

Performansi kolektor surya pelat datar *unglazed* pemanas air

Rustam Efendi¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara, Indonesia
Jalan Kapten Piere Tendean No. 109A, Baruga, Kendari, Sulawesi Tenggara 93563
Email korespondensi: rustamefenditm@un-sultra.ac.id

Abstrak

Energi surya merupakan energi yang tersedia sepanjang tahun di Indonesia. Pemanen energi surya dapat dilakukan dengan menggunakan kolektor surya. Kajian ini menguji kinerja kolektor surya pelat datar *unglazed* untuk mengetahui kemampuan kinerja kolektor surya dalam proses pemanasan air. Metode kajian menggunakan metode eksperimental, di mana air dialirkan melalui kolektor surya menggunakan pompa dan suhu diukur menggunakan termokopel yang terhubung dengan DAQ NI-9178 serta pengukuran iradiasi menggunakan pyranometer EKO MS-040. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kolektor surya *unglazed* dengan sistem resirkulasi dapat terus meningkatkan suhu pada tangki air secara kontinyu hingga diperoleh suhu maksimal air 65.42 °C pada siang hari. Performansi kolektor tipe *unglazed* selalu menghasilkan ΔT yang positif yang artinya suhu air berapapun yang melewati kolektor surya selalu meningkat selama terdapat iradiasi matahari.

Kata kunci: energi surya, energi berguna, iradiasi, kolektor surya pelat datar *unglazed*.

Abstract

Solar energy is energy that is available all year round in Indonesia. Harvesting solar energy can be done using a solar collector. This study tested the performance of the *unglazed* flat plate solar collector to determine the performance of the solar collector in the water heating process. The research method uses an experimental method, where water is flowed through a solar collector using a pump and temperature is measured using a thermocouple connected to the DAQ NI-9178 and irradiation measurements using a pyranometer EKO MS-040. The test results showed that the *unglazed* solar collector with a recirculation system could continue to increase the temperature in the water tank continuously until the maximum water temperature was reached with the value of 65.42 °C during the day. The performance of the *unglazed* collector always produced a positive ΔT , which means that any water temperature that passes through the solar collector always increased as long as there was solar irradiation.

Keywords: irradiation, solar energy, useful energy, *unglazed* flat plate solar collector.

1. Pendahuluan

Energi surya merupakan salah satu energi terbarukan dan memiliki ketersediaan yang melimpah sepanjang tahun di Indonesia serta bisa dimanfaatkan sebagai sumber utama dalam proses pemanasan air. Metode pemanasan air dengan prinsip pindah panas dengan sistem asas black yang memiliki kemampuan menyerap panas. Proses pindah panas yang terjadi adalah radiasi, konveksi, dan konduksi [1]. Salah satu usaha pemanfaatan energi surya sebagai pemanas air yakni dengan menggunakan sistem kolektor surya [2].

Kolektor surya merupakan salah satu alat yang mampu mengkonversi energi surya menjadi energi panas dalam hal ini menyerap panas dengan prinsip pindah panas [3]. Kolektor surya dapat digunakan untuk pemanas air atau *water heater* [2]. Kolektor surya dengan konstruksi yang mudah dirancang dan dari segi biaya relatif murah adalah kolektor surya pelat datar [4]. Selain itu penggunaan kolektor surya pelat datar *unglazed* memiliki kemampuan secara langsung menyerap energi panas dari iradiasi matahari tanpa penghalang dibandingkan dengan kolektor surya menggunakan penutup (*glazed*)

terhalangi oleh kaca atau penutup transparan sehingga penyerapan energi panas lebih lambat [2, 5]. Penggunaan kolektor surya pelat datar sangat mungkin digunakan dengan pertimbangan cuaca di suatu tempat [6]. Berbagai kajian kolektor surya pelat datar menunjukkan bahwa kolektor surya memiliki kemampuan yang baik dalam proses pemanasan air dan udara [5, 7, 8].

Berdasarkan informasi tersebut, kajian ini menguji kinerja kolektor surya pelat datar untuk pemanasan air. Tujuan kajian ini adalah menguji kinerja kolektor surya pelat datar *unglazed* untuk pemanas air pada kondisi cuaca yang cerah. Manfaat kajian ini adalah mengetahui proses pemanenan energi surya untuk menghasilkan energi panas dalam hal ini adalah pemanasan air.

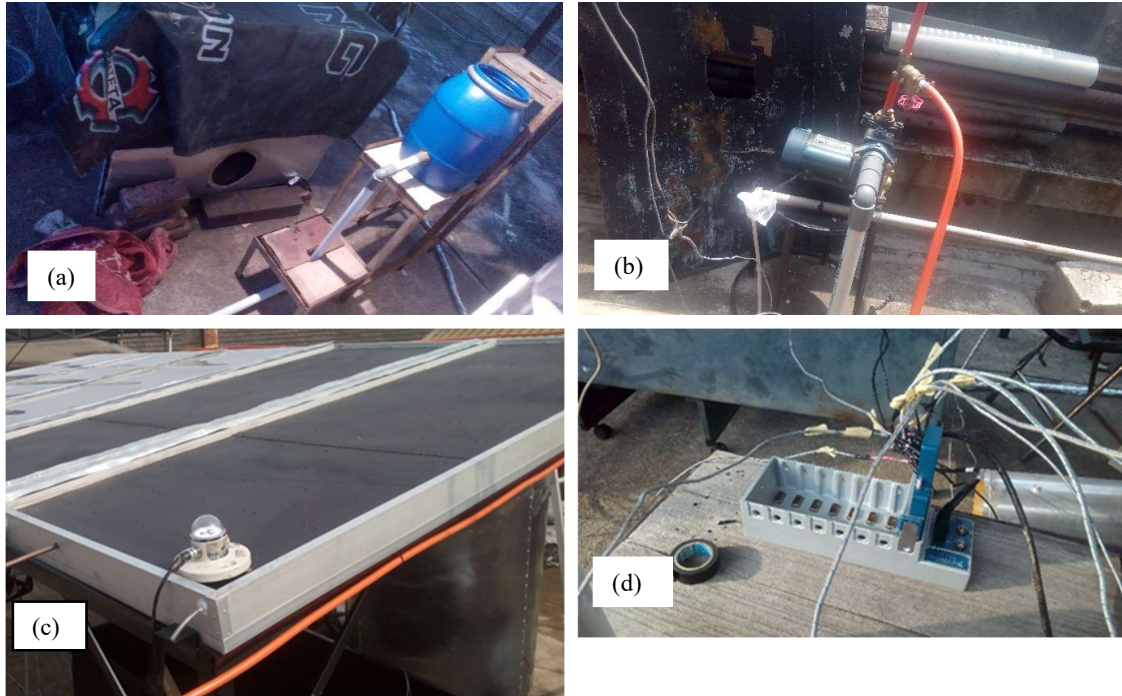
2. Metode

Bahan dan Metode

Kajian ini menggunakan peralatan pengujian kinerja kolektor. Peralatan untuk pengujian kinerja kolektor surya antara lain: (1) Modul National Instrument (NI cDAQ-9178) digunakan untuk pembacaan data pada

saat pengukuran suhu, (2) termokopel tipe-K sebagai sensor untuk pengukuran suhu yang dihubungkan ke Modul National Instrument (NI cDAQ-9178) dan terunduh ke komputer, (3) pyranometer EKO MS-040 untuk mengukur iradiasi surya, (4) flowmeter sebagai alat untuk mengukur laju aliran debit air, (5) *gate valve* berfungsi untuk mengatur debit air, (6)

anemometer merek Kanomax-6501 untuk mengukur kecepatan angin dan (7) tiga buah *water heater* berfungsi untuk memanaskan air di dalam tangki. Bahan yang digunakan pada kajian ini adalah (1) satu buah kolektor surya pelat datar *unglazed* dengan dimensi 3 x 1 m, (2) satu buah tangki kapasitas 20 liter.



Gambar 1. Sistem kolektor surya pelat datar: (a) tangki air, (b) pompa air, (c) kolektor surya, (d) modul National Instrument (NI cDAQ-9178).

Prosedur Pengujian

Pengujian kinerja kolektor surya pelat datar *unglazed* dilakukan dengan melakukan pengaturan awal instalasi kolektor surya pelat datar *unglazed* yang terhubung dengan satu buah pompa dan satu buah tangki berkapasitas 20 liter. Pompa dinyalakan untuk memompa air menuju *inlet* kolektor, debit air diatur menggunakan *gate valve* dan *by pass*. Pengujian ini berlangsung selama 8 jam, yakni dari pukul 08:00 – 16:00 WIB. Sistem sirkulasi yang digunakan pada pengujian ini adalah resirkulasi dengan laju aliran debit 6 LPM. *Setup* pengujian kolektor surya pelat datar *unglazed* dapat dilihat pada Gambar 2. *Setup* pengujian terdiri atas (Gambar 2), tangki berkapasitas 20 liter (1), *stop valve* berfungsi sebagai pengatur debit air (2), pompa air (3), *by pass* berfungsi sebagai saluran pembalik sisa air yang tidak diteruskan ke kolektor (4), *gate valve* pengatur debit menuju *by pass* (5), *gate valve* mengatur debit air menuju *flowmeter* (6), termokopel mengukur suhu air *inlet* dan *outlet* kolektor (7), *flowmeter* mengukur laju aliran air (8), unit kolektor surya pelat datar *unglazed* sebagai pemanas air (9), anemometer mengukur kecepatan

angin di atas kolektor (10), dan pyranometer mengukur iradiasi surya (11).

Kolektor surya pelat datar *unglazed* diuji pada kondisi cuaca cerah dan sudut kemiringan 6 derajat. Parameter yang diukur meliputi: suhu *inlet*, suhu *outlet*, suhu lingkungan, iradiasi surya, diukur setiap detik dan laju aliran air diatur sejak pengujian dimulai.

Energi berguna (Q_u) yang berasal dari kolektor surya pelat datar merupakan energi yang dapat dimanfaatkan dalam proses pemanasan fluida kerja. Energi berguna yang diterima oleh kolektor surya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1).

$$Q_u = \dot{m} c_p (T_{fi} - T_{fo}) \quad (1)$$

\dot{m} = laju aliran massa air (kg/s)

C_p = panas jenis (kJ/kg °C)

T_{fi} = Suhu *inlet* (°C)

T_{fo} = Suhu *outlet* (°C)

Laju aliran massa dihitung dengan menggunakan persamaan (2):

$$\dot{m} = V \cdot \rho \quad (2)$$

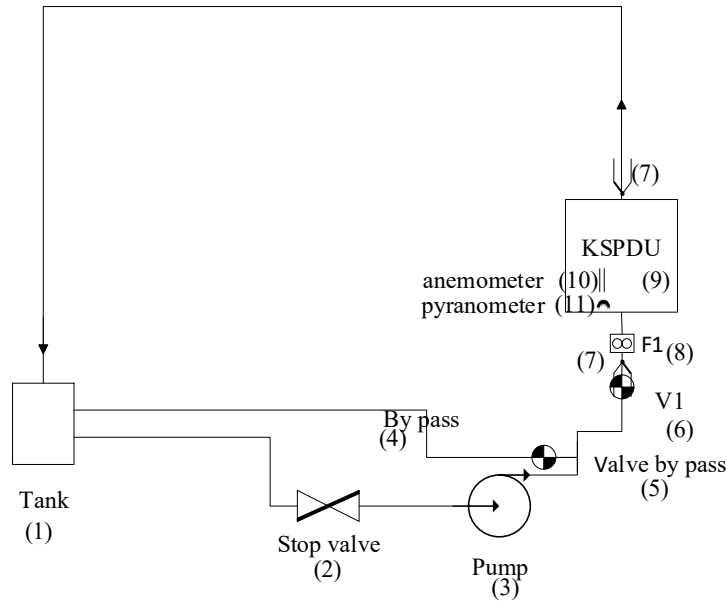
V = laju aliran debit (m^3/s)

ρ = massa jenis air (kg/m^3)

Perhitungan konveksi kehilangan panas karena angin (h_w) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3) [3].

$$h_w = 5,7 + 3,8 v \quad (3)$$

v = kecepatan angin ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)

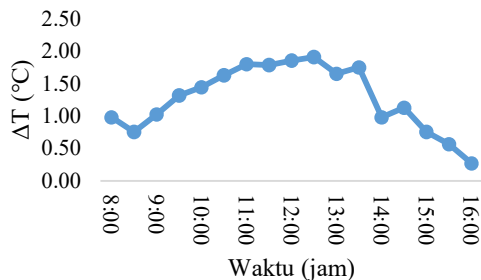


Gambar 2. Skema setup pengujian kolektor surya pelat datar unglazed.

3. Hasil Dan Pembahasan

Beda Suhu Inlet dan Outlet

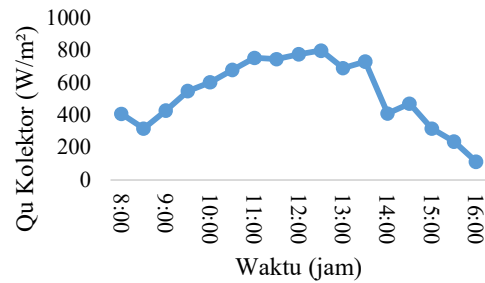
Suatu sistem pindah panas dapat dikatakan menghasilkan energi panas apabila suhu *outlet* memiliki suhu yang lebih tinggi dibandingkan suhu *inlet*. Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa ΔT mengalami peningkatan sesuai dengan waktu dan iradiasi yang didapatkan pada saat proses pengujian berlangsung. Pada proses pengujian ini pun menunjukkan ΔT yang didapatkan positif karena pengujian berlangsung pada kondisi cuaca yang cerah artinya kolektor surya tetap bekerja dengan baik meskipun tetap terjadi pelepasan panas baik secara konduksi maupun konveksi.



Gambar 3. Perbedaan suhu inlet dan suhu outlet (ΔT) terhadap waktu.

Energi Berguna Kolektor Surya Pelat Datar

Energi berguna kolektor surya terus mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya iradiasi surya yang sedang terjadi. Hal ini memperlihatkan bahwa sistem kolektor surya bekerja dengan baik, di mana Q_u kolektor tetap dalam posisi positif (Gambar 4).

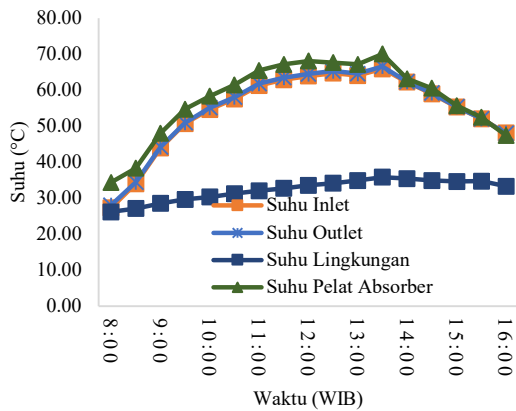


Gambar 4. Energi berguna kolektor surya.

Suhu (Inlet, Lingkungan, Outlet, dan Pelat Absorber)

Peningkatan suhu (*inlet*, lingkungan, *outlet*, dan pelat absorber) sangat bergantung pada kondisi cuaca saat pengujian. Gambar 5 menunjukkan grafik peningkatan suhu yang berbentuk seperti parabola, hal ini dikarenakan pengujian dilakukan pada kondisi

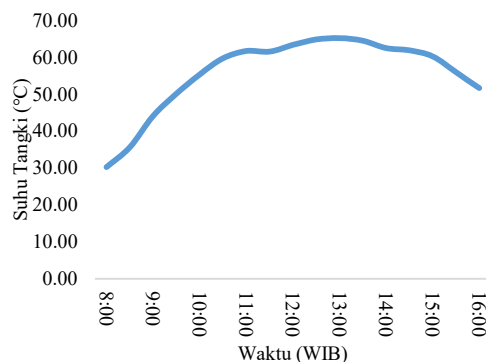
cuaca yang cerah. Pengujian ini berlangsung selama 8 jam dan tangki air tidak diinsulasi sehingga suhu *outlet* terlihat tidak begitu tinggi karena panas sensibel yang dimiliki oleh air dilepaskan begitu saja. Peningkatan dan penurunan suhu sangat bergantung pada tinggi rendahnya iradiasi. Suhu akan mengalami peningkatan apabila iradiasi yang didapatkan terus mengalami peningkatan begitupun sebaliknya. Konveksi kehilangan panas karena angin (*hw*) selama pengujian berlangsung adalah $10,06 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.



Gambar 5. Variasi suhu *inlet*, lingkungan, *outlet*, pelat absorber kolektor surya.

Tangki Penyimpanan Air

Selama proses pengujian berlangsung air di dalam tangki mengalami peningkatan suhu seiring dengan iradiasi yang didapatkan (Gambar 6). Peningkatan suhu terjadi apabila iradiasi meningkat begitu juga ketika iradiasi mengalami penurunan maka suhu air di dalam tangki juga akan mengalami penurunan. Tren grafik pada kajian ini membentuk seperti parabolik. Hal ini sesuai dengan kondisi cuaca pengujian yang cerah. *Range* suhu air di dalam tangki adalah $30\text{-}65^\circ\text{C}$.



Gambar 6. Suhu air di dalam tangki.

4. Kesimpulan

Pengujian kolektor surya pelat datar *unglazed* dengan sistem resirkulasi dan tangki tanpa diinsulasi telah dilakukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa

kolektor surya *unglazed* dengan sistem resirkulasi dapat terus meningkatkan suhu pada tangki pemanas air secara kontinu hingga diperoleh suhu maksimal $65,42^\circ\text{C}$ pada siang hari. Performansi kolektor tipe *unglazed* selalu menghasilkan ΔT yang positif yang artinya suhu air berapapun yang melewati kolektor surya selalu meningkat. Besarnya peningkatan suhu berkisar antara $0,27^\circ\text{C} - 1,91^\circ\text{C}$ dimana peningkatan terbesar terjadi pada siang hari. Untuk keperluan pemanfaatan air panas dalam tangki, direkomendasikan untuk menggunakan insulasi pada tangki agar kehilangan panas pada tangki bisa seminimal mungkin sehingga air panas dapat digunakan untuk keperluan air mandi atau kebutuhan yang lainnya pada waktu kapan saja.

Daftar Pustaka

- [1] Cengel YA, Ghajar AJ. Heat and Mass Transfer : Fundamentals & Applications. New York McGraw-Hill Education; 2003.
- [2] Syahrudin AS, Jalaluddin J, Hayat AJEIJOE. Performance Analysis Of Solar Water Heating System With Plate Collector Integrated Pcm Storage. 2020;3(2):143-9.
- [3] Duffie JA, Beckman WA. Solar Engineering Of Thermal Processes. 4 ed. New York J Wiley; 1980. Medium: X; Size: Pages: 772 p.
- [4] Ji X, Li M, Lin W, Zheng T, Wang Y. Effect of Installation of Solar Collector on Performance of Balcony Split Type Solar Water Heaters. Int J Photoenergy. 2015;2015:865041.
- [5] Efendi R. Kajian Kombinasi Kolektor Surya Pelat Datar Glazed dan Unglazed Untuk Pemanasan Udara [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 2019.
- [6] Alghurabe MJ, Al-Shamkhee DM, Alsahlani AA, editors. Experimental and Numerical Study of Thermal Performance for Flat Plate Solar Water Heater in Najaf. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science; 2021: IOP Publishing.
- [7] Efendi R, Nelwan LO, Wulandani D. Analisis Teknis Kolektor Surya Tipe Pelat Datar Glazed dan Unglazed pada Berbagai Laju Aliran Debit dan Suhu Inlet. JTEP. 2019;7(1):113-20.
- [8] Nelwan LO, Wulandani D, Subrata IDM, Effendi R. Steady state simulation on combination of glazed and unglazed flat plate solar collectors for air heating. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020;542:1-10.