

OPTIMALISASI PEREDAM GELOMBANG

Oleh :
Bambang Surendro

ABSTRACT

One of the means of wave generator that is important is wave reducer. In the research of wave generator, the wave reducer that is used must have a good function. It means that the wave that is reflected by wave reducer must be as small as possible. Before conducting further research, it need to conduct research on optimizing the reducer.

The aim of this research is to find the form of the wave reducer that can reduce the wave well, so the reflection of the wave will be small.

This research was done in wave generator laboratory of Tidar University of Magelang. The wave generator that is used is as follows, 1 m length, width and height of the wave channel, 0, 30 m and 0, 45 m. there are three models used in this research.

First model : length 1.60 m, height 0,40 m, declivity 14.93° , the reducer is made of a board with the thickness 8mm with a hole 5.405% and there is an extraction of sap.

Second model : length 1.60 m, height 0.40 m, declivity 14.93° , the reducer is made of a board with the thickness 8 mm, the percentage of hole 6.793%.

Third model: it is same as second model but there is a filter that is made of palm fiber under the reducer board.

The variable that influence the wave reflection (k) are the depth of the water (h), the height of the wave (H), and the length of the wave (L).

Based on the result of the research it can be conclude that the wave reducer that has the smallest reflection coefficient is the wave reducer of the third model. It is a model in which the wave reducer is made of a board with the thickness 0.8 cm, and the hole 6.793% and there is a filter that is made of palm fiber under the reduced board.

The first model is the same as the third model but the reflectim coefficient is bigger than the third model.

Key word : wave reducer, the height of wave, wave reflectim.

A. PENDAHULUAN

Peredam gelombang (*wave damper*) merupakan salah satu bagian dari alat pembangkit gelombang (*wave generator*) yang cukup penting. Alat ini berfungsi sebagai penghancur gelombang dan mereduksi energi gelombang. Apabila suatu pembangkit gelombang tidak mempunyai peredam gelombang atau peredam gelombang yang ada tidak berfungsi dengan baik, maka gelombang yang dibangkitkan akan segera tercampur dengan gelombang refleksi yang mengakibatkan besarnya gelombang datang atau gelombang yang dibangkitkan sulit untuk diukur.

Pada suatu penelitian yang menggunakan pembangkit gelombang, maka peredam gelombang yang digunakan harus berfungsi dengan baik, dalam arti gelombang yang direfleksikan oleh peredam gelombang sekecil mungkin, maka sebelum penelitian lebih lanjut dilakukan, perlu terlebih dahulu dilakukan penelitian tentang optimalisasi peredam gelombang.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mencari bentuk peredam gelombang yang dapat meredam gelombang dengan baik, sehingga refleksi gelombang yang timbul sekecil mungkin.

Gelombang yang menjalar mengenai suatu rintangan yang bersifat lurus air (porus), maka sebagian energinya akan terhancurkan atau hilang karena adanya proses gesekan dan turbulensi, sebagian lagi dipantulkan (direfleksikan), dan sisanya diteruskan (ditransmisikan). Besarnya energi gelombang yang dihancurkan, dipantulkan (direfleksikan) maupun yang ditransmisikan tergantung dari karakteristik gelombang (periode

dan tinggi gelombang) serta jenis struktur (kekasaran dan porositas), geometrik struktur (kemiringan, tinggi, dan lebar puncak) (Dalrymple, 1984).

B. LANDASAN TEORI

Parameter refleksi gelombang adalah suatu koefisien refleksi (K_r) yang didefinisikan sebagai perbandingan antara tinggi gelombang refleksi (H_r) dengan tinggi gelombang datang (H_i).

$$K_r = \frac{H_r}{H_i} = \sqrt{\frac{E_r}{E_i}} \dots\dots\dots (1)$$

dengan :

K_r = koefisien refleksi

$H_r = K_r \cdot H_i$ = tinggi gelombang refleksi

H_i = tinggi gelombang datang.

E_r = energi gelombang refleksi

E_i = energi gelombang datang

Koefisien refleksi bervariasi dari 0 s.d 1. Untuk refleksi sempurna koefisien refleksinya = 1, bila tidak ada refleksi maka koefisien refleksinya = 0.

Gelombang yang membentur dinding vertikal akan direfleksikan secara sempurna dengan arah tegak lurus. Pada gelombang dengan amplitudo kecil, elevasi muka air gelombang datang didefinisikan sebagai berikut :

$$\eta = a_1 \cos(kx - \sigma t) \dots\dots\dots (2)$$

dan gelombang refleksinya adalah :

$$\eta = a_2 \cos(kx - \sigma t) \dots\dots\dots (3)$$

dengan a (amplitudo gelombang) = $H/2$

Menurut Horikawa (1978), apabila dua buah gelombang dengan periode yang sama akan tetapi berlawanan arah dengan amplitudo a_1 dan a_2 , dengan $a_1 > a_2$, maka profil gelombang tersebut adalah :

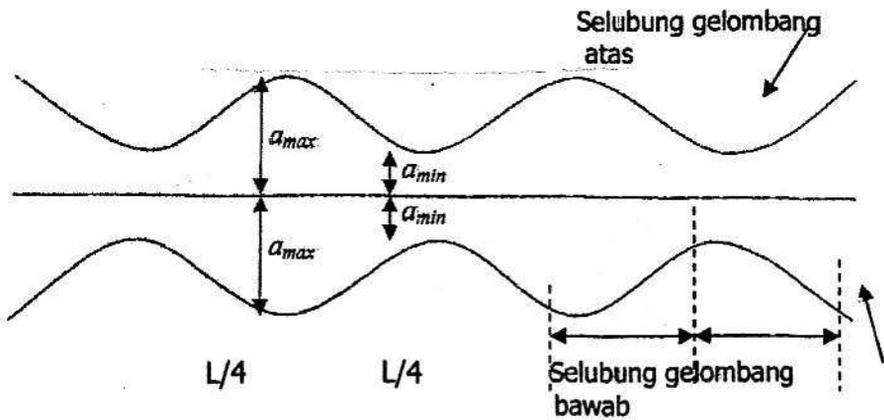
$$\eta = \eta_1 + \eta_2 = a_1 \cos(kx - \sigma t) + a_2 \cos(kx - \sigma t)$$

$$\eta = (a_1 + a_2) \cos kx \cos \sigma t + (a_1 - a_2) \sin kx \sin \sigma t \dots\dots\dots (4)$$

gelombang minimum = a_{\min} . Besarnya nilai a_{\max} dan a_{\min} dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut :

$$a_{\max} = a_1 + a_2 \text{ dan } a_{\min} = a_1 - a_2 \dots\dots\dots (5)$$

Selanjutnya lihat Gambar 1.



Gambar 1 Gelombang berdiri tidak sempurna

sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$H_i = a_{mak} + a_{min} = 2a_1$$

$$H_r = a_{mak} - a_{min} = 2a_2$$

$$H_i + H_r = 2a_{mak} \text{ dan } H_i - H_r = 2a_{min}$$

$$2H_i = 2a_{mak} + 2a_{min}$$

$$H_i = \frac{2a_{mak} + 2a_{min}}{2} = \frac{H_{mak} + H_{min}}{2} \dots\dots\dots (6)$$

$$H_r = \frac{2a_{mak} - 2a_{min}}{2} = \frac{H_{mak} - H_{min}}{2} \dots\dots\dots (7)$$

$$K_r = \frac{H_r}{H_i} \dots\dots\dots (8)$$

Dalam menganalisis refleksi gelombang yang ditimbulkan akibat adanya peredam.

Dalam menganalisis refleksi gelombang yang ditimbulkan akibat adanya peredam gelombang, ada beberapa fariabel yang diamati yaitu kedalaman air (h), tinggi gelombang datang (H_i), periode gelombang (T), dan tinggi gelombang refleksi (H_r) untuk model peredam gelombang tertentu (bentuk permukaan peredam gelombang).

Airy (1945) mengembangkan teori gelombang amplitudo kecil, yang diturunkan dengan melinierkan persamaan Bernoulli guna mendapatkan kondisi batas di muka air, kemudian dicari potensial kecepatan yang memenuhi pengaliran irrotasional. Potensial kecepatan tersebut digunakan untuk menurunkan persamaan dari berbagai karakteristik gelombang. Airy mengembangkan teori ini dengan asu,si-asumsi sebagai berikut :

1. Air merupakan masa homogen, tak mampat, dengan tegangan

permukaan diabaikan.

2. Aliran yang terjadi adalah irrotasional. Potensial kecepatan (ϕ) harus memenuhi persamaan Laplace :

$$\frac{\partial \phi}{\partial^2 x} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial^2 y} = 0 \quad \dots\dots\dots (9)$$

yang merupakan persamaan kontinuitas aliran irrotasional.

3. Dasar perairan adalah rata dan impermeable
 4. Tekanan dipermukaan air adalah merata.
 5. Berlaku persamaan Bernoulli.

Apabila asumsi di atas terpenuhi, maka persamaan dasar dari kecepatan rayab gelombang adalah :

$$C = \frac{gT}{2\pi} \tanh \frac{2\pi h}{L} \quad \dots\dots\dots (10)$$

dengan :

- C = kecepatan rayab gelombang
 g = percepatan grafitasi
 h = kedalaman air
 L = panjang gelombang

Persamaan (10) juga dapat ditulis

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi h}{L} \quad \dots\dots\dots (11)$$

Yuwono (1982) menyampaikan bahwa gelombang dapat diklasifikasikan menurut kedalaman relatif (d/L) dan nilai batas $\tanh (2\pi d/L)$. Klasifikasi gelombang tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi gelombang

Klasifikasi	d/L	2 π h/L	tanh 2 π h/L
	> 1/2	> π	≈ 1
	1/25 - 1/2	1/4 - π	tanh 2 π d/L
	< 1/25	< 1/4	$\approx 2\pi d/L$

Gelombang perairan dalam (*deep water wave*)

$$C_0 = \sqrt{\frac{gL_0}{2\pi}} = \frac{L_0}{T} \dots\dots\dots (12)$$

$$C_0 = \frac{gT}{2\pi} \dots\dots\dots (13)$$

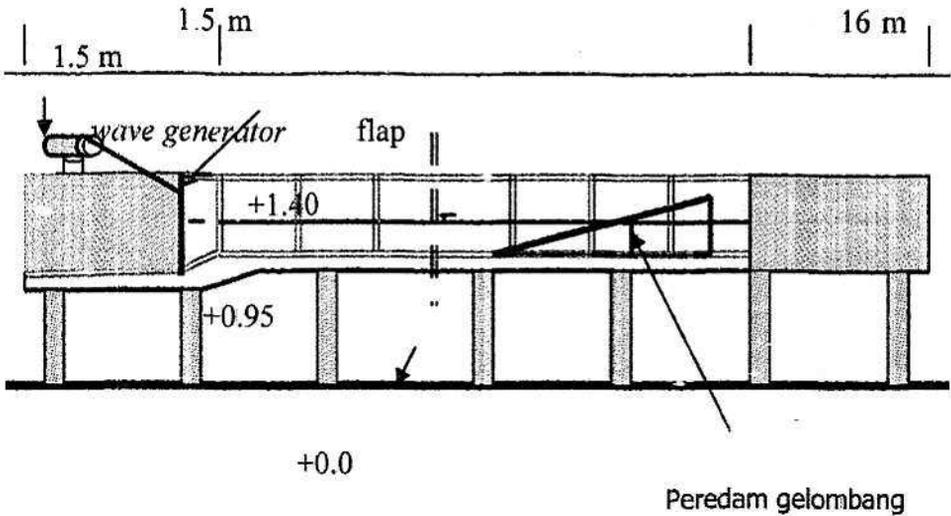
$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi} \dots\dots\dots (14)$$

Gelombang perairan dangkal (*shallow water wave*)

$$C = \sqrt{gd} \dots\dots\dots (15)$$

C. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di laboratorium pembangkit gelombang Universitas Tidar Magelang. Pembangkit gelombang yang digunakan mempunyai spesifikasi sebagai berikut : panjang 19 meter, lebar dan tinggi saluran gelombang masing-masing adalah 0,30 meter dan 0,45 meter, lihat Gambar 2.

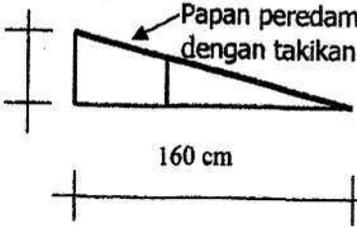
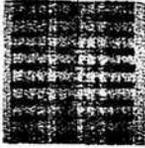
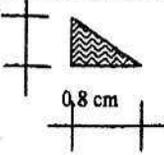
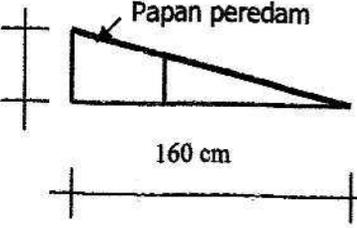
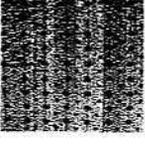
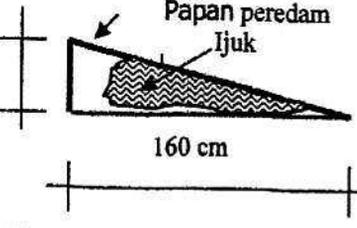
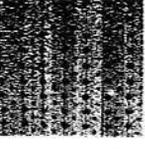


Gambar 2. Sketsa saluran gelombang

Dalam penelitian ini digunakan tiga model peredam gelombang dengan bentuk sebagai berikut :

- Model I : panjang 1.60 m, tinggi 0,40 m, kemiringan 14.93° , peredam dibuat dari papan tebal 8 mm yang dilubangi dengan persentase lubang 5,405 %, dan diberi takikan lihat Gambar a) pada Tabel 1,
- Model II : panjang 1.60 m, tinggi 0,40 m, kemiringan 14.93° , peredam dibuat dari papan tebal 8 mm yang dilubangi dengan persentase lubang 6.793 %, lihat Gambar b) pada Tabel 1.
- Model III : sama dengan model II, tapi di bawah papan peredam diberi filter dari ijuk, lihat Gambar c) pada Tabel 2.

Tabel 2. Bentuk peredam gelombang

Tampang Melintang	Bentuk Papan Peredam	% luas lubang terhadap luas papan
		<p>5.405 % dimensi takikan</p> 
		<p>6.793 %</p>
		<p>6.793 % Di beri lapisan ijuk dibagian bawahnya</p>

Peredam gelombang yang baik dipilih berdasar hasil uji refleksi gelombang terhadap masing-masing jenis peredam gelombang. Peredam gelombang yang baik adalah peredam gelombang yang memiliki koefisien refleksi (K_r) paling kecil. Adapun langkah-langkah penelitiannya, secara garis besar adalah

- 4) periode gelombang (T) adalah waktu yang dibutuhkan untuk sepuluh gerakan flap (t) dibagi dengan jumlah putaran (n), atau

$$T = \frac{t}{n}$$

- b. Menurut formulasi alat

- 1) angka *variator* (N_v) yang dipakai sebagai dasar perhitungan periode gelombang adalah 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, dan 30,
- 2) periode gelombang (T) adalah waktu (60 detik) dibagi dengan dua kali angka *variator* (N_v) atau,

$$T = \frac{60}{2 \times N_v}$$

2. Pengukuran Kecepatan Rayap Gelombang (C)

Kecepatan rayap gelombang (C) dicari sebagai dasar untuk mengetahui panjang gelombang (L) dan juga digunakan sebagai dasar mengetahui waktu yang diperlukan gelombang untuk merayap sampai ke peredam gelombang, sehingga dapat ditentukan kapan tinggi gelombang (H) diukur.

Untuk mengetahui besarnya kecepatan rayap gelombang (C) didekati dengan melakukan pengukuran langsung, dengan mengukur waktu yang diperlukan gelombang untuk menempuh jarak tertentu (dalam penelitian ini dipakai jarak 2 m = 200 cm). Kecepatan rayap gelombang diketahui dengan membandingkan antara jarak tempuh gelombang dengan waktu tempuh atau,

$$C = \frac{200}{t} (\text{cm/detik})$$

3. Pengukuran Tinggi Gelombang Datang (H_i) dan Tinggi Gelombang Refleksi (H_r)

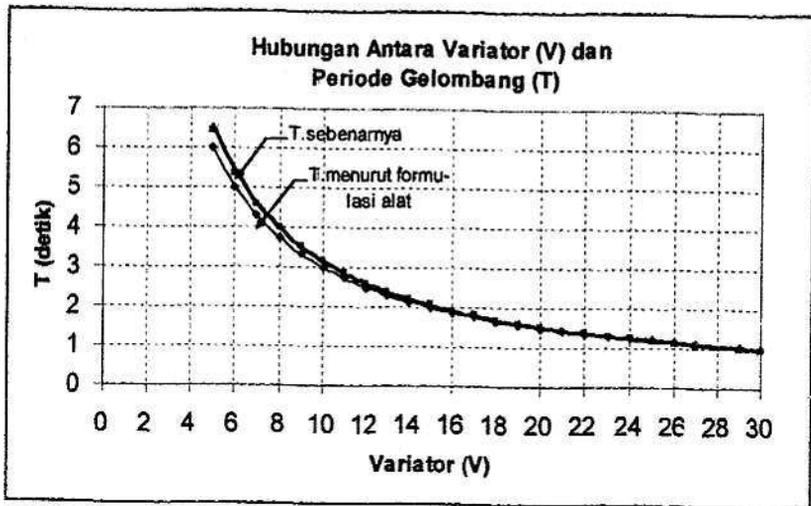
Pengukuran tinggi gelombang datang (H_i), tinggi gelombang refleksi (H_r) adalah merupakan bagian penelitian yang harus dilakukan, karena berdasarkan hasil pengukuran tinggi gelombang datang, dapat dengan mudah ditentukan posisi *stroke* dan *variator* untuk menentukan tinggi gelombang datang yang akan dipakai dalam penelitian lebih lanjut. Sedangkan tinggi gelombang refleksi (H_r) digunakan sebagai dasar perhitungan koefisien refleksi (K_r)

Pengukuran gelombang datang dan gelombang refleksi, dalam hal ini dilakukan dengan menggunakan empat variasi kedalaman ($h=16\text{cm}$, $h=18\text{cm}$, $h=20\text{cm}$, $h=22\text{cm}$), sembilan variasi *stroke* (S.3, S.4, S.5, S.6, S.7, S.8, S.9, S.10, S.11), dan tiga variasi nilai *variator* ($V=10$, $V=15$, $V=20$), sehingga dalam penelitian tinggi gelombang datang ini diperlukan sebanyak 108 kali percobaan.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kalibrasi

Kalibrasi periode gelombang (T) dilakukan dengan menghitung periode gelombang dengan menggunakan formulasi alat (formula yang tercantum dalam buku petunjuk operasional alat) dan pengukuran langsung di lapangan dengan posisi *variator* tertentu. Berdasarkan hasil perhitungan dan pengukuran periode gelombang, kemudian digambarkan dalam bentuk grafik hubungan antara *variator* (V) dan periode gelombang (T), juga grafik hubungan antara nilai periode gelombang hasil hitungan dan hasil pengukuran, lihat Gambar 3 dan Gambar 4.

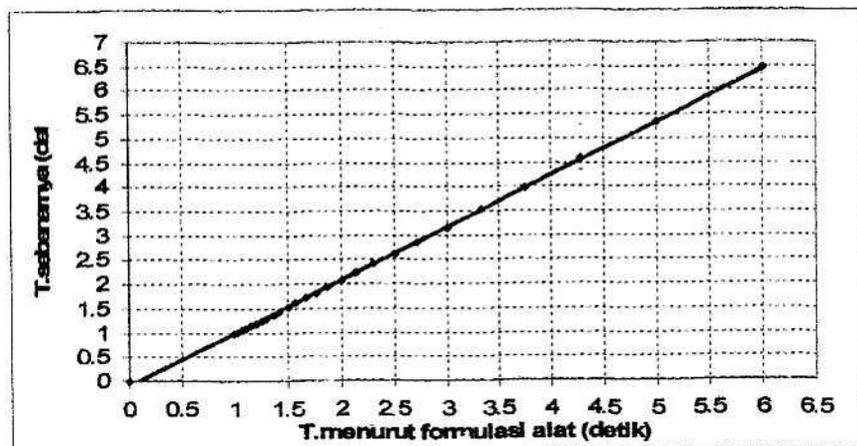


d=20cm

Gambar 3. Hubungan antara variator dan periode gelombang

Berdasarkan Gambar 3, dapat diketahui apabila nilai variator yang digunakan dalam penelitian telah ditentukan, maka dapat dengan mudah diketahui besarnya nilai periode gelombang yang sebenarnya.

Gambar 4 adalah merupakan hubungan antara nilai periode gelombang hasil hitungan dengan periode gelombang sebenarnya (hasil pengukuran).



Gambar 4. Hubungan antara T_{alat} dan $T_{sebenarnya}$

Berdasarkan Gambar 4 di atas dapat diketahui bahwa hubungan antara periode gelombang hasil hitungan dengan periode gelombang sebenarnya adalah sebagai berikut:

$$T_s = 1.091T_a - 0.2078$$

dengan :

T_s = periode gelombang sebenarnya

T_a = periode gelombang menurut formulasi alat

2. Kecepatan rayab gelombang (C) dan Panjang gelombang (L)

Kecepatan rayab gelombang (C) dicari sebagai dasar perhitungan untuk mengetahui waktu yang diperlukan gelombang sampai ke peredam gelombang, sehingga dapat ditentukan kapan gelombang datang (H_1) dan gelombang refleksi (H_r) diukur. Kecepatan rayab gelombang dalam penelitian ini juga dipakai sebagai dasar perhitungan panjang gelombang (L).

Kecepatan rayab gelombang dicari dengan cara mengukur waktu yang diperlukan gelombang untuk merayab sepanjang jarak tertentu. Dalam pengukuran waktu rayab gelombang (t) dipakai jarak 2 meter atau 200 cm, dengan demikian kecepatan rayab gelombang dapat diketahui dengan membandingkan antara jarak dan waktu atau,

$$C = \frac{\text{Jarak}(200\text{cm})}{\text{waktu}(t)}$$

Dari hasil pengukuran panjang gelombang yang dilakukan sebanyak 108 kali, maka dapat diketahui bahwa nilai panjang gelombang terbesar adalah 433.4185 cm dan nilai terkecil adalah 198.5982 cm, sedangkan nilai kecepatan rayab gelombang terbesar 157.7287 cm/detik, sedangkan yang terkecil adalah 110.5380 cm/detik, lihat Tabel 3.

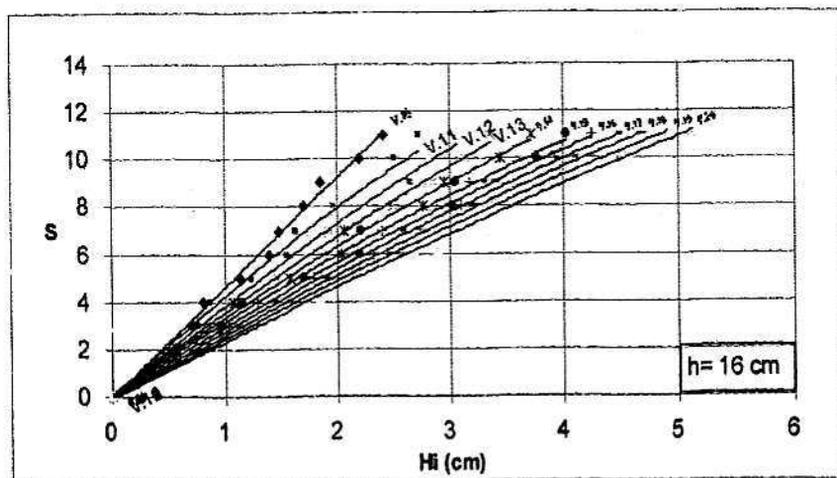
Tabel 3. Kecepatan rayab gelombang dan panjang gelombang, terbesar & terkecil (hasil pengukuran dan perhitungan)

Panjang Gelombang (L) (cm)		Kecepatan Rayab Gelombang (C=cm/detik)	
Terbesar	Terkecil	Terbesar	Terkecil
405.2638	200.6951	145.7726	110.5380
384.3059	198.5982	149.8501	117.4168
428.9160	215.0971	152.8462	123.7113
433.4285	224.6086	157.7287	129.9827

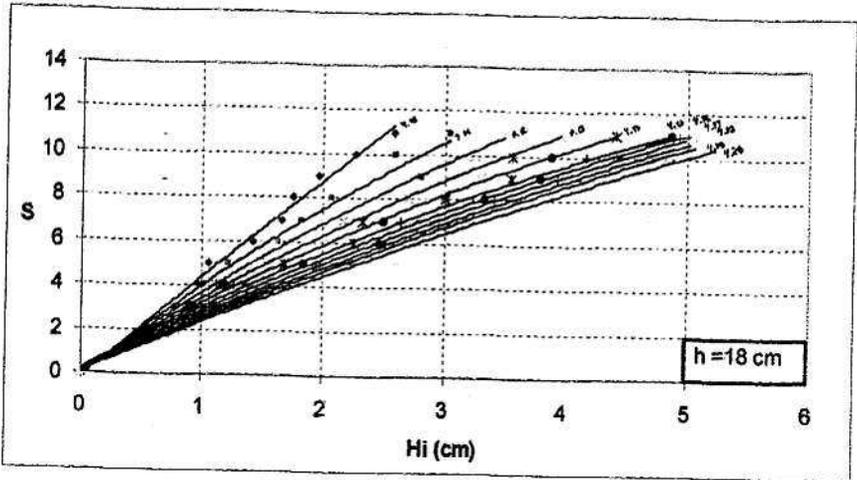
3. Tinggi gelombang datang (H_i)

Tinggi gelombang datang (H_i) diperoleh dengan melakukan pengukuran langsung tinggi gelombang maksimum (H_{mak}) dan tinggi gelombang minimum (H_{min}).

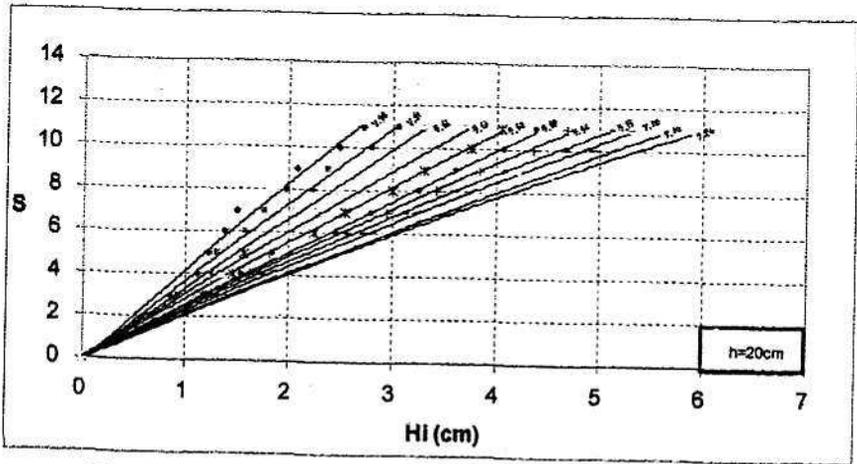
Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan, maka dengan menggunakan persamaan nomor (6) dilakukan perhitungan besarnya tinggi gelombang datang (H_i). Gambar 5, 6, 7 dan Gambar 8 menunjukkan hubungan antara tinggi gelombang datang (H_i), stroke (S), variator (V), untuk kedalaman air tertentu (h).



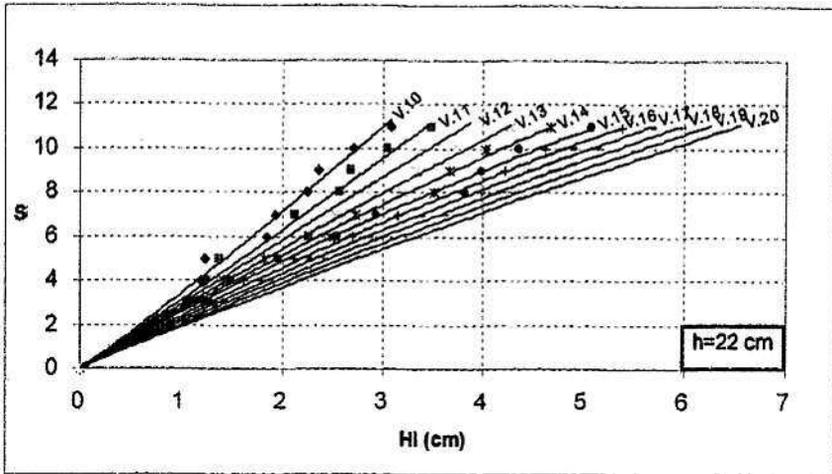
Gambar 5. Hubungan antara H_i , S, V pada $h = 16$ cm



Gambar 6. Hubungan antara H_i , S , V pada $h = 18$ cm



Gambar 7. Hubungan antara H_i , S , V pada $h = 20$ cm



Gambar 8. Hubungan antara H_l , S , V pada $h=22$ cm

Dengan menggunakan Gambar 5, 6, 7, dan Gambar 8, maka untuk menentukan tinggi gelombang yang dikehendaki, dengan mudah dapat diperkirakan dengan memakai nilai stroke dan variator sesuai tinggi gelombang yang dikehendaki.

4. Tinggi gelombang refleksi (H_r)

Pengukuran tinggi gelombang refleksi (H_r) dilakukan setelah kegiatan mencari tinggi gelombang datang (H_l) selesai dilakukan. Dengan menggunakan persamaan nomor (7), tinggi gelombang refleksi dihitung berdasarkan data hasil pengukuran langsung tinggi gelombang maksimum (H_{mak}) dan tinggi gelombang minimum (H_{min}) yang diukur setelah terjadi refleksi gelombang akibat gelombang datang membentur peredam gelombang. Berdasarkan tinggi gelombang datang dan tinggi gelombang refleksi, dengan menggunakan persamaan (8) dilakukan perhitungan besarnya koefisien refleksi.

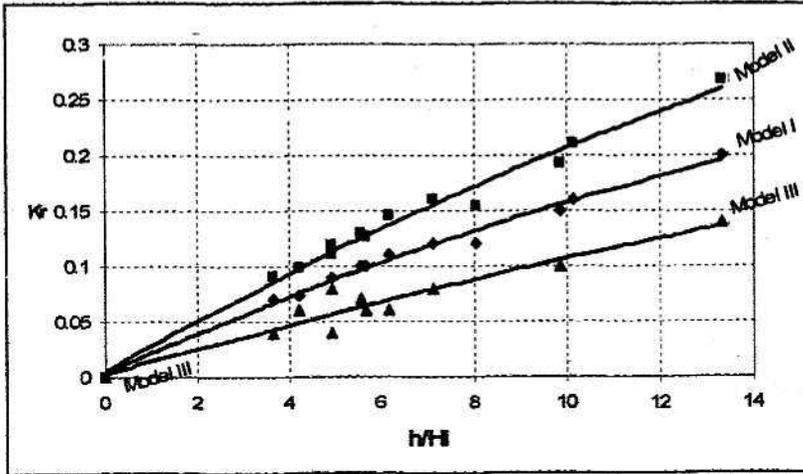
Selanjutnya dengan menggunakan data hasil perhitungan tinggi gelombang datang (H_i), tinggi gelombang refleksi (H_r), dan koefisien refleksi (K_r), kemudian digambarkan dalam bentuk grafik hubungan bilangan tak berdimensi h/H_i sebagai sumbu datar dan koefisien refleksi (K_r) sebagai sumbu tegak, lihat Gambar 9. Dari Gambar 9, dapat diketahui bahwa kedalaman air (h) sangat berpengaruh terhadap besarnya koefisien refleksi, tampak disini apabila kedalaman semakin besar koefisien refleksi yang timbul semakin besar pula, hal ini disebabkan karena dengan semakin bertambahnya kedalaman air, gelombang yang dibangkitkan semakin besar, sehingga gelombang refleksinya pun semakin besar pula.

Peredam gelombang yang menghasilkan koefisien refleksi terkecil adalah peredam gelombang model III yaitu model peredam gelombang dengan papan tebal 0.8 cm dengan prosentase lobang 6.793% dengan diberi lapisan ijuk di bawahnya. Sedangkan peredam gelombang model I yang dibuat sama dengan model III, akan tetapi tanpa ijuk menghasilkan koefisien refleksi yang lebih besar, hal ini dimungkinkan karena energi gelombang yang telah meresab melalui lobang-lobang pada papan peredam dapat ditahan oleh lapisan ijuk, sehingga energi gelombang telah meresab tidak dapat kembali lagi.

Peredam gelombang model II, menghasilkan koefisien refleksi lebih besar dari model I akan tetapi masih lebih kecil dibandingkan model III, hal ini dimungkinkan, karena *run-up* maupun *run-down* yang terjadi pada papan peredam sebagian energinya tertahan oleh adanya takikan-takikan yang di pasang pada permukaan papan.

Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh panjang gelombang (L) terhadap besarnya koefisien refleksi, digambarkan dalam

bentuk hubungan bilangan tak berdimensi antara H_i/L dengan koefisien refleksi (K_r), lihat Gambar 10.



Gambar 10. Hubungan antara $\frac{h}{H_i}$ dan $\frac{H_r}{H_i}$

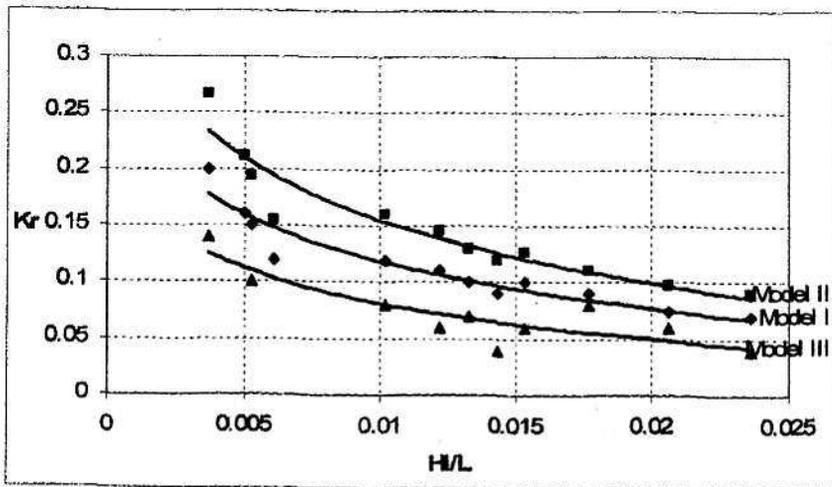
Dari Gambar 9 di atas, dapat diketahui bahwa kedalaman air (h) sangat berpengaruh terhadap besarnya koefisien refleksi, tampak disini apabila kedalaman semakin besar koefisien refleksi yang timbul semakin besar pula, hal ini disebabkan karena dengan semakin bertambahnya kedalaman air, gelombang yang dibangkitkan semakin besar, sehingga gelombang refleksinya pun semakin besar pula.

Peredam gelombang yang menghasilkan koefisien refleksi terkecil adalah peredam gelombang model III yaitu model peredam gelombang dengan papan tebal 0.8 cm dengan prosentase lobang 6.793% dengan diberi lapisan ijuk di bawahnya. Sedangkan peredam gelombang model I yang dibuat sama dengan model III,

akan tetapi tanpa ijuk menghasilkan koefisien refleksi yang lebih besar, hal ini dimungkinkan karena energi gelombang yang telah meresab melalui lobang-lobang pada papan peredam dapat ditahan oleh lapisan ijuk, sehingga energi gelombang telah meresab tidak dapat kembali lagi.

Peredam gelombang model II, menghasilkam koefisien refleksi lebih besar dari model I akan tetapi masih lebih kecil dibandingkan model III, hal ini dimungkinkan, karena *run-up* maupun *run-down* yang terjadi pada papan peredam sebagian energinya tertahan oleh adanya takikan-takikan yang di pasang pada permukaan papan.

Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh panjang gelombang (L) terhadap besarnya koefisien refleksi, digambarkan dalam bentuk hubungan bilangan tak berdimensi antara H_1/L dengan koefisien refleksi (K_r), lihat Gambar 10.



Gambar 14. Hubungan antara H_1/L dan K_r ,

Dari Gambar 11 dapat diketahui bahwa panjang gelombang (L) juga berpengaruh terhadap besarnya koefisien refleksi, tampak disini apabila panjang gelombang semakin besar koefisien refleksi yang timbul semakin kecil, hal ini disebabkan karena besarnya panjang gelombang akan berpengaruh terhadap besarnya periode gelombang (T). Apabila periode gelombang semakin kecil maka gelombang akan membentur peredam gelombang dengan fluktuasi pendek, sehingga menyebabkan refleksi gelombang yang timbul semakin besar.

Berdasarkan Gambar 10 dan Gambar 11 dapat diketahui bahwa peredam gelombang yang menghasilkan koefisien refleksi terkecil adalah peredam gelombang model III yaitu model peredam gelombang dengan papan tebal 0.8 cm dengan prosentase lobang 6.793% dengan diberi lapisan ijuk di bawahnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disampaikan kesimpulan dan saran sebagai berikut :

1. Kesimpulan
 - a. Tinggi gelombang datang (H_1), panjang gelombang (L), dan kedalaman air (h) sangat berpengaruh terhadap besarnya koefisien refleksi (K_r).
 - b. Peredam gelombang yang menghasilkan koefisien refleksi terkecil adalah peredam gelombang model III yaitu model peredam gelombang dengan papan tebal 0.8 cm dengan prosentase lobang 6.793% dengan diberi lapisan ijuk di bawahnya.
2. Saran
 - a. Untuk memperkecil refleksi gelombang yang timbul pada suatu peredam gelombang, dapat dilakukan dengan cara membuat permukaan konstruksi peredam

gelombang sedemikian rupa sehingga dapat menyerap energi gelombang dan *run-up* yang terjadi dapat lebih kecil.

- b. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan membuat variasi model permukaan peredam gelombang yang lebih banyak, sehingga dapat dihasil peredam yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- C.E.R.C, 1984, Shore Protection Manual, Departement of The Army, Waterways Experiment Station, Vickburg, Mississipi.
- Dean R.G., and Dalrymple R.A., 1984, Water Waves Mechanics for Engineers and Scientist, Practice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Horikawa, K., 1978, Coastal Engineering, Univercity of Tokyo Press, Tokyo.
- Yuwono, N., 1982. "Teknik Pantai" Volume I, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil FT UGM, Yogyakarta
- Triatmodjo, B., "Teori Gelombang I", Fakultas Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.