

***ANALISIS EFISIENSI EKSERGI ALAT DESALINASI AKTIF TENAGA SURYA  
SISTEM AKTIF DENGAN PENGGABUNGAN KOLEKTOR SURYA***

***Winfrontstein Naibaho, ST.,MT***  
*Universitas HKBP Nommensen PematangSiantar*  
*Dosen Teknik Mesin Fakultas FTPSDP Universitas HKBP Nommensen*  
*PematangSiantar*  
*Email : winnaibaho@gmail.com*

***Abstrak***

Dalam penelitian ini, desalinasi kemiringan ganda aktif dengan luas wilayah cekungan seluas 1.932 m<sup>2</sup> dengan permukaan kaca 1 m<sup>2</sup> dengan dua potong dengan ketebalan kaca 3 mm dan sudut kemiringan kaca 15°. Permukaan air dari dasar 20 mm dan dengan area pengumpul surya seluas 1m<sup>2</sup> selebar 500mm<sup>2</sup> diuji selama 8 hari pada Agustus 2018 mulai pukul 8: 00-18: 00. Nilai eksergi dari perhitungan nilai eksergi tertinggi pada hari pertama pengujian pukul 12.00 adalah 225.238 kWh, nilai eksergi tertinggi pada pengujian hari kedua pukul 17.00 WIB adalah 52.332 kWh, nilai eksergi tertinggi pada 13.00 WIB adalah 13.680 kWh, nilai eksergi tertinggi pada pengujian hari keempat pukul 11.00 WIB pada 6.734 kWh, nilai eksergi tertinggi pada pengujian hari kelima pukul 12.00 WIB pada 22.218 kWh, nilai eksergi tertinggi pada pengujian hari keenam pukul 15.00 WIB pada 8.728 kWh , nilai eksergi tertinggi pada pengujian hari ketujuh pada pukul 17.00 WIB sebesar 8,33 kWh, dan nilai eksergi tertinggi pada pengujian hari kedelapan pada pukul 15.00 WIB sebesar 6,712kWh.

***Kata Kunci : Eksergi,desalinasi aktif,kolektor sury***

## I. PENDAHULUAN

Di bumi air adalah sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan. Air dapat diperoleh dari daratan, mata air, sungai, danau dan air laut. Salah satu sumber energi terbarukan adalah matahari. Potensi energi matahari Indonesia cukup melimpah. Energi matahari yang berlimpah dari radiasi matahari dapat memberikan hasil dengan memanfaatkan energi itu untuk teknologi termal dan teknologi sel surya atau fotovoltaiik. Air yang ada di darat dan di laut harus menguap karena panas matahari. Penguapan dikumpulkan menjadi awan, setelah awan mengembun pendinginan akan membentuk titik air dan hujan terjadi. Sebagian air yang jatuh ke bumi merembes ke tanah menjadi air tanah dan mata air, sebagian mengalir melalui saluran yang disebut air sungai, sebagian terkumpul di danau / rawa dan sebagian kembali ke laut. Bagi manusia, air adalah salah satu kebutuhan utama. Ini karena manusia tidak hanya membutuhkan air untuk kebutuhan tubuhnya (minum) tetapi juga manusia membutuhkan air untuk mencuci, memasak, mandi, dan sebagainya. Namun, manusia sering dihadapkan

pada situasi sulit di mana sumber air tawar sangat terbatas dan di sisi lain ada peningkatan permintaan Air hujan yang merupakan sumber air yang telah disiapkan di tangki air hujan (PAH) sering tidak cukup di musim kemarau. musim. Teknologi panas matahari banyak digunakan misalnya untuk mengeringkan produk pertanian dan perikanan, dan banyak lagi, salah satunya adalah proses pemurnian air laut menjadi air tawar atau sering disebut dengan proses desalinasi. Desalinasi adalah salah satu dari banyak proses yang tersedia untuk pemurnian air, dan sinar matahari adalah salah satu dari beberapa bentuk energi panas yang dapat digunakan untuk memberi kekuatan pada proses tersebut. Sinar matahari memiliki keunggulan menggunakan energi panas dari matahari / matahari, salah satunya dilihat dari tidak adanya bahan bakar sehingga dapat dikatakan sebagai sumber energi yang terbarukan dan berkelanjutan. Tetapi untuk mengumpulkan energi panas matahari, dibutuhkan lebih banyak ruang. Ini adalah alternatif praktis yang baik, untuk memberikan kehidupan ke daerah-daerah di mana ada kekurangan air bersih. Sejauh ini, beberapa

penelitian telah memfokuskan pada studi kinerja perangkat ini dari sudut pandang termodinamika. Bahkan, analisis energi (berdasarkan hukum termodinamika pertama) tidak menunjukkan bagaimana energi ditransformasikan dan lokasi degradasi energi. Dengan menggunakan analisis eksergi, berdasarkan hukum termodinamika pertama dan kedua, dimungkinkan untuk menginformasikan potensi sebenarnya dari berbagai jenis energi. Karena

ireversibilitas termodinamika ada melalui proses apa pun, efisiensi eksergi suatu proses seringkali rendah; ini menunjukkan penurunan kualitas energi yang berbeda [1]. Analisis Exergy banyak digunakan dalam desain, simulasi dan evaluasi kinerja termal dan sistem termo-kimia [2]. Muangnoi et al. [1] menyelidiki kinerja menara pendingin berdasarkan analisis hukum kedua. Dalam studi mereka, air itu sedikit didinginkan oleh aliran udara berlawanan arus. Hasilnya dikonfirmasi bahwa degradasi kualitas energi tinggi di bagian bawah dan berkurang di bagian atas. Mereka juga menyebutkan bahwa analisis eksergi bersama dengan analisis hukum kedua termodinamika = dapat digunakan sebagai panduan untuk mengetahui titik potensial optimal untuk

meningkatkan kinerja menara pendingin. Sun Refining adalah teknologi pemurnian air yang paling sederhana, paling hemat biaya, dan ramah lingkungan. Diperkirakan bahwa di masa depan, desalinasi akan sangat didukung dan semakin populer. Bahkan negara-negara dengan produsen minyak besar seperti Arab Saudi meningkatkan penggunaan energi matahari untuk menyalakan sistem destilasi mereka untuk mengembangkan sistem desalinasi berkelanjutan. Desalinasi adalah salah satu dari banyak proses yang tersedia untuk pemurnian air, dan sinar matahari adalah salah satu dari beberapa bentuk energi panas yang dapat digunakan untuk memindahkan proses. Sunlight memiliki keuntungan dari biaya bahan bakar nol tetapi membutuhkan lebih banyak ruang untuk pengumpulannya[3].

Kinerja energi dan exergi dari stills matahari telah diselidiki oleh banyak peneliti. Menggunakan perhitungan energi dan eksergi untuk menentukan kondisi operasi optimal untuk desalinasi matahari menggunakan manfaat reverse osmosis dan teknologi nano-filtrasi. Mereka menunjukkan hasil yang menjanjikan untuk penggunaan reverse osmosis terintegrasi dan proses

penyaringan nano [4]. Menggunakan teknologi cubitan untuk menentukan proses pelembapan untuk suhu saturasi maksimum dan daur ulang suhu air. Mereka juga mempertimbangkan proses dehumidifikasi untuk menghitung suhu air dalam penukar panas. Mereka mengungkapkan bahwa pengumpul surya memiliki efisiensi eksergi paling sedikit; Proses desalinasi humidifikasi-dehumidifikasi memiliki efisiensi eksergi yang lebih rendah, dan air yang ditolak memiliki kehilangan eksergi yang besar. Juga, mereka menunjukkan bahwa laju pemulihan energi dan eksergi dari proses desalinasi lebih rendah ... [5] Analisis dan evaluasi kinerja exergi dari berbagai sumber energi terbarukan yang diselidiki oleh Hepbasli menggunakan massa, energi, dan entropi untuk menyeimbangkan persamaan, efisiensi eksergi, dan ireversibilitas relatif terhadap perbandingan berbagai sumber daya energi terbarukan. Hepbasli menyajikan diagram aliran eksergi, yang merupakan representasi yang sangat tepat dan berguna dari aliran dan kerugian eksergi untuk beberapa sumber energi terbarukan [6] ..Analisis ekologi dalam bentuk matahari piramida. Mereka menyelidiki efek kedalaman kipas dan cekungan pada efisiensi eksergi selama musim panas dan musim dingin untuk

tenaga surya dengan kipas kecil (sistem aktif) dan matahari masih pasif (tanpa kipas). Mereka mengungkapkan bahwa selama musim panas sistem pasif memiliki efisiensi eksergi yang lebih rendah daripada sistem aktif sedangkan di musim dingin tidak ada perbedaan yang signifikan antara efisiensi eksergi dari dua sistem desalinasi surya. Hasil mereka juga menunjukkan bahwa efisiensi eksergi lebih rendah ketika kedalaman air di cekungan lebih tinggi [7]. Ada juga peneliti mengembangkan model matematika untuk membahas energi eksperimental dan teoritis dan analisis exergi untuk sistem desalinasi surya. Mereka mengungkapkan bahwa peningkatan panjang menara humidifikasi menyebabkan penurunan efisiensi energi keseluruhan [8]. Metode numerik dan eksperimental juga dikembangkan pada skala laboratorium unit desalinasi vakum alami dan juga simulasi energi surya menggunakan pemanas listrik di evaporator [9]

## **I. Tujuan Penelitian**

Peneliti sebelumnya memeriksa nilai exergi dari sistem desalinasi aktif menggunakan nanofluid fluida kerja (cairan embrionik dan pembawa energi panas) dengan 2 sistem: A. desalinasi

lereng ganda aktif dengan pelat kolektor dan B. desalinasi aktif lereng ganda dengan penukar panas berbentuk heliks dan pembelajaran. Penelitian ini dilakukan di New Delhi, India. Air desalinasi ini juga mengalir ke kolektor surya untuk mendapatkan pemanasan tambahan dan menganalisis eksergi di Indonesia.

Metode pengambilan data dilakukan melalui kajian secara teoritis dimana fokus studi meliputi :

a. Studiliteratur

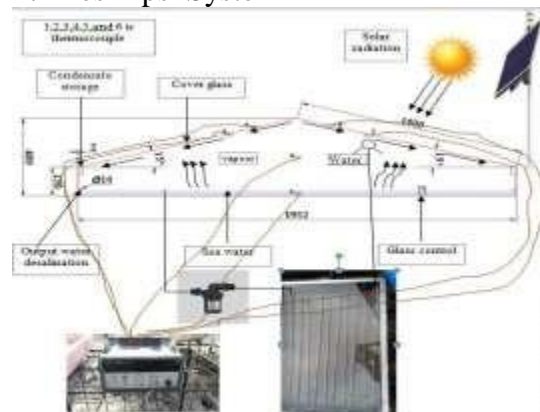
Mempelajari mengenai materi yang berhubungan dengan gagasan yang diusulkan dengan memperhatikan pengaruh radiasi matahari yang terjadi, analisis digunakan berdasarkan data pustaka dan perhitungan dengan menggunakan konsep dalam teknik mesin

b. Metode analisa data dan penarikan kesimpulan

Data yang diperoleh akan dianalisis melalui identifikasi analisis SWOT(*Strenght, Weakness, Opportunity, Threat*) yang mana dalam penelitian ini menggunakan dua teknik analisis data yaitu analisis deskriptif dan analisis komparatif. Analisis data dengan metode analisis deskriptif berguna untuk menjelaskan tentang keadaan yang

sebenarnya pada objek yang dikaji. Analisis komparatif dilakukan dengan membandingkan gagasan penulis dengan beberapa teori yang relevandengan gagasan tersebut. Kesimpulan gagasan ini diambil dengan pendekatan induktif untuk menghasilkan rekomendasi-rekomendasi perbaikan gagasan yang ditawarkan. Untuk mengetahui secara umum alur tahapanpenelitian.

### II.1 Deskripsi System



Gambar 2.1 proses desalinasi ganda aktif dengan penambahan kolektor surya



Gambar 2.2 Skema sistem desalinasi aktif dengan tambahan kolektor surya.

### II.2 Analisis tentang Exergy

Analisis eksergi dilakukan dengan menggunakan hukum termodinamika pertama dan kedua dan didefinisikan sebagai jumlah maksimum pekerjaan

yang dapat dihasilkan oleh suatu sistem atau massa atau energi ketika sampai pada kesetimbangan dengan lingkungan referensi [10]. Analisis energi memiliki kelemahan sistematis dibandingkan dengan analisis exergi[11].

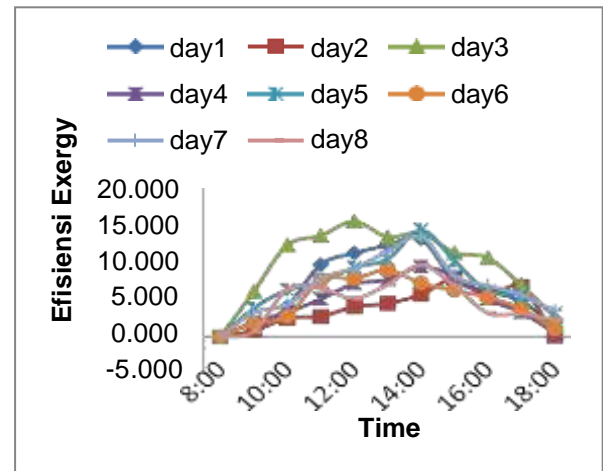
- Arah proses tidak dipertimbangkan dalam analisis energi.
- Kualitas energi tidak diperhitungkan dalam analisis energi.

Analisis energi gagal menafsirkan beberapa fenomena termodinamika. Misalnya, perubahan entalpi adalah nol di udara isothermal kompresi sementara exergi lebih besar dari nol.

- Analisis energi tidak menunjukkan irreversibilitas internal.
- Efisiensi energi dan exergi suatu sistem memiliki perilaku yang berbeda tergantung pada iklim dan kondisi operasi. Pada dasarnya, analisis exergi dibandingkan dengan analisis energi memberi kita wawasan yang lebih baik tentang bagaimana proses fisik bekerja [13].

Eskalasi irreversibilitas menyebabkan entropi meningkat ketika exergi sistem menurun. Oleh karena itu, perlu untuk menentukan dan mengurangi irreversibilitas (ii) untuk semua bagian peralatan

## I. HASIL DAN PEMBAHASAN

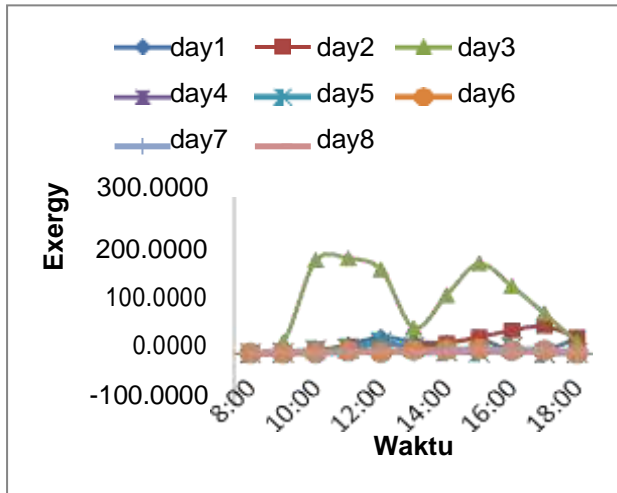


**Gambar 3.1.** Grafik kehilangan exergi hari pertama hingga hari ke delapan

Berdasarkan hasil pengujian, perhitungan dapat dilakukan untuk mendapatkan data exergi, di mana nilai exergi tertinggi pada pengujian hari pertama pukul 12.00 adalah 225.238 kWh, nilai exergi tertinggi pada tes hari kedua pukul 17.00 WIB adalah 52.332 kWh, nilai exergi tertinggi pada pukul 13.00 WIB sebesar 13.680 kWh, nilai exergi tertinggi pada hari keempat pengujian pada pukul 11.00 WIB sebesar 6.734 kWh. Berdasarkan hasil pengujian, perhitungan dapat dilakukan untuk mendapatkan data exergi, di mana nilai exergi tertinggi pada tes hari kelima pukul 12.00 WIB adalah 22.218 kWh, nilai exergi tertinggi pada tes hari keenam pukul 15.00 WIB adalah 8.728 kWh, tertinggi nilai exergy adalah pada 17,00 WIB sebesar 8,33 kWh, dan nilai

eksergi tertinggi pada tes hari kedelapan pada 15,00 WIB sebesar 6,712 kWh.

### III.2 Hasil dan Diskusi Efisiensi Eksergi



**Gambar 3.2** Grafik Efisiensi eksergi hari pertama hingga hari kedelapan Berdasarkan hasil pengujian, perhitungan dapat dilakukan untuk mendapatkan data efisiensi eksergi, di mana nilai efisiensi eksergi tertinggi pada pengujian hari pertama pukul 14.00 adalah 13,235%, tes efisiensi eksergi tertinggi pada hari kedua pukul 3.00 p.m. adalah 7,854%, nilai efisiensi eksergi tertinggi pada pengujian hari ketiga di 12,00 WIB pada 15,588%, nilai efisiensi eksergi tertinggi pada pengujian hari keempat pada 14,00 WIB pada 9,435%. Berdasarkan hasil pengujian, perhitungan dapat dilakukan untuk memperoleh data efisiensi eksergi, di mana nilai efisiensi eksergi tertinggi pada tes hari kelima pukul

15.00 WIB adalah 10.320%, uji efisiensi eksergi tertinggi pada hari keenam pukul 13.00 WIB adalah 9.013% , efisiensi eksergi tertinggi pada pengujian hari ketujuh pukul 14.00 WIB pada 13.561%, dan nilai efisiensi eksergi tertinggi pada pengujian hari kedelapan pada 14.00 WIB sebesar 9.672%.

### KESIMPULAN

Diperoleh hasil kesimpulan dari riset tersebut antara lain :

- Kehilangan eksergi maksimum adalah 182.219 yang diperoleh pada hari ketiga pengujian pada jam 11:00. Juga, exergi minimum adalah 6.712 yang diperoleh pada hari kedelapan pengujian pada pukul 15.00.
- Efisiensi eksergi maksimum adalah 15,58% yang diperoleh pada hari ketiga pengujian pukul 12.00. Juga, efisiensi exergi minimum adalah 7,85% yang diperoleh pada hari kedua pengujian pada pukul 15.00 sore

## DAFTAR PUSTAKA

- T. Muangnoi, W. Asvapoositkul, S. Wongwises, An exergy analysis on the performance of a counterflow wet cooling tower, *Appl. Therm. Eng.* 27 (2007) 910–917.
- Z. Utlu, A. Hepbasli, A review and assessment of the energy utilization efficiency in the Turkish industrial sector using energy and exergy analysis method, *Renew. Sust. Energy Rev.* 11 (2007) 1438–1459.
- H. Mehdizadeh, Membrane desalination plants from an energy–exergy viewpoint, *Desalination* 191 (2006) 200–209.
- S. Hou, D. Zeng, S. Ye, H. Zhang, Exergy analysis of the solar multi-effect humidification–dehumidification desalination process, *Desalination* 203 (2007) 403–409.
- A. Hepbasli, A key review on exergetic analysis and assessment of renewable energy resources for a sustainable future, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 12 (2008) 593–661
- Ali Kianifar, Saeed Zeinali Heris, Omid Mahian, Exergy and economic analysis of a pyramid-shaped solar water purification system: active and passive cases, *Energy* 38 (2012) 31–36
- F. Nematollahi, A. Rahimi, T.T. Gheinani, Experimental and theoretical energy and exergy analysis for a solar desalination system, *Desalination* 317 (2013) 23–31
- T.J. Kotas, The exergy method of thermal plant analysis, 69 (1985) 115–117
- Ambarita H, Study on the performance of natural vacuum desalination system using low grade heat source, case study in thermal Engineering, 8, (2016) 3326–3320
- Jufrizal, Farel H. Napitupulu, dan Himsar Ambarita Studi Eksperimental Performansi Solar Water Heater Jenis Kolektor Plat Datar Dengan Penambahan Thermal Energy Storage *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cylinder*, VOL 1 No.2 October 2014: 27–36
- R. Petela, An approach to the exergy analysis of photosynthesis, *Sol. Energy* 82 (2008) 311–328
- F. Sarhaddi, S. Farahat, H. Ajam, A. Behzadmehr, Exergetic performance evaluation of a solar photovoltaic (PV) array, *Aust. J. Basic Appl. Sci.* 4 (2010) 502–519
- S. Farahat, F. Sarhaddi, H. Ajam, Exergetic optimization of flat plate solar collectors, *Renew. Energy* 34 (2009) 1169–1174