

Table Of Content

Journal Cover	2
Author[s] Statement	3
Editorial Team	4
Article information	5
Check this article update (crossmark)	5
Check this article impact	5
Cite this article	5
Title page	6
Article Title	6
Author information	6
Abstract	6
Article content	8

Academia Open



By Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Managing Editor

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

How to submit to this journal ([link](#))

Article information

Check this article update (crossmark)



Check this article impact (*)



Save this article to Mendeley



(*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

Design of Solar Collector Prototype with Working Fluid Temperature and Pressure Measurement for Energy Harvesting

Rancang Bangun Prototipe Solar Kolektor dengan Pengukuran Temperatur dan Tekanan Fluida Kerja untuk Energy Harvesting

A'rasy Fahrudin, arasy.fahrudin@umsida.ac.id, (1)

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mochammad Sandi Al Amien, arasy.fahrudin@umsida.ac.id, (0)

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Prantasi Harmi Tjahjanti, arasy.fahrudin@umsida.ac.id, (0)

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Izza Anshory, izzaanshory@umsida.ac.id, (0)

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

⁽¹⁾ Corresponding author

Abstract

Indonesia is a tropical country, which gets a lot of sunshine every year. Harvesting energy from solar heat is an alternative solution to obtain renewable and environmentally friendly electrical energy. The purpose of this research is to design and test the temperature and flow of the working fluid of a solar collector for energy harvesting. The method used is true experiment research by making a solar collector prototype. Measurement of the temperature and pressure of the working fluid is carried out by varying the power of the heating lamp as a substitute for sunlight in the test. The experimental results show that the greater the heat energy received by the solar collector, the higher the temperature of the working fluid and the resulting pressure during the same test. The highest temperature recorded for the liquid coming out of the solar collector reaches 63.6 °C with a maximum pressure difference of 19.6 Pascals. The results of this test will be followed by testing the flow rate of the working fluid to determine the power potential of the working fluid for harvesting energy.

Highlights:

- **Efficiency Enhancement:** Optimizing solar collector design for increased heat energy absorption and efficient energy conversion.
- **Temperature-Pressure Correlation:** Investigating the relationship between heat energy, working fluid temperature, and pressure for better energy yield.
- **Flow Rate Analysis:** Assessing working fluid flow to gauge energy potential and inform effective energy harvesting strategies.

Keywords: solar collector, temperature, fluid pressure, energy harvesting

Academia Open

Vol 8 No 2 (2023): December

DOI: 10.21070/acopen.8.2023.7276 . Article type: (Energy)

Published date: 2023-08-14 00:00:00

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki iklim tropis yang sinar matahari dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi. Sinar matahari yang dapat diterima oleh bumi adalah sebesar 51 %, dan sisanya dipantulkan kembali [1]. Sumber energi matahari banyak dimanfaatkan di berbagai tempat di Indonesia, seperti untuk menjemur pakaian, hasil pertanian, dan lain sebagainya. Namun pemanfaatan energi panas matahari masih dimanfaatkan secara tradisional. Oleh karena itu diperlukan suatu alat yang bisa menyerap energi matahari lebih maksimal. Perangkat yang digunakan untuk memanfaatkan energi surya disebut kolektor surya. Kolektor surya adalah sebuah alat yang mampu menyerap dan memindahkan panas dari energi matahari ke fluida kerja [2].

Terdapat beberapa penggunaan solar kolektor, diantaranya adalah untuk pemanas air dan pemanas udara. Pemanfaatan untuk pemanas air yang sudah banyak digunakan baik menggunakan dengan flat plate maupun concentrated [3]-[6]. Berbeda dengan pemanas air berbasis listrik atau gas, sistem ini memanfaatkan energi panas matahari. Sehingga tidak memerlukan biaya bahan bakar maupun biaya listrik. Seperti diketahui bahwa biaya listrik untuk heater tergolong cukup mahal. Sebagai pemanas udara, solar kolektor dapat digunakan untuk pengeringan termasuk pengeringan hasil pertanian [7].

Selain untuk pemanasan, solar kolektor juga dapat digunakan sebagai pemanenan energi dari matahari. Secara umum, ada dua cara pemanenan energi surya tergantung kebutuhan; (i) tenaga surya-listrik konversi (mengubah energi matahari menjadi energi listrik menggunakan sel surya fotovoltaik atau tenaga surya terkonsentrasi) dan (ii) konversi panas matahari (mengubah energi matahari menjadi energi panas menggunakan kolektor surya) [8]. Penelitian tentang sistem panas matahari telah menarik banyak peneliti dari seluruh dunia. Soteris [9] memberikan ulasan ekstensif tentang perkembangan sejarah dan kemajuan saat ini dari kolektor surya. Mills [10] dalam artikel ulasannya, membahas teknologi terkini yang sedang diterapkan dalam pengembangan kolektor surya pelacakan sumbu tunggal dan dua, beberapa jenis teknologi suhu rendah seperti kolektor tabung yang dievakuasi, siklus Rankine organik turbin dan pembangkit listrik tenaga surya updraft.

Solar kolektor sebagai pemanas air maupun pemanas udara sudah banyak diteliti untuk pemanfaatan energi matahari yang gratis dan berlimpah. Akan tetapi solar kolektor untuk penggerak fluida masih sedikit diteliti termasuk untuk harvesting energy. Solar kolektor dengan desain sederhana, murah, dan mudah dibuat akan mudah diaplikasikan di masyarakat Indonesia yang memiliki wilayah kaya akan energi matahari. Selain itu, fluida yang bergerak karena efek thermosiphon memiliki potensi menghasilkan energi listrik yang bermanfaat bila dikombinasikan dengan turbin. Oleh karena itu, sekiranya perlu diteliti mengenai rancang bangun prototipe solar kolektor dengan pengukuran temperatur dan tekanan fluida kerja untuk energy harvesting.

METODE

Solar kolektor yang dirancang menggunakan pipa logam yang dimasukkan dalam box dengan dinding yang berinsulasi yang memberi efek rumah kaca sesuai desain seperti Gambar 1 berikut.

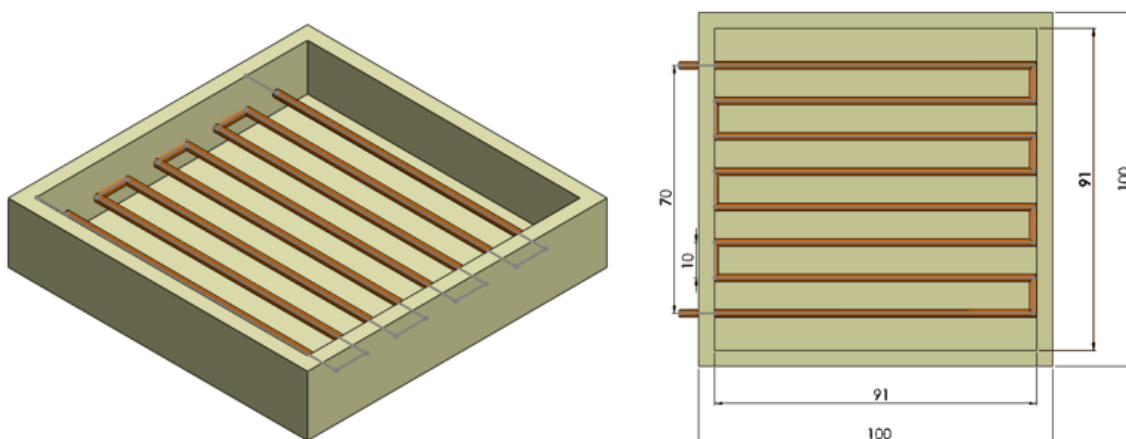


Figure 1. Solar kolektor dengan efek rumah kaca

Prototipe solar kolektor yang dibuat mempunyai ukuran 100 cm x 100 cm x 20 cm yang terbuat dari kayu dan styrofoam setebal 2 cm.

Alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Manometer, berfungsi untuk mengukur tekanan fluida.
2. Thermometer kamera, berfungsi untuk mengukur distribusi temperatur.
3. Thermometer digital, berfungsi untuk mengukur temperatur fluida.

Variabel penelitian ini meliputi variabel bebas berupa variasi daya lampu pemanas sebesar 300, 600, dan 900 dalam satuan Watt. Dan variabel terikat yang diamati dalam penelitian ini adalah temperatur dan tekanan fluida kerja.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini yaitu telah dibuatnya prototype Solar Kolektor seperti pada Gambar 2 berikut ini.

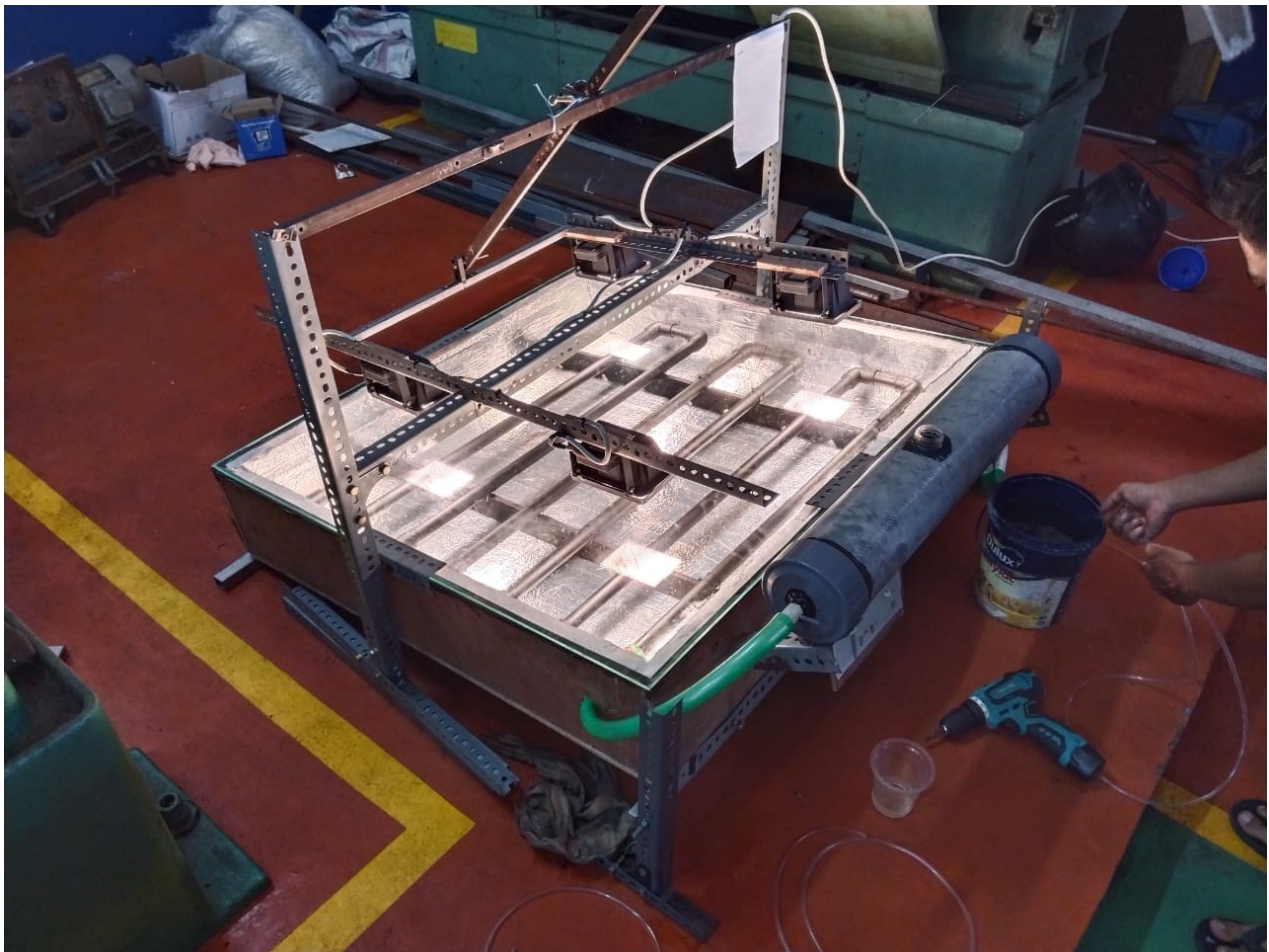


Figure 2. Prototipe Solar Kolektor

Data awal telah diambil berupa temperature air masuk dan keluar kolektor serta tekanan fluida dengan variasi daya lampu pemanas. Data dikumpulkan dalam Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3 berikut.

No	Waktu (menit)	Suhu Bawah °C	Suhu Atas °C	Perbedaan tinggi Manometer (mm)
1	11.30	28,9	30,3	Seimbang
2	11.40	29,2	30,6	Seimbang
3	11.50	29,3	32,1	Seimbang
4	12.00	29,3	38,8	-1
5	12.10	29,5	40,3	Seimbang
6	12.20	29,5	41	Seimbang
7	12.30	29,5	42	Seimbang

8	12.40	29,8	43,1	Seimbang
9	12.50	30,1	44	Seimbang
10	13.00	30,2	44,8	Seimbang

Table 1. Pengambilan Data Solar Kolektor Menggunakan 2 Buah Lampu

No	Waktu (menit)	Suhu Bawah °C	Suhu Atas °C	Perbedaan tinggi Manometer (mm)
1	14.10	30,8	31,6	Seimbang
2	14.20	30,2	36,9	Seimbang
3	14.30	30,4	43,7	Seimbang
4	14.40	30,1	46	Seimbang
5	14.50	31,3	49,4	-1
6	15.00	31,8	52,4	-1
7	15.10	32,3	55,1	-1,5
8	15.20	32,5	57,7	-1
9	15.30	33,1	59,5	-1
10	15.40	33,4	60,8	-1,5

Table 2. Pengambilan Data Solar Kolektor Menggunakan 4 Buah Lampu

No	Waktu (menit)	Suhu Bawah °C	Suhu Atas °C	Perbedaan tinggi Manometer (mm)
1	10.30	29	29,3	Seimbang
2	10.40	28,9	37,9	-1
3	10.50	29,1	44,3	-1
4	11.00	30,1	49,5	-1
5	11.10	31,7	54,4	-1
6	11.20	33,1	59,3	-1
7	11.30	33,8	63,1	-1,5
8	11.40	34,1	68,2	-2
9	11.50	33,7	68,2	-2
10	12.00	40,9	63,6	-1,5

Table 3. Data Solar Kolektor Menggunakan 6 Buah Lampu

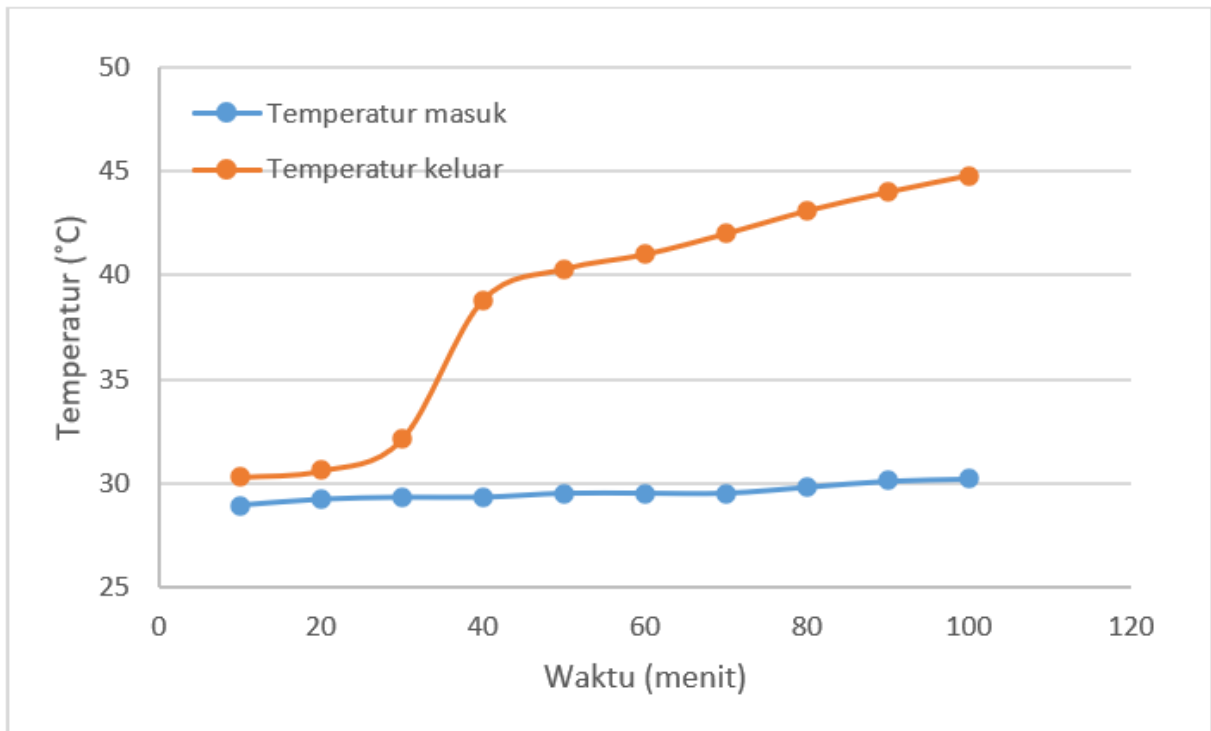


Figure 3. Grafik perbandingan waktu terhadap perubahan temperatur dengan 2 lampu pemanas

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa dengan 2 lampu pemanas yaitu dengan daya mencapai 300 Watt, panas maksimum fluida keluar yang dihasilkan sebesar 44,8 °C dalam waktu 100 menit. Sedangkan fluida masuk sebesar 30,2 °C. Fluida yang masuk kembali ke solar kolektor mengalami penurunan temperatur karena pengaruh lingkungan saat fluida mengalir dari tandon atas kembali menuju sisi masuk. Peningkatan yang cukup menanjak pada menit ke 40 kemungkinan disebabkan oleh telah panasnya udara dalam ruang dan pipa solar kolektor sehingga fluida mendapatkan panas masuk yang besar.

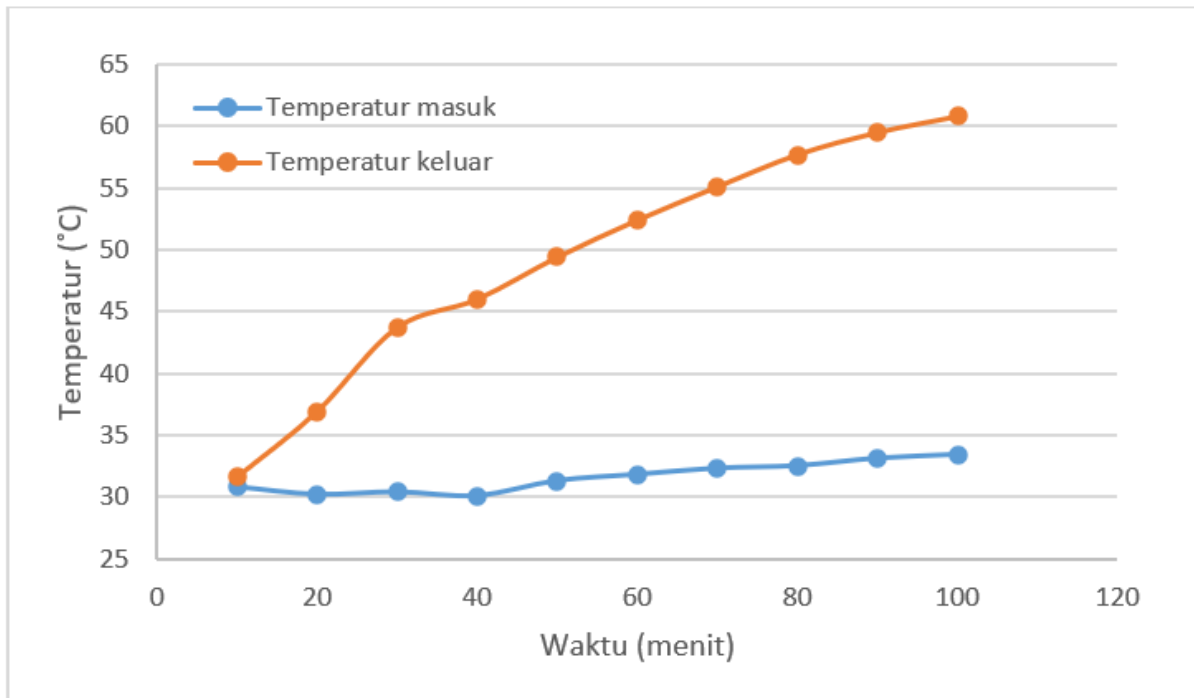


Figure 4. Grafik perbandingan waktu terhadap perubahan temperatur dengan 4 lampu pemanas

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa dengan 4 lampu pemanas yaitu dengan daya mencapai 600 Watt, panas maksimum fluida keluar yang dihasilkan sebesar 60,8 °C dalam waktu 100 menit. Sedangkan fluida masuk sebesar 33,4 °C. Dengan daya lampu pemanas yang besar ini dapat mewaliki kondisi panas matahari yang cukup terik. Temperatur fluida masuk kembali ke solar kolektor yang masih cukup rendah menunjukkan perlunya dipasang lapisan isolator pada saluran luar dan tandon atas. Tanjakan temperatur seperti pada Gambar 4 tidak lagi nampak, kemungkinan disebabkan karena daya panas masuk yang cukup besar menyebabkan udara dalam solar kolektor lebih cepat panas merata. Sehingga tidak ada hambatan panas menuju fluida.

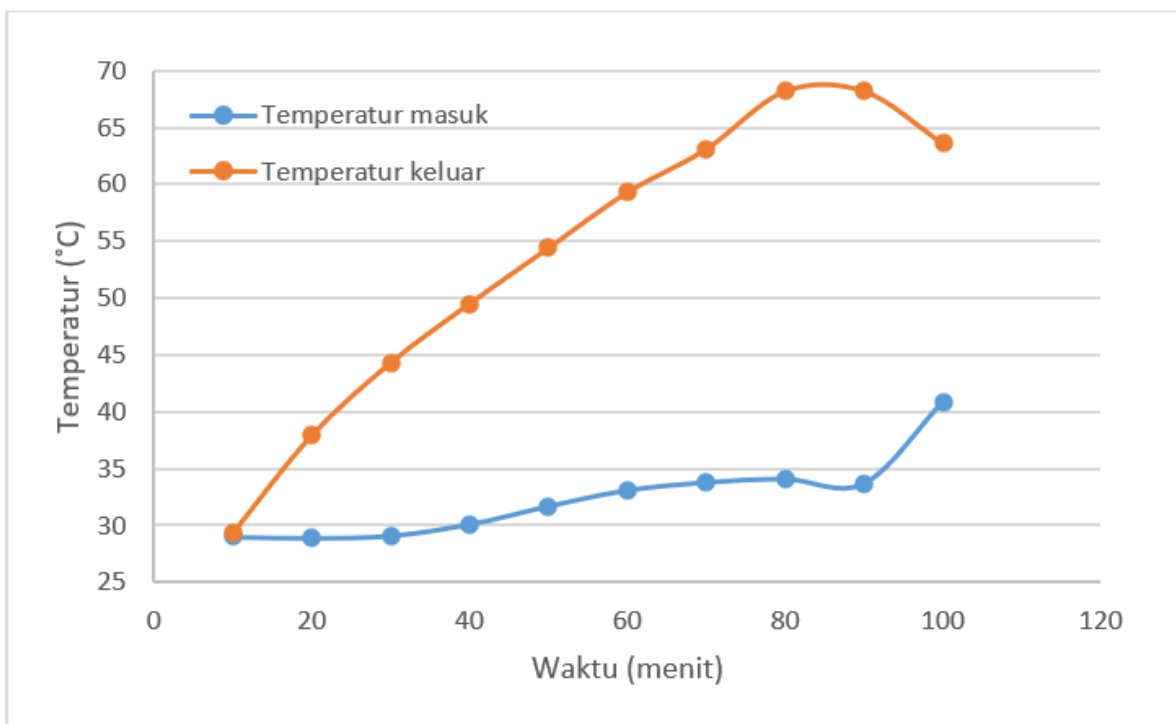


Figure 5. Grafik perbandingan waktu terhadap perubahan temperatur dengan 6 lampu pemanas

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa dengan 6 lampu pemanas yaitu dengan daya mencapai 900 Watt, panas maksimum fluida keluar yang dihasilkan sebesar 68,2 °C dalam waktu 100 menit. Sedangkan fluida masuk sebesar 34,1 °C. Daya pemanas yang tinggi meningkatkan temperatur fluida cukup besar sehingga massa jenis fluida menurun dan fluida panas mengalir ke sisi keluar yang berada lebih tinggi dari sisi masuk. Aliran ini menyebabkan sebagian fluida panas di tandon terdorong ke sisi masuk dan sebagian fluida dingin dari tandon turun ke sisi keluar solar kolektor.

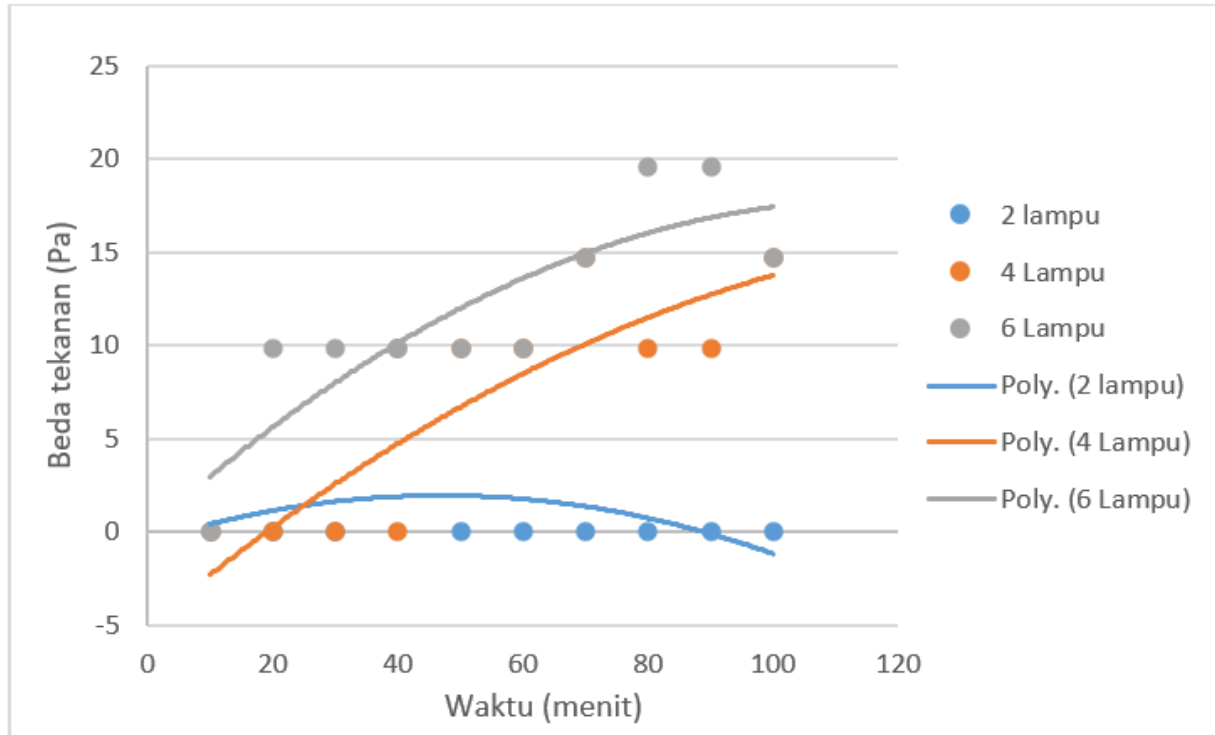


Figure 6. Grafik perbandingan waktu terhadap beda tekanan fluida kerja

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa semakin banyak lampu pemanas semakin besar daya panas, kecenderungannya menghasilkan beda tekanan fluida yang semakin besar. Beda tekanan fluida yang semakin besar dapat menunjukkan potensi daya alir fluida yang semakin besar pula. Semakin besar daya alir dapat dimanfaatkan untuk memutar turbin mini untuk menghasilkan listrik dari tenaga panas matahari. Dengan fluks panas masuk 900 W/m², solar kolektor tipe plat datar ini dapat menghasilkan beda tekanan fluida maksimum sebesar 19,6 Pascal.

SIMPULAN

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa semakin besar energy panas yang diterima solar kolektor, maka semakin tinggi temperatur fluida kerja dan tekanan yang dihasilkan dalam waktu pengujian yang sama. Temperatur tertinggi yang tercatat untuk fluida keluar solar kolektor mencapai 63,6 °C dengan beda tekanan maksimum mencapai 19,6 Pascal. Hasil pengujian ini akan dilanjutkan dengan pengujian debit aliran fluida kerja untuk mengetahui potensi daya fluida kerja untuk harvesting energy.

References

1. H. H. Husniyah, T. A. Ajiwiguna, and Suwandi, "Analisis Efisiensi Pada Concentrated Solar Thermal Collector Tipe Parabolik Efficiency Analysis of Parabolic," e-Proceeding Eng., vol. 6, no. 2, pp. 4898-4907, 2019.
2. I. Kadek, D. Wiranugraha, H. Wijaksana, and K. Astawa, "Analisa performansi kolektor surya pelat bergelombang dengan variasi kecepatan udara," J. Ilm. Tek. DESAIN Mek., vol. 2016, pp. 1-6, 2016.
3. R. Firdaus, D. Ichsan, M. Hakam, and A. Fahrudin, "Study of Simulation and Experimental Effect of Vacuum Degrees Between Glass Containers and Absorber on Solar Water Heater with Absorber Sinusoidal Type," IPTEK J. Proc. Ser., vol. 0, no. 1, p. 62, 2019.
4. Z. C. Y. Tian Y., "A review of solar collectors and thermal energy storage in solar thermal applications,"

- Appl. Energy, vol. 104, pp. 538-553, 2013.
5. M. Al-Saiydeh, A. Alhamadani, and W. Allamy, "A Series Arrangement of Economizer - Evaporator Flat Solar Collectors as an Enhancement for Solar Steam Generator," *J. Ecol. Eng.*, vol. 22, no. 5, pp. 121-128, 2021.
 6. A. A. F. Alhamadani, A. K., and M. A.M., "Effect the Change of Absorber Length on Thermal Performance of Parabolic Dish Solar Collector," *Third Int. Sci. Renew. Energy Appl. Res. / South. Tech. Univ.*, vol. 6, 2018.
 7. E. Yani and A. Pratoto, "Penghitungan Efisiensi Kolektor Surya Pada Pengering Surya Tipe Aktif Tidak Langsung," *J. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 31, pp. 20-25, 2009.
 8. M. M. Jamil, N. A. C. Sidik, and M. N. A. W. M. Yazid, "Thermal Performance of Thermosyphon Evacuated Tube Solar Collector using TiO₂ /Water Nanofluid," *J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sci.*, vol. 20, no. 1, pp. 12-29, 2016.
 9. S. A. Kalogirou, "Solar thermal collectors and applications," *Prog. energy Combust. Sci.*, vol. 30, no. 3, pp. 231-295, 2004.
 10. D. Mills, "Advances in solar thermal electricity technology," *Sol. Energy*, vol. 76, no. 1, pp. 19-31, 2004.