

KAJIAN KINERJA KOMPOR SURYA DENGAN VARIASI SUSUNAN ABSORBER

Abdul Muin

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Tridianti Palembang

Jln. Kapten Marzuki No. 2446 Kamboja Palembang

Sur-el: amuin7959@gmail.com**ABSTRAK**

Energi radiasi surya 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 $P = 33,54$ Watt, $\eta = 26,65\%$. Hasil ini menyatakan bahwa Kompor Surya tipe kotak memiliki daya maupun efisiensi yang tertinggi dari bentuk absorber lainnya, yaitu dengan daya kompor 33,54 Watt, sedangkan efisiensi 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 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 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 $P = 33.54$, $\eta = 26.65\%$. These results gives that the Solar Cooker box type has the highest power and efficiency of the other absorber forms, namely that 33.54 Watt power, while the efficiency of 26.65%.

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

Energi radiasi surya merupakan salah satu bentuk energi alternatif yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan kehidupan dalam rumah tangga maupun industri. Indonesia sebagai negara

kepulauan bersifat tropis, rata-rata radiasi surya 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 energi bahan bakar minyak dan gas, maka oleh sekelompok peneliti telah dilakukan solusi alternatif yaitu dengan pemanfaatan energi surya. Surya sebagai salah satu sumber energi baru terbarukan menawarkan harapan sebagai energi alternatif pengganti energi bahan bakar fosil. Pemanfaatan energi radiasi surya 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 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 jumlahnya semakin terbatas. Energi alternatif lainnya yang dipilih adalah memanfaatkan sumber radiasi surya yang dikenal dengan *solar energy*.

METODOLOGI PENELITIAN

1. Perancangan Kompor Surya

Dalam perancangan kompor surya tipe kotak seperti terlihat pada gambar 1 penelitian diutamakan memperbaiki kinerja secara keseluruhan. Kompor yang dibuat diharapkan memiliki kemampuan yang lebih baik dari kompor yang dibuat secara tradisional. Luasan variasi pelat yang membentuk absorber pada penelitian ini tidak memiliki luas yang sama untuk masing-masing absorber setiap kompor, perbedaan utama adalah hanya pada bentuk masing-masing absorber yaitu berbentuk tirus, setengah melingkar dan kotak.

Parameter yang ditentukan dalam perancangan meliputi:

- Massa air yang akan dididihkan (M) = 700 gram
- Suhu awal air (T_i) = 28 – 30 °C
- Suhu akhir air diinginkan (T_o) = 100 °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 surya (I_r) = 600 – 700 W/m²
- Diassumsikan efisiensi overall kompor (η_{ov}) = 0,25 – 0,35
- Suhu udara luar (T_a) = 33 °C
- Suhu pelat absorber diassumsikan = (110 – 130) °C
- Diassumsikan kerugian panas keluar kotak (q_l) = 12% I_r

Kotak kompor 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 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 dan kanan.

Sebuah panel cermin datar dengan tebal 3 mm berukuran 0,43m x 0,43m diletakan dibagian sisi atas kotak sebagai reflektor energi radiasi surya. Reflektor bertujuan untuk meningkatkan jumlah radiasi surya 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.



Gambar 1 Rancangan Kompor Surya Tipe Kotak Yang Di Uji

2. 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 oleh bagian absorber berupa pelat dan wajan yang di cat hitam. Kenaikan Suhu disini 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

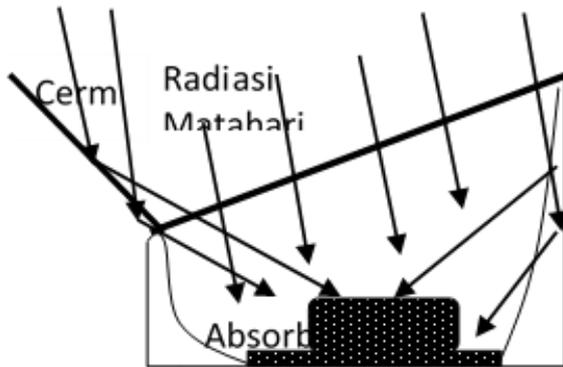
3. Set-Up Peralatan dan Pengujian

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°C hingga Suhu 150°C dipasang pada beberapa titik didalam kotak kompor untuk mendeteksi suhu dititik tersebut. Kawat termokopel dipasang pada permukaan luar kaca, wajan dibagian dinding luar, air didalam wajan, ruang dalam kotak serta udara ambient. Pengambilan data Intensitas energi matahari menggunakan alat ukur

solarimeter, alat ini mampu langsung membaca secara digital besarnya energi intensitas matahari yang sampai ke permukaan bumi.

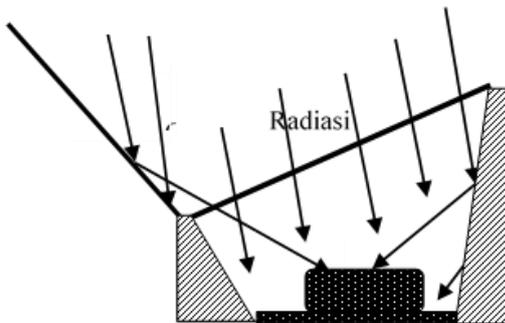
Adapun susunan Absorber Kompor

- Susunan Absorber Kompor (Reflektor/absorber setengah melingkar) A



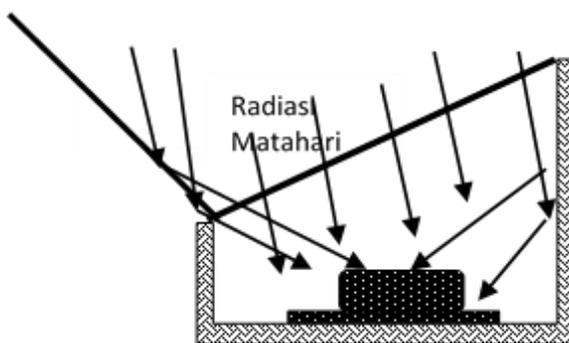
Gambar 2 Absorber Berbentuk Setengah Melingkar

- Susunan Absorber Kompor (Reflektor/absorber tirus) B



Gambar 3 Absorber Berbentuk Tirus

- Susunan Absorber Kompor (Reflektor/absorber lurus) C



Gambar 4 Absorber Berbentuk Kotak

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kompor surya memiliki sejarah panjang dan telah dibuat dan dikembangkan sejak abad ke 18, hingga saat ini telah lebih dari 60 macam jenis dan lebih dari 100 variasi kompor surya telah dibuat dan diteliti. 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 pemakaian reflektor terhadap kerugian panas dari kompor surya. 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.

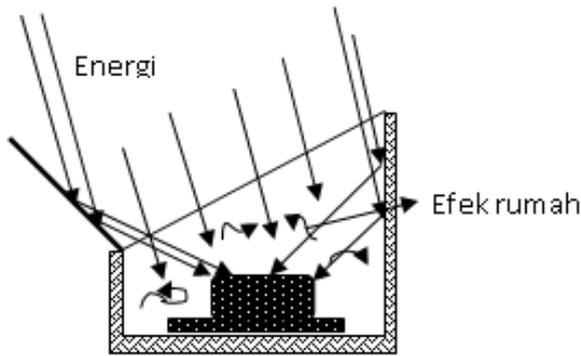
Penilaian Kinerja kompor surya di nilai dari besarnya Efisiensi yang dapat dihasilkan. Efisiensi solar cooker di definisikan sebagai perbandingan energi yang dihasilkan dengan energi yang digunakan.

1. 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 5), kemudian mengubahnya menjadi energi panas saat terjadi penyerapan (*absorber*) oleh bagian penyerap berupa pelat dan juga oleh wajan yang di cat hitam. Kenaikan Suhu 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 5 Distribusi Energi Panas Di Dalam Kompor

2. Energi matahari yang diserap oleh kompor surya tipe kotak

a. Intensitas radiasi matahari yang terukur oleh *solarimeter* adalah

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

Atau dapat juga ditentukan dengan persamaan:

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

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^2)

A_c = Luas permukaan serap kompor surya tipe kotak (m^2)

$(\tau \alpha)_e$ = transmissivitas dan absorpsivitas

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

o Energi Berguna Kompor

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

Dimana:

U_L = Koefisien kehilangan panas kompor surya tipe kotak (W/m^2C)

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:

$$Q_u = \dot{m} C_p (T_{ah} - T_{aw}) \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

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

C_p = panas air (J/kg. °C)

T_{ah} = Suhu air akhir (°C)

T_{aw} = Suhu awal air (°C)

T = Waktu (detik)

o Efisiensi Kompor surya tipe kotak

Efisiensi kompor surya tipe kotak pelat 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:

$$\text{Efisiensi } \eta = \frac{Q_u}{I_T A_c} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

Q_u = 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:

$$\eta_c = \frac{m_a C_p (T_{ah} - T_{aw})}{A_c I_T} \dots\dots\dots (6)$$

o Daya Kompor Surya

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

$$P = \frac{T_{ah} - T_{aw}}{t} m_a \cdot c_a \dots\dots\dots (7)$$

Dimana:

P = Daya Memasak (w).

T_{ah} = Suhu akhir air (°C)

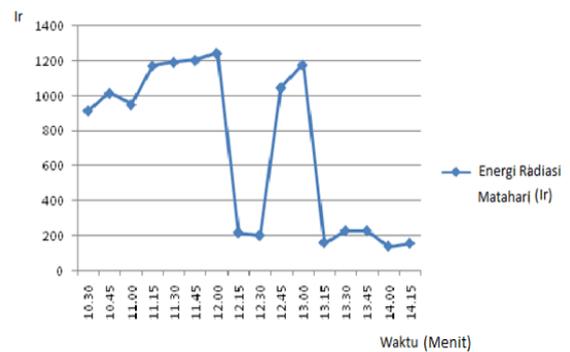
T_{aw} = Suhu awal air (°C)

t = waktu (s).

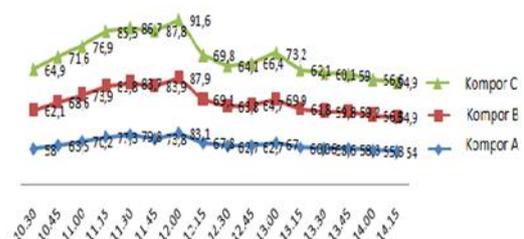
M_a = massa air (kg).

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

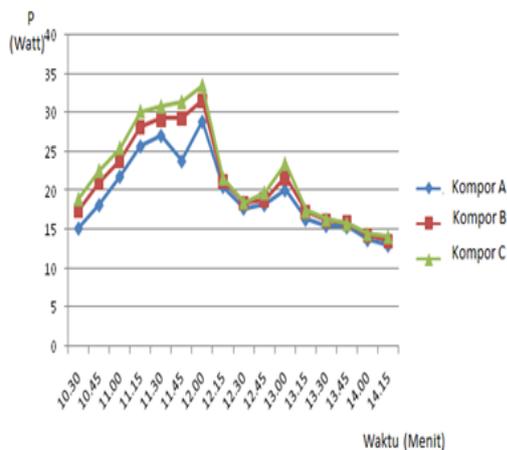
A. Grafik-Grafik Hasil Pengujian



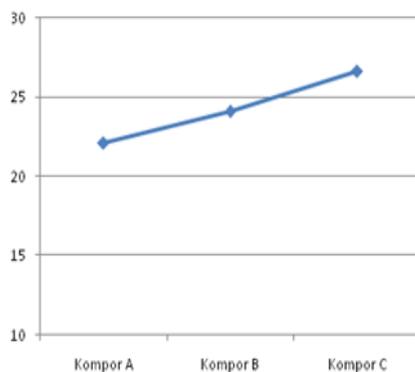
Gambar 6 Grafik energi radiasi sinar matahari



Gambar 7 Grafik kenaikan suhu air



Gambar 8 Grafik daya kompor



Gambar 9 Efisiensi Kompor

B. Analisa Hasil Pengujian:

1. Kompor 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 2, 3 dan 4 susunan absorber.

2. Energi Radiasi Matahari

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

3. Kenaikan Suhu Air

Kenaikan suhu air pada kompor dengan luas tangkap reflektor $0,225 \text{ m}^2$ selama waktu 90 menit dan massa air $0,7 \text{ kg}$ menghasilkan suhu air diatas 80 derajat yaitu pada kompor A sebesar $83,1 \text{ }^\circ\text{C}$, kompor B $87,9 \text{ }^\circ\text{C}$ dan kompor C $91,6 \text{ }^\circ\text{C}$, dapat dilihat pada grafik pada gambar 7.

Laju peningkatan suhu air yang dihasilkan terlihat pada grafik suhu air yang paling tinggi yaitu pada kompor C (absorber lurus) dengan $91,6 \text{ }^\circ\text{C}$.

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 $130,27 \text{ Watt}$. Sehingga daya kompor (P) dapat dihitung dengan persamaan (7) sehingga diperoleh untuk kondisi tersebut masing-masing daya kompor adalah kompor A $28,91 \text{ Watt}$, kompor B $31,52 \text{ Watt}$ dan kompor C $33,54 \text{ Watt}$. Kalau 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 $33,54 \text{ Watt}$. Grafik daya kompor terhadap waktu dapat dibaca pada grafik pada gambar 8.

5. Efisiensi Kompor

Pada grafik di gambar 9, 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

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 $0,7 \text{ kg}$ menghasilkan suhu rata-rata sebesar $70,7 \text{ }^\circ\text{C}$ dengan suhu tertinggi mencapai $91,6 \text{ }^\circ\text{C}$. Kompor B dengan waktu dan massa air yang sama menghasilkan suhu rata-rata $68,64 \text{ }^\circ\text{C}$ dengan suhu tertinggi $87,9 \text{ }^\circ\text{C}$. Kompor A dengan waktu dan massa air yang sama menghasilkan suhu rata-rata $65,76 \text{ }^\circ\text{C}$ dengan suhu tertinggi $83,1 \text{ }^\circ\text{C}$
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 $91,6 \text{ }^\circ\text{C}$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Archie W. Culp Jr. Ir. Irwin Sitompul, M. Eng. *Prinsip-Prinsip Konversi Energi*, 1991. Penerbit Airlangga Jakarta.

- [2] H P Garg, J Prakash. Solar Energy Fundamentals and Applications. 2004. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- [3] 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.
- [4] 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
- [5] Mills A.F, Heat Transfer, 2004. Prentice Hall, New Jersey.
- [6] Reynold, Perkins. Termodinamika Teknik. 1996. Edisi kedua, Erlangga Jakarta.
- [7] 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.
- [8] 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.