

# Karakteristik perpindahan panas pada kolektor sinar matahari tipe plat datar

**Aulifia Krisna Cahya Sekarwati**

Program studi Fisika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
e-mail: 240604110006@student.uin-malang.ac.id

## Kata Kunci:

Kolektor sinar matahari, plat datar, perpindahan panas, efisiensi kolektor, lampu halogen

## Keywords:

Solar collector, flat-plate collector, heat transfer, collector efficiency, halogen lamp

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik perpindahan panas dan efisiensi kolektor sinar matahari tipe plat datar melalui variasi kondisi percobaan. Pengujian dilakukan secara eksperimental dengan memanfaatkan sumber radiasi buatan berupa lampu halogen sebagai simulasi sinar matahari. Variasi yang digunakan meliputi konfigurasi kolektor lengkap dan kolektor tanpa pelat kaca, perbedaan temperatur air masuk, serta pengaruh aliran udara dingin yang dihasilkan oleh blower pada permukaan kolektor. Parameter yang diukur meliputi temperatur air masuk dan keluar kolektor, temperatur lingkungan, serta laju aliran fluida. Efisiensi kolektor ditentukan berdasarkan perbandingan antara energi panas

yang diserap oleh fluida dengan energi radiasi yang diterima kolektor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keberadaan pelat kaca mampu mengurangi kehilangan panas ke lingkungan sehingga meningkatkan efisiensi kolektor. Peningkatan temperatur air masuk dan adanya aliran udara dingin pada permukaan kolektor cenderung menurunkan efisiensi akibat bertambahnya kehilangan panas konveksi. Studi ini memberikan gambaran mengenai pengaruh kondisi operasional dan konstruksi kolektor terhadap karakteristik perpindahan panas pada kolektor sinar matahari tipe plat datar.

## ABSTRACT

This study aims to investigate the heat transfer characteristics and efficiency of a flat-plate solar collector under various experimental conditions. The experiments were conducted using a halogen lamp as an artificial radiation source to simulate solar irradiation. Several variations were applied, including a complete collector and a collector without a glass cover, different inlet water temperatures, and the effect of forced air flow generated by a blower on the collector surface. The measured parameters included inlet and outlet water temperatures, ambient temperature, and fluid flow rate. The collector efficiency was determined by comparing the useful heat gained by the working fluid to the incident radiation energy received by the collector. The results indicate that the presence of a glass cover reduces heat losses to the environment and improves collector efficiency. An increase in inlet water temperature and the application of cold air flow on the collector surface tend to decrease efficiency due to enhanced convective heat losses. This study provides insight into the influence of operational conditions and collector configuration on the heat transfer characteristics of flat-plate solar collectors.

## Pendahuluan

Kebutuhan energi global yang terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk dan perkembangan teknologi mendorong pemanfaatan sumber energi terbarukan sebagai alternatif pengganti bahan bakar fosil. Energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang melimpah, ramah lingkungan, dan berpotensi besar untuk dimanfaatkan, khususnya di wilayah tropis yang menerima intensitas radiasi matahari



This is an open access article under the [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) license.

Copyright © 2023 by Author. Published by Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

relatif tinggi sepanjang tahun. Salah satu aplikasi energi surya yang banyak dikembangkan adalah sistem pemanas air berbasis kolektor sinar matahari. Energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang berpotensi besar untuk dimanfaatkan, terutama di daerah beriklim tropis yang menerima radiasi matahari relatif tinggi sepanjang tahun. Pemanfaatan energi surya dalam bentuk energi panas banyak diaplikasikan melalui penggunaan kolektor sinar matahari, salah satunya adalah kolektor tipe plat datar. Kolektor ini bekerja dengan menyerap radiasi melalui pelat absorber dan mentransfer energi panas tersebut ke fluida kerja, sehingga terjadi proses perpindahan panas yang melibatkan konduksi, konveksi, dan radiasi.

Karakteristik perpindahan panas pada kolektor sinar matahari tipe plat datar sangat memengaruhi efisiensi kinerjanya. Efisiensi kolektor tidak hanya ditentukan oleh intensitas sumber radiasi, tetapi juga oleh kondisi operasional dan konstruksi kolektor, seperti keberadaan pelat kaca penutup, sistem isolasi, serta temperatur fluida masuk. Selain itu, interaksi kolektor dengan lingkungan sekitar, termasuk pengaruh aliran udara pada permukaan kolektor, dapat meningkatkan kehilangan panas konveksi sehingga menurunkan performa kolektor. Dalam pengujian laboratorium, sumber radiasi matahari dapat disimulasikan menggunakan lampu halogen untuk mengontrol kondisi percobaan secara lebih terukur. Variasi kondisi seperti penggunaan kolektor lengkap dan kolektor tanpa pelat kaca, perubahan temperatur air masuk, serta pemberian aliran udara dingin menggunakan blower pada permukaan kolektor dapat digunakan untuk mempelajari pengaruh masing-masing parameter terhadap proses perpindahan panas dan efisiensi kolektor. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik perpindahan panas pada kolektor sinar matahari tipe plat datar melalui pengukuran efisiensi kolektor pada berbagai variasi kondisi percobaan, meliputi perbedaan konfigurasi kolektor, sumber radiasi, temperatur air masuk, serta pengaruh aliran udara pada permukaan kolektor. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai mekanisme perpindahan panas pada kolektor plat datar serta menjadi dasar dalam evaluasi dan pengembangan sistem kolektor sinar matahari yang lebih efisien.

## Metode penelitian

Percobaan ini menggunakan metode penelitian sebagai berikut :

1. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kolektor sinar matahari tipe plat datar sebagai objek penelitian, lampu halogen yang berfungsi sebagai sumber radiasi buatan, pelat kaca penutup kolektor, serta bahan isolasi termal. Selain itu digunakan pompa sirkulasi air, selang penghubung, flow meter untuk mengatur laju aliran air, termometer atau sensor suhu untuk mengukur temperatur air masuk, temperatur air keluar, dan temperatur lingkungan, blower udara untuk menghasilkan aliran udara dingin pada permukaan kolektor, serta wadah air sebagai reservoir dan alat ukur pendukung lainnya.
2. Langkah Percobaan :
  - a) Rangkai alat kolektor sinar matahari sesuai dengan skema percobaan.
  - b) Pasang sistem aliran air dari reservoir menuju kolektor dan kembali ke reservoir.
  - c) Pastikan seluruh sambungan selang terpasang dengan baik dan tidak bocor.

- d) Atur laju aliran air pada nilai tetap menggunakan flow meter.
- e) Nyalakan lampu halogen sebagai sumber radiasi buatan.
- f) Lakukan pengukuran temperatur air masuk, temperatur air keluar, dan temperatur lingkungan.
- g) Ulangi percobaan untuk variasi kolektor lengkap dan kolektor tanpa pelat kaca.
- h) Lakukan variasi temperatur air masuk sesuai kondisi percobaan.
- i) Gunakan blower untuk memberikan aliran udara dingin pada permukaan kolektor pada kondisi tertentu.
- j) Catat seluruh data pengukuran setelah sistem mencapai kondisi tunak.

## Pembahasan

Percobaan kolektor sinar matahari tipe plat datar dilakukan untuk mengkaji karakteristik perpindahan panas dan efisiensi kolektor pada berbagai kondisi operasional. Berdasarkan hasil pengukuran temperatur air masuk dan keluar kolektor, energi panas berguna yang diserap fluida dihitung menggunakan persamaan:

$$P_U = c \cdot \dot{m}(T_{in} - T_{out})$$

Nilai ini selanjutnya digunakan untuk menentukan efisiensi kolektor dengan membandingkannya terhadap energi radiasi yang diterima absorber. (Nayiroh, 2026) Pada kondisi kolektor lengkap yang menggunakan pelat kaca penutup, efisiensi yang diperoleh cenderung lebih tinggi dibandingkan kolektor tanpa pelat kaca. Hal ini disebabkan oleh fungsi pelat kaca yang mampu mengurangi kehilangan panas ke lingkungan melalui mekanisme konveksi dan radiasi. Pelat kaca juga meningkatkan efek rumah kaca, sehingga panas yang dihasilkan pada pelat absorber dapat dipertahankan lebih lama sebelum dipindahkan ke fluida kerja.

Sebaliknya, pada kolektor tanpa pelat kaca, efisiensi yang dihasilkan lebih rendah akibat meningkatnya kehilangan panas langsung ke lingkungan. Absorber lebih mudah melepaskan panas melalui konveksi bebas dan radiasi, sehingga energi panas yang berhasil ditransfer ke air menjadi berkurang. Perbedaan ini menunjukkan peran penting pelat kaca dalam meningkatkan karakteristik perpindahan panas pada kolektor plat datar. Pengaruh temperatur air masuk juga terlihat jelas pada hasil percobaan. Pada temperatur air masuk yang lebih tinggi, efisiensi kolektor cenderung menurun. Hal ini terjadi karena perbedaan temperatur antara absorber dan lingkungan semakin besar, sehingga laju kehilangan panas ke lingkungan meningkat. Kondisi ini menyebabkan sebagian energi radiasi yang diterima kolektor tidak sepenuhnya dimanfaatkan untuk menaikkan temperatur air.

Selain itu, penggunaan blower udara dingin pada permukaan kolektor menyebabkan penurunan efisiensi yang signifikan. Aliran udara paksa meningkatkan perpindahan panas konveksi dari permukaan kolektor ke lingkungan, sehingga energi panas yang tersisa untuk dipindahkan ke fluida menjadi lebih kecil. Fenomena ini menegaskan bahwa kondisi lingkungan, khususnya aliran udara, sangat berpengaruh terhadap kinerja termal kolektor. (Kusairi, 2014). Secara keseluruhan, hasil percobaan menunjukkan bahwa karakteristik perpindahan panas pada kolektor sinar matahari tipe plat datar sangat dipengaruhi oleh konfigurasi kolektor dan kondisi operasional.

Kolektor dengan pelat kaca memberikan efisiensi yang lebih baik, sedangkan peningkatan temperatur inlet dan adanya aliran udara dingin cenderung menurunkan kinerja kolektor. Hasil ini sesuai dengan teori perpindahan panas dan persamaan efisiensi kolektor yang digunakan dalam percobaan.

Hasil penelitian mengenai karakteristik perpindahan panas pada kolektor sinar matahari tipe plat datar memiliki penerapan langsung dalam kehidupan sehari-hari, terutama pada sistem pemanas air tenaga surya yang banyak digunakan di rumah tangga, fasilitas umum, dan industri skala kecil. Penggunaan pelat kaca pada kolektor terbukti meningkatkan efisiensi, sehingga dalam aplikasi nyata disarankan penggunaan kolektor dengan penutup kaca untuk memaksimalkan penyerapan energi panas dan meminimalkan kehilangan panas ke lingkungan. (Maghfur, Moh. Alex and Kusumastuti, 2017). Pada sektor rumah tangga, kolektor plat datar dapat dimanfaatkan untuk pemanas air mandi, air cuci, dan keperluan domestik lainnya. Efisiensi yang lebih tinggi pada temperatur air masuk yang relatif rendah menunjukkan bahwa sistem ini sangat cocok digunakan pada pagi hari atau pada daerah dengan suhu lingkungan sedang. Hal ini memungkinkan penghematan energi listrik atau gas yang biasanya digunakan untuk memanaskan air.

Pengaruh aliran udara terhadap penurunan efisiensi kolektor juga memberikan implikasi penting dalam perancangan dan pemasangan kolektor surya. Dalam praktiknya, kolektor sebaiknya ditempatkan pada lokasi yang terlindung dari hembusan angin langsung atau dilengkapi dengan sistem pelindung tambahan untuk mengurangi kehilangan panas konveksi. Hal ini dapat meningkatkan kinerja sistem secara keseluruhan dan memperpanjang umur operasional kolektor. (Nayiroh, 2019). Dari sisi lingkungan, pemanfaatan kolektor sinar matahari tipe plat datar berkontribusi dalam mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil dan menekan emisi gas rumah kaca. Penggunaan energi surya sebagai sumber panas membantu mengurangi konsumsi bahan bakar konvensional, sehingga berdampak positif terhadap upaya mitigasi perubahan iklim dan pelestarian lingkungan. Hal ini sangat bermanfaat dan membantu dalam sumber energi terbarukan dari pemanfaat. (Barokah, Qismatul and Abtokhi, 2013)

Selain itu, hasil penelitian ini juga relevan untuk pengembangan teknologi energi terbarukan di masa depan. Pemahaman mengenai pengaruh pelat kaca, temperatur fluid, dan kondisi lingkungan terhadap perpindahan panas dapat digunakan sebagai dasar dalam desain kolektor yang lebih efisien dan ekonomis. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bermanfaat dalam konteks akademik, tetapi juga memiliki dampak praktis dalam mendukung pemanfaatan energi surya secara berkelanjutan. Sebagai tambahan, aspek ekonomi dan kebijakan juga perlu dipertimbangkan dalam penerapan kolektor surya plat datar secara luas. Biaya investasi awal yang relatif tinggi dapat diimbangi dengan penghematan biaya energi dalam jangka panjang serta dukungan insentif pemerintah, seperti subsidi atau program energi bersih. Dengan adanya perencanaan yang matang, analisis kelayakan ekonomi, dan dukungan regulasi yang tepat, teknologi ini berpotensi diadopsi secara lebih masif oleh masyarakat. Hal tersebut tidak hanya meningkatkan kemandirian energi, tetapi juga mendorong transisi menuju sistem energi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. (Abtokhi & Fahmi, 2023)

## Kesimpulan dan saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai karakteristik perpindahan panas pada kolektor sinar matahari tipe plat datar, dapat disimpulkan bahwa konfigurasi kolektor dan kondisi operasional sangat memengaruhi kinerja termalnya. Kolektor yang dilengkapi pelat kaca penutup menunjukkan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan kolektor tanpa pelat kaca, karena pelat kaca mampu mengurangi kehilangan panas akibat konveksi dan radiasi ke lingkungan. Variasi temperatur air masuk juga memberikan pengaruh yang signifikan, di mana peningkatan temperatur air masuk menyebabkan penurunan efisiensi kolektor akibat meningkatnya laju kehilangan panas. Selain itu, penggunaan blower udara dingin pada permukaan kolektor terbukti memperbesar kehilangan panas konveksi sehingga menurunkan efisiensi kolektor.

Sebagai saran, untuk penelitian selanjutnya disarankan agar pengukuran intensitas radiasi dilakukan secara langsung menggunakan alat ukur yang lebih akurat sehingga perhitungan efisiensi kolektor dapat lebih representatif. Penelitian lanjutan juga dapat dilakukan dengan menambahkan variasi laju aliran air, jenis material absorber, serta ketebalan pelat kaca untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai karakteristik perpindahan panas pada kolektor sinar matahari tipe plat datar. Selain itu, pengendalian kondisi lingkungan selama percobaan perlu diperhatikan agar hasil penelitian menjadi lebih konsisten dan reliabel.

## Daftar pustaka

- Abtokhi, A., & Fahmi, H. (2023). *Pengembangan perangkat pembelajaran fisika dasar berbasis Information and Communication Technology (ICT) untuk meningkatkan keterampilan penyelesaian*. <http://repository.uin-malang.ac.id/17507/%0Ahttp://repository.uin-malang.ac.id/17507/2/17507.pdf>
- Barokah, Qismatul and Abtokhi, A. (2013). Analisis kadar glukosa dalam biomassa punuk pisang melalui tampilan radiasi matahari, gelombang mikro, dan hidrolisis asam. *Jurnal Neutrino*, 5 (2), 123–132. <https://repository.uin-malang.ac.id/13232/>
- Kusairi. (2014). *Fisika Dasar I*. In *Malang; UIN Malang Press*.
- Maghfur, Moh. Alex and Kusumastuti, A. (2017). Penyelesaian masalah difusi panas pada suatu kabel panjang. In *Presented at Seminar Nasional Matematika dan Aplikasinya* (pp. 65–72). <https://repository.uin-malang.ac.id/13362/>
- Nayiroh, N. (2019). Studi Pelaksanaan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Laboratorium Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri (Uin) Maulana Malik Ibrahim Malang. *Jurnal Temapela*, 2(2), 65–74. <https://doi.org/10.25077/temapela.2.2.65-74.2019>
- Nayiroh, N. (2026). *Modul Eksperimen Fisika 1*. *Malang: UIN Malang Press*.

## GAMBAR DAN TABEL

**Tabel 1.** Tabel eksperimen kolektor sinar matahari

No	Pelat Kaca	Cahaya	Jdara Dingin	$\theta_{in}$ (CK)	$\theta_{in}$ (C) $\theta_{out}$ (K)	$\theta_{in} - \theta_{out}$ (K)
1.1	+	-	-	279,6	280	-0,4
1.2	-*	-	-	280	284	-4
2.1	+	+	-	298,3	300	-1,7
2.2	-*	+	-	299	301	-1
3.1	+	+	+	320	318	2
3.2	+	+	-	319,1	325	-5,9
3.3	-	+	+	321	317	4
3.4	-	+	-	319	323	-4

Sumber: Aulifia Krisna Cahya Sekarwati. (2025). Data eksperimen kolektor sinar matahari. Dokumentasi pribadi

**Gambar 1.1** gambar alat pemuai panjang



**Gambar 1.** Gambar eksperimen kolektor sinar matahari

Sumber: Modul Eksperimen Fisika 1. 2025. Di ambil dari Modul Eksperimen Fisika 1