

Pengaruh Jarak Struktur Pemecah Gelombang Model Hybrid Engineering Terhadap Panjang dan Tinggi Gelombang (Penelitian Laboratorium)

Ahmad Syafi'i Zulmi¹ | Muh Alvin Acmad Kato¹ | Riswal Karamma² | Muhammad Syafa'at S. Kuba^{*2}

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia.

syafizulmi@gmail.com ;
acmad819@gmail.com

² Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia.

Riswalchiwal@gmail.com ;
syafaat_skuba@unismuh.ac.id

Korespondensi

*Muhammad Syafa'at S. Kuba;
syafaat_skuba@unismuh.ac.id

ABSTRAK: *Hybrid Engineering* dibangun dengan menggunakan bahan-bahan yang tersedia secara local seperti kayu, bambu, ranting, dan dahan pohon mangrove. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai refleksi dan transmisi gelombang pada model pemecah gelombang model *hybrid engineering*, kemudian menganalisa parameter-parameter yang berpengaruh terhadap *koefisien* refleksi dan transmisi pada pemecah gelombang. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hidrolika Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Metode yang digunakan berbasis *eksperimental*. Karakteristik gelombang yang dihasilkan terdiri dua variasi periode dan dua variasi kedalaman air serta dua variasi *stroke*. Pembacaan puncak dan lembah gelombang dilakukan secara otomatis melalui *wave monitor*. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan semakin besar jarak struktur pemecah gelombang maka gelombang refleksi akan semakin kecil sedang untuk gelombang transmisi yang dihasilkan akan semakin tinggi.

KATA KUNCI

Hybrid engineering, refleksi, transmisi.

ABSTRACT: *Hybrid Hybrid Engineering* is build using locally available materials such as wood, bamboo, branches, and mangrove tree branches. This study aims to determine the value of reflection and wave transmission in the breakwater model of the hybrid engineering model, then analyze the parameter that affect the coefficients of reflection and transmission in the breakwater. This research was conducted at the Civil Engineering Hydraulics Laboratory, Faculty of Engineering, Hasanuddin University. The methods used are experimentally based. The resulting wave characteristic consist of two priode variations and two water depth variations and two stroke variations. The reading of the peaks and valleys of the waves is carried out automatically through the *wave monitor*. From the results of the study, it can be concluded that the greater the distance of the wavebraker structure, the smaller the reflection wave, the smaller the medium for the resulting transmission wave will be higher.

Keywords:

Hybrid Engineering, reflection, transmision.

1 | PENDAHULUAN

Indonesia adalah Negara yang memiliki daerah pantai yang panjang, sekitar 81.000 km dan berada pada urutan kedua di dunia setelah Kanada (Triatmodjo, 1999). Indonesia merupakan Negara kepulauan yang sebagian besar wilayahnya lautan, oleh karena itu segala aktifitas dilaut seperti pelayaran dan penangkapan ikan merupakan bagian penting bagi masyarakat Indonesia, segala aktifitas kelautan tentu sangat sensitif terhadap setiap perubahan yang terjadi di laut. Gelombang laut merupakan fenomena alam yang sangat mempengaruhi efisiensi dan keselamatan bagi kegiatan kelautan sehingga informasi terhadap farisasi dan karakteristik gelombang laut tentu sangat di perlukan (R. Kurniawan, 2011).

Permasalahan yang sering terjadi pada daerah pantai yaitu naiknya permukaan air laut yang mengakibatkan garis pantai bergerak mundur dan terjadi pengikisan pantai dan hilangnya infrastruktur serta pemukiman yang di akibatkan oleh aktifitas gelombang laut yang ekstrim dan dapat menyebabkan erosi dan abrasi pada pesisir pantai. Abrasi pantai adalah proses pengikisan pantai oleh tenaga gelombang laut dan arus laut yang bersifat merusak (Wibowo, 2012). Erosi pantai dengan abrasi pantai memiliki perbedaan, yaitu bahwa erosi pantai diartikannya sebagai proses mundurnya garis pantai dari kedudukan semula yang disebabkan oleh tidak adanya keseimbangan antara pasokan dan kapasitas angkutan sedimen, sedangkan abrasi pantai diartikan dengan proses terkikisnya batuan atau material keras seperti dinding atau tebing batu yang biasanya diikuti oleh longsoran dan runtuhnya material (F. Fadilah, 2013).

Untuk menanggulangi permasalahan erosi dan abrasi di pantai, di antaranya dapat dilakukan dengan cara pelestarian terumbu karang dan hutan bakau yang dapat berfungsi mengurangi gelombang yang sampai ke pantai secara alami. Dapat dilakukan dengan membuat pelindung pantai buatan sebagai penganting fungsi hutan bakau, misalnya pemasangan groin. Kontruksi groin selama ini dengan menggunakan struktur yang keras (*hard struktur*) dan masif seperti dengan bronjong atau beton, namun struktur tersebut mahal dan sering kontradiktif pada pantai berlumpur.

Hal tersebut dapat menggunakan rekayasa ekonomis yang dinamakan *Hybrid Engineering* (HE) dimana prinsip utama dalam struktur hybrid engineering adalah bangunan pantai yang memiliki cara kerja terinspirasi dari alam, yaitu bentuk akar magrove. Sehingga komponen struktur *hybrid engineering* pada dasarnya hanya terdiri dari dua bagian yakni komponen bambu pancang dan ranting pengisi diantara dua pagar bambu. Bangunan pantai ini berfungsi untuk memerangkap sedimen yang terbawa ke daratan oleh air pasang pada saat terjadi proses surut air laut, dan menahan sedimen tersebut agar tidak kembali lagi ke laut pada saat terjadi air surut (Hudan Baskoro, et al., 2016).

Tujuan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh tinggi gelombang datang dan pengaruh kecuraman gelombang terhadap nilai koefisien refleksi dan koefisien transmisi menggunakan model *hybrid engineering*.

2 | METODE DAN BAHAN

2.1 | Lokasi Dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Hidrolika Teknik Sipil Universitas Hasanuddin, yang bertempat di Kecamatan Somba opu, Kabupaten Gowa, yang berlangsung selama 3 bulan.

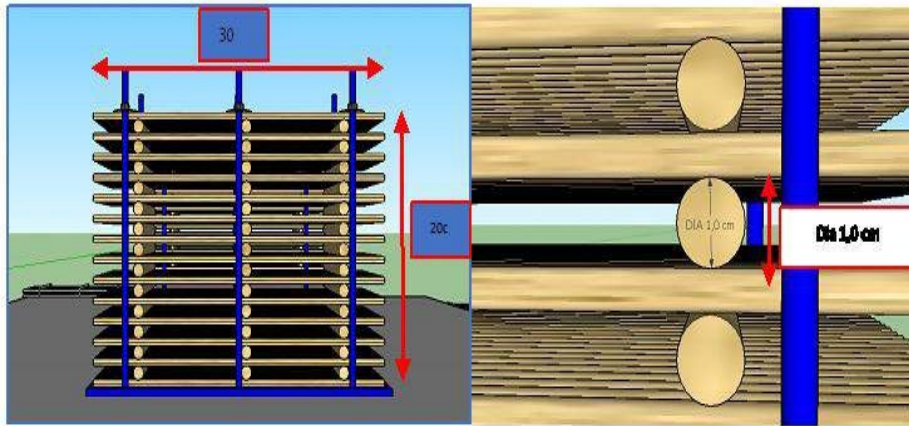
2.2 | Jenis Penelitian Dan Sumber Data

Jenis penelitian yang digunakan adalah *Eksperimental*, dimana kondisi tersebut dibuat dan diatur oleh peneliti dengan mengacu pada literatur-literatur yang berkaitan dengan penelitian tersebut, serta adanya kontrol yang bertujuan untuk menyelidiki ada atau tidaknya hubungan sebab akibat tersebut dengan cara memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok *eksperimental* dan menyediakan kontrol untuk perbandingan. Pada penelitian ini akan digunakan sumber data yang berasal dari data *primer* yaitu data yang diperoleh secara langsung dari simulasi model fisik di laboratorium (M. Syafa'at S. Kuba, 2019).

2.3 | Metode Pengambilan Data

Metode Metode pengambilan data *primer* yaitu data yang diperoleh langsung dari simulasi model fisik di laboratorium berupa tinggi gelombang H_{max} dan H_{min} . Sedangkan uji laboratorium ini kami lakukan untuk mengetahui pengaruh jarak struktur model *hybrid engineering* terhadap tinggi dan panjang gelombang setelah gelombang menghantam model yang kami buat.

Model *hybrid* yang digunakan pada percobaan ini ada dua macam, dan memiliki ukuran lebar 30cm, tinggi 20cm, panjang 10 cm. adapun jarak struktur yang di gunakan yaitu 0,5 cm dan 1,0 cm. kemudian model *hybrid* yang pertama diletakkan pada dasar *flume*, dapat dilihat pada **gambar 1** berikut.



GAMBAR 1 Model *hybrid engineering* diameter jarak struktur (D) 1,0 cm.

2.4 | Flume dan Unit Pembangkit Gelombang (*Wave Flume*)

Wave flume terbuat dari struktur baja dengan dinding kaca untuk pengamatan yang dilengkapi peredaman gelombang pada ujung *flume* dan alat pembangkit gelombang, dimensi saluran *flume* yaitu panjang 15 m, lebar 0,3 m dan tingginya 0,8 m dengan kedalaman efektif saluran 0,46 m, dilengkapi dengan perangkat computer yang memiliki software pembacaan gelombang yang langsung terdata dengan output pembacaan tinggi gelombang H_{max} dan H_{min} (A. M. Syamsuri, 2019). Tangki pembangkit gelombang yang digunakan di laboratorium sebagai *instrument* penelitian dapat dilihat pada gambar 2.



GAMBAR 2 *Flume* dan unit pembangkit gelombang (*Wave Flume*).

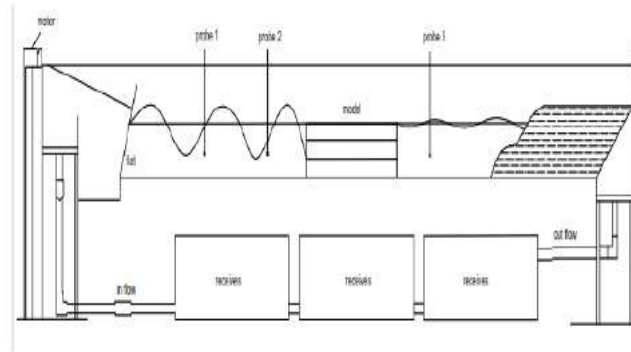
2.5 | Prosedur Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian ini yaitu: pertama-tama sebelum melakukan penelitian, terlebih dahulu mempelajari literatur (jurnal dan buku) yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan sehingga dapat diketahui parameter atau variabel penelitian.

Selanjutnya dilakukan persiapan alat yang akan digunakan seperti: *flume*, alat pembangkit gelombang, model *hybrid engineering*, *wave monitor* dan probe, komputer, kamera dan mistar taraf. Uji laboratorium ini kami lakukan untuk mengetahui pengaruh jarak struktur model *hybrid engineering* terhadap tinggi dan panjang gelombang setelah gelombang menghantam model yang kami buat.

Model *hybrid* yang digunakan pada percobaan ini ada dua macam, dan memiliki ukuran lebar 30cm, tinggi 20cm, panjang 10cm. adapun jarak struktur yang di gunakan yaitu 0,5cm dan 1,0cm. kemudian model *hybrid* yang pertama diletakkan pada dasar *flume*.

Flume yang di gunakan pada percobaan ini memiliki panjang 15 m, lebar saluran 0.30 m, dan tinggi saluran 0,46 m. pada percobaan ini *flume* diisi dengan air setinggi 20cm dan 25cm untuk setiap model, setelah *flume* terisi dengan air, kemudian komputer dan *wave monitor* di aktifkan untuk mengambil data, setelah itu barulah mesin pembangkit gelombang dinyalakan.



GAMBAR 3 Penempatan Model diantara Probe 1, 2, dan 3 (Riswal Karama, et al. 2019)

2.6 | Analisa Data

2.6.1 | Panjang Gelombang

Parameter penting untuk menjelaskan gelombang air adalah panjang gelombang (L), tinggi gelombang (H), dan kedalaman air (d) dimana gelombang tersebut menjalar. Parameter-parameter yang lain dapat ditentukan dari ketiga parameter pokok diatas. Untuk panjang gelombang (L) adalah jarak antara dua puncak gelombang yang berurutan yang dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$L = 1,56 T(2) \quad (1)$$

2.6.2 | Data Gelombang

Pengukuran tinggi gelombang dilakukan pada 2 titik di depan dan 1 titik di belakang model. Jarak antara 2 titik pengukuran didepan model ditentukan pada panjang gelombang yakni pada node dan anti node pada gelombang. Data utama yang diamati dan dicatat selama pengujian di laboratorium adalah tinggi gelombang di depan model dan di belakang model. Dari hasil eksperimen dan pencatatan tinggi gelombang pada tiap titik lokasi pengamatan diambil nilai maksimum dan tinggi gelombang minimum, di depan dan di belakang model. Pencatatan menggunakan alat probe yang berupa sensor dan kemudian hasil selanjutnya akan ditransfer ke PC (Sukwar Ashari, 2020). Tinggi gelombang datang (H_i) yang dialami oleh pemecah gelombang tergantung seberapa besar nilai tinggi gelombang maksimum (H_{max}) dan nilai tinggi gelombang minimum (H_{min}) yang dialami oleh bagian depan peredam gelombang tersebut. Hal ini berdasarkan landasan teori yakni besarnya gelombang datang sama dengan (H_{max}) dijumlahkan dengan (H_{min}) kemudian hasil penjumlahannya dibagi 2 (S. Ashari, dkk., 2020). Hasil pembagian tersebut merupakan besar tinggi gelombang datang (H_i), dapat dirumuskan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$H_i = \frac{H_{max} + H_{min}}{2} \quad (2)$$

Gelombang datang yang mengenai atau membentur suatu rintangan akan dipantulkan Sebagian atau seluruhnya, fenomena gelombang ini disebut gelombang refleksi (M. Anas, 2014). Tinggi gelombang refleksi (H_r) adalah nilai H_{max} (di depan model) dikurang nilai H_{min} (depan model) kemudian dibagi dua (rerata) yang dapat diselesaikan dengan persamaan berikut.

$$H_r = \frac{H_{max} - H_{min}}{2} \quad (3)$$

Gelombang yang bergerak terus menerus melewati suatu struktur akan ditransmisikan, sehingga terdapat sisa-sisa energi gelombang yang terjadi setelah melewati struktur tersebut (Hendra, dkk., 2020). Tinggi gelombang transmisi (H_t) adalah nilai H_{max} (di belakang model) ditambah nilai H_{min} (dibelakang model) kemudian dibagi dua (rerata) yang dapat diselesaikan dengan persamaan.

$$H_t = \frac{H_{max} + H_{min}}{2} \quad (4)$$

Koefisien refleksi adalah perbandingan antara tinggi gelombang refleksi (H_r) dan tinggi gelombang datang (H_i) (N. T. Karim, 2018). Transmisi gelombang merupakan sisa energi gelombang setelah melewati struktur penahan gelombang (CERC, 1984). Parameter koefisien transmisi dinyatakan sebagai perbandingan antara tinggi gelombang yang ditransmisikan (H_t) dengan tinggi gelombang datang (H_i) (C. Paotonan, 2018). Koefisien refleksi (K_r) dan koefisien transmisi (K_t) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$K_r = \frac{H_r}{H_i} \quad (5)$$

$$K_t = \frac{H_t}{H_i} \quad (6)$$

Dimana :

K_r : Koefisien refleksi

K_t : Koefisien transmisi

H_i : Tinggi gelombang datang

H_r : Tinggi gelombang refleksi

H_t : Tinggi gelombang transmisi

H_{max} : Tinggi gelombang maksimal

H_{min} : Tinggi gelombang minimal

3 | HASIL

3.1 | Panjang Gelombang

Pada penelitian ini menggunakan metode literasi dengan persamaan dengan dua periode (T), yaitu periode (T) = 1,1 detik dan periode (T) = 1,3 detik.

Diketahui :

Kedalaman Air (d) = 0,20 m

Periode (T) = 1,1 detik

$$L_0 = 1,56 \times (T^2)$$

$$L_0 = 1,56 \times (T_{1,12})$$

$$= 1,56 \times 1,21$$

$$= 1,8876 \text{ m}$$

$$d/L_0 = \frac{0,20}{1,8876 \text{ m}}$$

$$d/L_0 = 0,1059$$

$$d/L = \frac{0,15473 + \frac{0,1159 - 0,1150}{0,1160 - 0,1150} (0,15388 - 0,15473)}{0,1160 - 0,1150}$$

$$d/L = 0,14613$$

$$L = \frac{d}{d/L}$$

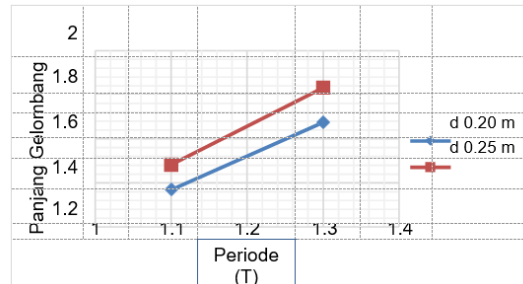
$$L = \frac{0,20}{0,14613}$$

$$L = 1,36863 \text{ m}$$

Untuk hasil perhitungan panjang gelombang selanjutnya dapat dilihat pada **tabel 1**.

TABEL 1 Perhitungan Total Kebutuhan Ruang

Kedalaman Air (d) (m)	Periode Gelombang (T) (detik)	Panjang Gelombang (L) (m)
0,20	1.1	1.36863
	1.3	1.67489
0,25	1.1	1.48260
	1.3	1.83208



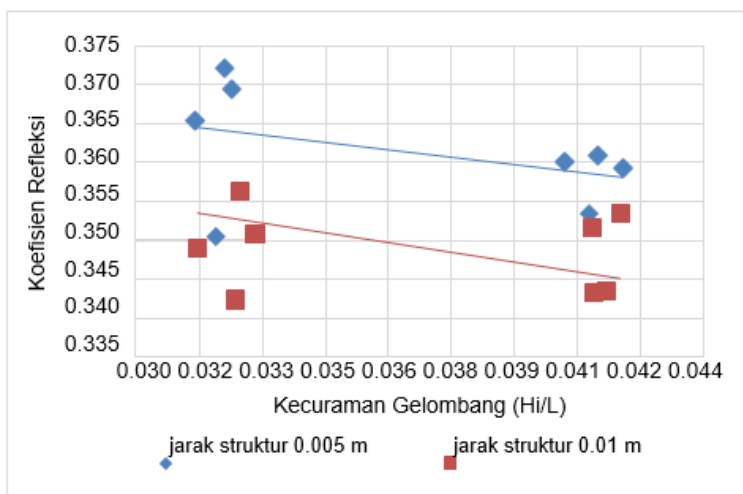
GAMBAR 4 Hubungan Periode (T) dengan Nilai Panjang Gelombang (L)

Dari **gambar 4**, menjelaskan besaran panjang gelombang (L) terdistribusi secara linear seiring dengan semakin besar nilai periode (T) yang ditentukan berdasarkan penelitian, dalam artian semakin besar nilai periode (T) maka semakin besar pula nilai panjang gelombang (L).

3.2 | Hubungan Koefisien Refleksi (K_r) Dengan Kecuraman Gelombang (H_i/L)

TABEL 2 Hubungan Kecuraman Gelombang Datang (H_i/L) dengan Nilai Koefisien Refleksi (K_r)

Jarak Kolom	(d) m	(T) $detik$	H_i/L M	K_r
0.005	0.20	1.1	0.041	0.361
			0.042	0.369
		1.3	0.032	0.372
	0.25		0.032	0.369
		1.1	0.040	0.360
		1.3	0.031	0.365
0.01	0.20		0.032	0.351
		1.1	0.041	0.352
		1.3	0.032	0.356
	0.25		0.033	0.351
		1.1	0.041	0.343
		1.3	0.031	0.349
		0.032	0.342	



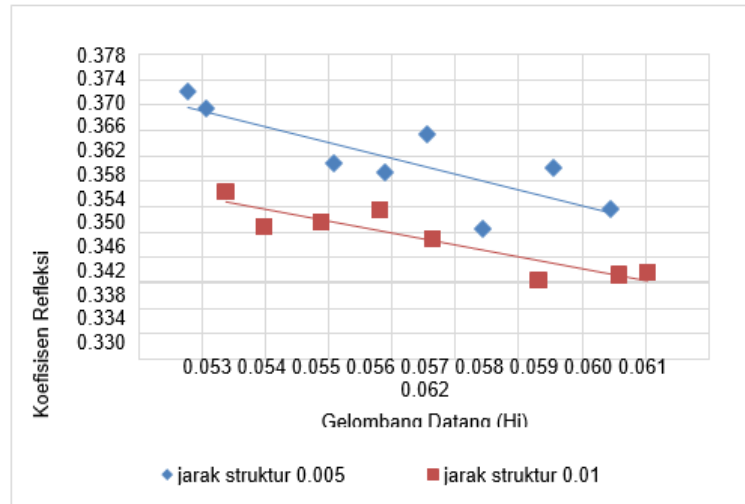
GAMBAR 5 Hubungan Koefisien Refleksi (K_r) dengan Tinggi Gelombang Datang (H_i/L)

Dari **gambar 5**, dapat dijelaskan melalui hasil dari nilai hubungan antara koefisien refleksi (K_r) dan kecuraman gelombang (H_i/L), dimana nilai koefisien refleksi (K_r) akan semakin kecil dengan semakin meningkatnya kecuraman gelombang (H_i/L). Semakin besar diameter jarak struktur model *hybrid engineering* maka koefisien refleksi (K_r) akan semakin besar, dapat dilihat pada jarak struktur 1,0 cm model *hybrid engineering* sebesar 0,3516 m, sedangkan pada jarak struktur 0,5 cm sebesar 0,3609 m.

3.3 | Hubungan Koefisien Refleksi (K_r) Dengan Kecuraman Gelombang (H_i)

TABEL 3 Hubungan Kecuraman Gelombang Datang (H_i/L) dengan Nilai Koefisien Refleksi (K_r)

Jarak Kolom	(d) m	(T) detik	H_i M	K_r
0.005	0.20	1.1	0.0561	0.3609
		1.3	0.0538	0.3720
			0.0541	0.3694
	0.25	1.1	0.0595	0.3601
		1.3	0.0575	0.3655
			0.0584	0.3505
0.01	0.20	1.1	0.0559	0.3516
		1.3	0.0544	0.3563
			0.0550	0.3508
	0.25	1.1	0.0606	0.3433
		1.3	0.0576	0.3489
			0.0593	0.3424



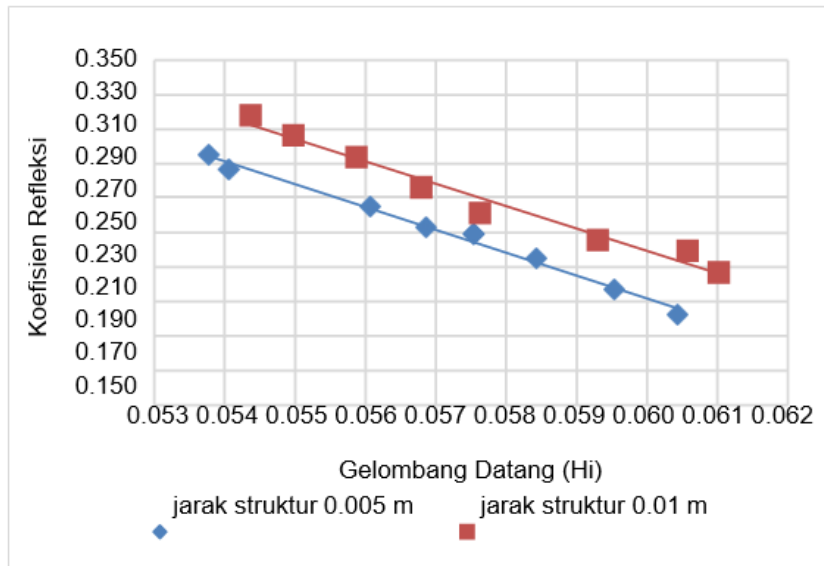
GAMBAR 6 Hubungan Koefisien Refleksi (K_r) Dengan Tinggi Gelombang Datang (H_i)

Dari **gambar 6**, dapat dijelaskan melalui hasil dari nilai hubungan antara koefisien refleksi (K_r) dan tinggi gelombang datang (H_i), dimana nilai koefisien refleksi (K_r) akan semakin kecil dengan semakin meningkatnya tinggi gelombang datang (H_i). Semakin besar diameter jarak struktur model maka koefisien refleksi (K_r) semakin besar, dapat dilihat pada jarak struktur 1,0 cm model *hybrid engineering* sebesar 0,3516 m, sedangkan pada jarak struktur 0,5 cm sebesar 0,3609 m. Dari gambar 7 diatas dihasilkan nilai koefisien refleksi (K_r) akan semakin kecil dengan semakin meningkatnya tinggi gelombang datang (H_i).

3.4 | Hubungan Koefisien Transmisi (K_t) Dengan Tinggi Gelombang (H_i)

TABEL 4 Hubungan Tinggi Gelombang Datang (H_i) dengan Nilai Koefisien Transmisi (K_t)

Jarak Kolom	(d) <i>m</i>	(T) <i>detik</i>	H_i <i>M</i>	K_t
0.005	0.20	1.1	0.0561	0.2649
			0.0569	0.2533
		1.3	0.0538	0.2951
	0.25	1.1	0.0541	0.2863
			0.0595	0.2167
		1.3	0.0604	0.2025
0.01	0.20	1.1	0.0575	0.2493
			0.0584	0.2352
		1.1	0.0559	0.2938
	0.25	1.1	0.0568	0.2764
			0.0544	0.3179
		1.3	0.0550	0.3065
0.25	1.1	0.0606	0.2394	
	1.3	0.0610	0.2269	
		1.1	0.0576	0.2614
		1.3	0.0593	0.2457



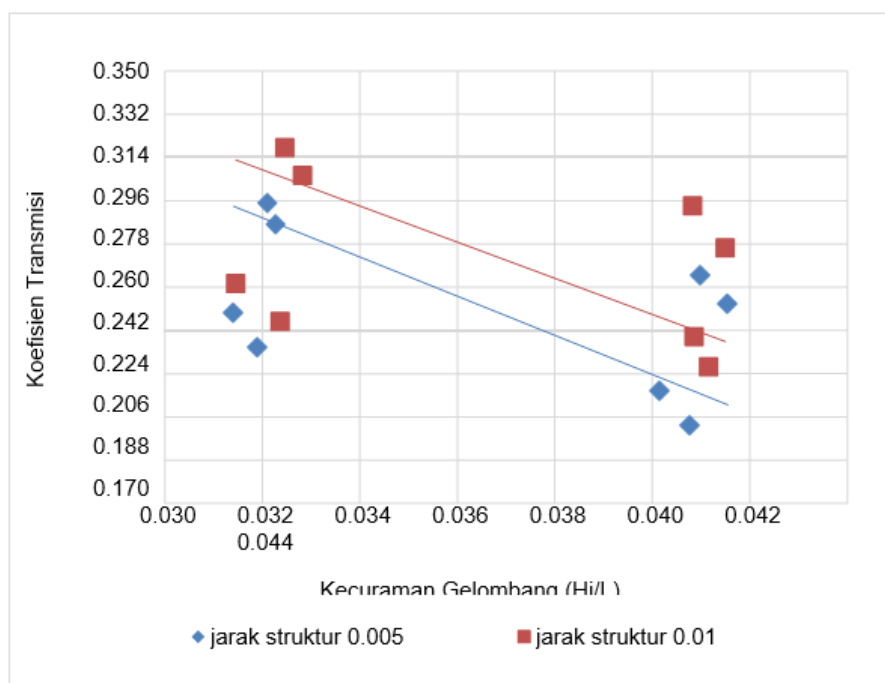
GAMBAR 7 Hubungan Koefisien Transmisi (K_t) dengan Tinggi Gelombang Datang (H_i)

Dari **gambar 7**, dihasilkan nilai koefisien transmisi (K_t) akan semakin kecil dengan semakin meningkatnya gelombang datang (H_i). Semakin besar diameter jarak struktur model maka koefisien transmisi (K_t) semakin besar, dapat dilihat pada jarak struktur 1,0 cm model *hybrid engineering* sebesar 0,2938 m sedangkan pada jarak struktur 0,5 cm sebesar 0,2649 m. Untuk pengaruh kedalaman airnya sendiri, nilai koefisien (K_t) akan semakin tinggi dengan semakin kecilnya nilai kedalaman air (d).

3.5 | Hubungan Koefisien Transmisi (K_t) Dengan Kecuraman Gelombang (H_i/L)

TABEL 5 Hubungan Kecuraman Gelombang Datang (H_i/L) dengan Nilai Koefisien Transmisi (K_t)

Jarak Kolom	(d) m	(T) detik	H_i/L M	K_t
0.005	0.20	1.1	0.0410	0.2649
		1.3	0.0321	0.2951
	0.25	1.1	0.0402	0.2167
		1.3	0.0314	0.2493
0.01	0.20	1.1	0.0408	0.2938
		1.3	0.0325	0.3179
		1.3	0.0328	0.3065
	0.25	1.1	0.0409	0.2394
		1.3	0.0315	0.2614
		1.3	0.0324	0.2457



GAMBAR 8 Hubungan Koefisien Transmisi (K_t) dengan Kecuraman Gelombang (H_i/L)

Dari **gambar 8**, dapat dijelaskan melalui hasil dari nilai hubungan antara koefisien transmisi (K_t) dan kecuraman gelombang (H_i/L), dimana nilai koefisien transmisi (K_t) akan semakin kecil dengan semakin meningkatnya kecuraman gelombang (H_i/L). Semakin besar diameter jarak struktur model *hybrid engineering* maka Koefisien transmisi (K_t) yang dihasilkan semakin besar, dapat dilihat pada jarak struktur 1,0 cm model *hybrid engineering* sebesar 0,2938 cm, sedangkan pada jarak struktur 0,5 cm sebesar 0,2649 cm. Untuk pengaruh kedalaman airnya sendiri, nilai tinggi gelombang transmisi (H_t) akan semakin tinggi dengan semakin besarnya nilai kedalaman air (d).

4 | KESIMPULAN

Pengaruh perbedaan jarak struktur model *hybrid engineering* yaitu semakin kecil jarak struktur model maka nilai kecuramaan gelombang dan koefisien refleksi yang dihasilkan akan semakin tinggi, begitupun sebaliknya.

Pengaruh perbedaan jarak struktur model *hybrid engineering* yaitu semakin kecil jarak struktur model maka nilai kecuramaan gelombang yang dihasilkan akan semakin besar, sedangkan nilai koefisien transmisi (K_t) yang dihasilkan akan semakin kecil, begitupun sebaliknya.

Daftar Pustaka

- Anas, M. (2014). Studi Pemecah Gelombang Blok Beton Berpori Susun Seri. Teknik Sipil UNHAS.
- ASHARI, S., & JAMALUDDIN, A. PENGARUH MODEL PEMECAH GELOMBANG BERONGGA BENTUK PERSEGI TERHADAP GELOMBANG TRANSMISI.
- Baskoro, Hudan., Atmodo, Purwanto. (2016). Studi Pengaruh Gelombang Terhadap Kerusakan Bangunan Pantai Hybrid Engeneering di Desa Timbulsloko. Demak : Universitas Diponegoro Semarang.
- CERC,1984, Shore protection manual volume I, fourth edition,U.S. Army.
- Fadilah, F. (2013). Identifikasi Kerusakan Pantai Kabupaten Bengkulu Tengah Provinsi Bengkulu.
- Karamma, Riswal,Ashury., Karim, Nenny,dan Almunawwir, Andi Asrif. (2019). Studi Laboratorium Disipasi dan Refleksi Gelombang pada Susunan Pipa Sebagai Pemecah Gelombang. Makassar : Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Karim, N. T., & Syamsuri, A. M. (2018). PENGARUH KEDALAMAN PEMECAH GELOMBANG TERAPUNG PIPA ANYAMAN ECENG GONDOK TERHADAP TINGGI GELOMBANG REFLEKSI DAN TRANSMISI. TEKNIK HIDRO, 11(1), 63-71.
- Kuba, M. S. A. S. (2019). PENGARUH KECEPATAN ALIRAN TERHADAP PERUBAHAN NILAI KESERAGAMAN BUTIRAN. TEKNIK HIDRO, 12(2), 20-24.
- Kurniawan, R., Habibie, M. N., & Suratno, S. (2011). Variasi bulanan gelombang laut di Indonesia. Jurnal Meteorologi dan Geofisika, 12(3).

- Paotonan, C., Kasim, A. H., & Rahman, S. (2018). KAJIAN EKSPERIMENTAL PENGARUH LEBAR CELAH RELATIF PADA HANGING SHEET PILE BREAKWATER AKIBAT GELOMBANG BERATURAN (REGULAR WAVE). *SENSISTEK: Riset Sains dan Teknologi Kelautan*, 62-65.
- Pratikto, W. A., Suntoyo, Solikhin, Sambodho, K. (2014). *Struktur Pelindung Pantai*. Jakarta: PT. Mediatama Saptakarya.
- Syamsuri, A. M., Suriamihardja, D., Thaha, A., & Rachman, T. (2019). Pengaruh Periode dan Kedalaman Air terhadap Kecuraman Gelombang pada Flume Persiapan Percobaan Peredaman Gelombang. *Seminar Nasional Teknik Sipil IX 2019*.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik pantai*. Beta offset. Yogyakarta.
- Wibowo, A. Yudha, 2012. *Makalah : dinamika pantai (Abrasi dan ssedimentasi)*, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Universitas Hang Tuah, Surabaya.
- YUSRAN, H. STUDI PENGARUH PANJANG RANGKAIAN MODEL PIPA TERHADAP PENGURANGAN TINGGI GELOMBANG TRANSMISI PADA BREAKWATER BERPORI.