

---

**Studi Pola Sebaran Sedimen Dasar Akibat Arus Sepanjang Pantai di Sekitar Pemecah Gelombang Pantai Kuta Bali**

**Hermawan Saputra, Petrus Subardjo, Siddhi Saputro\*)**

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang. 50275 Telp/Fax (024) 7474698  
Email : [saputraharmawan@yahoo.com](mailto:saputraharmawan@yahoo.com)\*)

**Abstrak**

Pantai Kuta mengalami erosi yang cukup besar setiap tahunnya. Berbagai upaya telah dilakukan oleh pemerintah dengan cara membangun pemecah gelombang sejumlah tiga unit dan melakukan aktifitas pengisian pasir (*beachfilling*). Namun hal tersebut belum bisa mengatasi erosi yang terjadi, sehingga diperlukan adanya analisa tentang pola sebaran sedimen dasar sebagai langkah awal mengetahui penyebab erosi yang terjadi selama ini. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pola sebaran sedimen dasar dan arus sepanjang pantai yang menjadi penyebab utama terjadinya erosi. Penelitian ini menggunakan metode penelitian diskriptif bersifat eksploratif sedangkan teknik pengambilan sampel sedimen menggunakan metode *sampling purposive*. Berdasarkan hasil penelitian kecepatan arus sepanjang pantai di sekitar pemecah gelombang Pantai Kuta Bali rata – rata sebesar 1.2676 m/det dengan kisaran kecepatan maksimal yaitu sebesar 1.6645 m/det dan minimal sebesar 0.9293 m/det dengan arah yaitu dari Barat Daya sedangkan hasil analisa butiran sedimen menunjukkan bahwa sedimen dengan jenis kerikil terdapat pada sisi timur laut pemecah gelombang, jenis pasir berada pada sisi selatan pemecah gelombang, dan jenis pasir kerikilan berada pada sisi paling selatan dari pemecah gelombang.

**Kata Kunci :** Sebaran Sedimen, Arus Sepanjang Pantai , Pemecah Gelombang , Pantai Kuta.

**Abstrack**

Kuta beach experienced great erosion every year. A variety effort have been done by government to build tree unit breakwater and beachfilling activity, but it's not enough to solve the problem, because of that need to that analysis about bottom sedimen spread pattern to known cause of erosion occurred. The purpose of this study was to determine the pattern of bottom sediment and longshore current as major reason erosion occurred. This research use descriptive research method is exploratory, while sediment sampling techniques using purposive sampling method. Based on observations of longshore current velocity in Kuta Beach average is 1.2672 m/s with range maksimum 1.6645 m/s and minimum 0.9293 m/s direction from South West. While the analysis of sediment grain show that sediments with gravel types found on the northeast side of the breakwater, the type of sand is on the south side of the breakwater, and the type of sand sand on the southern side of the breakwater.

**Key Word:** Sediment Spread, Longshore current, Breakwater, Kuta Beach

## **1. Pendahuluan**

Pantai Kuta merupakan salah satu pantai yang terletak di Pulau Bali tepatnya di Kabupaten Badung dengan koordinat 8°42'90" LS sampai dengan 8°43'48" LS dan 115°9'40" BT sampai dengan 115°10'10" BT. Secara umum pantai Kuta Bali mempunyai topografi datar yaitu 2% sampai 8% dan terletak 1 meter di atas permukaan laut serta mempunyai garis pantai sepanjang 81.35 km. (Wijayanti, 2009)

Kondisi perairan Pantai Kuta dipengaruhi musim timur (Juni-September) mempunyai tinggi gelombang mencapai 0.53 m dengan kecepatan angin 32 m/s yang bertiup dari timur sampai tenggara, musim barat (Desember – Maret) mempunyai tinggi gelombang 0.84 m dengan kecepatan angin 38.22 m/s yang bertiup dari arah barat daya sampai barat Laut, musim peralihan I terjadi antara April – Mei mempunyai tinggi gelombang 0.86 m dan musim peralihan II terjadi bulan Oktober November tinggi gelombang 0.49 dengan arah dan kecepatan angin umumnya bervariasi dengan kecepatan lemah. (Rismanto, 2011)

Gelombang pecah yang membentuk sudut terhadap garis pantai dapat menimbulkan arus sepanjang pantai. Arus sepanjang pantai (*longshore current*) atau arus litoral, merupakan salah satu penyebab dalam pembentukan morfologi pantai (Dahuri *et al*, 2008). Hal ini dapat disebabkan karena arus sejajar pantai merupakan media pengangkut sedimen yang telah digerakkan oleh gelombang dan terus bergerak sepanjang pantai (Triatmodjo, 1999).

Menurut Tanimoto (1990), dalam *Technical Report Bali Beach Conservation* (2007), Pantai Kuta mengalami erosi cukup besar diperkirakan lebih dari 50 meter dalam 10 tahun terakhir dan lebih dari 100 meter sejak tahun 1960, sejak dibangun bandara Ngurah Rai yang menjorok ke laut. Untuk menanggulangi Pantai Kuta Bali dari erosi dan abrasi telah dilakukan pemerintah melalui Balai Wilayah Sungai Bali -Nusa Penida Dirjen Sumberdaya Air Departemen Pekerjaan Umum (DPU), dengan cara membangun bangunan pelindung pantai yaitu pemecah gelombang sejumlah 3 unit, *revertmen* serta adanya aktifitas *beachfilling* di Pantai Kuta. (US Army Corps of Engineers (USACE) ,1984 dalam Rismanto 2009).

Mengingat Pantai Kuta merupakan daerah yang diperuntukan bagi kepentingan wisata baik domestik maupun mancanegara yang mengutamakan kelestarian wilayah pantai, maka jika terjadi erosi terus menerus akan berakibat hilangnya kawasan pantai. Sehingga penelitian tentang studi pola sebaran sedimen pada area sekitar breakwater di Pantai Kuta Bali sangat diperlukan guna mengetahui penyebab erosi yang terjadi.

## **2. Materi dan Metode Penelitian**

### **A. Materi Penelitian**

Materi yang digunakan pada penelitian ini meliputi data pokok (data primer) dan data pendukung (data sekunder). Data primer tersebut berupa data sedimen dasar, data tinggi dan periode Gelombang Pantai Kuta Bali, data pasut NAOTide, dan data kelerengan pantai. Sedangkan data sekunder meliputi Peta Lay Out Pantai Kuta Bali Skala 1:2500 Proyek Pengamanan Pantai Kuta Tahun 2010 diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Bali, Data Pasang Surut Tanjung Benoa .

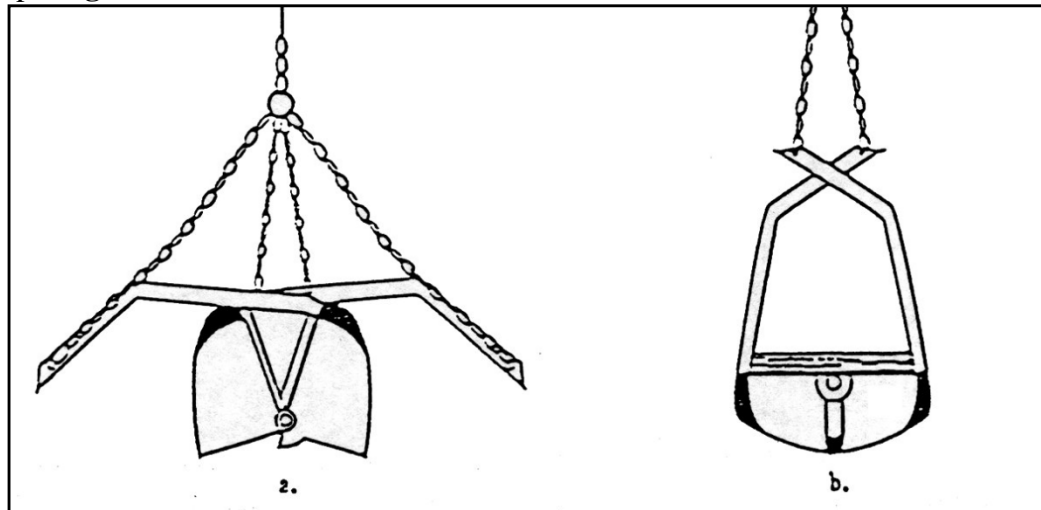
## B. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif yang bersifat eksploratif. Menurut Tharenou *et al.* (2007) metode penelitian deskriptif digunakan untuk menjelaskan karakteristik dari data – data yang didapat di lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan keadaan atau status fenomena (Arikunto, 1998). Dalam penelitian ini akan digambarkan kondisi arus sepanjang pantai di Pantai Kuta Bali dan pengaruhnya terhadap sebaran sedimen dasar

## C. Metode Pengambilan Data

### Metode Pengambilan Data Sedimen Dasar

Dalam pengambilan sedimen dilakukan pengambilan jenis sampel sedimen yakni sedimen *Bed Load*. Untuk sampel sedimen *Bed Load* digunakan *Grab Sampler* yang bisa dilihat pada **gambar 1**



Gambar 1. Grab Sampler (Stubbs *et al.* 1987)

### Metode Pengukuran Kelerengan

Metode pengukuran kelerengan pantai dilakukan berdasarkan metode pada *Beach Monitoring Procedure Manual* yaitu menancapkan dua tiang yang berskala (penggaris panjang) dan diberi jarak diantara keduanya, kemudian menyiapkan selang atau pipa transparan yang berisi air tanpa adanya gelembung yang ditempatkan di antara kedua tiang tersebut, permukaan air pada ujung selang akan naik dan turun mengikuti profil kemiringan pantai. Oleh karena itu, kelerengan pantai dapat terukur.

### Metode Pencatatan Koordinat Lokasi Pengukuran

Pencatatan Koordinat Lokasi Pengukuran dilakukan dengan menggunakan GPS (*Global Positioning System*) Garmin seri 72 H. Tracking dilakukan sepanjang garis pantai dari depan pemecah gelombang pertama sampai Breakwater ketiga di Pantai Kuta. Tracking garis pantai dilakukan pada koordinat 08°43'37" - 08°44'14" Lintang Selatan dan 115°9'58" - 115°09'37" Bujur Timur.

#### **D. Metode Pengolahan Data**

##### **Pengolahan data sedimen dasar**

Sampel sedimen yang diambil dilapangan kemudian dianalisa di laboratorium menggunakan metode Buchanan (1984) dalam Rismanto (2011). Sedimen yang telah dikeringkan kemudian dipisahkan antara yang mudah terurai dengan yang menggumpal. Sampel yang mudah terurai diayak menggunakan *sieve shaker*, sedangkan sampel yang menggumpal direndam dengan air untuk kemudian dilakukan pemipetan. Karena yang dibutuhkan dalam running model adalah ukuran butir maka hanya dilakukan hingga tahap pengayakan sedimen.

Analisa ukuran butir sedimen menggunakan metode standar (Widyaningsih, 2009. dalam Rismanto, 2011). Sedimen yang telah dikeringkan kemudian diayak menggunakan *sieve shaker* dengan tahapan:

1. Setelah dikeringkan lalu ditimbang beratnya
2. Kemudian diayak menggunakan saringan bertingkat dengan nomer ukuran (10, 4.76, 3.36, 2, 0.841, 0.42, 0.25, 0.148, 0.074, 0.0425) dalam satuan mm.
3. Hasil tiap ayakan ditimbang untuk dicari prosentase tiap ukuran ayakan.
4. Hasil prosentase ayakan kemudian digambarkan pada kertas semi log (*sieve grap*)

Setelah analisa ukuran butir selesai, selanjutnya dilakukan penamaan sedimen serta menentukan ukuran sedimen  $D_{50}$ , yaitu diameter sedimen pada prosentasi 50 % dari sampel sedimen.

##### **Pengolahan data gelombang**

Data arus sejajar pantai dalam bentuk *time series* diperlukan untuk mengetahui karakteristik kondisi daerah penelitian, sedangkan data pengamatan arus sejajar pantai sulit didapatkan. Karena itulah dilakukan perhitungan melalui data gelombang yang didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Bali untuk mendapatkan besar dan arah arus sejajar pantai (*Longshore Current*). Longuest-Higgins, (1970) dalam Komar, (1998) menurunkan rumus untuk menghitung arus sepanjang pantai berikut ini:

$$V=1.17 (gH_b)^{1/2} \sin\alpha_b \cos\alpha_b$$

Keterangan:

V=kecepatan arus sejajar pantai

g=percepatan gravitasi

$H_b$ =tinggi gelombang pecah

$\alpha_b$ = sudut dataPng gelombang pecah

#### **4. Hasil Dan Pembahasan**

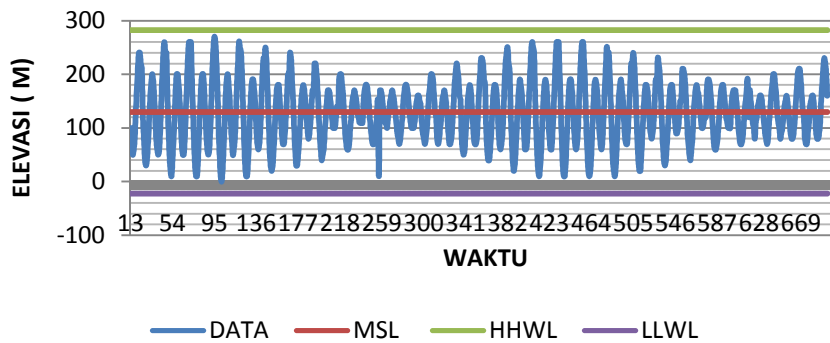
##### **Pasut**

Pegolahan data pasang surut menggunakan metode admiralty. Dari data tersebut diperoleh bilangan Formzahl sebesar 0,343. Nilai tersebut diperoleh dari perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Tipe Pasang } F = \frac{(K1+01)}{(M2+S2)} = \frac{(28+10)}{(9+6)} = 0,343$$

Karena  $1.5 < F < 3$  maka tipe pasang surut di perairan daerah penelitian bertipe campuran condong keharian ganda. Adapun grafik pasang surut hasil pengukuran lapangan dapat dilihat pada **Gambar 2** sebagai berikut :

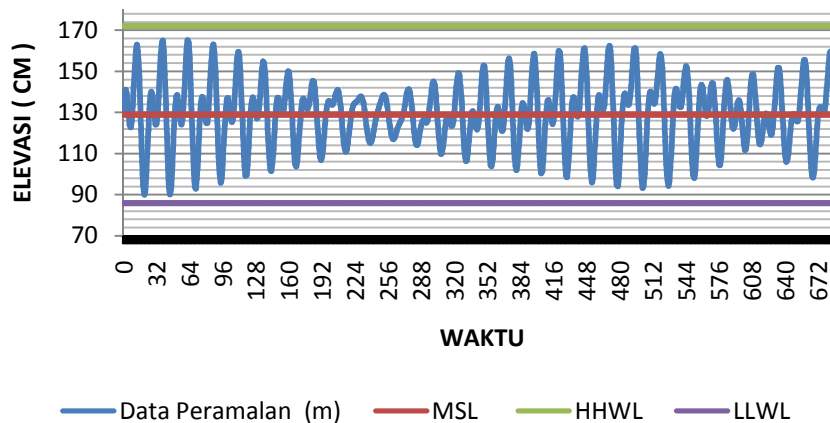
### GRAFIK PASANG SURUT PANTAI KUTA, BALI



**Gambar 2.** Grafik Pasang Surut

Sedangkan grafik hasil ramalan pasang surut NAOTide pada waktu yang sama dan dilakukan penggabungan dengan hasil lapangan dapat dilihat pada **Gambar 3** berikut:

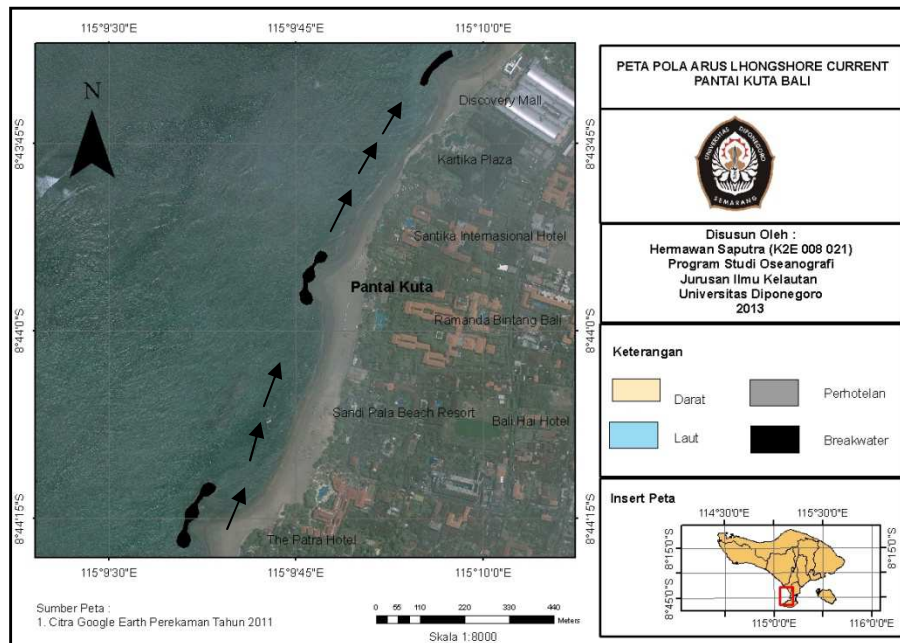
### GRAFIK PASANG SURUT PANTAI KUTA BALI HASIL PERAMALAN NAOTide



**Gambar 3.** Grafik Pasang Surut

Hasil perhitungan dengan metode admiralty didapatkan komponen – komponen pasang surut, yaitu  $S_0$  sebesar 129,8 cm.  $M_2$  sebesar 70.5.  $S_2$  sebesar 31.8.  $N_2$  sebesar 1.5 cm.  $N_2$  sebesar 1.5 .  $K_2$  sebesar 7.3 cm.  $K_1$  sebesar 24.2.  $O_1$  sebesar 10.9.  $P_1$  sebesar 8.0 cm.  $M_4$  sebesar 0.4 dan  $MS_4$  sebesar 1.4, dimana komponen tersebut dapat digunakan untuk mendapatkan nilai rata-rata muka air laut Mean Sea Level (MSL), didapatkan hasil 129.8276 cm, muka air terendah Lowest Low Water Level (LLWL) didapatkan hasil - 22.9243 cm dan muka air tertinggi Highest High Water Level (HHWL) didapatkan hasil 282.5792 cm, sedangkan tipe pasang surut Pantai Kuta yaitu bertipe harian ganda karena mempunyai bilangan Formzahl sebesar 0.343 yang berarti bahwa dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan secara teratur. Hasil perbandingan antara pasut permalan NAO Tide dengan Pasut Pantai Kuta juga yang dapat dilihat pada gambar 2 dan gambar 3 menunjukkan bahwa keduanya masih mempunyai pola yang sama.

### Arus Sepanjang Pantai



Gambar 4. Peta Pola Arus Sepanjang Pantai

Faktor oseanografi terbesar yang dianggap mempengaruhi sebaran sedimen pada penelitian ini adalah arus sepanjang pantai yang berasal dari penjalaran gelombang yang pecah ketika memasuki daerah gelombang pecah.

Berdasarkan perhitungan diperoleh tinggi gelombang signifikan ( $H_s$ ) dan periode gelombang signifikan ( $T_s$ ) adalah adalah 1,19 meter dan 13,23 detik, dimana menghasilkan kecepatan sepanjang pantai rata – rata sebesar 1.2676 m/det dengan arah dari Barat Daya. Pantai Kuta yang menghadap ke Barat yang menandakan bahwa arah gelombang yang menyebabkan arus sepanjang pantai adalah dari arah Barat Daya hingga mendekati Selatan. Arah tersebut sesuai dengan kondisi lapangan yang diambil dari citra *Google Earth* tanggal 11 oktober tahun 2011 ( Gambar.4 ) yaitu, berasal dari arah Barat Daya.

Menurut Ramadhanis (2012), dikatakan bahwa arus sejajar pantai atau *sepanjang pantai* mengalir sejajar dengan garis pantai dan terbatas pada daerah perairan tempat

gelombang pecah hingga garis pantai. Faktor utama penentu kecepatan arus menyusur pantai adalah sudut gelombang pecah dan tinggi gelombang pecah. Dimana untuk gelombang pecah dan tinggi gelombang pecah pada penelitian ini masing masing adalah  $H_b = 0.4827$  m dan  $\alpha_b = 44.0834^\circ$ . Pembentukan gelombang dan arus yang besar di Pantai Kuta tidak lepas dari pengaruh letak Pantai Kuta yang merupakan daerah perairan terbuka dan dengan nilai gelombang dan arus yang besar ini diduga menjadi penyebab erosinya daerah pantai tersebut. Hal ini sependapat dengan pendapat Horikawa (1988) dalam Hadikusumah (2009) menyatakan bahwa jika tinggi gelombang kuat, maka kecepatan arus berubah membesar dan terbentuklah sepanjang pantai yang kuat, yang mengakibatkan sedikit demi sedikit pantai tersebut akan mengalami erosi.

Di dalam kurva *Hjulstrom* menunjukkan adanya tipe sedimen dengan berbagai ukuran butir yang berkisar antara 0,001-1000 mm. Sedimen-sedimen tersebut dapat menyebabkan erosi ataupun sedimentasi bergantung pada kecepatan arus yang terjadi di suatu kawasan perairan pantai. Sedimen dengan material lempung membutuhkan kecepatan arus yang lebih kuat untuk menyebabkan erosi jika dibandingkan material sedimen lainnya. Berdasarkan data hasil penelitian, diketahui bahwa pantai Kuta merupakan perairan pantai yang tersusun atas pasir (*sand*) dan kerikil (*gravel*). Perairan pantai dengan sedimen tipe kerikil (*gravel*) sebagai penyusunnya, akan tererosi jika kecepatan arus yang terjadi lebih dari 50 cm/detik (0,5 m/detik), sedangkan untuk pasir (*sand*) kecepatan arus yang dapat menyebabkan erosi yaitu lebih dari 30 cm/detik (0,3 m/detik). Kecepatan sepanjang pantai yang dihasilkan berdasarkan perhitungan menunjukkan bahwa arus sepanjang pantai ini dapat berpotensi mengakibatkan erosi di Pantai Kuta Bali.

**Hasil Penamaan Jenis Sedimen dan Nilai d 50**

Berdasarkan pengambilan data sampel sedimen dasar dilapangan didapatkan hasil sebaran masing – masing jenis sedimen yang disajikan dalam **Tabel 1**

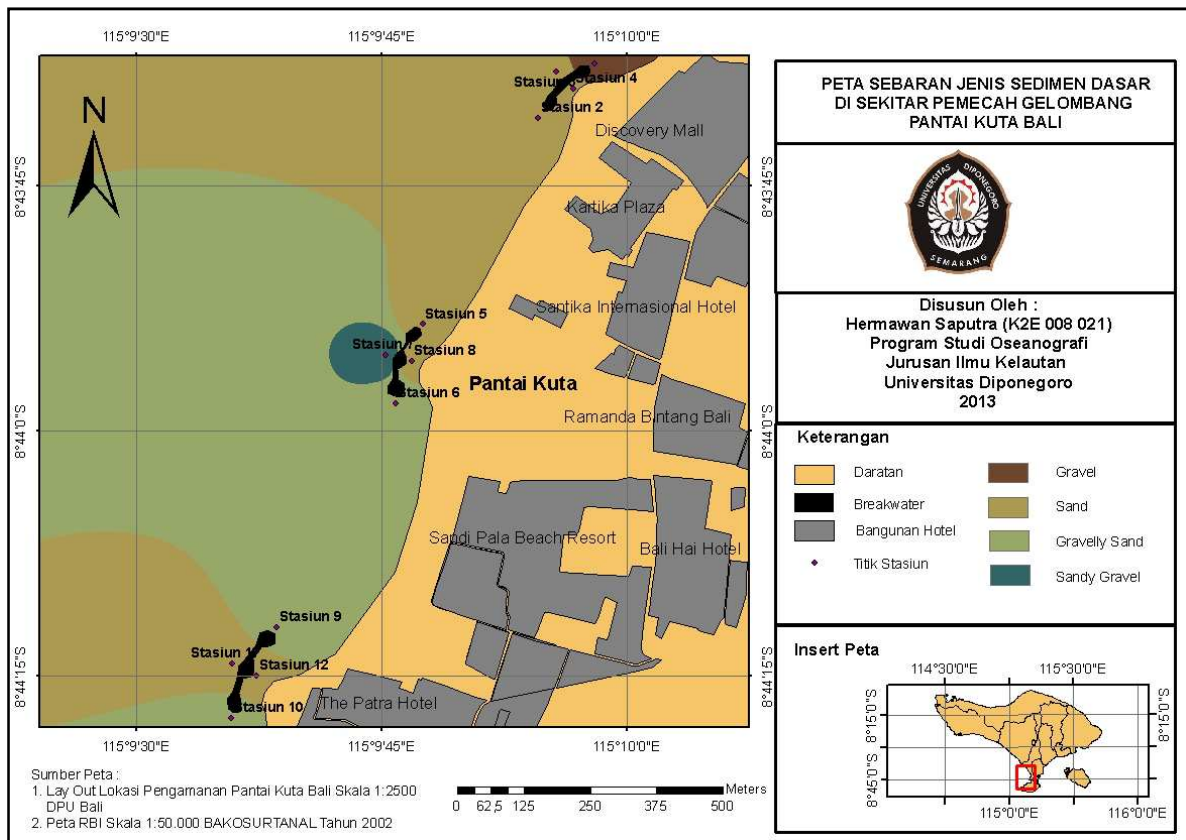
STASIUN	NAMA SEDIMEN	KANDUNGAN (%)				NILAI D 50
		KERIKIL	PASIR	LANAU	LEMPUNG	
1	Kerikil	64	35.90	0.1	0	2.5
2	Pasir	0	99.37	0.63	0	1.2
3	Pasir	0	96.50	3.50	0	0.23
4	Pasir	0	98.37	1.63	0	0.22
5	Pasir	0	96.55	3.45	0	0.23
6	Pasir Kerikilan	41.20	58.45	0.35	0	1.7

\*) Penulis Penanggung Jawab

7	Kerikil Pasiran	64.7	33.95	1.35	0	4
8	Sand	0	98.40	1.60	0	0.22
9	Pasir Kerikilan	10.70	84.45	5.85	0	0.61
10	Pasir Kerikilan	8.70	87.38	3.92	0	0.65
11	Pasir	10.70	85.54	3.76	0	0.64
12	Pasir	8.70	87.45	3.85	0	0.64

(Sumber : Hasil Pengolahan Data,2011).

Hasil analisis sedimen dasar menunjukkan bahwa perairan disekitar area pemecah gelombang Pantai Kuta Bali didominasi substrat dasar berupa pasir pada 7 lokasi dari 12 lokasi penelitian. Hal ini dapat dilihat pada **gambar 5** sebagai berikut



**Gambar 5.** Peta Pola Sebaran Sedimen Dasar

Sedimen dengan jenis kerikil dan pasir kerikilan mendominasi wilayah dekat dengan pantai yaitu didepan pemecah gelombang, sedangkan kandungan pasir relatif dominan pada lokasi didaerah terlindung belakang pemecah gelombang. Perbedaan dominasi tersebut dikarenakan perbedaan ukuran butir yaitu sedimen jenis kerikil akan



lebih cepat mengendap daripada jenis pasir. Menurut (Dyer, 1989) Sedimen dengan ukuran butir 0.125 – 0.25 mm , mempunyai kecepatan endap antara 0.8 -1.25 cm/ det. Arus dalam hal ini mempunyai peran yang sangat dominan terhadap angkutan sedimen, apabila kecepatan arus berkurang maka arus tidak mampu lagi mengangkut sedimen. Akibatnya sedimen dengan ukuran butir lebih besar akan terendapkan lebih dulu dan sedimen dengan ukuran butir lebih kecil akan terbawa oleh arus dalam bentuk tersuspensi pada kolom perairan hingga jauh ke laut. Menurut (Triatmodjo, 1999) Ukuran butir 1 mm dapat bergerak jika kecepatan arus minimal sebesar 0,5 m/det.

Komar (1976) menyatakan bahwa indikasi arah transport sedimen dominan dapat diketahui melalui ukuran butir. Hasil analisis nilai ukuran butir  $D_{50}$  didapatkan nilai rata-rata sebesar 1.07 mm yang berarti didaerah pemecah gelombang Pantai Kuta mayoritas mempunyai kandungan sedimen berupa pasir kasar, dari data yang diperoleh dan dari pengamatan dilapangan, menunjukan bahwa ukuran butir di Pantai Kuta semakin ke utara semakin halus. Tabel 1 memperlihatkan bahwa diameter sedimen pada stasiun 10 yang berada paling selatan, diikuti stasiun 9, stasiun 6, stasiun 5 dan stasiun 2 yaitu. Ini menunjukkan bahwa arah gelombang datang terbesar dari arah selatan yang mengakibatkan transport sedimen juga dominan terjadi dari arah selatan.

Pembuatan pemecah gelombang di Pantai Kuta yang cukup jauh menjorok ke laut menyebabkan terhalangnya sebaran sedimen sepanjang pantai. Akibatnya, sedimen yang bergerak dari barat daya akan terhalang oleh pemecah gelombang tersebut sehingga terjadi sedimentasi di daerah tersebut. Hal tersebut menyebabkan sedimen kerikil cenderung tertumpuk dibagian tepi sisi kiri pemecah gelombang ke tiga dan pemecah gelombang ke dua. Pengaruh pemecah gelombang lepas pantai terhadap perubahan bentuk garis pantai yaitu apabila garis puncak gelombang pecah sejajar dengan garis pantai asli, terjadi difraksi didaerah terlindung dibelakang bangunan, dimana garis puncak gelombang membelok dan membentuk sudut berbentuk busur lingkaran. Perambatan gelombang yang terdifraksi tersebut disertai dengan angkutan sedimen menuju ke daerah terlindung dan diendapkan di perairan belakang bangunan. Pengendapan tersebut lah yang menyebabkan terbentuknya tembolo dibelakang bangunan pemecah gelombang ini dan menjadikannya tidak tersekat – sekat. Hal ini sesuai dengan pendapat Ehrich.L.A dan Fred H.K, (1982) yang menyebutkan bahwa setiap struktur bangunan pelindung pantai mempunyai tujuan tersendiri dan akan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap proses pantai. Bangunan pelindung yang digunakan pada Pantai Kuta yaitu dari jenis pemecah gelombang lepas pantai (*dethaced breakwater*). Yaitu suatu jenis pemecah gelombang dimana desain pembuatannya tidak tersambung ke pantai. Pemilihan jenis tersebut didasarkan pada fungsi bangunan yaitu untuk mengurangi laju transpor sedimen, dimana di Pantai Kuta mempunyai karakteristik gelombang dan arus yang besar. Oleh karena itu pemasangan jenis pemecah gelombang lepas pantai di Pantai Kuta Bali ini akan memberikan pengaruh pola sedimentasi yaitu tidak menjadikan garis pantai tersekat – sekat oleh adanya bangunan tersebut .

Berdasarkan pengamatan peneliti dan informasi masyarakat setempat menunjukan bahwa erosi terjadi terutama pada bagian barat yaitu didepan Sandi Pala Beach Ressort dan akan bertambah luasnya seiring bertambahnya waktu. Pada lokasi ini terdapat cekungan hasil proses erosi yang terjadi. Hal ini dikarenakan akibat dari proses erosi yang terjadi sehingga adany aliran arus sepanjang pantai yang besar di Pantai Kuta akan terus menggerus daerah ini selain itu pengaruh dari perpanjangan *runway* Bandar udara Ngurah Rai yang menjorok kelaut yang menyebabkan erosi ditempat ini dan sedimentasi di sisi kanan dari landasan. Sehingga dengan adanya hal tersebut maka adanya aktifitas pengisian

pasir (*beachfilling*) yang dilakukan dirasa hanya sementara namun untuk jangka panjang tidak akan memecahkan masalah erosi yang terjadi di Pantai Kuta Bali.

## **5. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil perhitungan arus sepanjang pantai diperoleh kecepatan rata-rata yaitu 1.2672 m/det dengan kisaran kecepatan minimal yaitu sebesar 0.9293 m/det dan maksimal sebesar 1.6645 m/det dengan arah berasal dari Barat Daya, sedangkan hasil analisa butiran sedimen menunjukkan bahwa sedimen dengan jenis gravel terdapat pada sisi timur laut pemecah gelombang, jenis sand berada pada sisi selatan pemecah gelombang, dan jenis gravelly sand berada pada sisi paling selatan dari pemecah gelombang.

## **Daftar Pustaka**

- Dyer, K.R. *Coastal and Estuarine Sediment Dynamics*. John Willey and Sons
- Ehrlich, L.A dan Fred, H.K 1982. *Breakwater, Jetties and Groins: Design Guide*. New York Sea Grant Institute Albany. New York.
- Hadikusumah. 2009. Karakteristik Gelombang dan Arus di Eretan, Indramayu. *Makara Sains*. 13 (2): 163 - 172 hlm.
- Komar, P. D. 1998. *Beach processes and sedimentation, second edition*. New Jersey: Printice Hall.
- Ramadhanis, Intan .M .2013. *Kajian Arus Sejajar Pantai (lhwongshore current) Akibat Pengaruh Transformasi Gelombang Di Perairan Semarang*. Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro. Semarang. 2-4 hlm
- Rismanto, J. 2011. *Studi Transport Sedimen di Pantai Kuta- Bali Melalui Pendekatan GENESIS*. Skripsi (tidak dipublikasikan). Jurusan Ilmu Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro. Semarang. 168 hlm.
- Tanimoto, Uda (1990) dalam *Technical Report Bali Beach Conservation 2007*, DPU Bali.
- Tharenou, P., R. Donohue and B. Cooper. 2007. *Management Research Methods*. Cambridge University Press, New York, 338p.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Wijayanti, A. 2009. *Analisis Penjalaran Gelombang di Pantai Kuta Bali*. Skripsi (tidak dipublikasikan). Jurusan Ilmu Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro. Semarang. 109 hlm.