

PERFORMANSI SISTEM PEMANAS AIR ENERGI SURYA DENGAN KOLEKTOR PARABOLIC KAPASITAS TANGKI 127 LITER

Willy Setiawan^[1], Azridjal Aziz^[2]

Laboratorium Rekayasa Termal, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya km.12,5 Simpang Baru, Pekanbaru 28293

^[1]Willybesar@gmail.com, ^[2]azridjal@yahoo.com

Abstract

Nowadays, hot water is widely used as the daily needs for society and industry. As the bathing needs, society was used heating furnaces and electric furnaces for heating the water. Application of solar water heater collectors which used parabolic collectors is expected to be one solution in order to replace the them by utilizing abundant solar energy especially in Riau area. In this research the collector was made in form of half parabola by using a layer of shiny stainless plate in order to be able to reflect the heat energy which forward to the heat absorbent pipe that named copper pipe. The purpose of this research is to know the efficiency of collector and heat performance of collector as water heater. Dimension of solar water heater was used by parabolic collector with length of 170 cm, width of 88 cm and height of 30 cm and volume of tank which is about to 127 Liter. The tests of the data were tank water temperature, collector temperature, solar intensity, warm absorber pipe temperature and inlet and outlet temperatures. The results showed that the second day had better collector efficiency than the first day with an average efficiency of 54.89% and total efficiency of 933.18 KJ. The highest water temperature that the collector achieved in order to heat the water in the second day test was 50.2 ° C.

Keywords: Parabolic collector, heat absorber pipe, solar water heater

1. Pendahuluan

Energi surya pemanfaatannya banyak digunakan sebagai kehidupan manusia, tumbuhan bahkan sebagai sumber penggerak industri. Terkhusus untuk sistem *solar water heater* pemanfaatannya yaitu untuk memanaskan air yang terdiri dari *plate absorber* dan rangkaian pipa penghubung untuk mengalirkan air panas dari panel kolektor ke *storage*. Kolektor surya adalah komponen kunci dari sistem pemanas air matahari. Proses yang dilakukan yaitu mengumpulkan energi matahari, mengubah radiasi menjadi panas, dan kemudian mentransfer panas yang dihasilkan ke cairan. Ada banyak jenis kolektor surya yang dapat digunakan yaitu kolektor plat datar dan jenis kolektor *parabolic concentrator* [1]. Ketersediaan matahari sangat berlimpah, menurut data yang di dapat konsumsi energi pada tahun 2015 dengan jumlah penduduk pada saat itu mencapai 5.877.887 menghasilkan rata-rata lama penyinaran matahari (LPM) berkisar antara 5 sampai 6 jam dan ini masih memiliki wilayah kosong yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik sebanyak 270 kelurahan [2]. Kebutuhan air panas pada saat ini cukup banyak permintaan baik di bidang jasa, perumahan bahkan di industri. Semua itu karena air panas pada masa sekarang menjadi kebutuhan kewajiban bagi manusia. Maka dari itu dengan memanfaatkan energi matahari dan tingkat panas yang tinggi di daerah riau, dilakukan pengujian panas menggunakan kolektor parabolik dengan

memanfaatkan metode *thermosyphone* sebagai pipa penyerap panas. Pipa serta tangki yang digunakan yaitu pipa tembaga dan 2 tangki penyimpanan. Tangki atas sebagai penyuplai air tangki bawah sebagai penyimpanan panas. Air yang sudah di panaskan akan disirkulasikan dan ditangki atas otomatis masuk kedalam tangki penyimpanan panas, hal ini berguna untuk menjaga tangki penyimpanan panas selalu penuh dan mendorong air panas untuk keluar dari tangki. Dimana bertujuan untuk mengetahui perubahan temperatur air saat air disirkulasikan.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental sistem pemanas air. Penelitian ini dilakukan dengan metode pengamatan langsung untuk mendapatkan data yang jelas agar mendapatkan nilai kalor dan efisiensi yang dicapai. Tahapan-tahapan pengerjaan yang dilakukan dalam penelitian pengujian pemanas air energy surya menggunakan kolektor parabolik sebagai berikut :

1. Tahapan Studi Literatur

Tahapan ini mempelajari materi yang berhubungan dengan penelitian tentang pemanas air tenaga surya. Referensi tersebut berisikan tentang *Solar water heater*, jenis jenis kolektor terutama kolektor parabolik, perpindahan panas, standar temperatur dan mengenai energi surya.

2. Pembuatan Alat Uji

Tahapan ini dilakukan pembuatan kolektor jenis parabolik dengan merubah alat pengujian sebelumnya yang menggunakan kolektor plat datar. Model kolektor yang digunakan berbentuk setengah parabola dengan dilapisi plat stainless tebal 0,5 mm, selanjutnya penambahan pipa tembaga ukuran 3/8 inchi sebagai media penyimpan panas, dimana ketika cairan fluida melalui pipa maka hasil temperatur akan didapat.

3. Persiapan Dan Pengecekan Alat Uji

Persiapan alat uji dilakukan di Laboratorium Rekayasa Termal jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Riau. Dengan melakukan pengecekan tangki kolektor dan pipa apakah bekerja dengan baik serta penentuan titik fokus kolektor. Untuk tangki fungsi kedua tangki yaitu tangki bawah sebagai penyimpan air panas, sedangkan tangki atas sebagai tangki penyuplai air menuju ke tangki bawah saat air dalam tangki bawah dialirkan. Sedangkan untuk lapisan kolektor yang digunakan yaitu plat stainless tipe mengkilat agar nantinya bisa di pantulkan menuju pipa penyimpan panas yaitu pipa tembaga.

4. Tahapan Pengujian dan Pengambilan Data.

Pada tahap pengujian alat uji ditempatkan pada posisi yang dapat menerima sinar matahari secara langsung agar mendapatkan hasil maksimal. Pengujian dilakukan selama 8 jam pada pukul 09.00 WIB hingga 17.00 WIB. Pada tahap ini dilakukan pengambilan data berupa intensitas cahaya matahari, temperatur air pada saluran masuk dan keluar pada saat setelah dilakukan pemanasan, selanjutnya yaitu temperatur kolektor, temperatur pipa tembaga, temperatur tangki air panas, tangki penyuplai, waktu pengujian dan temperatur lingkungan.

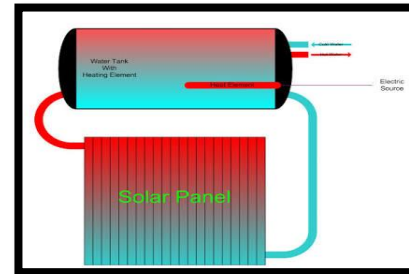
5. Tahapan Analisis Data Dan Kesimpulan

Tahapan ini data yang diperoleh akan ditabulasikan dan dilakukan perhitungan, selanjutnya akan diperoleh berupa tabel dan berbagai grafik. Dari tabel dan grafik tersebut akan dilakukan analisis yang menggambarkan karakteristik dari hasil pengujian. Dari analisis dapat di simpulkan dari semua proses yang dilakukan maka di dapatkan hasil yang akan diperoleh.

2.1 Solar Water Heater

Pada saat ini, *solar water heater* telah banyak dikembangkan baik skala kecil maupun besar. Sistem pemanas air ini mencakup pada tangki penyimpanan air panas yang terlebih dahulu dialirkan melalui tangki penyimpanan air biasa menggunakan pompa sirkulasi. Kolektor parabolik yang digunakan dengan sudut 90° berputar mengelilingi sumbu utara/selatan untuk melacak matahari saat bergerak melintasi langit di siang hari [3]. Pada prakteknya prinsip ini dimulai dari air yang berada pada panel surya mengalami pemanasan dan akan bergerak ke sisi atas dan masuk ke dalam tangki. Pada saat bersamaan, air dalam tangki yang

bertemperatur rendah terdorong turun ke dalam panel kolektor parabolik. Perputaran air ini bergerak secara berkesinambungan sehingga terjadi sirkulasi air. Pergerakan antara air bertemperatur tinggi digantikan dengan air bertemperatur rendah bergerak tanpa bantuan pompa hanya mengharapkan tekanan air yang mengalir [4]. Gambar 1 menjelaskan proses *solar water heater*.



Gambar 1. Penggunaan Solar Water Heater

2.2 Jenis Solar Concentrator

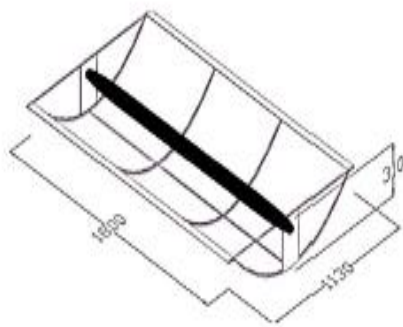
Jenis solar *concentrator* yang digunakan, biasanya yaitu untuk keperluan temperatur yang lebih tinggi. Proses pelaksanaannya yaitu dimana titik fokus parabola harus sesuai dengan yang telah ditentukan pada saat pipa penerima (pipa tembaga) dialiri fluida. Komponen yang paling terpenting dari *parabolic through concentrator* adalah pipa penyerap panas. Sinar matahari yang datang dapat terdistribusi merata lalu dipantulkan ke arah suatu garis dimana pipa absorber di tempatkan. Dengan demikian temperatur yang didapat berada pada level yang lebih tinggi [5].

2.3 Metode Thermosyphone

Sistem *thermosyphone* dengan beberapa bagian yaitu kolektor surya parabolik, pipa penyerap, dua tangki penyimpanan, pipa kembali dan dudukan pendukung. Kolektor memiliki permukaan yang majemuk dimana garis utamanya berfokus pada penerima atau penyerap tembaga berbentuk silindris yang digunakan untuk menerima energi radiasi matahari. Lokasi pipa penyerap panas berada pada titik fokus kolektor, hal ini untuk memudahkan perpindahan panas antara radiasi matahari dan pipa penyerap [6].

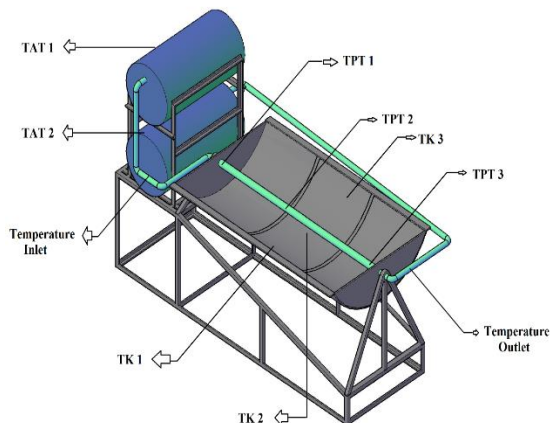
2.4 Desain dan Konstruksi Kolektor Surya Parabolik

Pengujian menggunakan kolektor parabolik dikembangkan untuk mendapatkan perpindahan panas dari kolektor ke pipa tembaga. Unit kolektor terdiri dari permukaan kolektor setengah parabola, sistem penyerapan radiasi matahari, tangki penyimpanan, stop kran, dan perangkat pengendali lainnya [7]. Gambar 2 menunjukkan model dari kolektor parabolik yang memiliki lebar, kedalaman dan lokasi pipa penyerap yang diinginkan serta titik fokus panas yang ditentukan.



Gambar 2. Pemilihan Design Kolektor Parabolik yang digunakan

Kolektor parabolik yang digunakan yaitu dengan kemiringan sudut 30° . Fungsi utama penyerap *thermosyphone* adalah menyerap radiasi matahari yang terfokus dan mentransfer radiasi ke fluida kerja yang mengalir melalui pipa tembaga. Tekanan air dari tangki melewati pipa penyerap panas dan kembali ke tangki air panas. Tangki air panas dan pipa sirkulasi terisolasi dengan plat dan dilapisi *alluminium foil*. Maka selanjutnya yaitu proses pengujian yang dilakukan seberapa besar temperatur yang dihasilkan serta efisiensi thermal yang dihasilkan. Gambar 3 menunjukkan titik pengujian pada alat pemanas air energi surya.



Keterangan:

TAT : Temperatur air dalam tangki
TK : Temperatur Kolektor
TPT : Temperatur Pipa Tembaga

Gambar 3. Titik Pengujian temperatur

Pengujian dilakukan selama 2 hari pada tanggal 25 – 26 mei 2018 dengan membandingkan kedua hari tersebut pada hari berapa memberikan panas terbaik serta efisiensi thermal yang dihasilkan. Yang selanjutnya akan dibuat grafik perbandingan. Alat pemanas air surya menggunakan kolektor parabolik dapat dilihat pada gambar 4 berikut.



Gambar 4. Alat Pemanas Air Energi Surya Menggunakan Kolektor Parabolik.

3. Hasil dan Pembahasan

a. Temperatur air tangki.

Perubahan temperatur yang terjadi pada tangki yaitu bergantung kepada tingkat intensitas matahari serta temperatur *inlet* dan *outlet* yang dicapai selama 8 jam pengujian pada pukul 09.00 wib sampai 17.00 wib. Pada Tabel 1 dapat dilihat temperatur tangki pada pengujian hari pertama tanggal 25 mei 2018 temperatur awal berada pada $30,1^\circ\text{C}$ sedangkan temperatur akhir $34,95^\circ\text{C}$. Pada hari kedua pengujian tanggal 26 mei 2018 temperatur pengujian lebih baik dibandingkan hari pertama dimana temperatur awal berada pada $33,1^\circ\text{C}$ dan temperatur akhir mencapai suhu $42,6^\circ\text{C}$. Pengujian temperatur yang didapat bergantung kepada besar nya intensitas yang dicapai setiap waktu.

Tabel 1. Data Perubahan Temperatur Air dalam tangki

Pengujian Hari Pertama (25 May 2018)					Pengujian Hari Kedua (26 May 2018)				
NO	Jam	Temperatur		Temperatur	NO	Jam	Temperatur		Temperatur
		Inlet/Outlet		Air			Inlet/Outlet		Air
		Tin °C	Tout °C	Tanki °C			Tin °C	Tout °C	Tanki °C
1	09.00	30,8	28,5	30,1	1	09.00	31,8	32,5	33,1
2	10.00	29,1	32,1	28,95	2	10.00	30	30,1	30,8
3	11.00	29,6	31,4	29,7	3	11.00	28	33,7	28,6
4	12.00	30,1	31,8	29,85	4	12.00	28,5	35,8	27,65
5	13.00	30	33,4	31,5	5	13.00	29	39,3	29,65
6	14.00	28,4	35	29,8	6	14.00	32,3	42,5	33
7	15.00	30	37,7	32,35	7	15.00	36,2	44,5	35,5
8	16.00	31,2	39,8	33,5	8	16.00	38,2	46,9	39,65
9	17.00	33,3	42,5	34,95	9	17.00	40,2	49,1	42,6

b. Perbandingan Kalor Serap Air

Perbandingan kalor serap air merupakan jumlah energi panas yang mampu diserap air selama pengujian. Hasil kalor serap air dan kinerja kalor kolektor setelah dilakukan pengujian, maka di dapatkan hasil kalor serap rata-rata air pada tanggal 26 mei lebih besar dibandingkan pengujian 25 mei 2018. Kalor serap total air tertinggi pada pengujian 26 mei 2018 di dapat sebesar 12475 KJ dan kalor serap rata-rata air sebesar 734 KJ, sedangkan

pengujian 25 mei 2018 kalor serap air sebesar 7777 KJ dan kalor serap rata-rata air sebesar 457 KJ. Hasil kalor serap total kotal kolektor pengujian di dapat pada pengujian 26 mei 2018 lebih besar pada pengujian 25 mei 2018 sebesar 24241 KJ untuk hasil kalor serap rata-rata sebesar 1426 KJ. Pengujian 25 mei 2018 kalor serap total kolektor dicapai sebesar 19012 KJ sedangkan rata-rata kalor serap kolektor sebesar 1118 KJ. Hasil yang didapat dipengaruhi dari nilai intensitas matahari yang dicapai. Tabel 2 menunjukkan hasil kinerja kolektor serap air yang didapat.

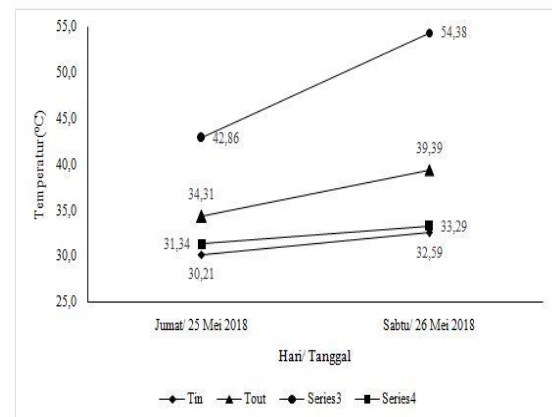
Tabel 2. Data Perbandingan Kalor Serap Air

NO	Jam	Pengujian Hari Pertama (25 May 2018)				Pengujian Hari Kedua (26 May 2018)			
		Waktu Pengujian (s)	Intensitas Matahari (W/m ²)	Temperatur Air Dalam Tanki (°C)	Kalor Serap Air (KJ)	Intensitas Matahari (W/m ²)	Temperatur Air Dalam Tanki (°C)	Kalor Serap Air (KJ)	
1	09.00	0	420	30,1	0	420	33,1	0	
2	10.00	1800	190	29,7	796,3	450	30,8	690,1	
3	11.00	1800	220	29,7	159,3	351	30,7	875,9	
4	12.00	1800	390	29,85	610,5	155	27,65	716,7	
5	13.00	1800	595	31,5	292,0	390	29,65	345,1	
6	14.00	1800	180	31,1	663,6	950	33	982,1	
7	15.00	1800	390	32,35	1035,2	820	35,5	929,0	
8	16.00	1800	390	33,5	451,2	700	39,65	1327,2	
9	17.00	1800	317	34,95	345,1	317	42,6	929,0	

c. Perbandingan Temperatur Air

Perbandingan temperatur pada *inlet* dan *outlet* berpengaruh terhadap temperatur tangki yang didapat nantinya, temperatur *inlet* merupakan temperatur air yang akan masuk kedalam pipa penyimpanan panas yaitu pipa tembaga. Temperatur *outlet* yaitu temperatur air yang diperoleh dari pipa penyimpanan panas yang selanjutnya dialirkan menuju tangki penyimpanan. Temperatur *inlet* rata-rata pengujian tanggal 25 mei 2018 yaitu sebesar 30,21 °C, pengujian tanggal 26 mei 2018 temperatur *inlet* rata-rata sebesar 32,59 °C. Untuk rata-rata temperatur *outlet* pengujian tanggal 25 mei 2018 sebesar 34,31 °C, untuk pengujian tanggal 26 mei 2018 rata-rata *outlet* sebesar 39,39 °C.

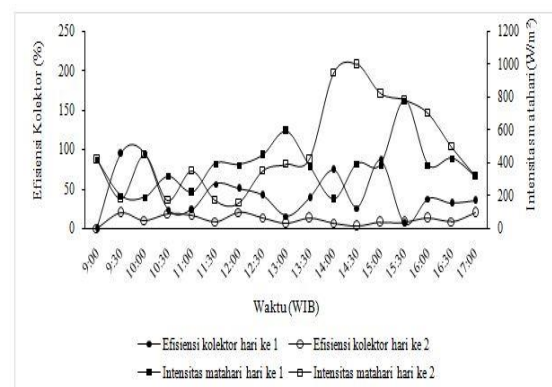
Temperatur *inlet* dan *outlet* yang didapat berpengaruh terhadap hasil temperatur tangki yang dicapai, maka untuk hasil temperatur rata-rata air dalam tangki pada pengujian 25 mei 2018 sebesar 31,34 °C, untuk pengujian 26 mei 2018 rata-rata temperatur air dalam tangki sebesar 33,29 °C. Gambar 5 menunjukkan hasil temperatur yang dicapai.



Gambar 5. Hasil Perbandingan Temperatur Air Dicapai

d. Nilai Efisiensi

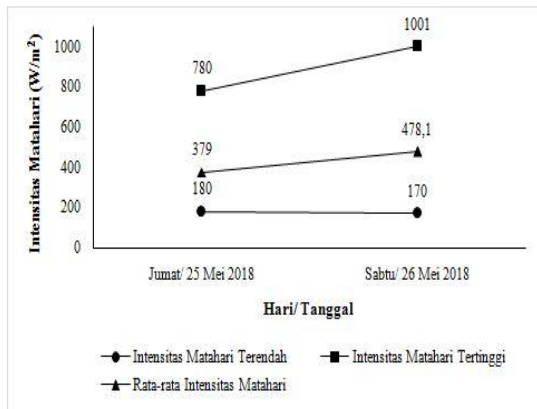
Perbandingan efisiensi pengujian yang dilakukan selama 2 hari dapat dilihat pada gambar 6. Perbandingan nilai efisiensi rata-rata diperoleh bahwa hari kedua memiliki efisiensi lebih tinggi dibandingkan hari pertama dengan nilai efisiensi rata-rata hari pertama yaitu sebesar 60,32% sedangkan hari kedua yaitu 68,18%. Nilai efisiensi yang didapat dipengaruhi oleh kalor serap air dan kalor serap kolektor. Penyebab rendah nya nilai efisiensi hari kedua yaitu disebabkan rendahnya kalor serap air yang didapat. Dari hasil yang didapat hari pertama memiliki intensitas matahari lebih kecil dari hari kedua. Seperti pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Nilai Efisiensi Kolektor

e. Nilai Intensitas Matahari

Nilai intensitas matahari diperoleh selama 2 hari pengujian dapat dilihat pada Gambar 7. Nilai intensitas matahari yang diperoleh pada hari kedua memiliki rata-rata intensitas matahari yang lebih tinggi dibandingkan hari pertama. Tinggi rendahnya intensitas matahari dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang berubah-ubah pada saat pengujian.



Gambar 7. Nilai Intensitas Matahari

4. Simpulan

Kalor serap rata-rata solar kolektor parabolik pada pengujian 25 Mei 2018 yaitu sebesar 1118 KJ sedangkan pengujian 26 Mei 2018 sebesar 1426 KJ. Untuk kalor serap total kolektor pada pengujian 25 Mei 2018 didapat 19012 KJ dan pengujian 26 Mei 2018 yaitu sebesar 24241 KJ. Maka didapat hasil pengujian 26 Mei 2018 rata-rata maupun total kalor serap kolektor parabolik lebih baik dibandingkan 25 Mei 2018.

Efisiensi rata-rata solar kolektor parabolik pada pengujian 25 Mei 2018 diperoleh 43,85 % sedangkan pengujian 26 Mei 2018 diperoleh rata-rata efisiensi yaitu 54,89 %. Efisiensi 26 Mei 2018 lebih baik dibandingkan 25 Mei 2018.

Temperatur maksimum didapat dari temperatur yang dicapai pada tangki air panas. Pengujian 25 Mei 2018 temperatur awal berada pada suhu 28,8 °C temperatur akhir mencapai 36,8 °C sedangkan pengujian 26 Mei 2018 temperatur awal pada suhu 34,8 °C temperatur akhir mencapai 50,2 °C. Temperatur pengujian 26 Mei mengalami peningkatan dari pengujian 25 Mei 2018.

Daftar Pustaka

- [1] Ezeilo, C.O. 1998. Sun Table And Charts for Nigeria Latitude. *Nigerian J. Solar Energy* 3: 75-82
- [2] Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2015. *Konsumsi Energi Provinsi Riau Pada Tahun 2015*. Kementrian ESDM. Jakarta.
- [3] Valan Arasu, A., Sornakumar, T., 2005. *Design And Simulation Of a Parabolic Trough Solar Collector Hot Water Generation System*. *International Energy Journal* Vol 2
- [4] Septian, A. 2015. Prinsip-kerja-Pemanas air tenaga surya. Program teknik mesin institut teknologi sepuluh november (ITS).
- [5] Zulkarnain, T. H. 2011. Pengujian dan Analisa Heat Removal Factor dan Heat Loss Coefficient pada Kombinasi Flat Plate Solar Collector dan Parabolic Solar Concentrator.

Skripsi. Program Sarjana Teknik Mesin Universitas Indonesia, Depok.

- [6] Okoronkwo, C. A., Nwifo, O. C., Ogueke, N. V., Nwaigwe, K. N., dan Anyanwu, E. E. 2014. Evaluation of The Thermal Performance of a Thermo Syphone Water Heating System Using a Compound Parabolic Solar Collector. *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*. Vol. 4 No. 3.
- [7] Kulkarni, H. B. 2015. Design and Development of Prototype Cylindrical Parabolic Solar Collector for Water Heating Aplication. *International Journal of Renewable Energy Development (IJRED)*. Vol. 5 No. 1.
- [8] Eigko. M, Azridjal. A, Rahmat. I. M, 2017. Kinerja Kolektor Pemanas Air Tenaga Surya Menggunakan Bekas Kaleng Minuman Sebagai Absorber dengan Air yang Bersirkulasi pada Pembukaan Katup 30°. *Jurnal Online Mahasiswa*. Volume 4. Universitas Riau.
- [9] Gihon. M, Azridjal. A, Rahmat. I. M, 2016. Unjuk Kerja Kolektor Pemanas Air Tenaga Surya Sistem Termosifon Dengan Pemanfaatan Kaleng Minuman Bekas Sebagai Absorber. *Jurnal Online Mahasiswa*. Volume 3. Universitas Riau.