

## TEKNOLOGI ENERGI TERBARUKAN *OCEAN POWER TECHNOLOGIES*

Mochamad Tauffauzan Catur Junihartomo<sup>1</sup>, Zakky Al Mubaroq<sup>2</sup>, Sri Sundari<sup>3</sup>

Program Studi Ketahanan Energi, Fakultas Manajemen Pertahanan, Universitas Pertahanan  
Republik Indonesia, Bogor, Jawa Barat, Indonesia<sup>1,2,3</sup>

Email: [tomyjunihartomo@gmail.com](mailto:tomyjunihartomo@gmail.com)<sup>1</sup>

### Abstrak

Kehidupan manusia tidak terlepas dari penggunaan energi. Berbagai hal seperti memasak, berpergian, hingga bekerja, semua membutuhkan energi. Saat ini energi yang paling besar dibutuhkan adalah energi listrik. Untuk menghasilkan energi listrik dibutuhkan pembangkit listrik baik berbahan bakar tak terbarukan maupun terbarukan. Perkembangan teknologi energi terbarukan saat ini sudah berkembang sangat pesat. Pemanfaatan energi terbarukan ini bertujuan untuk menanggulangi perubahan iklim global, dan kebergantungan kepada penggunaan energi fosil. Begitu banyak sumber daya alam yang dapat digunakan dan dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan, diantaranya adalah *Ocean Power Technologies*. Teknologi tenaga laut merupakan teknologi pembangkit energi listrik yang bekerja dengan memanfaatkan berbagai macam sifat dan gerakan laut. Teknologi laut dibagi menjadi beberapa macam, diantaranya teknologi arus laut, teknologi gelombang laut, dan *Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC)*. Dengan banyaknya tipe teknologi ini akan memudahkan penyesuaian dengan karakteristik laut yang akan dimanfaatkan.

**Kata Kunci:** *Ocean Power Technologies*, Energi Arus, Energi ombak, *Ocean Thermal Energy Conversion*, Energi Terbarukan

### Abstract

*Human life is inseparable from the use of energy. Various things such as cooking, traveling, to work, all require energy. Currently, the most needed energy is electrical energy. To produce electrical energy, power plants are needed, both non-renewable and renewable fuels. The development of renewable energy technology is currently developing very rapidly. The use of renewable energy aims to tackle global climate change, and dependence on the use of fossil energy. So many natural resources that can be used and utilized as renewable energy sources, including Ocean Power Technologies. Marine power technology is an electrical energy generation technology that works by utilizing various properties and movements of the sea. Marine technology is divided into several types, including ocean current technology, ocean wave technology, and Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC). With so many types of technology, it will make it easier to adjust to the characteristics of the sea to be utilized.*

**Keywords:** *Ocean Power Technologies*, Current Energy, Wave energy, *Ocean Thermal Energy Conversion*, Renewable Energy



Ciptaan disebarluaskan di bawah [Lisensi Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

## PENDAHULUAN

Dunia saat ini sedang gencar menanggulangi perubahan iklim global yang disebabkan tingginya konsentrasi efek gas rumah kaca (GRK). Faktor utama dalam meningkatnya emisi gas rumah kaca adalah karbon dioksida dan metana (Hari: 2019). Sektor energi, industri, pertanian, pembangunan dan transportasi merupakan penghasil utama emisi tersebut. Sebagai contoh, penggunaan kendaraan bermotor dengan bahan bakar fosil, dan batu bara sebagai bahan bakar pembangkit listrik. Lalu sampah hasil sisa manusia menjadi sumber utama penghasil gas metana. Untuk mengatasi perubahan iklim, dunia telah berunding dan menyepakati perjanjian internasional di Paris pada tahun 2015 (*The Paris Agreement*) dan telah di sepakati oleh 195 negara.

Menanggapi hal tersebut, Indonesia turut menyetujui dan berkomitmen dalam mengatasi dan menanggulangi perubahan iklim global dengan mengesahkan perjanjian Paris (*Paris Agreement to the United Nation Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) (Windyswara: 2018). Hal ini di tegaskan dengan adanya UU Nomor 16 Tahun 2017 pada tanggal 24 Oktober 2017. Atas hal tersebut Indonesia dengan negara-negara lain di dunia secara bersama-sama melakukan komitmennya untuk menjaga kenaikan suhu bumi tidak lebih dari 2 derajat celcius dan mempromosikan upaya untuk lebih membatasi kenaikan suhu global hingga 1,5 derajat Celcius di atas tingkat pra-industri (Sunarti. dkk: 2020). Indonesia telah bersepakat untuk mendorong usaha penurunan emisi gas rumah kaca di angka 29% atau setara 834 juta ton karbon dioksida. Untuk itu sektor energi merupakan sektor yang paling banyak mendapatkan penurunan porsi emisi sebanyak 7,28% atau sebesar 314 juta ton karbon dioksida (Prihatno: 2020). Untuk merealisasikan hal ini, penggunaan energi fosil harus di transisikan ke penggunaan energi baru terbarukan (EBT).

Teknologi Energi Baru Terbarukan (EBT) dapat dibagi menjadi dua jenis: energi baru dan energi terbarukan. Energi baru adalah energi yang menggunakan teknologi yang relatif baru di Indonesia, dan energi terbarukan pada umumnya tidak menghasilkan polutan atau gas rumah kaca sehingga tidak memberikan kontribusi terhadap perubahan iklim, sehingga merupakan “proses alam yang berkelanjutan dan bersih”. Namun, di balik sifat ramah lingkungan tersebut, terdapat beberapa permasalahan, salah satunya adalah energi terbarukan ini sifatnya terputus-putus (*Intermittent*) karena sumber energi berubah setiap tahun karena perubahan musim, sehingga sangat sulit untuk memenuhi permintaan energi puncak.

Energi terbarukan memiliki berbagai macam, mulai dari pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), tenaga *geothermal* (PLTP), tenaga angin/bayu (PLTB), tenaga air (PLTA), dll. Melihat banyaknya teknologi yang ada, pemerintah Indonesia harus memperhitungkan potensi energi terbarukan yang paling baik. Indonesia merupakan negara maritim dengan lautan seluas 3.257.357 m<sup>2</sup>, oleh sebab itu potensi besar penggunaan energi terbarukan di Indonesia adalah pembangkit listrik tenaga laut. Teknologi pembangkit listrik tenaga laut ada beberapa macam, diantaranya adalah pembangkit tenaga gelombang, pembangkit tenaga arus laut, dan *Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC)*. Oleh sebab itu tulisan ini berfokus pada pembahasan teknologi pembangkit listrik tenaga laut.

## **METODE PENELITIAN**

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi tinjauan pustaka kualitatif dengan memanfaatkan berbagai sumber informasi yang dapat dipertanggungjawabkan karena bersumber dari informasi yang dapat diukur kebenarannya dan informasi merupakan isu baru (McCusker, K., & Gunaydin: 2015). Dimana studi ini digunakan untuk mengumpulkan data-data yang berkaitan dengan potensi energi baru dan terbarukan yang berasal dari tenaga laut. Hasil pencarian termasuk penelitian, ulasan dan opini oleh pihak berwenang dan latar belakang ilmiah yang baik (Salajan: 2020).

## **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

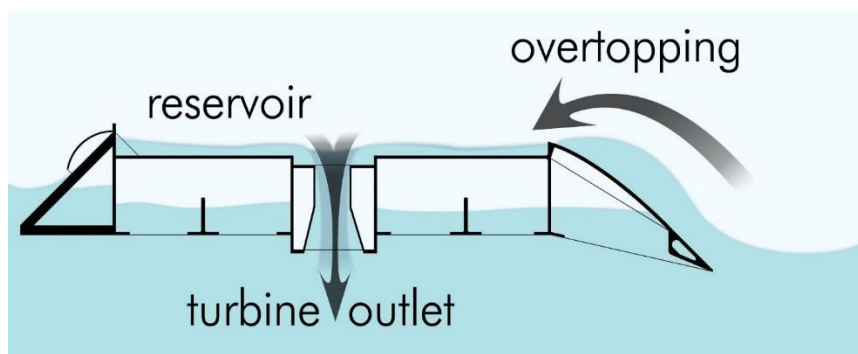
### **Hasil Penelitian**

#### **Teknologi Tenaga Gelombang (*Wave Power*)**

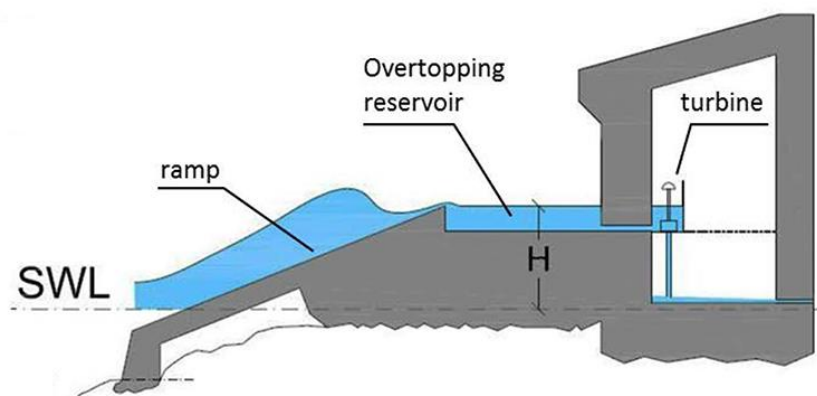
Tenaga gelombang atau disebut tenaga ombak laut merupakan energi yang dihasilkan dengan memanfaatkan gerakan naik turunnya gelombang laut. Pada dasarnya, pergerakan laut yang menghasilkan gelombang laut terjadi dikarenakan ada pergerakan angin. Oleh karena itu, maka energi gelombang laut dapat dikategorikan sebagai energi terbarukan. Meskipun telah

dibahas dalam paten sejak akhir abad ke-18, penelitian modern tentang pemanfaatan energi dari gelombang didorong oleh krisis minyak yang muncul pada tahun 1970-an. Dengan perhatian global yang sekarang tertuju pada perubahan iklim dan meningkatnya tingkat CO<sub>2</sub>, fokus pada pembangkitan listrik dari sumber terbarukan sekali lagi menjadi bidang penelitian yang penting. Energi gelombang laut merupakan energi terbarukan dengan keuntungan dapat diprediksi dari beberapa hari sebelumnya, konsisten sepanjang hari dan malam, dan secara signifikan lebih tinggi hasilnya dibandingkan energi angin dan matahari. Ada beberapa teknologi yang digunakan untuk energi gelombang antara lain: *Overtopping*, *Absorbers*, *Attenuators*, dan *Oscillation Water Columns*.

Perangkat *overtopping* adalah perangkat dengan struktur panjang yang memungkinkan gerakan gelombang untuk mengisi reservoir ke tingkat air yang lebih tinggi dari air laut sekitarnya. Perbedaan tekanan antara air di reservoir dan air di permukaan memaksa fluida melalui turbin kepala rendah yang digabungkan ke generator, di mana listrik akan dihasilkan. Teknologi *overtopping* ini dapat digunakan di darat (pantai) atau di lautan.

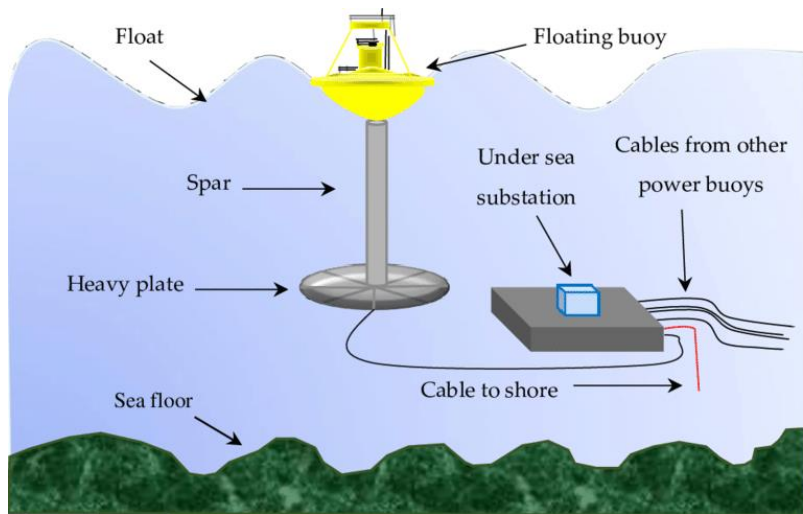


Gambar 1. Teknologi Overtopping Di Laut  
Sumber: ourworldofenergy



Gambar 2. Teknologi Overtopping di Tepi Laut  
Sumber: frontiersin

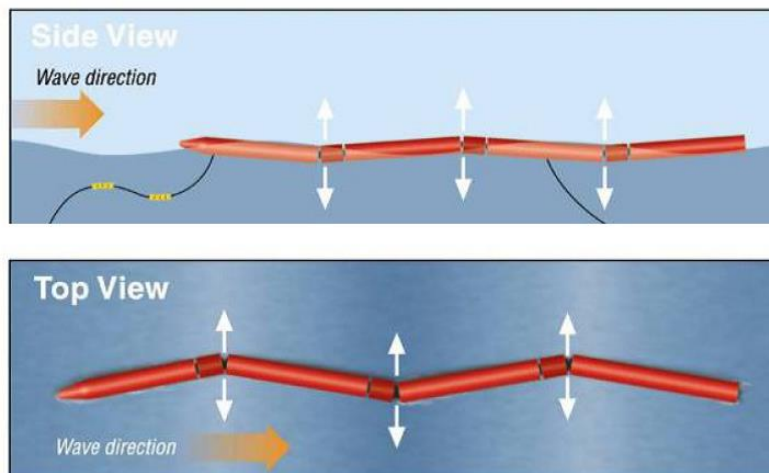
Teknologi *absorbers* merupakan teknologi energi gelombang yang berpotensi memberikan daya jumlah besar dalam perangkat yang relatif kecil. Meskipun ada beberapa desain yang berbeda pada teknologi ini, namun pada dasarnya memiliki cara kerja yang sama. *Absorbers* dipasang terapung di permukaan air laut. Cara kerja dari teknologi ini adalah dengan menggunakan pelampung yang akan bergerak secara vertikal naik turun mengikuti gelombang laut. Gerakan vertikal tersebut berdampak pada kompresi gas atau cairan yang diubah menjadi gerakan rotasi generator yang menghasilkan energi listrik.



**Gambar 3. Teknologi Absorbers**

Sumber: researchgate

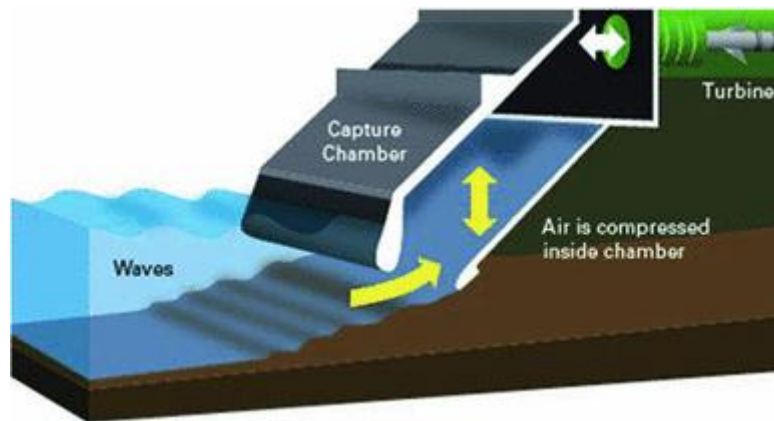
Teknologi *Attenuators* merupakan perangkat mengambang yang beroperasi sejajar dengan arah gelombang dan secara efektif bergerak mengikuti gelombang. Alat ini ditahan di tempat tertentu yang memiliki potensi gelombang yang baik dengan cara ditanam tambahan di dasar laut. Perangkat ini menangkap energi dari gerakan relatif kedua lengan saat gelombang melewatinya.



**Gambar 4. Teknologi Attenuators**

Sumber: Baonguyen.1994

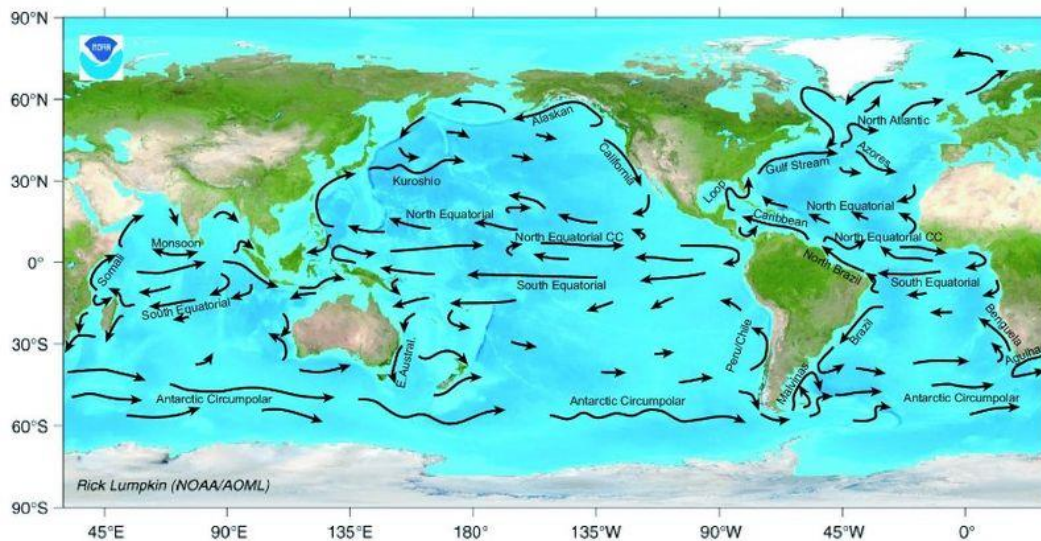
Teknologi Kolom Air Berosilasi (*Oscillation Water Columns*) merupakan teknologi dengan struktur berongga yang sebagian terendam ke dalam air. Gelombang menyebabkan kolom air naik dan turun, pada saat yang bersamaan udara akan terdekomresi. Udara yang terperangkap ini dibiarkan mengalir ke luar melalui turbin. Putaran turbin tersebut digunakan untuk menghasilkan listrik.



Gambar 5. Teknologi Kolom Air  
Sumber: Link.Springer

### Pembahasan Teknologi Tenaga Arus (*Current*)

Pembangkit tenaga arus merupakan teknologi yang memanfaatkan gerakan arus laut. Aliran arus laut yang relatif konstan memberikan keuntungan tersendiri terhadap penggunaannya. Arus laut mengalir dalam pola dan jalur yang kompleks dan dipengaruhi oleh elemen-elemen seperti salinitas air, dasar laut, suhu, angin, topografi, dan rotasi bumi. Berikut merupakan gambaran pergerakan arus laut di muka bumi:

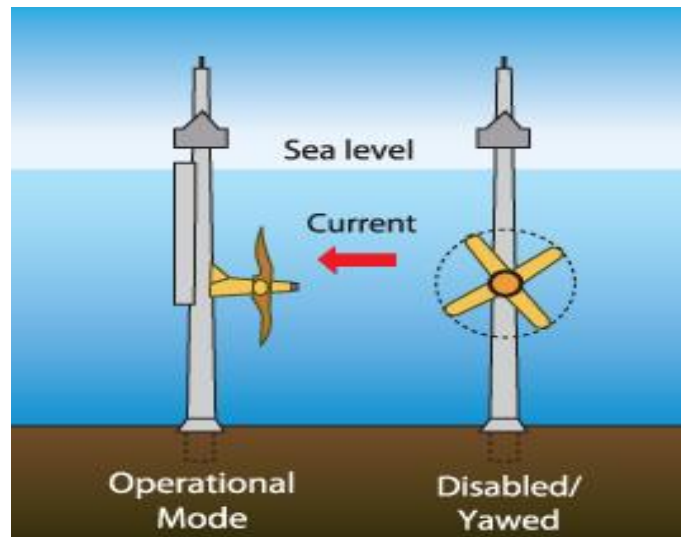


Gambar 6. Pola Arus Laut Dunia  
Sumber: Wikimedia

Teknologi arus laut merupakan teknologi yang memiliki prinsip menyerupai pembangkit listrik tenaga bayu, hanya saja angin yang menjadi penggerak diganti oleh air. Maka dari itu arus laut berfungsi untuk menggerakkan bilah-bilah turbin untuk menghasilkan energi listrik. Arus laut bergerak jauh lebih lambat daripada kecepatan angin, namun air 800 kali lebih padat dibandingkan udara, hal ini menimbulkan keuntungan karena arus laut dengan kecepatan 12 mil perjam akan memiliki output energi yang sama atau lebih besar dari pada angin dengan kecepatan 112 mil perjam.

Lokasi terbaik untuk aplikasi teknologi arus laut adalah diantara pulau-pulau (selat). Pada dasarnya arus selat merupakan arus yang kuat dibandingkan dengan laut lepas. Teknologi

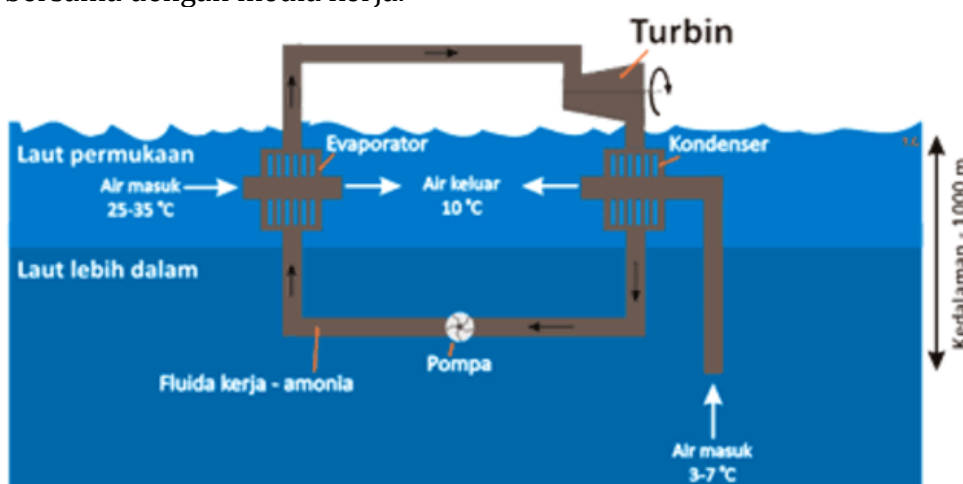
turbin arus laut merupakan turbin dengan bilah-bilah yang ditanam di dasar laut. Setiap turbin akan di tanam ke Menara yang akan terhubung ke jaringan di bawah air seperti halnya menara PLTB.



Gambar 7. Turbin Arus Laut  
Sumber: EMSD.GOV

### ***Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC)***

Konversi energi panas laut merupakan teknologi untuk menghasilkan listrik dengan cara memanfaatkan perbedaan suhu antara suhu di permukaan air laut dan suhu di perairan laut dalam. Dalam hal ini energi matahari memanaskan air permukaan laut yang menyebabkan suhu di permukaan air meingkat. Di daerah tropis seperti Indonesia, air permukaan jauh lebih hangat daripada perairan dalam. Perbedaan suhu ini dapat digunakan untuk pembangkit listrik dan desalinasi air laut (penghilangan garam berlebih). *Ocean Thermal Energy Conversion System (OTEC)* menggunakan perbedaan suhu (minimal 77 derajat Fahrenheit atau lebih tinggi) untuk menggerakkan turbin guna menghasilkan listrik. Air permukaan yang hangat dipompa melalui evaporator bersama dengan media kerja.



Gambar 8. Skema Teknologi OTEC  
Sumber: Kumparan

Sistem kerja dari teknologi OTEC ini yaitu dengan memompa air pada permukaan laut yang cenderung bersuhu lebih tinggi dan mengevaporasikannya kedalam turbin. Dari turbin tersebutlah listrik dihasilkan, lalu dari turbin akan mengkondensasikan kembali menggunakan air laut yang lebih dingin yang diambil dari bagian laut dalam. Dengan begitu siklus OTEC terus berulang. Indonesia mempunyai potensi yang cukup baik dalam pemanfaatan teknologi OTEC ini. Menurut peneliti, dua lokasi yang paling berpotensi untuk pemanfaatan teknologi OTEC adalah Kalimantan Selatan dan Sulawesi Utara. Lokasi ini masing masing dengan kedalaman 500m. Seiring berkembangnya teknologi, penelitian dan pengembangan teknologi OTEC ini akan semakin efisien dan mudah, sehingga diharapkan dapat digunakan secara optimal di perairan Indonesia untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat atau pangkalan militer sekitar.

### **Isu Terkini dan Masa Depan**

#### **Penggunaan Energi Terbarukan dalam Kontribusi Net Zero Emission 2060**

Dunia berangsur-angsur sedang berupaya meninggalkan penggunaan bahan bakar bensin, solar, dan bahan bakar serupa yang menghasilkan emisi karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), dan sulfur dioksida (SO<sub>x</sub>). Emisi-emisi pencemar seperti ini akan memenuhi atmosfer bumi, sehingga cahaya matahari yang masuk ke bumi tidak dapat dipantulkan keluar kembali oleh gas, hal ini disebut efek gas rumah kaca. Efek GRK ini berpotensi meningkatkan suhu bumi lebih dari 1 derajat celcius dan menyebabkan perubahan iklim secara global.

Untuk menanggulangi permasalahan gas rumah kaca, dunia kini melakukan substitusi teknologi seperti penggunaan pembangkit listrik batubara ke pembangkit berbasis energi terbarukan. Pemerintah Indonesia memiliki tekad kuat untuk menekan penggunaan energi fosil dari tahun ke tahun. Disaat yang bersamaan pemerintah mendorong peningkatan pembangkit listrik berbasis energi baru terbarukan yang memiliki target bauran mencapai 23% di tahun 2025 (ESDM, 2019). Dan target panjang di Net Zero Emission di 2060

#### **Pengembangan dan Pemanfaatan Teknologi Laut Sebagai Penghasil Energi Listrik.**

Indonesia merupakan salah satu negara dengan perairan terluas di dunia. Sekitar dua pertiga wilayah negara Indonesia adalah laut. Selain itu, panjang pantai Indonesia menjadi kedua yang terpanjang setelah Kanada. Ini merupakan keuntungan bagi Indonesia dalam pemanfaatan energi laut. Energi laut yang bisa dimanfaatkan adalah energi berupa arus laut, energi pasang surut, energi perbedaan suhu lapisan laut dan energi gelombang. Indonesia memiliki banyak pulau-pulau dan selat yang memungkinkan penggunaan energi pasang surut. Selain itu, wilayah Indonesia dengan gelombang yang cukup besar juga dapat kita temui di wilayah timur Indonesia.

### **KESIMPULAN**

Teknologi energi laut merupakan energi terbarukan yang memiliki berbagai macam teknologi dengan memanfaatkan macam macam sifat dan gerakan air laut. Penggunaannya sebagai energi terbarukan sangatlah cocok di Indonesia. Hal ini dikarenakan Indonesia adalah negara maritim dengan luas 3.257.357km<sup>2</sup>. Meskipun pemanfaatan teknologi laut cukup menjanjikan, hingga kini belum ada aplikasi dan pemanfaatannya di laut Indonesia. Selain dikarenakan harganya yang mahal, namun teknologi ini masih dikembangkan di dunia, dan hanya kapasitas kecil dan prototype yang sudah digunakan. Untuk itu pemerintah harus terus

melakukan penelitian dalam pemanfaatan energi ini, sehingga kedepannya Indonesia dapat memanfaatkan sumber daya alam kelautan yang besar ini menjadi *baseload* energi listrik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Drew, B., Plummer, A. R., & Sahinkaya, M. N. (2009). A review of wave energy converter technology.
- 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>
- Elizg. (2010) *Energy and The Environment-A Coastal Perspective*. Diakses pada 10 Desember 2021. Dari: <https://coastalenergyandenvironment.web.unc.edu/ocean-energy-generating-technologies/wave-energy/the-pelamis-wave-energy-converter/>
- Emec. (2021) *Wave Device*. Diakses pada: 10 Desember 2021. Dari: <https://www.emec.org.uk/marine-energy/wave-devices/>
- Firmansyah, Afrian. (2020) *OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion) Untuk Indonesia*. Diakses pada 11 Desember 2021 dari: <https://kumparan.com/afrian-firmansyah-1604996256795482990/otec-ocean-thermal-energy-conversion-untuk-indonesia-1uYtuhH8spj/full>
- Hari, B. S. (2019). *Pemanasan Global dan Perubahan Iklim*. Penerbit Duta.
- McCusker, K., & Gunaydin, S. (2015). Research using qualitative, quantitative or mixed methods and choice based on the research. *Perfusion*, 30(7), 537-542.
- Lehmann, M. dkk. (2016). *Ocean Wave Energy in The United States: Current Status and Future Perspective*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.101>
- OpenEI. (2021) *Wave Energy*. Diakses pada 10 Desember 2021 dari: [https://openei.org/wiki/Wave\\_Energy](https://openei.org/wiki/Wave_Energy)
- Prihatno, Joko dkk. (2020). *Laporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) dan Monitoring, Pelaporan, Verifikasi (MPV)*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Salajan, A., Tsoлова, S., Ciotti, M., & Suk, J. E. (2020). To what extent does evidence support decision making during infectious disease outbreaks? A scoping literature review. *Evidence & Policy: A Journal of Research, Debate and Practice*, 16(3), 453-475
- Sunarti dkk. (2020). *Inventarisasi GRK Bidang Energi*. Jakarta: Pusat Data dan Informasi Energi Sumber Daya Mineral.
- Windyswara, D. (2018). Alasan pemerintah Indonesia meratifikasi paris climate agreement tahun 2016. *eJournal Ilmu Hubungan Internasional*, 6(4)
- Zarubin, Bobby. (2015). *Ocean Current Energy: Under Water Turbines*. Diakses pada 10 Desember 2021 dari: <http://large.stanford.edu/courses/2014/ph240/zarubin2/>