal denganelevasi muka air  $Z_0 = 55,90$ ; (MSL) 69,14 cm; (HHWL) = 135,48 cm; (LLWL) = 0,78 cm.Gelombang setinggi 0,62 meter dan periode gelombang 4,1 detik. Gelombang datang dari arah Timur Laut akan pecah pecah setinggi 0,81 meter pada kedalaman sebesar 0,78 meter. Gelombang pecah dengan sudut datang 19,22 derajat terhadap garis pantai, akan mengakibatkan kecepatan arus sepanjang pantai 0.98 m/detik. Geomorfologi pesisir terdiri dari pesisir pantai bukit terjal tersusun material vulkanik pasir tufaan dan batugamping klastik dan batugamping non klastik ;pesisir landai/datar tersusun pasir lanauan; pesisir pantai muara sungaitersusun oleh pasir lempungan; pesisir pantai erosi terjadi erosi berm. Proses dinamika geomorfologi dipenaruhi oleh arus longshore yang menyebabkan adanya dominan abrasi di daerah penelitian.

**Kata kunci :** geomorfologi pesisir; dinamikai pesisir; benteng portugis Jepara.

## PENDAHULUAN

Wilayah pesisir dan perairan pantai Benteng Portugis, Kecamatan Donorojo, Jepara merupakan salah satu wilayah wisata yang dikenal masyarakat sebagai wisata Benteng Portugis. Benteng Portugis terletak di pesisir dan perairan pantai yang terletak di lereng sebelah Barat Gunung Muria. Wilayah tersebut secara administrasi pemerintahan Kecamatan Donorojo, Kabupaten Jepara, Propinsi Jawa Tengah. Secara geografis merupakan pantai yang didepannya terdapat Pulau Mondoliko. Pesisir pantai Benteng Portugis terdapat beberapa bangunan pantai berupa turap muara sungai, turup pantai terjal dan ada bangunan groin serta pelabuhan nelayan semi alami. Secara astronomis letak lokasi penelitian terletak pada koordinat  $110^{\circ}53'59,927''$  E hingga  $110^{\circ}55'57,601''$  E dan  $6^{\circ}23'0,891''$  S hingga  $6^{\circ}24'30,57''$  S (Gambar 1). Proses dinamis pantai sangat dipengaruhi oleh *littoral transport*. *Littoral transport* dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu transpor sepanjang pantai (*longshore transport*) dan transpor tegak lurus pantai (*onshore-offshore transport*). Material pasir yang ditranspor disebut dengan *littoral drift*. Pada saat gelombang

pecah sedimen di dasar pantai terangkat yang selanjutnya terangkut oleh dua macam gaya penggerak, yaitu komponen energi gelombang dalam arah sepanjang pantai dan arus sepanjang pantai yang dibangkitkan oleh gelombang pecah (Triatmodjo, 1999). Menurut Pettijohn (1975), sedimentasi merupakan proses pembentukan sedimen atau proses menuju terbentuknya batuan sedimen yang diakibatkan oleh pengendapan pada suatu tempat yang disebut lingkungan pengendapan. Proses erosi yang terjadi di pantai akan menimbulkan sedimentasi pada tempat lain karena materi yang tergerus oleh gelombang akan diangkut oleh aliran litoral dan didepositkan di tempat lain, arti aliran litoral tersebut adalah gerakan pasir atau sedimen yang berada di daerah litoral (kawasan pantai yang dipengaruhi oleh pasang surut). Bambang Triatmodjo, 1999, menyatakan bahwa gerakan sedimen di daerah pantai yang disebabkan oleh gelombang dan arus yang dibangkitkannya. Dinamika geomorfologi pesisir pantai yang sangat tergantung oleh stabilitas batuan pesisir dan perairan pantai serta proses hidrooseanografi yang bekerja di wilayah tersebut.



Sumber: Peta LPI Lembar Godong

**Gambar 1.** Lokasi Penelitian

**MATERI DAN METODE**

Penelitian dilaksanakan bulan 20 September 2013 sampai bulan 30 Nopember 2014. Data dalam penelitian ini meliputi data oseanografi dan data geomorfologi pesisir. Data oseanografi meliputi data pasang surut dan gelombang. Data pasang surut diperoleh dengan cara pengukuran pasang surut menggunakan pasang surut selama 15 hari dan diolah dengan metode admiraltykan diperoleh komponen pasang surut. Selanjutnya dari komponen pasang surut dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$MSL=A(S_0)$$

$$LLWL=A(S_0)-[A(M_2)+A(S_2)+A(K_1)+A(O_1)+A(P_1)+A(K_2)+A(M_4)+A(MS_4)]$$

$$HHWL=A(S_0)+[A(M_2)+A(S_2)+A(K_1)+A(O_1)+A(P_1)+A(K_2)]$$

Tipe pasang surut dengan  $F = (K_1 + O_1) / (K_2 + S_2)$

Data gelombang datang diperoleh dari data angin dan kelandaian pantai, akan pecah gelombang dengan membentuk sudut terhadap garis menghasilkan arus sepanjang pantai. Longuet-Higgins dalam Komar (1985) menurunkan rumus untuk menghitung arus sepanjang pantai berikut ini:

Untuk mencari besar *longshore current* dapat dilakukan dengan menghitung nilai:

Nilai tinggi gelombang pecah ( $H_b$ ):

$$\frac{H_b}{H_o'} = 0.56 \left( \frac{H_o'}{L_o} \right)^{\frac{1}{5}}$$

Kedalaman gelombang pecah ( $db$ ) :

$$db = \frac{H_b}{gT^2};$$

Panjang Gelombang pecah ( $L_b$ ):

$$L_b = T \sqrt{g(db)}$$

Sudut gelombang pecah ( $\alpha_b$ )

$$: \frac{\sin \alpha_b}{L_b} = \frac{\sin \alpha_o}{L}$$

Kecepatan arus sepanjang pantai

$$: V = 1.17(g \times H_b)^{\frac{1}{2}} \sin \alpha_b \cos \alpha_b ;$$

dimana:

$g$  = percepatan gravitasi bumi (m/detik<sup>2</sup>);

$T$  = periode gelombang (detik);

$L$  = panjang gelombang (m);

$L_o$  = panjang gelombang di laut dalam (m);

$d$  = kedalaman perairan;

$H_b$  = tinggi gelombang pecah (m);

$H_o'$  = tinggi gelombang laut dalam ekuivalen (m);

$db$  = kedalaman gelombang pecah (m);

$L_b$  = panjang gelombang pecah (m);

$\alpha_b$  = sudut datang gelombang pecah (°);

$\alpha_o$  = sudut antara garis puncak gelombang di laut dalam dan garis pantai (°);

$V$  = kecepatan arus sepanjang pantai (m/detik)

Sedangkan data geomorfologi meliputi profil pantai, data sedimen pesisir, geomorfologi pesisir beserta jenis batuan serta data hidro oseanografi. Data profil pantai diperoleh dengan cara pengukuran transek mulai dari daratan pantai sampai perairan pantai. Metode penentuan transek pengukuran profil pantai dilakukan dengan menggunakan metode stratified purposive sampling yaitu dengan cara membagi daerah menjadi dua bagian. Bagian yang pertama merupakan transek di wilayah gisik pantai dan bagian kedua adalah perairan pantai. Pada bagian gisik pantai dilakukan pengukuran kedalaman secara manual dengan menggunakan tongkat berskala dengan lebar pantai dibagi 10 transek dengan jarak 100 meter dan lebar pantai 200 meter dibagi dengan jarak 25 meter atau 4 transek. Data sedimen diperoleh dari pengambilan sampel sedimen dipesisir dan perairan pantai dengan menggunakan grab sampler dan cor sampler. Data geomorfologi pesisir diperoleh dari pemetaan langsung di wilayah pesisir dengan digitasi wilayah pesisir dengan GPS Garmin tipe CX60 dengan bantuan peta dasar

peta rupa bumi skala 1:25.00 dan peta Lingkungan Pantai Indonesia skala 1 : 50.000. sedangkan pemerian jenis batuan pada setiap kenampakan morfologi dilakukan dengan pemetaan jenis batuan pada setiap lokasi observasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

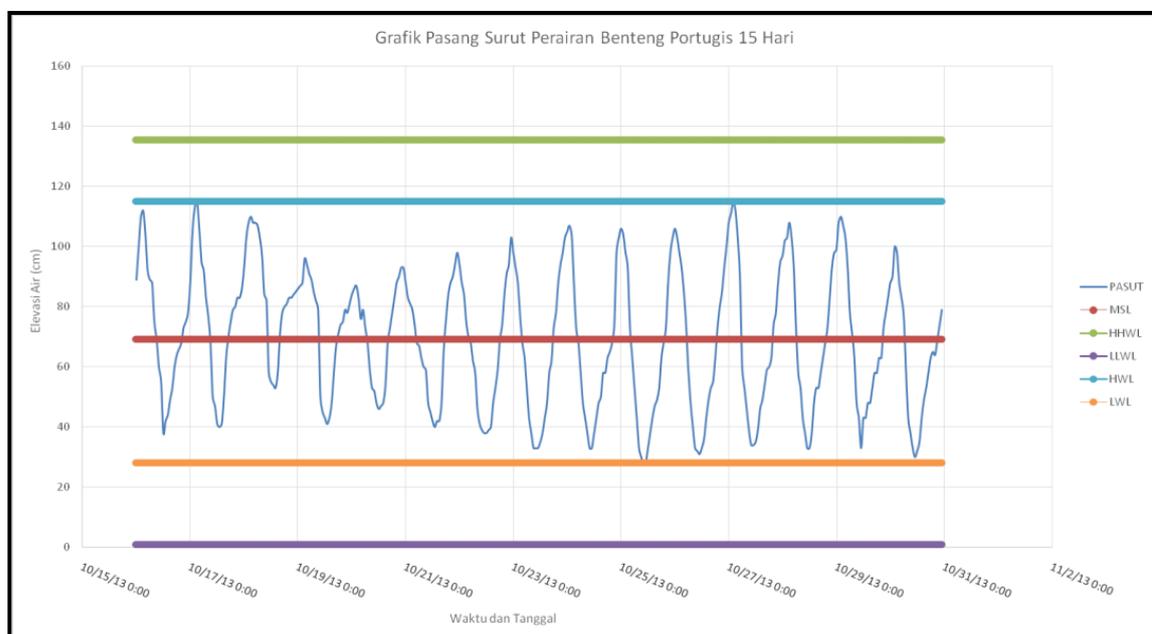
### Pasang Surut

Berdasarkan hasil elevasi fluktuasi air laut dapat dilihat pada Gambar 2, sedingkan komponen pasang dapat dilihat

pada Tabel 1. Hasil perhitungan dari elevasi muka air pasang surut, maka diperoleh variabel pasang surut yaitu Nilai  $Z_0 = 55,9055$ ; muka air laut rata-rata (MSL) sebesar 69,14 cm; Air Tinggi Tertinggi (HHWL) sebesar = 135,4796 cm; Air Tertinggi (HWL) = 115 cm; Air Rendah Terendah (LLWL) = 0,7793 cm; Air Rendah (LWL) = 28 cm. Berdasarkan hasil perhitungan tipe pasang surut dengan bilangan Formzal, maka diperoleh nilai bilangan Formzal sebesar 4,28 sehingga tipe pasang surut di daerah penelitian adalah tipe Pasang Surut Harian Tunggal.

**Tabel 1.** Komponen Pasang Surut

No	Komponen Pasang Surut	Amplitudo (cm)
1	$S_0$	69,14
2	$M_2$	7,25
3	$S_2$	2,97
4	$N_2$	0,79
5	$K_1$	34,94
6	$O_1$	8,84
7	$M_4$	0,70
8	$MS_4$	0,52
9	$K_2$	0,80
10	$P_1$	11,53



**Gambar 2.** Grafik Pasang Surut di daerah Penelitian

## Gelombang

Berdasarkan hasil pengukuran angin diketahui bahwa kondisi angin dominan di daerah penelitian berasal dari Timur Laut menuju Barat Daya (gambar 3). Selanjutnya angin tersebut akan membangkitkan gelombang dengan arah sama dengan arah angin yaitu Timur Laut menuju Barat Daya akan membangkitkan gelombang setinggi 0,62 meter dan periode gelombang 4,1 detik. Gelombang yang datang dari arah timur akan pecah dengan tinggi gelombang pecah sebesar 0,81 meter dengan kedalaman gelombang pecah dengan dengan tinggi sebesar 0,78 meter. Gelombang pecah dengan sudut datang sebesar 19,22 derajat terhadap garis pantai, sehingga akan mengakibatkan terjadinya kecepatan arus sepanjang pantai ke arah barat dengan kecepatan sebesar 0,98 m/detik.

## Geomorfologi Pesisir

Secara umum kondisi geomorfologi di wilayah pesisir pantai Benteng Portugis, Kecamatan Donorojo, Kabupaten Jepara merupakan daerah dengan geomorfologi di daerah penelitian terbagi menjadi :

### a. Pantai Bukit Berbatu

Geomorfologi Semenanjung Pantai Bukit Terjal Tererosi dengan ciri-ciri morfologi berupa morfologi semenjang pantai dengan bukit terjal tersusun oleh material vulkanik pasir tufaan dan batugamping batugamping klastik maupun non klastik (Gambar 3). Pada tebing pantai terjal tersusun oleh batuan keras, kompak, dengan kekar-kekar dan menunjukkan kenampakan tanjung Blunderan yang mengalami abrasi atau erosi akibat aksi gelombang, arus serta fluktuasi air laut pasang surut.. Pesisir pantai tanjung Blunderan nampak bahwa posisi batuan pada tebing terjal dengan ketinggian tertentu diakibatkan energi abrasi ini, bila beda elevasi terlalu besar dan beban tidak dapat tertahan lagi, bagian atas tebing runtuh. Kenampakan pesisir pantai berbatu nampak pada bagian mulai bagian tebing terjal dan dedepannya pada perairan pantai terdapat bongkah-bongkah batu hasil runtuhannya tebing terjal. Kondisi kenampakan tersebut merupakan petunjuk bahwa pesisir pantai bukit berbatu dengan tebing terjal sering mengalami runtuh.



**Gambar 3.** Pesisir Pantai Berbatu Terjadi Erosi

**b. Pesisir Pantai landai**

Pesisir landai menempati bagian barat dari pesisir pantai bukit berbatu. Pesisir ini mempunyai kelerengan landai permukaan halus dan tersusun oleh sedimen lepas pasir lanauan menunjukkan gejala erosi (Gambar 4). Pesisir pantai selalu mengalami agitasi gelombang yang kuat, menyebabkan gejala garis pantai melengkung ke arah barat dari bangunan groin yang telah ada. Sehingga arah aksi arus longshore berasal dari arah barat laut menuju selatan dan berbelok ke arah barat daya.

**c. Pesisir Pantai Muara Sungai**

Pesisir Pantai Muara Sungai ditandai dengan kenampakan geomorfologi adanya muara sungai di pesisir pantai. Pesisir tersebut dicirikan dengan kondisi kelerengan landai, adanya muara sungai K. Gelis (Gambar 5). Pesisir pantai muara sungai tersusun oleh sedimen pasir lempungan pada bagian tengah sungai dan ditepi kanan kiri tebing sungai berupa pasir lanauan. Bagian pesisir dalam ditandai dataran lahan basah pada mulut sungai dengan sedimen pasir lempungan menunjukkan interaksi proses

sedimentasi di bagian tengah sungai akibat energi laut dan energi sungai. Pada muara sungai mengalami pembelokan ke arah barat daya – selatan diakibatkan oleh adanya arus *longshore* yang berasal dari arah Utara.

**d. Pesisir Pantai Erosi**

Pesisir Pantai Erosi ditandai dengan adanya gejala geomorfologi pesisir terjadi bekas erosi berm pesisir (Gambar 6 sampai Gambar 8) Pesisir ini tersusun oleh sedimen pasir, menunjukkan kenampakan berm tererosi di depan bekas berm pesisir mengalami pengikis membentuk negatif atau parit dan pada ujung terdapat scarp..Erosi pesisir diakibatkan oleh adanya gerak air dalam hal ini bisa berupa arus yang mengikis endapan atau agitasi gelombang yang menyebabkan abrasi pada batuan. Erosi tidak hanya berlangsung di permukaan, namun juga yang terjadi di permukaan sedimen dasar perairan. Erosi maksimum terjadi bila energi dari agen erosi mencapai titik paling lemah materi tererosi. Erosi yang terjadi pada dasar perairan akan mengubah lereng yang berdampak pada perubahan



**Gambar 4.** Pantai Landai Dan Berpasir

posisi jatuhnya enersi gelombang pada pantai. Selanjutnya agitasi gelombang dapat merusak titik terlemah dari apapun yang ditemukan dengan enersi maksimal. Pencapaian titik terlemah dapat terjadi bila saat badai dengan gelombang kuat terjadi bersamaan dengan posisi paras muka laut jatuh pada sisi paling lemah, yaitu permukaan rata pasir pantai. Erosi diperparah bila sedimen sungai yang menjadi penyeimbang tidak cukup mengganti sedimen yang tererosi.

#### e. Sedimen

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan dan pengambilan sampel sedimen pesisir pantai di daerah penelitian menunjukkan bahwa kondisi sedimen pesisir pantai di daerah penelitian dominan berukuran pasir lanau kerikilan. (Gambar 9 dan Gambar 10). Sedangkan sedimen pasir lanau terdapat pada (Gambar 11). Secara umum kondisi pesisir pantai di daerah penelitian tersusun oleh pasir, hal itu menunjukkan bahwa energy yang



**Gambar 5.** Pantai Landai tersusun oleh pasir lempungan



**Gambar 6.** Pantai Erosi tersusun oleh pasir lanauan

bekerja di wilayah ini berupa energy cukup besar dari gelombang laut dari arah Timur laut menuju barat daya membentuk arus longshore berarah Timur ke arah barat. Arus longshore ini akan mengakibatkan adanya deposisi atau akresi di bagian timur.

### **Abrasi dan Akresi Pantai**

Dinamika geomorfologi pesisir dengan adanya tanjung yang tersusun oleh batuan kompak, keras membentuk semenjang Benteng Portugis berfungsi hampir sama adengan bangunan groin yang di bagian di bagian kiri depan

semenjung tersebut. Kondisi geomorfologi tersebut dengan adanya Gelombang yang datang dari arah timur akan pecah dengan tinggi gelombang pecah sebesar 0,81 meter dengan kedalaman gelombang pecah dengan dengan tinggi sebesar 0,78 meter. Gelombang pecah dengan sudut datang sebesar 19,22 derajat terhadap garis pantai, sehingga akan mengakibatkan terjadinya kecepatan arus sepanjang pantai ke arah barat dengan kecepatan sebesar 0.98 m/detik. Gelombang akan bertumbukan dengan adanya semenjung Belukan, sehingga akan mengerosi tanjung. Adanya yang datang dari Timur laut



**Gambar 7.** Pantai Erosi tersusun oleh pasir lanauan



**Gambar 8.** Sedimen pasir lanauan Wilyah Pesisir Pantai Erosi

gelombang yang mengakibatkan arus *longshore* tersebut pada bagian kanan atau Timur semenjung akan terjadi akresi dengan adanya proses deposisi. Sebaliknya sebelah kiri semenjung atau bagian barat akan terjadi erosi. Hal tersebut nampak pada hasil tracking

pesisir pantai dan perbandingan peta rupa bumi tahun 2000 sampai tahun 2013 saat penelitian atau selama sepuluh tahun luas abrasi-akresi diketahui bahwa pantai lebih dominan mengalami abrasi. Luas total pantai yang terabrasi, dari pada akresi pantai. (Gambar 12)



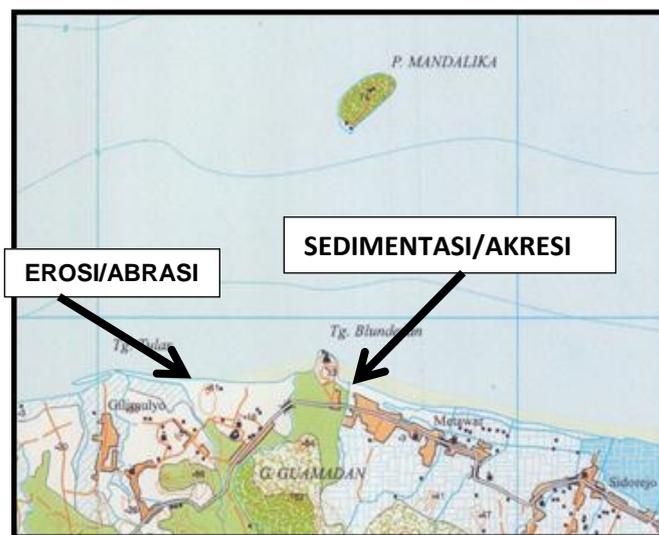
**Gambar 9.** Sedimen pasir lanau kerikilan Wilyah Pesisir Pantai



**Gambar 10.** Sedimen pasir lanau kerikilan Wilyah Pesisir Pantai



Gambar 11. Sedimen pasir lanauan Wilayah Pesisir Pantai



Gambar 12. Daerah Abrasi Dan Akresi Pesisir Pantai

## KESIMPULAN

Kondisi geomorfologi di wilayah pesisir pantai Benteng Portugis, Kecamatan Donorojo, Kabupaten Jepara dibedakan menjadi geomorfologi semenanjung pantai bukit terjal Tererosi dengan ciri-ciri morfologi berupa morfologi semenjang pantai dengan bukit terjal tersusun oleh material vulkanik pasir tufaan dan batugamping batugamping klastik maupun non klastik ; pesisir landai/datar

mempunyai kelerengan landai permukaan halus dan tersusun oleh sedimen lepas pasir lanauan menunjukkan gejala erosi ; pesisir pantai muara sungaiditandai dengan kenampakan geomorfologi adanya muara sungai di pesisir pantai dan pesisir pantai erosi ditandai dengan adanya gejala geomorfologi pesisir terjadi bekas erosi berm. Gelombang yang datang dari arah timur akan pecah dengan tinggi gelombang pecah sebesar 0,81 meter dengan kedalaman

gelombang pecah dengan dengan tinggi sebesar 0,78 meter. Gelombang pecah dengan sudut datang sebesar 19,22 derajat terhadap garis pantai, sehingga akan mengakibatkan terjadinya kecepatan arus sepanjang pantai ke arah barat dengan kecepatan sebesar 0.98 m/detik. Selama periode sepuluh tahun pesisir. dari periode tahun 2000 sampai tahun 2013 pantai daerah penelitian dominan mengalami abrasi dibandingkan akresi.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Folk, F.J. 1974. *Petrology of Sedimentary Rock*. Hemphill Pub. And Co Austin.
- Hutabarat, S. dan S.M. Evans. 1984. *Pengantar Oseanografi*. UI Press. Jakarta. 159 hlm.
- Kennet, John, 1985, *Marine Geology*, John Willey and Sons Inc. New York, 285 hal.
- Komar, P.D. 1985. *Beach Processes and Sedimentation*. Printice Hall, New Jersey.
- Lisitzin, E. 1974. *Sea-Level Changes*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- McIntyre, A.D and N.A Holme. 1984. *Methods for The Study of Marine Benthos*. Blackwel Scientific Publications. Oxford.
- Pethick, J. 1984. *An Introduction Geomorphology*. Chapman and Hall. USA. 245 hlm.
- Pettijohn, F J. 1975. *Sedimentary Rocks*. Harper & Row, Publishers. New York, Evanston, San Fransisco, and London. 640 hlm.
- Triatmodjo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Zheng, J and Hu, J, 2003, *Calculation Of Longshore Sediment Transport In Shijiu Bay*, International, Conference on Estuaries and Coast, November, 9 Nopember 2003, China