



**PAPER – OPEN ACCESS**

## Kajian Performansi Kompor Surya dengan Erythrytol Sebagai Pcm untuk Memasak Langsung dan Tidak Langsung

Author : Safri Gunawan  
DOI : 10.32734/ee.v1i1.113  
ISSN : 2654-7031  
E-ISSN : 2654-704X

*Volume 1 Issue 1 – 2018 TALENTA Conference Series: Energy and Engineering*



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



# Kajian Performansi Kompor Surya dengan Erythrytol Sebagai Pcm untuk Memasak Langsung dan Tidak Langsung

Safri Gunawan<sup>a\*</sup>, Farel Hasiholan Napitupulu<sup>b</sup>, Himsar Ambarita<sup>b</sup>

*aFakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan-20155, Indonesia*

*bPusat Riset Sustainable Energy, Universitas Sumatera Utara, Medan-20155, Indonesia*  
gunawan\_safri@yahoo.com

## Abstrak

Menipisnya persediaan energi yang berasal dari fosil seperti minyak bumi, batu bara dan gas alam mengharuskan masyarakat beralih menggunakan energi alternatif. Dalam hal ini, Kementerian ESDM menghimbau untuk mencari dan mengembangkan energi alternatif sebagai pengganti energi konvensional. Salah satu energi alternatif yang harus dikembangkan adalah energi surya. Salah satu penggunaan energi surya dapat diaplikasikan dalam proses memasak. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahantemperatur tiap titik pengukuran pada *box* kolektor surya dan *vessel* saat proses *charging* dan *discharging*, mengetahui perbandingan temperatur *vessel* yang menggunakan *lug* dan tidak menggunakan *lug* pada proses *charging* dan *discharging*, serta untuk mengetahui efisiensi termal *box* kolektor surya pada proses *charging* dan silinder isolator pada proses *discharging* dalam menjaga temperatur nasi. Pengujian pada proses *charging* dilakukan dengan menggunakan *box* kolektor berukuran 120 × 120 (cm) dan pada proses *discharging* menggunakan silinder isolator berukuran 30 × 45 (cm). Pada proses *charging* dilakukan pada pukul 10:00-16:00 WIB dan proses *discharging* pukul 16:00-09:00 WIB. Temperatur rata-rata proses *charging* untuk *vessel* menggunakan *lug* adalah 78,81 °C dan tidak menggunakan *lug* adalah 73,10 °C. Hal ini terjadi karena pada *vessel* yang menggunakan *lug* dapat menyerap energi panas dari sisi bawah *vessel*. Sedangkan efisiensi yang diperoleh *box* kolektor surya tertinggi adalah pada proses *charging* 41,54 % namun belum mampu meleburkan PCM yang memiliki temperatur lebur 120 °C karena temperatur maksimal yang mampu ditangkap *box* kolektor adalah 99,52 °C.

**Kata Kunci:** Box Kolektor Surya; Silinder Isolator; Lug; PCM; Beras;

## 1. Pendahuluan

Direktur Aneka Energi Baru dan Terbarukan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Alihuddin Sitompul dalam acara Green Energy with Energy Financing di Universitas Trisakti mengatakan bahwa pencarian sumber daya alternatif menjadi suatu keharusan dalam mengantisipasi menipisnya persediaan energi yang berasal dari fosil seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam. Salah satu solusinya adalah pembuatan alat surya yang digunakan untuk memenuhi berbagai macam kebutuhan dengan memanfaatkan matahari sebagai sumber energi [1,2].

Penggunaan energi surya yang dikonversikan menjadi energi termal yang digunakan untuk memasak, mengeringkan hasil pertanian, dan memanaskan air telah berkembang pesat didaerah tropis dan subtropis di dunia. Salah satu energi surya yang sedang berkembang dan dikonversikan menjadi energi termal untuk keperluan memasak adalah kompor surya. Kompor surya adalah suatu alat penukar kalor yang menggunakan energi surya yang didisain untuk proses memasak [3]. Ditinjau dari mekanisme perpindahan panas yang digunakan untuk proses memasak, maka

kompur surya diklasifikasikan menjadi dua tipe yaitu kompor surya dengan menggunakan media penyimpan panas dan kompor surya tanpa media penyimpan panas.

Berbagai desain kompor surya telah diteliti secara teoritis seperti penggunaan kombinasi cermin untuk mengoptimalkan kinerja kompor surya yang akan dihasilkan. Berawal dari kompor surya konvensional jenis kotak, Mirdha dan Dhariwal (2007) menyatakan bahwa kinerja kompor surya sangat dipengaruhi oleh desain dan pembuatannya seperti; (a) kompor surya konvensional jenis kotak dengan menggunakan cermin sebagai reflektor yang menghadap ke Selatan, (b) kompor surya konvensional jenis kotak dengan permukaan yang miring ke arah Selatan dan cermin yang menghadap ke Selatan, (c) kompor surya konvensional jenis kotak dengan permukaan yang miring ke arah Selatan dan cermin yang menghadap ke Utara, (d) kompor surya konvensional jenis kotak dengan permukaan yang miring ke arah Selatan dan cermin yang menghadap ke Utara serta cermin vertikal yang menghadap ke Selatan, dan (e) kompor surya konvensional jenis kotak dengan menggunakan cermin sebagai reflektor yang dipasang vertikal dan miring menghadap ke Selatan dan cermin yang menghadap ke Utara [4].

Para peneliti telah meneliti beberapa aspek kompor surya dan mengklasifikasikan kompor surya secara luas kedalam kategori: (a) desain, fabrikasi, dan pengujian desain baru kompor surya, (b) metode peningkatan intensitas energi surya dengan menggunakan cermin, (c) jenis penyimpanan energi kompor surya dengan menggunakan PCM untuk digunakan didalam ruangan dan selamamataharitidakbersinar, dan (d) pengujian jenis kompor surya yang tergantung pada tempat memasak, teknik model, dan simulasi [5,6].

Menambahkan pendapat mengenai peningkatan kinerja kompor surya, Reddy dan Rao juga mengemukakan bahwa kinerja kompor surya juga dapat meningkat dengan desain vessel yang merujuk pada material perpindahan panas yang baik, dan dengan memberikan pengganjal pada vessel yang digunakan sebagai media penyimpanan panas laten. Hal yang sama juga dijelaskan oleh Narasimha bahwa perpindahan panas pada permukaan bawah vessel akan lebih efektif bila diletakkan pengganjal di bawah permukaan karena dapat meningkatkan laju perpindahan panas pada permukaan bawah vessel [7,8].

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa kinerja kompor surya sangat dipengaruhi oleh desain, metode, material penyimpanan panas laten (PCM) yang digunakan, dan posisi vessel dalam *box solar cooker*. Hal inilah yang membuat peneliti ingin mendesain dan membuat kompor surya dengan menggabungkan beberapa kategori seperti desain, metode penambahan cermin sebagai reflektor, membandingkan vessel dengan dan tanpa pengganjal pada proses *charging*, dan menggunakan 3 kg erythritol sebagai PCM yang digunakan untuk memasak beras hingga menjadi nasi. Berdasarkan kajian yang telah diteliti diatas, maka peneliti memilih kompor surya konvensional jenis kotak dengan menggunakan cermin sebagai reflektor yang dipasang vertikal dan miring menghadap ke Selatan dan yang menghadap ke Utara untuk diteliti, karena desain tersebut merupakan desain dengan kinerja maksimal.

Secara khusus penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan temperatur tiap titik pengukuran pada *box* kolektor surya saat proses *charging*, mengetahui perbandingan temperatur *vessel* yang menggunakan pengganjal (*lug*) dan tidak menggunakan pengganjal (*no lug*) pada proses *charging*, mengetahui efisiensi termal *box* kolektor surya pada proses *charging*, mengetahui perubahan temperatur PCM dan nasi pada proses *discharging*, dan juga untuk mengetahui efisiensi termal silinder isolator pada proses *discharging* dalam menjaga temperatur nasi.

Manfaat dari penelitian ini dilihat dari sisi energi adalah untuk mengurangi penggunaan energi listrik dan bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui, dari sisi lingkungan adalah untuk mengurangi pemanasan global dengan menggunakan energi ramah lingkungan, dari sisi ekonomi sebagai peluang bisnis yang dapat digunakan dalam jangka panjang, dari sisi teknologi adalah untuk pengembangan teknologi energi thermal yang berpotensi mengurangi polusi udara di Indonesia, dan dari sisi akademis adalah untuk memberikan sumbangan data dan referensi yang diperlukan untuk penelitian selanjutnya.

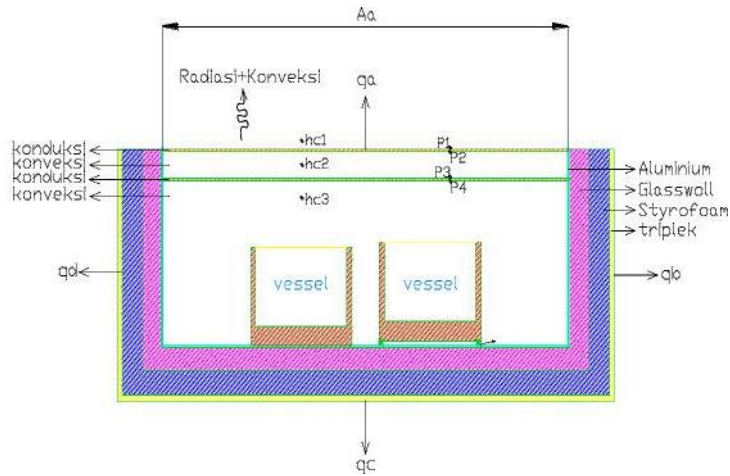
## 2. Metode dan Set-Up Eksperimen

### 2.1. Prinsip Kerja

Prinsip kerja kolektor surya adalah dengan cara menyerap radiasi surya yang jatuh dipermukaan plat *absorber* yang berwarna hitam dan dikonversikan dalam bentuk panas, sehingga temperatur plat absorber menjadi naik. Temperatur

pada plat absorber akan berpindah ke fluida kerja yang mengalir disekelilingnya secara konduksi, konveksi dan radiasi. Model kolektor surya yang akan dianalisa seperti ditunjukkan pada gambar 1, dimana kolektor surya ini terdiri dari beberapa komponen yang meliputi permukaan kaca penutup 1, gap udara 1, kaca penutup 2, gap udara 2, vessel sebagai penyimpan panas laten, plat absorber, dan rangka yang terisolasi. Rangka dan isolasi menggunakan polywood, streofoam, dan glasswall.

Kehilangan energi panas pada kolektor surya terjadi dari bagian atas ( $q_a$ ), samping kanan ( $q_b$ ), bawah ( $q_c$ ), dan samping kiri ( $q_d$ ). Indikator perubahan panas ditunjukkan pada perubahan temperatur lingkungan ( $T_L$ ), kaca penutup 1 ( $T_{K1}$ ), gap udara 1 ( $T_{G1}$ ), kaca penutup 2 ( $T_{K2}$ ), gap udara 2 ( $T_{G2}$ ), plat absorber ( $T_{PA}$ ), dan PCM ( $T_M$ ) [9].



Gambar 1. Kolektor Surya

Nilai  $q_a$  sebanding dengan perkalian koefisien kehilangan energi panas dari bagian atas ( $U_a$ ) dengan luas sisi kolektor bagian atas ( $A_a$ ) dan selisih temperatur plat absorber ( $T_{PA}$ ) dan lingkungan ( $T_L$ ) dan secara matematis seperti persamaan (1)

$$q_a = U_a \times A_a \times (T_{PA} - T_L) \tag{1}$$

Sedangkan  $q_b$  dihitung hampir sama dengan persamaan (1), tetapi nilai  $U$  diganti dengan koefisien kehilangan energy panas dari bagian bawah ( $U_b$ ). Sedangkan luas sisi kolektor bagian bawah sama dengan atas ( $A_a=A_b$ ). Sehingga kehilangan panas pada bagian bawah ditunjukkan pada persamaan (2).

$$q_b = U_c \times A_c \times (T_{PA} - T_L) \tag{2}$$

Pada  $q_b$  dan  $q_d$  dapat dihitung dengan  $q_s$ , dimana nilai koefisien  $U_s$  dianggap sama dengan  $U_c$  karena ketebalan isolasi dan kondisi lingkungan yang sama. Sedangkan luas sisi kolektor bagian samping ( $A_s$ ) merupakan luas total dari ke-4 sisi samping kolektor yaitu 2 sisi panjang dikali tinggi dengan 2 sisi lebar dikali tinggi. Sehingga  $q_s$  dihitung dengan persamaan (3).

$$q_s = U_s \times A_s \times (T_{PA} - T_L) \tag{3}$$

Sehingga kehilangan energi panas total selama proses *charging* ( $q_{loses}$ ) seperti persamaan (4).

$$q_{loses} = q_a + q_b + q_s \tag{4}$$

Besarnya energi panas yang dikumpulkan oleh kolektor surya ( $q_{rad}$ ) dalam Watt dapat dihitung seperti pada persamaan (5).

$$q_{rad} = \alpha_{PA} \times \tau_{K1} \times A_K \times I_t \quad (5)$$

Dimana  $\alpha_{PA}$  adalah nilai absorptivitas dari plat absorber yang bergantung dari bahan material. Untuk bahan flat aluminium nilai absorptivitas adalah 0,97.  $\tau_K$  merupakan transmisivitas kaca penutup yaitu 0,82 [9],  $A_K$  adalah luas dari kolektor, dan  $I_t$  adalah energi panas fusi yang diperoleh dari radiasi matahari.

Efisiensi termal kolektor surya adalah ukuran performansi dari peralatan termal tanpa dimensi. Efisiensi termal kolektor dapat dirumuskan dengan persamaan (6).

$$\eta_{th} = \frac{Q_{berguna}}{Q_{masuk}} \quad (6)$$

Berdasarkan definisi tersebut maka efisiensi termal pada kolektor surya plat datar dapat dihitung dengan persamaan (7).

$$\eta_K = \frac{\sum q_{rad} - \sum q_{loses}}{\sum q_{rad}} \quad (7)$$

Efisiensi termal vessel pada proses *charging* sangat bergantung pada tinggi panas yang mampu disimpan oleh PCM ( $\sum q_{PCM}$ ) perhari dan rendahnya energi panas yang hilang dari dinding kolektor ( $\sum q_c + \sum q_s$ ) serta berbanding terbalik dengan energi panas yang dikumpulkan oleh kolektor ( $\sum q_{rad}$ ). Secara matematis dapat dituliskan pada persamaan (8).

$$\eta_{th-ch} = \frac{\sum q_{PCM} - (\sum q_c + \sum q_s)}{\sum q_{rad}} \quad (8)$$

Pengujian pada proses *discharging* terjadi pada saat material kembali membeku disertai dengan perpindahan panas dari PCM yang melebur ke beras dan air yang akan dimasak menjadi nasi. Perhitungan pada proses *Discharging* dapat dilakukan dengan persamaan (9) untuk pengujian energi panas yang diterima oleh beras, dan persamaan (10) untuk pengujian energi panas yang diterima oleh air, dan persamaan (11) untuk menghitung efisiensi termal pada proses *discharging* seperti yang dipaparkan oleh Horward [10][11].

$$Q_{air} = \frac{m_{air} \cdot c_{air} \cdot \Delta T}{\Delta T} \quad (9)$$

$$Q_{beras} = \frac{m_{beras} \cdot c_{beras} \cdot \Delta T}{\Delta T} \quad (10)$$

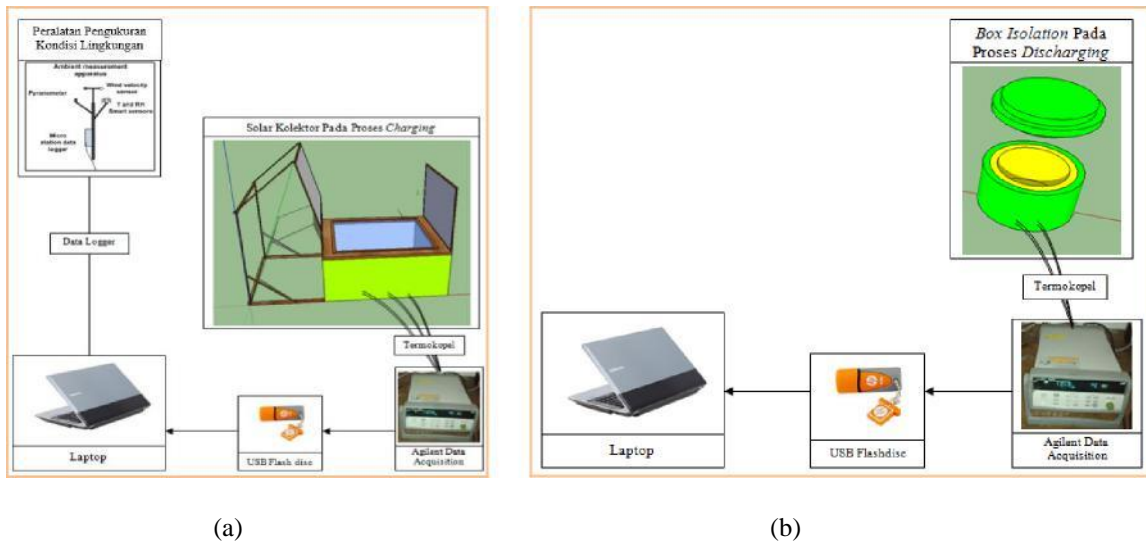
$$\eta_{si} = \frac{Q_{total\ air} + Q_{total\ beras}}{Q_{PCM}} \quad (11)$$

## 2.2. Set-up Eksperimen

Dalam eksperimen ini, dilakukan dua proses pengambilan data yaitu proses *charging* dan proses *discharging*. Proses *charging* seperti pada gambar 2.a. adalah proses dimana box kolektor surya diletakkan di luar ruangan pada saat matahari bersinar, vessel tembaga yang di dalamnya terdapat erythritol yang bersinggungan langsung dengan vessel aluminium berisi air dan beras kemudian dimasukkan ke dalam box kolektor surya. Dalam proses *charging*, terdapat dua vessel dalam dengan satu box kolektor surya dimana satu vessel tembaga diberi pengganjal dan satu vessel tembaga lainnya tanpa pengganjal. Waktu dalam proses *charging* adalah dari pukul 09:00 WIB–16:00 WIB.

Setelah pukul 16:00 WIB, vessel tembaga dikeluarkan dari dalam box kolektor surya dan siap dimasukkan ke dalam silinder isolator.

Proses *discharging* seperti pada gambar 2.b. adalah proses kelanjutan dari proses *charging*, di mana proses *discharging* dilakukan untuk menjaga temperatur nasi dan PCM dalam silinder isolator tetap diatas temperatur kamar selama 17 jam masa pengujian dari pukul 16:00 WIB-09:00 WIB.



Gambar 2. Experimental Setup (a) Proses Charging dan (b) Proses Discharging

### 2.3. Metode Memasak

Berdasarkan latarbelakang, maka kotak kompor surya yang diteliti terdiri dari beberapa komponen utama seperti:

#### 1. Pada proses *charging*

Pada proses ini, komponen yang digunakan adalah kolektor surya dan vessel. Kolektor surya yang digunakan memiliki komponen utama, yaitu kaca penutup, absorber, isolator, dan frame. Pada proses *charging* dilakukan penelitian dari pukul 10.00WIB-16.00WIB.

#### 2. Pada proses *discharging*

Pada proses ini, komponen yang digunakan adalah silinder isolator dan vessel. Penelitian dilakukan dari pukul 16.00 WIB-09.00WIB

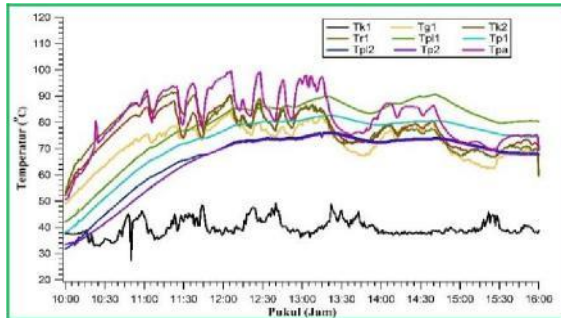
## 3. Hasil dan Pembahasan

Tahap pengujian ini dilakukan dengan 3 kali pengujian dan setiap pengujian dilakukan dengan 2 proses yaitu *charging* dan *discharging*. Secara umum, hasil pengujian pada proses *charging* didapat temperatur tertinggi secara berturut-turut terjadi pada plat absorber, kaca penutup 2, gap antara kaca penutup 1 dengan kaca penutup 2, dan terakhir pada kaca penutup 1 dengan pola kenaikan meliputi intensitas radiasi matahari selama pengujian serta temperatur pada PCM, air dan beras naik secara polinomial hingga akhir pengujian. Sedangkan pada proses *discharging*, air dan beras telah menjadi nasi sehingga temperatur PCM dan nasi turun secara linear hingga akhir pengujian.

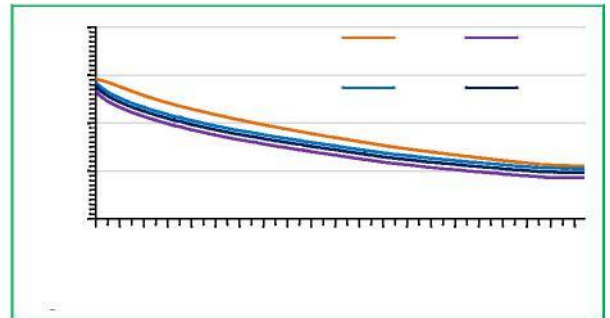
Pengujian pertama dilakukan pada tanggal 04 Januari 2016 dari pukul 10.00 WIB sampai dengan pukul 16.00 WIB untuk proses *charging* seperti terlihat pada gambar 3.a. dan dilanjutkan dari pukul 16.00 WIB sampai dengan pukul 09.00 WIB untuk proses *discharging* seperti pada gambar 3.b. Nilai rata-rata temperatur lingkungan, intensitas radiasi

matahari, dan kecepatan angin adalah  $33,02\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $478,77\text{ W/m}^2$ , dan  $0,35\text{ m/s}$ . Potensi intensitas radiasi matahari total yang bisa dimanfaatkan adalah sebesar  $28,726\text{ MJ/m}^2$ .

Temperatur rata-rata hasil pengujian pada tanggal 04 Januari 2016 untuk proses *charging* yaitu:  $T_{k1} = 39,83^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{g1} = 72,18^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{k2} = 76,74^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{r1} = 77,61^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{p11} = 78,81^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{p1} = 73,10^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{p12} = 66,76^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{p2} = 65,61^{\circ}\text{C}$  dan  $T_{pA} = 81,72^{\circ}\text{C}$ , sedangkan untuk proses *discharging* yaitu:  $T_{p11} = 42,15^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{p1} = 37,17^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{p12} = 41,04^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{p2} = 39,39^{\circ}\text{C}$ .



(a)

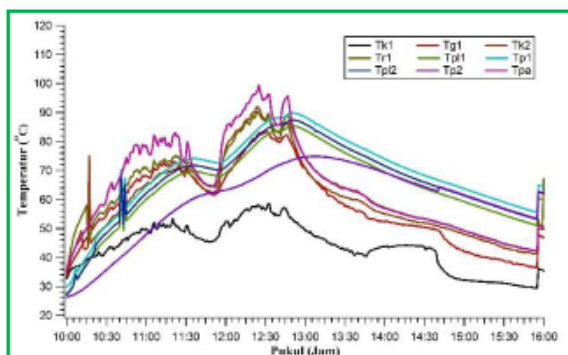


(b)

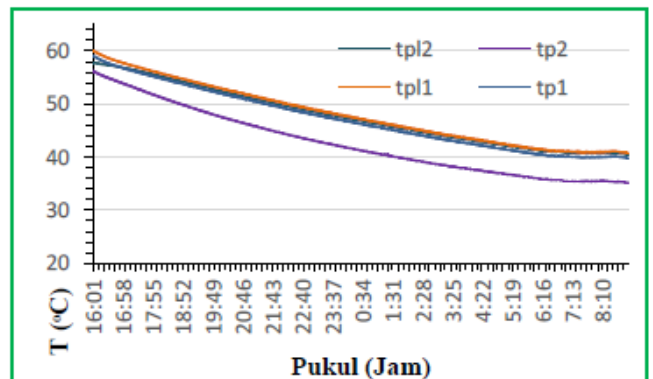
Gambar 3. Pengukuran Temperatur Kolektor dan PCM Pada Saat Proses *Charging* dan *Discharging* Pada Pengujian Pertama

Hasil pengujian pada tanggal 06 Januari 2016 seperti gambar 4.a. dan gambar 4.b. memiliki temperatur rata-rata untuk proses *charging* yaitu:  $T_{k1} = 43,63^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{g1} = 57,90^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{k2} = 60,17^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{r1} = 62,60^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{p11} = 64,68^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{p1} = 69,04^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{p12} = 66,66^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{p2} = 59,72^{\circ}\text{C}$  dan  $T_{pA} = 64,57^{\circ}\text{C}$ , sedangkan untuk proses *discharging* yaitu:  $T_{p11} = 47,60^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{p1} = 42,68^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{p12} = 48,04^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{p2} = 47,10^{\circ}\text{C}$ .

Hasil pengujian pada tanggal 10 Januari 2016 seperti gambar 5.a. dan gambar 5.b. memiliki temperatur rata-rata untuk proses *charging* yaitu:  $T_{k1} = 51,62^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{g1} = 66,75^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{k2} = 74,39^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{r1} = 76,68^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{p11} = 70,53^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{p1} = 47,89^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{p12} = 61,30^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{p2} = 57,71^{\circ}\text{C}$  dan  $T_{pA} = 78,98^{\circ}\text{C}$ , sedangkan untuk proses *discharging* yaitu:  $T_{p1} = 57,51^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{p11} = 59,03^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{p12} = 52,80^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{p2} = 50,76^{\circ}\text{C}$ .

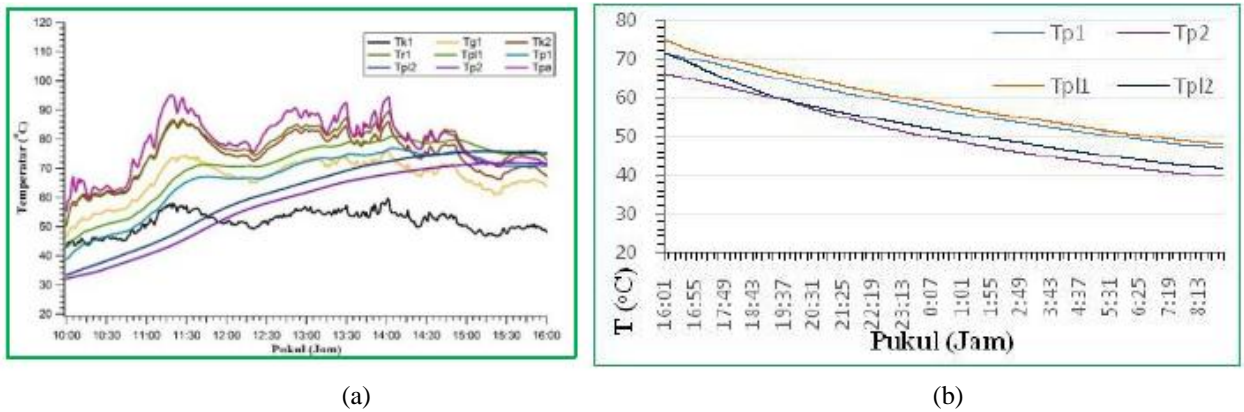


(a)



(b)

Gambar 4. Pengukuran Temperatur Kolektor dan PCM Pada Saat Proses *Charging* dan *Discharging* Pada Pengujian Kedua



Gambar 5. Pengukuran Temperatur Kolektor dan PCM Pada Saat Proses *Charging* dan *Discharging* Pada Pengujian Ketiga

Efisiensi termal untuk proses *charging* seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Efisiensi termal proses *charging*

Tanggal Pengujian	$\Sigma q_{rad}$	$\Sigma q_v$	$\Sigma q_a$	$\Sigma q_b$	$\Sigma q_s$	$\epsilon_{th-c}$
04 Januari 2016	8,24851	2,70106	0,01102	0,31733	0,76159	19,5322
06 Januari 2016	5,22532	1,08084	0,00514	0,20153	0,48368	7,47312
10 Januari 2016	9,2076	4,80588	0,00564	0,28669	0,68806	41,5471

Efisiensi termal untuk proses *discharging* seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Efisiensi proses *discharging*

Tanggal Pengujian	Kondisi Vessel	air (KW)	beras (KW)	pcm (KW)	$\epsilon_{si}$ (%)
04 Januari 2016	With Lug	0,0007328	0,0003479	0,0030579	35,34
04 Januari 2016	Without Lug	0,0007314	0,0003477	0,0029951	36,03
04 Januari 2016	With Lug	0,0005204	0,0002488	0,0014940	51,49
04 Januari 2016	Without Lug	0,0006347	0,0003043	0,0014818	63,37
04 Januari 2016	With Lug	0,0011984	0,0005694	0,0022844	77,38
04 Januari 2016	Without Lug	0,0010798	0,0005146	0,0020362	78,30

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dilakukan terhadap *vessel* tembaga dan *vessel* aluminium yang terintegrasi dalam *box* kolektor surya pada proses *charging* dan silinder isolator pada proses *discharging*, maka diperoleh kesimpulan, yaitu: Kenaikan temperatur pada plat kolektor akan mempengaruhi kenaikan temperatur *vessel* yang terintegrasi dalam *box*



kolektor surya. Semakin tinggi temperatur plat kolektor maka semakin banyak panas yang disimpan oleh *vessel* PCM. Temperatur rata-rata *vessel* dengan menggunakan pengganjal lebih tinggi dibandingkan temperatur *vessel* yang tidak menggunakan pengganjal yaitu 78,81°C dan 73,10 °C. Hal ini terjadi karena *vessel* yang menggunakan pengganjal dapat menyerap energi panas pada sisi bawah *vessel* tersebut dan *vessel* yang tidak menggunakan pengganjal tidak dapat menyerap energi panas dari sisi bawah *vessel*. Efisiensi termal pada proses *charging* tertinggi diperoleh pada tanggal 10 Januari 2016 yaitu 41,54%. Hal ini disebabkan karena pada tanggal tersebut intensitas radiasi matahari tinggi. Efisiensi termal tertinggi pada proses *discharging* selama 17 jam pengujian diperoleh pada tanggal 10 Januari 2016 yaitu 77,38% untuk *vessel* dengan pengganjal dan 78,30% untuk *vessel* tanpa pengganjal. Efisiensi ini dipengaruhi oleh massa nasi yang semakin tinggi, dimana semakin tinggi massa nasi, maka akan semakin lama nasi tersebut menyimpan energi panas.

## Referensi

- [1] Aremu A.K, Igbeka J.C, Energetic and Exergetic Evaluation of Box-Type Solar Cookers Using Different Insulation Materials, 2015.
- [2] Francis C, Jose V., A Review on Performance Improvements in Box Type Solar Cookers, 2015.
- [3] Google, (online), Energi Fosil Menipis, Solar Cell Jadi Solusi, <http://www.republika.co.id/berita/ekonomi/bisnis/13/05/27/mnga8h-energi-fosil-menipis-solar-cell-jadi-solusi>, tanggal akses 17 Juli 2013 jam 13:55 WIB.
- [4] Howard, Pengujian Solar Cooker Tipe Kotak Sederhana Sebagai Pemasak, Skripsi, USU; 2012.
- [5] Jufrizal, Studi Eksperimental Performansi Thermal Energy Storage yang Terintegrasi Dalam Kolektor Surya Plat Datar, USU; 2013.
- [6] Mirdha U.S, Dhariwal S.R, —Design Optimization of Solar Cooker", India; 2007.
- [7] Napitupulu F.H, Tabel Grafik dan Diagram untuk Perpindahan Panas, Bahan Ajar; 2010.
- [8] Narasimha Rao A.V, S.S —Solar Cookers-Part 1: Cooking Vessel On Lugs", India; 2003.
- [9] Rikoto I.I, Garba I., Comparative Analysis on Solar Cooking Using Box Type Solar Cooker with Finned Cooking Pot, Kano, 2013.
- [10] Vala Raji Reddy, Narasimha Rao A.V. —Prediction and Experimental Verification of Performance of Box Type Solar Cooker—Part 1. "Cooking Vessel With Central Cylindrical Cavity", India; 2007.
- [11] Vala Raji Reddy, Narasimha Rao A.V. —Prediction and Experimental Verification of Performance of Box Type Solar Cooker. Part 2: Cooking Vessel With Depressed Lid", India; 2007.