

PENGARUH PERIODE DAN KEDALAMAN AIR TERHADAP KECURAMAN GELOMBANG PADA FLUME PERSIAPAN PERCOBAAN PEREDAMAN GELOMBANG

Andi Makbul Syamsuri^{1*}, Dadang Suriamihardja², Arsyad Thaha³, Taufiqur Rachman⁴

¹ Mahasiswa Doktor, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

² Professor, Departemen Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin

³ Dosen Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

⁴ Dosen Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

Jalan Poros Malino, KM-6 Gowa, Sulawesi Selatan

*Email: syamsuriandimakbul@yahoo.co.id

Abstrak

Permasalahan daerah pantai memerlukan pemahaman fenomena kelautan, pengetahuan teoritis tentang sifat – sifat gelombang, tekanan dan gaya – gaya gelombang yang bekerja serta proses perubahan bentuk gelombang dalam penjalarnya menuju ke daerah pantai perlu kajian penelitian yang mendalam. Penelitian ini bertujuan mengetahui perbandingan karakteristik gelombang dimana panjang dan tinggi gelombang yang akan menentukan kecuraman gelombang (H/L) yang dipengaruhi oleh periode gelombang (T). Metode penelitian eksperimental laboratorium dengan menggunakan flume gelombang dengan karakteristik gelombang yang dibangkitkan terdiri dari 3 variasi periode (T ; 1,0 detik, T ; 1,1 detik, T ; 1,2 detik), dengan kedalaman air (d) yang digunakan yaitu (d) 15 cm dan (d) 36 cm, variasi stroke untuk mengatur gerakan flap sebagai pembangkit gelombang yaitu 4, 5 dan 6. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tinggi gelombang (H) dan panjang gelombang (L) sangat dipengaruhi oleh periode (T), jika T bertambah maka H mengecil dan L bertambah, perbandingan H/L mengalami perbedaan diantara kedua kedalaman yang berbeda pula.

Kata kunci: kecuraman gelombang, kedalaman air, periode gelombang

PENDAHULUAN

Indonesia negara kepulauan yang memiliki pantai terpanjang di dunia yang memerlukan banyak pemecah gelombang (termasuk groin dan revetment) bukan saja melindungi pantaidari hempasan gelombang yang mengancam berbagai kawasan di sekitaryatetapi juga mencegah terjadinya gerusan di daerah pantai. Banyak kasus pembangunan di pantai yang tidak ramah lingkunganyang tidak hanya gagal untuk memecahkan masalah, tetapi bahkan hasilnya menimbulkan masalah lain di sekitarnya. Tidak sedikit ditemukan struktur pengaman pantai seperti tembok laut (seawall) dan revetment yang baru dibangun tetapi telah mengalami kerusakan/keruntuhan akibat gerusan pada kaki bangunan atau erosi dasar bangunan oleh adanya limpasan gelombang ke daratan (Thaha, A., 2015).

Pemecah gelombang atau *breakwater* adalah bangunan struktur pantai yang digunakan untuk mengantisipasi dan mengendalikan abrasi, bangunan ini mempunyai fungsi sebagai alternatif untuk menjaga garis pantai dari gempuran ombak atau dengan mereduksi energi gelombang. Belakangan ini telah banyak penelitian dalam mengembangkan struktur penahan gelombang yang efektif yang dapat mereduksi energi gelombang serta memberikan keuntungan-keuntungan positif. salah satu struktur peredam gelombang yang sekarang mengalami perkembangan penelitian adalah pemecah gelombang berpori. Pemecah gelombang berpori untuk pertama kalinya diusulkan oleh Jarlan dan kemudian banyak dikembangkan oleh peneliti-peneliti lain salah satunya (Quin, 1972)mencoba mengurangi gaya gelombang yang mengenai bagian depan pemecah gelombang.

Pemecah gelombang berpori atau berlubang diharapkan selain meminimalisir refleksi gelombang juga mampu mereduksi gelombang transmisi, karena kemampuannya dalam menyerap energi gelombang dan mereduksi terhadap energi gelombang datang. Apabila energi gelombang yang melewati suatu permukaan maka energi gelombang akan semakin berkurang seiring bertambahnya permukaan gesek. Pemecah gelombang berpori diharapkan mampu meredam energi gelombang dengan menggunakan struktur pipa dengan membuat model di laboratorium. Sebelum pengujian model dilakukan, maka perlu pengujian karakteristik gelombang untuk mengetahui karakteristik gelombang salah satunya tinggi gelombang maksimum dan tinggi gelombang minimum dengan berbagai variasi periode gelombang.

Oleh karena itu, untuk meredam energi gelombang dengan menggunakan struktur pemecah gelombang berpori dapat dilakukan dengan membuat model di laboratorium. Namun sebelum model diuji, dilakukan pengujian karakteristik gelombang untuk mengetahui tinggi gelombang maksimum dan tinggi gelombang minimum dengan berbagai variasi periode gelombang pada kedalaman air yang berbeda.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hidraulika Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimental, dimana observasi dibawah kondisi buatan (*artificial condition*), dimana kondisi tersebut dibuat dan diatur oleh peneliti dengan mengacu pada literatur-literatur yang berkaitan dengan penelitian tersebut, dengan demikian penelitian eksperimental adalah penelitian yang dilakukan dengan mengadakan rekayasa/manipulasi terhadap obyek penelitian serta adanya kontrol, dengan tujuan untuk menyelidiki ada-tidaknya hubungan sebab akibat serta berapa besar hubungan sebab akibat tersebut dengan cara memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dan menyediakan kontrol untuk perbandingan.

Pada penelitian ini akan menggunakan dua sumber data yakni :

1. data primer yakni data yang diperoleh langsung dari simulasi model fisik di laboratorium,
2. data Sekunder yakni data yang diperoleh dari literatur dan hasil penelitian yang sudah ada baik yang telah dilakukan di Laboratorium maupun dilakukan di tempat lain yang berkaitan dengan penelitian pemecah gelombang berpori.

Flume dan Unit Pembangkit Gelombang (*Wave Flume*)

Saluran gelombang yang dilengkapi alat pembangkit gelombang dan di ujung flume dilengkapi peredaman gelombang yang terbuat dari rangka baja dengan dinding kaca, adapun dimensi saluran flumenya adalah panjang 15 m, lebar 0,3 m dan tinggi 0,8 m dengan kedalaman efektif saluran 0,46 m, dilengkapi perangkat komputer yang memiliki software pembacaan gelombang yang langsung terdata dengan output pembacaan tinggi gelombang H_{max} dan H_{min} . Tangki pembangkit gelombang yang digunakan di laboratorium sebagai instrument penelitian (pada gambar 3).



Gambar 1. Tangki, peredam dan mesin pembangkit gelombang tipe flap (*Wave flume*)

Gambar 4 memperlihatkan unit pembangkit gelombang tipe flat. Mesin pembangkit terdiri dari mesin pompa air yang mengatur suplay air yang masuk ke flume sesuai kedalaman air yang diinginkan,

mesin utama sebagai motor penggerak yang terhubung langsung untuk memutar *pulley*, alat *pulley* dengan dimensi berbentuk bundar yang berputar terus berfungsi mengatur waktu putaran piringan sebagai acuan dalam mengatur periode gelombang yang diharapkan, *pulley* terhubung langsung ke *stroke* yang memiliki beberapa ukuran variasi jarak berfungsi menggerakkan *flap* maju mundur di dalam tangki flume sebagai alat pembangkitan gelombang.

Parameter dan Rancangan Penelitian

Variabel penelitian yang berpengaruh untuk mengetahui karakteristik gelombang adalah periode gelombang. Selain itu, variasi *stroke* yang digunakan untuk mengatur gerakan *flap* yaitu 4, 5 dan 6 sedangkan kedalaman air yang digunakan yaitu (d)= 36 cm. Secara garis besar prosedur penelitian ini adalah :

1. Mengatur tinggi muka air yaitukedalaman air ($d= 15$ cm dan $d = 36$ cm) dengan menggunakan mesin pompa air dari bawah penampungan air kemudian dialirkan masuk ke *flume* hingga mencapai kedalaman yang diinginkan/ditentukan, kemudian mengatur jarak pukulan pada *flap* menjadi 3 variasi *stroke* yaitu 4, 5 dan 6 serta mengatur variasi periode gelombang yaitu $T1=1,0$ detik, $T2=1,1$ detik dan $T3=1,2$ detik.
2. Menyalakan PC, *wave monitor* dan *eagle daq* kemudian memasang masing-masing probe1 dan probe2 pada posisi yang telah ditentukan.
3. Mengkalibrasi masing-masing probe dengan kedalaman air 15 cm dan 36 cm.
4. Perletakan posisi probe 1 dan probe 2 dimana probe 1 diletakkan pada posisi depan dari arah datangnya gelombang sedangkan probe 2 berada pada posisi di belakang probe 1 arah datangnya gelombang.
5. Jarak antara probe 1 dan probe 2 disesuaikan dengan panjang gelombang hasil perhitungan dari kedalaman air dan periode gelombang.
6. Setelah semua komponen siap, running dimulai dengan membangkitkan gelombang dengan menyalakan mesin pada unit pembangkit gelombang.
7. Pembacaan tinggi gelombang diperoleh dari hasil pembacaan masing-masing probe 1 dan probe 2, yang kemudian mengirim hasil rekamannya ke komputer dengan aplikasi khusus pembacaan tinggi gelombang.

Prosedur 2 sampai dengan 5 dilakukan kembali dengan periode gelombang (T)yang berbeda dan *stroke* diubah menjadi 4, 5, dan 6. Berikut gambar 2 menunjukkan salah satu variasi periode dan *stroke* pada kedalaman air tertentu untuk pengambilan/perekaman data gelombang dari probe 1 dan probe 2 dibawah ini :



Gambar 2. Pengambilan data gelombang pada kedalaman air 36 cm

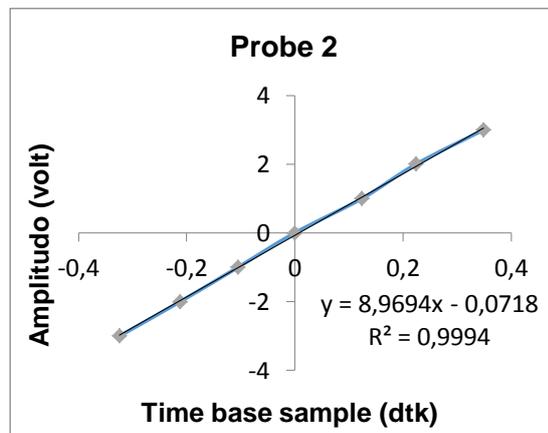
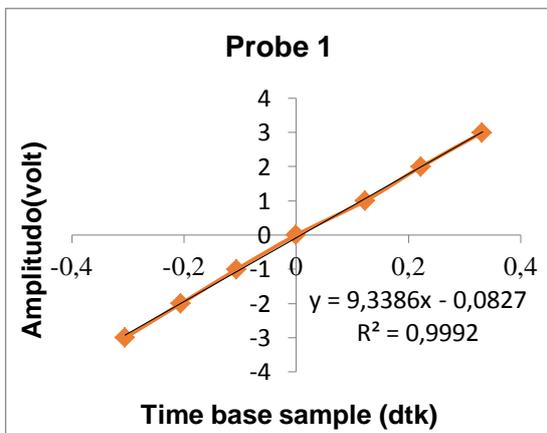
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Kalibrasi Probe

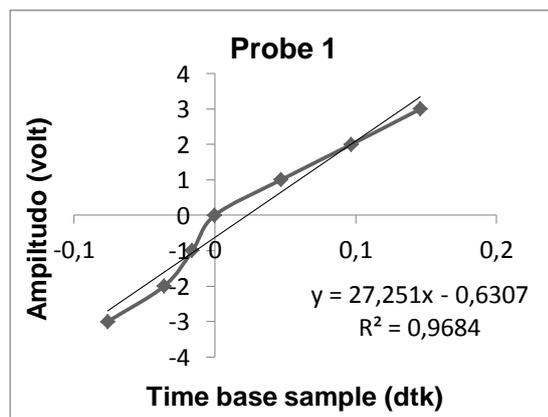
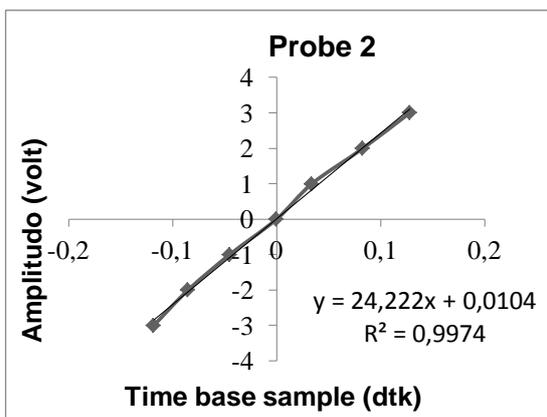
Penentuan besaran nilai tinggi gelombang dapat diketahui melalui pengukuran dengan dua probe, probe adalah alat pendeteksi yang dipasang pada flume gelombang yang merupakan alat sensor mendeteksi gelombang datang yang diterima kemudian dikirim ke komputer untuk pembacaan sebagai amplitudo, untuk mengetahui dan mendapatkan data tinggi gelombang maka sebelumnya dilakukan kalibrasi di tiap probe dengan cara mempertemukan puncak gelombang di tiap titik probe, setiap probe memiliki 7 titik yaitu 3, 2, 1, 0, -1, -2, -3 lalu jarak dari hasil pertemuan probe tersebut merupakan panjang gelombang.

Tabel 1. Kalibrasi probe 1 dan probe 2 pada kedalaman air (d) 15 cm dan (d) 36 cm

(d)	Probe 1		Probe 2		(d)	Probe 1		Probe 2	
	x	y	x	y		x	y	x	y
15 cm	0,332	3	0,349	3	36 cm	0,146	3	0,128	3
	0,223	2	0,224	2		0,097	2	0,083	2
	0,123	1	0,124	1		0,047	1	0,034	1
	0	0	0	0		0	0	0	0
	-0,106	-1	-0,105	-1		-0,016	-1	-0,045	-1
	-0,205	-2	-0,212	-2		-0,036	-2	-0,085	-2
	-0,305	-3	-0,324	-3		-0,076	-3	-0,118	-3



Gambar 3. Grafik kalibrasi probe 1 dan probe 2 dengan kedalaman air 15 cm

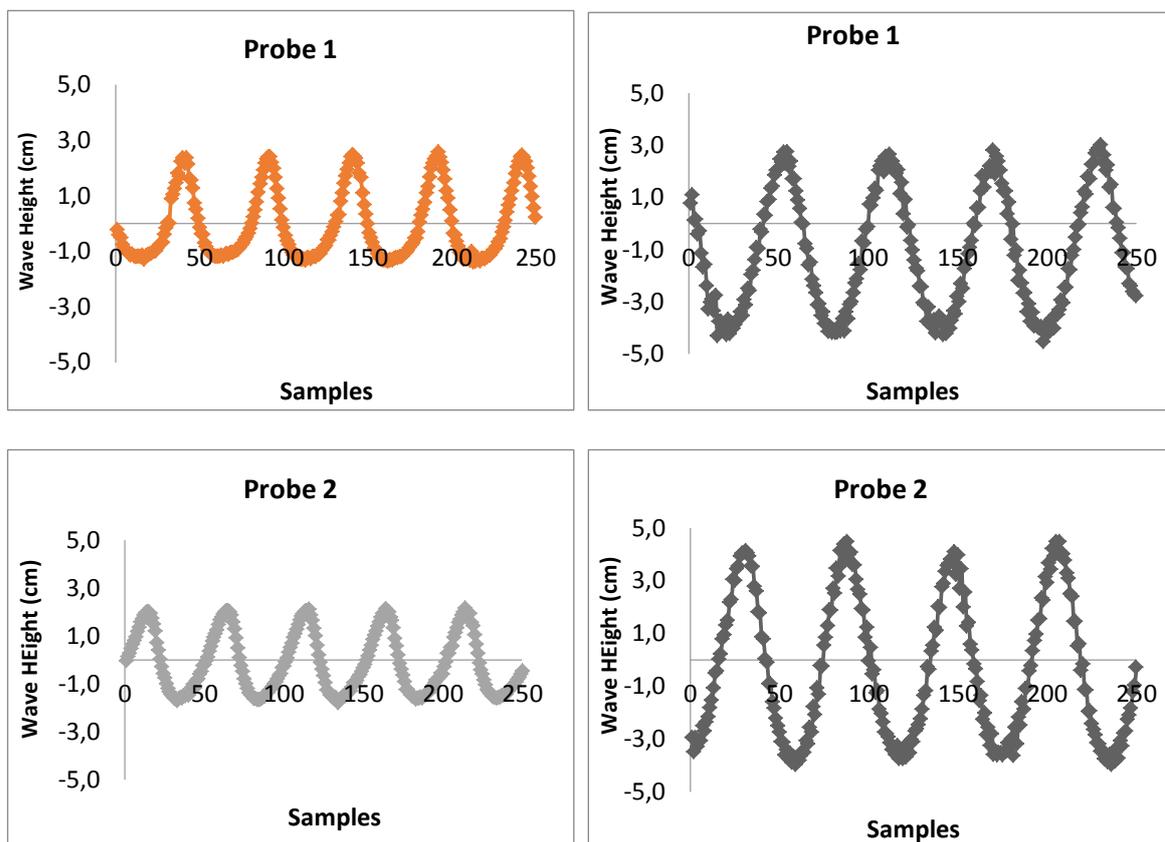


Gambar 4. Grafik kalibrasi probe 1 dan probe 2 dengan kedalaman air 36 cm

Berdasarkan Gambar 2 dan 3 terlihat bahwa koefisien korelasi yang dihasilkan dari probe 1 dan probe 2 dari kedua kedalaman air sangat kuat sehingga persamaan linear pada kedalaman 15 cm probe 1 $R^2=0,99$ dan probe 2 $R^2=0,99$ sedangkan pada kedalaman 36 cm probe 1 $R^2=0,97$ dan probe 2 $R^2=0,99$ yang dihasilkan sehingga dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik gelombang sebelum diletakkan model (running awal).

Karakteristik Gelombang

Periode gelombang dikontrol oleh putaran *pulley*, tinggi gelombang dbangkitkan oleh posisi *stroke* yang mengatur gerakan *flap*, semakin besar *stroke* maka semakin jauh dorongan *flap* untuk membangkitkan gelombang. Data karakteristik gelombang ini akan memberikan informasi tentang tinggi gelombang maksimum dan tinggi gelombang minimum sebelum diletakkan model peredam gelombang. Pada kedalaman air (d) = 15 cm dan (d) = 36 cm, karakteristik gelombang yang dihasilkan oleh pembangkit gelombang terdiri dari 3 variasi periode (T ; 1,0 detik, T ; 1,1 detik, dan T ; 1,2 detik) dengan masing-masing 3 stroke yaitu 4, 5 dan 6. Gambar dibawah diambil dari salah satu sampel percobaan pembangkitan gelombang yaitu pada kedalaman 15 cm dan kedalaman 36 cm dengan periode $T = 1,2$ detik dan stroke = 6, masing-masing memperlihatkan karakteristik gelombang pada probe 1 dan probe 2.



Gambar 5. Tinggi gelombang dengan $d = 15$ cm dan $d = 36$ cm

Gambar 5 menunjukkan bahwa gelombang yang terjadi membentuk grafik sinusoidal sehingga dapat diketahui tinggi gelombang maksimum dan tinggi gelombang minimum yang dihasilkan. Dari data hasil pengukuran/pencatatan sebanyak 250 sampel data di setiap probe 1 maupun probe 2 dengan rumus regresi dari nilai kalibrasi maka nilai H_{max} dan H_{min} di tiap probe didapatkan. Salah satu hasil pengolahan data gelombang pada periode 1,2 dengan stroke 6 memiliki tinggi gelombang maksimum dan gelombang minimum terbesar yaitu pada kedalaman (d) 15 cm probe 1 H_{max} adalah 1,137 cm dan H_{min} adalah -1,354 cm dan probe 2 H_{max} adalah 1,045 cm dan H_{min} adalah -1,210 cm sedangkan pada kedalaman (d) 36 cm probe 1 H_{max} adalah 3,012 cm dan H_{min} adalah -4,539 cm dan probe 2 H_{max} adalah 4,475 cm dan H_{min} adalah -3,996 cm, dari hasil perhitungan interval tinggi gelombang pada kedalaman (d) 15 cm (H) adalah 2,491 cm dan 2,255 cm sedangkan pada kedalaman (d) 36 cm (H) adalah

7,551 cm dan 8,471 cm. Data secara lengkap karakteristik gelombang yang dihasilkan dengan variasi-variasi yang ada dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik tinggi gelombang pada d 15 cm dan d 36 cm

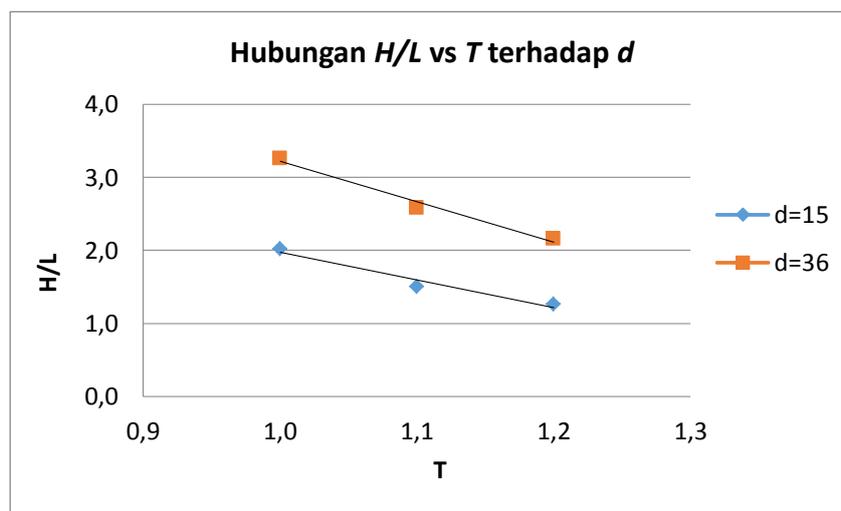
d (cm)	T (dtk)	Stroke	Tinggi Gelombang (cm)					
			Probe 1		Probe 2			
			HMax HMin	H	HMax HMin	H		
15 (0.5h)	1,2	4	0,738 -1,131	1,870	0,689 -1,112	1,801		
		5	0,926 -1,422	2,348	0,979 -1,325	2,305		
		6	1,137 -1,354	2,491	1,045 -1,210	2,255		
		4	0,812 -1,114	1,927	1,034 -1,057	2,091		
		5	1,359 -1,234	2,593	1,379 -1,128	2,507		
		6	1,884 -1,548	3,431	1,970 -1,320	3,290		
	1,0	4	1,097 -1,314	2,411	1,154 -1,331	2,485		
		5	1,861 -1,274	3,135	1,571 -1,446	3,016		
		6	2,556 -1,405	3,961	2,134 -1,818	3,953		
		36 (1,2h)	1,2	4	1,615 -3,275	4,890	1,947 -2,872	4,820
				5	1,914 -3,941	5,855	1,947 -3,390	5,337
				6	3,012 -4,539	7,551	4,475 -3,996	8,471
1,1	4		1,476 -4,545	6,021	1,430 -3,198	4,627		
	5		2,829 -4,406	7,235	2,154 -4,129	6,283		
	6		3,162 -5,155	8,316	3,780 -4,528	8,309		
1,0	4	2,530 -3,408	5,938	2,923 -3,375	6,298			
	5	2,563 -4,739	7,302	3,189 -3,745	6,934			
	6	5,390 -4,539	9,930	5,599 -4,691	10,290			

Hasil Simulasi pengambilan data tinggi gelombang yang didapatkan dari pencatatan/perekaman otomatis dari komputer yang dilengkapi dengan software *wave monitor* dan *eagle daqjika* dikonfersi kedalam perhitungan kecuraman gelombang (H/L) dengan panjang gelombang sesuai kedalaman air maka hasil perbandingan menunjukkan perbedaan yang signifikan antara (d) = 15 cm dan (d) = 36 cm terlihat pada tabel 3 berikut ini :

Tabel.3 Perbandingan d terhadap perubahan H/L

d (cm)	\sqrt{gd}	T (dtk)	L (cm)	Stroke	H (cm)	H/L
15	1,212	1,2	1,454	4	1,836	1,262
				5	2,327	1,600
				6	2,373	1,632
		1,1	1,333	4	2,009	1,507
				5	2,550	1,913
				6	3,361	2,521
		1,0	1,212	4	2,448	2,020
				5	3,076	2,538
				6	3,957	3,265
36	1,876	1,2	2,251	4	4,855	2,157
				5	5,596	2,486
				6	8,011	3,559
		1,1	2,064	4	5,324	2,579
				5	6,759	3,275
				6	8,313	4,027
		1,0	1,876	4	6,118	3,261
				5	7,118	3,794
				6	10,110	5,389

Hasil perhitungan perbandingan antara (d) 15 cm dengan (d) 36 cm terhadap perubahan H/L memiliki perbedaan signifikan. Grafik dibawah ini menunjukkan hasil perbandingan, jika periode gelombang (T) sebagai variabel sumbu X dan kecuraman gelombang (H/L) sebagai variabel sumbu Y untuk dua variasi kedalaman air, sebagaimana ditunjukkan pada grafik dibawah ini :



Gambar 6. Hubungan T dan d terhadap H/L

Gambar 6 menunjukkan bahwa pengaruh periode dan kedalaman air terhadap kecuraman gelombang mengalami penurunan secara signifikan, jika pada kondisi periode (T) semakin besar, maka penurunan kecuraman gelombang (H/L) semakin kecil, hal ini menunjukkan pula bahwa pada kedalaman air (d) 15 cm kecuraman gelombang lebih kecil dibanding pada kedalaman (d) 36 cm, dikarenakan pada kedalaman air yang besar mengakibatkan tinggi gelombang dan panjang gelombang lebih besar.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan laboratorium pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Karakteristik gelombang yang dihasilkan berupa nilai tinggi gelombang (H) dan nilai panjang gelombang (L) sangat dipengaruhi oleh periode gelombang (T) dan kedalaman air (d).
2. Hubungan antara kecuraman gelombang (H/L) dengan periode (T) memiliki perbedaan diantara keduanya di mana H/L pada kedalaman d 36 cm lebih besar dibanding pada kedalaman d 15 cm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada LPDP (Lembaga Pengelola Dana Pendidikan) atas dukungan pendanaan selama penelitian ini dilaksanakan.

DAFTAR NOTASI

d	Kedalaman air
h	Tinggi Model
H	Tinggi gelombang
H_{max}	Tinggi gelombang maksimum
H_{min}	Tinggi gelombang minimum
H/L	Kecuraman gelombang
L	Panjang gelombang
T	Periode gelombang

DAFTAR PUSTAKA

- Thaha, A. 2015, *Pelindung Tipe Pancang untuk Mengurangi Run-Up dan Run-Down Gelombang Pada Revetment*.
- Dean, R. G. A. Dalrymple, 1984, *Water Waves Mechanics for Engineer and Scientist*, Prentice Hall, Inc., New Jersey; Englewood Cliffs.
- Quin, A. 1972. *Design and Konstruktion of Ports and Marine Structures*. New York; McGraw Hill
- Triatmodjo, Bambang. 1999, *Teknik Pantai*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2011. *Perencanaan Bangunan Pantai*. Beta Offset, Yogyakarta.