

# KAJIAN MODEL FISIK PENGARUH *FREEBOARD* DAN SUSUNAN BUIS BETON SEBAGAI PEMECAH GELOMBANG TENGGELAM AMBANG RENDAH (PEGAR) DALAM MEREDUKSI GELOMBANG

Zulkarnain<sup>1</sup>, Nadjadji Anwar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Negeri Bengkalis, zulkarnaen@polbeng.ac.id

<sup>2</sup>Institut Teknologi Surabaya, nadjadji@ce.its.ac.id

Received 03 Desember 2017; Reviewed 14 Desember 2017; Accepted 21 Desember 2017

## Abstract

*The Research Center and Development of Water (Puslitbang) is currently developing the Submerged Breakwater in shallow sea area (PEGAR). The author is interested to examine the material that easily obtained in the field of RCP concrete cylinder. The observation is how it to be ability in function as submerged breakwater an go green and low cost. The physical model of wave transmission test is how the response to the structure in ability to damping of wave as the breakwater function. In this research breakwater used is submerged breakwater type by using concrete cylinder (buis beton). The purpose from this research is to know how the response of breakwater structure to the waves through it, with some variation of the structure by creating a structure with three variations of the arrangement and freeboard that is the relative depth with the crest width is constant. The wave generated test in this study is using regular waves in wave flume at FTSP Civil Engineering Department of Institute Technology Ten November. From the analysis of the effect of the installation of submerged breakwater by using concrete cylinder to the wave damping value, it can be concluded that the factors that are very influential is the freeboard and the composition of concrete cylinder. Scenario A (rigid vertical massive) is capable of producing the smallest value of kt is 0.33. As for scenario B (rigid horyzontal massive) with a damping value of 0.5, while the scenario C (rigid permeable) is only able to produce kt value of 0.71. Scenario A is better than scenario B and C Because the position of arrangement of A is very good used to damp wave in small or big freeboard conditions.*

**Keywords:** *Physical modelling, Submerged breakwater, Cylinder concrete, Freeboard*

## Abstrak

*Pusat Penelitian dan Pengembangan (Puslitbang) Air saat ini sedang mengembangkan teknologi Pemecah Gelombang Ambang Rendah (PEGAR). Penulis tertarik untuk meneliti material yang mudah diperoleh di lapangan yakni RCP beton silinder sebagai pemecah gelombang tenggelam yang ramah lingkungan dan ekonomis. Pada penelitian ini breakwater yang digunakan adalah tipe tenggelam atau submerged breakwater menggunakan buis beton. Uji model fisik transmisi gelombang terhadap struktur pemecah gelombang, ada tiga skenario yang dilakukan A, B dan C, parameter struktur yang divariasikan yakni susunan dari buis beton dan freeboard kedalaman relatif sedangkan lebar puncak struktur (crest width) adalah konstan. Gelombang uji menggunakan gelombang reguler yang dibangkitkan pada Kolam gelombang di Lab. Hidro dan Teknik Pantai FTSP Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Semakin kecil nilai koefisien transmisi (kt) maka akan semakin baik dalam peredaman gelombang yang dihasilkan. Dari hasil analisa pengaruh pemasangan breakwater tenggelam dengan menggunakan buis beton terhadap nilai peredaman gelombang yang terjadi dengan memperhitungkan koefisien transmisi (kt). Skenario A (verticle Massive Structure) mampu menghasilkan nilai kt terkecil yakni 0,33. Sementara untuk skenario B (rigid horyzontal massive) dengan nilai peredaman 0,5, sedangkan skenario C (rigid permeable) hanya mampu menghasilkan nilai kt sebesar 0.71. Secara garis besar skenario A lebih baik daripada skenario B dan C Karena posisi susunan A sangat baik digunakan untuk peredaman gelombang untuk kondisi freeboard kecil dan besar.*

**Kata Kunci:** *Model Fisik, Pemecah gelombang tenggelam, Buis beton, Freeboard*

## 1. Pendahuluan

Semakin berkembang Teknologi yang diadaptasikan ke berbagai disiplin ilmu, salah satunya adalah pengembangan teknologi khususnya terhadap struktur pemecah gelombang lepas pantai telah menghasilkan struktur pemecah gelombang lepas pantai tenggelam yang sekarang dikenal dengan LCB atau Low-Crested Breakwaters. Beberapa literatur menyimak mulai berkembang penggunaan LCB di berbagai negara seperti USA, UK, Jepang, dan Itali (Durgappa, 2008), bahkan di Jepang penggunaan LCB menjadi sangat populer dan lebih banyak digunakan dari pada pemecah gelombang konvensional (Pilarczyk, 2003). Keunggulan LCB antara lain mampu mengurangi dampak estetika, lebih murah, sirkulasi air yang lebih baik yang memungkinkan meningkatnya kualitas air dan produktivitas biologi, dan mengurangi efek hambatan terhadap angkutan sedimen (Kularatne et al, 2008).

Pengurangan energi gelombang yang mengenai pantai dapat dilakukan dengan pembuatan bangunan pemecah gelombang sejajar pantai (offshore breakwaters). Pemecah gelombang ini meniru prinsip perlindungan alami oleh terumbu karang. Gelombang besar yang menghempas pantai ditahan dan dihancurkan sebelum garis pantai, sehingga ketika mencapai garis pantai energi gelombang berkurang. Dengan berkurangnya energi gelombang di daerah bayangan pemecah gelombang, maka transportasi sedimen di daerah tersebut akan berkurang dan akan terjadi pengendapan.

Pemecah gelombang tenggelam dapat diklasifikasikan ke dalam 3 (tiga) kategori yaitu : *dynamically stable reef breakwater*, *statically stable low-crested breakwater* dan *statically stable submerged breakwater* (van der Meer, 1991). Pemakaian pemecah gelombang tenggelam, termasuk submerged breakwater belakangan ini sudah banyak dipakai (Pina, 1990). *Submerged breakwater* adalah pemecah gelombang tenggelam dengan elevasi awal ambang terletak di bawah elevasi muka air diam (SWL). Pemecah gelombang ini mungkin tidak efektif pada saat pasang. Untuk mendapatkan hasil yang efektif, pemecah gelombang ini sebaiknya dipasang pada lokasi dengan pasang surut rendah. Fungsi utama dari pemecah gelombang tenggelam adalah meredam energi gelombang yang datang ke pantai melalui mekanisme gelombang pecah, disipasi, gesekan, dan refleksi gelombang.

Pusat Penelitian dan Pengembangan (Puslitbang) Air saat ini tengah mengembangkan teknologi Pemecah Gelombang Ambang Rendah (PEGAR). Keunggulan teknologi ini dinilai lebih ramah lingkungan karena tidak mengganggu pemandangan ke arah laut. PEGAR juga efektif karena gelombang laut tidak dimatikan melainkan diatur, sehingga respon pantai relatif seragam pada arah memanjang. Sisi lain, energi gelombang dibelakang PEGAR banyak berkurang sehingga perairan dibelakangnya relatif aman untuk masyarakat yang gemar berenang di pantai. Selain itu, dampak yang ditimbulkan PEGAR lebih kecil dibanding dengan teknologi pemecah gelombang konvensional.

Bahan-bahan yang ada dan tersedia dan bisa diperoleh dengan mudah dan dengan harga yang relatif murah salah satunya adalah buis beton atau *cylinder concrete*. Buis beton ini biasanya digunakan untuk bangunan gorong-gorong pada saluran. Seiring berkembangnya teknologi buis beton tidak lagi sebatas digunakan sebagai gorong-gorong namun telah dikembangkan sebagai bahan konstruksi seawall atau tembok laut seperti beberapa pantai di daerah Manado, Bengkulu, Pangandaran, Pekalongan, Tuban, Bali dan Kabupaten Bengkalis juga sebagai konstruksi struktur bangunan jetty.

## 2. Metodologi

Penelitian ini bersifat Eksperimental dengan model fisik pemecah gelombang tenggelam (*submerged breakwater*) ambang rendah (PEGAR) menggunakan *cylinder concrete* atau lebih dikenal dengan sebutan *Buis beton* ini akan dilakukan *Wave flume* adalah kolam gelombang. Dengan menggunakan *wave flume* yang ada di Laboratorium Keairan dan Teknik Pantai FTSP Jurusan Teknik Sipil dengan panjang 11,75 m, lebar 0,8 m dan tinggi 0,5 m pada di Laboratorium Keairan dan Teknik Pantai

Jurusan Teknik Sipil FTSP Institut Teknologi Sepuluh Nopember.



**Gambar 1.** Kolam gelombang dengan alat bangkitan gelombang tipe kipas (*flap*)

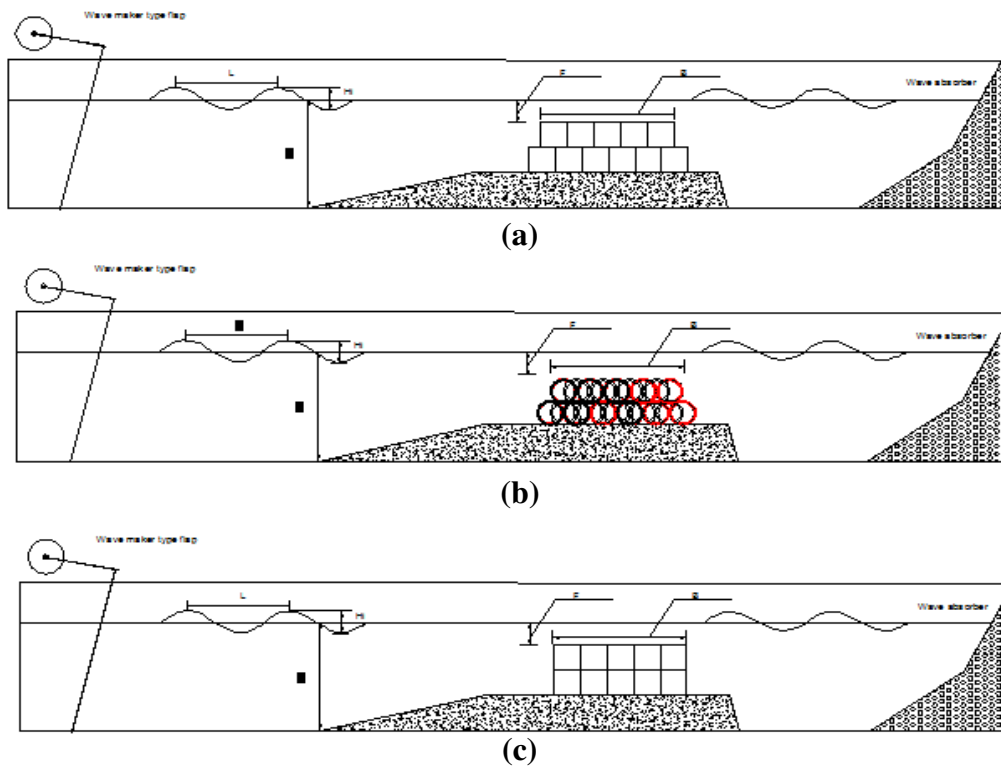
Wave meter atau pengukur ketinggian gelombang, dalam penelitian ini menggunakan alat USS Data Logger yang bisa mengukur tinggi gelombang secara otomatis. Sistem kerja dari alat ini adalah sensor jarak. Buis beton (*Pipe cylinder concrete*) yang digunakan adalah yang dimensi yang umum digunakan masyarakat, dimensi dari *buis beton* adalah tinggi 1,0 m, diameter 1,0 m dan tebal dinding 0,15 m. Kemudian dengan menskalakan model dengan *prototype* yakni *cylinder concrete* itu sendiri terhadap model fisik laboratorium adalah 1:20, kemudian model buis beton dicetak sesuai ukuran skalatis. Cetakan terbuat dari bahan pipa PVC dipotong sesuai ukuran skala model, kemudian di isi beton mortar yang terdiri dari campuran semen dan pasir serta air.

**Tabel 1.** Dimensi prototipe buis beton dan model laboratorium dengan skala 1:20

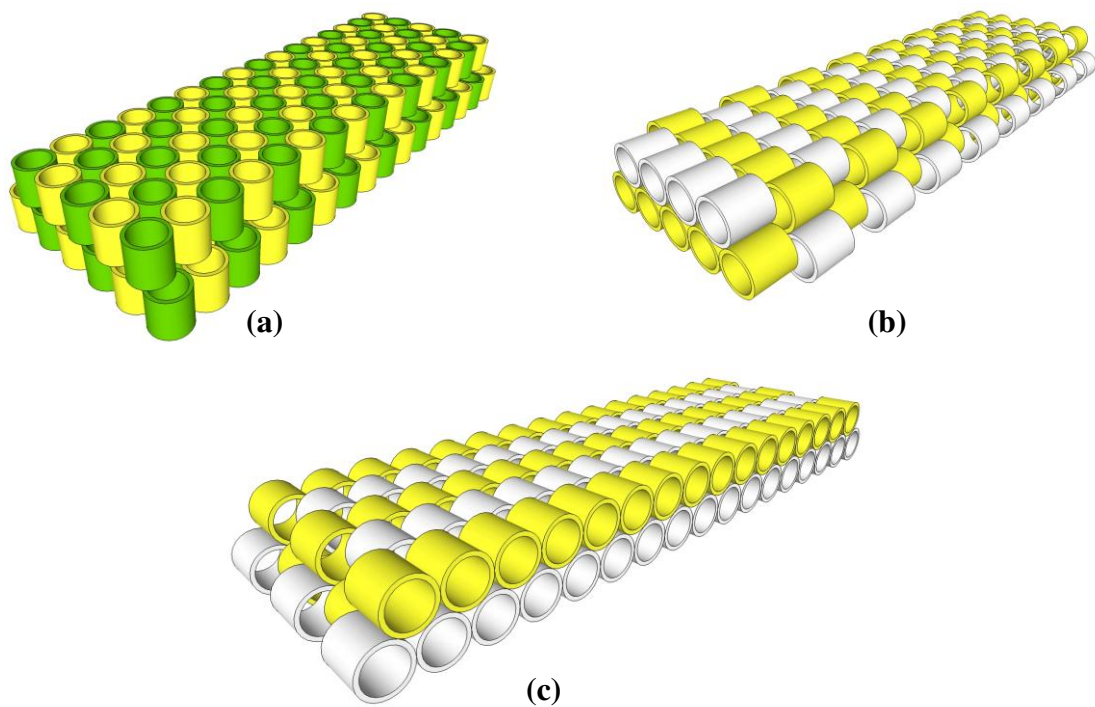
No	Prototype (m)	Model Laboratorium (m)
Tinggi	1.00	0.05
Diameter	1.00	0.05
Tebal Dinding Silinder	0.15	0.0075

Sumber : Penelitian Laboratorium

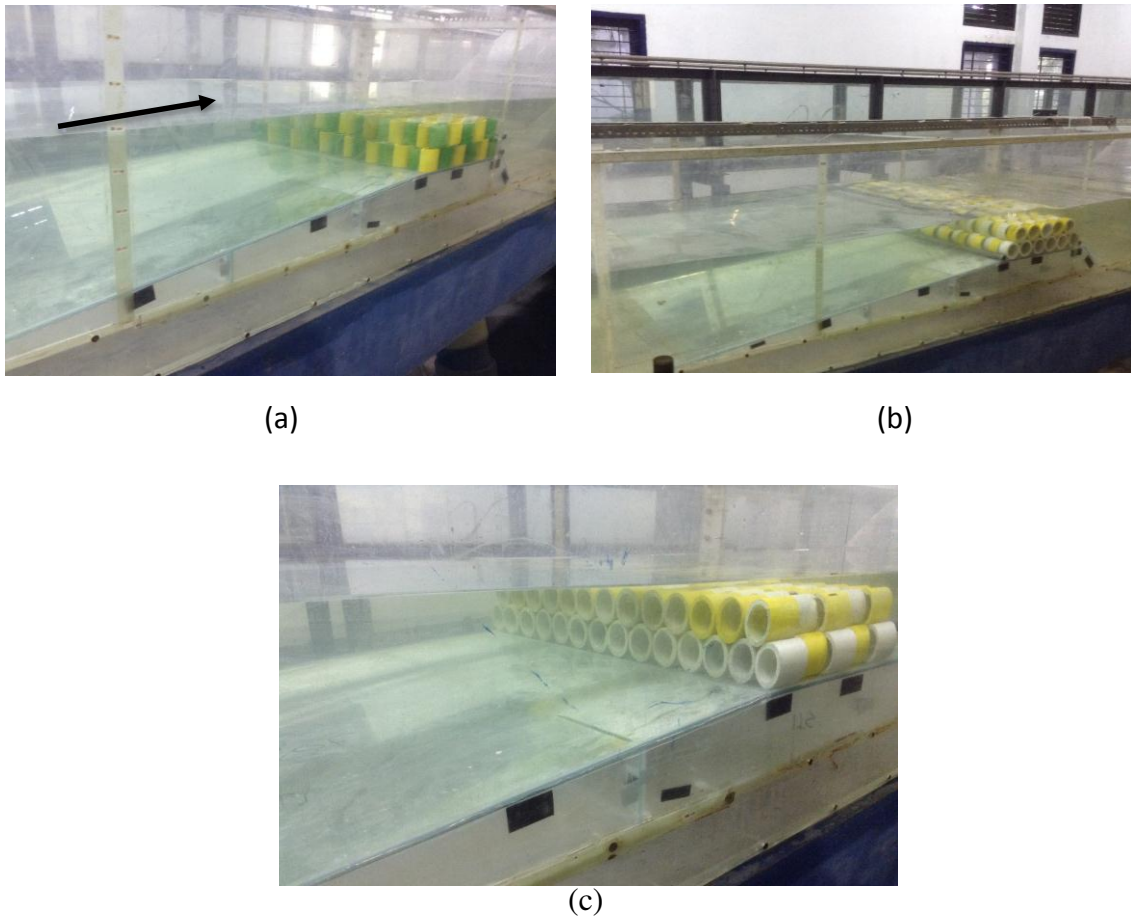
Setelah melakukan pembuatan sampel model uji di laboratorium kemudian mengatur posisi perletakan dan setting alat pembangkit gelombang, seperti terlihat pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Posisi perletakan model laboratorium, posisi wave absorber, dan pembangkit gelombang di dalam kolam gelombang untuk (a) skenario A, (b) skenario B dan (c) skenario C



Gambar 3. Perspektif dari susunan buis beton di dalam kolam gelombang untuk (a) skenario A, (b) skenario B dan (c) skenario C.



**Gambar 4. Running model pada kolam gelombang untuk (a) skenario A, (b) skenario B dan (c) skenario C.**

Hasil running model diperoleh data tinggi gelombang datang dan tinggi gelombang setelah melewati struktur model *submerged breakwater* di dalam kolam gelombang. Kemudian dibuat grafik penebaran tinggi gelombang yang terjadi selama running 60 detik dijalankan pada model laboratorium. Berikut adalah rumus dalam perhitungan gelombang.

$$H_i = \frac{H_{max} + H_{min}}{2} \quad (1)$$

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

Dimana,

- $H_i$  = Tinggi gelombang datang (*Incident wave*)
- $H_t$  = Tinggi gelombang transmisi (*Transmitted wave*)
- $H_{max}$  = Tinggi gelombang maksimum
- $H_{min}$  = Tinggi gelombang minimum

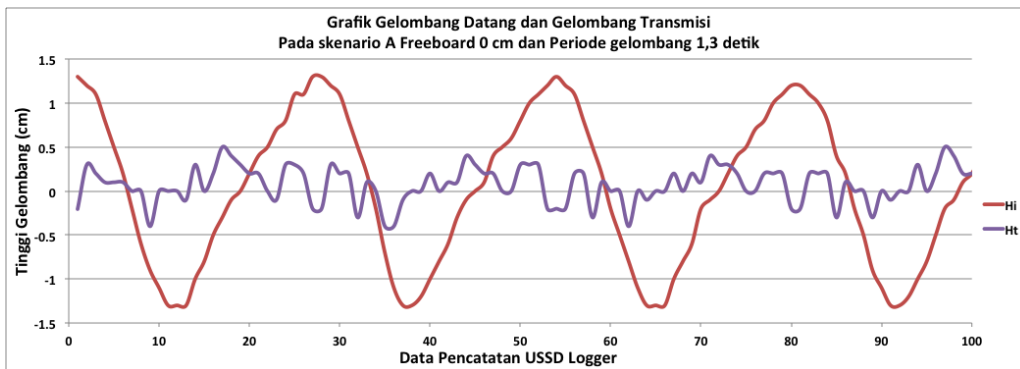
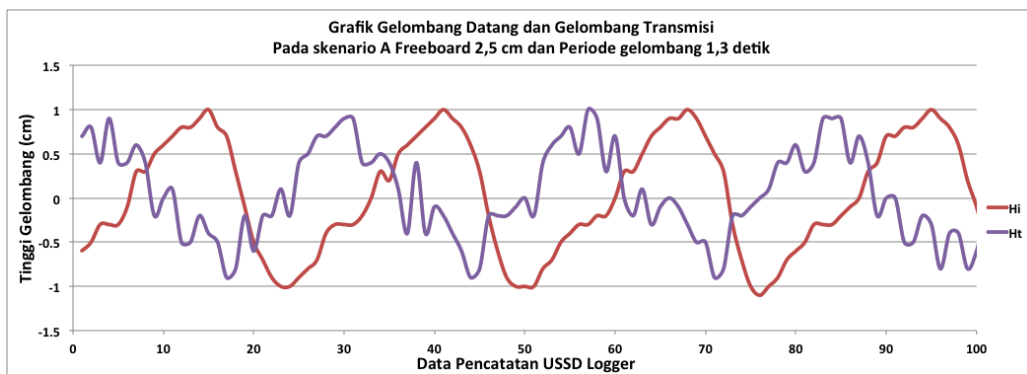
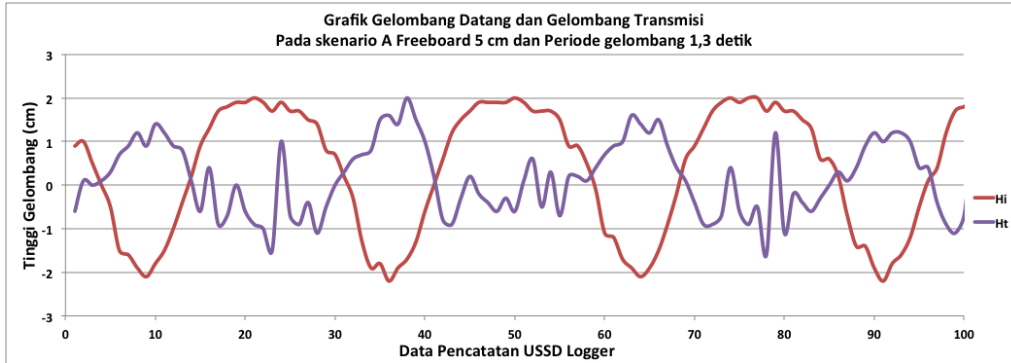
$$K_t = \frac{H_t}{H_i} \quad (3)$$

Dimana,

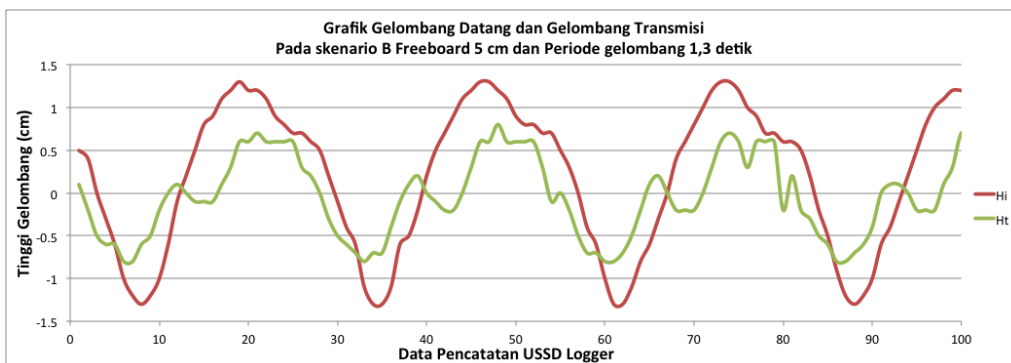
Hi = Tinggi gelombang datang (*Incident wave*)

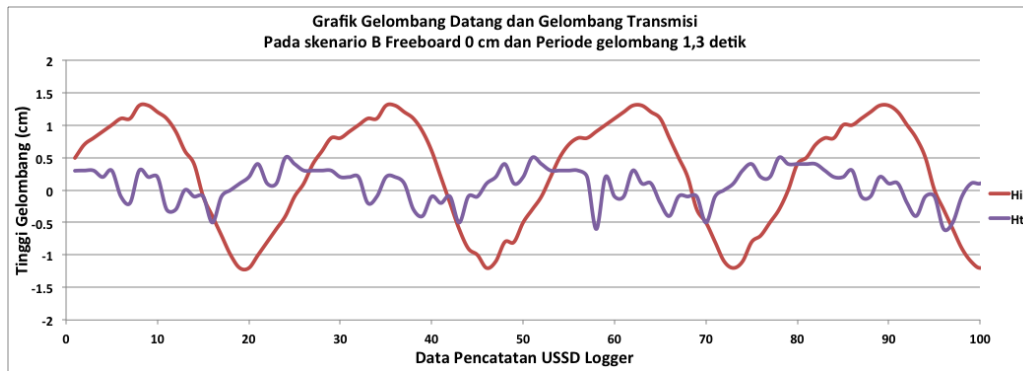
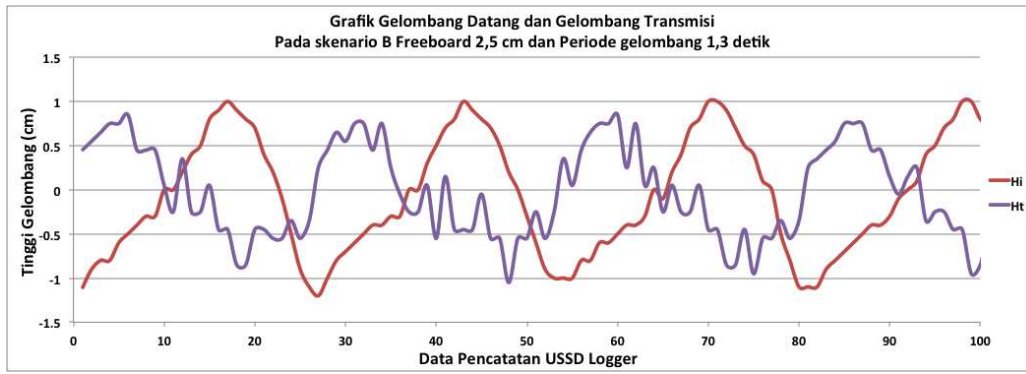
Ht = Tinggi gelombang transmisi (*Transmitted wave*)

**Skenario A**

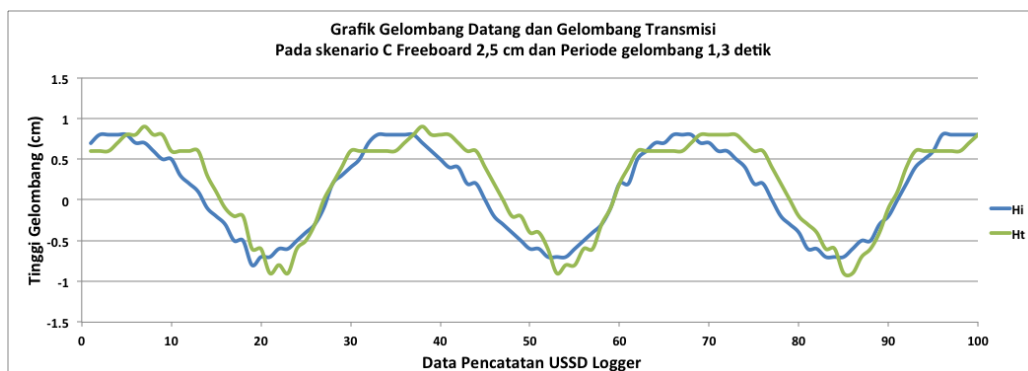
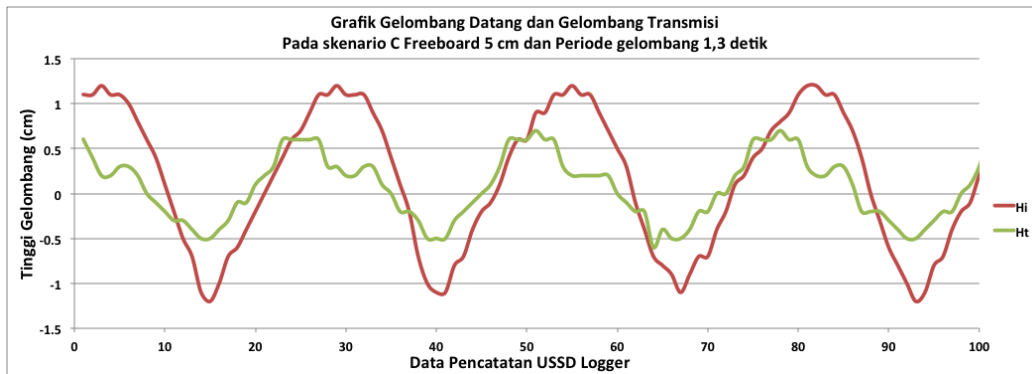


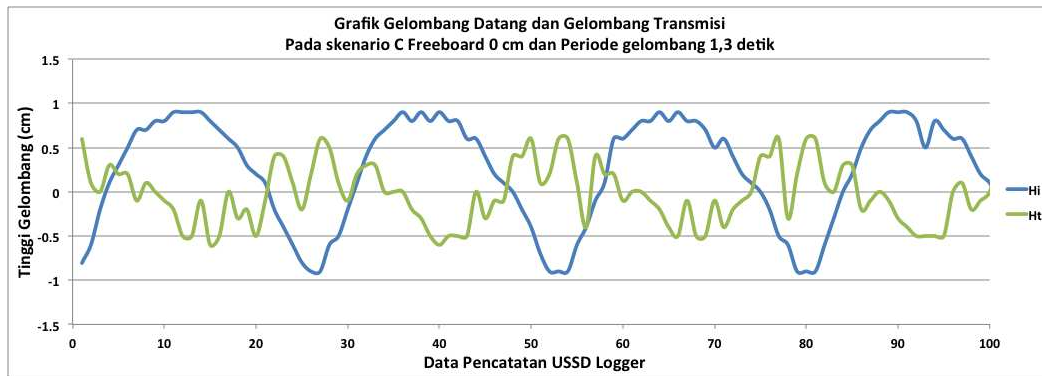
**Skenario B**





Skenario C





### 3. Analisa Data dan Pembahasan

Hasil pengujian gelombang dilakukan pembahasan mengenai pengaruh dari jarak freeboard dan susunan struktur submerge breakwater menggunakan buis beton terhadap perilaku peredaman gelombang yang dihasilkan setelah melewati struktur. Parameter dari baik atau jeleknya peredaman gelombang yang dihasilkan dapat dilihat seberapa besar nilai koefisien transmisi yang terjadi pada gelombang yang melewati struktur. Bisa dilihat pada **Tabel 2** berikut,

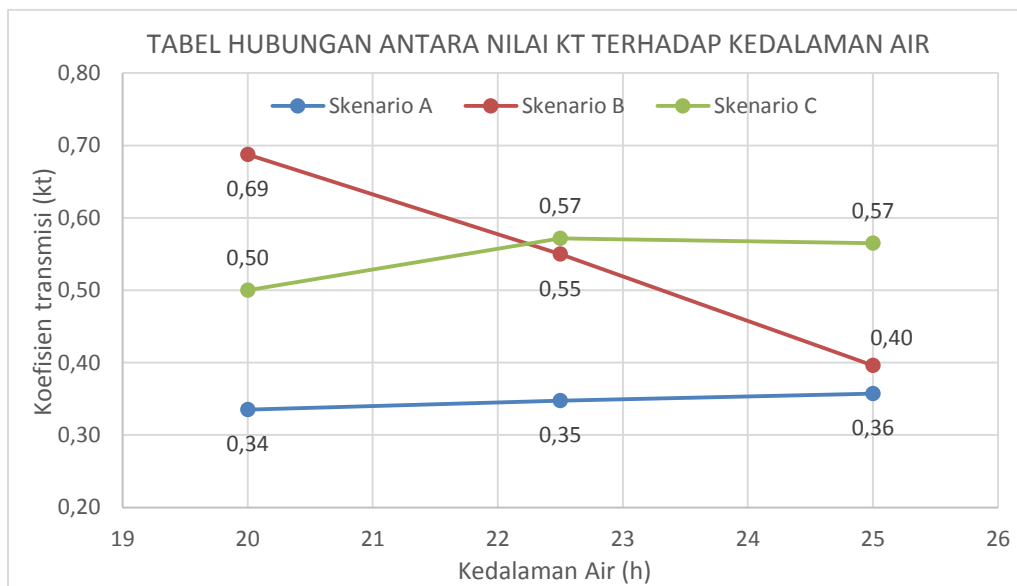
**Tabel 2. Nilai koefisien transmisi setiap skenario dengan freeboard dan skenario**

No	Freeboard	Periode Gelombang	Hi	Ht	Kt	Skenario
1	5	1,3	2,8	1	0,36	A
2	5	1,3	2,6	1,03	0,40	B
3	5	1,3	2,3	1,3	0,57	C
4	2,5	1,3	2,1	0,73	0,35	A
5	2,5	1,3	2,0	1,1	0,55	B
6	2,5	1,3	2,1	1,2	0,57	C
7	0	1,3	1,7	0,57	0,34	A
8	0	1,3	1,6	1,1	0,63	B
9	0	1,3	1,8	0,9	0,5	C

Berdasarkan **Tabel 2**. Menunjukkan bahwa kemampuan struktur dengan skenario A (Verticle Massive Structure) adalah lebih baik jika dibandingkan dengan dua skenario lainnya yakni skenario B (Horyzontal Rigid Massive) dan skenario C (Rigid Permeable). Baik dan jeleknya struktur dalam peredaman gelombang adalah tergantung dari berapa besarnya nilai koefisien transmisi yakni perbandingan antara gelombang transmisi yang dihasilkan dengan gelombang yang datang mengenai struktur breakwater. Semakin kecil nilai koefisien transmisi yang dihasilkan maka akan semakin baik sebuah struktur dalam peredaman gelombang.

Untuk struktur A koefisien transmisi yang dihasilkan untuk freeboard 5 mampu menghasilkan redman sebesar 0,36, dengan freeboard 2,5 mampu meredam sebesar 0,35 sedangkan dengan nilai freeboard 0 hasil redaman nya 0,34. Bisa dikatakan dari ketiga skenario yang ada skenario A lebih baik jika dibandingkan dengan skenario B dan C. Dari hasil bisa kita lihat bahwa nilai redaman untuk struktur B secara berurutan mulai dari freeboard 5, 2,5 dan 0 adalah 0,4; 0,55; dan 0,63. Sementara untuk stuktur B 0,57; 0,57 dan 0,5. Selengkapnya bisa dilihat pada **Gambar 4**.





Gambar 4. Hubungan antara kedalaman air relatif (*freeboard*) terhadap nilai koefisien transmisi

#### 4. Kesimpulan

1. Semakin besar *freeboard* maka akan semakin mudah gelombang melewati struktur, namun hal ini tidak dipengaruhi itu saja namun juga dipengaruhi oleh besar kecilnya tinggi gelombang datang dan lebar puncak struktur yang dilewati gelombang. Pengaruh *freeboard* terhadap gelombang transmisi. Kecenderungan ini terjadi karena adanya reduksi gelombang yang melewati struktur *submerged breakwater*.
2. Dari hasil analisa mengenai pengaruh pemasangan *breakwater* tenggelam dengan menggunakan buis beton terhadap nilai peredaman gelombang faktor yang sangat berpengaruh adalah *wave steepness* atau kecuraman gelombang dan susunan buis beton dari ketiga skenario tersebut yang sangat efektif adalah Skenario A. Karena posisi susunan A sangat baik digunakan baik itu untuk peredaman gelombang didalam air (tenggelam) dengan *freeboard* kecil dan juga *freeboard* yang besar.

#### Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan syukur kepada sang pencipta sang khalik Allah SWT, karena dengan rahmat dan karunia Nya lah penulis bisa menyelesaikan penelitian ini. Berkat doa dan bimbingan dari Prof. Dr. Ir. Nadjadji Anwar, M.Sc, orang tua tercinta, penulis sangat berterima kasih.

#### Daftar Pustaka

Durgappa, R.: *Coastal protection works, Seventh International Conference of Coastal and Port Engineering in Developing Countries, COPEDEC VII, Dubai, 1–15 March 2008, 97, 2008.*

- Fatnanta, 2009, *Kajian Perilaku Transmisi dan Stabilitas Pemecah Gelombang Kantong Pasir Tenggelam*, Disertasi Program Doktor Teknik dan Manajemen Pantai ITS Surabaya
- Gomez Pina, G. Valdes, J.M, 1990 *Experiments of Coastal Protection Submerged Breakwater; a way to look at the results*. Proc. 22nd ICCE, ASCE. Delft 1952-1605.
- Harris, L.E. dan Marsha, P.W. (2001) *Artificial Reefs for Submerged and Subaerial Habitat Protection, Mitigation and Restoration*, Department of Marine and Environmental Systems, Flouride Institute of Technology, Melbourne.
- Kularatne, S. R., and C. Pattiaratchi (2008), *Turbulent kinetic energy and sediment resuspension due to wave groups*, Cont. Shelf Res., 28, 726–736, doi:10.1016/j.csr.2007.12.007.