

## PERANCANGAN KOMPOR SURYA SERBAGUNA DENGAN SUSUNAN ABSORBER YANG BERVARIASI

*Abdul Muin*<sup>7)</sup>, *Rita Maria Veranika*<sup>8)</sup>, *Iskandar Badil*<sup>9)</sup>

**Abstrak:** Energi radiasi matahari merupakan salah satu bentuk energi alternatif yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan kehidupan dalam rumah tangga maupun industri, apalagi di era krisis energi bahan bakar cair dan gas saat ini. Salah satu pemanfaatan energi surya adalah sebagai energi untuk memasak, memanaskan. Disini akan dirancang dan dikaji variasi berapa macam bentuk absorber dari Kompor Surya Tipe Kotak, pengujian akan dilakukan pada 3 macam konfigurasi susunan absorber, dengan masing-masing berbentuk tirus, setengah melingkar dan kotak (kompor A, B dan C). Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh laju kemampuan masing-masing absorber terhadap kemampuan daya dan efisiensi penyerapan kalor.

Metode yang digunakan dalam pengujian ini adalah eksperimental. Pengujian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Teknik Mesin Universitas Tridianti Palembang. Dari hasil pengujian diperoleh masing-masing daya dan efisiensi yaitu untuk kompor A, B dan C adalah  $P = 28,91$  Watt,  $\eta = 22,11\%$ ,  $P = 31,52$  Watt,  $\eta = 24,12\%$ , dan  $P = 33,54$ ,  $\eta = 26,65\%$ .

**Kata kunci:** Kompor Surya Tipe Kotak, Absorber

**Abstract:** The energy of solar radiation is one form of alternative energy that can be used for various purposes of life in the home and industry, especially in the era of energy crisis liquid fuel and gas at this time. One of the utilization of solar energy is as energy for cooking, heating. Here will be designed and assessed variations in how different forms of Stoves Solar absorber Box mode, the test will be conducted on three kinds of configuration absorber arrangement, with each of the taper-shaped, semi-circular and box (stove A, B and C). This test aims to determine the effect of the rate of the capabilities of each absorber against kemampuan power and heat absorption efficiency.

The method used in this test is experimental. Testing was conducted at the Laboratory of Energy Conversion Mechanical Engineering University Tridianti Palembang. From the test results obtained by maing their power and efficiency that is for stoves A, B and C is  $P = 28.91$  Watt,  $\eta = 22.11\%$ ,  $P = 31.52$  Watt,  $\eta = 24.12\%$ , and  $P = 33.54$ ,  $\eta = 26.65\%$ .

**Keywords:** Box Type Solar Cooker, Absorber

<sup>7,8,9)</sup> Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tridianti Palembang.

### PENDAHULUAN

Indonesia yang berada dalam wilayah khatulistiwa mempunyai potensi energi surya yang cukup besar sepanjang tahunnya. Energi radiasi matahari merupakan salah satu bentuk energi alternatif yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan kehidupan dalam rumah tangga maupun industri. Di Indonesia sebagai negara kepulauan bersifat tropis, rata-rata radiasi matahari dapat diperoleh 8 sampai 10 jam perhari. Energi radiasi ini dapat menggantikan energi konvensional seperti kayu, bahan bakar cair dan gas yang sekarang ini jumlahnya sudah semakin berkurang. Salah satu bentuk pemanfaatan energi radiasi ini yang paling banyak dipergunakan adalah sebagai energi untuk pengeringan maupun untuk memasak.

Untuk mengatasi permasalahan energy bahan bakar minyak dan gaini solusi yang dilakukan yang sudah semakin berkurang, maka oleh sekelompok peneliti mencari solusi alternatif yaitu dengan pemanfaatan energi matahari. Matahari sebagai salah satu sumber

energi baru terbarukan menawarkan harapan sebagai energi alternatif pengganti energi bahan bakar fosil. Pemanfaatan energi radiasi matahari sebagai sumber energi terbarukan perlu digalakkan dalam rangka menghemat penggunaan sumber energi fosil yang semakin menipis ketersediaannya. Bahan bakar minyak yang selama ini dapat kita peroleh dan nikmati dengan mudah semakin lama akan berkurang dan habis. Kayu bakar yang dahulu tergeser oleh minyak tanah dan elpiji mulai diminati kembali meskipun kayu bakar tidak dapat dijadikan andalan karena semakin lama jika tidak dikelola dengan baik akan cepat habis. Energi alternatif lainnya yang dapat dipilih adalah memanfaatkan sumber radiasi matahari yang dikenal dengan solar energy.

### TINJAUAN PUSTAKA

Kompor surya memiliki sejarah panjang sejak abad ke 18 ketika Nicholas-de-Saussure pertama sekali membuat kompor surya tipe kotak, hingga

ssat ini telah lebih dari 60 macam jenis dan lebih dari 100 variasi kompor surya telah dibuat dan diteliti [11]. Kompor surya tipe kotak dalam aplikasinya memanfaatkan dua sinar yaitu sinar radiasi langsung dan baur. Sinar radiasi langsung biasanya langsung dikonsentrasikan ke objek yang dipanaskan misal panci dan lain-lain. Sinar baur adalah sinar yang diterima objek secara tidak langsung melalui reflektor. Pengujian-pengujian terhadap performa kompor surya telah banyak dilakukan dengan permasalahan yang beragam. Ada beberapa peneliti yang telah mengadakan eksperimen terhadap pengaruh orientasi reflektor terhadap kerugian panas dari konsentrasi kompor surya. *Receiver* pada kompor biasanya tak terlindungi oleh isolasi, oleh karena itu berhubungan langsung dengan lingkungan, pada penelitian ini tujuannya adalah mengupayakan peningkatan kinerja dari kompor surya. Kelemahan pada kompor surya tipe box secara langsung dipengaruhi oleh angin, namun hal ini dapat di atasi dengan mengisolasi kompor.

Penilaian Kinerja kompor surya di nilai dari besarnya Efisiensi yang dapat dihasilkan. Efisiensi *solar cooker* di definisikan sebagai perbandingan energi yang dihasilkan dengan energi yang digunakan.

Ismail Isa Rikoko dan Dr. Isa Garba [9], telah melakukan pengujian pada kompor surya tipe kotak di Pusat Kajian Energi Universitas Usmamu Danfodiyo Kano. Hasil pengujian untuk 75 cl air temperatur naik mencapai 95 °C selama lebih kurang 126 menit. Pengujian juga telah dilakukan oleh C. MULLICK, ~ T. C. KANDPAL and A. K. SAXENA (2005), dimana interval temperatur yang diperoleh antara 65 °C hingga 95 °C pada proses pendidihan air sebanyak 1 kg, temperatur ambient 32 °C dan besar rata-rata energi radiasi matahari 805 W/m<sup>2</sup> [10]

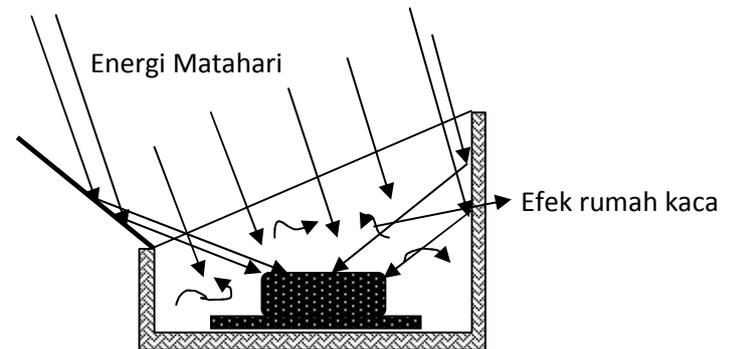
### A. Prinsip Dasar Panas Yang Terjadi Dalam Kotak Kompor Surya

Dasar prinsip kerja kompor surya tipe kotak adalah menaikkan panas untuk proses pemasakan, memurnikan air atau juga untuk mensterilkan peralatan-peralatan. Kemampuan ini disebabkan karena bagian dalam kotak mendapat enegi panas dari matahari. Sinar matahari secara langsung dan dipantulkan memasuki kotak melalui permukaan kaca (gambar 1), kemudian mengubahnya menjadi energi panas saat terjadi penyerapan (*absorber*) oleh bagian absorber berupa pelat di cat hitam dan juga oleh wajan juga di cat hitam. Kenaikan Suhu ini terus terjadi hingga sampai terjadi kesetimbangan

antara besar energi yang hilang sama besar dengan solar heat gain yang terjadi didalam kotak sampai Suhu cukup untuk memasak

Prinsip-prinsip pemanasan pada kompor surya, meliputi :

1. Panas yang berguna (*Heat gain*)
2. Panas yang hilang (*Heat loss*)
3. Panas yang tersimpan (*Heat storage*)



Gambar 1. Distribusi Energi Panas Di Dalam Kompor

### B. Energi dari matahari yang diserap oleh kompor surya tipe kotak adalah :

1. Intensitas radiasi matahari yang terukur oleh *solarimeter* adalah:

$$I_{\text{total}} = \int_1^2 I(t) dt \quad (1)$$

Atau dapat juga ditentukan dengan persamaan :

$$Q_u + Q_l = I_T A_c (\tau\alpha)_e \quad (2)$$

Dimana :  $Q_u$  = Energi berguna yang dihasilkan kompor surya tipe kotak (kJ)

$Q_l$  = Energi hilang dari kompor surya tipe kotak (kJ)

$I_T$  = Total energy surya Radiasi Matahari (W/m<sup>2</sup>)

$A_c$  = Luas permukaan serap kompor surya tipe kotak (m<sup>2</sup>)

( )<sub>e</sub> = transmissivitas dan absorpsivitas

2. Energi berguna dari kompor surya tipe kotak dapat dihitung berdasarkan :

a) Energi Berguna Kompor

$$Q_u = A_c [I_T (\tau\alpha)_e - U_L (T_3 - T_1)] \quad (3)$$

Dimana :  $U_L$  = Koefisien kehilangan panas kompor surya tipe kotak ( W/m<sup>2</sup>C)

$T_3$  = Suhu rata-rata plat absorber (C)

$T_1$  = Suhu udara di dalam ruang kompor (C)

Harga  $Q_u$  diatas dapat juga ditentukan oleh persamaan :

$$Q_u = \dot{m} C_p (T_{a\Box} - T_{aw}) \quad (4)$$

Dimana  $\dot{m}$  = laju aliran massa fluida (kg/s)

$C_p$  = Kapasitas panas air (J/kg. °C)

$T_{ah}$  = Suhu air akhir (°C)

$T_{aw}$  = Suhu awal air ( $^{\circ}\text{C}$ )  
 $t$  = Waktu (detik)

b) Efisiensi Kompor surya tipe kotak

Efisiensi kompor surya tipe kotak plat datar diperoleh dari hasil kesetimbangan energi pada kondisi tunak yang terjadi pada sistem, didefinisikan sebagai perbandingan antara panas yang berguna dari kompor surya tipe kotak dengan intensitas dari radiasi surya, yaitu :

- **Efisiensi** ( $\eta$ )  

$$= \frac{Q_u}{I_T A_c} \quad (5)$$

Dimana :  $Q_u$   $\equiv$  Energi aktual yang terpakai

$I_T$  = Total radiasi energi matahari yang sampai ke kompor surya tipe kotak perluas Satuan

$A_c$  = Luas permukaan penyerap panas

Dengan demikian efisiensi dapat ditulis :

$$\eta_c = \frac{n_a c_p (T_{a\Box} - T_{aw})}{A_c I_T} \quad (6)$$

c) Daya Kompor Surya

Daya untuk memasak pada kompor energi surya dapat dihitung dengan persamaan :

$$P = \frac{T_{a\Box} - T_{aw}}{t} m_a \cdot c_a \quad (7)$$

Dimana :  $P$  = Daya Memasak (w).

$T_{ah}$  = Suhu akhir air ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_{aw}$  = Suhu awal air ( $^{\circ}\text{C}$ )

$t$  = waktu (s).

$M_a$  = massa air (kg).

$C_a$  = Kapasitas Panas air (4.200 kJ/kg K).

## METODOLOGI PENELITIAN

### A. Perancangan Kompor Surya

Dalam perancangan kompor surya tipe kotak seperti terlihat pada gambar....penelitian diutamakan memperbaiki kinerja secara keseluruhan. Kompor yang dibuat diharapkan memiliki kemampuan yang lebih baik dari kompor yang dibuat secara tradisional. Untuk menghindari penguapan yang berlebihan dan terjadinya korosi pada material dibagian dalam kompor, maka kompor dibuatkan laluan uap keluar kompor.

Parameter yang ditentukan dalam perancangan meliputi :

- Massa air yang akan dididihkan ( $M$ ) = 700 gram
- Suhu awal air ( $T_i$ ) = 28 – 30  $^{\circ}\text{C}$
- Suhu akhir air diinginkan ( $T_o$ ) = 100  $^{\circ}\text{C}$
- Spesifik panas air pada tekanan konstan ( $c_p$ ) = 4.200 KJ/Kg.K

- Waktu diharapkan mendidih ( $t$ ) = 3600 detik (1 jam)
- Rata-rata energi radiasi matahari ( $I_r$ ) = 600 – 700  $\text{W/m}^2$
- Diassumsikan efisiensi overall kompor ( $\eta_{ov}$ ) = 0,25 – 0,35
- Suhu udara luar ( $T_a$ ) = 33  $^{\circ}\text{C}$
- Suhu pelat absorber diassumsikan = (110 – 130)  $^{\circ}\text{C}$
- Diassumsikan kerugian panas keluar kotak ( $q_l$ ) = 12%  $I_r$

Kotak (*box*) kompor surya dibuat berukuran (0,5m x 0,5m) dengan tinggi didepan 0,26 m dan dibagian belakang 0,35m. Absorber terbuat dari pelat aluminium yang di cat warna hitam dengan luas dibagian dasar masing (0,16m x 0,43m), (0,25m x 0,38m) dan (0,30m x 0,43m), untuk mengurangi kerugian panas dipergunakan isolasi dengan tebal 6 cm ditempatkan dibagian bawah dan dibagian sisi-sisi kiri-kanan.

Sebuah panel cermin datar dengan tebal 3 mm berukuran 0,43m x 0,43m diletakan dibagian sisi atas kotak sebagai reflektor energi radiasi matahari. Reflektor bertujuan untuk meningkatkan jumlah radiasi matahari yang masuk kedalam kotak dan ditangkap oleh absorber, dengan demikian keberadaan reflektor dapat meningkatkan efisiensi kompor surya. Dibagian permukaan atas kotak diletakan kaca transaran dengan tebal 3 mm. Lihat gambar 2.



**Gambar 2.** Rancangan Kompor Surya Tipe Kotak Yang Di Uji

### B. Prinsip Dasar Panas Yang Terjadi Dalam Kotak Kompor Surya

Dasar prinsip kerja kompor surya tipe kotak adalah menaikkan panas untuk proses pemasakan, memurnikan air atau juga untuk mensterilkan peralatan-peralatan.

Kemampuan ini disebabkan karena bagian dalam kotak mendapat energi panas dari matahari. Sinar matahari secara langsung dan dipantulkan memasuki kotak melalui permukaan kaca (gambar 2), kemudian mengubahnya menjadi energi panas saat terjadi penyerapan (*absorber*) oleh bagian absorber

berupa pelat di cat hitam dan juga oleh wajan juga di cat hitam. Kenaikan Suhu ini terus terjadi hingga sampai terjadi kesetimbangan antara besar energi yang hilang sama besar dengan solar heat gain yang terjadi didalam kotak sampai Suhu cukup untuk memasak

Prinsip-prinsip pemanasan pada kompor surya, meliputi :

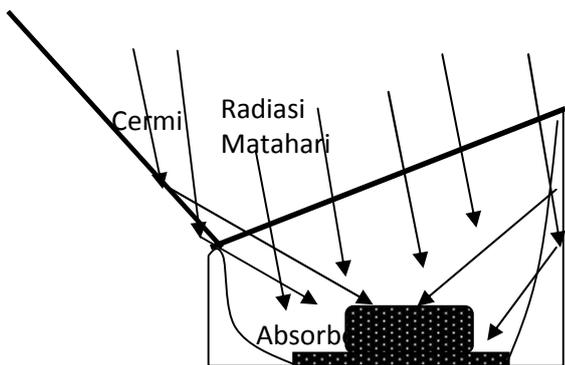
1. Panas yang berguna (*Heat gain*)
2. Panas yang hilang (*Heat loss*)
3. Panas yang tersimpan (*Heat storage*)

### C. Set-Up Peralatan dan Pengujian

Pengujian dilakukan pada masing-masing kompor dilakukan mulai pukul 10.00 pagi hingga 14.00 Wib sore. Peralatan bantu pengujian meliputi; alat sensor Suhu dengan menggunakan kawat termokopel tipe K dengan range kemampuan membaca Suhu mulai dari  $-50^{\circ}\text{C}$  hingga Suhu  $150^{\circ}\text{C}$  dipasang pada titik-titik dikotak kompor untuk mendeteksi Suhu dititik tersebut. Pemasangan kawat termokopel pada permukaan luar kaca, pada wajan dibagian dinding luar, di air didalam wajan, pada udara didalam kotak serta udara ambient. Pengambilan data Intensitas energi matahari menggunakan alat ukur soalrimeter, alat ini mampu langsung membaca secara digital besarnya energi intensitas matahari yang sampai ke permukaan bumi.

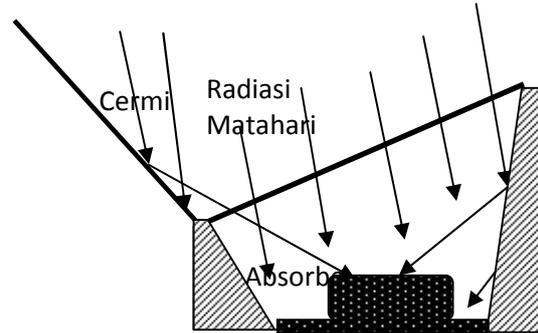
Susunan Absorber Kompor

1. Susunan Absorber Kompor A (Reflektor/absorber setengah melingkar



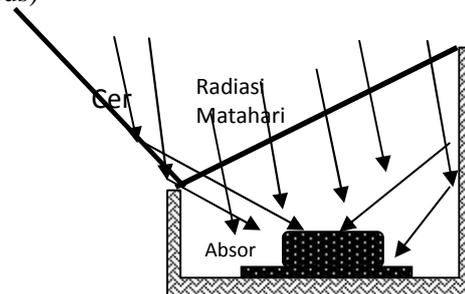
Gambar 3. Absorber Berbentuk Setengah Melingkar

2. Susunan Absorber Kompor B (Reflektor/absorber tirus)



Gambar 4. Absorber Berbentuk Tirus

3. Susunan Absorber Kompor C (Reflektor/absorber lurus)



Gambar 5. Absorber Berbentuk Kotak

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Data Hasil Pengujian Kompor Tenaga Surya Tipe Kotak

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Kompor A.

Waktu	Kompor A		
	Tplat	Truang	Tair
10.15			30
10.30	67,3	61	58
10.45	73,3	62	63,5
11.00	78,9	63	70,2
11.15	88	67	77,3
11.30	90	74	79,8
11.45	90	68	73,8
12.00	93,1	70	83,1
12.15	71	56	67,8
12.30	64,1	56	62,7
12.45	66,7	53	62,7
13.00	73,6	61	67
13.15	62,4	52	60,06
13.30	60,1	37	58,6
13.45	59,8	40	58,3
14.00	56,3	36	55,3
14.15	55	36	54

**Tabel 2.** Data Hasil Pengujian Kompor B

Waktu	Kompor B		
	Tplat	Truang	Tair
10.15			30
10.30	65,5	58	62,1
10.45	71,3	52	68,6
11.00	74,7	43	73,9
11.15	82,6	61	81,8
11.30	84,5	71	83,7
11.45	73,8	71	87,2
12.00	93,4	72	83,9
12.15	69,7	58	69,1
12.30	63,8	61	63,8
12.45	66,1	64	64,7
13.00	73	69	69,9
13.15	62,1	53	61,8
13.30	60	38	59,8
13.45	59,5	50	59,2
14.00	56,3	35	56,3
14.15	54,9	37	54,9

**Tabel 3.** Data Hasil Pengujian Kompor C

Waktu	Kompor C		
	Ir	Qu	P
10.15			
10.30	916	96,18	19,01
10.45	1016	106,68	22,65
11.00	951	99,85	25,53
11.15	1173	123,16	30,22
11.30	1194	125,37	30,87
11.45	1205	127,26	31,45
12.00	1245	105,42	33,54
12.15	217	22,78	21,67
12.30	201	21,1	18,56
12.45	1048	110,04	19,81
13.00	1178	123,69	23,52
13.15	160	16,8	17,46
13.30	228	23,94	16,38
13.45	228	23,94	15,79
14.00	139	14,59	14,48
14.15	156	16,38	15,56

**B. Tabel Hasil Perhitungan**

**1. Tabel Hasil Perhitungan Kompor A**

Waktu	Kompor A		
	Ir	Qu	P
10.15			
10.30	916	96,18	15,24
10.45	1016	106,68	18,23
11.00	951	99,85	21,88
11.15	1173	123,16	25,75
11.30	1194	125,37	27,11
11.45	1205	127,26	23,85
12.00	1245	130,27	28,91
12.15	217	22,78	20,58
12.30	201	21,1	17,8
12.45	1048	110,04	18,25
13.00	1178	123,69	20,14
13.15	160	16,8	16,36
13.30	228	23,94	15,57
13.45	228	23,94	15,4
14.00	139	14,59	13,77
14.15	156	16,38	13,06

**2. Tabel Hasil Perhitungan Kompor B**

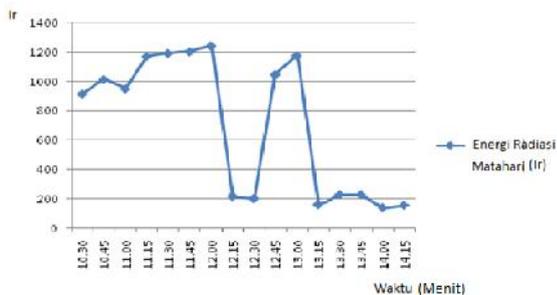
Waktu	Kompor C		
	Tplat	Truang	Tair
10.15			30
10.30	65,5	58	62,1
10.45	71,3	52	68,6
11.00	74,7	43	73,9
11.15	82,6	61	81,8
11.30	84,5	71	83,7
11.45	73,8	71	87,2
12.00	93,4	72	83,9
12.15	69,7	58	69,1
12.30	63,8	61	63,8
12.45	66,1	64	64,7
13.00	73	69	69,9
13.15	62,1	53	61,8
13.30	60	38	59,8
13.45	59,5	50	59,2
14.00	56,3	35	56,3
14.15	54,9	37	54,9

### 3. Tabel Hasil Perhitungan Kompor C

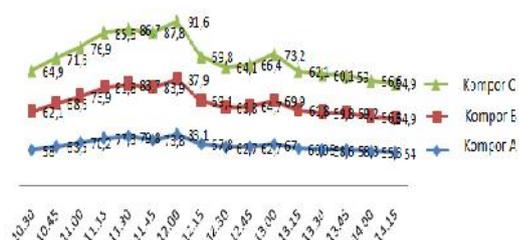
Waktu	Kompor B		
	Ir	Qu	P
10.15			
10.30	916	96,18	17,47
10.45	1016	106,68	21,01
11.00	951	99,85	23,9
11.15	1173	123,16	28,2
11.30	1194	125,37	29,23
11.45	1205	127,26	29,34
12.00	1245	105,42	31,52
12.15	217	22,78	21,28
12.30	201	21,1	18,4
12.45	1048	110,04	18,89
13.00	1178	123,69	21,72
13.15	160	16,8	17,31
13.30	228	23,94	16,22
13.45	228	23,94	15,89
14.00	139	14,59	14,32
14.15	156	16,38	13,56

### C. Grafik-Grafik Hasil Pengujian

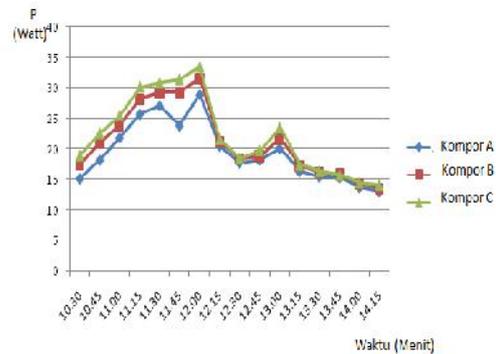
#### 1. Grafik 1 Energi Radiasi Sinar Matahari



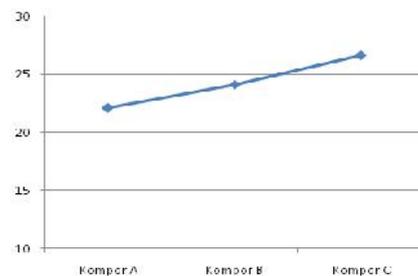
#### 2. Grafik 2 Kenaikan Suhu Air



### 3. Grafik 3 Daya Kompor



### 4. Grafik 4. Efisiensi Kompor



### D. Analisa Hasil Pengujian:

#### 1. Kompor Tenaga Surya

Kompor surya yang digunakan adalah tipe kotak dengan 3 macam susunan absorber, yaitu setengah melingkar (kompor A), tirus (kompor B) dan absorber lurus (kompor C) seperti terlihat pada gambar susunan absorber.

#### 2. Energi Radiasi Matahari

Puncak energi yang tertinggi (maksimum) terjadi pada jam 12.00 saat pengujian yaitu terbaca di alat solarmeter sebesar 1245 W/m<sup>2</sup> dan terendah 217 W/m<sup>2</sup>.

#### 3. Kenaikan Suhu Air

Kenaikan suhu air pada kompor dengan luas tangkap reflektor 0,225 m<sup>2</sup> selama waktu 90 menit dan massa air 0,7 kg menghasilkan suhu air diatas 80 derajat yaitu pada kompor A sebesar 83,1 °C, kompor B 87,9 °C dan kompor C 91,6 °C, dapat dilihat pada grafik 2

Laju peningkatan suhu air yang dihasilkan. Terlihat pada grafik suhu air yang paling tinggi yaitu pada kompor C (absorber lurus) dengan 91, 6 °C. Kenaikan rata-rata dari kompor A, B dan C yaitu sebesar 4,25 derajat.

#### 4. Daya Kompor

Daya kompor adalah perbandingan antara energi matahari yang diterima air mulai dari Suhu

awal 30°C hingga mencapai Suhu tertinggi dengan energi yang diterima kompor secara keseluruhan (Total luas kompor). Energi total yang diterima untuk seluruh kompor adalah 130,27 Watt. Sehingga daya kompor (P) dapat dihitung dengan persamaan (7) sehingga diperoleh untuk kondisi tersebut masing-masing daya kompor adalah kompor A 28,91 Watt, kompor B 31,52 Watt dan kompor C 33,54 Watt. Kalu dilihat dari kenaikan daya antara satu kompor dengan kompor lain kenaikannya hampir sama yaitu sebesar 8,28%. Daya yang terbesar terjadi pada kompor C (absorber/reflektor lurus) sebesar 33,54 Watt. Grafik daya kompor terhadap waktu dapat dibaca pada grafik 3.

### 5. Efisiensi Kompor

Pada grafik 4. dapat dilihat efisiensi hasil perhitungan dari efisiensi kompor yang diperoleh dari pembagian daya kompor dengan energi yang diserap oleh kompor dikurangi kerugian. Dari grafik terlihat efisiensi kompor terbesar terjadi pada kompor C dengan besar 26,65 %.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Semakin besar volume dan luasan dasar absorber dibawah panci maka semakin tinggi suhu yang dihasilkan. Pada kompor C dengan volume dan dasar absorber yang terbesar dengan waktu 90 menit dan massa air 0,7 kg menghasilkan suhu rata-rata sebesar 70,7 °C dengan suhu tertinggi mencapai 91,6 °C. Kompor B dengan waktu dan massa air yang sama menghasilkan suhu rata-rata 68,64 °C dengan suhu tertinggi 87,9 °C. Kompor A dengan waktu dan massa air yang sama menghasilkan suhu rata-rata 65,76 °C dengan suhu tertinggi 83,1 °C
2. Efisiensi termal pada kompor A efisiensi termal 22,11%, kompor B mencapai 24,12% dan kompor C mencapai efisiensi sebesar 26,65% terbesar dari ketiga kompor yang diuji.
3. Secara fungsional alat bekerja baik (efisiensi cukup tinggi) capaian Suhu air yang terbesar sekitar 91,6 °C.

### Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk menghitung besar kerugian diseluruh sistem kompor dengan menggunakan isolator yang lebih baik..

## DAFTAR PUSTAKA

Archie W. Culp Jc. Ir. Irwin Sitompul, M. Eng.. *Prinsip-Prinsip Konversi Energi*, 1991. Penerbit Airlangga Jakarta.

Dewan Riset Naional. *Agenda Riset Nasional*. 2009

H P Garg, J Prakash. *Solar Energy Fundamentals and Applications*. 2004. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.

Ismail Isa Rikoko, Dr. Isa Garba, *Comparative Analysis on Solar Cooking Using Box Type Solar Cooker With Finned Cooking Pot*. 2013. Internal Jurnal of Modern Research (IJMER) Vol. 3, Issue, May-June. Pp-1290-1294.

John A. Duffie, William A. Beckman, *Solar Engineering of Thermal Processes*. Fourth Edition. 2013. Published by John Wiley and sons, Inc. Hoboken, New Jersey Canada

Mills A,F., *Heat Transfer*, 2004. Prentice Hall, New Jersey.

Reynold, Perkins.. *Termodinamika Teknik*. 1996. Edisi kedua, Erlangga Jakarta.

R. S. Mishra, S. P. Prakash., *Evaluation of solar cooker thermal performance using different insulating materials*, 1984. International Journal of Energy Research vol.8 (4): pp. 393-396.

S.C. Mullick, T.C. Kandpal dan K. Saxena. *Thermal Test Procedur For Box Type Solar Cookers*. 1987. Indian Institue of Technology. Delhi, New Delhi. Solar Energi Vol. 39, No. 4, pp353-360.

Sri Shali Habibulla. *Non-Conventional Energy Sources*, 2005, State Institute of Vocational Education, Govt. Of Andhra Pradesh, Hyderabad