

STUDI EKSPERIMEN KINERJA KOMPOR SURYA TIPE KOTAK DENGAN KOMBINASI REFLEKTOR DATAR DAN PARABOLA

Azmain Noor Hatuwe^{*}, Alexander Andaria Patty^{**}

Abstract

Various research have been conducted in the effort make-up of solar cooker performance. Solar cooker combination can know to through examination of comparison to stove of surya box type owning is same size measure. Examination conducted concurrently with heated water counted 1kg and 2 singk. From result of experiment known by solar cooker combination have momentary efficiency with mass water counted 1 kg equal to 0,302, while solar cooker type box equal to 0,2468. Maximum temperature reached at mass water 1 kg, solar cooker combination 100 °C with time 1 hour 25 minute, solar coker type box of maximum temerature 92 °C, with time 1 hour 26 minute, Heating water counted 2 kg, solar cooker combination of temperature 97 °C with time 1 hour 56 minute, while solar cooker type box of maximum temperature 87 °C with time 2 hour 9 minute.

Key word: solar cooker, reflector level off, parabola, performance

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Solar cooker type box adalah jenis kompor untuk memasak dengan sumber panas berasal dari sinar matahari. Konstruksinya berupa kotak dilengkapi dengan reflektor datar, tutup kaca dan pelat *absorber*. Cara kerja kompor surya ini, yakni peralatan memasak diletakkan di atas pelat absorber, dan radiasi sinar matahari yang diterima pelat *absorber* digunakan untuk memanaskan makanan. Proses memasak pada kompor surya tipe kotak ini, berlangsung pada temperatur rendah. Sedangkan jenis kompor surya lainnya adalah *solar cooker type parabolic*. Cara kerjanya sinar matahari difokuskan oleh reflektor parabola ke *receiver*, sehingga diperoleh panas dengan temperatur yang tinggi di *receiver*. Kelemahannya *receiver* tidak diisolasi yang baik sehingga dipengaruhi kondisi lingkungan.

Pada penelitian ini mengupayakan adanya peningkatan kinerja kompor surya dengan cara mengkombinasikan reflektor datar dan parabola. Pelat *absorber* pada kompor surya tipe kotak digantikan dengan reflektor parabola. Sehingga diharapkan kombinasi reflektor parabola dalam kontruksi kompor surya tipe kotak dapat menghasilkan kinerja yang lebih baik.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: Berapa besar pengaruh kombinasi penggunaan reflektor datar dan parabola terhadap efisiensi *solar cooker type box*.

1.3. Tujuan

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui Pengaruh kombinasi penggunaan reflektor datar dan parabola terhadap efisiensi *solar cooker type box*.

1.4. Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah Sebagai pengembangan *solar cooker* dan menambah aplikasi dari ilmu pengetahuan bidang energi surya. Dan memberikan informasi kepada masyarakat bahwa *solar cooker type box* dapat digunakan sebagai kompor alternatif untuk keperluan memasak

II. LANDASAN TEORI

Kompor surya tipe kotak menurut Bergler, (1999); pancinya berada dalam lingkungan yang terisolasi oleh dinding, dengan kaca reflektor di bagian atas yang sering disesuaikan sandarannya terhadap sinar datang. Kompor surya kotak memanfaatkan kedua sinar radiasi langsung dan baur.

Kompor surya parabola menurut Bergler (1999); sinar radiasi langsung dikonsentrasikan ke panci. Kompor surya parabola sangat efisien tetapi memerlukan perhatian pemakai untuk menjaga sinar matahari selalu terfokuskan ke panci agar diperoleh kinerja yang baik. Biermann (1999), menginformasikan solar cooker parabolik dapat mencapai 198 °C

Peneliti terdahulu telah banyak melakukan penelitian untuk meningkatkan performa kompor surya dengan permasalahan yang beragam.

Kumar (1993), mengadakan Penelitian eksperimen pengaruh orientasi reflektor terhadap kerugian panas dari konsentrasi parabola kompor surya. *Receiver* pada kompor parabola biasanya tak terlindungi oleh insulasi, oleh karena itu berhubungan langsung dengan lingkungan. Dari hasil eksperimen diperoleh perbedaan kerugian panas yang disebabkan adanya aliran udara pada kecepatan 0 m/detik dan 5 m/detik.

Kalbande (2007), mengadakan penelitian tentang desain, pengembangan dan pengujian pada kompor surya parabola. Parabola yang digunakan

^{*} Asmain Nur Hatuwe, Dosen Politeknik Negeri Ambon

^{**} Alexander A Patty, Dosen Politeknik Negeri Ambon

berdiameter 1,3 m dan perbandingan konsentrasi 75,11. Pada pelaksanaan pengujian Selama dua hari dilakukan pengukuran temperatur dasar *receiver* (*Pot*) dengan kondisi kosong, tidak di isi makanan. Diperoleh hasil temperatur maksimum 326.45 °C dan 319,43 °C dengan kondisi langit cerah, dan efisiensi *thermal* maksimum diperoleh 26 %

Croon (2004), melaporkan bahwa kompor surya jenis parabola dapat bertemperatur lebih tinggi dari 150 °C. Yang mana dapat dicapai jika reflektor parabola setiap 15 menit dihadapkan pada arah datang sinar matahari.

Seperti halnya yang telah dilaksanakan oleh peneliti terdahulu, pada penelitian ini juga mengupayakan peningkatan kinerja dari kompor surya. Kelemahan pada kompor surya tipe parabola yang secara langsung dipengaruhi oleh angin, dapat di atasi dengan mengisolasi kompor surya parabola serupa seperti pada kompor surya tipe kotak. Sedangkan penggantian pelat kolektor dengan reflektor parabola diperkirakan akan menambah intensitas radiasi matahari yang mengenai *receiver*, sehingga diharapkan dapat menghasilkan kinerja yang lebih baik.

Menurut Brogren (2004) kurva parabola dapat digambarkan dengan menggunakan persamaan,

$$r = \frac{2f}{1 + \cos\phi} \tag{1}$$

Dan menurut Jenifer (2008), kurva parabola dapat dibuat dengan menggunakan persamaan:

$$x^2 = 4ay \tag{2}$$

Kinerja dari kompor surya di nilai dari besarnya Efisiensi yang dapat dihasilkan. Efisiensi *solar cooker* di definisikan sebagai perbandingan energi yang dihasilkan dengan energi yang digunakan, besarnya dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (Sharma, 2004):

$$\eta = \frac{m_w \cdot C_w \cdot \Delta T}{I_{avg} \cdot A \cdot \Delta t} \tag{3}$$

Menurut Pramuang (2005), nilai radiasi I_{avg} ditentukan dengan menggunakan persamaan,

$$I_T = I_b \cdot R_b + I_d / C_R \tag{4}$$

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *true experimental reasearch*. Metode ini digunakan untuk menguji pengaruh kombinasi reflektor parabola dan reflektor datar pada kompor surya tipe kotak terhadap performa (efisiensi).

2.1. Variabel Penelitian

Variable yang diukur dalam penelitian ini adalah :

Variable bebas

- Kompor surya tipe kotak dan kompor surya kombinasi.
- Massa air

Variable terikat:

- Temperatur.

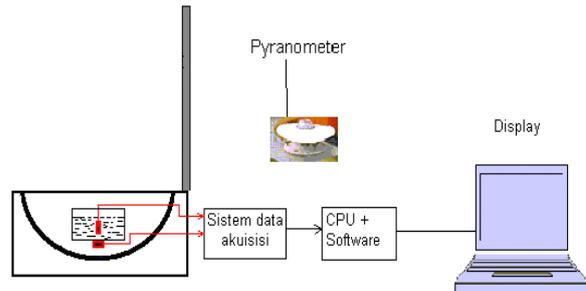
- Efisiensi.

Variable kontrol

- Luas penampang radiasi masuk ke dalam kotak kompor surya.
- Luas penampang radiasi pada reflektor datar kompor surya.

2.2. Instalasi Penelitian

Instalasi pengujian pada penelitian ini sebagaimana diperlihatkan pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Skema Instalasi pengujian

Untuk mengukur kinerja kompor surya kombinasi digunakan kompor surya tipe kotak sebagai pembanding.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

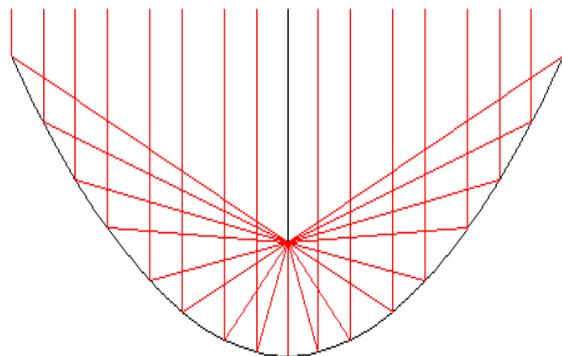
3.1. Desain Profil Kurva Kompor Surya

Menurut Jenifer (2008), kurva parabola dapat dibuat dengan menggunakan persamaan parabola, sebagai berikut:

$$x^2 = 4ay$$

$$\text{atau } y = \frac{x^2}{4a}$$

Kurva parabolanya sebagaimana diperlihatkan pada gambar 3. Sinar matahari yang arah datangnya sejajar dengan sumbu horizontal parabola, ketika mengenai permukaan parabola akan dipantulkan pada titik focus.



Gambar 2. Pantulan sinar terpusat

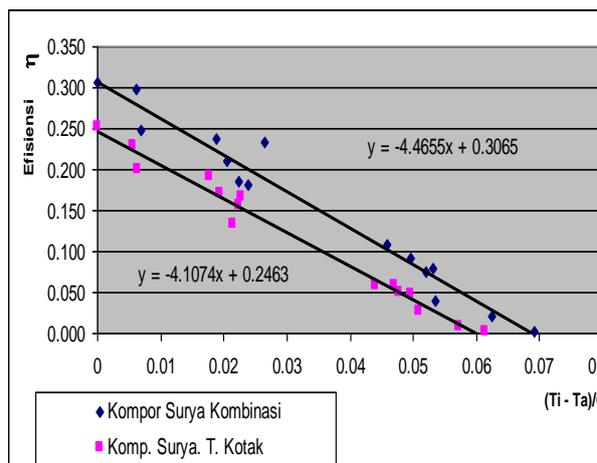
Desain kurva parabola selanjutnya dipergunakan untuk memproduksi kompor surya kombinasi dengan hasil akhir sebagaimana diperlihatkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Kompor surya Kombinasi

3.2. PEMBAHASAN

Dari hasil eksperimen yang telah dilakukan diketahui kinerja kompor surya tipe kotak dan kompor surya kombinasi memiliki kinerja yang berbeda.

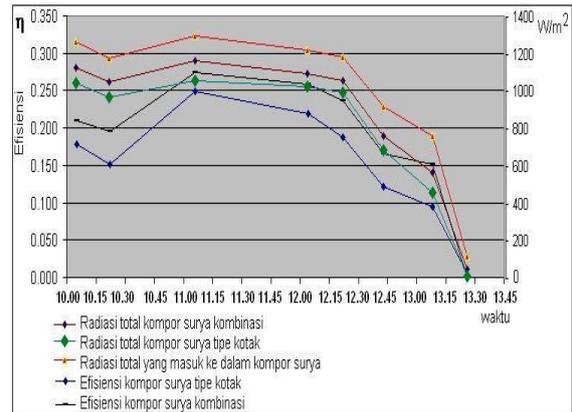


Gambar 4. Grafik hubungan efisiensi dengan $(T_i - T_a)/C$.

Pada gambar 4 diketahui efisiensi kompor surya tipe kotak, sebesar 0,2468. Nilai ini lebih kecil dari efisiensi kompor surya parabola, sebesar 0,302. Jadi terdapat selisih sebesar 0,0552, yang dapat dijelaskan bahwa kinerja kompor surya kombinasi lebih baik dari kompor surya tipe kotak.

Garis linear pada grafik menunjukkan kondisi nilai efisiensi ideal bagi masing-masing kompor surya. Korelasi dari efisiensi yang terukur terhadap efisiensi idealnya sebesar 0,9742 dan 0,9777 untuk masing-masing kompor surya, nilai ini sesuai dengan standart ASAE S580 Jan03 (American Society of Agricultural Engineers) yang mengharuskan lebih besar dari nilai $R^2 = 0,75$.

Perbandingan efisiensi harian kedua kompor surya dengan massa air sebanyak 1 kg, sebagaimana diperlihatkan pada gambar 5, sebagai berikut:



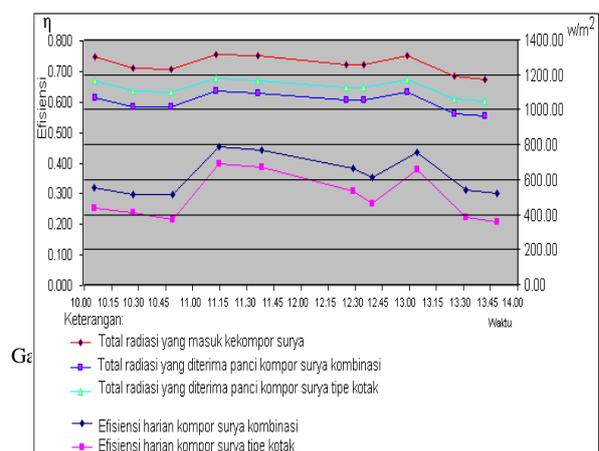
Gambar 5. Perbandingan efisiensi harian kedua kompor dengan massa air sebanyak 1 kg, hubungannya dengan radiasi total dan radiasi yang masuk kekompor surya

Pada gambar 5 menjelaskan, dengan massa air 1 kg kompor surya kombinasi memiliki nilai efisiensi sebesar 0,275 dengan radiasi yang diterima oleh panci sebesar 1058.131 W/m^2 . Sedangkan kompor surya tipe kotak mencapai nilai efisiensi 0,249 dengan radiasi yang diterima oleh panci sebesar 1164.569 W/m^2 . Kompor surya kombinasi lebih tinggi efisiensinya sebesar 0,026 dari kompor surya tipe kotak.

Radiasi total yang diterima oleh panci kedua kompor surya berbeda satu sama lain. Kompor surya kombinasi menerima radiasi matahari lebih kecil dengan selisih $106,438 \text{ W/m}^2$ dari kompor surya tipe kotak.

Tidak keseluruhan radiasi yang masuk ke dalam kompor surya dimanfaatkan untuk memanaskan panci, pada kondisi efisiensi maksimal tersebut radiasi yang masuk ke dalam kompor surya adalah sebesar 1301.18 W/m^2 lebih besar dari nilai radiasi total yang mengenai panci ke dua kompor. Radiasi yang masuk ke dalam kompor surya adalah radiasi yang terbaca oleh Pyranometer. Radiasi ini merupakan gabungan dari radiasi langsung, radiasi baur dan radiasi pantulan dari reflektor datar.

Perbandingan efisiensi harian kedua kompor surya dengan massa air sebanyak 2 kg, sebagaimana diperlihatkan pada gambar 8, sebagai berikut



Ga

Pada gambar 6 menjelaskan, dengan massa air 2 kg kompor surya kombinasi memiliki nilai efisiensi sebesar 0,45 dengan radiasi yang diterima oleh panci sebesar $1104,58 \text{ W/m}^2$. Sedangkan kompor surya tipe kotak mencapai nilai efisiensi 0,40 dengan radiasi yang diterima oleh panci sebesar $1178,847 \text{ W/m}^2$. Kompor surya kombinasi lebih tinggi efisiensinya sebesar 0,05 dari kompor surya tipe kotak.

Radiasi total yang diterima oleh panci kedua kompor surya pada efisiensi maksimum berbeda satu sama lain. Kompor surya kombinasi menerima radiasi matahari lebih kecil dengan selisih $74,267 \text{ W/m}^2$ dari kompor surya tipe kotak. Tidak keseluruhan radiasi yang masuk ke dalam kompor surya dimanfaatkan untuk memanaskan panci, pada kondisi efisiensi maksimal tersebut radiasi yang masuk ke dalam kompor surya adalah sebesar $1317,61 \text{ W/m}^2$ lebih besar dari nilai radiasi total yang mengenai panci ke dua kompor. Radiasi yang masuk ke dalam kompor surya adalah adalah radiasi yang terbaca oleh Pyranometer. Radiasi ini merupakan gabungan dari radiasi langsung, radiasi baur dan radiasi pantulan dari reflektor datar.

IV. PENUTUP

4.1. KESIMPULAN

1. Kombinasi reflektor parabola dan reflektor datar meningkatkan efisiensi kompor surya tipe kotak.
2. Kombinasi reflektor parabola dan reflektor datar pada pemanasan air, meningkatkan temperatur maksimum yang dicapai.

5.2. SARAN

Dari hasil pengamatan dilapangan, air di dalam kompor surya tipe kotak cenderung lebih panas dari temperatur plat dasar panci. Hal ini disebabkan tutup pancinya menggunakan sirip yang dimanfaatkan memanaskan air. Oleh karenanya perlu adanya penelitian lanjutan terhadap konstruksi panci diharapkan dapat meningkatkan efisiensi kompor surya kombinasi.

Pantulan radiasi Alumanium Foil adalah sebesar 0,89 (nilai reflektansi, Duffie, 1991) dari pancaran radiasi matahari. Oleh karenanya perlu penelitian lanjutan meningkatkan efisien kompor surya kombinasi dengan menggunakan bahan lain yang memiliki nilai reflektansi lebih besar dari Alumanium Foil.

DAFTAR PUSTAKA

Bergler, H., Biermann, E., Grupp, M., Owen-Jones, M., and Palmer, R. (1999). "Moving Ahead with Solar Cookers", Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn, Germany.

- Brogren, M. (2004). "Optical Efficiency of Low-Concentrating Solar Energy Systems with Parabolic Reflectors", Acta Universitatis Upsaliensis, Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology 934.160pp, Uppsala, ISBN 91-554-5867-X
- Duffie, J.A. and Beckman, W.A. (1991), "Solar Engineering of Thermal Processes", Second Edition, John Wiley & Sons, INC. New York.
- Jenifer. 2008. "Parabolic Solar Cooker", Humboldt State University, http://www.humboldt.edu/~ccat/solarcooking/parabolic/parabolic_solar_cooker_pg_3_html.htm
- Kroon Ferdinand. (2004). "Solar cookers in developing countries", WOT, web site: www.wot.utwente.nl.
- Kalbande, Marthur, Kothari dan Pawar (2007). "Design, Development and Testing of Paraboloidal Solar Cooker", Marathwada Agricultural University, Parbhani, Karnataka J. Agric. Sci.,20(3), (571-574)
- Kumar, S., Kandpal, T.C., and Mullick, S.C. (1993). "Heat Losses From A Paraboloid Concentrator Solar Cooker: Experimental Investigations on effect of Reflector Orientation", Indian institute of Technology, New Delhi, Renewable vol. 3, No.8, pp 871-876.
- Pramuang, S. (2005). "A Solar Collector with a Compound Parabolic Concentrator for Regenerating Silica Gel", Faculty of Science and Tecknology, Loei Rajabhat University, Loei, Thailand.
- Sharma, S.D., Iwata, T., and Sagara, K. (2004). "Thermal Performance of Box Type Solar Cooker: A Study in Japan Climate", Department of Architectural Engineering, Osaka University, Japan. *Journal of Japan Solar Energy Society*, vol. 30, No. 1. Page, 49-54.