

# KAJIAN PENGARUH DIAMETER ABSORBER TERHADAP TEMPERATUR STAGNASI PADA KOMPOR SURYA PARABOLIC KOMBINASI REFLEKTOR DATAR

Azmain Noor Hatuwe\*)  
A.A. Patty, \*\*)

## Abstrac

There has been many development of solar energy to be used as alternate energy. Numbers of experiments is conducted to achive maximum result. Such thing has happen for solar stove parabolic type with level off combination. Further experiment needs to be conducted to see how well the performance of this stove. The object of this experiment is to see the diameter variation of absorber without fluid on the stagnation temperature that can be achive by this stove. Pan that been used in this experiment is ordinary pan for house hold. The pan is painted black to absorb the solar that hits it. The diameter of pan variated from 15 cm, 20 cm, and 25 cm. The result is expected to achive stagnation of temperature on each absorbting pan. The stove use is diameter 100 cm with parabolic height of 50 cm, and focus of 16 cm from the bottom of parabolic. Result of this experiment is with pan diameter of 25 cm with area comparison (L/I) of 16 produce stagnation temperature of 230 °C, pan diameter 20 cm with area comparison (L/I) of 25 produce stagnation temperature of 246 °C, while pan diameter of 15 cm with area comparison (L/I) of 44.45 produce stagnation temperature of 262 °C.

**Keyword :** *Absorber diameter, stagnation temperature, solar stove parabolic*

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Penelitian

Pengembangan teknologi pemanfaatan energi surya sebagai energi alternatif, sudah semakin berkembang, berbagai penelitian dilakukan terhadap teknologi ini untuk mencapai hasil yang maksimal. Demikian pula halnya pada kompor surya tipe parabolic kombinasi reflektor datar. Penelitian lebih jauh pada jenis kompor surya kombinasi reflektor datar perlu dilakukan untuk melihat sejauhmana kinerja yang dapat dicapainya tergantung dari sudut pandang objek penelitiannya. Objek pada penelitian ini adalah meneliti variasi diameter absorber tanpa fluida kerja terhadap temperatur stagnasi yang dapat dicapai oleh kompor surya kombinasi.

Panci yang digunakan dalam penelitian ini adalah panci yang biasa digunakan dalam rumah tangga untuk keperluan masak sehari-hari. Panci di cat warna hitam dimaksudkan agar panci dapat menyerap panas dari sinar matahari yang mengenainya. Ukuran panci bervariasi dengan diameter 15 cm, 20 cm dan 25 cm. dengan demikian diharapkan dapat diperoleh perbedaan capaian temperatur stagnasi pada masing-masing panci absorber. Sedang kompor surya kombinasi yang digunakan memiliki ukuran dimensi sebagai berikut, diameter parabolic 100 cm dan tinggi parabolic 50 cm serta titik focus 16 cm dari dasar parabolic.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan penjelasan, penggunaan panci pada kompor surya parabolic akan

mempengaruhi capaian temperatur stagnasi, yang pada akhir berpengaruh pada kemampuan memasaknya.

### 1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian, rumusan masalah penelitian ini adalah: berapa besar temperatur stagnasi yang dapat dicapai oleh panci (*absorber*) tanpa fluida kerja pada kompor surya parabolic kombinasi reflektor datar.

### 1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui, temperatur stagnasi yang terjadi pada panci kompor surya tanpa fluida kerja.

### 1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari hasil penelitian ini adalah: sebagai bahan masukan dan pengembangan dari ilmu Pengetahuan tentang energi surya, sebagai bahan pertimbangan bagi peneliti selanjutnya untuk mengkaji lebih jauh peningkatan performance kompor surya kombinasi reflektor datar dan parabolic, serta memberikan informasi kepada masyarakat bahwa kompor surya dapat digunakan sebagai kompor alternatif untuk memasak makanan yang hemat bahan bakar.

---

\*) *Azmain N. Hatuwe, Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ambon*  
) *A.A. Patty, Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ambon*

## II. TINJAUAN PUSTAKA,

### 2.1. Radiasi Matahari

Matahari merupakan gumpalan gas berbentuk bola panas berdiameter  $1,39 \times 10^9$  m. Menurut Duffie dan Beckman (1991), lapisan terluar dari matahari diperkirakan bertemperatur  $5777$  oK sedangkan temperatur inti matahari  $8 \times 10^6$  sampai dari  $40 \times 10^6$  oK. Radiasi yang diterima tersedia di luar atmosfer bumi seperti yang dinyatakan dalam konstanta surya ( $G_{sc}$ )  $1367$  W/m<sup>2</sup> dikurangi intensitasnya oleh penyerapan dan pemantulan lapisan atmosfer sebelum sampai di bumi. Panas radiasi matahari yang diterima oleh suatu benda dapat terjadi secara langsung, pada bidang miring ataupun secara baur.

### 2.2. Kolektor Terkonsentrasi

Untuk menghasilkan panas dengan temperatur tinggi, maka fluks energi matahari perlu ditingkatkan. Metodenya dengan mengkonsentrasikan radiasi matahari yang dipantulkan reflektor ke permukaan receiver. Menurut Sudjito dalam hand out kuliah tahun ajaran 2007-2008, menjelaskan keuntungan dari reflektor terkonsentrasi sebagai berikut:

1. Dapat menghasilkan output temperatur tinggi.
2. Kehilangan panas lebih kecil karena permukaan absorber lebih kecil.

Sedangkan kerugiannya adalah hanya dapat memanfaatkan komponen radiasi langsung saja, kecuali pada jenis kolektor dengan perbandingan konsentrasi rendah.

Kolektor terkonsentrasi mempunyai dua komponen utama, yaitu:

1. Konsentrator adalah permukaanyang mengkonsentrasikan radiasi matahari.
2. Receiver adalah penerima radiasidari konsentrator dan mengkonversikan menjadi energi panas.

### 2.3. Profil Reflektor Parabolic

Kelengkungan reflektor ( $r$ ) berbentuk parabolic dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (Brogren, 2004),

$$r = \frac{2f}{1 + \cos\phi} \quad (1)$$

### 2.4. Temperatur Stagnasi

Menurut Sharma (2002), temperatur stagnasi pada kompor surya akan terjadi pada saat tercipta suatu kondisi keseimbangan energi. Keseimbangan energi yang dimaksud adalah energi radiasi matahari total yang masuk ke dalam kompor surya tanpa beban fluida (air) besarnya sama dengan energi yang digunakan oleh absorber untuk menaikkan temperaturnya mencapai titik stabil.

### 2.5. Penelitian Terdahulu

Penelitian untuk meningkatkan kinerja dari kompor surya telah banyak dilakukan oleh peneliti terdahulu, dengan permasalahan yang beragam, di antaranya:

Kumar, Kandpal and Mullick (1993), Mengadakan Penelitian eksperimen pengaruh orientasi reflektor terhadap kerugian panas dari konsentrasi parabolic kompor surya. Receiver pada kompor parabolic 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. Meningkatnya kecepatan aliran udara memperbesar faktor kerugian panas  $F^*U$ .

Kroon, (2004). Melaporkan bahwa kompor surya jenis parabolic dapat bertemperatur lebih tinggi dari  $150$  °C. Yang mana dapat dicapai jika reflektor parabolic setiap  $15$  menit dihadapkan pada arah datangnya sinar matahari.

Kalbande, Marthur, Kothari and Pawar (2007), mengadakan penelitian tentang desain, pengembangan dan pengujian pada kompor surya parabolic (Design, Development and Testing of Paraboloidal Solar Cooker). Parabolic yang digunakan berdiameter  $1,3$  m dan perbandingan konsentrasi  $75,11$ . Pada pelaksanaan pengujian selama dua hari dilakukan pengukuran temperatur dasar receiver 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  $26$  %.

Seperti halnya yang telah dilaksanakan oleh peneliti terdahulu, pada penelitian ini juga mengupayakan peningkatan kinerja dari kompor surya dengan mengarahkan kompor surya ke arah datangnya sinar matahari. Kelemahan pada kompor surya tipe parabolic yang secara langsung dipengaruhi oleh angin,

dapat di atasi dengan mengisolasi kompor surya parabolic dengan menutup menggunakan benda optik seperti plastik, mika bening atau kaca. Penelitian yang belum pernah dilakukan pada kompor surya parabolic kombinasi dengan reflektor datar adalah meneliti temperatur stagnasi dengan variasi diameter panci sebagai absorber.

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian yang dilakukan berlokasi pada laboratorium Politeknik Negeri Ambon

#### 3.2. Waktu penelitian

Penelitian berlangsung selama 3 bulan dari bulan Oktober sampai Desember 2011.

#### 3.3. Metode penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah true experiment.

#### 3.4. Variable penelitian

Variabel yang diukur pada penelitian ini, variabel bebas adalah diameter Panci (Absorber), variabel terikat adalah temperatur dan variabel terkontrol adalah luas penampang radiasi masuk ke dalam kotak kompor surya.

#### 3.5. Absorber

Variasi perbandingan diameter absorber (d) dengan diameter reflektor kompor surya (D) dapat dilihat pada gambar berikut, mulai dari 15 cm, 20 cm dan 25 cm.



Gambar 1a, Panci dengan diameter 25 cm



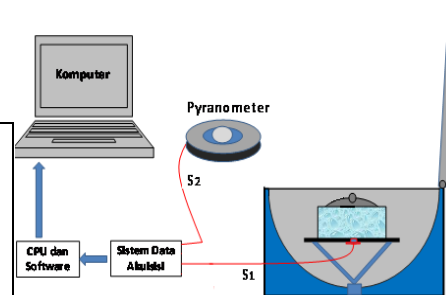
Gambar 1b, Panci dengan diameter 20 cm



Gambar 1c, Panci dengan diameter 15 cm

#### 3.6. Rancangan pengumpulan data,

Pengambilan data penelitian diperoleh melalui eksperimen kompor surya jenis parabolic dengan proses pengukuran, seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.



Gambar 2: Skema instrumentasi pengukuran temperatur

Data hasil eksperimen diperoleh melalui 2 buah sensor thermocouple, yaitu:

- S1 untuk mengukur temperatur absorber,
- S2 untuk mengukur radiasi matahari.

Pendeteksian panas oleh sensor thermocouple, dan data input dari thermocouple kemudian diproses awal pada sistem data akuisisi. Selanjutnya data diproses oleh CPU (central processing unit) dan diolah menggunakan software. Hasil akhirnya, data temperatur ditampilkan di monitor komputer dan setiap datanya disimpan secara otomatis di harddisk.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Data kompor surya

Konstruksi kompor surya terdiri dari beberapa bagian yakni, parabolic, penutup, reflektor datar dan tumpuan parabolic, seperti diperlihatkan pada gambar berikut ini.



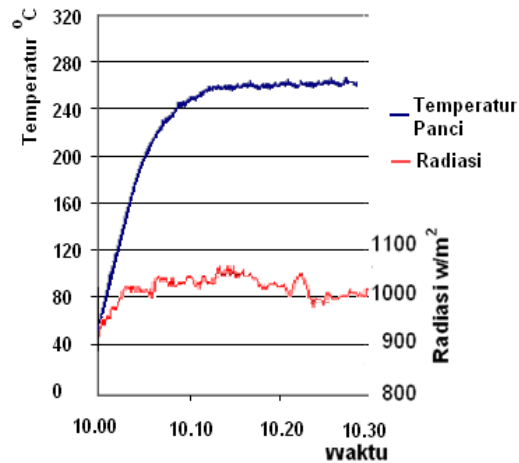
Gambar 3: Kompor surya parabolic kombinasi dengan reflektor datar

Data spesifikasi kompor surya tipe parabolic yang dikombinasikan dengan reflektor datar sebagai berikut, diameter parabolic 1 m, kedalaman parabolic 28 cm, titik fokus 16 cm dan bahan reflektor aluminium foil.

##### 4.2. Temperatur stagnasi

Penentuan temperature stagnasi diperoleh melalui proses pengujian di lapangan, dengan cara memanaskan panci yang berfungsi sebagai absorber di dalam parabolic kompor surya. Kompor surya parabolic diberi penutup dari bahan plastic bening, untuk menghindari pengaruh angin atau lingkungan luar terhadap panci yang dipanaskan. Besarnya temperature yang dihasilkan diukur dengan thermometer menggunakan sensor thermokopel tipe-k dan dipasang di bawah dasar panci. Selanjutnya data di rekam pada computer setelah melalui alat data logger.

4.2.1 Pengujian dengan panci diameter 15 cm, Panci berukuran diameter 15 cm dimasukkan ke dalam kompor surya parabolic, dan waktu pemanasan di lakukan mulai jam 10.00 s.d 10.25, pada kondisi langit cerah tidak berawan. Data yang diperoleh dari pengujian tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik sebagai berikut.

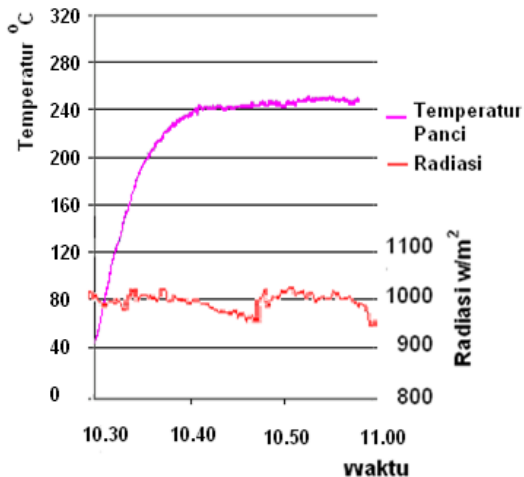


Gambar 4. Grafik hubungan temperature dan waktu pemanasan absorber diameter 15 cm tanpa fluida kerja pada kompor surya parabolic

Panci (absorber) berdiameter 15 cm pada proses pemanasan di dalam kompor surya kombinasi mencapai temperature 262 oC seperti yang diperlihatkan pada gambar 3.

##### 4.3.2. Pengujian dengan panci diameter 20 cm

Panci berukuran diameter 20 cm dimasukkan ke dalam kompor surya parabolic, dan waktu pemanasan di lakukan mulai jam 10.30 sampai 10.55, pada kondisi langit cerah tidak berawan. Data yang diperoleh dari pengujian tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik sebagai berikut:

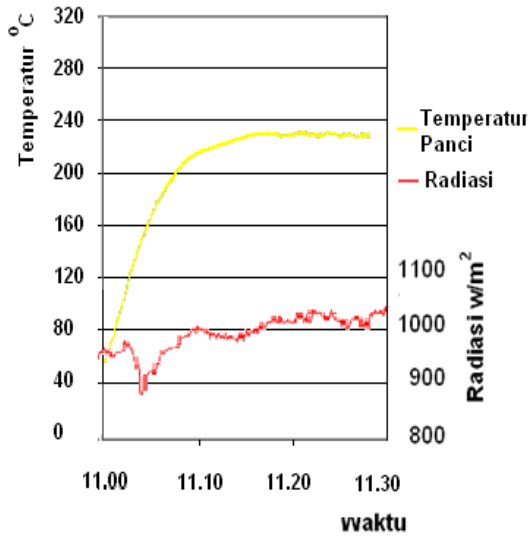


Gambar 5. Grafik hubungan temperature dan waktu pemanasan absorber diameter 20 cm.

Panci (absorber) berdiameter 20 cm pada proses pemanasan di dalam kompor surya kombinasi mencapai temperature 246 oC seperti yang diperlihatkan pada gambar 4.

**4.3.2. Pengujian dengan panci diameter 25 cm**

Diameter 25 cm, panci berukuran diameter 25 cm dimasukkan ke dalam kompor surya parabolic, dan waktu pemanasan dilakukan mulai jam 11.00 sampai 11.25, pada kondisi langit cerah tidak berawan. Data yang diperoleh dari pengujian tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik sebagai berikut:

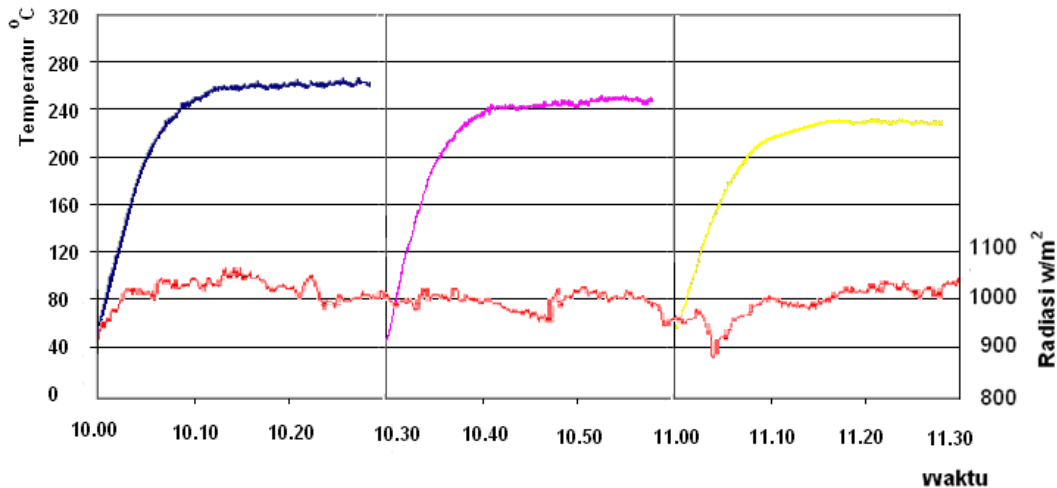


Gambar 6. Grafik hubungan temperature dan waktu pemanasan absorber diameter 25 cm.

Panci (absorber) berdiameter 25 cm pada proses pemanasan di dalam kompor surya kombinasi mencapai temperature 230 oC seperti yang diperlihatkan pada gambar 5.

**Pembahasan,** Dari hasil pengujian terhadap ketiga panci dengan diameter yang berbeda menghasilkan capaian temperature stagnasi yang berbeda pula. Panci dengan diameter 25 cm, 20 cm dan 15 cm masing-masing ketika dipanaskan didalam kompor surya kombinasi dengan tanpa fluida (air) menghasilkan temperature stagnasi 262 oC, 249 oC dan 230 oC. Dari data hasil pengujian diketahui bahwa panci dengan ukuran diameter 15 cm mencapai temperature tertinggi sebesar 262 oC. Sinar matahari yang dipantulkan oleh permukaan reflector parabolic difokuskan pada satu titik yang berada ditengah parabolic dengan ketinggian 14 cm dari dasar parabolic. Sinar matahari yang terkumpul pada titik focus dengan luasan yang kecil di sebut titik api dapat menghasilkan temperature yang tinggi, bila sinar pantul terkumpul pada suatu luasan yang lebih besar akan menyebabkan berkurang pula temperature stagnasi yang dapai dicapai. Hal dikarenakan panas yang dihasilkan dari sinar matahari dipergunakan untuk memanaskan luas bidang absorber.

Perbandingan capaian temperature stagnasi pada ketiga ukuran panci diperlihatkan dalam bentuk grafik 7 berikut ini.



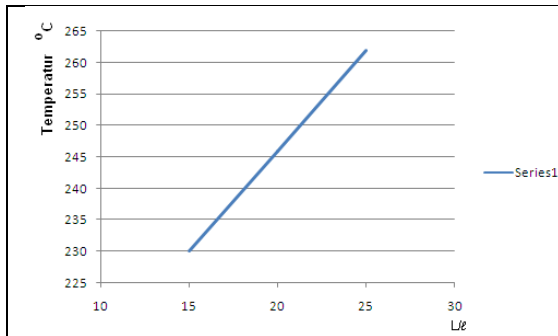
Gambar 7. Grafik temperature stagnasi 3 panci berbeda ukuran diameter

Kondisi langit cerah dapat dilihat pada garis grafik radiasi berwarna merah, rata-rata berlangsung pancaran radiasi matahari sebesar 980 W/m<sup>2</sup>.

Perbedaan ukuran ketiga panci akan menghasilkan perbandingan luas L/1 antara parabolic dengan panci yang berbeda pula. Semakin

besar nilai perbandingannya akan menghasilkan capaian temperature yang lebih tinggi. Hal ini dapat diamati terhadap ketiga nilai perbandingan diameter panci dan parabolic. Pada ukuran diameter panci 25 cm memiliki perbandingan luas 16 menghasilkan temperature stagnasi 230 oC, diameter panci 20 cm

memiliki perbandingan luas 25 menghasilkan temperature stagnasi 246 oC, sedangkan diameter panci 15 cm memiliki perbandingan luas 44,45 menghasilkan temperature stagnasi 262 oC. Terdapat hubungan antara nilai perbandingan luas permukaan L parabolic / panci l, pengaruhnya terhadap kenaikan temperature stagnasi. Semakin meningkat nilai perbandingannya akan diiringi peningkatan temperature stagnasi yang dihasilkan. Kondisi demikian dapat jelaskan dalam bentuk grafik sebagai berikut.



Gambar 8. Hubungan antara perbandingan luas permukaan parabolic/panci dengan kenaikan temperature stagnasi.

radiasi yang masuk ke dalam kompor surya merupakan penjumlahan radiasi langsung, radiasi baur dari awan atau bangunan sekitar, dan ditambah dengan radiasi pantulan dari reflektor datar. Pengukuran radiasi matahari yang masuk ke dalam parabolic tanpa menggunakan reflektor datar rata-rata 702,75 W/m<sup>2</sup>, dengan menggunakan reflektor datar radiasi yang masuk ke dalam parabolic meningkatkan rata-rata sebesar 966,27 w/m<sup>2</sup>. Meningkatnya nilai radiasi ini memberikan pasokan panas yang diserap oleh panci sehingga mencapai temperatur tinggi.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### V.1. Kesimpulan

Semakin besar perbandingan luas permukaan radiasi masuk antara parabolic dan panci akan meningkatkan temperature stagnasi.

Intensitas radiasi yang masuk ke dalam kompor surya parabolic meningkat dengan adanya penambahan radiasi dari sinar pantul matahari dari arah reflektor datar.

### V.2. Saran.

Kompor surya parabolic dengan kombinasi reflektor datar, perlu dilakukan penelitian lanjutan berupa; Penentuan Efisiensi kompor surya parabolic dengan variasi volume fluida kerja. penentuan efisiensi harian kompor surya dengan variasi volume fluida kerja,

penentuan efisiensi kompor surya dengan variasi ukuran absorber, dan perbandingan cooking power kompor surya parabolic kombinasi dengan reflektor datar.

## 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 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.
- Duffie, J.A. and Beckman, W.A. 1991. **Solar Engineering of Thermal Processes**, Second Edition, John Wiley & Sons, INC. New York.
- Jansen, T.J. Solar Engineering Technology, Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey, Wiranto Arismunandar (penterjemah). 1995. **Rekayasa Teknologi Surya**. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Jenifer. 2008. **Parabolic Solar Cooker**, Humboldt State University, [http://www.humboldt.edu/~ccat/solarcooking/parabolic/parabolic\\_solar\\_cooker\\_pg\\_3\\_html.htm](http://www.humboldt.edu/~ccat/solarcooking/parabolic/parabolic_solar_cooker_pg_3_html.htm)
- Ferdinand Kroon. 2004. **Solar Cookers in Developing Countries**, WOT, web site: [www.wot.utwente.nl](http://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.
- Kumar, S., Kandpal, T.C., and Mullick, S.C. 1993. **Heat Losses From A Paraboloidal Concentrator Solar Cooker**: Experimental Investigations on effect of Reflector Orientation, Renewable vol. 3, No.8, Indian institute of Technology, New Delhi.
- Pramuang, S. 2005. **A Solar Collector with a Compound Parabolic Concentrator for Regenerating Silica Gel**, Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University, Loei, Thailand.
- Sears and Zemansky, 1964. **College Physics**, 3rd Edition, Addison-Wesley Publishing Company, Inc. New York, USA.
- 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.
- Soeparman, Sudjito. **Teknologi Tenaga Matahari Proses Thermal**, Hand Out Kuliah



Pascasarjana Program Studi Teknik Mesin,  
Semester Genap T.A. 2007-2008. Universitas  
Brawijaya, Malang.