

Pengaruh Variasi Bentuk Plat Terhadap Performansi Solar Water Heater

Darwin, M. Ilham Maulana, Teuku Syahrul, Masri Ibrahim

Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7 Darussalam – Banda Aceh 23111, Indonesia

Phone/Fax. : +62-651-7428069,

E-mail : teukusyahrulmesin13@gmail.com

Abstract

Thermal energy is one form of energy that is very crucial for human being. It can be obtained through the sun, i.e, that is solar energy. Solar energy is used widely both in industry and household. One of the most important component of solar water heater is thermal energy collector or known as absorber. Solar collector is a device utilized to convert sun radiation to thermal energy. This research wanted to examine the effect of different shapes of collector. The methodology used is by varying the shapes of plate, where plate A has a square shape and plate B has isosceles shape. Collector dimension is 1.5x0.8 m with these two shapes constructed from stainless steel. Pipe used for fluid is made from copper with 1 in diameter and 1.4 m length. Thermal insulation is used from rubber to decrease heat loss from pipe. Plate B collector with isosceles shape showed the highest efficiency compared to plate A collector with square shape. The highest outlet fluid temperature from plate B is 67⁰C with sun radiation 1198 W/m². The highest useful energy is 209.91 Watt from plate B at 13.30 and efficiency is 16.23% at 13.00WIB.

Keywords: Solar Water Heater, Flat Plate Collector.

1. Pendahuluan

Panas adalah salah satu energi yang sangat diperlukan dalam kehidupan sehari-hari. Energi panas dapat diperoleh diantaranya dari matahari dalam hal ini disebut energi surya. Energi surya sangat banyak digunakan dalam skala industri maupun skala rumah tangga, contohnya adalah untuk memasak, instalasi air laut, pemanas air dan pengering produk makan [1].

Pemanas air menggunakan energi surya yaitu mengumpulkan energi surya kemudian digunakan untuk memanaskan air. Penggunaan energi surya dapat memangkas atau mengurangi biaya energi listrik dan juga memiliki dampak terhadap lingkungan yaitu mengurangi emisi karbon dioksida. Adapun pemanas air yang menggunakan energi surya biasanya disebut *solar water heater* (SWH), dengan memanfaatkan kolektor plat datar dimana terdapat pipa-pipa yang dapat menghantar panas dengan baik dan aliran fluida yang berfungsi untuk mengalirkan fluida cair berupa air yang akan dipanaskan serta isolasi untuk mengurangi kerugian kelingkungan.

Temperatur kebutuhan air panas sendiri untuk mencuci tangan dan mandi mencapai 40 °C- 45 °C, sehingga *solar water heater* (SWH) harus mencapai suhu tersebut untuk memenuhi kebutuhan dalam skala rumah tangga [2].

Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini ialah untuk melihat kenaikan temperatur yang terjadi akibat variasi bentuk plat kolektor dari solar water heater

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Kolektor Surya

Komponen yang sangat penting dari sebuah sistem solar water heating adalah kolektor energi matahari. Itu juga dikenal dengan unit penyerap panas. Solar kolektor atau penyerap panas mengubah energi radiasi menjadi energi *thermal*. Berbagai macam solar kolektor tersedia dari plat datar yang *simple* sampai dengan yang paling kompleks.

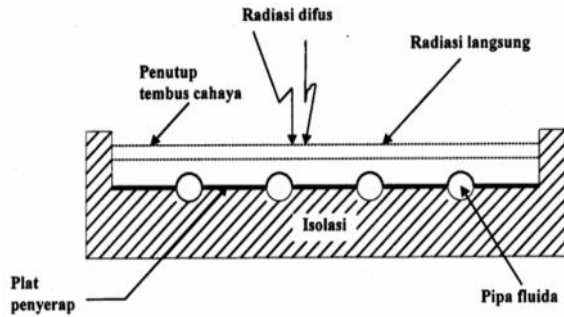
2.1.1 Kolektor pelat datar

Kolektor plat datar dapat dirancang untuk aplikasi yang membutuhkan kenaikan temperature yang sedang, hingga mungkin 100 °C diatas temperature ambien. Kolektor plat datar menggunakan sinar matahari dan radiasi matahari difusi, tidak memerlukan *tracking* matahari dan hanya sedikit memerlukan perawatan. Secara mekanik lebih *simple* dari kolektor konstrating. Aplikasi untuk kolektor plat datar adalah pemanasan air pada bangunan, pemanas awal pada industri industri pembangkit. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 1 [3].

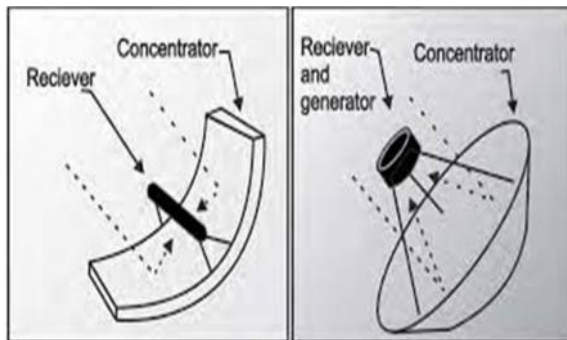
2.1.2 Kolektor perabolik

Aplikasi energi surya suhu tinggi seperti pembangkit tenaga panas dan tungku surya memerlukan kolektor yang mengkonsentrasikan cahaya ke pipa air. Kolektor parabola dapat menghasilkan temperature yang lebih tinggi dari

kolektor plat datar, temperatur dapat mencapai >100 °C. konsentrator dari kolektor harus digerakkan sesuai arah gerak matahari agar titik jatuh bayangan tetap berada pada pipa (Gambar 2) [4].

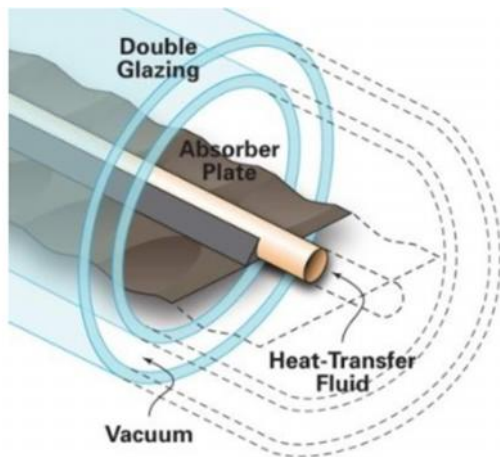


Gambar 1. Kolektor Plat Datar



Gambar 2. Kolektor Parabola

2.1.3 Kolektor pipa hampa



Gambar 3. Kolektor Pipa hampa

Pada kolektor pipa hampa memiliki tingkat penyerapan matahari yang sangat optimal diantara yang lain, karena tabung vakum dapat menyerap sinar matahari dari sudut yang bebas tanpa perlu mengkonsentrasikan sinar datang dari matahari. Sehingga tiap tiap tabung vakum bekerja sangat

efektif dan efisien. Kelebihan dari kolektor vakum ini adalah dapat menyekat panas tabung bagian dalam dengan tingkat pembuangan panas head losses < 4%. [5].

2.2 Persamaan Yang Digunakan

Untuk menghitung besar panas yang digunakan oleh kolektor dapat digunakan persamaan dibawah:

$$Q_u = \dot{m} C_p (T_{fo} - T_{fi}) \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

- Q_u = Perolehan panas yang berguna (Watt)
- \dot{m} = Massa alir fluida (kg/s)
- C_p = Panas spesifik pada tekanan konstan (J/kg.°C)
- T_{fo} = Temperatur fluida keluar (°C)
- T_{fi} = Temperatur fluida masuk (°C)

dan untuk menghitung efisiensi kolektor tiap jam dan sepanjang hari dinyatakan oleh Duffie dan Beckman dengan persamaan :

$$\eta_i = \frac{Q_u}{A_c I_r} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- η_i = Efisiensi kolektor (%)
- Q_u = Perolehan panas yang berguna (Watt)
- A_c = Luas kolektor (m²)
- I_r = Radiasi pancaran matahari (W/m²)

2.3 Penelitian-penelitian sebelumnya

Mustafa (2008), Studi eksperimen perbandingan kolektor pelat ganda dan kolektor konvensional terhadap kinerja solar water heater. Penelitian menghasilkan; efisiensi penyerapan panas pada solar heater pelat ganda lebih tinggi dibandingkan efisiensi penyerapan panas solar heater konvensional dan Hubungan antara efisiensi penyerapan panas dan (Ti-Ta)/Gt pada solar heater pelat ganda penurunannya lebih tajam dibandingkan solar heater konvensional.

Farid dan Ismail (2010), menguji pelat penyerap ganda model gelombang yang menghasilkan nilai efisiensi penyerapan panas rata-rata pada solar heater pelat ganda model gelombang rata-rata 19.81%, sedangkan nilai efisiensi penyerapan panas rata-rata pada solar heater pelat penyerap datar sebesar 12,43 %

Zaini melakukan pengujian solar water heater dengan menggunakan material penyimpan panas parafin wax dengan efisiensi maksimum 36,6 % dan temperatur keluar pada pukul 20.00 wib yaitu berkisar 40 – 45 °C [10].

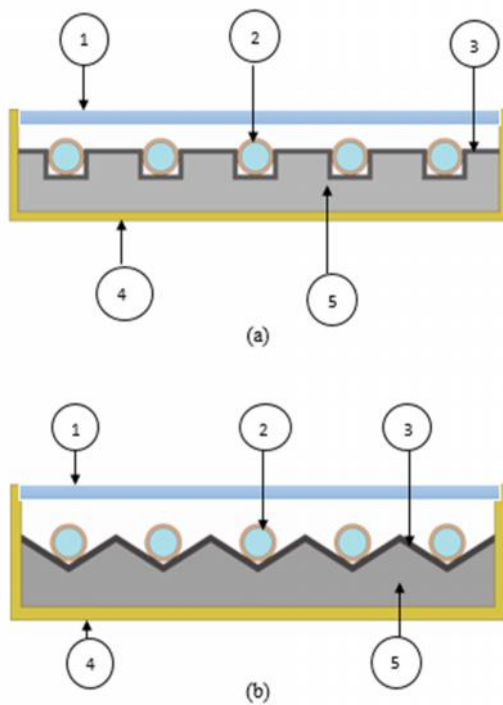
3. Metodologi

3.1 Bahan Dan Material Yang Digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian pembuatan kolektor plat datar adalah sebagai berikut:

3.1.1. Sistem kolektor .

- Kayu dengan pajang 121 cm dan lebar 81 sebagai casing dari kolektor
- Lembaran pelat almunium dengan tebal 1mm dengan panjang 1m dan lebar 1m sebagai penyerap
- Pipa tembaga Ø 2,54cm (1 inchi) dan Ø 2,54 cm (1 inchi) dengan panjang 1,1 m sebagai *absorber*.
- Lembaran *styrofoam* berfungsi sebagai isolator penghambat panas yang hilang dengan tebal 0.9 cm.
- Serbuk kayu 10 kg sebagai isolasi dari kolektor.



Gambar 4. (a) Solar water heater variasi pertama
(b) Solar water heater variasi kedua

Tabel 1. Keterangan gambar kolektor plat datar

Nomor	Keterangan kolektor 1	Keterangan kolektor 2
1	Kaca / Cover	Kaca / Cover
2	Pipa Tembaga	Pipa Tembaga
3	Plat Absorber	Plat Absorber
4	Frame Kolektor	Frame Kolektor
5	Isolasi	Isolasi

3.1.2. Alat ukur.

- Gelas ukur
- Stopwatch
- Termokopel tipe K
- Termometer
- Solar Power meters

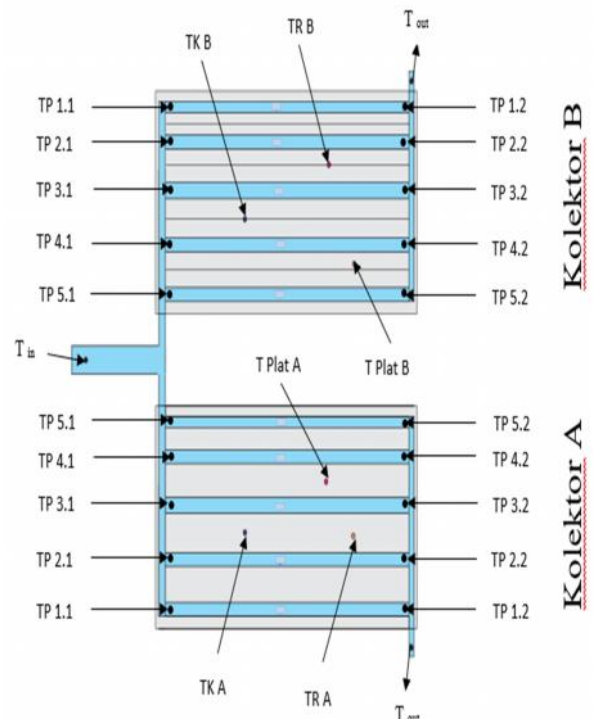
3.1.3. Alat bantu.

- Tangki air utama.
- Katup (*valve*)
- Pipa PVC dan selang plastik.
- Alat penjejak matahari
- Tangki Penampungan air keluar
- Kerangka penyangga tangki air.
- Kerangka penyangga Kolektor

3.1.4. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di halaman parkir Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala yang dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan Juli 2018.

3.2 Penempatan Alat Ukur



Ket :
Kolektor A plat persegi
Kolektor B plat segitga sama kaki

Gambar 5. Penempatan Alat Ukur

Tabel 2. Keterangan gambar penempatan alat ukur.

Keterangan Gambar	
Temperatur pipa 1 _{bawah} dan 1 _{atas}	$(TP_{1,1}), (TP_{1,2})$
Temperatur pipa 2 _{bawah} dan 2 _{atas}	$(TP_{2,1}), (TP_{2,2})$
Temperatur pipa 3 _{bawah} dan 3 _{atas}	$(TP_{3,1}), (TP_{3,2})$
Temperatur pipa 4 _{bawah} dan 4 _{atas}	$(TP_{4,1}), (TP_{4,2})$
Temperatur pipa 5 _{bawah} dan 5 _{atas}	$(TP_{5,1}), (TP_{5,2})$
Temperatur Kaca	$(TK_A), (TK_B)$
Temperatur Ruang	$(TR_A), (TR_B)$
Temperatur plat kolektor	(T_{plat})
Temperatur ruang kolektor	$(T_{RA}), (T_{RB})$
Temperatur air masuk	(T_{f1})
Temperatur air keluar	$(T_{f2A}), (T_{f2B})$

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Data Pembahasan hasil pengujian

Dalam penelitian ini, pembuatan kolektor plat datar yang casing nya terbuat dari triplek dan memiliki geometri 1,5x0,8 m. dimana setiap kolektor memiliki variasi bentuk plat yang berbeda beda dengan material stainlesssteel. Pipa yang di gunakan untuk mengalirinya adalah pipa tembaga berukuran 1 inci dengan Panjang 1,4 m. Isolasi menggunakan karet agar panas yang keluar dari dalam pipa dapat diminimalisir.

Pada Gambar 7, berdasarkan grafik dapat dilihat terjadi perbedaan temperatur *fluida* keluar antara kolektor A dan Kolektor B dimana kolektor B memiliki temperatur *fluida* keluar yang lebih besar dibandingkan kolektor A, rata rata beda temperatur berkisar 3 °C. namun pada pukul 14.00 WIB dengan intensitas matahari 1198 W/m² perbedaan temperatur *fluida* keluar adalah 5 °C ini Pada kolektor A temperatur tertinggi terjadi pada pukul 14.00 WIB dengan *fluida* masuk 35 °C dan *fluida* keluar 62 °C dengan intensitas matahari 1198 W/m². Pada kolektor B temperatur tinggi terjadi pada pukul 14.00 WIB dengan *fluida* masuk 25 °C dan *Fluida* keluar 67 °C dan intensitas matahari sebesar 1198 W/m². Karena bentuk plat kolektor B lebih efektif dalam penyerapan energi matahari. Dari hasil perbedaan temperatur pipa juga telah membuktikan bahwa

sistem kolektor B lebih efektif dibandingkan dengan kolektor A.



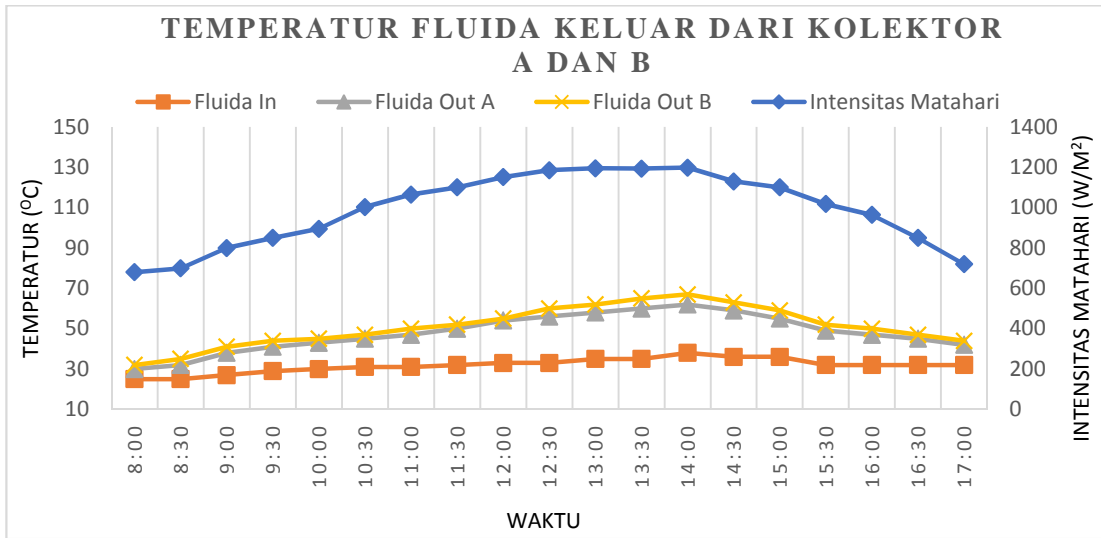
(a)



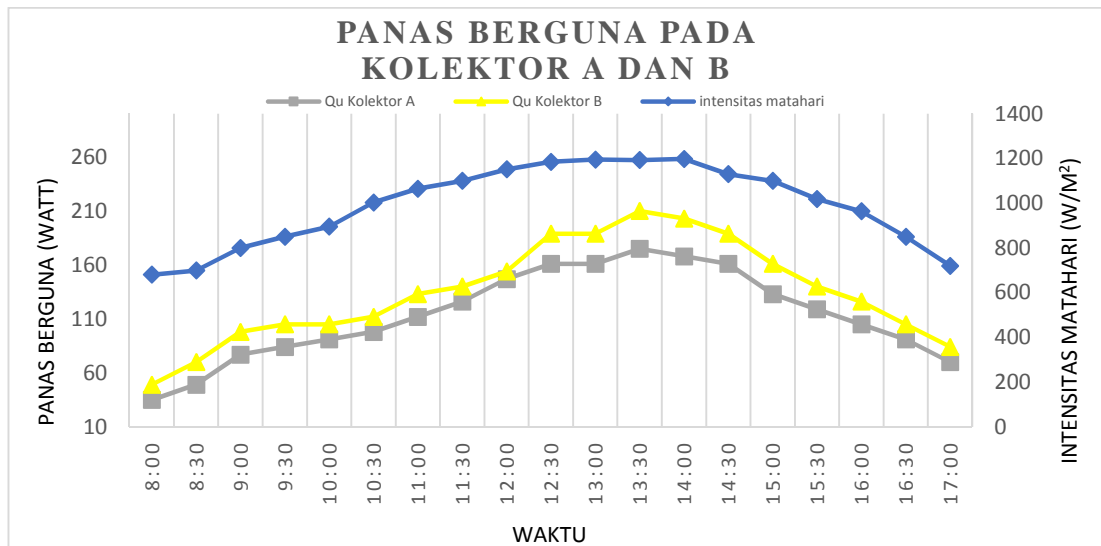
(b)

Gambar 6. Kolektor Plat datar (a) Bentuk plat persegi (b) Bentuk plat segitiga sama kaki

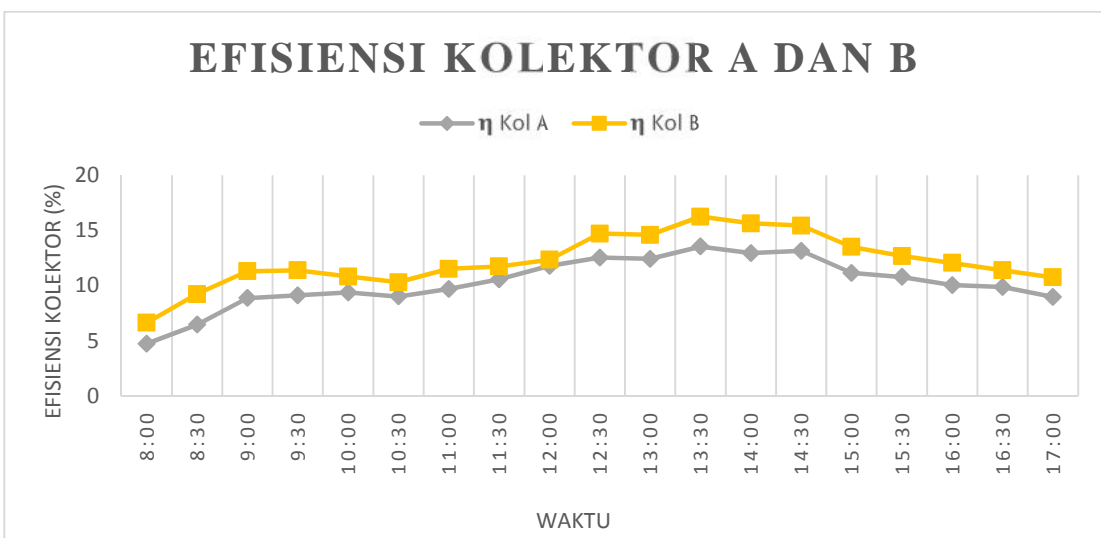
Dari Gambar 8 dapat disimpulkan bahwa kolektor B memiliki panas berguna yang lebih tinggi dibandingkan dengan kolektor A. Selain itu, panas yang paling tinggi terjadi dikolektor B pada pukul 13.30 yaitu sebesar 209,91 W/m². Kolektor B memiliki bentuk plat yang lebih efisien dibandingkan dengan kolektor A pantulan sinar datar dari matahari dipantulkan dan diserap oleh plat sangat baik sehingga panas dapat terdistribusi dengan sempurna.



Gambar 7. Perbedaan Fluida Keluar Kolektor A Dan Kolektor B



Gambar 8. Perbedaan Panas Yang Berguna Antara Kolektor A Dan Kolektor Tanggal 3 Juni 2018



Gambar 9. Perbedaan Efisiensi Yang Terjadi Antara Kolektor A Dan Kolektor B Tanggal 3 Juni 2018

Pada Gambar 9 dapat dilihat efisiensi terus meningkat dari waktu ke waktu dan efisiensi tertinggi terjadi pada kolektor B pada pukul 13.00 WIB yaitu sebesar 16,23 % . Adapun hal yang mempengaruhi kinerja kolektor seperti kelembaban, intensitas matahari, kecepatan angin maupun *human error* . kolektor memiliki efisiensi tertinggi karena bentuk profil dari kolektor yang bersudut dapat memantulkan cahaya berulang kali.

5 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan terhadap kolektor plat datar untuk meningkatkan kinerja kolektor salah satunya ialah memvariasikan bentuk plat kolektor. Untuk mencapai tujuan tersebut maka dilakukan perancangan, pembuatan alat dan pengujian sistem kolektor dengan kondisi iklim kota banda aceh. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Temperatur air di dalam kolektor dan keluaran kolektor pemanas air surya bergantung pada intensitas matahari dan tingkat kecerahan langit pada saat pengujian
2. Kolektor plat datar B yang berbentuk segitiga memiliki efisiensi lebih tinggi dibandingkan dengan kolektor plat datar A yang berbentuk persegi.
3. Temperatur *fluida* Keluar tertinggi dihasilkan pada kolektor B yaitu 67 °C dan intensitas matahari sebesar 1198 W/m². Dikarenakan pantulan sinar datang dari matahari ditangkap dengan baik oleh plat *absorber*.
4. Energi berguna pada kolektor tertinggi yaitu dikolektor B pada pukul 13.30 yaitu sebesar 209,91 W/m².
5. Efisiensi tertinggi pada kolektor B yaitu pada pukul 13.00 WIB yaitu sebesar 16,23 % .

Studi Teknik Mesin Universitas Pancasakti Tegal.

- [4] Ong, K S. 1994. *Solar Water Heaters Engineering And Application*. Kuala Lumpur. Universitas Of Malaya Press
- [5] Wahyu, Dian. 2016. Kolektor Surya Pipa Panas Tipe Datar : Sebuah Penelitian Eksperimental. Jurnal Teknik Mesin Institute Teknologi Padang Volume 6 Nomor 2. *Department of Mechanical Engineering* Politeknik Negeri Padang.
- [6] Darwin. 2013. Analisa Pengaruh Konfigurasi Pipa Pemanas Air Surya Terhadap Efisiensi. Jurnal Rotor Volume 6 Nomor 1. *Departement Of Mechanical Engineering Syiah Kuala University*.
- [7] Duffie, JA,. And W.A.Beckman, 1980, “*Solar Engineering of thermal Process*”, Johnn Wiley and Sons, Inc., New York.
- [8] Umam, Islahul. 2017. Pemanas Air Surya Menggunakan Tipe Kolektor Setengah Selindris Dengan Penambahan Media Penyimpan Panas (*Parafin wax*). Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Dan Industri Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala.
- [9] Yandri, Valdi Riski. 2012. Prospek Pengembangan Energi Surya Untuk Kebutuhan Listrik Indonesia. Jurnal Ilmu Fisika Volum 4 Nomor 1. Politeknik Universitas Andalas.
- [10] Zaini, Hamdani, Ahmad syuhada. 2012. Kaji Eksperimental Sistem Pemanas Air Surya Menggunakan Kolektor Yang Dilengkapi Material Penyimpan Panas. Jurusan Teknik Mesin Universitas Syiah Kuala

Daftar Pustaka

- [1] Wiranto Arismunandar, Ted J Jansen, 1995, “Teknologi Rekayasa Surya”, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- [2] Setyadi, Dwi Unggul Dan Bambang Arip Dwiyanoro. 2015. Pengaruh Sudut Kemiringan Kolektor Surya Plat Datar Terhadap Efisiensi Thermal Dengan Penambahan Ekstenal *Annular Fin* Pada Pipa. Jurnal Teknik ITS Volume 4 Nomor 1. Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [3] Sudrajat, edi subur dan Irfan Santosa. 2014. Perancangan Solar Water Heater Jenis Plat Datar Temperatur Medium Untuk Aplikasi Penghangat Air Mandi. Jurnal Teknologi Volume 7 nomor 6. Fakultas Teknik Program