KoNTekS17
Konferensi Nasional Teknik Sipil ke-17

SDA-12

PENGARUH PARAMETER GELOMBANG TERHADAP TRANSMISI GELOMBANG PADA PEMECAH GELOMBANG BERONGGA TIPE TENGGELAM

Asep Huddiankuwera[1], Pangeran Holong Sitorus[2], Rezky Aprilyanto Wibowo[3]

[1]Magister Rekayasa Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jayapura
[2,3]Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yapis Papua, Jayapura
email : asephuddiankuwera@gmail.com

ABSTRAK

Pemecah gelombang atau *breakwater* adalah bangunan struktur pantai yang digunakan untuk mengantisipasi dan mengendalikan abrasi. Struktur peredam gelombang telah mengalami perkembangan yang signifikan, salah satu struktur peredam gelombang adalah pemecah gelombang berongga. Pemecah gelombang berongga memiliki model bervariasi yang selain meminimalisir refleksi gelombang karena kemampuannya dalam menyerap energi gelombang dan mereduksi terhadap energi gelombang datang, sehingga gelombang yang ditransmisikan menjadi lebih kecil. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hubungan parameter gelombang terhadap transmisi gelombang pada model pemecah gelombang berongga tipe tenggelam. Pada penelitian ini, kedalaman air (d) terdapat 3 variasi yaitu 30, 35 dan 40 cm, sedang tinggi struktur *breakwater* (h) adalah 30 cm. Hasil yang didapatkan bahwa nilai koefisien transmisi meningkat dengan meningkatnya kedalaman air dan periode gelombang. Nilai koefisien transmisi menurun dengan meningkatnya tinggi gelombang datang dan kecuraman gelombang. Ditemukan bahwa koefisien transmisi dipengaruhi oleh rasio tinggi struktur dan kedalaman air dimana nilai koefisien transmisi menurun dengan naiknya rasio tinggi struktur dan kedalaman air.

Kata kunci: pemecah gelombang, transmisi gelombang

PENDAHULUAN

Pemecah gelombang berongga memiliki model bervariasi yang selain meminimalisir refleksi gelombang, karena kemampuannya dalam menyerap energi gelombang dan mereduksi terhadap energi gelombang datang. Penelitian tentang blok beton berpori menyatakan bahwa lubang, panjang slot, porositas permukaan blok beton, jumlah blok baris memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap nilai koefisien transmisi dan refleksi (Koraim dkk, 2014). Koefisien transmisi (Kt) menurun dengan kenaikan panjang gelombang dan tinggi gelombang, Koefisien refleksi (Kr) meningkat dengan kenaikan panjang gelombang dan tinggi gelombang untuk posisi permukaan, peningkatan terjadi sampai nilai panjang gelombang tertentu kemudian berkurang untuk kasus yang terendam (Elbisy, 2015).

Penelitian tentang pemecah gelombang berpori telah banyak dilakukan dengan hasil bahwa koefisien refleksi meningkat dimana pipa yang lebih panjang lebih efisien dalam mengurangi koefisien refleksi (Shih, 2012). Pemecah gelombang terendam di depan garis pantai berpori menurunkan kecepatan gelombang pada tembok laut dan refleksi gelombang dengan variasi lebar *seawall, porositas seawall,* kedalaman air relatif dan kecuraman gelombang (Koraim, 2013). Fungsi pemecah gelombang akan lebih baik dan jika diameter slot berpori lebih lebar maka kemampuan disipasi balok beton akan menurun, dan pantulan di depan pemecah gelombang akan lebih kecil, namun gelombang transmisi akan lebih besar, jika blok betonnya diameter slot semakin kecil (Tamrin dkk, 2014). Lubang, panjang slot, porositas permukaan blok beton, jumlah blok baris memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap nilai koefisien transmisi dan refleksi (Tamrin 2015).

Porositas lapisan luar permeabel membantu untuk menghilangkan sebagian besar energi gelombang, yang pada gilirannya mengurangi dampak gaya gelombang pada bagian dalam dari struktur yang terendam. Selain itu, peningkatan koefisien gesekan dari bahan berlubang lebih efektif dibandingkan dengan peningkatan ketebalan lapisan luar permeabel untuk disipasi energi gelombang oleh struktur

terendam (Koley dkk, 2015). Bagaimana pengaruh parameter gelombang terhadap gelombang transmisi pada pemecah gelombang berongga dalam kondisi tenggelam (*submerged)* akan dibahas dalam penelitian ini yang bertujuan untuk mendapatkan hubungan parameter gelombang terhadap transmisi gelombang pada model pemecah gelombang berongga tipe tenggelam.

LANDASAN TEORI

Gelombang yang mengenai suatu rintangan, sebagian energinya akan dihancurkan (*absorpsi/disipasi*) melalui proses gesekan, turbulensi dan gelombang pecah, sisanya akan dipantulkan dan ditransmisikan. Besarnya energi gelombang yang dipantulkan (*refleksi*), dihancurkan (*disipasi*) dan yang diteruskan (*transmisi*) tergantung dari karakteristik gelombang datang (periode dan tinggi gelombang), tipe perlindungan pantai (permukaan halus atau kasar, lulus air atau tidak) dan dimensi serta geometri perlindungan (kemiringan, elevasi dan lebar halangan) serta kondisi lingkungan setempat (kedalaman air dan kontur dasar pantai). Gelombang yang diteruskan atau ditransmisikan melalui suatu struktur permeabel dipengaruhi oleh parameter-parameter seperti kondisi gelombang, lebar struktur, ukuran struktur, porositas dan perbedaan porositas vertikal material, tinggi struktur dan kedalaman air.

Gelombang dengan kecuraman yang kecil, seperti gelombang pasang surut, kemungkinan akan ditransmisikan secara keseluruhan melalui struktur atau koefisien transmisi mendekati 1, sedangkan gelombang angin akan diredam secara efektif. Penelitian transmisi gelombang di bawah kondisi gesekan telah banyak dilakukan. Dilaporkan bahwa transmisi gelombang melalui puncak bangunan pemecah ombak bawah air dipengaruhi oleh lebar puncak bangunan, kedalaman air diatas puncak dan koefisien gesek material puncak (Nizam, 1987). Transmisi gelombang melalui pemecah gelombang susunan pipa horizontal dan menunjukkan bahwa semakin panjang dan semakin kecil diameter pipa akan semakin memperkecil transmisi gelombang (Kiyoshi, 1978). Gelombang yang diteruskan akibat adanya hambatan seperti gelombang yang melewati konstruksi pemecah gelombang disebut gelombang transmisi. Pada simulasi gelombang reguler dalam saluran, tinggi gelombang transmisi (Ht) diperoleh dengan menjumlahkan tinggi gelombang maksimum (H*max*) dan gelombang minimum (H*min*).

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

$$K_t = \frac{H_t}{H_i} \quad (2)$$

dengan Ht = tinggi gelombang transmisi dan Kt = koefisien transmisi.

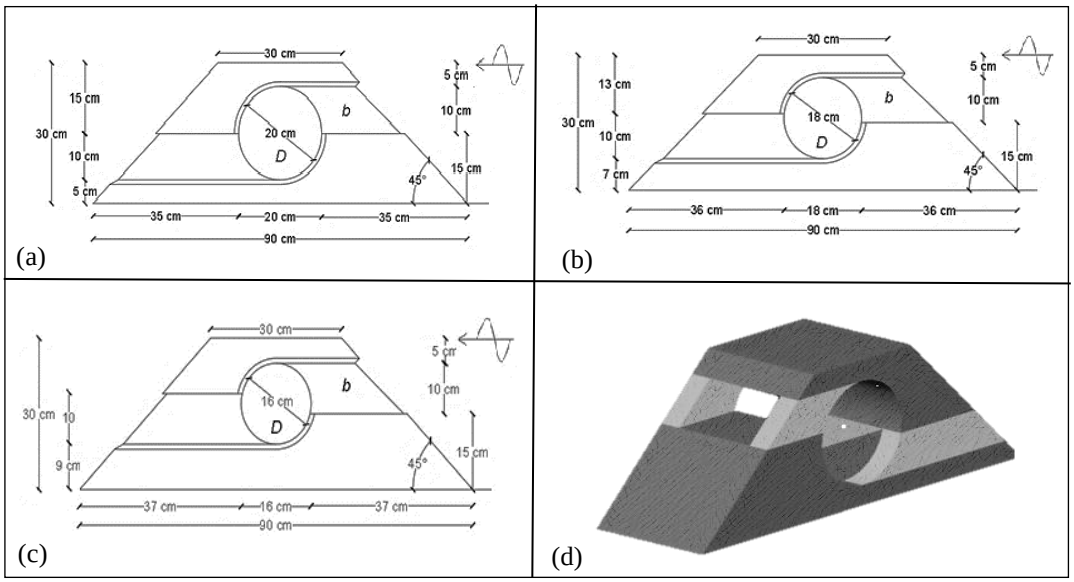
Tinggi gelombang datang (Hi) digunakan untuk mendapatkan koefisien transmisi (Kt) yang dinyatakan sebagai perbandingan tinggi gelombang transmisi (Ht) dengan tinggi gelombang datang (Hi)

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah eksperimental di laboratorium dengan menggunakan model atau benda uji berupa pemecah gelombang sisi miring berongga yang diuji dalam saluran gelombang yang dilengkapi alat pembangkit gelombang (*wave flume*) yang terbuat dari baja dengan panjang 18 m, lebar 0,3 m dan tinggi 0,46 m, komputer sebagai kontrol alat ukur, *wave probe* sebagai alat pembaca gelombang.

Model pemecah gelombang sisi miring berlubang dan berongga dibuat sedemikian rupa sehingga lubang yang terdapat pada model menghadap ke arah datangnya gelombang serta rongga di dalam model pemecah gelombang dibuat berbentuk silinder. Bahan yang digunakan dalam penelitian terbuat dari bahan kayu dengan ukuran lebar 0,9 m, tinggi model 0,3 m, panjang model 0,3 m. Terdapat tiga model pemecah gelombang, terbuat dari bahan kayu berbentuk trapesium yang dibuat rongga

berbentuk silinder dengan volume rongga dalam tiga variasi. Perancangan model pemecah gelombang sisi miring berongga digunakan metode tidak distorsi dengan nilai skala model panjang (nL), tinggi (nh), kedalaman (nd) = 30 dan periode (nT) = 5,5. Sket model pemecah gelombang sisi miring berongga dan variasi kedalaman air diperlihatkan pada gambar 1.



Gambar 1. Sket tiga model (a,b,c) dan (d) perspektip pemecah gelombang sisi miring berongga

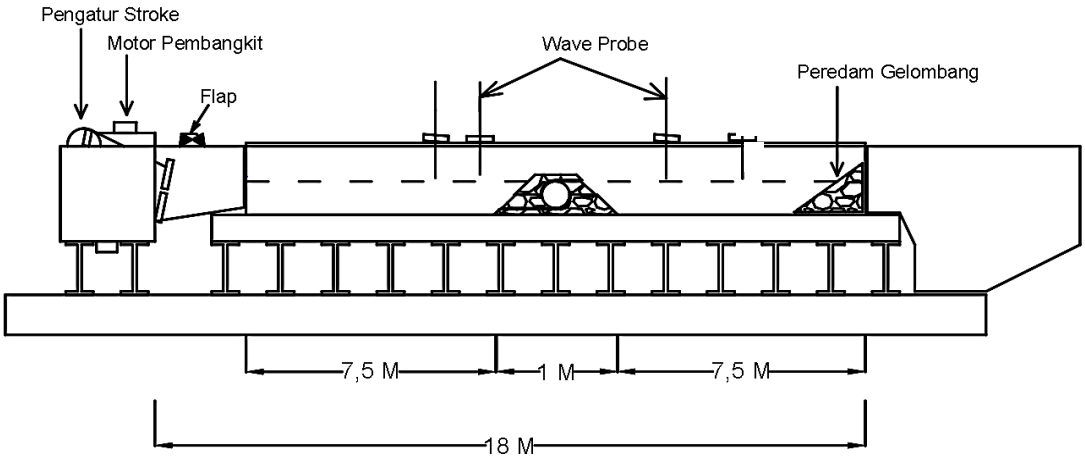
Makalah ini hanya dibahas pengaruh parameter gelombang terhadap transmisi gelombang sehingga variasi parameter pada penelitian ini diperlihatkan pada tabel 1.

Tabel 1. Variasi parameter penelitian

Jenis Variasi	Jumlah Variasi
Periode gelombang (T, detik)	3 (1.1; 1.3; 1.5)
Kedalaman air (d, m)	3 (0.30; 0.35; 0.40)
Tinggi struktur (h, m)	1 (0.30)

Penelitian dilakukan dengan melakukan simulasi pendahuluan dan simulasi lengkap. Simulasi pendahuluan diantaranya dilakukan kalibrasi *wave probe* dan pengambilan data awal gelombang tanpa model. Uji pada simulasi pendahuluan dilakukan berdasarkan rancangan variasi parameter kedalaman air (d) dan periode gelombang (T). Data yang diperoleh kemudian divalidasi untuk menunjukkan bahwa data telah valid dan sekaligus menunjukkan ketepatan dari alat ukur dalam memperoleh data sehingga dapat dilakukan uji lebih lanjut. Simulasi lengkap atau penelitian menggunakan model, dilakukan dengan meletakkan model pada saluran gelombang (*wave flume*) pada posisi yang tepat sehingga efektif terhadap gelombang datang.

Hasil dari uji yang dilakukan akan direkam oleh komputer kontrol berupa data *time series* yang selanjutnya akan diolah menjadi data tinggi gelombang datang (Hi), gelombang-gelombang transmisi (Ht). Hasil analisis terhadap parameter pada pemecah gelombang sisi miring berongga akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Analisis data untuk mendapatkan pengaruh dan hubungan dari parameter serta perumusannya dilakukan menggunakan analisis regresi non linear berganda (*multivariate non linear regression*). Sket model pada *wave flume* tampak samping dalam *wave flume* diperlihatkan seperti pada gambar 2.



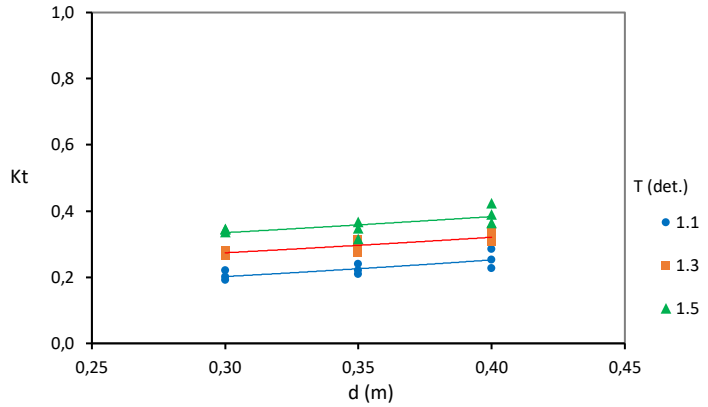
Gambar 2. Model pada *wave flume* tampak samping

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari variabel dimensi pada transmisi gelombang melalui pemecah gelombang sisi miring berongga, dalam makalah ini hanya dibahas pengaruh parameter gelombang terhadap transmisi gelombang. Ketinggian nilai transmisi gelombang ditemukan dipengaruhi oleh kedalaman air (d), tinggi gelombang datang (Hi), periode gelombang (T) dan tinggi struktur (h).

Pengaruh kedalaman air (d)

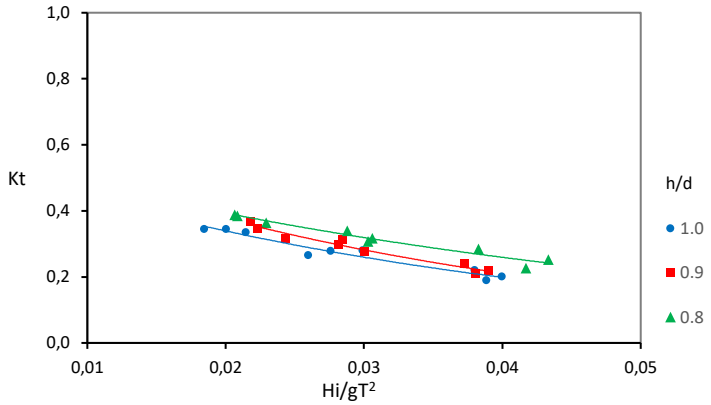
Gambar 3 menunjukkan pengaruh kedalaman air (d) terhadap gelombang transmisi. Angka-angka pada gambar 3 menunjukkan tren yang jelas dari kedalaman air (d) terhadap peningkatan gelombang transmisi (Kt) dengan periode gelombang (T) yang meningkat. Pengujian pada periode gelombang rendah (T = 1.1 detik) memiliki nilai Kt terendah sedangkan yang berada pada kedalaman yang lebih tinggi (T = 1.5 detik) memiliki nilai rata-rata Kt tertinggi. Hal ini dapat dijelaskan bahwa pada kedalaman air (d) yang rendah, sebagian besar energi gelombang membentur *breakwater* sehingga gelombang yang ditransmisikan menjadi kecil. Peningkatan kedalaman air (d) dan periode (T), juga akan meningkatkan panjang gelombang, pada kondisi ini energi gelombang lebih banyak tidak teredam oleh *breakwater* atau lebih banyak energi gelombang yang lolos yang mengakibatkan gelombang transmisi lebih tinggi..



Gambar 3. Pengaruh kedalaman air (d) terhadap koefisien transmisi

Pengaruh kecuraman gelombang (Hi/gT2)

Pengaruh kedalaman air terhadap gelombang transmisi juga dapat dinilai secara non-dimensi sebagai ketinggian struktur relatif, yang didefinisikan sebagai rasio ketinggian struktur dengan kedalaman air (h/d) terhadap koefisien transmisi (Kt). Gambar 4 menunjukkan pengaruh kecuraman gelombang (Hi/gT2) terhadap koefisien transmisi gelombang (Kt) dibedakan berdasarkan ketinggian struktur relatif.

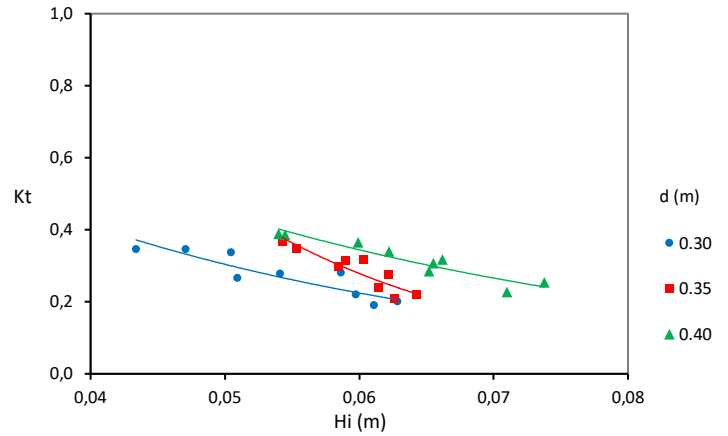


Gambar 4. Pengaruh kecuraman gelombang ($Hi/gT^{2)}$ terhadap koefisien transmisi

Nilai koefisien transmisi (Kt) akan semakin rendah dengan naiknya nilai *wave steepness* (Hi/gT2). Hal ini disebabkan oleh panjang gelombang (L) dimana semakin panjang gelombang maka nilai wave steepness (Hi/gT2) semakin kecil sehingga nilai koefisien transmisi (Kt) akan meningkat, sehingga dapat dikatakan bahwa semakin panjang gelombang maka semakin besar gelombang yang ditransmisikan, di samping itu bahwa gelombang yang diteruskan atau ditransmisikan melalui suatu struktur dipengaruhi oleh parameter-parameter seperti kondisi gelombang dalam hal ini adalah tinggi gelombang datang (Hi) dan panjang gelombang (L), tinggi struktur dan kedalaman air, dimana gelombang dengan kecuraman yang kecil akan ditransmisikan sebagian besar melalui struktur atau koefisien transmisi mendekati 1 (satu). Seperti dikatakan sebelumnya bahwa koefisien transmisi (Kt) juga dipengaruhi oleh kedalaman air (d) dan tinggi struktur (h), dimana koefisien transmisi (Kt) akan turun dengan naiknya nilai ketinggian struktur relatif (h/d), hal ini disebabkan dengan naiknya ke dalam air maka akan semakin panjang gelombang sehingga gelombang yang lolos lebih banyak atau semakin besar gelombang yang ditransmisikan

Pengaruh tinggi gelombang datang (Hi)

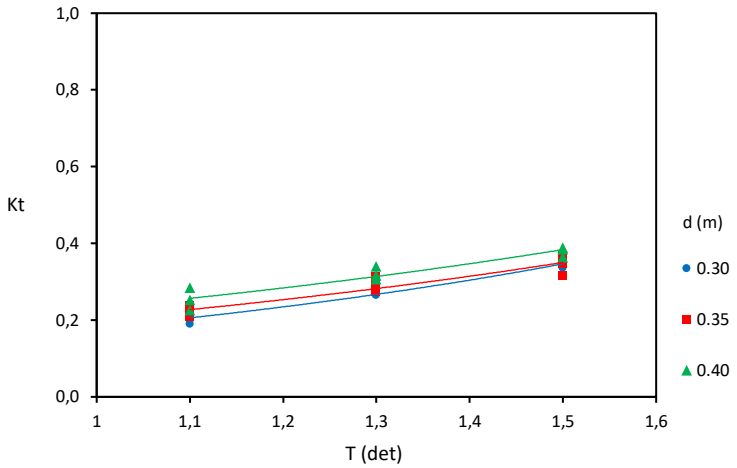
Pengaruh tinggi gelombang datang pada gelombang transmisi untuk pemecah gelombang berongga disajikan pada gambar 5, dengan tiga kedalaman air yang berbeda. Gambar 5 menunjukkan bahwa gelombang transmisi berkurang dengan meningkatnya ketinggian gelombang. Pengujian pada kedalaman air rendah (d = 0.3 m) memiliki nilai Kt terendah sedangkan pada kedalaman yang lebih tinggi (d = 0.4 m) memiliki nilai rata-rata Kt tertinggi. Hal ini sesuai dengan informasi yang disajikan pada gambar 4, yang menunjukkan nilai Kt yang lebih rendah dicapai pada nilai kecuraman gelombang tinggi atau tinggi gelombang datang yang lebih besar.



Gambar 5. Pengaruh tinggi gelombang terhadap koefisien transmisi pada tiga variasi kedalaman air

Pengaruh periode gelombang

Gambar 6 menunjukkan hubungan antara periode gelombang (T) dan koefisien transmisi (Kt) berdasarkan kedalaman air (d). Terlihat bahwa dengan variasi kedalaman air (d), koefisien transmisi (Kt) ditemukan meningkat dengan meningkatnya periode gelombang (T). Pengujian pada kedalaman air rendah (d = 0.3 m) memiliki nilai Kt terendah sedangkan pada kedalaman yang lebih tinggi (d = 0.4 m) memiliki nilai rata-rata Kt tertinggi.



Gambar 6. Pengaruh periode gelombang (T) terhadap tinggi gelombang datang (Hi) pada tiga variasi kedalaman air (d)

Ketika kedalaman air meningkat, koefisien transmisi (Kt) akan meningkat dengan meningkatnya periode gelombang (T). Dengan melihat gambar 6, terbukti bahwa dengan turunnya kedalaman air (d), koefisien transmisi (Kt) ditemukan menurun dengan periode gelombang (T) yang menurun.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan uji eksperimental yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Koefisien transmisi gelombang (Kt) ditemukan meningkat dengan meningkatnya kedalaman air (d).
- Koefisien transmisi gelombang (KT) ditemukan menurun dengan meningkatnya kecuraman gelombang (Hi/gT^2)

- Koefisien transmisi gelombang (Kt) ditemukan menurun dengan meningkatnya tinggi gelombang datang (Hi)
- Koefisien transmisi gelombang (Kt) ditemukan meningkat dengan meningkatnya periode gelombang (T).

DAFTAR PUSTAKA

A.S. Koraim (2013). Hydrodynamic Efficiency Of Suspended Horizontal Rows Of Half Pipes Used As A New Type Breakwater. Ocean Engineering. Vol.64, pp 1-22.

Ariyarathne, H A K S (2007). Efficiency Of Perforated Breakwater And Associated Energy Dissipation. Civil Engineering of Texas A&M University.

Arkal Vittal H, Ravikiran L (2013). Wave Structure Interaction For Submerged Quarter Circle Breakwaters of Different Radii-Reflection Characteristics, World Academy Of Science Engineering and Technology, Volume 10

Armono, H D and Hall K R (2014). Wave Transmission On Submerged Breakwaters Made Of Hollow Hemispherical Shape Artificial Reefs. Canadian Coastal Conference.

Binumol.S, Subba Rao, and Arkal Vittal Hegde., 2015. Runup And Rundown Characteristics Of An Emerged Seaside Perforated Quarter Circle Breakwater. Aquatic Procedia, Vol .4, pp 234 – 239.

C.E.R.C. 1984, Shore Protection Manual, Coastal Engineering Research Center, Departement of The Army, Waterways Experiment Station, Vickburg, Mississipi.

Horikawa Kiyoshi, 1978, Coastal Engineering (An Introduction to Ocean Engineering), University of Tokyo Press, Japan.

Kiran G (2013). Wave Transmission Of Submerged Inclined Serrated Plate Breakwater, International Journal Of Chemical, Volume 1

Koley, S, Sarkar, A, and Sahoo, T (2015). Interaction Of Gravity Waves With Bottom-Standing Submerged Structures Having Perforated Outer-Layer Placed On A Sloping Bed. Applied Ocean Research, Vol.52, pp 245–260

Koraim, A S, Heikal, E M and Abo Zaid, A A (2014). Hydrodynamic Characteristics Of Porous Seawall Protected By Submerged Breakwater. Applied Ocean Research. Vol.46.

Moussa S Elbisy (2015). Estimation Of Regular Wave Run-Up On Slopes Of Perforated Coastal Structures Constructed On Sloping Beaches, Ocean Engineering, Vol.109.

Muhammad Arsyad Thaha dan Puspita A.I.Dwi (2011). Studi Model Disipasi Dan Run-Up/Run-Down Gelombang Pada Revetment Bertirai. Seminar Nasional-1 Bmpttssi Universitas Sumatera Utara, Medan.

Nizam, 1987, Refleksi dan Transmisi Gelombang pada Pemecah Gelombang, Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Puspita A. Ildha Dwi, Pallu M. S., Muhammad Arsyad Thaha dan Maricar F (2018). Breaker Parameter Pada Owec Breakwater Dan Pengaruhnya Terhadap Debit Overtopping. Prosiding Konferensi Nasional Pascasarjana Teknik Sipil (KNPTS). Invensi, Inovasi dan Riset Keselamatan Dan Kesehatan Kerja untuk Pembangunan Infrastruktur Berkelanjutan 2 Oktober 2018, ISSN 2477-00-86

Ruey-Syan Shih (2012). Experimental study on the performance characteristics of porous perpendicular pipe breakwaters. Ocean Engineering. Vol.64, pp 53-62.

Tamrin (2015). Study Effect of Surface Porosity for Weight Perforated Concrete Block Breakwater, International Journal of Innovative Research in Science,Engineering and Technology Vol. 4.

Tamrin, Pallu S., Parung H., Muhammad Arsyad Thaha (2014). Experimental Study of Perforated Concrete Block Breakwater. International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS Vol.14, No.03.