



PENGARUH VARIASI DIAMETER LUBANG PADA BREAKWATER SISI MIRING BERPORI TERHADAP KOEFISIEN REFLEKSI DAN TRANSMISI

Hamzah Al Imran, Andi Makbul Syamsuri,

Muhammad Alqadri Aras Putra, Chairatul Anam

Prodi Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

Abstrak

Pemecah gelombang berpori merupakan struktur yang dirancang untuk melindungi garis pantai dari erosi dan abrasi yang disebabkan oleh energi gelombang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh diameter lubang terhadap koefisien refleksi dan transmisi pada pemecah gelombang sisi miring berpori. Dalam penelitian ini, model pemecah gelombang dengan variasi diameter lubang dan jarak antar lubang digunakan untuk mengukur koefisien refleksi dan transmisi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diameter lubang berpengaruh signifikan terhadap koefisien refleksi dan transmisi. Model dengan diameter lubang yang besar menunjukkan nilai koefisien refleksi yang lebih kecil dan nilai koefisien transmisi yang lebih besar. Hal ini karena gelombang yang menerpa model dengan diameter lubang yang besar cenderung lebih diserap dan tidak dipantulkan secara signifikan, sehingga energi gelombang yang datang dapat lebih efektif diredam.

Kata Kunci: Breakwater, Refleksi, Transmisi.

PENDAHULUAN

Pemecah gelombang selama ini hanya dikenal sebagai salah satu struktur pelindung pantai terhadap erosi dan abrasi. Meskipun demikian ada fungsi lainnya, yaitu sebagai pelindung daerah pelabuhan dari gangguan gelombang.

Pemecah gelombang memiliki kemampuan mengurangi tinggi gelombang dengan cara memecahkan gelombang melalui pori-pori batuan penyusunnya. Yang umumnya dikenal 2 (dua) jenis pemecah gelombang, yaitu: pemecah gelombang tenggelam, dan

*Correspondence Address : amakbulsyamsuri@unismuh.ac.id

DOI : 10.31604/jips.v12i4.2025. 1494-1500

© 2025UM-Tapsel Press

pemecah gelombang tidak tenggelam serta solusi alternatif berupa penggunaan pemecah gelombang terapung (F Hariati, 2021).

Beberapa tahun ini penelitian untuk tipe breakwater tenggelam lebih banyak dilakukan karena adanya kecenderungan peredaman gelombang oleh sekelompok batu karang yang hidup di perairan dangkal. (Dharma, 1994) melakukan penelitian unjuk kerja terumbu buatan (artificial reef) sebagai peredam energi gelombang dengan menggunakan material batu pecah dan (Abrori, Armono, & Zikra, 2009) meneliti terumbu buatan bentuk kubah berlubang "HSAR" (Hemispherical submerged artificial reef) dan menyatakan bahwa dalam jumlah yang besar HSAR dapat efektif mereduksi energi gelombang. Keberhasilan penerapan teknologi terumbu buatan ditentukan oleh beberapa faktor diantaranya kesesuaian parameter lingkungan, jenis dan bentuk material, serta kekuatan struktur. (IKD Setiawan, 2018).

Peredam gelombang yang mengalami perkembangan penelitian di laboratorium adalah pemecah gelombang berpori atau berlubang. Bangunan ini dapat meminimalisir gelombang refleksi juga mampu meredam gelombang transmisi. Struktur pemecah gelombang ini dibuat dengan maksud memberi dimensi bidang gesek pada permukaan dinding bagian dalam pipa yaitu sehingga diharapkan mampu lebih efektif dalam mereduksi gelombang yang datang (Syamsuri et al., 2018).

Model fisik pemecah gelombang dari rangkaian pipa ujung tertutup yang disusun vertikal disimpulkan bahwa pemecah gelombang ini dapat mereduksi gelombang sampai 76,4% (Yani & Ahdania, 2023). Pemecah gelombang sisi miring (sloping breakwater) merupakan jenis pemecah gelombang yang membutuhkan armor pelindung dan

volume batu dalam jumlah besar (Naiborhu et al., 2020). Koefisien refleksi dari pemecah gelombang tipe OWC dengan variasi kemiringan struktur menunjukkan hasil yang lebih baik pada kemiringan 450 (Faisal, 2024).

Menurut Muliati (2020), parameter terpenting yang digunakan untuk menjelaskan suatu gelombang adalah tinggi dan panjang gelombang serta kedalaman perairan dimana gelombang tersebut merambat. Kecepatan rambat gelombang secara teoritis dapat ditentukan dari kualitas parameter tersebut. Gelombang di alam jarang tampak persis sama dari satu gelombang ke gelombang yang lainnya. Juga tidak selalu menyebar ke arah yang sama. Seandainya suatu alat untuk mengukur elevasi muka air, η , sebagai fungsi dari waktu ditempatkan pada suatu anjungan di tengah laut, akan diperoleh suatu rekaman data gelombang yang berbentuk acak. Laut tersebut dapat dipandang sebagai superposisi dari banyak sinusoid yang bergerak ke segala arah. Superposisi sinusoid tersebut memberikan kemungkinan penggunaan analisa Fourier dan teknik spektrum untuk digunakan dalam menjelaskan kondisi gelombang laut. Hanya saja banyak keacakan yang terjadi di laut, sehingga dibutuhkan teknik statistik untuk dapat menunjang penyelesaian masalah.

Keuntungan yang dijumpai yaitu gelombang di perairan dangkal mempunyai bentuk yang lebih teratur dibandingkan dengan gelombang di laut dalam. Oleh karena itu dalam kasus ini setiap gelombang lebih sederhana jika dijabarkan dengan satu sinusoid yang berulang secara periodik. Dalam hal ini gelombang yang nonlinier dilinierkan dengan menggunakan berbagai asumsi. Teori ini dikenal dengan teori gelombang linier atau teori gelombang amplitudo kecil. Teori ini biasanya merupakan

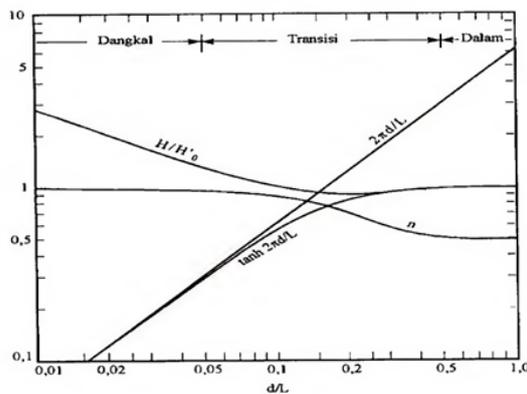
pendekatan pertama dalam mempelajari masalah gelombang (Muliati, 2020).

Berdasarkan kedalaman relatif, yaitu perbandingan antara kedalaman air d dan panjang gelombang L , (d/L), gelombang dapat diklasifikasikan menjadi tiga macam seperti terlihat pada Tabel 1.

Kategori gelombang	d/L	$2\pi d/L$	Tanh ($2\pi d/L$)
Laut dalam	$> 1/2$	$> \pi$	~ 1
Laut transisi	$1/20 - 1/2$	$0,25 - \pi$	Tanh ($2\pi d/L$)
Laut dangkal	$< 1/20$	$< 0,25$	$2\pi d/L$

Sumber : Pelabuhan (Triatmodjo, 1996)

Klasifikasi ini dilakukan untuk menyederhanakan rumus-rumus gelombang (Triatmodjo, 1999b). Penyederhaan ini dapat dijelaskan dengan menggunakan Gambar 1 yang menunjukkan berbagai parameter sebagai fungsi dari kedalaman relatif.



Gambar 1. Parameter fungsi kedalaman relatif (Triatmodjo, 1999a)

Tujuan penelitian ini adalah Untuk mengetahui pengaruh variasi diameter lubang terhadap tinggi gelombang refleksi dan transmisi pada breakwater sisi miring berpori dan untuk menganalisis pengaruh variasi diameter lubang terhadap koefisien refleksi dan transmisi pada breakwater sisi miring berpori.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sungai dan Pantai Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Kampus II Universitas Hasanuddin, dengan waktu rencana penelitian selama 3 bulan.

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental, dimana kondisi diatur dan dibuat oleh peneliti mengacu pada literatur-literatur yang berkaitan dengan penelitian sejenis dengan tujuan untuk menyelidiki hubungan antara variabel atau parameter serta seberapa besar pengaruhnya dengan cara memberikan perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental.

Pada penelitian ini menggunakan dua sumber data yaitu :

Data primer, adalah data yang diperoleh langsung dari simulasi model fisik di laboratorium.

Data Sekunder, adalah data atau varian data yang diperoleh dari literatur dan hasil penelitian yang sudah ada baik yang telah dilakukan di laboratorium maupun dilakukan di tempat lain yang ada hubungannya dengan model breakwater yang akan diuji.

Model breakwater dibuat dari potongan multipleks yang disusun membentuk trapesium di dalam saluran pembangkit gelombang. Bahan-bahan yang akan digunakan adalah :

1. Multipleks dengan ketebalan 2,0 cm.
2. Lem dan sekrup untuk merekatkan antar potongan multipleks.
3. Cat untuk mewarnai model.
4. Plastisin untuk menutup celah antar model dan dinding saluran pembangkit gelombang.

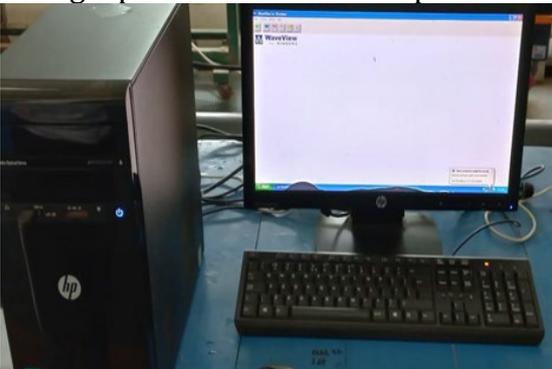
Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan model dan pengujian lab adalah sebagai berikut :

1. Saluran pembangkit gelombang (wave tilting flume) dengan panjang 15 m, lebar 0,3 m dan tinggi 0,45 m. Flume ini dilengkapi dengan bak penampungan air panel kontrol, unit pembangkit gelombang, peredam, dan mesin pompa air.



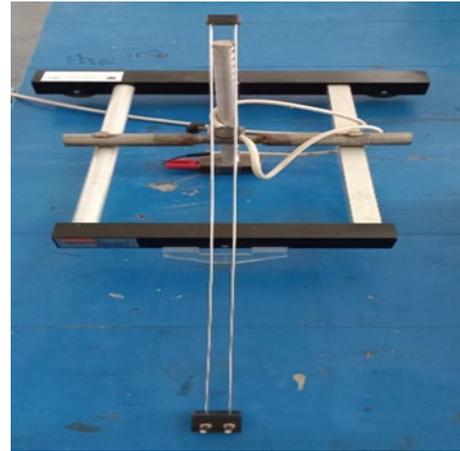
Gambar 2. Saluran pembangkit gelombang (Armfield S6 MKII tilting flume)

2. Perangkat komputer yang dilengkapi software oscilloscope



Gambar 3. Unit Personal Computer dan Software oscilloscope

3. Batang sensor wave probe yang berfungsi untuk menangkap sinyal mekanik berupa fluktuasi muka air yang bergerak naik turun. Prinsip kerja dari sensor adalah menangkap sinyal dan mengubah nilai resistansi menjadi sinyal/pulsa yang diteruskan ke wave monitor.



Gambar 4. Set sensor wave probe dan penyangga

4. Wave monitor, berfungsi menampilkan sinyal analog yang diterima batang sensor wave probe dan digunakan untuk mengatur letak atau posisi sinyal agar berada pada posisi nol atau di tengah software oscilloscope.



Gambar 5. Wave monitor dilengkapi kabel penghubung.

5. Data acquisition fungsinya untuk mengumpulkan dan mengubah sinyal mekanik menjadi sinyal listrik agar bisa dibaca oleh software oscilloscope.



Gambar 6. Data acquisition

- 6. Stopwatch untuk mengukur periode gelombang secara manual.
- 7. Kamera untuk dokumentasi foto dan video.
- 8. Alat tulis dan alat pertukangan

5	-	5	-	5	-
	0,20		0,25		0,30
	0		0		0
6	-	6	-	6	-
	0,25		0,30		0,40
	0		0		0
7	-	7	-	7	-
	0,30		0,35		0,45
	0		0		0

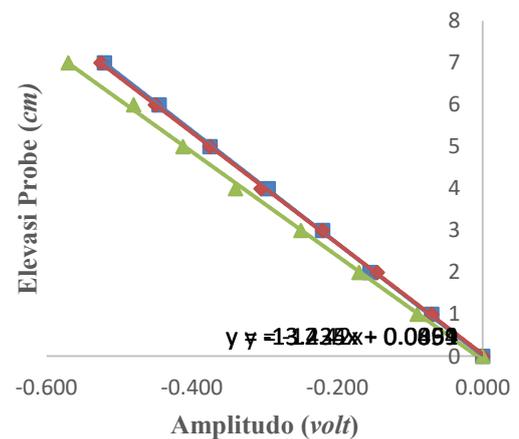
HASIL DAN PEMBAHASAN

Rekaman fluktuasi muka air pada software oscilloscope adalah data series fluktuasi muka air dengan satuan tegangan (volt). Karena tinggi gelombang dalam satuan panjang, maka harus diubah terlebih dahulu ke dalam satuan panjang misalnya centimeter (cm). Untuk mengubah satuan tegangan ke satuan panjang, digunakan persamaan regresi linier. Batang sensor pada probe memiliki lubang dengan jarak vertikal yang sama tiap lubangnya yaitu 1 cm, inilah yang mendasari digunakan persamaan regresi linier. Untuk mendapatkan variasi tegangan maka batang sensor dinaikkan per 1 cm kemudian nilai tegangan dicatat, selanjutnya dinaikkan lg hingga mencapai 7 cm. Metode ini dilakukan pada setiap kedalaman rencana pengujian, seperti Tabel 1.

Tabel 1. Kalibrasi statis pada kedalaman 24 cm

Wave Probe 1		Wave Probe 2		Wave Probe 3	
Elevasi Wave Probe (cm)	Tegangan (volt)	Elevasi Wave Probe (cm)	Tegangan (volt)	Elevasi Wave Probe (cm)	Tegangan (volt)
0	0,00	0	0,00	0	0,00
1	0,06	1	0,05	1	0,07
2	0,11	2	0,10	2	0,13
3	0,15	3	0,14	3	0,18
4	0,17	4	0,20	4	0,25

Grafik yang dihasilkan oleh Tabel 8 adalah regresi linier pada masing-masing probe, persamaan ini yang digunakan untuk merubah satuan tegangan ke satuan panjang. Gambar 28 adalah contoh regresi linier pada kedalaman air 16 cm untuk setiap probe berurutan persamaannya adalah $y = -13,435x + 0,0069$, $y = -13,224x + 0,0451$ dan $y = -12,42x - 0,0894$.



Gambar 7. Grafik regresi linier kalibrasi statis pada kedalaman 16 cm

Hasil perekaman software oscilloscope WFFW pada masing-masing probe didapatkan series data sebanyak 1000 data, dengan nilai time base 0,03 msec/detik pada frekuensi 200 Hz menghasilkan durasi perekaman selama 15 detik. Data ini kemudian diubah dari satuan tegangan ke satuan panjang dengan menggunakan regresi linier hasil kalibrasi statis seperti terlihat pada Gambar 8.

n data input n probe	1000 3	Data oscilloscope						Data konversi satuan panjang					
		No.			No.								
		Sampel	Waktu (t)	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Sampel	Waktu (t)	Probe 1	Probe 2	Probe 3		
Kedalaman air	16 cm	1	0	0.0208	0.0238	0.0012	1	0	-0.2719	-0.2697	0.0742		
Periode	1.2 detik	2	0.015	0.0134	0.0262	0.0037	2	0.015	-0.1735	-0.302	0.0439		
Jumlah data	1064 sampel	3	0.030	0.0177	0.0323	0.0006	3	0.030	-0.2399	-0.3827	0.0818		
Time base	0.015 div/sq	4	0.045	0.011	0.0342	-0.0005	4	0.045	-0.1407	-0.4069	0.097		
Jumlah sampel/periode	80	5	0.060	0.014	0.0433	-0.0018	5	0.060	-0.1817	-0.528	0.1121		
Jumlah gelombang	12.5	6	0.075	0.0116	0.047	0.0018	6	0.075	-0.1489	-0.5764	0.0667		
frek	200	7	0.090	0.0092	0.0555	0.0043	7	0.090	-0.1161	-0.6894	0.0363		
Durasi	15	8	0.105	0.0067	0.0592	0.0031	8	0.105	-0.0833	-0.7378	0.0515		
	-13.435 0.0069	9	0.120	-0.0085	0.0635	0.0244	9	0.120	0.1217	-0.7943	-0.2138		
	-13.224 0.0451	10	0.135	0.0043	0.0684	0.0037	10	0.135	-0.0505	-0.8589	0.0439		
	-12.420 -0.0894	11	0.150	0	0.072	0.0018	11	0.150	0.0069	-0.9073	0.0667		

Gambar 8. Tangkapan layar Microsoft Excel data fluktuasi muka air

Setelah data fluktuasi muka air didapatkan, maka data kemudian dioffset sesuai dengan dengan jumlah data yang direkam pada setiap periode geombang rencana. Setiap periode gelombang memiliki jumlah offset data yang berbeda. Data tinggi gelombang yang digunakan adalah tinggi gelombang rata-rata pada masing-masing probe.

Tabel 2. Rekap data tinggi gelombang rata-rata pada model 1.

Kedalaman air (cm)	Periode T (detik)	Hi rata-rata (cm)	Hr rata-rata (cm)	Ht rata-rata (cm)
16	1.2	3.539	1.744	1.241
16	1.3	3.110	1.594	1.107
16	1.4	2.837	1.528	1.087
20	1.2	4.207	2.481	1.625
20	1.3	3.892	2.433	1.594
20	1.4	3.634	1.871	1.470
24	1.2	5.075	4.406	1.708
24	1.3	4.741	3.786	1.689
24	1.4	4.498	3.660	1.663

SIMPULAN

Sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai dan berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka disimpulkan bahwa:

1. Semakin besar diameter lubang semakin rendah tinggi gelombang refleksi dan transmisi. Model 3 dengan diameter lubang 1,2 cm lebih baik dalam meredam gelombang refleksi dan mentransmisikan gelombang dibandingkan dengan model 1 dengan diameter 0,8 cm dan model 2 dengan

diameter 1,0 cm. Hal ini terjadi karena porositas pada model 3 lebih besar dari model lainnya.

2. Koefisien refleksi dan transmisi pada model 3 dengan diameter 1,2 cm lebih baik dibandingkan model lainnya. Penelitian ini membuktikan bahwa semakin besar porositas maka semakin kecil koefisien refleksi dan transmisi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para dosen di Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar dan kami juga mengucapkan terima kasih kepada para penelaah yang telah memberikan komentar dan saran yang kritis dan konstruktif sehingga dapat meningkatkan kualitas naskah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajiwibowo, H. (2012). *Catatan Kuliah Metode Eksperimen Laboratorium*. ITB Press.
- Atilla, R., & Gischa, S. (2023). *Tol laut : Pengertian, manfaat dan contohnya di Indonesia*. Kompas.com/Skola. <https://www.kompas.com/skola/read/2023/08/23/220000069/tol-laut--pengertian-manfaat-dan-contohnya-di-indonesia#>
- Burhanuddin, A. I. (2015). *Mewujudkan Poros Maritim Dunia*. Deepublish.
- Dean, Robert G & Dalrymple, R. (1984). *Water Wave for Engineers and Scientists*. Prentice Hall.
- Dhanista, W. L. (2017). Gelombang Laut. *ITS News*.
- Faisal, S. N. R. (2024). *Skripsi "Studi Eksperimental Refleksi Gelombang pada Pemecah Gelombang Berongga Tipe OWC"*. Universitas Hasanuddin.
- Kamphuis, J. W. (2020). *Introduction to coastal engineering and management* (Vol. 48). World Scientific.
- Krisnaldi. (2012). *Catatan Kuliah*

Mekanika Gelombang. ITB Press.

Mandi, N. B. R. (2015). *Pelabuhan (Perencanaan dan Perancangan Konstruksi Bangunan Laut dan Pantai)* (N. N. Pujianiki (ed.); Pertama). Buku Arti.

Muliati, Y. (2020). *Rekayasa Pantai* (1 ed.). Itenas.

Naiborhu, M. A., Purnawanti, Y. N., & Kumalasari, S. D. (2020). Desain dan Konstruksi Pemecah Gelombang dengan Sisi Miring. *Jurnal Teknik Transportasi*, 1(2), 106. <https://doi.org/10.54324/jtt.v1i2.537>

RABUNG, F. (2019). *Kinerja Model Pemecah Gelombang Komposit Vertikal Balok-Kotak, Batu dan Tiang*. Universitas Hasanuddin.

Rabung, F., Pallu, M. S., Thaha, M. A., & Muhiddin, A. B. (2017). *Performance of Vertical Composite Breakwater Model of Box-Beam, Rock and Piles*. 6(2), 86–97.

Setyandito, O., Nizam, N., Yuwono, N., & Triatmadja, R. (2012). Pengaruh gelombang pada profil kemiringan pantai pasir buatan (Uji model fisik dan studi kasus penanggulangan erosi serta pendukung konservasi lingkungan daerah pantai). *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 4(1), 32–42.

Syamsuri, A. M., Suriamiharja, D. A., Thaha, M. A., & Rachman, T. (2021). Effect of Pipe Diameter Variation on Transmission of Porous Breakwater. *International Journal of Engineering Trends and Technology*.

Syamsuri, A. M., Suriamiharja, D. A., Thaha, M. A., & Rachman, T. (2019). Pengaruh Periode dan Kedalaman Air terhadap Kecuraman Gelombang pada Flume Persiapan Percobaan Peredaman Gelombang.

Syamsuri, A. M., Suriamiharja, D. A., Thaha, M. A., & Rachman, T. (2018). Analisa Pengaruh Dimensi Rangkaian Pipa Horizontal Terhadap Transmisi dan Refleksi Gelombang pada Pemecah Gelombang Berpori. *SENSISTEK: Riset Sains dan Teknologi Kelautan*, 57–62.

Triatmodjo, B. (1999a). *Teknik pantai* (5 ed.). Beta Offset.

Triatmodjo, B. (1999b). *Teknik Pantai*. Beta Offset.

Triatmodjo, B. (2010). *Perencanaan Pelabuhan*. Beta Offset.

Hariati, F. (2021). Kajian Konseptual Pemecah Gelombang.

Setiawan, IKD. (2018). Refleksi Gelombang Pada Pemecah Gelombang Tenggelam Blok Beton Berkait.