

DESAIN KONSEPTUAL DARI KOMBINASI *FLOATING BREAKWATER* DAN *ATTENUATOR*

Muh. Aiman Fatwa Azkhar¹⁾, Raina Shelomita Dengen¹⁾, Fuad Mahfud Assidiq¹⁾

¹⁾Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

Email: aimanfatwa7@gmail.com

Abstrak

Gelombang laut adalah sumber daya yang lebih dapat diprediksi dengan kepadatan energi yang lebih tinggi dibandingkan dengan matahari dan angin. Energi gelombang juga merupakan jenis energi terbarukan dan merupakan bentuk sumber daya global terbesar yang diperkirakan dari energi laut. Salah satu energi terbarukan yaitu Teknik pengurangan, yang merupakan alat mengambang yang bergerak secara efektif mengikuti arah gelombang. Teknologi ini akan dikombinasikan dengan *Floating Breakwater*. *Floating Breakwater* merupakan tingkatan lanjutan dari *Breakwater* yang dibangun dengan mengambang atau mengapung dengan menggunakan tali tambat atau *mooring* sebagai penahan agar bangunan tidak terbawa arus. Dengan berbagai kesamaan yang ada pada keduanya yaitu sama sama terapung, dengan begitu *Floating Breakwater* ini dapat membangkitkan energi listrik dengan menggunakan energi gelombang laut, maka dari itu *Floating Breakwater attenual* ini dinilai efektif karena disisi lain bisa sebagai bangunan pelindung Pantai dengan meredam energi gelombang dan mengkonversi energi gelombang itu menjadi energi listrik melalui generator yang ada pada dasar dan ujung bawah *mooring* atau tali tambat. Dengan tipe teknologi ini akan memudahkan penyesuaian dengan karakteristik laut yang akan dimanfaatkan.

Kata Kunci : *Floating Breakwater*, Gelombang Laut, dan Teknologi *Attenuators*

Abstract

Ocean waves are a more predictable resource with a higher energy density compared to the sun and wind. Wave energy is also a type of renewable energy and is the largest estimated form of global resource from Ocean Energy. One of the Renewable Energies is the reduction technique, which is a floating device that moves effectively following the direction of the waves. This technology will be combined with Floating Breakwater. Floating Breakwater is an advanced level of Breakwater that is built by floating or floating using mooring ropes or mooring as a barrier so that the building is not carried away by the current. With various similarities that exist in both of them are the same floating, so this Floating Breakwater can generate electrical energy using ocean wave energy, therefore this attenual Floating Breakwater is considered effective because on the other hand it can be a beach protection building by reducing wave energy and converting wave energy into electrical energy through generators that are at the bottom and bottom end of the mooring or mooring rope. With this type of technology, it will be easier to adjust to the characteristics of the sea that will be used

Keyword : *Floating Breakwater*, *Ocean Waves*, and *Attenuators Technology*

PENDAHULUAN

Peningkatan aktivitas manusia dan perubahan iklim meningkatkan risiko bagi daerah pesisir di seluruh dunia. Perlindungan pantai semakin penting untuk mengurangi kerusakan yang disebabkan oleh erosi dan banjir karena gelombang besar dan arus kuat sering merusak pantai, infrastruktur, dan lingkungan pesisir. Para peneliti telah menemukan berbagai metode untuk menjaga pantai. Beberapa diantaranya adalah pemecah gelombang terapung dan teknologi mitigasi dampak. Namun, ada kebutuhan untuk mengembangkan cara yang lebih inovatif dan efektif untuk menangani masalah yang dihadapi oleh wilayah pesisir.

Saat ini, dunia sedang berjuang untuk mengatasi masalah iklim yang disebabkan oleh peningkatan konsentrasi efek gas rumah kaca (GRK). Metana dan karbon dioksida adalah penyebab utama peningkatan emisi gas rumah kaca (Hari: 2019). Emisinya berasal dari bidang energi, industri, pertanian, pembangunan, dan transportasi. Sebagai contoh, penggunaan bahan bakar fosil untuk kendaraan bermotor dan penggunaan batu bara sebagai bahan bakar pembangkit listrik. Jadi, sumber utama gas metana adalah sampah hasil sisa manusia. Pada tahun 2015, Perjanjian Paris, yang disepakati oleh 195 negara, adalah kesepakatan global untuk mengatasi perubahan iklim. Dengan mengesahkan Perjanjian Paris untuk Kerangka Kerja Organisasi PBB tentang Perubahan Iklim (*Paris Agreement to the United Nation Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC)), Indonesia telah setuju dan berkomitmen untuk mengatasi dan menanggulangi perubahan iklim global (Windyswara: 2018). Pada tanggal 24 Oktober 2017, UU Nomor 16 Tahun 2017 menetapkan hal ini. Oleh karena itu, Indonesia dan negara-negara lain di seluruh dunia berkomitmen untuk menjaga



kenaikan suhu bumi tidak lebih dari 2 derajat Celcius dan mendorong upaya untuk membatasi kenaikan global hingga 1,5 derajat Celcius di atas tingkat pra-industri (Sunarti et al., 2020). Indonesia telah mencapai kesepakatan untuk meningkatkan upaya penurunan emisi gas rumah kaca sebesar 29%, atau 834 juta ton karbon dioksida. Dengan demikian, sektor energi telah mengalami penurunan emisi terbesar, sebesar 7,28%, atau 314 juta ton karbon dioksida (Prihatno: 2020). Energi baru terbarukan (EBT) harus menggantikan energi fosil.

Energi terbarukan dan baru adalah kategori teknologi energi baru terbarukan (EBT). Energi terbarukan berasal dari teknologi yang relatif baru dan biasanya tidak menghasilkan polutan atau gas rumah kaca, sehingga tidak memberikan kontribusi terhadap perubahan iklim. Namun, di balik sifat ramah lingkungannya, ada beberapa masalah.

METODE PENELITIAN

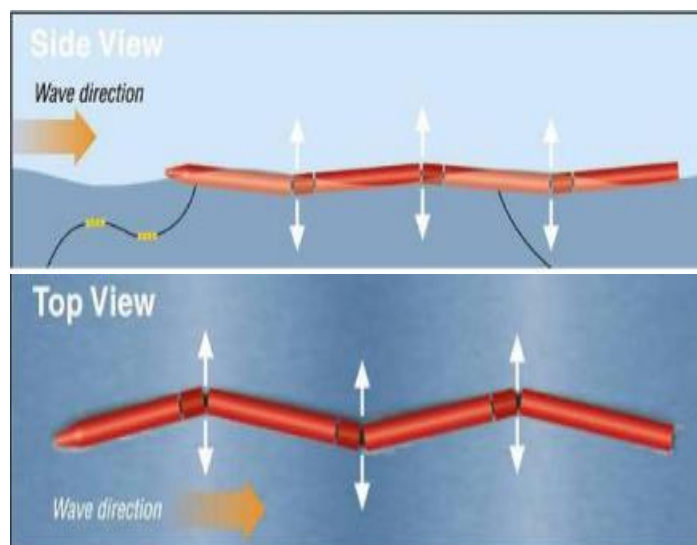
Penelitian ini menggunakan metode tinjauan pustaka untuk mengumpulkan informasi dan data tentang kemungkinan penggunaan energi laut *Floating Breakwater* untuk menghasilkan energi terbarukan dan baru. Hasilnya mencakup teknologi *Attenuator* dan model *Floating Breakwater* yang cocok untuk teknologi kelautan ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Teknologi *Attenuators*

Salah satu negara dengan perairan terluas adalah Indonesia. Sekitar dua pertiga wilayah negara Indonesia adalah laut. Indonesia juga memiliki pantai terpanjang kedua di dunia setelah Kanada. Indonesia memiliki keuntungan dari pemanfaatan energi laut karena negara itu memiliki banyak pulau dan selat yang memungkinkan penggunaan energi pasang surut, perbedaan suhu lapisan laut, arus laut, dan gelombang. Selain itu, area di timur Indonesia juga memiliki gelombang yang cukup besar.

Teknologi *Attenuator* adalah perangkat mengambang yang bergerak sejajar dengan arah gelombang dan secara efektif bergerak mengikuti gelombang. Dengan menanam tambatan di dasar laut, perangkat ini mengumpulkan energi dari gerakan relative kedua lengannya saat gelombang melewatinya.



Gambar 1. Teknologi *Attenuators*

Teknologi *Attenuator* ini menjadi dasar pemikiran untuk menggabungkan dengan *Floating Breakwater* dengan menghasilkan energi terbarukan dan lebih efisien. Dengan meredam energi gelombang, *Floating Breakwater* mengurangi kecepatan gelombang sampai ke pantai. Sebaliknya, teknologi mitigasi dapat mengurangi intensitas arus dan gelombang dengan menggunakan struktur tertentu yang mengurangi energinya sebelum mencapai daerah pesisir. Namun, integrasi kedua teknologi ini belum sepenuhnya dipelajari, dan penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami bagaimana keduanya dapat bekerja sama untuk meningkatkan kinerja perlindungan pantai. Akibatnya, untuk meningkatkan perlindungan dan keberlanjutan wilayah pesisir laut, penelitian ini bertujuan untuk membuat konsep hibrida yang menggabungkan pemecah gelombang terapung dan teknologi mitigasi. Penelitian ini tidak hanya menjadi kemajuan dalam penelitian perlindungan pesisir, tetapi juga akan memberikan kontribusi yang signifikan untuk keberlanjutan wilayah pesisir di masa depan. Ini karena diharapkan dapat meningkatkan kinerja perlindungan pesisir dan mengurangi kerusakan yang disebabkan oleh aktivitas manusia dan perubahan iklim.

Meskipun perlindungan pesisir telah menjadi prioritas utama dalam upaya untuk mengurangi kerusakan yang disebabkan oleh erosi dan gelombang di daerah pesisir, belum ada metode yang dapat secara efektif mengurangi efek

negatif dari gelombang dan arus yang kuat. Meskipun *Floating Breakwater* telah digunakan dalam beberapa situasi, keberhasilannya dalam meredam gelombang tunggal masih dipertanyakan.

Selain itu, belum banyak penelitian yang dilakukan tentang penggabungan *breakwater floating* dengan teknologi attenuasi untuk mengatasi masalah arus dan gelombang yang kompleks di wilayah pesisir. Ini menimbulkan keraguan tentang kinerja sistem gabungan ini pada skala yang lebih luas. Hal ini dikarenakan kurangnya pemahaman tentang bagaimana *Floating Breakwater* dan teknologi attenuasi dapat bekerja secara sinergis untuk memberikan perlindungan yang optimal bagi wilayah pesisir menjadi tantangan utama. Ketersediaan data kuantitatif komprehensif yang mendukung efektivitas pendekatan ini juga terbatas, sehingga menimbulkan pertanyaan tentang keandalan dan skalabilitas desain yang menggabungkan kedua teknologi tersebut.

Floating Breakwater

Breakwater adalah Bangunan Lepas Pantai yang berfungsi sebagai pelindung Pantai dari hantaman gelombang dari arah lepas Pantai untuk mencegah pergerakan sedimen yang ada pada garis Pantai yang dapat menyebabkan abrasi. *breakwater* terbagi menjadi dua yaitu *Fixed Breakwater* yang merupakan *breakwater* yang tertanam langsung ke dasar laut, biasanya berupa bebatuan, tetra pod dan sebagainya dengan Pembangunan biasanya di daerah *nearshore* atau daerah dekat dengan garis Pantai, dan *Floating Breakwater* adalah bangunan pelindung Pantai yang fungsi dasarnya sama dengan *fixed breakwater* namun yang menjadi pembeda yaitu dari segi pembangunannya, *Floating Breakwater* dibangun dengan mengambang atau mengapung dengan menggunakan tali tambat atau *mooring* sebagai penahan agar bangunan tidak terbawa arus, dan biasanya dibangun di daerah agak jauh dari garis Pantai dengan kedalaman tertentu. Contoh *Floating Breakwater* bisa dilihat pada gambar 2 dibawah.



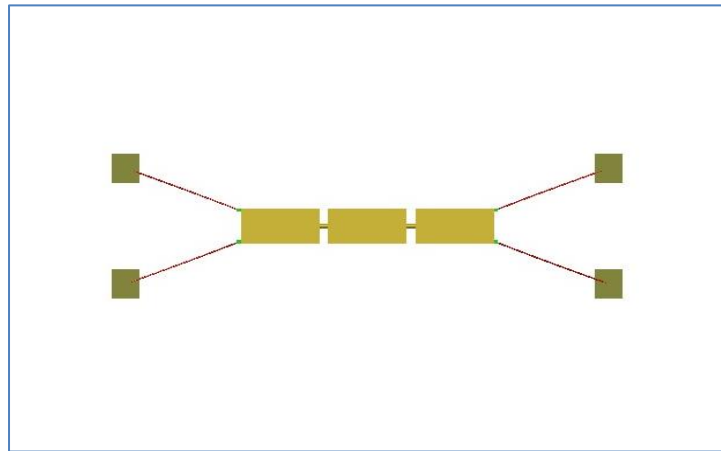
Gambar 2. *Floating Breakwater*

Secara umum *breakwater* dibuat hanya untuk sebagai pemecah gelombang dengan bentuk tertanam pada dasar laut dangkal, *Breakwater* terapung adalah tingkatan lanjutan dari *breakwater* pada umumnya, dengan memanfaatkan desain yang memungkinkan material untuk terapung. Namun, *Floating Breakwater* memiliki beberapa kekurangan. Salah satunya adalah bahwa mereka kurang efektif dalam mereduksi gelombang untuk gelombang pendek. Dengan frekuensi 1,6 radian/detik dan periode gelombang paling lama 6 detik, kegagalan *mooring* struktur akan menyebabkan kerusakan besar dan struktur ini memerlukan biaya perawatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan *breakwater* biasa. Keuntungan menggunakan pemecah gelombang terapung adalah mereka dapat digunakan pada kedalaman air yang cukup tinggi, tidak menimbulkan masalah sedimentasi, mudah diangkut, dan dapat digunakan untuk perlindungan selama musim atau sementara. Salah satu cara untuk mengetahui seberapa efektif suatu struktur penahan gelombang adalah dengan melihat berapa banyak energi gelombang yang ditransmisikan melaluinya. Semakin kecil pengurangan energi gelombang, semakin besar koefisien transmisi gelombang. Namun, dengan menggunakan pergerakan naik turun gelombang laut. *Floating Breakwater* ini terbukti efektif dan efisien mengatasi masalah yang terjadi pada *fixed breakwater* diantaranya yaitu permasalahan kondisi tanah dasar laut dan lingkungan, kedalaman dasar laut dan juga biaya yang digunakan terbukti lebih murah serta mobilitas Pembangunan *Floating Breakwater* terbukti lebih fleksibel dan lebih mudah.

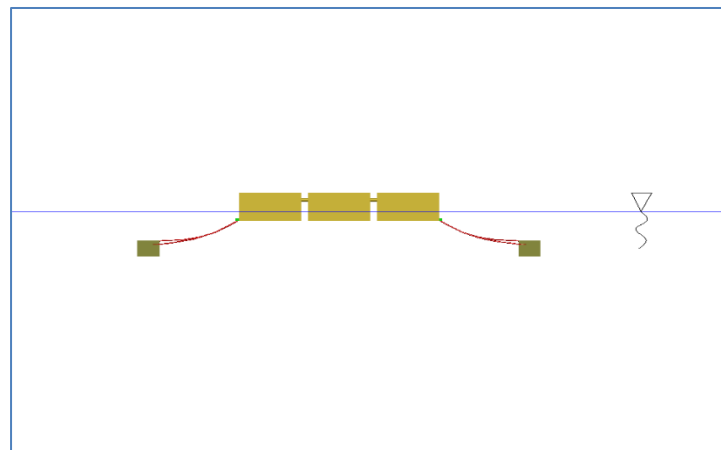
Hybrid Floating Breakwater Attenuator

Floating Breakwater Attenuator merupakan penggabungan antara *Floating Breakwater* dengan teknologi *Attenuator*, Dengan berbagai kesamaan yang ada pada keduanya yaitu sama sama terapung, dengan begitu *Floating Breakwater* ini dapat membangkitkan energi listrik dengan menggunakan energi gelombang laut, maka dari itu *Floating Breakwater Attenuator* ini dinilai efektif karena disisi lain bisa sebagai bangunan pelindung Pantai dengan meredam energi gelombang dan mengkonversi energi gelombang itu menjadi energi listrik melalui generator yang ada pada

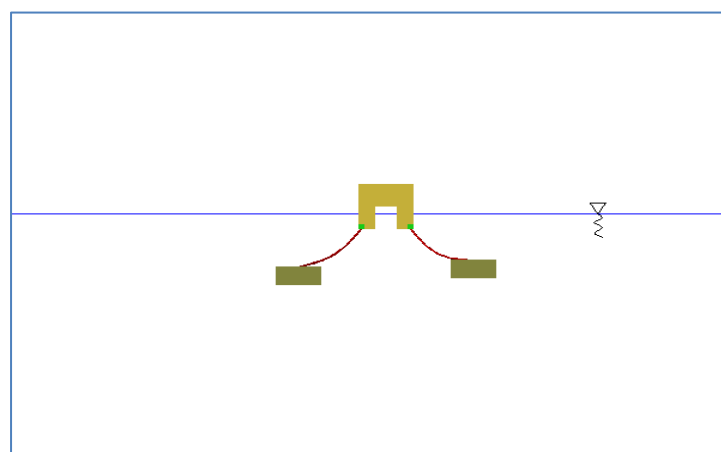
dasar dan ujung bawah mooring atau tali tambat. Cara kerja alat ini dengan dibangun tidak searah dengan gelombang sehingga breakwater ini bergerak naik turun dan menarik tali tambat atau mooring yang terhubung ke *generator* yang ada pada ujung tali tambat lainnya dan mengakibatkan Gerakan tarik ulur secara terus menerus, Gerakan inilah yang menjadi dasar pembangkitan energi listrik. Berikut merupakan gambar dari berbagai sisi *Floating Breakwater Attenuator*.



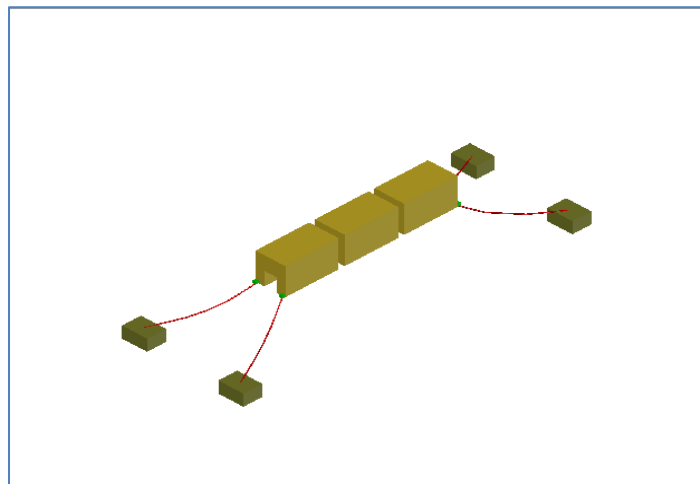
Gambar 3. Tampak Atas *Floating Breakwater Attenuator*



Gambar 4. Tampak Samping *Floating Breakwater Attenuator*



Gambar 5. Tampak Depan *Floating Breakwater Attenuator*



Gambar 6. Tampak Kiri Atas *Floating Breakwater Attenuator*

Keterangan gambar :

Kotak kuning : *Floating Breakwater*

Tali penghubung : *Mooring line*

Kotak hijau : *Generator*

Fungsi

Floating Breakwater : pemecah gelombang dan pelindung Pantai dari abrasi

Mooring Line : Mengamankan *Floating Breakwater* agar tidak berpindah tempat meski terkena angin dan gelombang

Generator : Mesin pembangkit listrik

KESIMPULAN

Teknologi yang memanfaatkan energi laut, baik itu menggunakan gelombang, arus maupun panas laut adalah sesuatu yang akan selalu baru dan terbarukan, maka dari itu bukan tidak mungkin untuk selalu ada inovasi baru yang akan muncul dari satu teknologi menjadi teknologi yang baru, baik itu dengan menggabungkan dua teknologi seperti yang sudah dipaparkan diatas yaitu *Floating Breakwater* dengan teknologi *Attenuator* maka akan menghasilkan suatu teknologi terbarukan yang renewable energy yang sekali membangun dapat memuat dua fungsi sekaligus.

DAFTAR PUSTAKA

[1] ESDM. (2011). Pengembangan Energi Arus Laut. Diakses pada: 10 Desember 2021 dari: <https://ebtke.esdm.go.id/post/2011/04/25/138/pengembangan.energi.arus.laut>

[2] Elizg. (2010) *Energy and The Environment-A Coastal Perspective*. Diakses pada 10 Desember 2021. Dari: <https://coastalenergyandenvironment.web.unc.edu/ocean-energygeneratingtechnologies/waveenergy/thepelamis-wave-energy-converter/>

[3] B. Triadmodjo, Teknik Pantai. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta, 1999

[4] Drew, B., Plummer, A. R., & Sahinkaya, M. N. (2009). *A review of wave energy converter technology*. Larsen CM, Svein S, Jacob Q. *Handbook on Design and Operation of Flexible Pipes; B1 Design Analysis*. Norway: MARINTEK - NTNU - 4Subsea; 2014. p. 184-190.

[5] DNV OS E304. *Offshore Mooring Steel Wire Ropes*. Norway: Det Norske Veritas; 2015. p. 26-27.

[6] Sun JW, Wang SQ. *Study on Motion Performance of Deepwater Spar Platform under Different Mooring Methods*. China: Period of Ocean University of China; 2010. p. 135-137

[7] Larsen K. Lecture Note: *Mooring and Station Keeping of Floating Structures*. Norway: NTNU; 2014. p. 10-13.