

Sistem Hibrida Pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Laut (Ocean Thermal Energy Conversion)

Andi Hendrawan¹

¹Akademi Maritim Nusantara Cilacap
*Email: .andihendrawan007@gmail.com

Abstrak

Keywords:
OTEC, Hibrida,
Energi

Laut menyimpan banyak energy berupa ombak, angin dan panas laut. Energi permukaan laut yang hangat dapat dipergunakan untuk membangkitkan energy listrik dengan cara membuat sedemikian hingga panas permukaan laut dapat menguapkan evaporator atau bolier dengan zat antara yang bisa menguap pada suhu kamar. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan sistem hibrida pada pembangkit listrik tenaga laut (OTEC). Penelitian ini merupakan studi literature yang dilakukan oleh peneliti untuk menggambarkan sistem hobrida OTEC. Hibrida OTEC merupakan penggabungan dua sistem yaitu sistem OTEC terbuka dan OTEC tertutup. OTEC hibrida akan lebih efisien karena efisiensi lebih tinggi karna memanfaatkan panas lebih maksimal

1. PENDAHULUAN

Indonesia, yang mempunyai jumlah penduduk yang terbesar diantara Negara-Negara ASEAN, sehingga akan menjadi impor minyak netto pada awal abad ke-21. Pemerintah telah menyusun rencana energi jangka panjang yang bertujuan untuk diversifikasi energi guna mengurangi ketergantungan negara pada minyak. Salah satu sumber energy terbarukan adalah memnfaatkan perbedaan suhu permukaan laut, energi matahari yang menciptakan gradien ini dan khususnya Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC)(1)

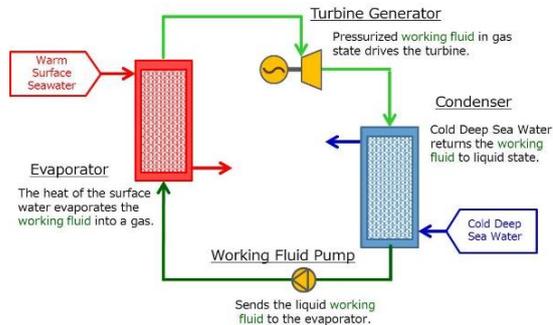
Energi terbaru menjadi sangat tidak populer dikarenakan keberadaan yang dipandang kurang ekonomis dan teknologi masih kurang efisien. Energi yang laut yang melimpah dibiarkan begitu saja, hal

ini dapat dimengerti sebab keberadaan energi fosil yang masih mencukupi hingga saat ini. Energi terbarukan menjadi sangat dibutuhkan jika energi fosil mencapai ambang kelangkaan.

Pembangkit listrik tenaga OTEC paling cocok sebagai penyedia tenaga listrik untuk daerah kepulauan (2) Negara Indonesia merupakan Negara kepulauan yang memang mempunyai banyak kendala dalam hal distribusi energy. Distribusi bahan bakar minyak bagi masyarakat kepulauan juga bermasalah karena akan menimbulkan harga yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena ongkos transportasi, kalau pun dibuat sama maka pemerintah wajib menyediakan sibsidi. Jauhnya jarak antar pulau menambah beban pembiayaan transportasi energi. Desain pembangkit tenaga listrik OTEC sangat memperhatikan berbagai hal

penting antara lain factor teknolog. Penelitian kepustakaan berikut bertujuan menggambarkan sistem hybrida dengan perbandingan sistem terbuka dan tertutup pada sistem pembangkit listrik OTEC.

DASAR OTEC

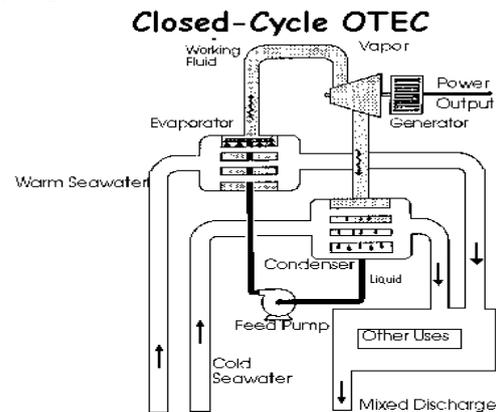


Teknologi Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC) menggunakan generator turbin untuk menciptakan energi terbarukan dari perbedaan suhu antara air laut dalam dingin yang bersirkulasi di laut dan air laut permukaan yang dihangatkan oleh matahari. Untuk menghasilkan tenaga dengan kisaran temperatur rendah digunakan fluida kerja dengan titik didih rendah(3–6). Jumlah energi yang dihasilkan bergantung pada jumlah air yang tersedia untuk mendinginkan atau memanaskan fluida kerja. Proyek Okinawa OTEC memiliki kapasitas maksimum 50kW, tetapi karena tidak selalu memiliki akses ke kapasitas maksimum karena pengguna air laut lainnya, seringkali menghasilkan listrik yang lebih sedikit. Hal ini disebabkan oleh penggunaan air sebelumnya oleh industri lokal dan Pusat Penelitian Air Laut Dalam Okinawa, dan tidak menghalangi tujuan demonstrasi dan pengujian proyek daripada produksi listrik skala besar.

SIKLUS TERTUTUP OTEC (CC-OTEC)

Sistem CC-OTEC ditentukan oleh pemisahan cairan kerjanya dari air laut yang menggerakannya. Pemisahan ini memungkinkan fluida kerja menjadi campuran cairan yang berbeda dan

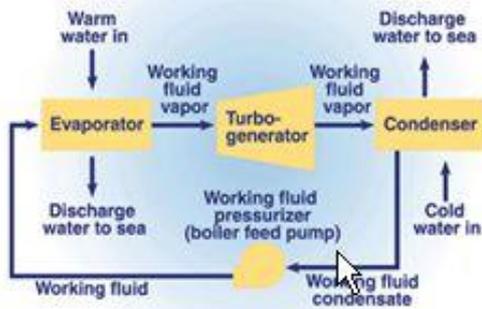
memungkinkan optimalisasi fluida. Meskipun campuran dan konsentrasi fluida kerja untuk sistem CC-OTEC bervariasi, semua fluida kerja yang diusulkan memiliki titik didih variabel, salah satu keunggulan utama sistem CC-OTEC. Secara termodinamika, titik didih variabel (sebagai lawan dari titik didih konstan) meningkatkan kerja keseluruhan yang diturunkan dari sistem(2,7,8).



Gambar 2: Sistem CC-OTEC yang digeneralisasi. Perhatikan bahwa fluida kerja dipisahkan dari air laut dan dipanaskan / didinginkan pada antarmuka penukar panas.

OTEC SIKLUS TERBUKA

Siklus terbuka terdiri dari langkah-langkah berikut: (i) penguapan flash sebagian kecil air laut hangat dengan pengurangan tekanan di bawah nilai saturasi sesuai dengan suhunya (ii) pemuatan uap melalui turbin untuk menghasilkan tenaga; (iii) perpindahan panas ke sink termal air laut dingin yang mengakibatkan kondensasi fluida kerja; dan (iv) kompresi gas yang tidak dapat dikondensasikan (udara yang dilepaskan dari aliran air laut pada tekanan operasi rendah) ke tekanan yang diperlukan untuk mengeluarkannya dari sistem(4,9,10).

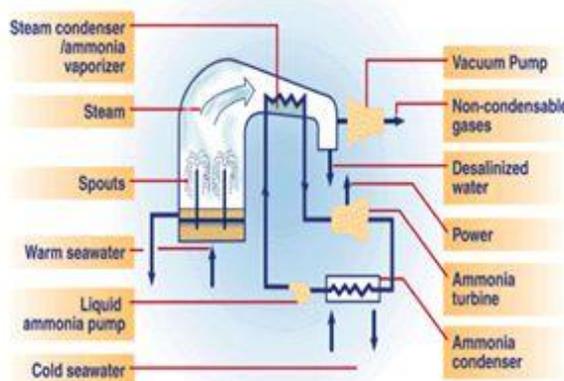


Gambar 3 OTEC Siklus Terbuka

2. METODE

Penelitian ini adalah kajian pustaka atau studi pustaka yaitu meneliti artikel-artikel tentang OTEC yang berhubungan dengan sistem hybrid sehingga diperoleh kajian yang mendalam tentang OTEC hibrida. Artikel yang digunakan sekitar 20 artikel OTEC.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN SISTEM OTEC HIBRIDA



Perairan laut merupakan sumber utama akumulasi radiasi matahari di daerah tropis, hal ini memungkinkan laut untuk menikmati suhu permukaan sekitar 25-28 ° C sepanjang tahun. Ketika kedalaman meningkat, intensitas insiden radiasi menurun dan begitu pula suhu, pada sekitar 1000m suhu menjadi 4-5 ° C. Dua

lapisan yaitu air permukaan yang hangat (100-200m) dan air yang lebih dingin di kedalaman terpisah satu sama lain karena fenomena yang disebut stratifikasi. Untuk operasi yang layak dari pabrik OTEC, gradien 20 ° C diperlukan. Oleh karena itu, kinerja siklus daya OTEC dibatasi oleh gradien suhu ini(11)

Pilihan lainnya adalah menggabungkan kedua proses tersebut menjadi hibrida siklus terbuka / siklus tertutup, yang dapat menghasilkan listrik dan air desalinasi secara lebih efisien(4). Dalam sistem OTEC hibrida, air laut yang hangat dapat memasuki ruang hampa di mana ia akan diuapkan dengan cepat menjadi uap, dengan cara yang mirip dengan proses penguapan siklus terbuka. Uap atau air hangat kemudian mungkin melewati evaporator untuk menguapkan fluida kerja dari loop siklus tertutup. Cairan yang menguap kemudian akan menggerakkan turbin untuk menghasilkan listrik, sedangkan uap akan terkondensasi di dalam kondensator untuk menghasilkan air desalinasi(12,13).

Konversi energi panas laut (OTEC) dan pengembangan OTEC baik secara ekonomis maupun tidak ekonomis. Manfaat ekonomi OTEC meliputi:

- Membantu menghasilkan bahan bakar seperti hidrogen, amonia, dan methanol
- Menghasilkan energi listrik beban dasar
- Menghasilkan air desalinasi untuk keperluan industri, pertanian, dan perumahan
- Merupakan sumber daya untuk operasi di darat dan dekat pantai
- Menyediakan AC untuk bangunan
- Menyediakan pendinginan suhu sedang
- Memiliki potensi yang signifikan untuk menyediakan listrik yang bersih dan hemat biaya di masa depan.

- Air Tawar - hingga 5 liter untuk setiap 1000 liter air laut dingin.
- Makanan - Produk budidaya dapat dibudidayakan di air buangan.

Manfaat non ekonomi OTEC, yang membantu kami mencapai tujuan lingkungan global, termasuk berikut ini:

- Mempromosikan daya saing dan perdagangan internasional
- Meningkatkan kemandirian energi dan keamanan energy
- Mempromosikan stabilitas sosiopolitik internasional
- Memiliki potensi untuk memitigasi emisi gas rumah kaca akibat pembakaran bahan bakar fosil.

Di negara-negara pulau kecil, manfaat OTEC termasuk swasembada, dampak lingkungan minimal, dan sanitasi dan nutrisi yang lebih baik, yang dihasilkan dari ketersediaan air desalinasi dan produk yang lebih besar(13–17). Sistem OTEC hibrida yang tidak kalah penting adalah segi keselamatan dan kesehatan karena dalam penerapannya ada beberapa yang harus diperhatikan antara lain faktor lingkungan dan keselamatan kerja karena bekerja dilepas pantai dengan resiko ombak yang kadang besar(10,18–22). Sistem hibrida lebih hemat karena ada produk salinasi atau penawar air yang dihasilkan. Ini sangat baik untuk Negara Negara yang kebutuhan airnya belum bisa terpenuhi oleh air tanah.

4. KESIMPULAN

Pembangkit OTEC hibrida adalah gabungan antara OTEC tertutup dan terbuka. Penggabungan ini dengan maksud agar lebih efisien dan berdaya guna. TEC hidrida lebih efisien 20 % dibanding tertutup dan terebuka dan dapat dipergunakan instlasi desalintasi atau pabrik pembuatan air tawar. OTEC

hibrida lebih mahal karena instalasinya lebih rumit dan otomatis lebih besar

DAFTAR PUSTAKA

1. Hendrawan A. Perpindahan Panas Pada Pembangkit Listrik Tenaga Otec (Ocean Thermal Energi Conversion). Semin Nas Kemaritimn Semarang, 18 Juli 2020 Univ Marit AMNI 1. 2020;
2. Hendrawan A. Pertimbangan Lingkungan pada Pembangkit Listrik Tenaga OTEC (Ocean Thermal Energi Conversion). 10th Univ Res Colloquium 2019 Sekol Tinggi Ilmu Kesehat Muhammadiyah Gombong Pertimbangan. 2019;2(2):19–27.
3. Hendrawan A. Model Program Aplikasi Pembangkit listrik Tenaga Panas Laut : Oceans thermal energy conversion. TESIS S-2 UGM <https://repository.ugm.ac.id/id/eprint/58007>. 2002;
4. Hendrawan A. Calculation Of Power Pumps On Otec Power Plant Ocean (Ocean Thermal Energy Conversion). Int J Innov Creat Chang. 2019;5(3):353=369.
5. Hendrawan A, Lusiani, Arissasongko. Analisis Zalir Kera Pada Pembangkit Listrik Tenaga Otec (Ocean Thermal Energi Conversion). J Saintara. 2018;2(2).
6. Hendrawan A. Model program aplikasi pembangkit listrik tenaga panas laut :: Oceans thermal energy conversion. <https://repository.ugm.ac.id/id/eprint/58007> [Internet]. 2002;21(75):147–73. Available from:<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/810049><http://doi.wiley.com/10.1002/anie.197505391><http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780857090409500205><http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21918515><http://w>

- ww.cabi.org/cabebooks/ebook/20083217094
7. Hendrawan A, Sasongko A, Sukmono S. Analisis Termodinamila Ketel Pada Pembangkit Listrik Tenaga Otec (Ocean Thermal Energi Conversion). *J Saintara*. 2017;1(2).
 8. Hendrawan A. Kajian Teknoekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Otec (Ocean Thermal Energy Conversion). *Pros Semin Nasional&CFP I IDRI*, 2017;1–13.
 9. Hendrawan A. Dampak Sosial Pembangkit Listrik Tenaga Otec (Ocean Thermal Energy Conversion). *Semin Nasioanl Kemaritiman Peliteknik Bumi Akpelni Semarang Agustus 2020*. 2020;
 10. Hendrawan A. Konsep Kapal Dengan Tenaga Otec (Ocean Thermal Energy Conversion). *Semin Nas Marit Politek Bumi Akpelni*. 2019;1–5.
 11. Muhammad S, Hadi AM, Ahmed S, Rehman A. Feasibility of OTEC in Arabian Sea. *Int J Mining, Metall Mech Eng*. 2019;6(1).
 12. Wu Z, Feng H, Chen L, Xie Z, Cai C, Xia S. Optimal design of dual-pressure turbine in OTEC system based on constructal theory. *Energy Convers Manag* [Internet]. 2019;201(October):112179. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.112179>
 13. Wu Z, Feng H, Chen L, Ge Y. Performance optimization of a condenser in ocean thermal energy conversion (OTEC) system based on constructal theory and a multi-objective genetic algorithm. *Entropy*. 2020;22(6).
 14. Chik Mabt. Optimization Of Otec And Low Temperature Thermal Desalination Plant For Electricity And Freshwater Production In Malaysia. *Malaysia-Japan Int Inst Technol Univ Teknol Malaysia*. 2017;16(May):1–81.
 15. Matsuda Y, Urayoshi D, Sugi T, Goto S, Morisaki T, Yasunaga T, et al. Construction of OTEC Potential Model Based on Cycle Analysis. *Trans Inst Syst Control Inf Eng*. 2017;30(8):297–304.
 16. Narayanan C. Economic Design of OTEC Power Plant with Concurrent Production of Desalinated Water – A Case Study. *Am Chem Sci J*. 2014;4(6):726–35.
 17. Rani Mhba. Establishing Regulatory Framework For Ocean Thermal Energy-Driven Development In Malaysia. *Malaysia-Japan Int Inst Technol Univ Teknol Malaysia* [Internet]. 2018;1(1):1–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001>
 18. Hendrawan AK, Hendrawan A. Gambaran Tingkat Pengetahuan Nelayan tentang Kesehatan dan Keselamatan Kerja. *J Saintara*. 2020;5(1).
 19. Hendrawan A. Kebisingan di Kapal KN Parajapati. *Maj Ilm Bahari Jogja*. 2020;18(2):19–25.
 20. Hendrawan A. Program Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Di Atas Kapal. *J Sains Teknol Transp Marit*. 2020;2(1):1–10.
 21. Hendrawan A. Analisa Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Nelayan. *J Saintara*. 2018;3(1).
 22. Hendrawan A. Gambaran Tingkat Pengetahuan Tenaga Kerja Pt'X' Tentang Undang-Undang Dan Peraturan Kesehatan Dan Keselamatan Kerja. *J Delima Harapan*. 2019;6(2):69–81.