
ANALISIS EFISIENSI PEMECAH GELOMBANG KONDISI EKSISTING DIBANDINGKAN DENGAN MATERIAL BATU BULAT HALUS (Studi Kasus Pantai Matras Kabupaten Bangka)

Indah Lestari¹, Endang Setyawati Hisyam², Indra Gunawan³

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung

¹ Email: tarri.tarri@ymail.com

² Email: hisyam.endang@gmail.com

³ Email: indragunawan@gmail.com

ABSTRAK

Pemecah gelombang merupakan salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan abrasi yang terjadi di Pantai Matras Kabupaten Bangka. Pemecah gelombang yang digunakan pada kondisi eksisting yaitu dengan menggunakan material batu pecah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi pemecah gelombang kondisi eksisting dibandingkan dengan material batu bulat halus. Penelitian ditinjau berdasarkan perbandingan nilai stabilitas dan nilai ekonomisnya. Hasil penelitian didapatkan desain dan bentuk untuk batu pecah elevasi 4 m, tinggi 6 m, berat butir 0,2345 ton, lebar puncak 1,54 m, tebal lapis lindung 1,03 m dan jumlah batu 72 butir, sementara untuk batu bulat elevasi 4 m, tinggi 6 m, berat butir 0,3129 ton, lebar puncak 1,52 m, tebal lapis 1,01 m dan jumlah batu 52 butir. Perbandingan nilai stabilitas terhadap geser untuk batu pecah sebesar 1,349, untuk batu bulat sebesar 1,265 dan stabilitas terhadap guling untuk batu pecah sebesar 8,499, untuk batu bulat sebesar 8,681. Perbandingan nilai ekonomis untuk batu pecah sebesar Rp 48.267.944,16 dan untuk batu bulat sebesar Rp.92.853.930,40. Batu pecah lebih unggul dalam nilai stabilitas terhadap geser. Sedangkan batu bulat lebih unggul dalam nilai stabilitas terhadap guling. Dari nilai ekonomisnya, batu pecah lebih unggul dari batu bulat, dikarenakan kurangnya material batu bulat di Bangka dan harus dikirim dari luar Bangka.

Katakunci: Pemecah Gelombang, Batu pecah, Batu bulat, Stabilitas, Ekonomis, Analisis Efisiensi.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dimana sebagian besar dari seluruh luas Indonesia adalah berupa perairan. Indonesia sebagai negara kepulauan mempunyai lebih dari 3700 pulau dan wilayah pantai sepanjang 80.000 km (Triatmodjo, B. 1999). Wilayah pantai merupakan daerah yang sangat intensif dimanfaatkan untuk manusia, seperti sebagai kawasan pusat pemerintahan, pemukiman industri, pelabuhan, pertambangan, pertanian, perikanan, pariwisata dan lain-lain. Pantai adalah daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah. Garis pantai merupakan garis batas pertemuan antara daratan dengan air laut pada saat terjadi pasang tertinggi, dimana posisinya tidak tetap dan dapat berpindah sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai yang terjadi (Triatmodjo, B. 1999). Perubahan garis pantai umumnya disebabkan tidak saja oleh faktor alam tetapi juga akibat kegiatan manusia. Faktor alam diantaranya adalah gelombang, arus, aksi

angin, sedimentasi, sungai dan lain-lainnya. Sedangkan perubahan karena faktor manusia antara lain adalah kegiatan pembangunan pelabuhan, pertambangan, pengerukan, perusakan vegetasi pantai, pertambangan, perlindungan pantai, reklamasi pantai, dan kegiatan wisata pantai.

Salah satu dari pantai di Bangka Belitung yang mempunyai masalah yaitu Pantai Matras di Kabupaten Bangka. Permasalahan yang terjadi di Pantai Matras adalah abrasi dan mundurnya garis pantai yang disebabkan oleh dampak dari Tambang Inkonsvensional (TI) yang dahulu sempat dilakukan di pantai tersebut

Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian perencanaan bangunan pemecah gelombang dengan membandingkan material batu pecah bersudut kasar dengan material batu bulat halus agar dapat diketahui perbandingan efisien dari nilai stabilitas dan nilai ekonomis dari penggunaan material batu pecah bersudut kasar dengan material batu bulat halus dalam perencanaan bangunan pemecah gelombang di



Pantai Matras Kabupaten Bangka.

Landasan Teori

A. Pemecah Gelombang (Breakwater)

Breakwater digunakan sebagai bangunan yang dapat mengendalikan abrasi yang menggerus garis pantai dan untuk menenangkan gelombang di pelabuhan dengan mudah dan cepat. Bangunan ini memisahkan daerah perairan dari laut lepas, sehingga perairan pelabuhan tidak banyak dipengaruhi oleh gelombang besar di laut. Daerah perairan dihubungkan dengan laut oleh mulut pelabuhan dengan lebar tertentu dimana kapal keluar masuk melalui celah tersebut (Triatmodjo, B, 2010).

B. Pasang Surut

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut sebagai fungsi waktu karena adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Meskipun massa bulan jauh lebih kecil dari massa matahari, tetapi karena jaraknya terhadap bumi jauh lebih dekat, maka pengaruh gaya tarik terhadap bumi lebih besar daripada pengaruh gaya tarik matahari. (Triatmodjo, B, 2010).

C. Gelombang

Gelombang adalah setiap perubahan bentuk permukaan air yang disebabkan oleh gaya dari luar dan diimbangi oleh gaya gravitasi dan gaya akibat tegangan permukaan. Dalam suatu perencanaan bangunan pelindung pantai, gelombang merupakan faktor utama yang diperhitungkan karena akan menyebabkan gaya-gaya yang bekerja pada bangunan pantai (Triatmodjo, B, 1999).

D. Fetch

Fetch adalah daerah pembangkitan gelombang atau dalam pengertian yang lain bisa diartikan sebagai tempat awal dimana gelombang mulai terbentuk dan menjalar ke suatu daerah tertentu.

Cara menghitung fetch rerata efektif adalah sebagai berikut:

$$F_{eff} = \frac{\sum F_i \cos \alpha_i}{\sum \cos \alpha_i} \quad (1)$$

E. Runup Gelombang

Runup gelombang tergantung pada bentuk dan kekasaran lapisan pelindung, kedalaman air laut pada kaki bangunan, kemiringan dasar laut di depan bangunan, dan karakteristik gelombang.

Nilai runup dapat diketahui dari grafik setelah terlebih dahulu menentukan bilangan irribaren dengan rumus sebagai berikut (Triatmodjo, B, 1999).

$$I_r = \frac{tg \theta}{\frac{H}{L_o}^{0,5}} \quad (2)$$

F. Angin

Angin juga dapat didefinisikan sebagai sirkulasi udara yang kurang lebih sejajar dengan permukaan bumi (Triatmodjo, B, 1999). Angin yang berhembus di atas permukaan air akan memindahkan energinya ke air. Kecepatan angin akan menimbulkan

tegangan pada permukaan air laut, sehingga permukaan air yang semula tenang akan terganggu dan timbul riak gelombang kecil di atas permukaan air. Apabila kecepatan angin bertambah, riak tersebut menjadi semakin besar, dan apabila angin berhembus terus akhirnya akan terbentuk gelombang. Semakin lama dan semakin kuat angin berhembus, semakin besar gelombang yang terbentuk.

Hubungan antara kecepatan angin di atas laut dengan di darat adalah :

$$R_L = \frac{U_w}{U_L} \quad (3)$$

Data dapat diperoleh dari pengukuran langsung di atas permukaan laut atau pengukuran di darat di dekat lokasi peramalan yang kemudian di konversi menjadi data angin di laut. Dari kecepatan angin yang didapat, dicari faktor tegangan angin (wind stress) dengan persamaan (Triatmodjo, B, 1999).

$$U_A = 0,71 \times U^{1,23} \quad (4)$$

G. Sifat dan Bahan Lapis Lindung

Menurut Untuk keperluan penentuan ukuran lapis lindung, sifat-sifat bahan lapis lindung perlu dikuantifikasikan dalam suatu parameter. Ada empat sifat bahan lapis lindung yang penting dan dua diantaranya sangat penting untuk perhitungan stabilitas konstruksi (p_a dan K_d). Keempat sifat tersebut adalah Rapat massa batuan p_a (mass density), Koefisien batu lindung K_d (damage coefficient), Koefisien lapisan K_A (layer coefficient, packing coef), Koefisien porositas n (porosity).

H. Stabilitas Unit Lapis Lindung

Di dalam perencanaan pemecah gelombang sisi miring, ditentukan berat butir batu pelindung, yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus Hudson (Triatmodjo, B, 1999) sebagai berikut :

$$W = \frac{\gamma_r H^3}{K_D (S_r - 1) \cot \theta} \quad (5)$$

$$S_r = \frac{\gamma_r}{\gamma_a} \quad (6)$$

I. Uji Penyelidikan Material Penyusun

Uji penyelidikan material penyusun adalah kegiatan untuk mengetahui nilai berat jenis tanah yang dimiliki oleh material tersebut untuk keperluan meninjau stabilitas terhadap geseran guling pada bangunan pemecah gelombang

J. Stabilitas Pemecah Gelombang

Untuk menjamin kestabilan dari konstruksi pemecah gelombang di atas perlu dicek terhadap stabilitas terhadap guling dan geser yang bekerja di struktur. Kontrol geser diperlukan untuk mengetahui apakah struktur pemecah gelombang memiliki gaya-gaya penahan momen penggeser lebih besar (Resisting Momen = M_r) dari gaya-gaya yang menimbulkan momen penggeser (Driving Momen = M_d). Menurut Soedjono Kramadibrata, safety factor

untuk stabilitas pemecah gelombang adalah $> 1,25$.

Analisa stabilitas geser dilakukan dengan metode irisan stabilitas lereng, yaitu menghitung nilai M_r dan M_d dengan rumus (Kramadibrata, S, 2002).

$$F_s = \frac{M_r}{M_d} > 1,25 \quad (7)$$

$$F_s = \frac{\sum (c \cdot \Delta L_n + W \cos \alpha_n \cdot \tan \phi)}{\sum (W \sin \alpha_n)} \quad (8)$$

$$\Delta L_n = \frac{b_n}{\cos \alpha_n} \quad (9)$$

Analisa stabilitas guling dilakukan dengan menghitung nilai M_w dan M_{gl} dengan rumus (Hardiyatmo, H, 2011)

$$F_{gl} = \frac{\sum M_w}{\sum M_{gl}} > 1,5 \quad (11)$$

$$\sum M_w = W \times b \quad (12)$$

K. Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya dalam penelitian ini dimaksudkan untuk membandingkan salah satu nilai ekonomis pemecah gelombang. Rencana anggaran biaya dibatasi per m' tanpa memperhitungkan keseluruhan dari bangunan pemecah gelombang. Biaya dihitung berdasarkan harga batu dan biaya pengangkutan batu ke lokasi Pantai Matras.

METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di:

- Laboratorium Universitas Bangka Belitung
- Pantai Matras Kabupaten Bangka



Gambar 1. Peta Lokasi penelitian
(Sumber : Google Maps, 2017)

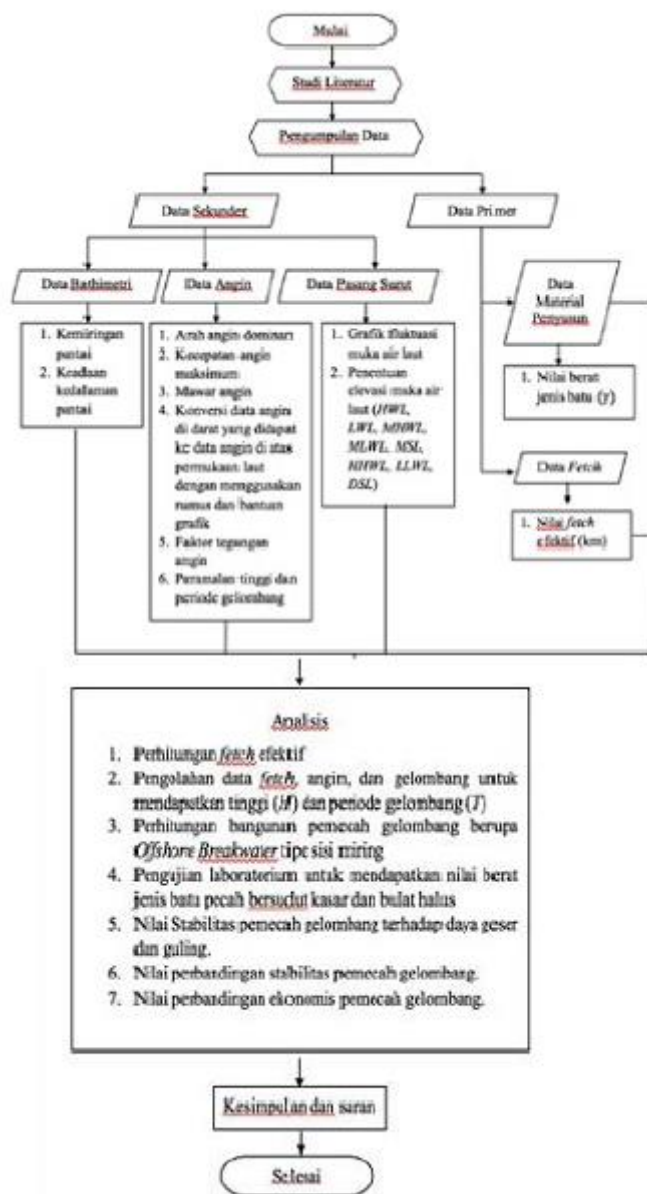
B. Alat dan Bahan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Data angin 5 tahun terakhir (2007-2010)
- Data pasang surut
- Peta bathimetri
- Elevasi muka air laut dan kemiringan dasar pantai.
- Data fetch
- Data berat jenis material.

C. Diagram Alir (Flowchart) Penelitian

Diagram alir (flowchart) penelitian yang digunakan dalam penelitian ini tersaji seperti pada Gambar 2.

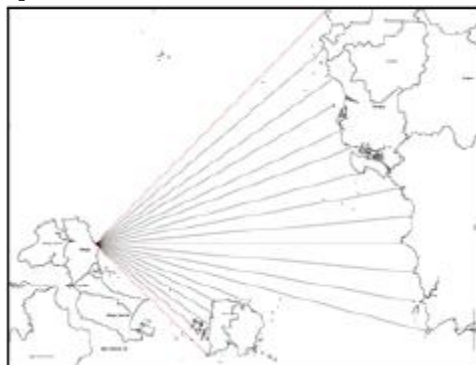


Gambar 2 Diagram alir (flowchart)

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Fetch Efektif

Panjang fetch pada Tugas Akhir ini diukur dari titik pengamatan dengan interval 5° yang dapat dilihat pada Gambar 3,



Sumber : Badan Informasi Geospasial

Gambar 3 Penentuan Fetch

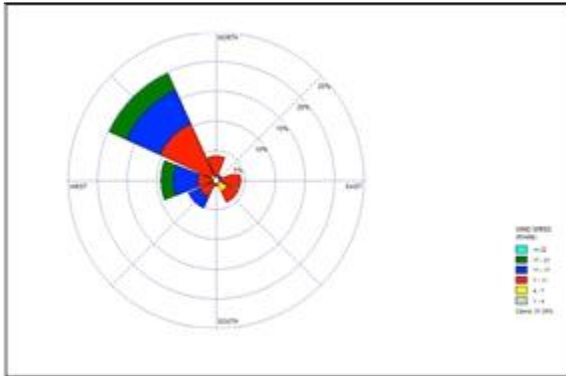
Tabel 1 Resume panjang fetch efektif Pantai Matras

Arah Utama	Panjang Fetch Efektif (km)
Utara	0
Timur Laut	212,947
Timur	387,459
Tenggara	225,608
Selatan	0
Barat Daya	0
Barat	0
Barat Laut	0

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Nilai fetch dikelompokkan berdasarkan arah dan didapatkan terbesar dengan nilai 387,459 km.

B. Pengolahan Data Angin



Gambar 4 Arah dan kecepatan angin

C. Analisis Data Pasang Surut

Dari hasil survei yang dilakukan oleh pihak instansi terkait, dilanjutkan dengan penentuan elevasi muka air laut. Elevasi yang digunakan dalam suatu perencanaan bangunan pantai yaitu HHWL, MHWS, MLWL, MLWS serta MSL. Elevasi acuan pasang surut di lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.5 Sebagai berikut.

Tabel 2 Elevasi muka air laut

No.	Posisi	Elevasi (m)	
		PEILSKAL	LLWL = 0.00
1	Highest High Water Level (HHWL)	2,116	2,433
2	Mean High Water Spring (MHWS)	1,897	2,214
3	Mean High Water Level (MHWL)	1,528	1,845
4	Mean Sea Level (MSL)	0,853	1,17
5	Mean Low Water Level (MLWL)	0,229	0,546
6	Mean Low Water Spring (MLWS)	-0,099	0,218
7	Highest High Water Level (LLWL)	-0,317	0

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum
Direktorat Jenderal Sumber Daya air SNVT PJSA

D. Penentuan Bangunan Pemecah Gelombang

Penentuan Bangunan Pemecah Gelombang dibagi menjadi 3 yaitu tipe, bentuk dan posisi dari pemecah gelombang.

1. Tipe Pemecah Gelombang

Tipe pemecah gelombang yang digunakan adalah tipe bangunan pemecah gelombang lepas pantai, dikarenakan tipe lepas pantai adalah konstruksi bangunan yang tidak berhubungan dengan garis pantai dan dibuat sejajar pantai melainkan berada pada garis tertentu di sekitar garis pantai dan cocok untuk mengatasi permasalahan abrasi.

2. Bentuk Pemecah Gelombang

Bentuk yang tepat untuk digunakan pada Pantai Matras yaitu bangunan pemecah gelombang sisi miring dikarenakan bangunan pemecah sisi miring cocok digunakan pada kondisi perairan yang tidak terlalu dalam dan cocok untuk pantai dengan tanah dasar lunak.

3. Posisi Pemecah Gelombang

Berdasarkan permasalahan abrasi yang terjadi pada Pantai Matras, akibat yang ditimbulkan oleh posisi sejajar yaitu dapat membantu mencegah terbentuknya tombolo.

E. Pengujian Laboratorium Untuk

Mendapatkan Nilai Berat Jenis Material

Batu pecah

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis Kering} &= \frac{B_k}{(B_j - B_a)} \\ &= \frac{3136,3}{3143,2 - 1942} = 2,611 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis SSD} &= \frac{B_f}{(B_j - B_a)} \\ &= \frac{3143,2}{3143,2 - 1942} = 2,617 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis Semu} &= \frac{B_k}{(B_k - B_a)} \\ &= \frac{3136,3}{3136,3 - 1942} = 2,626 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis Efektif} &= \frac{\text{Berat jenis kering} + \text{berat jenis semu}}{2} \\ &= \frac{2,611 + 2,626}{2} = 2,619 \end{aligned}$$

Batu bulat

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis Kering} &= \frac{B_k}{(B_j - B_a)} \\ &= \frac{3081,5}{3081,5 - 1895} = 2,554 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis SSD} &= \frac{B_f}{(B_j - B_a)} \\ &= \frac{3101,3}{3101,3 - 1895} = 2,571 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis Semu} &= \frac{B_k}{(B_k - B_a)} \\ &= \frac{3081,5}{3081,5 - 1895} = 2,597 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis Efektif} &= \frac{\text{Berat jenis kering} + \text{berat jenis semu}}{2} \\ &= \frac{2,554 + 2,597}{2} = 2,576 \end{aligned}$$

F. Analisis Efisiensi Pemecah Gelombang

1. Analisis Perbandingan Stabilitas Pemecah Gelombang

Tabel 3 Perbandingan stabilitas pemecah gelombang bidang geser

Material	Geser	Guling
Batu pecah	1,349	8,499
Batu bulat	1,265	8,681

Sumber: Hasil Perhitungan (2017)

2. Analisis Perbandingan Stabilitas Pemecah Gelombang

Tabel 4 Perbandingan nilai kubikasi pemecah gelombang

Material	Lebar puncak gelombang (m)	Jumlah batu pelindung (butir)	Berat butir lapis lindung (ton)
Batu pecah	1,54	72	0,2345
Batu bulat	1,52	52	0,3129

Sumber: Hasil Perhitungan (2017)

G. Rencana Anggaran Biaya

Dari harga analisa tersebut, didapatkan biaya untuk batu pecah Rp48.267.944,16 dan untuk batu bulat Rp92.853.930,40.

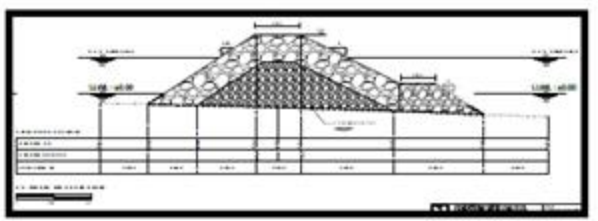
H. Hasil Perbandingan Efisiensi Pemecah Gelombang

Tabel 5 Hasil perbandingan efisiensi pemecah gelombang

Material	Stabilitas	Ekonomis			
	Geser dan Guling	Lebar Puncak Gelombang (m)	Jumlah batu pelindung (butir)	Berat butir lapis (ton)	RAB
Batu pecah	1.349 dan 8.499	1,54	72	0,2345	Rp 48.267.944,16
Batu bulat	1.265 dan 8.681	1,52	52	0,3129	Rp 92.853.930,40

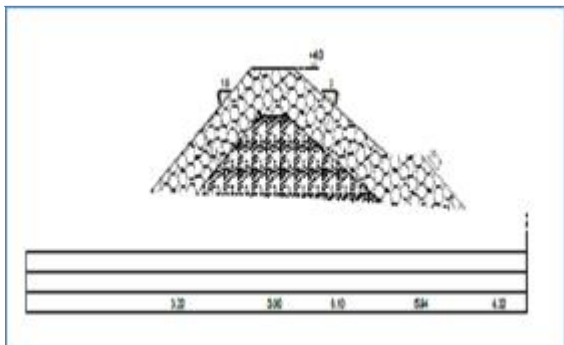
Sumber: Hasil Perhitungan (2017)

I. Desain Pemecah Gelombang dengan Material batu pecah



Gambar 5. Pemecah Gelombang dengan Material Batu pecah

J. Desain pemecah gelombang dengan material batu bulat



Gambar 6. Pemecah Gelombang dengan material Batu Bulat

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang berjudul “Analisis Efisiensi Pemecah Gelombang Kondisi Eksisting Dibandingkan dengan Material Batu Bulat Halus” dapat diambil kesimpulan :

- Desain dan bentuk dalam perencanaan bangunan pemecah gelombang dengan menggunakan material batu pecah dan batu bulat.
 - Elevasi puncak pemecah gelombang untuk batu pecah sebesar 4 meter dan batu bulat adalah 4 meter.
 - Berat butir lapis lindung untuk lapis utama untuk batu pecah sebesar 0,2345 ton dan

untuk batu bulat sebesar 0,3129 ton

- Lebar puncak pemecah gelombang untuk bahan batu pecah sebesar 1,54 meter dan untuk batu bulat sebesar 1,52 meter
 - Tebal lapis lindung untuk batu pecah sebesar 1,03 meter dan untuk batu bulat sebesar 1,01 meter
 - Jumlah butir batu tiap satuan luas 10 (N) untuk batu pecah sebanyak 72 butir dan untuk batu bulat sebanyak 52 butir
- Nilai efisiensi dari yang ditinjau dari stabilitas dan ekonomis pemecah gelombang
 - Nilai stabilitas terhadap geser untuk batu pecah sebesar 1,349 dan untuk batu bulat sebesar 1,265
 - Nilai stabilitas terhadap guling untuk batu pecah sebesar 8,499 dan untuk batu bulat sebesar 8,681
 - Batu pecah lebih unggul dalam segi stabilitas terhadap geser dan batu bulat lebih unggul dalam segi stabilitas terhadap guling
 - Batu bulat lebih unggul dalam segi kubikasi, karena material batu yang digunakan lebih sedikit
 - Batu pecah lebih unggul dalam segi biaya, karena biaya transportasi untuk batu bulat lebih besar

REFERENSI

- Andrian R, 2014, Perencanaan Bangunan Pemecah Gelombang di Pantai Sukadamai Bangka Selatan, Laporan Tugas Akhir, Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung.
- Aldictatorz, 2013, Batu Kali, (http://direktorialmaterial.blogspot.co.id/2012/03/batu-kali_22.html, diakses 20 April 2017).
- Cempaka A, 2012 Perencanaan Pemecah Gelombang Pelabuhan Perikanan Pondok Mimbo Situbondo, Jawa Timur, Laporan Tugas Akhir, Teknik Sipil Universitas Jember.
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya air SNVT PJSA Sumatera VIII Provinsi Bangka Belitung, 2017, Informasi Data Angin Pantai Matras, Pangkalpinang.
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya air SNVT PJSA Sumatera VIII Provinsi Bangka Belitung, 2017, Informasi Data Pasang Surut Pantai Matras, Pangkalpinang.
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya air SNVT PJSA Sumatera VIII Provinsi Bangka Belitung, 2017, Informasi Data Peta Bathimetri Pantai Matras,

- Pangkalpinang.
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya air SNVT PJSA Sumatera VIII Provinsi Bangka Belitung, 2017, Informasi Data Elevasi Muka Air Laut Pantai Matras, Pangkalpinang.
- Rahman, 2007, Pemecah Gelombang, (online), (<http://www.rahmanblog.com>, diakses 19 Januari 20).
- Triatmodjo, B., 1999, Teknik Pantai, Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B., 2010, Perencanaan Pelabuhan, Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B., 1993, Hidraulika, Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B., 2012, Perencanaan Bangunan Pantai,, Beta Offset, Yogyakarta.
- Tuah, H., 2003, Hidraulika Pantai, ITB, Bandung.
- Yuwono, N., 1982, Dasar-Dasar Perencanaan Bangunan Pantai, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa.