ARZUSIN
Jurnal Manajemen dan Pendidikan Dasar

e-ISSN : 2809-4093
p-ISSN : 2809-4484

Terindeks: Dimensions, Scilit, Lens, Semantic Scholar, Crossref, Garuda, Google Scholar, Base, etc.

https://doi.org/10.58578/arzusin.v3i5.1774

RANCANG BANGUN CIRCULATING SYSTEM WATER HEATER DENGAN SUMBER PANAS SOLAR CELL

Romario Van Harpen[1], Purwantono[2], Budi Syahri[3], Rizky Ema Wulansari[4]
Universitas Negeri Padang
rio344216@gmail.com ; purwantono@ft.unp.ac.id

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Aug 28, 2023	Sep 1, 2023	Sep 4, 2023	Sep 7, 2023

Abstract

The use of solar energy is very important to increase today because solar energy is renewable energy and also does not cause pollution, but solar collector equipment is still needed to convert solar energy into heat energy. This study aims to analyze the heat transfer in the flat plate solar collector which is used as a source of thermal energy in the water heating process for bathing. A solar collector is used to absorb solar thermal energy and then transfer it to a water pipe. The pipe material uses copper which has a very high conductivity value with an outer diameter of 5/8 " (15.7 mm). The collector plate uses aluminum plates, because aluminum plates are quite high heat conductors. The dimensions of the box / collector frame are 150 cm long, 80 cm wide and 80 cm high. The collector frame is made of steel, with an angle of 15 ° of the tool. The results of the study in sunny weather conditions 46.8 c, then the results in the form of sunny cloudy weather produce an outflow water temperature of 44.3 c and finally the results data collection in the form of cloudy weather the results obtained are 38.3 c. Based on the experimental process, the collector temperature was taken using a thermocouple,heat the water to the initial temperature in a bucket of 28 °c and the temperature of the water out during the study to produce 40 °c.

Keywords *: Solar Collector, Solar Water,Heater, Bath*

Abstrak : Penggunaan energi matahari sangatlah penting ditingkatkan pada zaman sekarang karena energi matahari termasuk energy terbarukan dan juga tidak menimbulkan polusi, namun masih diperlukan peralatan solar colektor (kolektor surya) untuk mengkonversi energy matahari menjadi energy panas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perpindahan panas pada kolektor surya yang digunakan sebagai sumber energi thermal pada proses pemanas air untuk mandi. Sebuah kolektor

Arzusin is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

surya digunakan untuk menyerap energi panas matahari dan kemudian ditransfer ke pipa yang dialiri air. Bahan pipa tersebut mengunakan tembaga yang memiliki nilai konduktivitas sangat tinggi dengan diameter luar 5/8" (15,7 mm) pelat kolektor mengunakan pelat aluminium, karena pelat aluminium merupakan penghantar panas yang cukup tinggi. Berdemensi kotak/rangka kolektor panjang 150 cm,lebar 80 cm dan tingi 80 cm. Rangka kolektor dibuat dari besi dan dicat bewarna hitam, dengan sudut kemiringan alat 15˚. Hasil penelitian dalam keadaan cuaca cerah menghasilkan 46,8˚c kemudian hasil penelitian dalam bentuk cuaca cerah berawan menghasilkan temperatur air keluar sebesar 44,3˚c dan terakhir hasil pengambilan data dalam bentuk cuaca mendung sangatlah jauh beda dengan kedua hasil cerah atau cerah berawan, hasil yang didapat yaitu 38,3˚c. Berdasarkan proses eksprimen yang dilakukan temperatur kolektor diambil dengan mengunakan termokopel, untuk memanaskan air dengan suhu awal dalam ember 28˚c dan suhu air keluar selama penelitian menghasilkan 40˚c.

Kata Kunci : Kolektor Surya, Solar Water, Heater, Penghangat Air Mandi

PENDAHULUAN

Energi surya merupakan energi radiasi yang datang dari matahari menuju ke bumi yang sangatpenting dengan memiliki panas yang sangat besar untuk melakukan berbagai hal sehingga dapat digunakan oleh masyarakat Indonesia pada umumnya (Sumarsono 2012a). Salah satu teknologi pengumpulan dan penyimpanan energi matahari dengan memanfaatkan energi panas matahari sebagai energi alternatif (Gawande, Dhoble, and Zodpe 2014). Manfaat energi panas matahari dapat menghangatkan air yang akan kita gunakan buat keperluan mandi dengan bantuan alat *Solar Water Heater* (Yaïci and Entchev 2014). Solar thermal adalah pemanfaatan energi yang diperoleh dari radiasi matahari gelombang pendek (Social 1998), yang kemudian ditransfer ke media pembawa panas dengan alat *colektor* surya (Cong, Velautham, and Darus 2005) .

Energi *solar thermal* ini juga dapat digunakan dalam skala yang lebih besar, seperti air panas bersuhu tinggi untuk produksi uap dan pembangkit tenaga lisrik (Sciubba 2001). Pada umumnya, jenis-jenis solar Thermal bisa dikategorikan menjadi 4 jenis yakni Kolektor Terkonsentrasi, Kolektor Tabung Terevakuasi, Kolektor Pasif, Kolektor Surya Pelat Datar (Burhanuddin 2006). Kolektor surya pelat datar adalah yang paling umum yang digunakan dalam sistem pemanas air tenaga surya di bangunan tempat tinggal untuk pemanas ruangan dan produksi air panas (Chen, Gu, and Peng 2010). Penelitian ini kolektor Surya pelat datar yang berbahan aluminium dibuat bergelombang dan dicat dengan warna hitam supaya penyerapan radiasi surya yang dipancarkan matahari mendapat hasil panas yang bagus (Kalogirou n.d.).

Kolektor Surya plat datar adalah salah satu tipe yang sering digunakan untuk memanaskan air, karena mendapatkan hasil panas yang maksimal (Duffie and Beckman 2013). Sebuah kolektor Surya pelat datar dapat digunakan untuk menangkap energi panas matahari dan panasnya diteruskan ke pipa-pipa berisi air sehingga terjadi peningkatan suhu dari air yang berada dalam pipa tersebut (Zhou and Zhao 2011). Kaca penutup sebagai media penerima sinar radiasi langsung dari matahari, absorber sebagai media yang menyerap panas yang telah diterima oleh kaca penutup, isolator sebagai media yang berguna untuk menahan terbuangnya sisa-sisa panas yang telah terkumpul di dalam kolektor pemanas (Susanto and Irawan 2017). Komponen sebuah kolektor surya plat datar terdiri dari permukaan hitam sebagai penyerap energi radiasi matahari yang kemudian dipindahkan ke pipa tembaga (Sekhar, Sharma, and Rao 2009).

Penutup tembus cahaya (kaca) berfungsi mengurangi efek radiasi dan konveksi yang hilang ke atmosfir (Klevinskis and Bučinskas 2011). Pipa-pipa aliran fluida yang digunakan berfungsi untuk mengalirkan fluida yang akan dipanaskan serta isolasi untuk mengurangi kerugian konduksi ke lingkungan (Sayigh 1979). Performansi kolektor dinyatakan dengan keseimbangan energi yang menggambarkan distribusi energi matahari yang datang terhadap energi yang bermanfaat dan beberapa energi yang hilang (Sumarsono 2012b). Prinsip kerja dari solar *water heater* dengan menggunakan plat datar yaitu air yang masuk kedalam kolektor melalui pipa distributor yang akan mendapat panas yang baik melalui radiasi langsung matahari maupun konveksi (Kalogirou 2004).

Hal ini terjadi karena energi radiasi matahari didalam kolektor yang dibatasi kaca bening tembus cahaya, sehingga terjadi perpindahan panas terhadap pipa-pipa distributor yang menyebabkan suhu air didalam pipa tersebut secara langsung bertambah dan hal tersebut juga mengakibatkan adanya perbedaan masa jenis (Sayigh 1977). Air yang bersuhu tinggi dan air yang bersuhu rendah memiliki massa jenis yang berbanding terbalik, pada air yang bersuhu tinggi memiliki massa jenis yang lebih kecil yang menyebabkan air cenderung mengalir kearah yang lebih tinggi sedangkan air dengan suhu yang rendah memiiki massa jenis yang lebih besar sehingga cenderung bergerak kebawah yang menyebabkan terjadinya konveksi secara alami (Irawan 16 ad).

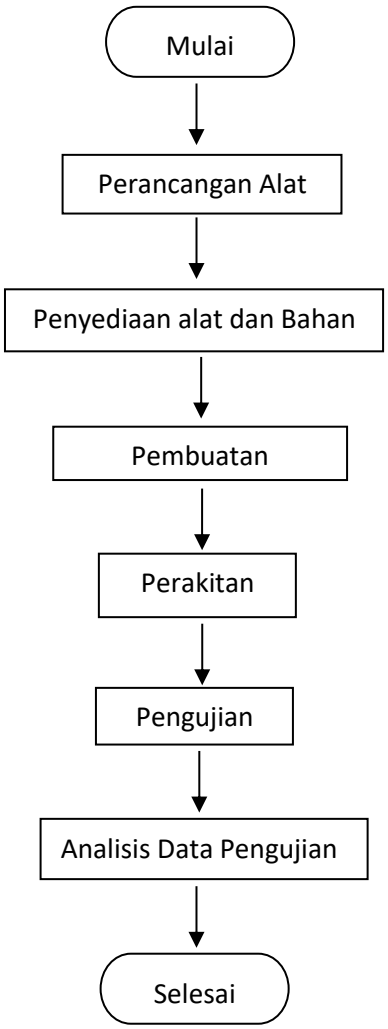
Secara umum kolektor surya plat datar terdiri atas bagian-bagian utama, yaitu plat penyerap, pipa tembaga, penutup transparan, lapisan isolator dan kerangka atau otak penyangga. Material yang digunakan pada bagian perpindahan panas yaitu menggunakan pipa tembaga.

Pipa tembaga mampu mengalirkan air dengan volume yang lebih besar sehingga kontraktor lebih mudah untuk memasang pipa pada *solar water heater double plat* (Tian and Zhao 2011). Pipa tembaga juga bisa menekuk sehingga hanya membutuhkan kolektor dan pengencang yang lebih sedikit, jadi bisa menghemat biaya pemasangan. Karena itu pipa tembaga di pilih sebagai material dengan keunggulan dari pipa tembaga sebagai berikut : 1) Kuat sehingga tahan terhadap getaran, tekanan, dan vakum; 2) Tahan bocor dan tahan karat; 3) Memiliki umur yang panjang; 4) Tahan terhadap cuaca dan sinar ultraviolet sehingga bisa disesuaikan untuk aplikasi luar ruangan; 5) Mudah diganti dan di perbaiki jika ada kerusakan.

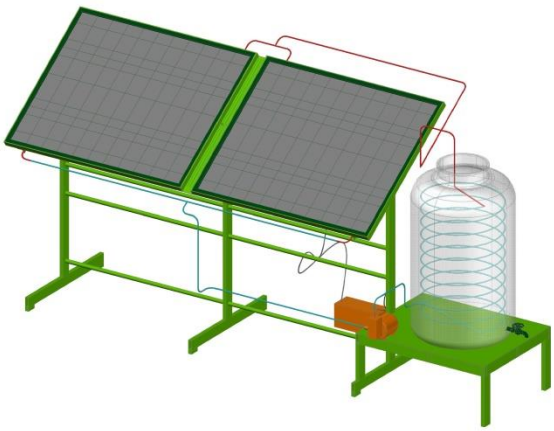
Tujuan penelitian ini untuk merancang alat perpindahan panas sebagai upaya meningkatkan efisiensi panas matahari menggunakan *solar thermal* pelat datar dan mengetahui pengaruh intensitas radiasi matahari terhadap energi berguna dan kerugian energi yang dihasilkan kolektor pemanas air tenaga surya dengan *Solar water double* pelat, serta koefisien perpindahan panas konveksi antara pelat absorber dan air (Ramadhan, Soeparman, and Widodo 2017)

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimen dengan memanfaatkan energi panas matahari sebagai alat pemanas air melalui alat pemindah panas yang dipasang pada kolektor surya. Alat ini disebut dengan *thermal collector* yang berfungsi untuk memanaskan air pada saat menerima energi panas dari matahari (Edalatpour and Solano 2017). Rancang bangun alat *thermal collector* mengunakan plat datar berukuran 100mm x 80mm. untuk pipa thermal collector mengunakan bahan tembaga dengan diameter 12,7 mm dan diameter 15,7 mm, untuk pembacaan suhu pada alat ini menggunakan Sensor *Thermocouple Thermometer* (S220-T8 *HUATO)* dan kabel sensor *Thermocouple* Dekko *Coporatio*n Korea (Pratiwi et al. 2019). Alur proses penelitian dapat dilihat pada gambar 1 (Anugrah, Lapisa, and Arwizet 2020)



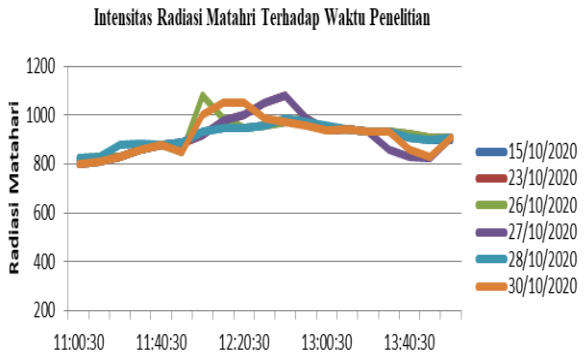
Gambar 1. Alur Proses Pengujian



Gambar 2. Alat *Collector Thermal Surya*

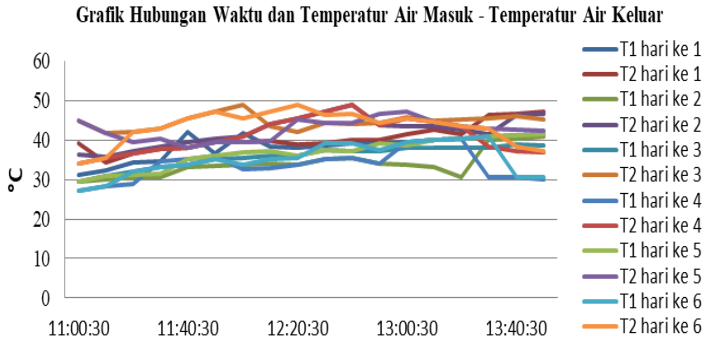
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diambil dalam penelitian pengujian kolektor surya pada *solar water heater* terdapat beberapa data yaitu terdiri dari intesitas radiasi matahari(I_o), temperatur air masuk(T_1), temperatur air keluar(T_2), temperatur pelat penyerap(T_3) dan temperatur lingkungan(T_4) . Data diambil mengunkan alat bantu pembaca suhu sensor *Thermocouple* pencatatan data dilakukan setiap 10 menit sekali. Dari data hasil pengujian, data yang telah diambil dapat dibuat grafik intesitas radiasi matahari selama pengujian pengambilan data pada gambar grafik 3.



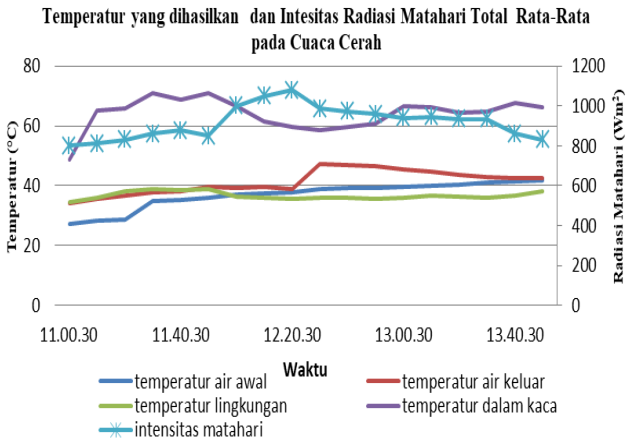
Gambar 3. Intesitas Radiasi Matahari Terhadap Waktu Pengambilan Data

Gambar tiga diatas dapat dilihat secara lebih spesifik, nilai data yang paling maksimal diperoleh pada waktu penelitian tanggal 16 dan 26 September 2022. Pada pukul 12.00 WIB sampai 13.00 WIB yang mempunyai nilai radiasi matahari maksimal 1050,82 Watt/m^2. Hasil pencatatan data penelitian yang paling minimum pada hari pertama dikarenakan keadaan cuaca agak mendung dengan nilai maksimum hanya mncapai 900,43 Watt/m2. Radiasi matahari harian yang dicatat dengan data *lux meter* selama pengujian data yang diambil cukup bervariasi. Pencatatan data pertama diambil pada jam 11.00 Wib hingga pukul 14.00 Wib. Data diambil setiap 10 menit sekali, setiap radiasi matahari mempunyai pola yang sama yaitu rendah di awal dan perubahan peningkatan sedikit demi sedikit sampai mencapai titik maksimum. Kemudian intesitas radiasi matahari mulai menurun mendekati titik minimal pada akhir penelitian, hal ini dikarenakan terjadinya rotasi bumi pada porosnya atau putaran bumi pada porosnya mengakibatkan setiap daerah mengalami siklus siang dan malam. Hubungan temperatur air masuk dan temperatur air keluar dengan waktu dapat kita lihat gambar 4.



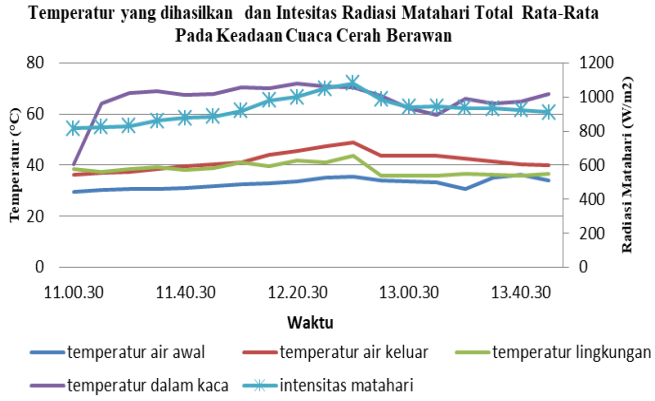
Gambar 4. Temperatur Air Masuk dan Air Keluar Pengujian Solar Heater

Grafik empat diatas terlihat temperatur air masuk dan air keluar mengikuti pola radiasi matahari dan sesuai dengan waktu pengambilan data. Seperti pada kondisi pada umumnya Temperatur kolektor surya diukur dengan mengunakan alat batuan thermocopell selama 6 hari. Pengukuran dilakukan setiap 10 menit selama 3 jam yang dimulai pada jam 11.00 sampai dengan pukul 14.00 WIB. Pengukuran suhu ini dilakukan untuk mengetahui sampai dimana distribusi suhu yang didapat pada plat kolektor surya sehingga dapat diketahui kapasitas panas yang dimiliki oleh kolektor surya untuk mentrasferkan panas nya ke pipa tembaga dengan siklusan air. Berdasarkan gambar grafik diatas disribusi suhu pada percobaan pertama suhu bersikulasi dengan memiliki peningkatan yang suhunya mula mula suhu air dalam ember 28˚c pada pukul 11.00 WIB dengan intesitas radiasi matahari 800 w/m2 lalu saat menit ke 10 suhu air mulai naik dengan suhu air keluar 34,1˚c seiring naiknya juga radiasi matahari. Pada jam 12.00 sampai pukul 13.00 WIB suhu air yang masuk yaitu 36,9˚c dan suhu air keluar 46,8˚c, kenaikan temperatur ini terjadi karena intesitas matahari pada jam tersebut naik tinggi dengan nilai radiasi matahari kisaran 950 w/m2 sampai dengan 973 w/m2. Pada jam selanjutnya radiasi matahari mulai turun disaat itu pula suhu air keluar yang mulai mengalami penurunan (42,5˚c) seiring akhir pengambilan data penelitian. Bentuk Temperatur yang Dihasilkan dalam Bentuk Cuaca Cerah dan Intesitas Radiasi Total Rata-Rata Pada Pengambilan Data Penelitian pada tanggal 27 dan 30 Oktober 2020.



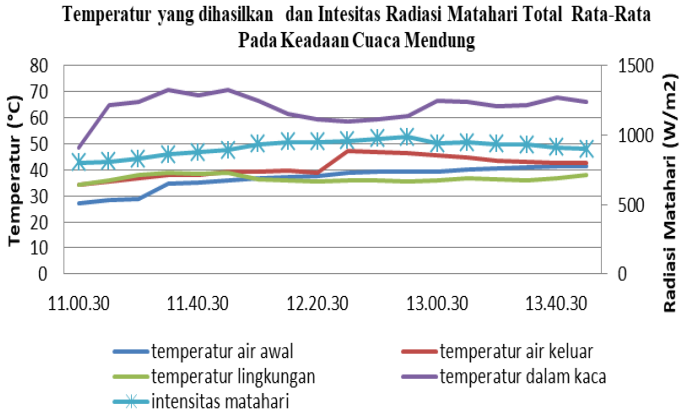
Gambar 5. Grafik Temperatur Kondisi Pengujian Cuaca Cerah

Temperatur rata-rata maksimal dalam bentuk cuaca cerah dihasilkan pada tanggal penelitian 29 September dan 14 Oktober 2022. Nilai temperatur rata-ratanya adalah; Itesitas radiasi matahari total 1080 Watt/m^2, Temperatur awal atau tempetur air dalam ember (T_{in}) 39,1˚c, Temperatur air keluar (T_{out}) 46,8˚c, Temperatur dalam kaca (T_3) 59,6˚c dan Temperatur lingkungan (T_4) 36˚c. Pengaruh dari variasi temperatur awal dapat dilihat gambar grafik 14, yang mana pada jam pertama pengambilan data penelitian suhu air dalam ember mula-mula 29,5˚c dengaan nilai intesitas energi matahari 815 Watt/m^2 sepuluh menit kemudian cuaca panas sedikit-sedikit mulai naik hingga mencapai intesitas energi mataharinya 825 Watt/m˚c dengan temperature air keluar atau T_{out} 36,9˚c, temperatur lingkungan 37,5 ˚c dan temperature dalm kaca 64,1˚c. Temperatur maksimum didapat pada jam 12.00 sampai jam 13.10 Wib dengan nilai intesitas radiasi matahari didapat 920 Watt/m^2 sampai 1080 Watt/m^2, temperatur T_{in} 32,7˚c dan T_{out} 44,1˚c.



Gambar 6. Grafik Temperatur Kondisi Pengujian Cuaca Cerah Berawan

Hari penelitian tanggal 8 dan 19 September 2022 bentuk cuaca cerah berawan dapat kita lihat bentuk grafik 6 diatas, nilai awal intesitas radiasi matahari yaitu 800 Watt/m^2, bentuk hasil penelitian tidak jauh beda pada keadaan hari cuaca cerah pada grafik 5 diatas yang mana penelitiannya rendah diawal lalu sedikit demi sedikit temperatur mulai naik bersamaan naik nya radiasi matahari pada jam 12.00 wib sampai jam 13.20 wib selanjutnya mulai turun temperaturnya pada jam 13.40 wib dengan nilai intesitas radiasi mataharinya hanya 860 Watt/m^2.



Gambar 7. Grafik Intesitas Dan Temperatur Cuaca Mendung

Penelitian yang terakhir dengan keadaan cuaca mendung pada tanggal 8 dan 19 september 2022, nilai yang dihasilkan yaitu; intesitas radiasi matahari rata-rata maksimum hanya mencapai 960 Watt/m^2 pada pukul 12.30 wib dan temperatur air keluar 38,3˚c. Lalu nilai minimum mencapai 900 Watt/m^2 pada akhir pengambilan data, itu disebabkan karenba keadaan cuca mendung atau matahari ditutupi oleh awan dapat kita lihat hasilnya dengan gambar grafik 7 diatas.

KESIMPULAN

Hasil dari penelitian dapat disimpulkan bahwa alat pemanas air mengunakan sitem *solar water heater* ini sudah dikatakan efektif karena radiasi dari sinar matahari untuk memanaskan air telah menghasilkan temperatur air keluar dengan rata-rata 40˚C. Hasil penelitian dalam keadaan cuaca cerah menghasilkan 46,8˚c kemudian hasil penelitian dalam bentuk cuaca cerah berawan menghasilkan temperatur air keluar sebesar 44,3˚c dan terakhir hasil pengambilan data dalam bentuk cuaca mendung sangatlah jauh beda dengan kedua hasil cerah atau cerah berawan, hasil yang didapat yaitu 38,3˚c.

DAFTAR PUSTAKA

Anugrah, Endri Rizki, Remon Lapisa, and K Arwizet. 2020. "Analisa Perpindahan Panas Pada Heat Exchanger Dengan Berbagai Variasi Media Pemindah." : 19–26.

Burhanuddin, Aulya. 2006. "Karakteristik Kolektor Surya Plat Datar Dengan Variasi Jarak Kaca Penutup Dan Sudut Kemiringan Kolektor." Universitas Sebelas Maret.

Chen, Zhenqian, Mingwei Gu, and Donghua Peng. 2010. "Heat Transfer Performance Analysis of a Solar Flat-Plate Collector with an Integrated Metal Foam Porous Structure Filled with Paraffin." *Applied Thermal Engineering* 30(14–15):1967–73.http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2010.04.031.

Cong, Cheng Eng, Sanjayan Velautham, and Amer Nordin Darus. 2005. "Solar Thermal Organic Rankine Cycle As a Renewable Energy Option." *Jurnal Mekanikal*.

Duffie, John A., and William A. Beckman. 2013. *Wiley: Solar Engineering of Thermal Processes, 4th Edition - John A. Duffie, William A. Beckman*.http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-0470873663.html.

Edalatpour, Mojtaba, and Juan P. Solano. 2017. "Thermal-Hydraulic Characteristics and Exergy Performance in Tube-on-Sheet Flat Plate Solar Collectors: Effects of Nanofluids and Mixed Convection." *International Journal of Thermal Sciences*118:397–409.http://dx.doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2017.05.004.

Gawande, Vipin B., A. S. Dhoble, and D. B. Zodpe. 2014. "CFD Analysis to Study Effect of Circular Vortex Generator Placed in Inlet Section to Investigate Heat Transfer Aspects of Solar Air Heater." *Scientific World Journal* 2014.

Irawan, Rizki. 16AD. "Pembuatan Dan Pengujian Kolektor Surya Pelat Datar (Flat-Plate Collectors) Kondisi Steady Berdasarkan Standar EN 12975." Universitas Lampung.

Kalogirou, Soteris A. 2004. 30 Progress in Energy and Combustion Science *Solar Thermal Collectors and Applications*.Kalogirou, Soteris A. "1- 9780123745019_TOC.Pdf."

Klevinskis, Andrius, and Vytautas Bučinskas. 2011. "Analysis of a Flat-Plate Solar Collector." *Mokslas - Lietuvos ateitis* 3: 39–43.

Pratiwi, Nurdina Gita, Siddiq Wahyu Hidayat, Wuwus Ardiatna, and Chery Chaen Putri. 2019. "Comparison of K-Type and T-Type Thermocouples for Stability and Uniformity of Infant Incubator Temperature Testing Based on Iec 60601-2-19." *Jurnal Standardisasi* 21(3): 211.

Ramadhan, Nizar, Sudjito Soeparman, and Agung Widodo. 2017. "Analisis Perpindahan Panas Pada Kolektor Pemanas Air Tenaga Surya Dengan Turbulence Enhancer." *Jurnal Rekayasa Mesin* 8(1): 15–22.

Sayigh, A.A.M. 1979. Solar Energy Conversion *The Technology of Flat Plate Collectors*. University ofWaterloo.http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-024744-1.50009-7.

SAYIGH, A.A.M. 1977. Solar Energy Engineering *Solar Energy Availability Prediction from Climatological Data*. ACADEMIC PRESS, INC.http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-620850-4.50010-7.

Sciubba, Enrico. 2001. "Beyond Thermoeconomics? The Concept of Extended Exergy Accounting and Its Application to the Analysis and Design of Thermal Systems." *Exergy, An International Journal* 1(2): 68–84.

Sekhar, Y Raja, K V Sharma, and M Basaveswara Rao. 2009. "Evaluation of Heat Loss Coefficients in Solar." *ARPN journal of engineering and applied sciences* 4(5): 15–19.

Sumarsono, M. 2012a. "Optimasi Jumlah Pipa-Pemanas Terhadap Kinerja." *Jurnal Ilmiah Teknologi Energi* 1(1): 46–55.

Sumarsono. 2012. "Optimasi Jumlah Pipa-Pemanas Terhadap Kinerja." *Jurnal Ilmiah Teknologi Energi*.

Susanto, Helmi, and Dwi Irawan. 2017. "Pengaruh Jarak Antar Pipa Pada Kolektor Terhadap Panas Yang Dihasilkan Solar Water Heater (Swh)." 6(1): 84–91.

Tian, Y., and C. Y. Zhao. 2011. "A Numerical Investigation of Heat Transfer in Phase Change Materials (PCMs) Embedded in Porous Metals." *Energy*36(9):5539–46.http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2011.07.019.

Yaïci, Wahiba, and Evgueniy Entchev. 2014. "Performance Prediction of a Solar Thermal Energy System Using Artificial Neural Networks." *Applied Thermal Engineering* 73(1):1348–59.http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2014.07.040.

Zhou, D., and C. Y. Zhao. 2011. "Experimental Investigations on Heat Transfer in Phase Change Materials (PCMs) Embedded in Porous Materials." *Applied Thermal Engineering* 31(5):970–77.http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2010.11.022.