

Analisis Konfigurasi Floating Breakwater Bentuk Hexagonal Terhadap Peredaman Gelombang dengan Menggunakan Flow-3D

Dinda Amalia Rahmawati, Muhammad Zikra, Haryo Dwito Armono
Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya, 60111
e-mail: mzikro@oe.its.ac.id

Abstrak — Gelombang dan angin yang bergerak secara dinamis seringkali menyebabkan kerusakan di pesisir pantai sehingga diperlukan bangunan pelindung pantai. *Breakwater* merupakan bangunan pelindung pantai yang berfungsi untuk menghancurkan energi gelombang datang sebelum mencapai pantai. Salah satu jenis *breakwater* adalah *floating breakwater*, struktur ini memiliki keunggulan dibandingkan dengan *fixed breakwater*. Penelitian mengenai *floating breakwater* sudah banyak dikembangkan dengan tujuan utama yaitu struktur yang paling efisien dan dapat meredam gelombang dengan baik. Pada tugas akhir ini dilakukan pemodelan struktur *floating breakwater* berbentuk hexagonal dengan 3 konfigurasi struktur untuk mendapatkan nilai koefisien transmisi (K_t). Model hexagonal *floating breakwater* dimodelkan dengan gelombang reguler $H_s = 0.1125$ m dan variasi periode antara 0.95-1.1415 detik. Dari 3 variasi konfigurasi didapatkan K_t pada konfigurasi A1 dengan rata-rata nilai K_t sebesar 0.547; konfigurasi A2 sebesar 0.648 dan konfigurasi A3 sebesar 0.659. Dari nilai tersebut menandakan bahwa pada konfigurasi A1 adalah konfigurasi yang paling optimal dalam meredam gelombang.

Kata Kunci — *Floating breakwater*, Flow-3D, hexagonal, koefisien transmisi.

I. PENDAHULUAN

SEBAGAI negara maritime Indonesia terdiri dari berbagai negara kepulauan sehingga memiliki garis pantai yang sangat panjang. Potensi dari pesisir pantai Indonesia sangat besar terlebih di sektor industri pariwisata, pelabuhan dan pertambangan. Seperti yang kita ketahui pesisir pantai adalah daerah yang rentan akan perubahan morfologi seperti terjadi endapan pantai yang menyebabkan terjadinya perubahan garis pantai dan erosi pantai yang bisa merusak kawasan tersebut. Untuk meminimalisir kerusakan morfologi pantai diperlukan adanya pengamanan daerah pesisir pantai. Bangunan laut merupakan salah satu solusi untuk meminimalisir kerusakan daerah pantai, dan bangunan yang tepat untuk mengatur datangnya gelombang adalah *breakwater*. *Breakwater* merupakan bangunan yang dibuat sejajar dengan pantai dan berada pada jarak tertentu dari garis pantai [1]. *Breakwater* didesain untuk memberikan perlindungan terhadap pantai yang berada dibelakangnya dengan menghancurkan energi gelombang sebelum mencapai pantai. Menurut perkembangannya *breakwater* ada dua jenis yaitu *fixed breakwater* dan *floating breakwater*.

Floating breakwater dapat digunakan secara efektif pada area pantai dengan kondisi gelombang yang relatif ringan [2].

Selain untuk mengurangi intensitas aksi gelombang *floating breakwater* juga menjawab beberapa permasalahan dari *fixed breakwater*, karena *floating breakwater* yang bersifat lebih efektif, efisien, flexibel dan lebih murah apabila dibangun diperairan yang cukup dalam. Kondisi tanah dan lingkungan yang kurang baik, kedalaman laut yang cukup dalam, fenomena erosi panyai yang intens, serta pertimbangan estetika mendukung penerapan struktur *floating breakwater* [3], biaya lebih rendah dan instalasi yang mudah [4].

Telah banyak penelitian yang mengeksplorasi tentang *floating breakwater* dimana dalam eksplorasinya akan terus dikembangkan agar mendapatkan hasil yang paling optimal. Diantaranya adalah penelitian mengenai struktur *floating breakwater* bentuk jajar genjang, hasil dari penelitian ini adalah nilai koefisien transmisi kurang dari 0,2 terhadap perubahan B/L [5]. serta penelitian tentang karakteristik hidrodinamik dual pontoon *floating breakwater* yang terdiri dari *floating cylinder* berbentuk persegi panjang yang dihubungkan oleh *rigid deck* [6].

Pada penelitian kali ini akan memodelkan *floating breakwater* berbentuk *hexagonal*. Dari bentuk ini mempunyai kemiripan dengan lambung kapal sehingga mempunyai daya apung (*bouyancy*) yang lebih besar dibandingkan dengan bentuk persegi empat. Dengan demikian diharapkan pula mempunyai nilai koefisien transmisi gelombang (K_T) yang lebih rendah dari pada bentuk lain. Semakin rendah nilai K_T , maka semakin baik kinerja penahan gelombang [7] [8][9]. Permodelan ini menggunakan software Flow-3D. Hasil pemodelan pada *software* Flow 3D kemudian divalidasikan dengan hasil eksperimen. Diharapkan hasil penelitian ini yaitu untuk memprediksi efektifitas model *hexagonal floating breakwater* dalam meredam energi gelombang.

II. URAIAN PENELITIAN

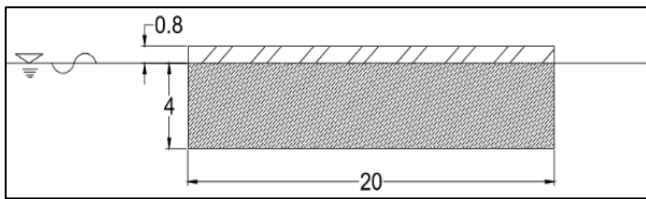
A. Studi Literatur dan Pengumpulan Data

Studi literatur dilakukan dengan melakukan pencarian sumber informasi dan referensi yang berhubungan pada penelitian ini. Pada tahap ini juga dilakukan pengumpulan data eksperimen yang dilakukan di penelitian sebelumnya [2], [10] yang digunakan sebagai validasi model.

Data lingkungan untuk validasi sesuai dengan eksperimen yang telah dilakukan oleh Gusti 2018. Dimana data yang di gunakan adalah 1 tinggi gelombang H_s 0.3m dan $T=1.1,1.3,1.5$.

Tabel 1
Perencanaan model validasi [2]

Dimensi	Prototype [m]	Skala	Model [m]
Panjang	20	1:40	0.5
Lebar	9.6	1:40	0.24
Tinggi	4.8	1:40	0.12

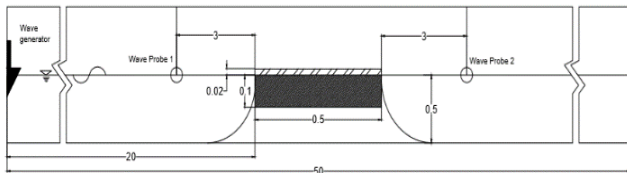


Gambar 1. Layout Struktur

Tabel 1
Data lingkungan [2]

Dimensi	Prototype	Skala	Model
H_s reguller (m)	4.5	1:40	0.1125
T (Detik)	6	1:√40	0.950
	7	1:√40	1.107
	8	1:√40	1.256
	9	1:√40	1.415

Tampak Samping



Gambar 2. Layout Wafe Flume

Tabel 2
Perencanaan model validasi [10]

Dimensi	Prototype [m]	Skala	Model [m]
Panjang	0.4	1:10	0.004
Lebar	0.4	1:10	0.004
Tinggi	0.4	1:10	0.004



Gambar 3. Konfigurasi struktur

B. Pemodelan Flow-3D

Pembuatan model di Flow-3D dimulai dengan membuat meshing yang sesuai dengan ukuran yang direncanakan, kemudian menetapkan *boundary condition* serta menginput variabel lain. Tujuan dari ditetapkannya *boundary condition* adalah agar simulasi model yang dilakukan menggambarkan kondisi riil atau yang sebenarnya. Pemodelan pada software Flow-3D mengikuti skema eksperimen yang dilakukan oleh (Dong, 2008). *Flume tank* yang dimodelkan pada pemodelan Flow-3D sesuai dengan flume tank pada eksperimen dengan ukuran 50 x 0,4 x 1 m (panjang x lebar x tinggi). Setiap skema dalam pemodelan dilakukan simulasi selama 150 detik.

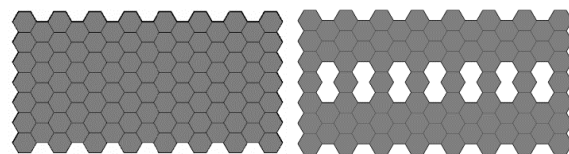
Struktur diletakkan pada posisi seperti pada layout yang sudah di tentukan.

C. Validasi Pemodelan Flow-3D

Pada tahap ini dilakukan validasi hasil pemodelan *scouring* dengan hasil eksperimen di penelitian sebelumnya [10]. Validasi yang dilakukan meliputi hasil parameter K_t (koefisien transmisi). Data yang diperoleh dari hasil pemodelan lalu divalidasi dengan hasil eksperimen. Jika perbandingan antara hasil pemodelan mendekati atau sama dengan hasil eksperimen maka dapat langsung melakukan pemodelan variasi konfigurasi *floating breakwater* bentuk hexagonal yang ingin ditinjau dalam penelitian ini. Namun, jika perbandingannya relatif jauh maka dilakukan pengecekan ulang input data pada pemodelan Flow-3D.

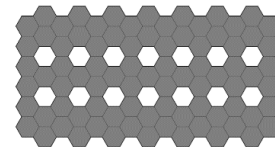
D. Eksplorasi Pemodelan Hexagonal Floating Breakwater

Pada tahapan eksplorasi dimaksudkan untuk mengetahui nilai koefisien transmisi dari struktur hexagonal *floating breakwater* serta konfigurasi struktur hexagonal yang seperti apa yang mempunyai nilai koefisien transmisi terkecil, dimana apabila nilai koefisien ini semakin kecil maka semakin besar pula energi gelombang yang teredam. Pada tahapan ini yang akan di eksplorasi adalah konfigurasi struktur yang ada pada gambar dibawah ini.



a. Konfigurasi A1

b. Konfigurasi A2



c. Konfigurasi A3

Gambar 4. Variasi konfigurasi

E. Analisis dan Pembahasan Hasil

Dilakukan tahapan ini guna menganalisis hasil output yang didapat untuk validasi uji fisik yang telah dilakukan dengan uji numerik yang nantinya untuk mendapatkan nilai koefisien transmisi. Serta menganalisa hasil eksplorasi yang sudah selesai di running. Analisa dan pembahasan disajikan dalam bentuk visual redaman gelombang dan disajikan grafik profil pengaruh peredaman gelombang terhadap variabel *dimensionless* untuk mempermudah analisis penelitian ini.

F. Kesimpulan

Semua hasil yang telah didapat dari hasil analisis mengacu pada tujuan yang hendak dicapai. Pada tahap ini akan ditampilkan hasil akhir analisis dari pemodelan numerik *floating breakwater* dengan variasi yang telah di tentukan.

III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Model Validasi

1) Hasil Model Validasi Menggunakan Box Rigid

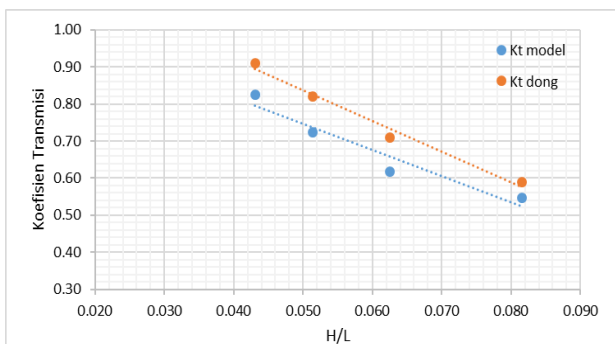
Setelah dilakukan simulasi maka, pemodelan *floating breakwater* perlu dilaksanakan proses validasi pemodelan

dengan eksperimen yang telah dilakukan untuk mengetahui struktur yang dimodelkan dengan menggunakan software Flow-3D apakah sudah sesuai atau tidak dengan uji fisik yang sudah pernah dilakukan. Maka perlu dibandingkan nilai koefisien transmisi (Kt) hasil pengujian fisik dengan koefisien transmisi (Kt) hasil pengujian secara numerik. Parameter uji fisik yang dimasukkan kedalam software Flow-3D harus sesuai dengan data pemodelan eksperimen yang telah dilakukan [2].

Tabel 4
Validasi box rigid

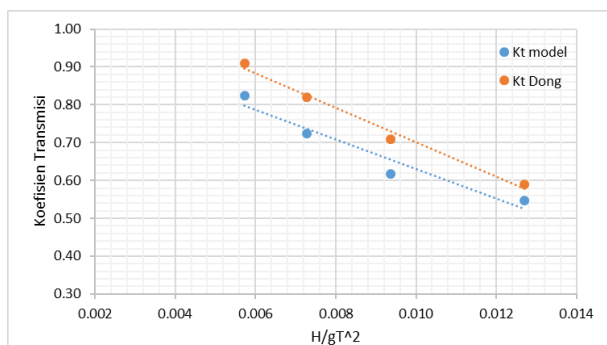
T	H/L	Kt (Koefisien Transmisi)		error
		Pemodelan	Dong	
0.95	0.0815	0.548	0.59	7%
1.107	0.0625	0.618	0.71	13%
1.256	0.0514	0.724	0.82	12%
1.415	0.0431	0.825	0.91	9%

Tabel diatas menunjukkan bahwa selisih nilai parameter koefisien transmisi pemodelan numerik dengan hasil eksperimen terdapat error yang tidak begitu besar, Nilai error Koefisien transmisi pada periode 0.95 adalah sebesar 7% sedangkan pada periode 1.107 terdapat error sebesar 13%, lalu pada periode 1.256 terdapat error sebesar 12% dan untuk periode terakhir terdapat nilai error sebesar 9%.



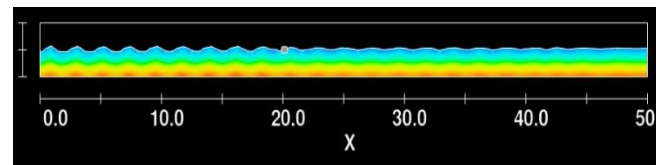
Gambar 5. Validasi Kt terhadap H/L box rigid

Grafik diatas menunjukkan bahwa koefisien transmisi pemodelan Flow-3D dengan hasil eksperimen memiliki trend yang sama namun ada sedikit perbedaan nilai dimana pada pemodelan menggunakan Flow-3D memiliki nilai koefisien transmisi (Kt) yang lebih kecil dibandingkan nilai koefisien transmisi (Kt) pada hasil eksperimen. Hal ini dikarenakan pada pengujian eksperimen faktor manusia juga berperan didalamnya. Grafik perbandingan koefisien transmisi terhadap H/L menunjukkan bahwa semakin besar nilai H/L maka memiliki nilai koefisien transmisi (Kt) yang kecil. Selain dibandingkan dengan parameter H/L nilai koefisien transmisi akan dibandingkan dengan nilai H/gT^2 . Hasil perbandingan tersebut bisa dilihat pada tabel dan gambar .



Gambar 6. Validasi Kt terhadap H/gT^2 box rigid

Hasil simulasi runing pada model validasi Flow-3D pada Gambar 7 dapat dilihat gelombang sebelum mengenai struktur dan sesudah mengenai struktur terdapat perbedaan. Gelombang di belakang struktur mengalami redaman akibat struktur sehingga gelombang yang di dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan gelombang yang di depan struktur.



Gambar 7. Hasil running Flow-3D

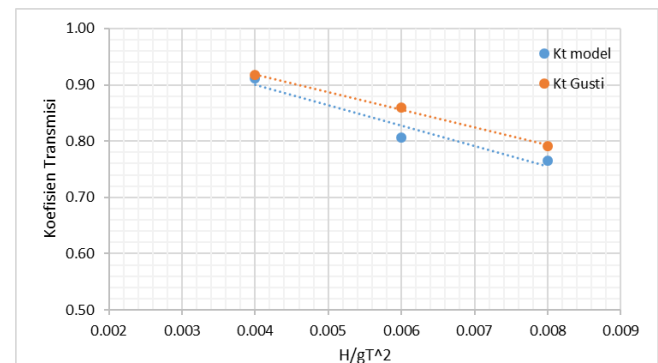
2) Hasil Model Validasi Menggunakan Hexagonal

Selain memvalidasi menggunakan struktur floating breakwater bentuk box rigid pada penelitian kali ini akan dilakukan validasi juga menggunakan struktur floating breakwater berbentuk hexagonal yang sudah dilakukan oleh Gusti (2018). Parameter uji fisik yang dimasukkan kedalam software Flow-3D harus sesuai dengan data pemodelan eksperimen yang telah dilakukan [10].

Tabel 5
Validasi hexagonal

T	H/gT^2	Kt (Koefisien Transmisi)		error
		Pemodelan	Gusti	
1.1	0.0080	0.765	0.791	3%
1.3	0.0060	0.807	0.859	6%
1.5	0.0040	0.911	0.917	1%

Tabel diatas menunjukkan bahwa selisih nilai parameter koefisien transmisi pemodelan numerik dengan hasil eksperimen terdapat error yang tidak begitu besar. Nilai error Koefisien transmisi pada periode 1.1 adalah sebesar 3% sedangkan pada periode 1.3 terdapat error sebesar 6%, lalu pada periode 1.5 terdapat error sebesar 1%.



Gambar 8. Validasi hexagonal

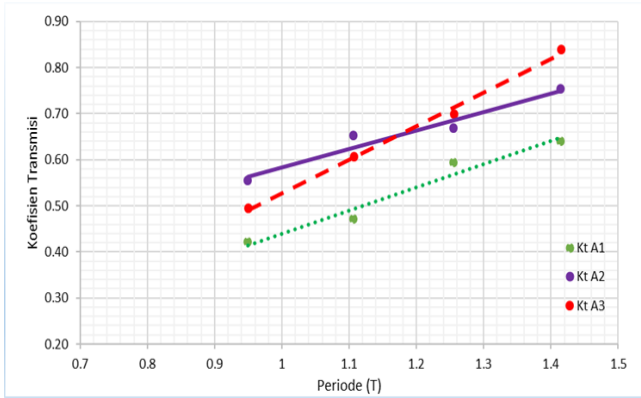
B. Hasil Model Variasi

1) Hasil Model Variasi pada konfigurasi struktur A1,A2,A3

Dari hasil pengujian konfigurasi struktur A1, A2, A3 yang sudah dilakukan, menunjukkan bahwa perbedaan periode (T) memberikan efek terhadap besarnya koefisien transmisi, dimana semakin besar nilai T maka akan semakin besar pula nilai koefisien transmisi (Kt).

Tabel 6
Hasil Kt variasi

T	Koefisien Transmisi (Kt)		
	A1	A2	A3
0.95	0.420	0.554	0.494
1.107	0.471	0.652	0.606
1.256	0.592	0.669	0.699
1.415	0.639	0.754	0.839



Gambar 9. Hasil Kt variasi

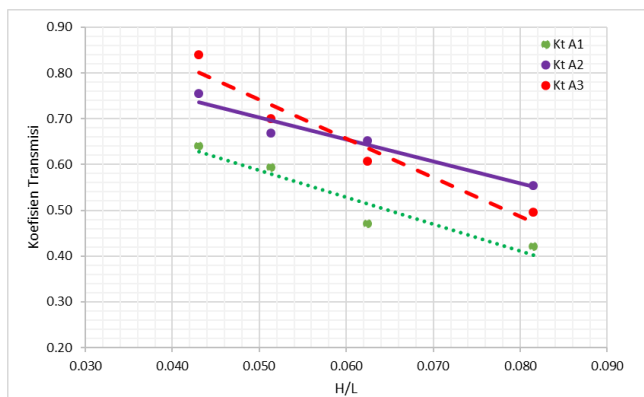
Hasil konfigurasi struktur A1,A2,A3 menunjukkan tren yang sama, yaitu semakin besar nilai T maka semakin besar nilai koefisien transmisi (Kt) seperti yang di tunjukkan pada gambar diatas. Walaupun menunjukkan tren yang sama tetapi nilai koefisien transmisinya berbeda.

2) Pengaruh Kecuraman Gelombang Terhadap Koefisien Transmisi

Kecuraman gelombang adalah perbandingan nilai antara tinggi gelombang dengan panjang gelombang. pada penelitian kali ini perhitungan kecuraman gelombang dilakukan secara analitik dengan menghitung nilai panjang gelombang. Cara mendapatkan nilai panjang gelombang (L) adalah dengan cara mengitterasikan panjang gelombang. nilai L menggunakan persamaan $L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_o}\right)$. Untuk nilai L_o didapatkan dengan ; $L_o = 1,56 T^2$.

Tabel 7 Pengaruh kecuraman gelombang terhadap Kt

H/L	Koefisien Transmisi (Kt)		
	A1	A2	A3
0.0815	0.420	0.554	0.494
0.0625	0.471	0.652	0.606
0.0514	0.592	0.669	0.699
0.0431	0.639	0.754	0.839



Gambar 10. Pengaruh kecuraman gelombang terhadap Kt

Pada gambar diatas adalah hasil konfigurasi struktur A1, A2, A3 dimana pola grafik yang terjadi sama, yaitu semakin besar nilai H/L maka semakin kecil nilai koefisien transmisi (Kt) begitupun sebaliknya jika nilai H/L semakin rendah maka nilai koefisien transmisi (Kt) semakin tinggi. Sehingga semakin rendah nilai kt maka semakin baik karena dapat meredam gelombang yang lebih besar.

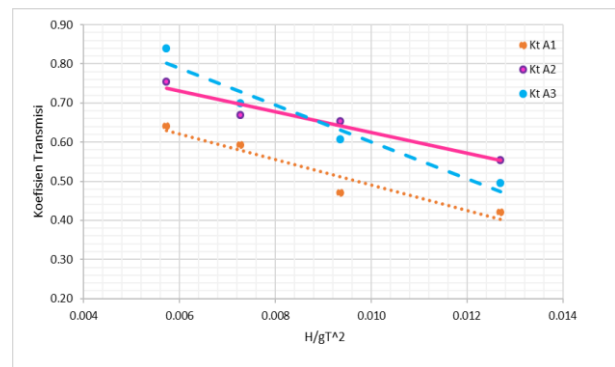
3) Pengaruh H/gT² Terhadap Koefisien Transmisi

Tinggi gelombang datang dan periode gelombang yang digunakan untuk merumuskan hubungan antara H/gT²

terhadap pengaruh koefisien transmisi (Kt) dari tiap konfigurasi. Untuk mengetahui pengaruh koefisien transmisi (Kt) terhadap H/gT², maka nilai H/gT² bisa didapatkan setelah mendapatkan menghitung dengan semua variabel yang diketahui. Nilai tinggi gelombang yang digunakan adalah 0.1125m. Berikut ini nilai koefisien transmisi terhadap H/gT².

Tabel 8 Pengaruh H/gT² terhadap Kt

H/gT ²	Koefisien Transmisi (Kt)		
	A1	A2	A3
0.0127	0.420	0.554	0.494
0.0094	0.471	0.652	0.606
0.0073	0.592	0.669	0.699
0.0057	0.639	0.754	0.839



Gambar 11. Pengaruh H/gT² terhadap Kt

Pada gambar diatas adalah hasil konfigurasi struktur A1,A2,A3 dimana pola grafik yang terjadi sama, yaitu semakin besar nilai H/gT² maka semakin kecil nilai koefisien transmisi (Kt) begitupun sebaliknya jika nilai H/gT² semakin rendah maka nilai koefisien transmisi (Kt) semakin tinggi hal ini ditunjukkan pada tabel 3.5. Sehingga semakin rendah nilai kt maka semakin baik karena dapat meredam gelombang yang lebih besar.

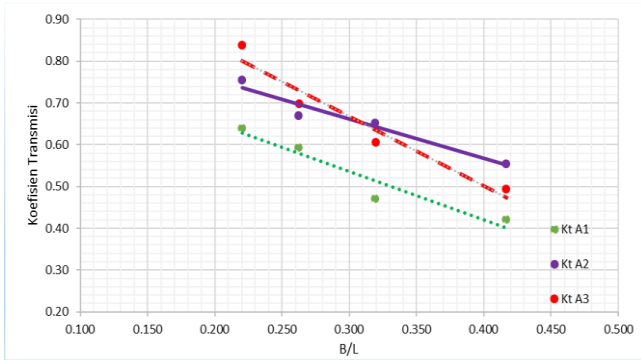
4) Pengaruh B/L Terhadap Koefisien Transmisi

Panjang gelombang datang dan panjang struktur yang digunakan untuk merumuskan hubungan antara B/L terhadap pengaruh koefisien transmisi (Kt) dari setiap konfigurasi. Untuk mengetahui pengaruh koefisien transmisi (Kt) terhadap B/L, maka nilai B/L bisa didapatkan dari perhitungan manual dengan menggunakan semua variabel yang diketahui. Nilai tinggi gelombang yang digunakan adalah 0.1125m. Berikut ini nilai koefisien transmisi terhadap B/L.

Tabel 8 Pengaruh B/L terhadap Kt

B/L	Koefisien Transmisi (Kt)		
	A1	A2	A3
0.4167	0.420	0.554	0.494
0.3194	0.471	0.652	0.606
0.2626	0.592	0.669	0.699
0.2203	0.639	0.754	0.839

Gambar 12 adalah hasil konfigurasi struktur A1,A2,A3 dimana pola grafik yang terjadi sama, yaitu semakin besar nilai B/L maka semakin kecil nilai koefisien transmisi (Kt) begitupun sebaliknya jika nilai B/L semakin rendah maka nilai koefisien transmisi (Kt) semakin tinggi hal ini ditunjukkan pada Tabel 8. Sehingga semakin rendah nilai kt maka semakin baik karena dapat meredam gelombang yang lebih besar

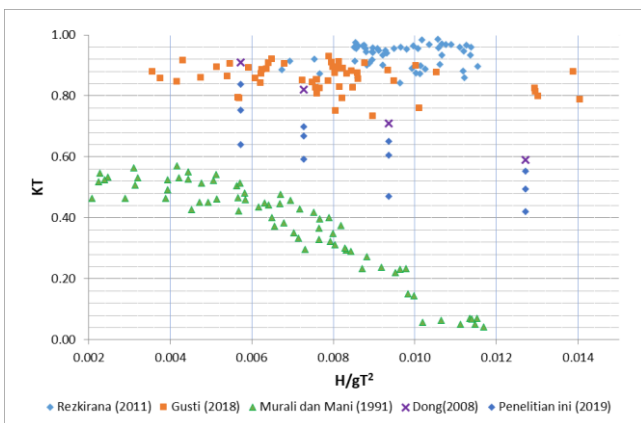


Gambar 12. Pengaruh B/L terhadap Kt

C. Perbandingan Hasil Pengujian Terhadap H/gT^2

Untuk mengetahui struktur hexagonal *floating breakwater* ini adalah sebuah struktur yang efektif atau tidak maka perlu adanya pembandingan dengan penelitian lain yang mempunyai bentuk dan konfigurasi lain yang telah dilakukan oleh penelitian sebelumnya. Dalam penelitian kali ini data pembandingan yang digunakan adalah hasil pengujian dari 4 peneliti yang berbeda. Yang pertama adalah penelitian yang digunakan oleh [11], kedua adalah penelitian [12], ketiga adalah penelitian dari [2], keempat adalah penelitian dari [10].

Dalam penelitian [11], menggunakan bentuk model floaton berbentuk persegi panjang yang memiliki konfigurasi zig-zag. Pada penelitian [12] menggunakan *cage floating breakwater* yang terdiri dari dua ponton berbentuk trapesium dengan barisan pipa vertical. penelitian selanjutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh [2] menggunakan *floating breakwater* yang berbentuk single box, double box dan board net. Sedangkan pada penelitian [10] adalah menggunakan bentuk hexagonal *floating breakwater*. Yang membedakan penelitian [10] dengan penelitian ini adalah konfigurasi yang digunakan penulis berbeda dengan konfigurasi yang telah dilakukan oleh [10].



Gambar 13. Perbandingan hasil pengujian terhadap H/gT^2

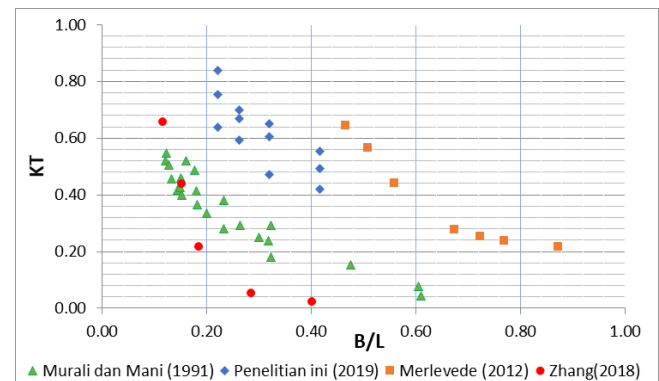
Dari 5 penelitian yang sudah dilakukan terdapat 3 penelitian yang menghasilkan pola grafik yang sama sehingga hal ini dapat disimpulkan bahwa hexagonal *floating breakwater* lebih efektif dalam meredam gelombang jika dibandingkan dengan *floaton* dan *box*.

D. Perbandingan Hasil Pengujian Terhadap B/L

Untuk mengetahui struktur hexagonal *floating breakwater* ini adalah sebuah struktur yang efektif atau tidak maka perlu adanya pembandingan dengan penelitian lain yang mempunyai bentuk dan konfigurasi lain yang telah dilakukan oleh

penelitian sebelumnya. Dalam penelitian kali ini data pembandingan yang digunakan adalah hasil pengujian dari 3 peneliti yang berbeda. Yang pertama adalah penelitian yang digunakan oleh [12], kedua adalah penelitian [13], ketiga adalah penelitian dari [14].

Pada penelitian [12] menggunakan *cage floating breakwater* yang terdiri dari dua ponton berbentuk trapesium dengan barisan pipa vertical. penelitian selanjutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh [13] menggunakan *floating breakwater* yang berbentuk frame. Sedangkan pada penelitian [14] adalah menggunakan bentuk π inverted *floating breakwater*.



Gambar 14. Perbandingan hasil pengujian terhadap B/L

Pada penelitian yang dilakukan oleh [12] nilai B/L memberikan pengaruh yang cukup besar. Dimana jika nilai B/L semakin tinggi maka nilai koefisien transmisi yang dihasilkan akan semakin rendah. Selanjutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh [13], pada penelitian ini terdapat tren yang sama yaitu semakin tinggi B/L maka nilai koefisien transmisi yang dihasilkan akan semakin rendah. Penelitian yang ketiga adalah penelitian *inverted n* yang dilakukan oleh [14], pada penelitian ini juga menunjukkan hasil yang sama yaitu semakin tinggi B/L maka nilai koefisien transmisi yang dihasilkan akan semakin rendah, pada penelitian Zhang terlihat bahwa nilai koefisien transmisi yang dihasilkan sangat kecil atau yang paling baik. Dan yang terakhir adalah Hexagonal *floating breakwater* yang dilakukan oleh penulis hasil pemodelan menghasilkan hasil yang juga sama, semakin tinggi B/L maka nilai koefisien transmisi yang dihasilkan akan semakin rendah. Dari 4 penelitian yang sudah dilakukan semua yang ditunjukkan pada grafik menghasilkan pola grafik yang sama sehingga hal ini dapat disimpulkan bahwa hexagonal *floating breakwater* kurang efektif dalam meredam gelombang jika dibandingkan dengan *inverted n*.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan dari pemodelan hexagonal *floating breakwater* dengan perbedaan konfigurasi dan nilai T maka akan berbeda pula nilai Kt yang didapat. Kemampuan peredaman gelombang pada struktur *hexagonal floating breakwater* ditunjukkan dengan nilai Kt rata-rata sebesar 0.618.

Dari nilai Kt yang didapatkan konfigurasi struktur yang dapat meredam gelombang dengan optimal adalah konfigurasi struktur A1, dimana pada konfigurasi ini nilai Kt yang didapatkan adalah paling rendah. Pada struktur A1 didapatkan nilai Kt sebesar 0.420; 0.471; 0.592; 0.639 dengan

Kt rata-rata 0.547. Pada struktur A2 nilai Kt sebesar 0.554; 0.652; 0.669; 0.754 dengan rata-rata 0.648. Sedangkan pada struktur A3 didapatkan Kt sebesar 0.494; 0.606; 0.699; 0.839 dengan koefisien transmisi rata-rata 0.659.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Triadmodjo, *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta, 1999.
- [2] G. H. Dong, Y. N. Zheng, and Y. C. Li, "Experiments on wave transmission coefficient of floating breakwater," *Ocean Eng.*, vol. 35, pp. 931–938, 2008.
- [3] B. McCartney, "Floating breakwater Design," *J. Waterw. Port, Coast. Ocean Eng.*, vol. 111, no. 2, 1985.
- [4] Z. L. Hales, "Technical Report No. 81-1 : Floating breakwater; State-of-the-art Literature Review," Vicksburg, Missisipi, USA, 1981.
- [5] H. Wang and Z. C. Sun, "Experimental Study On The Influence Of Geometrical Configuration Of Porous Floating breakwater On Performance," *Mar. Sci. Technol.*, vol. 18, no. 4, pp. 574–579, 2010.
- [6] A. N. William and A. G. Abul-Azm, "Dual Pontoon Floating Breakwaters," *Ocean Eng.*, vol. 24, pp. 465–478, 1997.
- [7] H. D. Armono, "A Two Dimensional Hydrodynamic Model in the Vicinity of Artificial Reefs," in *OIT XXI-HATHI*, 2004.
- [8] M. W. Fousert, "Floating breakwater Theoretical Study of Dynamic Wave Attenuating System," Delft University of Technology, 2006.
- [9] G. P. Tsinker, *Marine Structures Engineering: Specialized Application*. Newyork: An International Thomson Publishing Company, 1995.
- [10] A. K. Gusti, "Studi Eksperimental Floating breakwater Bentuk Hexagonal," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2018.
- [11] Y. Rezkirana, "Transmisi Gelombang pada Floating breakwater Polyethylene Bentuk Zig Zag," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2011.
- [12] J. S. Mani, "Design of Y-Frame Floating breakwater," *J. Waterw. Port Coast Ocean Eng.*, vol. 117, no. 2, pp. 105–118, 1991.
- [13] K. Merlevede, "Study of the Functional Design of a Floating Offshore Breakwater," Ghent University, 2012.
- [14] X. Zhang, S. Ma, and W.-Y. Duan, "A New L Type Floating Breakwater Derived from Vortex dissipation simulation," *Ocean Eng.*, vol. 164, pp. 455–464, 2018.