

POTENSI SUMBER ENERGI AIR LAUT DI INDONESIA SEBAGAI ALTERNATIF ENERGI LISTRIK

Novi Rahmawati¹, Sudarti², Yushardi³

¹²³Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember

*e-mail: novirahma439@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia menjadi negara dengan wilayah lautan terluas di dunia. Sehingga air laut di Indonesia dapat dimanfaatkan menjadi berbagai sumber energi, salah satunya energi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa berpotensi sumber energi air laut di Indonesia sebagai alternatif energi listrik. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif kualitatif. Penelitian deskriptif kualitatif merupakan penelitian yang mendeskripsikan keadaan dan hasil yang diperoleh secara menyeluruh. Sedangkan untuk teknik pengumpulan data dengan menggunakan penelitian deskriptif kualitatif dengan metode *literature review*. Berdasarkan pengumpulan data didapatkan hasil bahwa energi air laut di Indonesia dapat berpotensi sebagai alternatif energi listrik. Sumber energi air laut di Indonesia dibagi menjadi 4 yakni air laut, suhu air laut, gelombang air laut dan arus air laut. Ke empat sumber energi tersebut dapat dimanfaatkan sebagai alternatif energi listrik menggunakan bantuan teknologi. Teknologi ini berupa *Thermal Energi Conversion (OTEC)*, *Marine Current Turbine* dan *Oscillating Water Column (OWC)*. Kesimpulan dari penelitian ini yakni sumber energi air laut di Indonesia berpotensi sebagai alternatif energi listrik menggunakan bantuan teknologi akan tetapi tidak semua dapat dibangun teknologi yang sama karena setiap wilayah memiliki energi laut yang berbeda.

Keywords : potensi, air laut, energi, listrik

ABSTRACT

Indonesia is a country with the largest sea area in the world. So seawater in Indonesia can be used as a variety of energy sources, one of which is electricity. This study aims to determine how potential seawater energy sources in Indonesia are as an alternative to electrical energy. This research was conducted using a qualitative descriptive method. Qualitative descriptive research is research that describes the situation and results obtained as a whole. As for data collection techniques using descriptive qualitative research with the literature review method. Based on data collection, it was found that seawater energy in Indonesia has the potential as an alternative to electrical energy. Seawater energy sources in Indonesia are divided into 4 namely seawater, seawater temperature, seawater waves, and seawater currents. The four energy sources can be used as an alternative to electrical energy using technological assistance. This technology is in the form of *Thermal Energy Conversion (OTEC)*, *Marine Current Turbine*, and *Oscillating Water Column (OWC)*. The conclusion from this study is that seawater energy sources in Indonesia have the potential as an alternative to electrical

energy using technological assistance, but not all of them can be built with the same technology because each region has different marine energy.

Keywords: *potential, seawater, energy, electricity*

PENDAHULUAN

Indonesia menjadi salah satu negara kepulauan terbesar di seluruh dunia. Hal ini dikarenakan Indonesia memiliki sekitar 17.500 pulau yang terdiri dari 30 % daratan dan 70 % perairan. Dengan ini maka Indonesia memiliki wilayah lautan yang luas, sehingga memiliki keuntungan bagi negara karena dapat dimanfaatkan untuk kepentingan bersama. Luasnya wilayah lautan menjadikan Indonesia berpotensi sebagai sumber energi listrik. Akan tetapi, Masyarakat masih sedikit yang mengetahui bahwa energi air laut di Indonesia berpotensi menjadi tenaga baru terbarukan. Beberapa energi laut seperti suhu dan gelombang bisa menghasilkan energi listrik. Bahkan negara-negara maju telah melakukan observasi dan ekspansi terkait potensi tenaga baru terbarukan untuk membuat dan menghasilkan energi listrik yang dapat menggantikan energi yang berasal dari fosil (Haryadi *et al.*, 2019).

Seiring dengan adanya pertumbuhan penduduk, pembentukan dan peningkatan wilayah serta industri di dunia akan terjadi secara pesat. Bersamaan dengan pertumbuhan penduduk, maka kebutuhan akan energi listrik terus meningkat. Selama ini sumber daya yang digunakan dalam pembangkit energi listrik untuk memenuhi kebutuhan manusia umumnya berasal dari sumber daya tak terbarukan, yang berbahan bakar fosil seperti minyak bumi dan batu bara (Azizie dkk. 2020). Bahan bakar fosil saat ini memiliki jumlah yang semakin terbatas. Dengan ini maka dibutuhkan energi terbarukan untuk menggantikan bahan bakar yang berasal dari fosil.

Tenaga atau energi dapat diartikan sebagai upaya untuk melakukan suatu kerja, oleh karena itu sifat dan bentuk energi tergantung dengan kegunaannya (Supian *et al.*, 2013). Tanpa adanya energi maka semua tidak akan berjalan sesuai dengan kebutuhannya. Begitu pentingnya energi sehingga segala hal dalam kehidupan bergantung pada energi. Mayoritas aktivitas manusia memerlukan energi dalam menjalankannya. Segala alat pendukung rumah tangga seperti perabotan, penerangan, dan mesin-mesin dalam industry dapat berfungsi apabila ada energi. Akan tetapi saat ini ketersediaan energi di alam terbatas sehingga membutuhkan alternative energi (Silitonga dan H. Ibrahim. 2020:5).

Definisi energi terbarukan adalah sumber tenaga yang berasal dari sumberdaya alam yang secara terus menerus selalu terdapat didalam kehidupan. Sumber daya energi ini bisa dikembangkan dengan baik dan aman tanpa mengancam ekosistem yang berada didalamnya. Energi terbarukan ini berasal dari sumber energi yang berada disekitar kita seperti angin, matahari, sampah, dan perairan utamanya lautan. Dalam penulisan ini akan membahas lebih mendalam terkait sumber energi terbarukan yang berasal dari lautan (Riyanto, 2017).

METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif kualitatif dengan metode *literature review*. *literature review* merupakan metodologi penelitian yang bertujuan untuk

mengumpulkan, mengambil intisari dan menelaah dari penelitian-penelitian sebelumnya serta menganalisis beberapa *overview* para ahli yang tertulis dalam teks sebagai acuan (Snyder, 2019). Studi literatur menjadi metode yang sangat penting, mengingat peneliti harus memiliki wawasan luas dan sumber literature yang jelas.

Adapun tahap-tahap pada *literature review* yakni, (1) mencari literatur terkait, (2) Menganalisis dan menentukan data yang relevan, (3) Mengatur dan menyajikan hasil, dan (4) menarik kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

I. Sumber Energi Air Laut

Berdasarkan *literature review* diperoleh bahwa sumber energi air laut di Indonesia tersimpan dalam air laut, suhu air laut, arus air laut, dan gelombang air laut.

1. Air laut merupakan air yang berasal dari lautan. Air ini terasa asin karena air terdiri dari campuran 96,5% air biasa dan 3,5% komponen lain seperti garam, gas terlarut, bahan organik dan partikel lain yang tidak terlarut dalam air. Semua air laut mempunyai kandungan garam yang berbeda. Hal yang menyebabkan adanya garam yang terkandung dalam air laut yakni karena bumi memiliki garam-garam mineral yang terkandung di dalam bebatuan dan tanah. Saat air sungai mengalir ke laut, air membawa garam bersamanya. Selain itu, ombak laut yang menerjang pantai juga bisa menyebabkan terbentuknya garam yang terkandung di bebatuan. Seiring waktu, air laut menjadi asin karena mengandung banyak garam. Air laut yang mengandung garam menjadi elektrolit sehingga dapat dimanfaatkan sebagai litrik (Prastuti, 2017).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Prastuti (2017) diperoleh hasil bahwa air laut dimanfaatkan sebagai elektrolit pada sel baterai sebagai pembangkit tenaga listrik terbarukan. Selain itu dalam penelitian yang dilakukan oleh Andriani (2020) diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Air laut dan tegangan yang dihasilkan

No.	Jumlah air (liter)	Tegangan yang dihasilkan
1.	1	0,86 V
2.	2	1,85 V
3.	3	2,57 V

Dari tabel diatas dapat dijelaskan bahwa semakin banyak jumlah air yang digunakan maka tegangan yang dihasilkan akan semakin besar. Dari hasil penelitian juga diperoleh bahwa untuk menghidupkan lampu diperlukan tegangan sebesar 3,87 V yang diperoleh dari 4 wadah air laut.

2. Suhu air laut merupakan jumlah energi besar berupa panas yang terserap oleh lautan. Suhu air laut ini bermula dari radiasi oleh matahari dan dari magma yang terletak dibawah dasar laut. Oleh sebab itu, maka suhu permukaan laut di Indonesia bekisar antara 25°C sampai 300°C tergantung dari lama penyinaran matahari dan magma yang berada dibawah dasar laut. Semakin lama penyinaran matahari maka suhu air laut akan semakin besar. Begitu pula dengan magma yang berada dibawah dasar laut. Selain itu, Indonesia sebagai negara tropis berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai energi

terbarukan berupa suhu air laut. Suhu air laut yang digunakan dalam pembangkit listrik yakni selisih suhu yang berasal dari suhu permukaan dan suhu air laut (Riyanto, 2017).

3. Arus laut merupakan pergerakan horizontal (gerakan ke kanan atau ke kiri) maupun gerakan vertical (gerakan ke atas) massa air laut dari satu tempat ke tempat lain (Kasharjanto *et al.*, 2017). Sedangkan menurut Haryadi *et al.*, (2019) menjelaskan bahwa

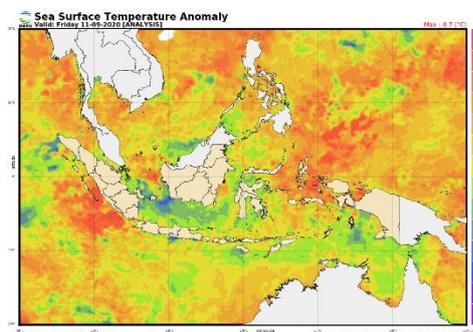
Arus laut merupakan peristiwa dari naiknya permukaan air laut karena efek yang ditimbulkan oleh pergerakan bulan dan matahari serta kombinasi dari pergerakan bumi. Selain itu arus laut memiliki energi kinetik karena memiliki kecepatan yang dimanfaatkan untuk memfungsikan rotor atau turbin untuk menghasilkan listrik.

4. Gelombang air laut merupakan gerakan naik dan turunnya air laut dengan arah yang selalu tegak lurus pada permukaan air laut. Gelombang air laut ini dapat dimanfaatkan sebagai alternatif energi pengganti fosil.

II. Teknologi Energi Air Laut di Indonesia

Berdasarkan *literature review* diperoleh bahwa teknologi sumber energi air laut di Indonesia sebagai berikut:

1. *Ocean Thermal Energi Conversion (OTEC)* atau konversi energi panas laut merupakan teknologi yang menggunakan perbedaan suhu air laut di permukaan dan suhu di dalam air laut. Suhu permukaan air laut akan lebih panas jika dibandingkan dengan suhu laut bagian dalam. Berikut merupakan gambaran terkait suhu permukaan laut di Indonesia pada tahun 2020:

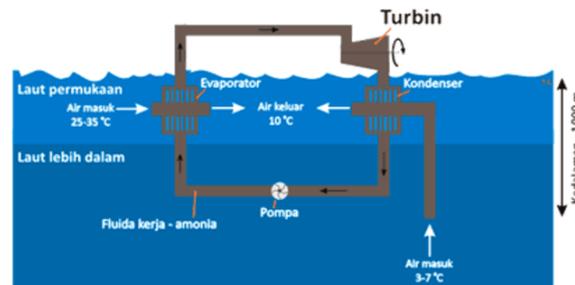


Gambar 1. Suhu permukaan laut Indonesia 2020
(Sumber: Bmkg, 2020)

Berdasarkan gambar diatas, suhu permukaan air laut di Indonesia tidak merata. Sehingga hal ini akan menyebabkan tidak semua wilayah laut di Indonesia cocok untuk dibangun *Thermal Energi Conversion (OTEC)*. Karena perbedaan suhu antara permukaan air laut dengan suhu dasar laut yang tidak terlalu jauh sehingga tidak dapat digunakan untuk menjalankan mesin penggerak yang menggunakan asas termodinamika.

Selain itu, wilayah territorial laut di Indonesia memiliki kedalaman yang berbeda-beda. Sehingga tidak semua dapat dimanfaatkan untuk dibangun teknologi *Thermal Energi Conversion (OTEC)*. Semakin dalam laut di wilayah tersebut, maka semakin tinggi selisih antara suhu permukaan dan suhu dasar laut. Semakin dangkal laut di wilayah tersebut, maka semakin rendah selisih antara suhu permukaan dan suhu dasar laut dan memiliki potensi semakin sedikit.

Selisih suhu antara permukaan air laut dengan bagian dalam air laut dapat digunakan sebagai penggerak mesin berdasarkan asas termodinamika. Asas termodinamika ini memanfaatkan rendahnya titik didih yang dimiliki oleh suatu zat, pada prinsip dasarnya mesin penggerak ini dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik (Riyanto, 2017). Secara umum, prinsip kerja OTEC dapat digambarkan sebagai berikut



Gambar 2. Prinsip kerja OTEC secara umum

(sumber: Firmansyah, M., 2020)

Dari beberapa literature yang meneliti terkait Energi Panas Laut *Thermal Energy Conversion (OTEC)* diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Wilayah dan selisih suhu

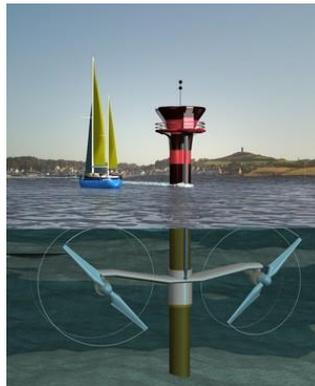
No.	Wilayah	Selisih suhu
1.	Papua Barat	> 20°C
2.	Kalianget Donan Cilacap	32° – 34°C
3.	Selat Makassar	23,57°C

Berdasarkan tabel di atas dapat dideskripsikan bahwa di wilayah Papua Barat memiliki selisih suhu permukaan dengan dasar air laut lebih dari 20°C. yang mana hal ini telah memenuhi syarat untuk dibangun teknologi OTEC yang dapat dimanfaatkan sebagai alternate energi listrik. Yang mana nilai efisiensi terkecilnya mencapai 7,21% dan efisiensi terbesarnya mencapai 7,67%. Potensi energi listrik yang dihasilkan dari teknologi OTEC di daerah utara Papua Barat mencapai 1.881 GWh/tahun (Aprilia dkk 2019). Sedangkan menurut Hendrawan (2017) berdasarkan penelitiannya di wilayah kaliangget donan Cilacap diperoleh hasil bahwa wilayah perairan tersebut cukup dimanfaatkan sebagai alternative energi listrik menggunakan OTEC karena suhu permukaan laut mencapai 32°C – 34°C. Sedangkan menurut Hammad *et al.*, (2020) berdasarkan penelitiannya di Selat Makassar yang memiliki rata-rata selisih suhu permukaan laut 23,57°C dengan menggunakan mesin Carnot rata-rata berefisiensi 7,7% dapat menghasilkan sebesar 177,66 MW daya kotor serta sebesar 13,85 MW daya bersih potensi energi OTEC.

2. Marine Current Turbine

Marine Current Turbine merupakan teknologi yang memanfaatkan arus laut. Arus laut ini nantinya akan menggerakkan turbin sehingga akan menghasilkan energi listrik.

Teknologi ini bekerja sama halnya layaknya pembangkit listrik tenaga angin yang memiliki kincir tetapi bedanya Marine current turbine berada di bawah laut. Kincir ini dipasangkan pada sayap yang berada di kanan dan kiri yang membentuk posisi horizontal dari benda yang berbentuk silinder memanjang yang kemudian dibor ke dasar laut. Selanjutnya kincir ini akan memutar turbin yang selanjutnya akan menjadi penggerak generator yang tersambung dengan gearbox. Kemudian pergerakan generator ini akan menghasilkan energi listrik (Haryadi *et al.*, 2019). Berikut merupakan gambaran Marine Current Turbine :



Gambar 3. *Ilustrasi Marine Current Turbine*
(Sumber: Hydro Review, 2013).

Berdasarkan dari hasil berbagai penelitian terdahulu, maka didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 3. Wilayah dan kecepatan arus

No.	Wilayah	Kecepatan arus
1.	Pulau Sugi, Kepulauan Riau	2,93 cm/s
2.	Selat Gaspar	2,120 m/s
3.	Pantai Ampenan	1,8-2,4 m/s

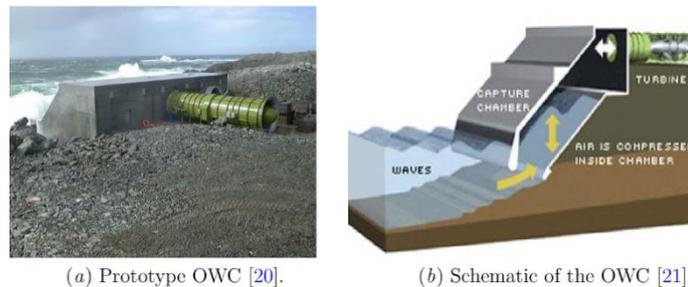
Berdasarkan tabel tersebut dapat dideskripsikan bahwa di Pulau Sugi adalah daerah yang sangat berpotensi untuk diterapkan sebagai tempat untuk membangun teknologi yang dapat mengubah tenaga arus menjadi energi listrik. Data ini berdasarkan hasil penelitian Suryansyah (2013) di Kepulauan Riau tepatnya pulau-pulau yang berukuran kecil diperoleh bahwa Pulau Sugi memiliki kecepatan rata-rata arus 2,93 cm/s dengan kecepatan terbesar mencapai 5,74 cm/s dan kecepatan terkecil mencapai 0,21 cm/s. jika dibandingkan dengan pulau-pulau lain maka Pulau Sugi lebih berpotensi karena dari arus rata-rata tersebut diperoleh daya listrik rata-rata yang dihasilkan mencapai 15.567,19 w/h.

Selanjutnya menurut Natalie *et al.*, (2016) berdasarkan hasil penelitiannya di perairan Selat Gaspar mencapai kecepatan arus maksimum sebesar 2,120 m/s di kedalaman 1 m dari permukaan air laut pada kondisi surut menuju pasang saat bulan Desember yang menghasilkan daya sebesar 4.883,165 W/m². Selain itu berdasarkan penelitiannya

diperoleh bahwa kecepatan arus akan mengalami pengurangan seiring dengan dalamnya air laut/mendekati dasar. Akan tetapi kecepatan ini tidak terjadi secara terus-menerus dan mencapai kecepatan maksimum saat bulan desember saja sehingga untuk bulan-bulan lainnya kurang berpotensi karena menghasilkan kecepatan arus yang minimum sehingga untuk selat Gaspar ini kurang berpotensi untuk dibangun Marine Current Turbine. Selanjutnya pada penelitian yang dilakukan oleh Widiyanti (2013) diperoleh hasil bahwa di kawasan Pantai Ampenan memiliki kecepatan arus sekitar 1,8-2,4 m/s sehingga memiliki potensi sebagai lokasi untuk dibangun Marine Current Turbine dan dapat menjadi sumber energi listrik alternative bagi masyarakat sekitarnya.

3. Oscillating Water Column (OWC) atau kolom air berosilasi merupakan teknologi yang memanfaatkan gelombang air laut sebagai alternative energi listrik. OWC ini memanfaatkan gelombang laut untuk memutar turbin. Turbin dapat berputar karena dalam ruangan tertutup akan menghasilkan tekanan udara sehingga turbin bergerak (Partjiman *et al.*, 2018).

Sistem OWC dapat menghasilkan listrik dari gelombang laut yang masuk ke dalam kolom osilasi berlubang. Gelombang laut ini akan mengakibatkan gerakan naik turunnya air laut sehingga udara dapat masuk dari lubang bagian atas kolom. Turbin akan bergerak karena adanya tekanan dalam kolom tersebut. Tenaga mekanik atau tenaga potensial yang berupa ketiggian gelombang dan tenaga kinetic yang berupa kecepatan gelombang dari hasil system tersebut akan mengaktifkan generator secara langsung yang selanjutnya akan menjadikan turbin atau generator bergerak (Royyana *et al.*, 2015). Untuk system OWC dapat dilihat pada gambar berikut:



(a) Prototipe OWC [20]. (b) Skema of the OWC [21].
Gambar 4. (a) Prototipe OWC dan (b) Skema OWC
 (Sumber: Hasan, M dan Manasseh, R., 2014)

Tabel 4. Data ketinggian gelombang satu minggu kedepan

No.	Wilayah	Ketinggian gelombang (m)						
		Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5	Hari ke-6	Hari ke-7
1.	Laut Natuna	0-1,5	0-1,5	0-1,5	1-3	0-3	0-3	0-2
2.	Laut Sulawesi	0-1	0-2	0-3	0-2,5	0-2	0-1,5	0-1
3.	Laut Jawa	0-1,5	0-2	0-1	0-2	0-1,25	0-1,5	0-2
4.	Laut Bali	0-0,75	0-3	0-0,75	0-0,5	0-1,25	0-1,5	0-1,25
5.	Laut Sawu	0-1,5	0-1	0-1	0-1,5	0-2	0-1,5	0-1,5
6.	Laut Flores	0-0,75	0-1,25	0-1,25	0-0,5	0-0,5	0-1,25	0-1,25
7.	Laut Maluku	0-2,5	0-1,25	0-1,5	0-1,25	0-1,25	0-1	0-1,25
8.	Laut Seram	0-0,75	0-0,5	0-0,75	0-0,5	0-1	0-0,5	0-1,25
9.	Laut Banda	0-1	0-0,5	0-0,5	0-0,5	0-1	0-0,75	0-0,75

10.	Laut Timor	0-0,5	0-0,5	0-0,5	0-0,5	0-0,75	0-0,75	0-1
11.	Laut Arufuru	0-0,5	0-0,5	0-0,5	0-0,5	0-0,75	0-1	0-0,75
12.	Laut Halmahera	1-1,5	0-1,5	0-1,5	1-2	0,75-1,25	0-2	0-1,25

Data diatas merupakan data perkiraan gelombang satu minggu kedepan tepatnya dimulai pada tanggal 17 November 2022 sampai 23 November 2022 yang diambil dari BMKG. Wilayah yang memungkinkan untuk dibangun teknologi OWC adalah wilayah dengan ketinggian gelombang yang besar. Hal ini berdasarkan hasil penelitian dari Rendi dan J. Arifin (2020) yang memperoleh hasil bahwa semakin tinggi gelombang maka akan semakin cepat putaran turbin sehingga berpotensi menghasilkan energi listrik yang semakin besar, begitu pula sebaliknya semakin rendah gelombang maka semakin lambat putaran turbin sehingga menghasilkan energi listrik yang kecil. Berdasarkan data di atas maka wilayah laut di Indonesia yang berpotensi untuk dibangun OWC adalah laut Natuna, laut Sulawesi, Laut Jawa, Laut Bali, Laut Maluku dan Laut Halmahera. Hal ini dikarenakan wilayah laut tersebut memiliki ketinggian gelombang di atas 1,5 m sehingga memungkinkan untuk dibangun teknologi OWC.

Berdasarkan penelitian terdahulu juga diperoleh hasil bahwa wilayah perairan laut yang ada di Indonesia berpotensi untuk diterapkan PLTGL yang berupa system kolom air berosilasi atau OWC. Akan tetapi tidak semua dapat diterapkan karena ada beberapa tempat yang menghasilkan daya kecil seperti Selat Malaka. Namun banyak wilayah yang berpotensi untuk dibangun teknologi OWC yakni pada perairan Selat Banten hingga Jawa, perairan wilayah selatan Jawa Tengah dan Jawa Timur serta perairan laut Arafuru (Utami, 2010). Sedangkan menurut Safitri dkk (2016) berdasarkan hasil analisis dan pengkajiannya terkait OWC maka wilayah yang berpotensi tinggi dalam memproduksi daya listrik di musim barat dengan nilai sebesar 831.370,47 Watt yakni Pantai Temajak Kab. Sambas, Pantai Pulau Karimata Kab. Kayong Utara dan Pantai Pulau Bawal Kab. Ketapang. Daya listrik tertinggi berada di Pantai Pulau Karimata, Kab. Kayong Utara.

Sedangkan menurut Jasron dkk (2022) berdasarkan hasil analisis dan penelitiannya terkait pemanfaatan gelombang di wilayah perairan laut Timor sebagai energi terbarukan menggunakan teknologi OWC bahwa dengan ketinggian gelombang di wilayah Timor pada periode 2019 yang berkisar 1,5-2,5 meter akan menghasilkan daya minimum yang dapat dibangkitkan kurang lebih 4.459,416 Watt dan daya maksimum yang dapat dibangkitkan yakni kurang lebih sebesar 20.593,61 Watt. Sedangkan menurut Setiyawan dan N. Abdulrahim (2020) berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitiannya yakni dengan tinggi gelombang 0,24 meter akan menghasilkan daya sebesar 0,688 Watt. Sehingga untuk wilayah perairan laut yang memiliki tinggi gelombang 0,24 meter kurang berpotensi untuk dibangun OWC karena menghasilkan daya yang kecil.

PENUTUP

Dari beberapa penelitian maka dapat diambil kesimpulan bahwa sumber energi air laut di Indonesia berpotensi sebagai alternative energi listrik. Akan tetapi memerlukan bantuan teknologi seperti *Thermal Energi Conversion (OTEC)*, *Marine Current Turbine*, dan

Oscilating Water Column (OWC). Selain itu, tidak semua wilayah laut di Indonesia dapat dibangun teknologi tersebut dikarenakan menghasilkan daya listrik yang kecil sehingga memerlukan study lebih lanjut terkait daerah-daerah yang berpotensi untuk dibangun teknologi-teknologi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriani. (2020). Pemanfaatan Air Laut Sebagai Sumber Cadangan Energi Listrik. *Vertex Elektro*, 12 (02): 22-33
- Afkarina, D., dan Sudarti. (2022). Ultraviolet Door's sebagai disinfektan pada pintu kelas untuk mencegah penyebaran virus covid-19. *Gema Lingkungan Kesehatan*. 20 (02): 98-104.
- Aprilia, E., A. Aini, Z. A. Frakusya, dan A. Safril . (2019). Potensi Panas Laut Sebagai Energi Baru Terbarukan Di Perairan Papua Barat Dengan Metode *Ocean Thermal Energi Conversion (OTEC)*. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*. 6 (2): 7-14.
- Azizie, M. R., D. A. Wicaksono, dan Fitriana. (2020). Analisis Energi Gelombang Air Laut Menggunakan Teknologi *Oscillating Water Column*. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi*. 2 (1): 1-10.
- Hammad, F. K., B. Rochaddi, Purwanto, dan H. Susmoro. (2020). Identifikasi Potensi *Ocean Thermal Energi Conversion (Otec)* di Selat Makassar Utara. *Indonesian Journal of Oceanography*. 02 (02)
- Haryadi, D., D. Notosudjono., H. Soebagia. (2019). Studi Potensi Dan Teknologi Energi Laut Di Indonesia. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektro*. 1(1):1-14.
- Hendrawan, A. (2017). Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga OTEC (Ocean Thermal Energi Conversion) Wilayah Kalianget Donan Cilacap. *Jurnal Ilmu-Ilmu Kemaritiman, Manajemen dan Transportasi*. 15 (24): 66-79
- Jasron, J. U., D. P. Mangesa, K. Boimau, B. V. Tarigan, E. U. K. Maliwemu, dan M. Salombe. (2022). nalisa Potensi Gelombang Laut sebagai Sumber Energi Terbarukan Menggunakan Perangkat *Oscillating Water Column (OWC)* Di Wilayah Perairan Laut Timor. *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana*. 09 (01): 14-20.
- Kasharjanto, A., D. Rahnuna, dan Rina. (2017). Kajian Pemanfaatan Energi Arus Laut Di Indonesia. *Jurnal Wave*. 11 (2): 75-84.
- Natalie, E., Purwanto, A. Ismanto, dan B. Priyono. (2016). Analisis Karakteristik Arus Laut Untuk Pemanfaatan Potensi Energi Alternatif Di Perairan Selat Gaspar. *JURNAL OSEANOGRAFI*. 5 (3): 317 – 324.
- Prastuti, O. P. (2017). Pengaruh Komposisi Air Laut dan Pasir Laut Sebagai Sumber Energi Listrik. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*. 1 (1): 35-41.
- Rendi dan J. Arifin. (2020). Prototip *Oscillating Water Columb (Owc)*. *Jurnal Teknik Mesin UNISKA*. 5 (1) : 14-17.
- Riyanto, S. (2017). Kajian Pemanfaatan Potensi Suhu Air Laut Sebagai Sumber Energi Terbarukan Menghasilkan Energi Listrik. *Jurnal Inovtek Polbeng*. 7 (1): 20-28.
- Royyana, M. B. N., U. Budiarto, dan G. Rindho. (2015). Analisa Bentuk *Oscillating Water Column* Untuk Pemanfaatan Gelombang Laut Sebagai Sumber Energi Terbarukan

- Dengan Metode *Computational Fluid Dynamic* (Cfd). *Jurnal Teknik Perkapalan*, 3 (1): 47-55.
- Safitri, L. E., M. I. Jumarang., dan Apriansyah. (2016). Studi Potensi Energi Listrik Tenaga Gelombang Laut Sistem *Oscillating Water Column* (OWC) di Perairan Pesisir Kalimantan Barat. *POSITRON*. 4 (1): 08 – 16.
- Setiyawan dan N. Abdulrahim. (2020). Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Menggunakan Teknologi *Oscilating Water Column* (OWC) di Perairan Marana. *REKONSTRUKSI TADULAKO: Civil Engineering Journal on Research and Development*, 2 (1): 59-68.
- Silitonga. A. S., dan H. Ibrahim. (2020). *Buku Ajar Energi Baru dan Terbarukan*. Sleman: Deepublish.
- Snyder, H. (2019). ‘Literature review as a research methodology: An overview and guidelines’. *Journal of Business Research*, 104: 333–339.
- Supian, B., Suhendar, dan R. Fahrizal. 2013. Studi Pemanfaatan Arus Laut Sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif di Wilayah Selat Sunda. *SETRUM*. 2 (1): 49-57
- Suryansyah, Y. (2013). Potensi Energi Arus Laut Untuk Pembangkit Tenaga Listrik Di Pulau-Pulau Kecil (Studi :Pulau Mantang di Bintan, Pulau Abang di Batam, dan Pulau Sugi di Karimun, Propinsi Kepulauan Riau). *Jurnal Kelautan Nasional*. 8 (1): 27-34.
- Utami, S. R. (2010). Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Dengan Menggunakan Sistem *Oscilating Water Column* (Owc) Di Tiga Puluh Wilayah Kelautan Indonesia. *Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia*.
- Widiyanti, B. L. (2013) .Analisis Potensi Energi Arus Laut di Pantai Ampenan, Kota Mataram, Provinsi NTB.