

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18

Karakteristik Material Absorber Kolektor Surya Pelat Datar

Amrizal^{1,*}

¹Jurusan Teknik Mesin, FT, Universitas Lampung

Jl. Sumantri Brodjonegoro No.1, Bandar Lampung 35145, Lampung

*Penulis koresponden: Penulis-1

Email: amrizal@eng.unila.ac.id

Dikirimkan ke: Jurnal Material dan Energi Indonesia (JMEI)

1 **Abstrak**

2 Indonesia terletak di daerah khatulistiwa pada kisaran 6 LU - 11 LS sehingga banyak menerima
3 radiasi matahari. Potensi energi radiasi matahari ini dapat digunakan sebagai sumber energi
4 terbarukan diantaranya adalah sebagai pemanas air menggunakan kolektor surya pelat datar.
5 Untuk memaksimalkan penangkapan energi matahari tersebut maka diperlukan absorber kolektor
6 surya yang optimal baik dari segi kemampuan transfer panas maupun harga material. Tujuan
7 penelitian ini adalah membandingkan konduktivitas termal dan harga dari beberapa material
8 absorber yang berbeda. Penelitian ini menggunakan alat perpindahan panas TD1002A *Linear*
9 *Heat Conduction* dengan memvariasikan daya pemanasan hingga 60 W. Tiga material benda uji
10 adalah kuningan, alumunium dan stainless steel. Hasil pengujian memberikan nilai konduktivitas
11 termal 115 W/m°C untuk kuningan, 201 W/m°C untuk aluminium dan 15,5 W/m°C untuk
12 stainless steel. Dari hasil pengujian ini dapat direkomendasikan bahwa penggunaan material
13 aluminium sebagai absorber kolektor surya lebih optimal baik dari segi kemampuan transfer
14 panas maupun harga material jika dibandingkan dengan material kuningan dan stainless steel.

15

16 *Kata kunci:* konduktivitas termal, absorber, kolektor surya

17

18 **Abstract**

19 According to the astronomical location, Indonesia lies between 6° North Latitude and 11° South
20 Latitude and between 95° East Longitude and 141° East Longitude which has high intensity solar
21 radiation regions. Solar thermal energy can be used to heat water or air using a solar thermal
22 collector. In order to maximize the capture of the solar energy, it is necessary to optimize the
23 absorber of solar thermal collector in terms of both the heat transfer capability and production
24 cost. The aim of this research is to characterize the thermal conductivity of the three materials

1 such as brass, aluminium and stainless steel. Concerning the temperature distribution, it was
2 measured using a TD1002A Linear Heat Conduction by varying the heating power up to 60 W.
3 The results give the values of thermal conductivity of 115 W/m°C for brass, 201 W / m °C for
4 aluminium and 15.5 W / m°C for stainless steel materials respectively. It can be recommended that
5 the use of aluminium as an absorber material of solar collectors increase the heat transfer
6 capability as well as decrease the cost in comparison with the brass and stainless steel materials.

7

8 *Keywords:* thermal conductivity, absorber, solar collector

9

10

11

12

13

14

1 **1. Pendahuluan**

2 Energi konvensional seperti minyak bumi, batubara dan gas bumi cenderung terus
3 berkurang seiring dengan bertambahnya waktu. Oleh karenanya diperlukan upaya untuk
4 menghemat penggunaannya dan melakukan pengembangan berbagai bentuk energi alternatif
5 melalui kegiatan konservasi dan diversifikasi energi sesuai dengan Peraturan Presiden RI No.5
6 tahun 2006 (1).

7 Matahari merupakan sumber energi terbarukan yang mempunyai beberapa keuntungan
8 dibandingkan dengan sumber energi lain seperti mudah didapatkan, bebas polusi dan tersedia
9 dalam jumlah yang cukup. Energi matahari dapat dimanfaatkan melalui penggunaan kolektor
10 surya dan kemudian diubah menjadi panas sehingga dapat meningkatkan temperatur fluida kerja.
11 Peningkatan temperatur fluida ini dapat digunakan untuk berbagai keperluan industri proses,
12 rumah sakit, rumah tangga, perhotelan dan kebutuhan lainnya (2,3).

13 Kolektor surya pemanas air yang menjadi kebutuhan manusia pada saat ini telah banyak
14 dihasilkan di dalam negeri. Pengembangan kolektor ini perlu dilakukan untuk mengoptimalkan
15 unjuk kerja dan biaya produksi. Oleh sebab itu penelitian yang berkaitan dengan kolektor ini
16 perlu ditingkatkan kualitas dan kuantitasnya.

17 Hasil *review* artikel yang diperoleh dari beberapa penelitian terdahulu tentang desain pipa
18 dan absorber kolektor seperti yang dilaporkan oleh Adnan Ibrahim(4) terdapat beberapa peneliti
19 seperti Boddaert-Cacavelli dan Fujisawa T yang menggunakan aluminium sebagai absorber dalam
20 media penukar panas sedangkan Al Harbi Y, Staebler DL, Kalagirou-Tripanagnostopoulos
21 menggunakan material tembaga. Namun tidak ada informasi perbandingan tentang perbedaan
22 penggunaan kedua jenis material tersebut terhadap unjuk kerja termal yang terjadi.

23 Sementara itu E. Ekremian dkk(5) melakukan pemodelan secara numerik dengan metode
24 CFD menggunakan *Ansys Fluent 14 Software* terhadap unjuk kerja kolektor pelat datar

1 berdasarkan jenis material, ketebalan pipa, susunan pipa, jenis penampang pipa dan laju aliran
2 fluida. Untuk jenis material terjadi peningkatan efisiensi masing masing 3.4 % untuk pelat
3 tembaga terhadap aluminum dan 35 % dan untuk pelat tembaga terhadap stainless steel.
4 Sedangkan dengan peningkatan ketebalan pelat absorber dari 0.1 hingga 0.6 mm terjadi
5 peningkatan efisiensi termal sekitar 15%. Namun hasil penelitian ini belum divalidasi secara
6 eksperimental.

7 Secara umum penelitian ini untuk memperkuat data pengembangan kolektor surya pelat
8 datar diantaranya yang berkaitan dengan **karakteristik termal material absorber** dari kolektor
9 surya pelat datar.

10

11 **2. Bahan dan Metoda**

12 Alat uji perpindahan panas (*Linear Heat Conduction*) **TD 1002A** seperti terlihat pada
13 Gambar 1 digunakan dalam pengujian karakteristik termal untuk material dan dimensi yang
14 berbeda. Untuk melihat fenomena *Linear Heat Conduction*, material *Brass* (kuningan) digunakan
15 sebagai material standar. Daya pemanasan divariasikan hingga 60 W. Terdapat bagian yang dapat
16 dilepas (diposisi tengah dari alat uji) yang digunakan untuk menempatkan benda uji. Alat *Linear*
17 *Heat Conduction* ini dilengkapi dengan 7 buah termokopel tipe K dengan jarak masing-masing
18 adalah 20 mm. Spesifikasi alat uji diantaranya adalah mempunyai resolusi 0.1 C dan akurasi
19 dalam batasan 0.3 C. Dalam operasi alat ini diperlukan air yang mengalir secara kontinu yang
20 difungsikan sebagai air pendingin selama pengujian.

21 Material yang akan diuji terlebih dahulu dibentuk dan disesuaikan dengan dimensi
22 komponen yang dapat dilepas dari alat uji. Bagian ini berdiameter 30 mm dengan *area cross-*
23 *sectional* adalah 0.000707 m². Terdapat tiga jenis material benda uji seperti terlihat pada Gambar
24 2 yang telah diuji karakteristik termalnya.

1 Benda uji disatukan dengan bagian yang dapat dilepas kemudian dilakukan pengujian
2 dengan memvariasikan daya alat hingga 60 W. Selanjutnya data yang diperoleh ditabelkan seperti
3 terlihat pada Tabel 1.

4

5 **5. Hasil**

6 Pengujian karakteristik termal bahan dari tiga jenis material yang berbeda telah dilakukan
7 dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil tersebut diperoleh dari data distribusi temperatur
8 yang diberikan pada Gambar (3-5) dan dihitung berdasarkan persamaan perpindahan panas
9 konduksi $k = q\Delta L/A\Delta T$, dimana q adalah laju perpindahan panas (W), ΔL adalah ketebalan (m),
10 A adalah luas (m^2) dan ΔT merupakan perbedaan temperatur yang terjadi (C).

11 Perbedaan nilai konduktivitas termal bahan yang terdapat pada Tabel 1 menempatkan
12 Alumunium pada posisi yang tertinggi dibandingkan dengan jenis material kuningan dan stainless
13 steel. Nilai konduktivitas termal bahan Alumunium tersebut masing-masing mendekati hampir
14 dua kali lipat nilai konduktivitas termal Kuningan dan tiga belas kali dari material Stainless Steel.
15 Dengan demikian penggunaan material Alumunium sebagai pelat absorber kolektor surya akan
16 meningkatkan dan memaksimalkan penyerapan radiasi matahari sekaligus akan meningkatkan
17 unjuk kerja termal kolektor. Hal lain yang menguntungkan dari penggunaan material Alumunium
18 adalah harganya yang jauh lebih murah hingga mencapai masing-masing 12 % dan 37% jika
19 dibandingkan dengan harga dari material Kuningan dan Stainless Steel. Penggunaan pelat
20 Alumunium sebagai material penyerap radiasi matahari tentunya akan mengurangi biaya produksi
21 kolektor surya secara signifikan.

22 Absorber kolektor surya terdiri dari pelat datar dan pipa yang dilekatkan ke pelat tersebut.
23 Pipa berfungsi sebagai media untuk mengalirkan fluida kerja. Walaupun terdapat beberapa
24 kelebihan dan keunggulan dalam penggunaan material Alumunium namun terdapat juga

1 kelemahan dalam proses pembentukan susunan pipa untuk jenis aliran seri. Material Aluminium
2 kurang fleksibel dalam proses penekukan sehingga sangat sulit untuk membentuk susunan pipa
3 dengan jenis aliran seri tersebut. Untuk mengatasinya dapat digunakan pipa kuningan yang lebih
4 fleksibel jika dibutuhkan atau hanya penggunaan sambungan elbow dengan kuningan. Aliran seri
5 mempunyai kinerja yang lebih baik jika dibandingkan dengan susunan pipa aliran paralel (5).

6 Sementara itu penggunaan material Stainless Steel pada absorber kolektor surya tidak
7 dianjurkan disamping nilai konduktivitas termalnya yang rendah, harga material juga cukup
8 tinggi jika dibandingkan dengan harga material Aluminium.

9

10 **6. Diskusi**

11 Seksi diskusi sebaiknya membahas informasi penting yang terkandung dalam hasil dan
12 membahas pentingnya hasil yang telah diperoleh dan disajikan bukan hanya menceritakan
13 (narasi) atas hasil tersebut. Hasil dan diskusi dapat juga digabungkan dalam satu seksi. Hindari
14 acuan dan diskusi yang berlebihan atas literatur yang ditulis di Daftar Pustaka.

15

16 **7. Simpulan**

17 Pengembangan kolektor surya pelat datar dibutuhkan untuk memanfaatkan dan menggalakkan
18 penggunaan energi matahari sebagai energi terbarukan. Karakteristik material absorber
19 mempengaruhi kinerja kolektor sekaligus biaya produksi. Kesimpulan utama dari penelitian ini
20 adalah :

- 21 1. Hasil pengujian memberikan nilai konduktivitas termal $115 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ untuk kuningan, 201
22 $\text{W/m}^\circ\text{C}$ untuk aluminium dan $15,5 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ untuk stainless steel.

- 1 2. Dari hasil pengujian ini direkomendasikan penggunaan material aluminium sebagai pelat
2 absorber kolektor surya karena lebih optimal baik dari segi kemampuan transfer panas
3 maupun harga material jika dibandingkan dengan material kuningan dan stainless steel.
- 4 3. Untuk mengatasi kekurangan penggunaan pipa Aluminium dalam proses penekukan
5 khusus untuk susunan pipa aliran seri maka dapat diganti dengan pipa kuningan atau
6 menggunakan sambungan elbow dari pipa kuningan.
- 7 4.

8 **8. Ucapan Terima Kasih**

9 Ucapan terima kasih disampaikan ke Universitas Lampung yang telah membiayai
10 penelitian ini melalui dana DIPA BLU.

11

12 **9. Daftar Pustaka**

- 13 (1) Peraturan Presiden RI, Kebijakan Energi Nasional, No.5 Tahun 2006
- 14 (2) Amrizal, D. Chemisana, J.I. Rosell, J.Barrau. A dynamic model based on the piston
15 flow concept for the thermal characterization of solar collectors, Applied Energy, 94
16 (2012) 244-250.
- 17 (3) H.A.Zondag. A Flat Plate PV-Thermal Collector System : A Review, Renewable &
18 Sustainable Energy Reviews, 12(2008) 891-959
- 19 (4) Adnan I, M Yusuf Othman 2011. Recent Advances flat plate PV/T solar
20 collectors, Renewable & Sustainable Energy Reviews, 15, 352-365
- 21 (5) E.Ekramian, S.Gh.Etemad, M Hagshenasfar. Numerical Analysis of Heat Transfer
22 Performance of Flat-Plate Solar Collector, Journal Of Fluid Flow, Heat and Mass
23 Transfer, Vol 1(2014) 2368-6111
- 24 (6) Heat Transfer Experiments, User Guide' TecQuipement Ltd 2012

1

Daftar Gambar

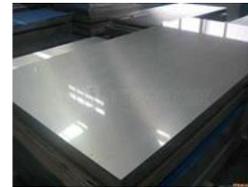


2

3

Gambar 1. Alat uji perpindahan panas (*Linear Heat Conduction*) TD 1002A (6)

4



5

(a)

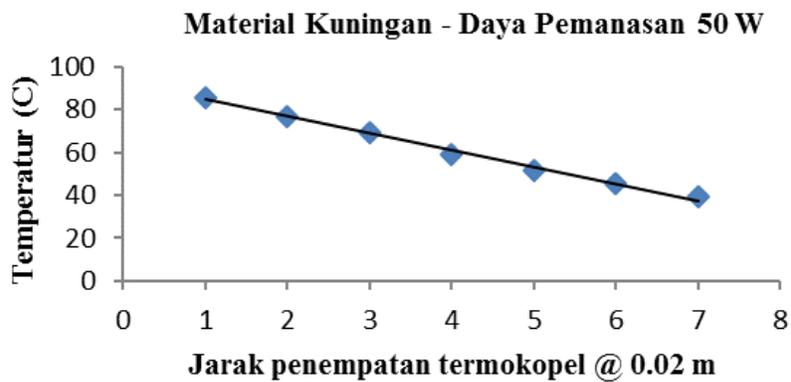
(b)

(c)

6

7

Gambar 2. Material benda uji: (a) pelat tembaga; (b) pelat aluminium; (c) pelat stainless steel



8

9

Gambar 3 Distribusi temperatur pada material kuningan

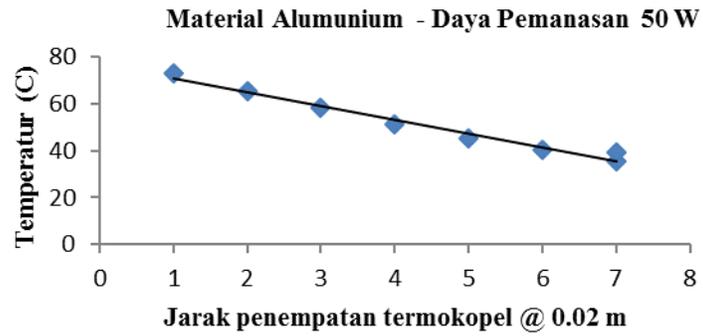
10

11

12

13

1



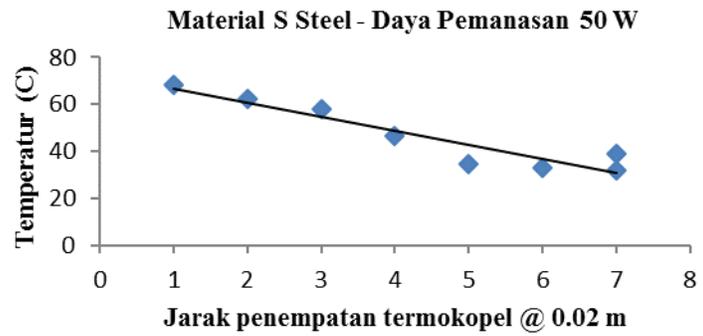
2

3

Gambar 4 Distribusi temperatur pada material alumunium

4

5



6

7

Gambar 5 Distribusi temperatur pada material stainless steel

8

9

10

11

12

13

14

1

Daftar Tabel

2

Tabel 1

3

Jenis material absorber yang berbeda

Jenis Material absorber	Nilai konduktivitas termal (W/mK)
Aluminium	201
Kuningan	115
Stainless steel	15.5

4

5

6