

PEMANFAATAN *OCEAN THERMAL ENERGY CONVERSION* (OTEC) MENGGUNAKAN *INTERNET OF THINGS* (IOT) SEBAGAI ENERGI CADANGAN

Abigail Tumbelaka, Qonita Alya Mukhbita Putri
Fikih Hidayat, S.Pd., M.Si.
SMA Negeri 21 Kota Bekasi
abigailtmbk@gmail.com

ABSTRAK

Pengembangan energi terbarukan di Indonesia menjadi isu yang minim diketahui oleh masyarakat sekitar, terutama pada daerah Pantai Tureloto, Sumatera Utara. Posisi pantai tersebut terpisah dari Sumatera Utara dan memiliki keterbatasan dalam pemasokan energi listrik. Pantai Tureloto ini dikenal sebagai ‘Laut Mati’ yang dimana merupakan pantai dengan air laut dengan kadar garam yang tinggi sehingga mencapai 33,7% dibandingkan air laut pada umumnya yaitu berkisaran 3,5% (Agustina, 2023). Larutan air garam dapat menghantarkan elektrolit dengan massa 50 gram yaitu sekitar 3,43 watt (MAS Rezki, 2019) sehingga suhu yang dapat dihantarkan akan cukup tinggi. Oleh karena itu, kami berinovasi untuk menyediakan energi cadangan khususnya melalui energi air laut dengan menerapkan sistem *Ocean Thermal Energy Conversion* (OTEC) dengan *Internet of Things* (IoT) dalam pemantauan dan pengendalian efisiensi sistem. Teknologi ini memungkinkan pemantauan dan penyesuaian otomatis untuk menjaga efisiensi dalam produksi energi, sehingga OTEC dapat menjadi sumber daya yang andal dan berkelanjutan. Metode penelitian yang kami terapkan adalah dengan menggunakan metode prototype dan pengolahan data yang melibatkan pembuatan model dari sistem yang kami usulkan. Teknologi ini mampu memberikan dampak positif serta emisi karbon yang rendah bagi masyarakat, serta dapat meningkatkan pengembangan energi terbarukan dalam dunia maritim di masa depan.

Kata Kunci: *Energi Terbarukan, Ocean Thermal Energy Conversion, Internet of Things*



PENDAHULUAN

Masyarakat di Pantai Tureloto masih memerlukan pasokan listrik yang lebih besar untuk mendukung kehidupan sehari-hari dan perkembangan daerah tersebut. Pantai ini terletak di Desa Balefadorotuhu, Kecamatan Lahewa, Kabupaten Nias Utara. Air laut pada pantai Tureloto dikenal sebagai "Laut Mati" karena salinitas airnya yang sangat tinggi, mencapai 33,7%, jauh di atas rata-rata salinitas air laut pada umumnya yang sekitar 3,5% (R Kusumo, 2022). Tingginya kadar garam di Pantai Tureloto berkontribusi pada suhu permukaan laut yang relatif tinggi, yakni berkisar antara 29°C hingga 33,5°C (AEB Zebua et al. 2017). Data terbaru dari Ventusky (2024) menunjukkan suhu permukaan air laut di lokasi ini mencapai 31°C, yang sejalan dengan temuan sebelumnya.

Melihat kebutuhan energi dan potensi geografisnya, penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan teknologi *Ocean Thermal Energy Conversion* (OTEC) dengan sistem *Internet of Things* (IoT) sebagai solusi dalam memenuhi kebutuhan energi di wilayah ini.

OTEC merupakan teknologi terbaru yang dikembangkan oleh salah satu fisikawan asal Perancis pada tahun 1881 yaitu Jaques d'Arsonval merupakan orang yang pertama kali mengemukakan konsep pembangkit *Ocean Thermal Energy Conversion* (OTEC) dengan penggunaan yang memakai siklus Rankine. Sehingga pada tahun 1930 pusat pembangkit OTEC Teluk Matanzas dekat dengan Kuba menghasilkan daya sekitar 22KW (Tanoto, 2009).

Untuk meningkatkan efisiensi dan pemantauan kinerja sistem OTEC, integrasi dengan sistem *Internet of Things* (IoT) menjadi sangat penting. IoT memungkinkan pengumpulan data secara *real-time* mengenai suhu air laut, kecepatan arus, dan parameter lingkungan lainnya. Data-data ini kemudian dapat dianalisis untuk mengoptimalkan kinerja sistem OTEC, melakukan prediksi produksi energi, serta mendeteksi adanya kerusakan. Selain itu, IoT juga memungkinkan pemantauan dan pengendalian sistem OTEC dari jarak jauh, sehingga memudahkan dalam operasional dan pemeliharaan.

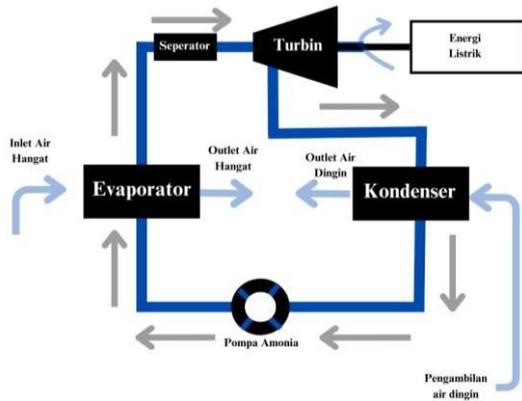
TINJAUAN PUSTAKA

Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC)

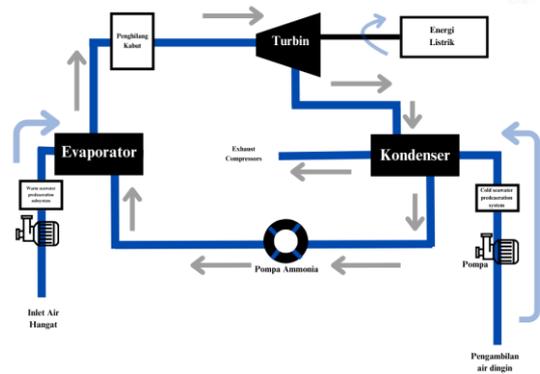
OTEC adalah teknologi energi terbarukan yang memanfaatkan perbedaan suhu antara permukaan laut dan kedalaman untuk menjalankan generator dan menghasilkan listrik. Di wilayah tropis maritim, sumber energi terbarukan yang sangat potensial berasal dari sumber daya termal yang ada di lapisan termoklin samudera (Duxbury et al., 2002). Melihat letak geografis perairan Indonesia, terutama di Selat Makassar, suhu air di permukaan cenderung tinggi dan stabil (Ilahude & Gordon, 1996).

Suhu termal konversi untuk air laut biasanya di implementasikan antara permukaan laut dengan kedalaman kurang dari 1.000 meter dan untuk kedalaman lautan mencapai 5.000 – 10.000 meter. Untuk mencapai suhu hangat yaitu 29°C hingga 33,5°C dan untuk suhu dingin mencapai 4°C. Sistem konversi energi termal laut ini biasanya diimplementasikan pada perbedaan suhu antara permukaan laut hingga kedalaman kurang dari 1.000 meter, serta di kedalaman laut yang mencapai 5.000 hingga 10.000 meter. Suhu hangat di permukaan laut berkisar antara 29°C hingga 33,5°C (AEB Zebua et al. 2017), sedangkan suhu dingin di kedalaman laut dapat mencapai 4°C (Ventusky, 2024). OTEC mengubah energi panas air laut menjadi listrik dengan memanfaatkan perbedaan suhu antara panas air laut di permukaan laut dan air laut dingin di kedalaman air laut. Konsep ini dapat bekerja optimal jika perbedaan suhu permukaan dan dalam air laut di atas 20°C.

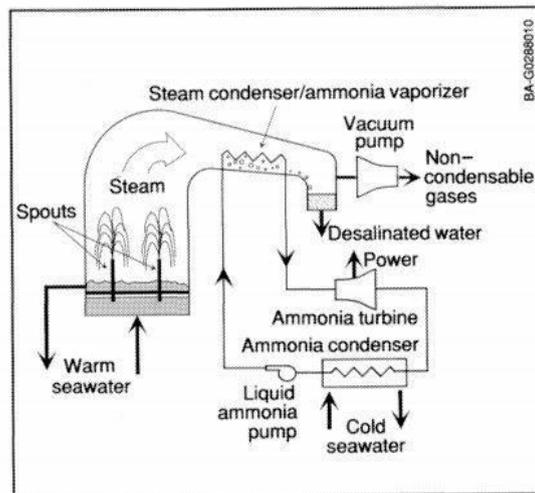




Gambar 1. Closed-Cycle OTEC



Gambar 2. Open-Cycle OTEC



Sumber: Solar Energy Research Institute

Gambar 3. Hybrid-Cycle OTEC

Pada *Gambar 1*. OTEC memiliki empat komponen utama yaitu penukar panas, fluida kerja, turbin generator, dan pompa. Air laut hangat melewati evaporator, memberikan panas kepada fluida kerja, dalam hal ini amonia, kemudian fluida kerja akan berubah menjadi fase gas. Amonia yang menguap dipompa untuk menggerakkan turbin dan menghasilkan listrik menggunakan generator. Setelah itu, fluida kerja bertekanan rendah akan dikondensasikan menjadi bentuk cair menggunakan air dingin yang dipompa dari laut dalam. Untuk mempertahankan siklus, amonia cair akan dipompa kembali ke evaporator. Siklus inidiulang terus menerus (Brian K, 1985). Sedangkan pola siklus *Gambar 2*. Merupakan siklusterbuka. Air permukaan yang lebih hangat masuk melalui katup ke dalam kompartemen bertekanan rendah dan diuapkan secara cepat. Uap tersebut menggerakkan generator dan dikondensasikan oleh air laut dingin yang dipompa dari bawah. Air yang terkondensasi tersebut dikumpulkan, karena merupakan air tawar, digunakan untuk berbagai tujuan. Selain itu, air laut dingin yang dipompa dari bawah dapat digunakan untuk memfasilitasi kondensasi, sehingga masuk ke dalam sistem pendingin udara. Dengan demikian, sistem dapat menghasilkan listrik, air tawar, dan pendingin udara. Selanjutnya, air dingin dapat berpotensi digunakan untuk tujuan akuakultur, karena air laut dari daerah yang lebih dalam dekat dasar laut mengandung berbagai nutrisi, seperti nitrogen dan fosfat (Kempener R & Frank, 2014).



Selain itu, ada siklus gabungan yaitu siklus *hybrid* pada *Gambar 3*. Yang dimana merupakan kombinasi antar siklus tertutup dan siklus terbuka dimana *flash evaporator seawater* digunakan sebagai fluida kerja siklus tertutup. Air laut hangat memasuki ruang vakum dimana *flash evaporator* menguap menjadi uap, yang mirip dengan proses penguapan siklus terbuka. Uap akan menguapkan cairan kerja dari *loop* siklus tertutup di sisi lain alat penguap amonia. Cairan evaporasi kemudian menggerakkan turbin yang menghasilkan listrik. Uap mengembun di dalam heat exchanger untuk menghasilkan air yang terdesinasi. (Bechtel & Netz, 2016). Implementasi material maupun alat OTEC sendiri dibagi menjadi dua yaitu *land plant based* (implementasi di daratan) dan *floating plant* (implementasi di lepas pantai).



Sumber: *Environmental journalist OTEC*

Gambar 4. Land Plant Based



Gambar 5. Floating Plant Based

Implementasi pada *Gambar 4*. berbasis daratan yang dibangun dekat daerah pesisir. Alat ini membutuhkan sistem perpipaan untuk mengangkut air laut dingin dari laut dalam ke pembangkit listrik dan air permukaan yang hangat ke pembangkit listrik. Meskipun pembangkit listrik berbasis darat menawarkan lingkungan operasi yang lebih stabil dan terkontrol, mereka dibatasi oleh ketersediaan saluran laut dalam yang cocok dan kebutuhan infrastruktur yang luas, termasuk pipa dan saluran transmisi listrik. Pada *Gambar 5*. beroperasi di perairan laut dalam jauh dari garis pantai. Platform-platform ini memanfaatkan gradien suhu alami antara perairan permukaan yang hangat dan perairan dalam yang dingin untuk menghasilkan listrik. Dengan sifatnya yang dapat bergerak, platform-platform pelampung ini dapat diposisikan di area dengan gradien suhu yang paling menguntungkan, memaksimalkan produksi energi. Mereka menawarkan beberapa keuntungan, termasuk dampak lingkungan yang lebih rendah pada daerah pesisir, fleksibilitas yang lebih besar dalam penyebaran, dan potensi untuk menghasilkan listrik dalam skala besar.

Pemakaian rumus untuk efisiensi dan perhitungan daya pada pembangkit listrik tenaga panas laut (Ocean Thermal Energy Conversion/OTEC) sangat penting untuk menentukan seberapa efektif sistem tersebut dalam mengubah energi panas laut menjadi listrik. Efisiensi OTEC biasanya dihitung menggunakan rumus *Carnot Efficiency*, yang berkaitan dengan perbedaan suhu antara air laut permukaan yang hangat dan air laut dalam yang lebih dingin. Secara umum, efisiensi Carnot adalah adalah suhu absolut (dalam Kelvin) air dingin dan air hangat. Semakin besar perbedaan suhu, semakin tinggi efisiensi sistem OTEC. Selain itu, daya yang dihasilkan juga dapat dihitung berdasarkan laju aliran air dan





selisih entalpi, yang menunjukkan seberapa besar energi yang dapat diekstraksi dari proses tersebut untuk menghasilkan listrik. Perhitungan ini sangat krusial dalam optimisasi sistem OTEC untuk mendapatkan daya besar dengan efisiensi yang optimal.

Tabel. 1 Efisiensi Daya Besar OTEC

Perhitungan Efisiensi dan Besar Daya OTEC	Rumus
Efisiensi Carnot	$\eta = 1 - (TC/TW)$
Perubahan Penambahan Panas (J/kg)	$Q_A = h_1 - h_4$
Panas Sisa	$ Q_r = h_3 - h_2$
Kerja Pompa	$ W_r = h_4 - h_3$
Kerja Siklus Net	$W_{net} = (h_1 - h_2) - (h_4 - h_3)$
Efisiensi Panas	$\eta = \frac{W_{net}}{Q_A} = \frac{(h_1 - h_2) - (h_4 - h_3)}{(h_1 - h_4)}$
Kerja Turbin	$W_r = h_1 - h_2$

Sumber: Program Studi Teknika, Akademi Maritim Nusantara

Keterangan:

- η = Efisiensi carnot
- TW = Temperatur air hangat
- TC = Temperatur air dingin
- Q = Rasio yang mewakili laju aliran suhu air hangat ($Q_{ww} = 10 \text{ m}^3/\text{s}$) dan air dingin ($Q_{cw} = 5 \text{ m}^3/\text{s}$).

Dengan memanfaatkan perbedaan suhu antara permukaan laut yang hangat dan air laut dalam yang dingin untuk menghasilkan energi listrik. Prinsip kerjanya mirip siklus air di alam, namun dalam skala lebih kecil. Meskipun memiliki potensi yang sangat besar, terutama di negara kepulauan tropis seperti Indonesia, OTEC masih menghadapi sejumlah tantangan seperti biaya investasi yang tinggi dan efisiensi yang perlu ditingkatkan. Namun, dengan terus berkembangnya teknologi dan semakin meningkatnya kesadaran akan pentingnya energi bersih, OTEC memiliki prospek yang cerah sebagai salah satu sumber energi terbarukan di masa depan.

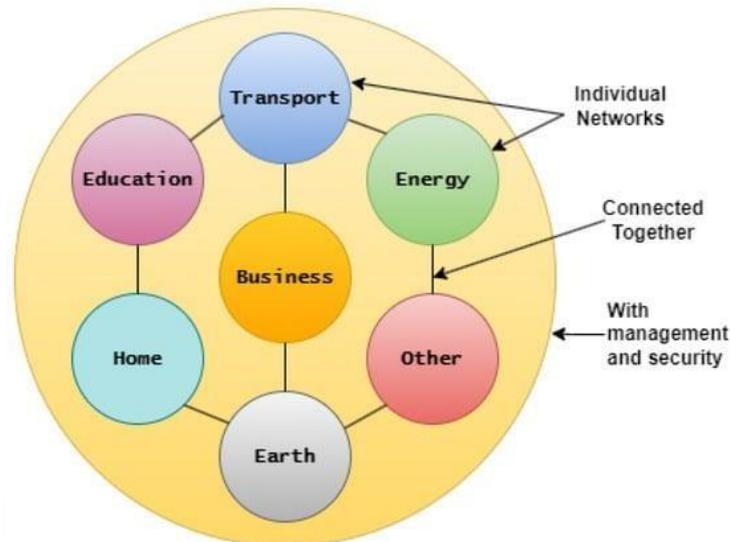
Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep di mana perangkat fisik, seperti sensor, mesin, kendaraan, dan peralatan rumah tangga, terhubung ke internet dan dapat saling berkomunikasi tanpa interaksi manusia langsung. Dengan kemampuan ini, perangkat IoT dapat mengumpulkan, berbagi, dan menganalisis data secara real-time, memungkinkan otomatisasi, efisiensi, dan pengambilan keputusan yang lebih baik di berbagai sektor, seperti kesehatan, manufaktur, transportasi, dan rumah pintar. IoT mempermudah integrasi dunia fisik dengan dunia digital, menghadirkan inovasi dalam cara kita hidup dan bekerja. (P. P Ray, 2016).



IoT dapat di implementasikan dengan koneksi dan integritas suatu perangkat yang saling terhubung sehingga dapat menciptakan ekosistem yang lebih efisien. Pada pengumpulan data, perangkat IoT dilengkapi dengan sensor maupun aktuator sehingga dapat mentransferkan data mengenai suhu, kelembapan, maupun status suatu perangkat (Robin C, 2023).

Internet of Things



Sumber: School of Computing and Engineering, Quinnipiac University, Hamden, CT 06518, USA

Gambar 6. Domain Aplikasi IoT

Perangkat maupun media yang terhubung yang bertujuan untuk memantau kondisi secara *real-time* sehingga mengoptimalkan efisiensi suatu media yang di implementasikan oleh IoT.

Pantai Tureloto

Pantai Tureloto memiliki posisi yang cukup strategis, terletak di Desa Balefadorotuhu, Kecamatan Lahewa, Kabupaten Nias Utara, Sumatera Utara. Karakteristik pantai Tureloto sebagai “laut mati” dengan kandungan garam yang sangat tinggi. Posisi letak geografisnya pun berada di koordinat geografis 1° 22’–10° 26’ LU dan 97° 05’–97° 09’ BT (AEB Zebua et al., 2017). Kadar garam di laut tersebut mencapai 33,7% yang dimana pada umumnya air laut hanya 3,5% (Y Hendrik, 2017). Penduduk kawasan desa yang berada di Nias Utara mengalami beberapa kendala dalam pemasokan listrik, pemadaman listrik yang terjadi, dan tidak meratanya pengadaptasian listrik (M Siahaan, 2024). Data pendukung menunjukkan hasil suhu yang mencapai 29°C–31°C menghasilkan hasil yang cukup tinggi (Ventusky 2024).



Sumber: Ventusky

Gambar 8. Data Pendukung

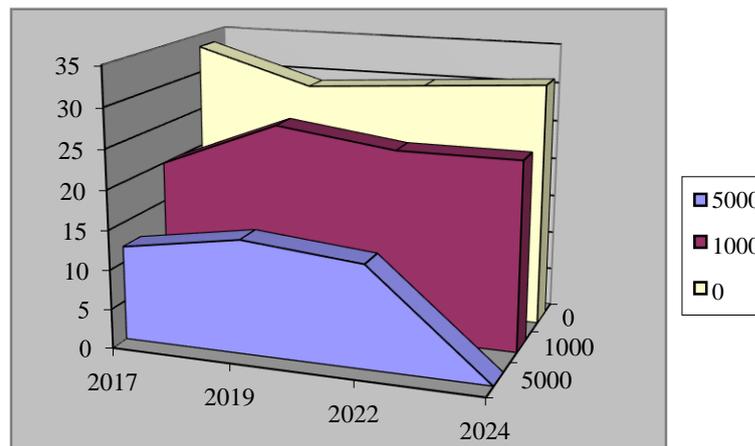


PEMBAHASAN

Pengaplikasian OTEC

Penerapan OTEC di daerah pesisir Tureloto sebagai sumber listrik cadangan merupakan inovasi yang relevan untuk mengatasi masalah pasokan listrik yang tidak stabil khususnya daerah Nias Utara. Sistem OTEC ini akan diintegrasikan dengan teknologi IoT guna memfasilitasi transfer data, memberikan informasi secara real-time, serta memonitor kondisi material yang digunakan di OTEC dan lingkungan sekitarnya melalui sensor-sensor yang terhubung.

Tabel 2. Perbandingan suhu 2017-2024



Sumber: BMKG, Pasanglaut, Vesntusky 2017-2024)

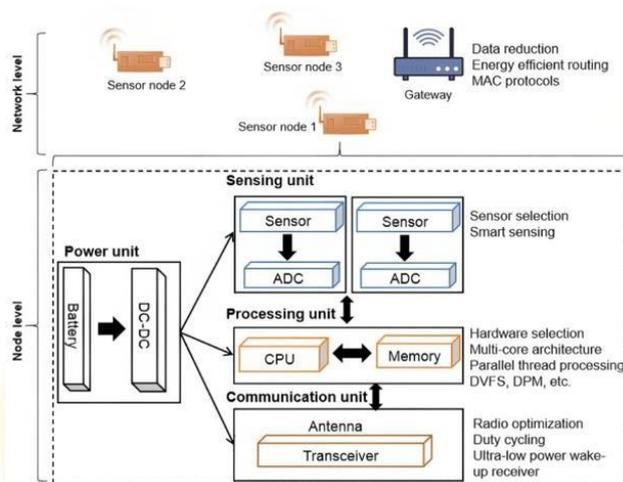
Dalam penelitian ini, sistem OTEC menggunakan siklus tertutup karena sesuai dengan kondisi lingkungan setempat dan kebutuhan masyarakat yang memerlukan pasokan energi listrik yang stabil dan layak pakai. Monitoring secara berkala diperlukan untuk mendeteksi kondisi air laut serta status operasional perangkat yang ada di OTEC, yang diharapkan mampu mengoptimalkan kinerja dan efisiensi sistem dalam jangka panjang. Melalui *Tabel 2*. Kondisi suhu air laut yang stabil dengan suhu permukaan laut yang cukup hangat, mencapai 31°C sehingga memungkinkan penyocokan khusus di daerah pantaipesisir Tureloto. Implementasi OTEC dalam siklus tertutup *Gambar 1*. Proses ini dilakukandi lepas pantai, sehingga lebih efisien dalam menghasilkan energi listrik. Daya yang dihasilkan menggunakan $P = I^2 \cdot R$.

Pemakaian siklus tertutup memfokuskan pada amonia fluida (NH₃) yang memiliki titik lebur yang rendah sehingga pada proses penguapan, fluida bekerja sebagai penguap di bagian evaporator dengan menggerakkan turbin kemudian dikondensasi kembali di kondensor. Material serta energi hasil dari OTEC memiliki estimasi biaya untuk pembangkit listrik termal berkapasitas 100 MW mencakup biaya investasi awal seperti pembelian lahan sebesar Rp 50 miliar, konstruksi dan infrastruktur Rp 500 miliar, serta peralatan dan mesin Rp 1 triliun. Biaya operasional tahunan meliputi bahan bakar Rp 200 miliar, pemeliharaan dan perawatan Rp 50 miliar, serta tenaga kerja Rp 30 miliar. Selain itu, terdapat biaya lain seperti asuransi Rp 10 miliar dan biaya lingkungan Rp 20 miliar (O Zebua, et al. 2022).



Implementasi Sistem IoT

Secara pengoptimalan implementasi IoT, WSN dapat beroperasi tanpa perlu kabel, sehingga lebih mudah dipasang dan dipelihara. Secara sederhana karena perdaban zaman yang berkembang, industri 4.0 memiliki konsep revolusi industri yang mengintegrasikan teknologi canggih untuk menciptakan sistem produksi yang lebih efisien seperti mengadaptasikan transformasi digital dengan kecerdasan buatan (AI), robotika, dan IoT dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas suatu produk sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal. Pada *Gambar 7*. Sistem IoT ini menggunakan sistem sensorik bertujuan untuk mentransfer data secara suhu berkala, pengecekan amonia fluida serta perangkat yang digunakan.



Sumber: Technische Universität Chemnitz

Gambar 7. Teknik hemat energi dalam jaringan sensor nirkabel untuk pabrik pintar di industri 4.0

Sebagai energi cadangan, IoT menggunakan perangkat berbasis sinyal, sehingga modul relay yang digunakan dapat mengontrol waktu untuk menyalakan maupun mematikan perangkat. Data ini dikirimkan secara langsung ke pusat kontrol untuk analisis mendalam menggunakan algoritma prediktif, yang dapat mengidentifikasi potensi kerusakan atau kebutuhan perawatan sebelum terjadi kegagalan. Dengan integrasi IoT, OTEC dapat dioperasikan secara lebih efisien, mengurangi downtime, dan memaksimalkan produksi energi terbarukan dari perbedaan suhu air laut. Sistem OTEC dapat dikontrol oleh operator atau teknisi yang bertanggung jawab melalui pusat kendali yang terhubung dengan jaringan IoT. Selain itu, manajer energi atau insinyur yang memantau kinerja yang dapat mengakses data dan mengontrol operasional dari jarak jauh. Sistem otomatis berbasis algoritma juga bisa mengontrol OTEC dengan mengatur parameter operasional sesuai kondisi yang terpantau secara real-time.

KESIMPULAN

Penerapan OTEC dengan sistem IoT di Pantai Tureloto sebagai energi cadangan untuk masyarakat sekitar dapat menawarkan solusi energi yang inovatif dan berkelanjutan. Dengan memanfaatkan perbedaan suhu antara permukaan dan kedalaman laut, OTEC dapat menghasilkan energi listrik yang stabil dan ramah lingkungan. Integrasi IoT dalam sistem ini memungkinkan pemantauan dan pengelolaan yang lebih efisien, meningkatkan efektivitas operasional dan pemeliharaan. Hasilnya, masyarakat sekitar dapat memperoleh pasokan energi yang andal dan berkelanjutan, mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil dan meningkatkan kualitas hidup melalui akses energi yang lebih stabil dan merata.



DAFTAR PUSTAKA

- AEB Zebua, Dessy Yoswaty, Efriyeldi (2017) *KAJIAN POTENSI KAWASAN EKOWISATA BAHARI PANTAI TURELOTO KABUPATEN NIAS UTARA PROVINSI SUMATERA UTARA*, Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau. <https://media.neliti.com/media/publications/198604-none.pdf>
- Bechtel, M. & Netz, E., (2016) OTEC - Ocean Thermal Energy Conversion. Exergy.
- BMKG (2017-2019) Informasi Suhu Muka Laut <https://www.bmkg.go.id/iklim/informasi-suhu-muka-laut.bmkg>
- D. Bharatan, H. J Green, dkk. (1990) Conceptual Design of an Open-Cycle Ocean Thermal Energy Conversion Net Power-Producing Experiment (OC-OTEC NPPE) Solar Energy Research Institute A Division of Midwest Research Institute 161 7 Cole Boulevard Golden. Colorado 80401 -3393
- Emma Websdale (2014) *environmental journalist and senior communication specialist at Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC)* <https://www.2greenenergy.com/2013/09/24/42078/>
- F Hammad, Baskoro R, Puranto, dan H Susmoro (2020) Identifikasi Potensi Ocean Thermal Energy Conversion (Otec) di Selat Makassar Utara, Indonesian Journal of Oceanography [May] Vol 02 No: 02
- Ilahude, A.G and A. Gordon. (1996). Thermocline Stratification Within the Indonesian Seas. J. Geophys. Res., 101(C5):12401-12409
- M Soori, B Arezoo, Roza D (2023) Internet of things for smart factories in industry 4.0, a review, Department of Aeronautical Engineering, University of Kyrenia, Kyrenia, North Cyprus, Via Mersin 10, Turke <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667345223000275?via%3Dihub>
- O Kanoun, et al.,(2014) *Prospects of Wireless Energy-Aware Sensors for Smart Factories in the Industry 4.0 Era, Measurement and Sensor Technology, Technische Universität Chemnitz, Reichenhainer Straße 70, 09126 Chemnitz, Germany, https://www.mdpi.com/2079-9292/10/23/2929*
- O Zebua, Danu Firmansah, I Made Ginarsa (2020) Estimasi Parameter Kurva Biaya Bahan Bakar Pembangkit Termal di Sistem Kelistrikan Lampung Menggunakan Metode Equilibrium Optimizer, Dielektrika – Department of Electrical Engineering University of Mataram Vol. 9, No. 1, February 2022, pp. 33-41
- P. P. Ray (2016) *A survey on Internet of Things architectures, Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*, 1319-1578 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319157816300799>
- R Kempener & Frank Neuman (2014) *Ocean Thermal Energy Conversion Technology Brief IRENA*, International Renewable Energy Agency https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2014/Ocean_Thermal_Energy_V4_web.pdf
- Ristiyanto A, et al (2019) Preliminary design of a 100 MW-net ocean thermal energy conversion (OTEC) power plant study case: Mentawai island, Indonesia Journal of Marine Science and Technology (2020) 25:48–68 <https://doi.org/10.1007/s00773-019-00630-7>
- Robin C, Alex P, R Aki (2023) Unleashing the Power of IoT: A Comprehensive Review of IoT Applications and Future Prospects in Healthcare, Agriculture, Smart Homes, Smart Cities, and Industry 4.0,





School of Computing and Engineering, Quinnipiac University, Hamden, CT 06518, USA, <https://www.mdpi.com/1424-8220/23/16/7194>

Saffa MA, HDS Alhassany, David V, Fransisco J (2021) Review of enhancement for ocean thermal energy conversion system <https://doi.org/10.1016/j.joes.2022.03.008> 2468-0133/© 2022 Shanghai Jiaotong University. Published by Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

Ventusky (2022-2024) Temperature Sea Surface & Deep Surface <https://www.ventusky.com/>

Vilamil S, Cesar H, Giovanni T (2020) An overview of internet of things TELKOMNIKA Telecommunication, Computing, Electronics and Control Vol. 18, No. 5, October 2020, pp. 2320~2327 ISSN: 1693-6930, accredited First Grade by Kemenristekdikti, Decree No: 21/E/KPT/2018 DOI: 10.12928/TELKOMNIKA.v18i5.15911

Y Hendrik (2017) Analisis Kebutuhan Terminal Penumpang. Pelabuhan Nusantara Kendari. (Skripsi Sarjana, Universitas Hasanuddin)

