

## ANALISIS EFISIENSI *SOLAR WATER HEATER* PADA SISTEM SIRKULASI LANG DAN TIDAK LANGSUNG

### EFFICIENCY ANALYSIS OF SOLAR WATER HEATER IN DIRECT AND INDIRECT CIRCULATION SYSTEMS

Nur Putrialita<sup>1</sup>, Tri Ayodha Ajiwiguna, M.Eng<sup>2</sup>, M. Ramdhan Kirom, S.Si., M.Si.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

<sup>1</sup>nurputrialita@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>tri.ayodha@telkomuniversity.co.id,

<sup>3</sup>mramdhan@telkomuniversity.ac.id

#### Abstrak

Pemanfaatan energi matahari Indonesia sangat berpotensi untuk digunakan. Salah satu pemanfaatannya yaitu dengan menggunakan kolektor surya plat datar untuk pemanas air tenaga surya atau *solar water heater* (SWH). Pada penelitian ini bertujuan untuk membandingkan nilai efisiensi termal SWH ada sistem sirkulasi langsung dan tidak. Dengan mengukur nilai intensitas radiasi, massa air, dan perubahan suhu. Variasi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu variasi rata-rata intensitas pada 688,7 W/m<sup>2</sup>, 391,54 W/m<sup>2</sup>, dan 129,04 W/m<sup>2</sup>, variasi massa air pada 3 kg, 4 kg, dan 5 kg, variasi pemakaian penukar kalor (*heat exchanger*) dan tidak. Berdasarkan pengujian dengan menggunakan variasi tersebut didapatkan nilai efisiensi tertinggi pada sistem sirkulasi langsung yaitu 74,55% dengan massa air 5 kg dan intensitas 129,04 W/m<sup>2</sup>. Sedangkan pada sistem sirkulasi tidak langsung nilai efisiensi tertinggi yaitu 40,36% dengan massa 5 kg dan intensitas 129,04 W/m<sup>2</sup>.

**Kata kunci :** Solar Water Heater, Sirkulasi Langsung, Sirkulasi Tidak Langsung, Efisiensi Termal

#### Abstract

The use of Indonesian solar energy is very important to use. One of the uses is to use flat plate solar collectors for solar water heaters or solar water heaters (SWH). SWH has a direct and no circulation system. By measuring the radiation radiation value, air mass, and temperature change. Variations carried out in this study were variations in average variation at 688.7 W/m<sup>2</sup>, 391.54 W/m<sup>2</sup>, and 129.04 W/m<sup>2</sup>, variations in water mass at 3 kg, 4 kg, and 5 kg, variations in the use of heat exchangers ( heat exchanger)) and not. Based on the testing using these variations, the efficiency value in the direct circulation system is 74.55% with a water mass of 5 kg and an intensity of 129.04 W/m<sup>2</sup>. Whereas in the indirect circulation system the highest efficiency value is 40.36% with a mass of 5 kg and the intensity of 129.04 W/m<sup>2</sup>.

**Keywords:** solar water heater, direct circulation, indirect circulation, thermal efficiency

#### 1. Pendahuluan

Energi matahari merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang jumlahnya tidak terbatas. Energi matahari terbagi menjadi dua yaitu energi cahaya dan energi panas. Energi tersebut diradiasikan dalam bentuk gelombang elektromagnetik[1].

Berdasarkan data dari Kementrian ESDM (2009), radiasi matahari di Indonesia untuk Kawasan Barat Indonesia mencapai 4,5 kWh/m<sup>2</sup> per hari dengan variasi bulanan 10% dan Kawasan Timur Indonesia sekitar 5,1 kWh/m<sup>2</sup> per hari dengan variasi bulanan sekitar 9% [2]. Wilayah Indonesia yang terletak di sepanjang garis katulistiwa menjadikan Indonesia mendapat sinar matahari yang banyak sepanjang tahun. Oleh karena itu, Indonesia menjadi salah satu negara yang memiliki banyak kesempatan untuk dapat memanfaatkan energi matahari.

Salah satu bentuk pemanfaatan energi matahari yaitu pemanas air tenaga surya atau *solar water heater* (SWH). SWH menggunakan panel surya (kolektor) untuk mengumpulkan dan menyerap radiasi matahari yang kemudian diubah menjadi energi panas. Sistem sirkulasi SWH dibagi menjadi dua jenis, yaitu sirkulasi langsung (*direct*) dan sirkulasi tidak langsung (*indirect*). Perbedaan dari kedua jenis sirkulasi tersebut terletak pada keberadaan *heat exchanger* atau

penukar panas. Pada sistem sirkulasi langsung tidak terdapat *heat exchanger*, sedangkan pada sistem sirkulasi tidak langsung terdapat *heat exchanger* [3]. Penggunaan sistem SWH ini banyak terdapat diberbagai skala, seperti skala rumah tangga dan skala perhotelan .

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis efisiensi terhadap kedua jenis sistem SWH dengan parameter pengukuran intensitas, massa air, dan suhu. Hasil pengukuran tersebut dapat digunakan untuk menghitung nilai efisiensi dari setiap sistem. Tahap selanjutnya yaitu menganalisis nilai efisiensi dari setiap sistem, sehingga dapat mengetahui sistem sirkulasi mana yang lebih baik.

## 2. Perancangan Sistem

### 2.1 Dasar Teori

Perpindahan panas / transfer kalor adalah suatu peristiwa yang terjadi apabila terdapat perbedaan temperatur antara suatu sistem dengan sistem yang lainnya, dari temperatur yang tinggi ke temperatur yang rendah dan baru akan berhenti ketika temperatur antara dua medium yang mengalami transfer kalor tersebut sama [4]. Adapun mekanisme perpindahan panas yang kita ketahui saat ini adalah konduksi , konveksi , dan radiasi. Radiasi merupakan satu mekanisme perpindahan perpindahan panas yang tidak memerlukan medium perantara karena merupakan suatu gelombang elektromagnetik [5].

Kolektor termal surya adalah suatu peralatan pemindah panas yang digunakan untuk menyerap radiasi panas dari matahari. Prinsipnya adalah untuk menyerap sebanyak mungkin radiasi matahari. Pada penerapannya dapat digunakan 3 metode yaitu memilih permukaan absorptif, mengisolasi agar hilangnya panas akibat konduksi dan konveksi dapat di minimalisir, dan memfokuskan radiasi dari matahari [7].

Sistem sirkulasi pada SWH terbagi dua yaitu secara langsung dan tidak. Perbedaan sistem ini terdapat pemakain penukar kalor (*heat exchanger*) pada sistem tidak langsung dikarenakan fluida yang digunakan tidak langsung terkena paparan panas pada sumber.

Energi kalor yang diserap pada tangki :

$$\dot{Q}_u = m C_p (\Delta T) / (\Delta t) \quad (1)$$

m: massa fluida (kg ).

$C_p$  : kapasitas panas spesifik ( J/kg.K ).

$\Delta T$  : perubahan temperatur fluida ( K ).

$\Delta t$  : perubahan waktu (s)

Efisiensi :

$$\eta = \frac{\dot{Q}_u}{I A} \quad (2)$$

Substitusi persamaan (1) ke (2) maka didapat :

$$\eta = \frac{m C_p (\Delta T)}{(I A) \Delta t} \quad (3)$$

I : Intensitas radiasi yang diterima kolektor ( W/m<sup>2</sup> ).

A : Luas kolektor ( m<sup>2</sup> )

### 2.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

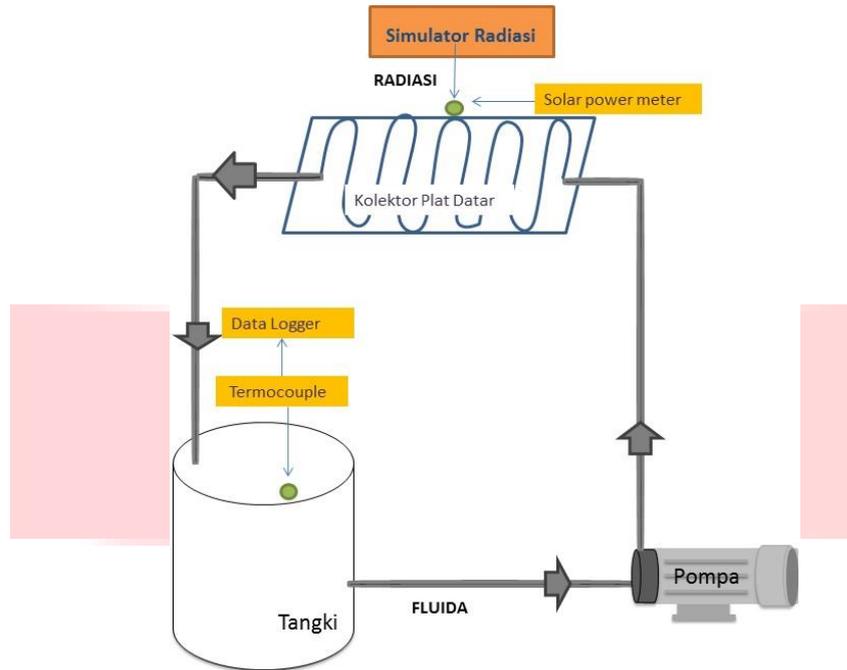
Alat :

- Kolektor termal surya 64x54 cm
- *Thermocouple* HT9815 tipe K
- Pompa air DC
- Tangki air yang telah diberi insulator
- Simulator radiasi
- *Data logger Thermometer HE 804*
- *Solar Power Meter TM-206*

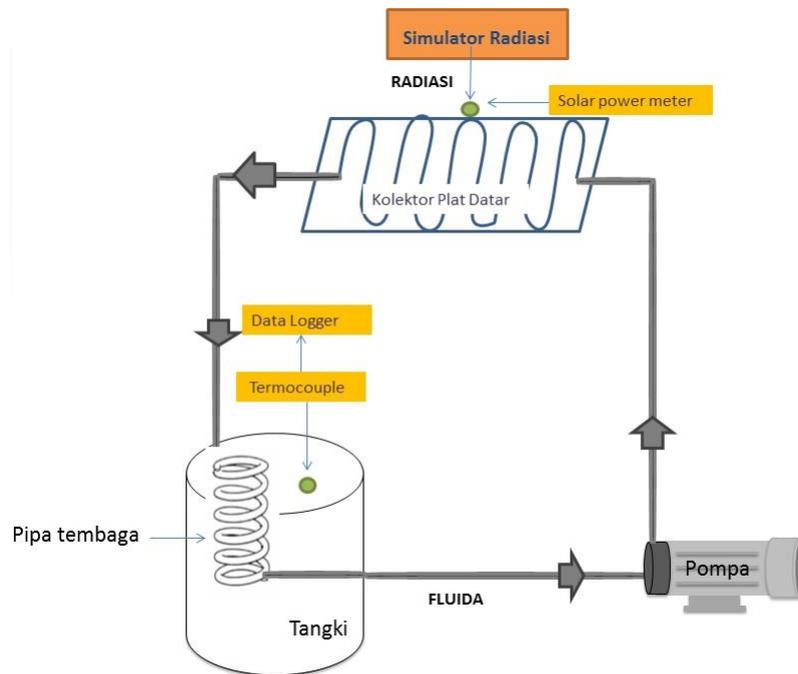
Bahan :

- Pipa tembaga diameter 5/16 inci
- *Polyfoam*
- *Water pass*
- Lakban

### 2.3 Skema Pengukuran



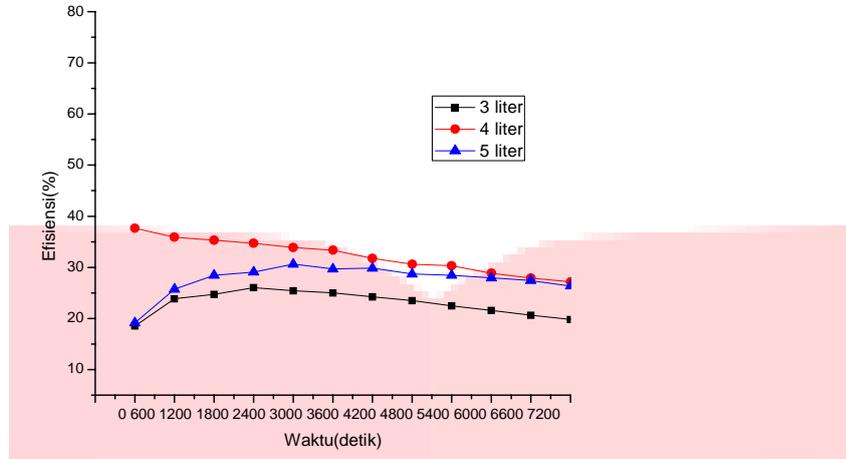
Gambar 1 Skema Pengujian Sistem Sirkulasi Langsung



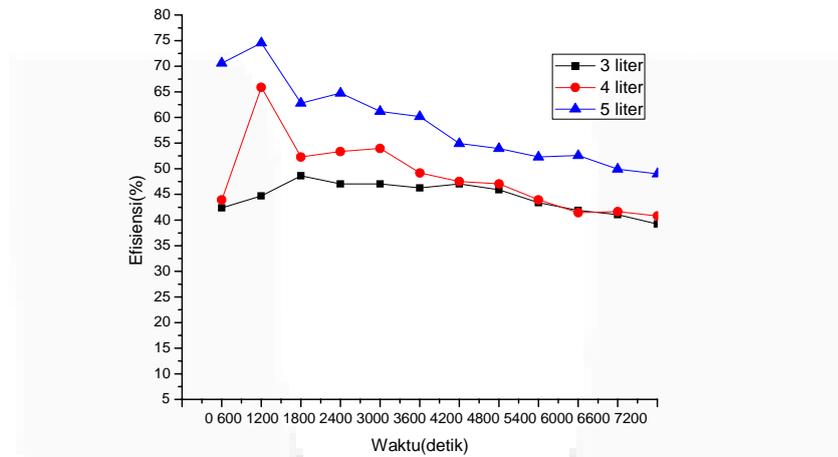
Gambar 2 Skema Pengujian Sistem Sirkulasi Tidak Langsung

3. Pembahasan

3.1 Efisiensi Sistem Sirkulasi Langsung Terhadap Waktu



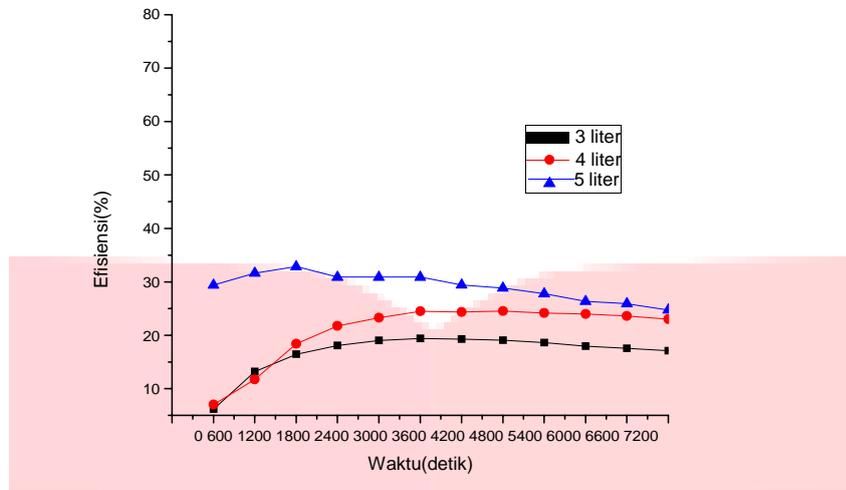
Gambar 3 grafik sistem sirkulasi langsung pada intensitas 688.7 W/m<sup>2</sup>



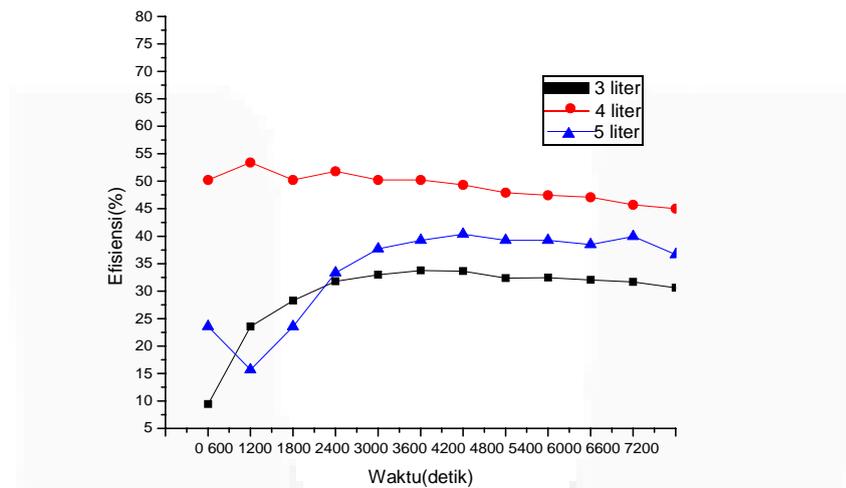
Gambar 4 grafik sistem sirkulasi langsung pada intensitas 129.04 W/m<sup>2</sup>

Gambar 4.1, 4.2, dan 4.3 terlihat bahwa semakin lama waktu pengambilan data semakin menurun nilai efisiensinya. Efisiensi terbesar yaitu 74.55% terjadi pada massa air 5 Kg dengan intensitas terkecil 129.0444 W/m<sup>2</sup>. Sedangkan efisiensi terkecil yaitu 18.52 % terjadi pada massa 3 Kg dengan intensitas terbesar 688.7 W/m<sup>2</sup>.

**3.2 Efisiensi Sistem Sirkulasi Tidak Langsung Terhadap Waktu**



Gambar 5 grafik sistem sirkulasi tidak langsung pada intensitas 688.7 W/m<sup>2</sup>



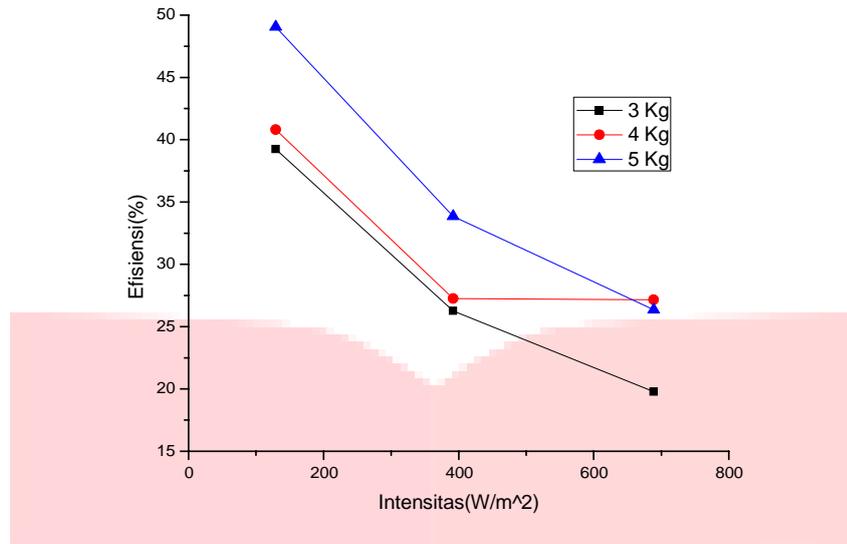
Gambar 1 grafik sistem sirkulasi tidak langsung pada intensitas 129.04 W/m<sup>2</sup>

Gambar 5 dan 6 nilai efisiensi termal tertinggi yaitu 40.36% dengan massa 5 Kg dan intensitas 129.0444 W/m<sup>2</sup>. Sedangkan efisiensi terendah yaitu 6.17% dengan massa 3 Kg dan intensitas terbesar 688.7 W/m<sup>2</sup>.

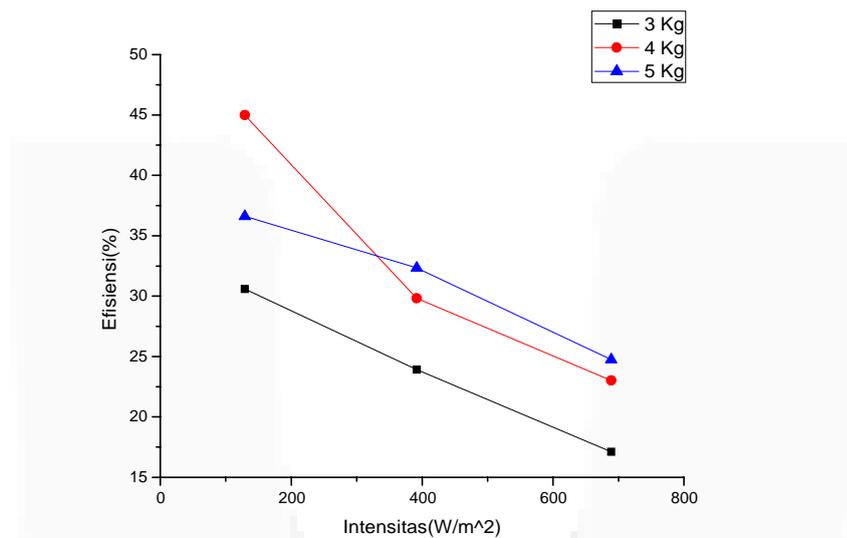
**3.3 Efisiensi Termal Terhadap Intensitas**

Tabel 1 Efisiensi Tiap Sirkulasi

Intensitas ( W/m <sup>2</sup> )	Efisiensi istem sirkulasi langsung			Efisiensi sistem sirkulasi tidak langsung		
	3 Kg	4 Kg	5 Kg	3 Kg	4 Kg	5 Kg
688.7	19.77819	27.15518	26.34641	17.13129	23.03779	24.75337
391.5444	26.25302	27.24452	33.8401	23.92517	29.83102	32.33131
129.0444	39.23965	40.80924	49.04957	30.60693	44.9948	36.62368



Gambar 2 grafik pada sistem sirkulasi langsung



Gambar 3 grafik pada sistem sirkulasi tidak langsung

Pada gambar 7 dan 8 terlihat semakin besar nilai intensitas yang diterima kolektor semakin kecil nilai efisiensi termalnya. Selama 2 jam nilai efisiensi terbesar yaitu 49.04957% pada sistem siklus langsung dengan massa 5 Kg dan intensitas 129.0444 W/m<sup>2</sup>. Nilai efisiensi terkecil yaitu 17.13129% pada sistem siklus tidak langsung dengan massa 3 Kg dan intensitas 688.7 W/m<sup>2</sup>. Tiap siklus pada massa air 5 Kg nilai efisiensi cenderung lebih besar dibandingkan dengan massa air 3 Kg. Pada tabel 4.1 terlihat jelas nilai efisiensi lebih besar terdapat pada sistem siklus langsung. Sistem sirkulasi langsung nilai efisiensinya lebih besar dikarenakan kalor yang diterima lebih besar dibandingkan sistem sirkulasi tidak langsung. Sistem tidak langsung lebih kecil efisiensinya dikarenakan adanya kalor yang harus dibagi antara *heat exchanger* dengan air didalam tangki sehingga tidak seoptimal sistem siklus langsung yang tidak perlu membagi kalornya.

#### 4. Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pada sistem sirkulasi langsung didapatkan nilai efisiensi tertinggi yaitu 74.55% dengan massa air 5 Kg dan intensitas 129.0444 W/m<sup>2</sup>. Sedangkan efisiensi terendah yaitu 18.52% dengan massa 3 Kg dan intensitas terbesar 688.7 W/m<sup>2</sup>. Pada sistem sirkulasi tidak langsung nilai efisiensi tertinggi yaitu 40.36% dengan massa 5 Kg dan intensitas 129.0444 W/m<sup>2</sup>. Sedangkan efisiensi terendah yaitu 6.17% dengan massa 3 Kg dan intensitas terbesar 688.7 W/m<sup>2</sup>. Diantara dua sistem sirkulasi tersebut, sistem sirkulasi langsung lebih tinggi efisiensinya dibandingkan dengan sistem sirkulasi tidak langsung.
2. Variasi intensitas dan lama waktu pengujian pada penelitian ini mempengaruhi nilai efisiensi termal. Semakin besar nilai intensitas dan waktu pengujian maka semakin kecil nilai efisiensi termal.

Adapun beberapa saran untuk penelitian selanjutnya antara lain :

1. Dari hasil pengujian dapat diberikan sistem kontrol agar otomatis dan mendapatkan hasil yang lebih optimal.
2. Pengujian dapat dilakukan diruangan yang tertutup agar pengaruh lingkungan tidak terlalu besar pada pengujian sistem.

#### Daftar Pustaka

- [1] Handayani, N. A., dan D. Ariyanti. 2012. *Potency of Solar Energy Applications in Indonesia*. Semarang : Ijred.
- [2] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, "Jurnal Energi Media Komunikasi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral" Edisi 02,2016.
- [3] B. J. Brinkworth, *Selection of design parameters for closed-circuit forced circulation solar heating systems*, *Solar Energy*, 17 (1975), pp. 331-3.
- [4] Marbun, M. Nesten. Rancang Bangun Sebuah Pemanas Air Tenaga Surya Dengan Menggunakan Kolektor Surya Plat Datar. Karya Akhir, Jurusan Program Studi Teknologi Mekanika Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatra Utara, Medan, 2009.
- [5] C. C. Julian, *Physics of Solar Energy*, Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2011
- [6] Kalogirou, Soteris A. 2004. *Solar Thermal Collectors And Applications*. Cyprus : Higher Technical Institute
- [7] Sudrajat, Subur Edi, et al. 2014. Perancangan Solar Water Heater Jenis Plat Datar Temperatur Medium Untuk Aplikasi Penghangat Air Mandi. Tegal : Teknik Mesin, Universitas Pancasakti
- [8] Kristanto, Philip. James Laeyadi, " Kolektor Surya Prismatic ". *Jurnal Teknik Mesin* Vol. 2, No. 1, April 2000 : 22 – 28
- [9] Cengel, Yunus A. 2003. *Heat Transfer : a practical approach*. Boston : McGraw-Hill
- [10] Apriyahanda, Onny. 2015. "Macam-macam *Heat Exchanger*: Alat Penukar Panas". [Online]. Tersedia: <https://artikel-teknologi.com/macam-macam-heat-exchanger-alat-penukar-panas-bagian-1/> (diakses tanggal 9 Oktober2018)