

KOMPOR TENAGA SURYA JENIS PARVATI

TUGAS AKHIR

Untuk memenuhi sebagian persyaratan

Mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Teknik Mesin

Jurusan Teknik Mesin



Diajukan oleh :

NAMA : ANDY CHRISTIYANTA

NIM : 995214106

NIRM : 990051123109120106

Kepada

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

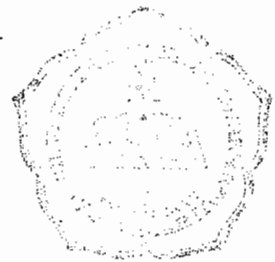
JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SANATA DHARMA

YOGYAKARTA

2005



THE PARVATI SOLAR COOKER

TUGAS AKHIR

Untuk memenuhi sebagian persyaratan

Mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Teknik Mesin

Jurusan Teknik Mesin



Diajukan oleh :

NAMA : ANDY CHRISTIYANTA

NIM : 995214106

NIRM : 990051123109120106



Kepada

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SANATA DHARMA

YOGYAKARTA

2005

TUGAS AKHIR

THE PARVATI SOLAR COOKER

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

NAMA : Andy Christiyanta

NIM : 995214106

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 7 Mei 2005

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama

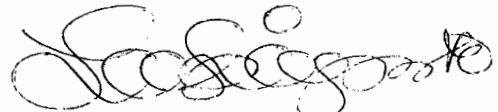


Ir.FA. Rusdi Sambada, M.T.

Anggota Dewan Penguji



Yosef Agung Cahyanta, S.T., M.T.



Ir.YB. Lukiyanto, M.T.

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Yogyakarta, 16 Mei 2005

Fakultas Teknik

Universitas Sanata Dharma

Yogyakarta

Dekan



Ir.Greg.Heliarko, S.J., S.S., BST., M.A., M.Sc.

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa isi dalam karya Tugas Akhir ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat bagian dari karya orang lain, kecuali telah tertulis disebutkan dalam Keterangan, Daftar Pustaka dan Lampiran.

Yogyakarta, Mei 2005

Penulis

(Andy Christiyanta)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia, berkat dan kasih-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *The Parvati Solar cooker* ini dengan baik.

Tugas Akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar kesarjanaan di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma Yogyakarta. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Ir. Greg. Heliarko, S.J.,S.S.,B.ST.,M.A.,M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma.
2. Ir. FA. Rusdi Sambada, M.T selaku Dosen pembimbing Tugas Akhir atas segala bimbingan, saran, nasehat dan bantuannya dalam pembuatan dan penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Yosef Agung Cahyanta,S.T,M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma Yogyakarta atas nasehat dan bimbingannya.
4. Doddy Purwadianto S.T,M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik atas bimbingan, saran dan nasehatnya.
5. Ir.YB Lukiyanto M.T selaku Dosen penguji pendadaran Tugas Akhir atas saran dan kritiknya.
6. Ayah, ibu, kedua adikku, nenek dan kekasihku tercinta yang selalu memberi perhatian, kasih sayang, nasehat dan menjadi semangatku.
7. Om Bambang dan mbak Tutik atas segala bantuan yang tidak ternilai.

8. Sahabatku Yustinus Budiyanto dan Agustinawan Ari Wibowo atas bantuan dan kerjasamanya dalam pembuatan dan penyusunan Tugas Akhir ini.
9. Staf dan Karyawan Laboratorium Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma atas bantuan dan kerjasamanya.
10. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Mesin angkatan '99 : Stefanus Kristiyanto (Doyok), S. Hartanto (Gentong), Antonius Ari (Bon-Xex), Teguh S (Crembiz), Ardo (Polo), Danang (Simbah), Ibnu (Iblis), Oscar (Amien Rais).
11. Bapak dan ibu Staf karyawan Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
12. Semua pihak yang telah banyak membantu penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Dengan pengalaman dan pengetahuan yang masih terbatas, sudah barang tentu Tugas Akhir ini masih kurang sempurna. Oleh karena itu segala kritik dan saran yang membangun dari pihak manapun sangat diharapkan.

Semoga Tuhan melimpahkan berkat dan karunia-Nya kepada kita semua.

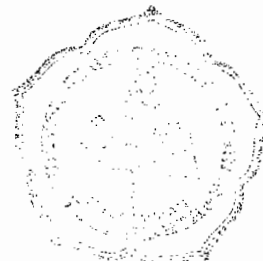
Yogyakarta, Mei 2005

Penyusun

Andy Christiyanta

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
INTI SARI	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kompor Tenaga Surya	2
1.3 Proses Kerja Kompor Tenaga Surya	3
1.4 Jenis-Jenis Kompor Tenaga Surya	3
1.5 Penggunaan dan Penerapan Kompor Tenaga Surya	8
1.6 Tujuan dan Manfaat dari Kompor Tenaga Surya	10
1.7 Kelebihan dan Kekurangan dari Kompor Tenaga Surya	11
1.8 Batasan Masalah	13
BAB II DASAR TEORI	14
2.1 Kompor Tenaga Surya	14
2.2 Reflektor	16
2.3 Daya Kompor Tenaga Surya	18
2.4 Selubung	20



BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Proses Penelitian	24
3.2 Pembuatan Kompor Tenaga Surya	24
3.3 Variasi Kompor Tenaga surya	32
3.4 Pengukuran Kalibrasi	34
3.5 Pemakaian Alat Ukur	38
BAB IV HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Tabel-Tabel Data Hasil Pengamatan	40
4.2 Grafik-Grafik Data Hasil Pengamatan	51
4.3 Pembahasan Data dan Grafik Hasil Pengamatan	61
4.4 Tabel-Tabel Perhitungan Daya Kompor	64
4.5 Grafik-Grafik Perhitungan Daya Kompor	75
4.6 Pembahasan Data dan Grafik Perhitungan Daya	85
4.7 Tabel-Tabel Perhitungan Perbedaan Temperatur.....	86
4.8 Grafik-Grafik Perhitungan Perbedaan Temperatur..	97
4.9 Pembahasan Perhitungan Perbedaan Temperatur.....	107
4.10 Pembahasan Analisa Selubung	108
BAB V PENUTUP	122
5.1 Kesimpulan	122
5.2 Saran	125

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1.1 The Funnel Solar Cooker Suspended
- Gambar 1.2 The Funnel Solar Cooker in Box
- Gambar 1.3 The Parvati Solar Cooker
- Gambar 1.4 Heaven Flames Solar Cooker
- Gambar 2.1 Reflektor The Parvati Solar Cooker
- Gambar 2.2 Gambar sudut penerimaan dan pemantulan energi matahari pada waktu posisi matahari disamping oleh reflektor terhadap panci
- Gambar 2.3 Gambar sudut penerimaan dan pemantulan energi matahari pada waktu posisi matahari tepat diatas oleh reflektor terhadap panci
- Gambar 2.4 Panci dicat hitam dengan selubung plastik transparan
- Gambar 2.5 Skema mekanisme perpindahan panas dari analisa selubung panci
- Gambar 3.1 Pemotongan tiga bagian dari kertas karton sesuai dengan ukuran
- Gambar 3.2 Penggabungan dua sisi bagian atas corong reflektor
- Gambar 3.3 Penggabungan dua sisi bagian bawah corong reflektor
- Gambar 3.4 Penggabungan tiga bagian untuk membentuk reflektor
- Gambar 3.5 Penempelan kertas aluminium foil sebagai permukaan reflektor
- Gambar 3.6 Reflektor yang sudah jadi
- Gambar 3.7 Reflektor, panci pemasak, dudukan reflektor, dan plastik isolasi
- Gambar 3.8 Grafik pengukuran saklar 1 dengan pengukuran secara langsung
- Gambar 3.9 Grafik pengukuran saklar 1 dengan pengukuran secara langsung
- Gambar 3.10 Grafik pengukuran saklar 1 dengan pengukuran secara langsung

INTI SARI

Kompor tenaga surya jenis Parvati adalah sebuah alat masak sederhana yang menggunakan plat kolektor panas berbentuk menyerupai parabola dan terbuat dari seng alumunium, kertas karton, atau papan yang di bagian atasnya diberi kertas aluminium (*alumunium foil*) atau surya sel yang berfungsi sebagai reflektor dan kolektor yang akan menerima dan mengumpulkan energi matahari, kemudian memantulkannya sehingga akan memanaskan benda yang akan dimasak didalam panci maupun ruangan di dalam selubung.

Kompor tenaga surya jenis Parvati ini terdiri dari beberapa bagian utama antara lain: reflektor berbentuk parabola sebagai kolektor panas, panci alumunium untuk wadah tempat memasak sekaligus sebagai absorber panas, kerangka selubung untuk menjaga plastik tidak mengenai panci, plastik selubung untuk mempertahankan suhu didalam panci maupun didalam selubung dan sekaligus menjaga dari pengaruh luar, dan balok kayu untuk menumpu panci alumunium dan mengatur ketinggian panci.

Pembuatan kompor tenaga surya jenis Parvati ini menggunakan empat macam variasi. Variasi yang pertama adalah sudut dari reflektor, yaitu menggunakan sudut 45° , 60° , dan 75° , dan sudut yang menghasilkan suhu dan daya yang paling tinggi adalah sudut 60° . Variasi yang kedua adalah warna panci, yaitu menggunakan panci warna sebenarnya yaitu perak dan panci warna hitam, dan warna panci yang menghasilkan suhu yang paling tinggi dan menyerap panas lebih banyak adalah panci warna hitam. Variasi yang ketiga adalah ukuran

panjang kerangka isolasi plastik yaitu menggunakan ukuran 15 cm, 16 cm, dan 17 cm, dan panjang kerangka isolasi yang menghasilkan dan mempertahankan suhu yang paling tinggi adalah 15 cm. Variasi yang keempat adalah bahan yang diuji, yaitu air (H₂O), Zeolit dan Karbon Aktif Granul, dan benda yang suhunya paling tinggi dipanaskan adalah Zeolit.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi matahari merupakan salah satu unsur penting dalam kehidupan makhluk di bumi. Tanpa energi matahari, seluruh daur hidup makhluk di bumi akan terhenti, termasuk tumbuh-tumbuhan. Manfaat energi matahari yang nyata langsung kita rasakan sehari-hari adalah menjemur pakaian agar menjadi kering.

Potensi energi yang terkandung dalam energi matahari sangatlah tinggi, namun energi matahari yang dikonsumsi oleh dunia hanyalah sekitar 1% dari seluruh energi yang ada. Jika energi matahari tersebut dapat dimanfaatkan sebanyak 25%, maka kebutuhan energi dunia yang umumnya didapat dari minyak bumi pasti dapat lebih ditekan lagi.

Para ahli energi sudah lama mengembangkan potensi energi matahari ini. Dengan berbagai cara, mereka membuat alat-alat yang sederhana hingga yang canggih untuk memperoleh sumber energi yang berasal dari matahari. Teknologi pemanfaatan energi matahari yang relatif mudah dibuat adalah kolektor panas sederhana. Kolektor panas ini dapat menyerap panas dari energi matahari, sehingga mengakibatkan meningkatnya suhu pada kolektor tersebut. Energi matahari yang terkumpul pada kolektor tersebut dapat dimanfaatkan untuk berbagai macam kebutuhan misalnya pemanas air, pemanas ruangan, proses pengeringan, penawar air laut, oven tenaga surya, kompor tenaga surya, pengering hasil pertanian dengan tenaga surya, dan masih banyak penggunaan lainnya.

Keuntungan dari penggunaan kolektor panas ini adalah biayanya yang murah, pembuatan dan pemasangannya mudah, cara kerjanya sederhana, efektif, dan perawatannya tidak rumit.

Terbatasnya jumlah sumber energi yang berasal dari minyak bumi dan terus meningkatnya biaya penggunaan energi listrik dari waktu ke waktu menuntut kita untuk mencari sumber lain sebagai penggantinya. Salah satu energi yang dapat dipakai sebagai energi alternatif adalah energi matahari.

Matahari kita adalah suatu sumber energi yang tetap. Setiap hari matahari menyinari bumi dengan energi matahari, yang kebanyakan akan datang dalam wujud pancaran cahaya. Di semua planet bumi, energi matahari adalah betul-betul sumber energi yang penting untuk semua makhluk hidup. Energi matahari dapat menjadi suatu sumber energi yang praktis untuk pekerjaan sehari-hari seperti memasak, memanaskan air, atau pemanasan rumah. Sebuah tantangan untuk menemukan jalan untuk mengubah bentuk energi matahari ke dalam bentuk energi yang dapat dipakai.

1.2 Kompor Tenaga Surya

Kompor tenaga surya adalah sebuah alat masak sederhana yang menggunakan plat kolektor panas yang terbuat dari kertas karton maupun papan yang di bagian atasnya diberi kertas aluminium ataupun surya sel yang berfungsi sebagai reflektor yang akan menerima dan mengumpulkan energi matahari dan kemudian memantulkannya sehingga akan memanaskan benda yang akan dimasak maupun ruangan di dalamnya. Proses utama yang terjadi didalam kompor tenaga

surya adalah pemanasan dengan menggunakan energi matahari yang diserap melalui plat kolektor panas yang terbuat dari kertas alumunium ataupun surya sel, kemudian panas yang diterima oleh reflektor akan dipantulkan hingga mengenai panci alumunium ataupun benda di dalamnya yang berada di dalam kompor tersebut sehingga suhunya akan meningkat.

1.3 Proses Kerja Kompor Tenaga Surya

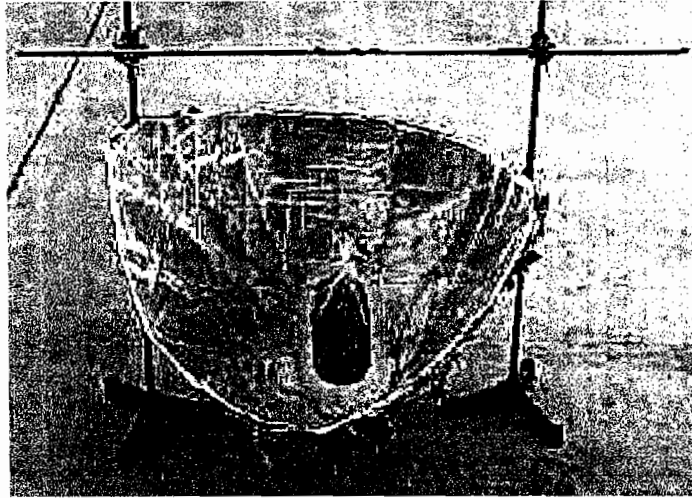
Proses kerja utama yang terjadi didalam kompor tenaga surya adalah pemanasan dengan menggunakan energi matahari yang diserap melalui plat kolektor panas yang terbuat dari kertas alumunium ataupun surya sel, panas yang diterima oleh kertas alumunium akan dipantulkan hingga mengenai panci alumunium yang berada diatas permukaan kompor tersebut. Kompor ini pada bagian luar bodinya dilengkapi dengan isolasi dan panci alumunium tersebut juga dibungkus dengan plastik yang tahan terhadap suhu panas yang tinggi dengan tujuan agar tidak terjadi kerugian kalor secara cepat dan besar. Disamping itu isolasi ini dimaksudkan untuk mempertahankan suhu didalam panci agar tidak terpengaruh oleh keadaan sekitar seperti tiupan angin yang dapat mempengaruhi temperatur suhu dalam panci tidak dapat mencapai maksimal.

1.4 Jenis-Jenis Kompor Tenaga Surya

Berdasarkan dari bentuk reflektornya kompor tenaga surya dapat dibedakan menjadi 3 macam :

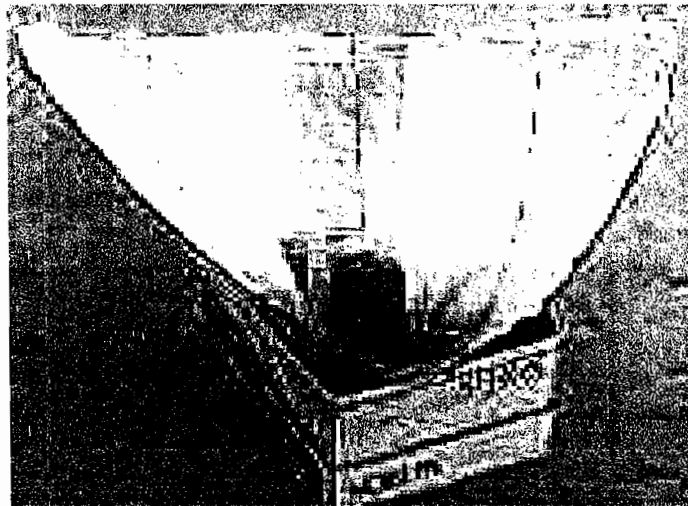
1.4.1 The Funnel Solar Cooker

Merupakan alat pemasak dengan tenaga surya yang bentuknya seperti corong raksasa. Corong ini dipakai sebagai reflektor yang terbuat dari kertas karton, dibagian atas kertas karton ditempel dengan kertas alumunium yang berfungsi sebagai penerima dan pemantul energi matahari. Pantulan energi matahari ini akan mengenai panci alumunium yang telah dibungkus dengan plastik transparan anti panas sebagai tempat untuk bahan yang di masak, dengan tujuan untuk mempertahankan panas panci supaya tidak terpengaruh oleh suhu lingkungan maupun hembusan angin. Dalam proses memasak ini sebaiknya digunakan panci alumunium yang telah dicat hitam, karena benda hitam mudah untuk menyerap panas (absorbptivitas = 1). Pada bagian alas panci diberi suatu alas yang berupa balok kayu dengan tujuan panci tidak bersentuhan langsung dengan plastik, karena apabila temperatur panci sudah maksimal plastik dapat meleleh dan untuk mengatur ketinggian panci. Dalam proses memasak ini untuk memperoleh hasil yang maksimal sebaiknya corong reflektor dihadapkan langsung ke arah panas matahari sehingga panas akan langsung dipantulkan oleh reflektor mengenai panci alumunium hitam. Untuk menghindari supaya corong tidak roboh karena tiupan angin dapat diletakkan pada suatu kotak karton atau bagian dasar corong dapat ditanam diatas permukaan tanah.



Gambar 1.1 The Funnel Solar Cooker suspended

(Sumber : How to Make and Use the Solar Funnel Cooker _files)



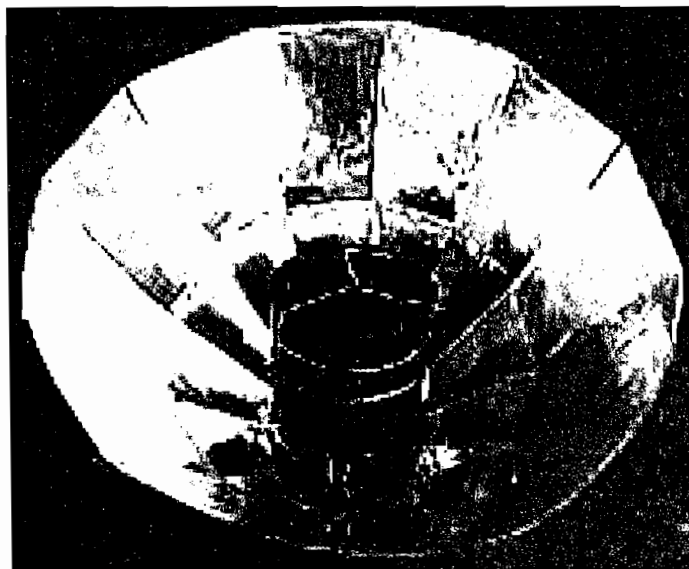
Gambar 1.2 The Funnel Solar Cooker in Box

(Sumber : How to Make and Use The Solar Funnel Cooker _files)

1.4.2 The Parvati Solar Cooker

Alat ini merupakan hasil dari peningkatan desain dari *The Funnel Solar cooker* karena alat ini dapat mempertemukan titik energi matahari yang

dicerminkan dari reflektor yang berbentuk kerucut yang hampir menyerupai dengan sebuah parabola. Dalam proses memasaknya, alat ini tidak berbeda dengan *The Funnel Solar Cooker* karena dalam memasak juga menggunakan panci aluminium hitam yang dibungkus dengan plastik transparan sebagai tempat untuk bahan yang di masak dan dibagian alas panci diberi balok kayu supaya panci tidak bersentuhan langsung dengan plastik dan untuk mengatur ketinggian. Alat ini mempunyai beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan *The Funnel Solar Cooker* karena alat ini tidak perlu memutar atau memindahkannya untuk mendapatkan energi matahari secara langsung karena alat ini telah didesain dengan bentuk menyerupai parabola sehingga pantulan energi matahari dapat membentuk suatu titik energi matahari yang secara langsung akan mengenai panci aluminium hitam yang diletakkan diatas permukaan alat masak tersebut.

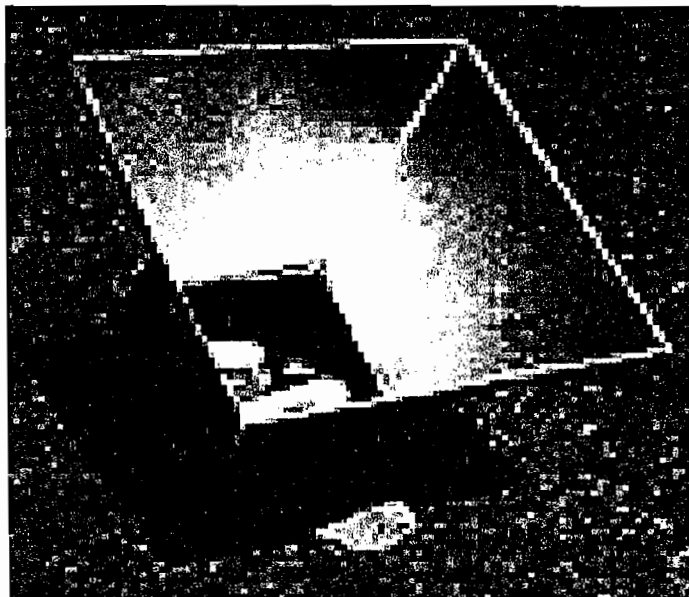


Gambar 1.3 The Parvati Solar Cooker

(Sumber : Solar Cooking Plans_files)

1.4.3 Heaven Flames Solar Cooker

Alat masak ini terdiri dari dua bagian, bagian pertama berupa reflektor yang terdiri dari 4 buah sisi trapesium yang digabung menjadi satu kemudian pada permukaannya ditempel dengan kertas alumunium yang berfungsi sebagai pemantul dari energi matahari. Bagian yang kedua berupa sebuah kotak kubus yang terdiri dari beberapa bujur sangkar yang bagian dalamnya dilapisi dengan plat alumunium yang sekilas tampak menyerupai sebuah kotak oven. Untuk mempertahankan suhu dalam kotak pada bagian atas kotak kubus ditutup dengan kaca dan bagian sisi luar kubus dilapisi dengan isolasi yang terbuat dari gabus maupun dari pasir dan bata merah sebagai penyimpan panas. Dalam proses memasak dengan menggunakan *Heaven Flames Solar Cooker* sangat berbeda dengan kedua alat sebelumnya, karena pada alat ini untuk mempertahankan suhu dalam panci agar tidak terpengaruh dengan suhu sekitar tidak menggunakan plastik sebagai penutupnya, namun panci dimasukkan dalam kotak yang telah dilapisi dengan plat alumunium dan bagian atas kotak ditutup dengan kaca bening, sedangkan pada bagian samping dan bawah menggunakan plat alumunium, gabus, pasir dan bata merah untuk menyimpan energi panas lebih lama, sehingga suhu yang didapatkan lebih maksimal. Kelemahan dari alat ini adalah apabila digunakan untuk memasak, kita harus selalu mengarahkan bagian reflektor selalu menghadap pada arah datangnya cahaya matahari. *Heaven Flames Solar Cooker* ini merupakan suatu hasil pengembangan alat memasak dengan tenaga surya yang hampir mirip seperti oven untuk memanaskan makanan.



Gambar 1.4 Heaven Flames Solar Cooker

(Sumber : Solar Cooking Plans_files)

1.5 Penggunaan dan Penerapan Kompor Tenaga surya

Memasak dengan kompor tenaga surya merupakan suatu cara alternatif memasak yang konvensional. Memasak dengan tenaga surya juga menolong kita untuk menghemat penggunaan bahan bakar seperti minyak tanah, gas elpiji dan minyak bumi. Metode memasak dengan kompor tenaga surya ini juga sangat ramah lingkungan karena tidak menimbulkan polusi dan merusak lingkungan. Energi matahari tersebut dapat kita peroleh dengan cuma-cuma karena tersedia di alam bebas, sehingga metode memasak ini perlu untuk dikembangkan di negara-negara berkembang yang sebagian besar penduduknya masih sangat tergantung dengan bahan bakar kayu atau minyak bumi ataupun ditempat yang sulit untuk mendapatkan bahan bakar kayu seperti di padang gurun. Kompor tenaga surya ini

dapat digunakan untuk berbagai keperluan memasak, seperti memasak air, memasak makanan, maupun untuk keperluan sejenis lainnya. Penggunaan kompor tenaga surya ini dipakai sebagai salah satu solusi untuk menekan penggunaan listrik, bahan bakar kayu, dan minyak bumi yang harganya semakin meningkat dan tidak bisa diperbaharui jumlahnya. Pengoperasian kompor tenaga surya ini sangat sederhana dan dapat dilakukan oleh semua orang karena tidak membutuhkan keahlian khusus untuk menjalankannya.

Langkah- langkah yang dilakukan dalam pengoperasian kompor tenaga surya adalah :

- 1.Kita meletakkan kompor tenaga surya tepat berada dibawah sinar matahari, usahakan agar energi matahari tidak terhalang oleh apapun.
- 2.Kolektor pemasak dari kompor tenaga surya diarahkan kearah datangnya energi matahari dan usahakan tidak terhalang oleh bangunan atau pohon, sehingga energi matahari akan langsung mengenai kolektor.
- 3.Letakkan panci alumunium hitam yang dibungkus dengan plastik transparan diatas permukaan kompor dengan alas sebuash balok kayu dengan tujuan agar energi hasil dari pantulan reflektor dapat diterima seluruhnya oleh panci alumunium dan kita tunggu sampai masakan kita masak dan siap untuk dikonsumsi

1.6 Tujuan dan Manfaat dari Kompor Tenaga Surya

Pembuatan dan penggunaan dari kompor tenaga surya ini sangat banyak tujuannya dan sangat bermanfaat dalam perkembangan kehidupan manusia yang semakin kompleks ini, antara lain:

1. Penggunaan kompor tenaga surya dapat menjadi salah satu alternatif dalam memasak yang praktis dan hemat energi.
2. Penggunaan kompor tenaga surya dapat untuk menghemat penggunaan bahan bakar minyak, listrik, kayu atau sumber bahan bakar lain karena kita menggunakan energi matahari.
3. Pemakaian kompor tenaga surya dapat menekan polusi udara karena memasak dengan alat ini tidak menimbulkan polusi dan sangat ramah lingkungan.
4. Memasak dengan kompor tenaga surya akan menjadikan bahan yang dimasak lebih sehat karena energi matahari akan mensterilkan air dan makanan dari kuman-kuman penyakit.
5. Memasak dengan kompor tenaga surya dapat sebagai alternatif pengganti memasak dengan kayu bakar, sehingga akan menekan penebangan kayu yang mengakibatkan banjir.
6. Memasak dengan kompor tenaga surya dapat digunakan sebagai alat masak yang praktis ditempat yang sulit untuk mendapatkan bahan bakar kayu ataupun minyak seperti di daerah gurun pasir.

1.7 Kelebihan dan Kekurangan dari Kompor Tenaga Surya

Memasak dengan kompor tenaga surya, merupakan suatu cara memasak yang sangat efektif, efisien dan murah. Namun memasak dengan kompor tenaga surya ini juga tidak lepas dari kekurangan seperti waktu untuk memasak yang sangat lama. Memasak dengan kompor tenaga surya tentu saja juga mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing.

Kelebihan-kelebihan memasak dengan kompor tenaga surya antara lain :

1. Murah

Dengan menggunakan kompor tenaga surya kita tidak membutuhkan minyak tanah, bahan bakar kayu, listrik atau bahan bakar gas lain karena kita menggunakan energi matahari yang kita dapatkan secara bebas di alam.

2. Ramah Lingkungan

Menggunakan kompor tenaga surya tidak akan membuat polusi udara, karena energi matahari bebas dari polusi udara serta tidak merusak lingkungan, seperti pengrusakan hutan untuk diambil kayunya untuk bahan bakar secara berlebihan yang mengakibatkan erosi tanah, penggurunan dan banjir.

3. Efektif

Dapat digunakan tempat manapun yang ada energi matahari, di daerah-daerah yang mengalami kesulitan dalam mencari bahan bakar dan sulit dalam urusan pendistribusian bahan bakar.

4. Aman

Memasak dengan kompor tenaga surya sangatlah aman dari resiko terjadinya kebakaran terhadap pengguna maupun terhadap alatnya sendiri dan resiko merusak lingkungan sangatlah kecil atau hampir tidak ada.

5. Mudah dalam pembuatannya

Pembuatan kompor tenaga surya sangatlah mudah dan tidak memerlukan biaya yang besar, sehingga siapapun bisa membuat, memiliki dan menggunakannya.

Kekurangan-kekurangan memasak dengan kompor tenaga surya :

1. Tidak Efisien

Memasak dengan kompor tenaga surya membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan memasak dengan menggunakan bahan bakar kayu, minyak dan listrik, karena sangat tergantung dengan energi matahari dan juga dipengaruhi faktor lain seperti angin dan cuaca.

2. Tergantung energi matahari dan cuaca.

Pemakaian kompor tenaga surya sangat tergantung dengan adanya energi matahari dan faktor yang lain seperti cuaca, kecepatan angin dan hujan

3. Tidak tahan lama.

Komponen dari kompor tenaga surya terbuat dari kertas karton, sehingga alat ini sangat mudah rusak jika tidak hati-hati dalam penggunaannya.

4. Kurang populer

Kompor tenaga surya ini hanya dapat digunakan di tempat yang berlimpah energi matahari, seperti di daerah kathulistiwa dan daerah gurun, kompor

tenaga surya ini kurang berkembang di daerah kutub maupun di daerah yang mudah untuk mendapatkan bahan bakar seperti kayu maupun minyak. Dan juga kompor tenaga surya ini hanya dapat digunakan untuk mendidihkan air dan memasak makanan jenis tertentu saja.

1.8 Batasan Masalah

Karena ada begitu banyak alat-alat dengan menggunakan energi matahari dan masalah dalam pemanfaatan energi surya sangat kompleks maka dalam hal ini penulis merasa perlu untuk membatasi permasalahan sehingga akan memudahkan dalam perancangan, pengamatan, pengujian dan pembahasannya. Dengan pertimbangan diatas maka penulis membatasi masalah dalam penelitian dan perancangan dengan membahas kompor tenaga surya "*The Parvati Solar Cooker*". Proses pembuatan kompor tenaga surya jenis *Parvati* ini akan dibuat dalam beberapa macam bentuk variasi. Variasi yang pertama adalah variasi dari sudut kolektor, variasi sudut yang digunakan yaitu sudut 45°, 60°, dan 75°. Variasi kedua yang digunakan adalah variasi panjang kerangka isolasi selubung plastik, variasi yang digunakan yaitu panjang ukuran 15 cm, 16 cm dan 17 cm. Kompor tenaga surya jenis *Parvati Solar Cooker* dengan macam variasi sudut kolektor dan variasi ukuran panjang kerangka isolasi selubung plastic digunakan untuk memanaskan tiga jenis benda yang berbeda yaitu air, zeolit, dan karbon aktif granul. Sedangkan variasi yang keempat adalah variasi panci alumunium yaitu panci tanpa dicat hitam dan panci dicat hitam dengan tujuan untuk membandingkan hasil pengukuran suhu dalam panci tersebut.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Kompor Tenaga Surya

Mekanisme kerja dari kompor tenaga surya adalah pemanasan dengan menggunakan energi matahari yang diterima oleh kolektor panas yang terbuat dari kertas kardus ataupun dari papan yang ditemplei dengan kertas alumunium untuk memantulkan energi matahari yang sesuai dengan sudutnya, sehingga akan memanaskan ruangan didalamnya ataupun panci yang berisi benda yang akan dipanaskan. Kompor ini pada bagian luar dari panci diberi sebuah isolasi dari plastik transparan tahan panas yang diberi rangka untuk menjaga jarak agar sama yang berguna untuk mempertahankan suhu didalamnya agar tidak terjadi kerugian kalor yang besar ataupun untuk menjaga suhu didalam tidak terpengaruh oleh suhu di luar maupun oleh faktor lain seperti perubahan cuaca dan angin.

Kompor tenaga surya terdiri dari beberapa bagian utama antara lain: reflektor, panci alumunium, kerangka selubung, plastik selubung, dan balok kayu penumpu panci alumunium. Bagian-bagian tersebut mempunyai kegunaan yang berbeda-beda, bagian yang pertama adalah reflektor yang berfungsi untuk menerima dan memantulkan energi matahari sehingga pantulan energi matahari tersebut dapat memanaskan panci alumunium yang berisi benda yang dipanaskan. Untuk mendapatkan data suhu yang maksimal dari benda yang dipanaskan, reflektor dari kompor tenaga surya ini dibuat dalam tiga macam variasi sudut reflektor yaitu sudut 45° , 60° , dan 75° . Bagian yang kedua adalah panci

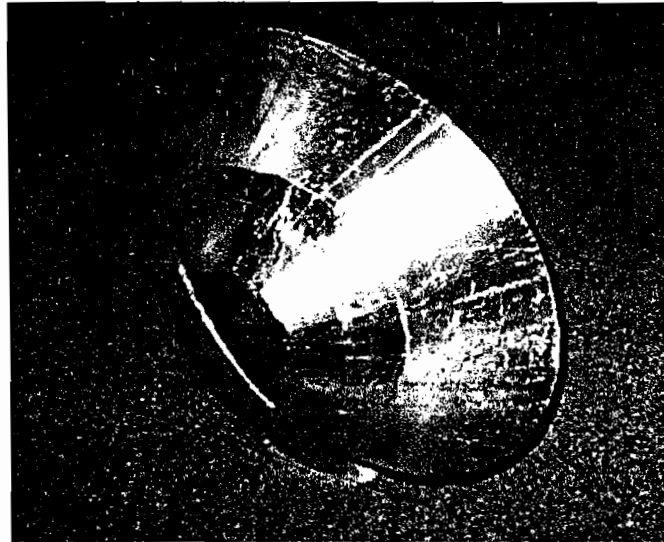
aluminium yang berfungsi sebagai tempat untuk menempatkan benda yang akan di masak. Dalam pengujian ini dipakai panci dari bahan aluminium karena logam tersebut mempunyai massa jenis yang sudah pasti yang akan digunakan dalam perhitungan daya kompor nantinya. Dalam pengambilan data ini untuk mengetahui perbedaan suhu yang maksimal dipakai dua macam variasi panci yaitu panci aluminium dengan cat hitam dan panci aluminium tanpa dicat hitam. Bagian ketiga adalah rangka isolasi plastik yang terbuat dari kawat besi dilas dengan bentuk kubus yang berfungsi untuk menahan plastik supaya tidak langsung bersentuhan dengan panci. Dalam pengujian ini juga dilakukan tiga macam variasi panjang sisi rangka yang berbentuk kubus dengan ukuran 15 cm, 16 cm, dan 17 cm yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan suhu bila dipakai kerangka dengan panjang sisi yang berbeda. Bagian keempat adalah plastik transparan tahan panas, yang berfungsi sebagai selubung panci dengan tujuan untuk mempertahankan suhu di dalam panci agar tidak terjadi penurunan suhu secara cepat dan menjaga dari perubahan suhu diluar dan angin. Bagian yang terakhir adalah balok kayu penumpu panci yang berfungsi untuk menumpu panci supaya tidak bersentuhan langsung dengan plastik selubung maupun dengan kolektor bagian bawah. Selain untuk menumpu panci, juga berfungsi untuk mengatur posisi panci sehingga dapat diatur posisi ketinggiannya dari permukaan reflektor supaya panas yang dipantulkan dari reflektor dapat mengenai panci secara langsung sehingga akan diperoleh suhu yang maksimal.

2.2 Reflektor

Reflektor merupakan suatu bagian dari kompor tenaga surya yang berfungsi untuk menerima dan memantulkan energi yang dipancarkan oleh energi matahari. Bagian ini merupakan suatu media yang mencerminkan energi matahari, sehingga energi matahari dapat dipantulkan sehingga pantulannya mengenai suatu sasaran tertentu. Untuk menghasilkan suatu pantulan energi matahari yang baik perlu dilakukan pengujian dengan kaca cermin sehingga panas yang diterima dapat lebih efektif. Apabila sudut reflektor tidak sesuai, maka energi matahari yang diterima oleh panci tidak akan didapat yang maksimal. Dalam pengujian ini untuk memperoleh suhu maksimal dan mengetahui sudut pantul yang paling baik dari reflektor dipakai tiga macam variasi sudut yang berbeda yaitu reflektor dengan sudut 45° , 60° , dan 75° .

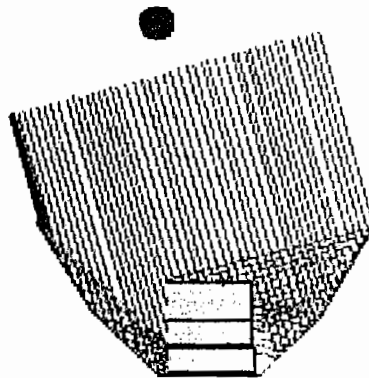
Reflektor ini dibuat dari bahan yang dapat memantulkan energi matahari dengan baik ataupun mendekati sempurna. Untuk kompor tenaga surya ini, digunakan reflektor dari kertas karton yang dilapisi kertas *aluminium foil* yang ditempelkan di atas permukaan kertas karton. *Aluminium foil* dapat memantulkan energi matahari dengan baik, karena mempunyai warna perak dan terang yang dapat mencerminkan energi matahari hampir mendekati sempurna. Selain itu kalau dilihat dari segi ekonomis, *aluminium foil* sangat murah jika dibandingkan dengan plat aluminium, surya sel atau logam lain yang dapat memantulkan energi matahari lainnya. Pemasangan aluminium ini dengan cara melekatkannya dengan lem diatas permukaan lembaran karton yang dipasang sebagai reflektor kompor

tenaga surya. Dengan reflektor yang telah diatur sudut pemantulannya, diharapkan akan menghasilkan pantulan energi matahari secara terfokus dan sempurna.



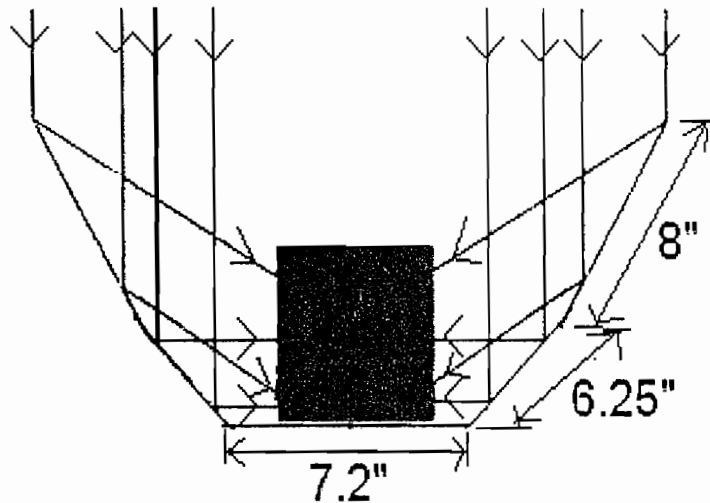
Gambar 2.1 Gambar Reflektor The Parvati Solar cooker

(Sumber : Low Cost Parvati Solar Cooker_files)



Gambar 2.2 Gambar penerimaan dan pemantulan energi matahari oleh reflektor terhadap panci

(Sumber : Low Cost Parvati Solar Cooker_files)



Gambar 2.3 Gambar sudut penerimaan dan pemantulan energi matahari pada waktu posisi matahari tepat diatas oleh reflektor terhadap panci

(Sumber : Low Cost Parvati Solar Cooker_files)

2.3 Daya Kompor Tenaga Surya

Dalam pengujian kompor tenaga surya selain untuk mengetahui seberapa tinggi suhu benda uji, juga dihitung seberapa besar daya yang dapat dihasilkan dari kompor tenaga surya ini. Daya kompor ini perlu diketahui karena sangat penting untuk mengetahui apakah sudah maksimal atau belum rancangan dari kompor tenaga surya ini untuk memasak. Daya kompor itu dapat kita ketahui dengan cara mengalikan antara selisih temperatur air yang dipanaskan dengan hasil perkalian antara massa air dengan konstanta kapasitas panas, kemudian hasilnya dibagi dengan interval waktu pengukuran suhu.

Persamaan daya kompor tenaga surya :

$$P = (T_f - T_i)MC_v / 1800 \dots\dots\dots (2.1)^1$$

Dengan :

P = Daya kompor (Watt)

T_f = Suhu akhir (°C)

T_i = Suhu awal (°C)

M = Massa Benda (kg)

C_v = Konstanta kapasitas panas (4186 Jkg⁻¹K⁻¹)

Selain untuk mengetahui daya kompor tenaga surya, disini juga akan dihitung perbedaan suhu yang telah diukur dengan thermometer. Besarnya perbedaan suhu ini terlihat dari perbedaan suhu benda terukur dengan suhu lingkungan sekitar benda yang diukur.

Persamaan beda suhu kompor tenaga surya :

$$T_d = T_w - T_a \dots\dots\dots (2.2)^2$$

Dengan :

T_d = Perbedaan temperatur

T_w = Temperatur air

T_a = Temperatur lingkungan

Untuk menentukan perbedaan suhu yang lebih optimal, dalam pengukuran ini digunakan interval pengukuran suhu setiap 30 menit (1800 detik). Hal ini

¹ ASAE Standard : ASAE X580 (SE-414 Voting Draft revised by P. Funk on 04/03/2002)

² Ibid

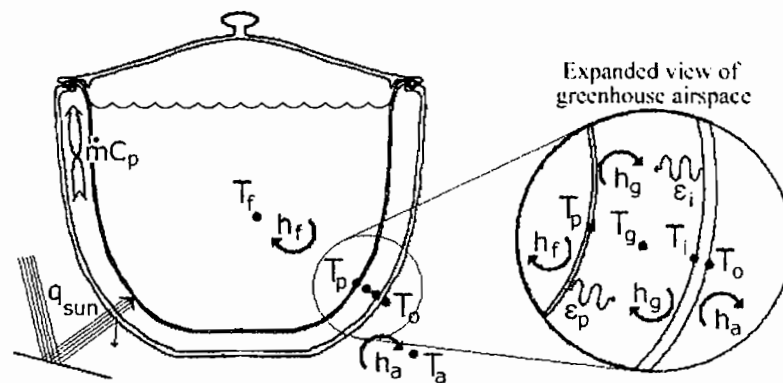
dimaksudkan untuk memudahkan dalam menganalisa kenaikan suhu yang terjadi pada proses pemanasan kompor surya tersebut.

2.4 Selubung

Selubung merupakan bagian dari kompor tenaga surya jenis *The Parvati Solar Cooker* yang terbuat dari plastik transparan tahan panas. Selubung ini berfungsi untuk mempertahankan suhu dalam plastik yang berupa panci yang berisi benda yang akan dipanaskan agar tidak terjadi penurunan suhu secara cepat maupun untuk menjaga suhu dalam plastik tidak terpengaruh oleh suhu lingkungan yang berubah-ubah secara cepat karena pengaruh dari mendung, hujan maupun oleh hembusan angin. Untuk menjaga supaya isolasi plastik tidak bersentuhan dengan panci dan untuk menjaga jarak isolasinya sama dipakai kerangka isolasi selubung yang terbuat dari kawat besi dilas dengan bentuk kubus dengan tiga macam variasi panjang sisi yaitu 15 cm, 16 cm, dan 17 cm. Tujuan digunakannya tiga variasi panjang sisi adalah untuk mengetahui perbedaan dan pengaruh panjang sisi rangka kubus dan volume ruangan isolasi yang berbeda terhadap temperatur pemanasan dalam panci. Selain itu juga digunakan kayu atau potongan kardus untuk menumpu panci yang berfungsi untuk mengatur posisi panci supaya tidak bersentuhan langsung dengan dasar reflektor maupun untuk mendapatkan pantulan sinar matahari yang maksimal.



Gambar 2.4 Panci dicat hitam dengan selubung plastik transparan
(Sumber : How to Make and Use the Solar Funnel cooker_files)



Gambar 2.5 Skema mekanisme perpindahan panas dari analisa selubung panci
(Sumber : Fairey,P., "An Analysis of Greenhouse Cookpot Design considerations For Low Cost Solar Cookers." Contract Report FSEC-CR-1283-01, Florida Solar Energy Center, Cocoa, FL, October 29, 2001)

Dari skema mekanisme perpindahan aliran energi matahari ke dalam panci dari analisa selubung panci di atas didapat persamaan-persamaan keseimbangan ketetapan perpindahan aliran energi matahari. Persamaan-persamaan ini dapat digunakan sebagai acuan analisa ketetapan perpindahan aliran energi matahari selubung panci karena pengaruh beberapa faktor, seperti koefisien konveksi atau perpindahan panas diluar selubung, absorptivitas atau kemampuan penyerapan

energi dari selubung dan panci, suhu fluida, kapasitas massa rata-rata aliran perembesan udara karena adanya celah, hambatan panas dari selubung, penerusan atau tranmisi selubung, emisivitas permukaan selubung dan panci serta koefisien konveksi selubung.

Persamaan-persamaan keseimbangan energi :

$$T_o: -q_{\text{sun}} * A_g + h_a(T_o - T_a) + 1/R_g(T_o - T_i) = 0 \quad \dots\dots\dots (2.3)^3$$

$$T_i: 1/R_g(T_i - T_o) + h_g(T_i - T_g) + E(T_i^4 - T_p^4) = 0 \quad \dots\dots\dots (2.4)^4$$

$$T_g: h_g(T_g - T_i) + h_g(T_g - T_p) + mCp(T_g - T_a) = 0 \quad \dots\dots\dots (2.5)^5$$

$$T_p: -q_{\text{sun}} * t_g * A_p + h_f(T_p - T_f) + h_g(T_p - T_g) + E(T_p^4 - T_i^4) = 0 \quad \dots\dots\dots (2.6)^6$$

$$T_f: h_f(T_f - T_p) = 0 \quad \dots\dots\dots (2.7)^7$$

Dengan

q_{sun} = aliran energi matahari

A = absorptivitas atau penyerapan

h = koefisien konveksi

T = suhu

mCp = kapasitas massa rata-rata aliran perembesan udara

³ Fairey, P., "An Analysis of Greenhouse Cookpot Design considerations For Low Cost Solar Cookers." Contract Report FSEC-CR-1283-01, Florida Solar Energy Center, Cocoa, FL, October 29, 2001

⁴ Ibid

⁵ Ibid

⁶ Ibid

⁷ Ibid

R_g = hambatan panas dari selubung

t_g = tranmisi atau penerusan sinar dari selubung

E = Emisivitas/effektivitas pemancaran $(1.713 \cdot 10^{-9} / (1/e_i + 1/e_p - 1))$

e = Pancaran permukaan

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Proses Penelitian

Dalam proses penelitian meliputi proses pencarian data-data mengenai seluk beluk tentang alat ini dari buku acuan, internet maupun dari contoh-contoh yang sudah ada. Proses selanjutnya adalah proses pembuatan alat dengan berbagai macam variasinya, setelah alat jadi dilanjutkan dengan proses pengujian. Setelah proses pengujian selesai dan didapatkan data-data maka dilakukan perhitungan sesuai dengan rumus yang ada kemudian dilakukan analisa dan pembahasan.

3.2 Pembuatan kompor masak tenaga surya jenis Parvati

Dalam proses pembuatan kompor masak tenaga surya ini menggunakan bahan bahan yang sangat sederhana. Selain itu biaya dalam pembuatan alat masak ini juga tidak membutuhkan biaya yang mahal, karena bahan-bahan yang dipakai dapat diperoleh disekitar kita atau dapat kita temui dalam kehidupan sehari-hari. Bahan bahan yang digunakan dalam pembuatan kompor masak tenaga surya :

1. Kardus (kertas karton) untuk alas atau dasar reflektor.
2. Kertas alumunium untuk penutup permukaan karton reflektor.
3. Kawat kecil untuk rangka isolasi selubung plastik.
4. Balok kayu untuk penumpu dan mengatur ketinggian panci.

5. Panci aluminium untuk tempat benda yang dipanaskan dan sebagai absorber.
6. Plastik transparan untuk selubung panci.
7. Lem dan isolatif

Pembuatan kolektor kompor tenaga surya jenis Parvati

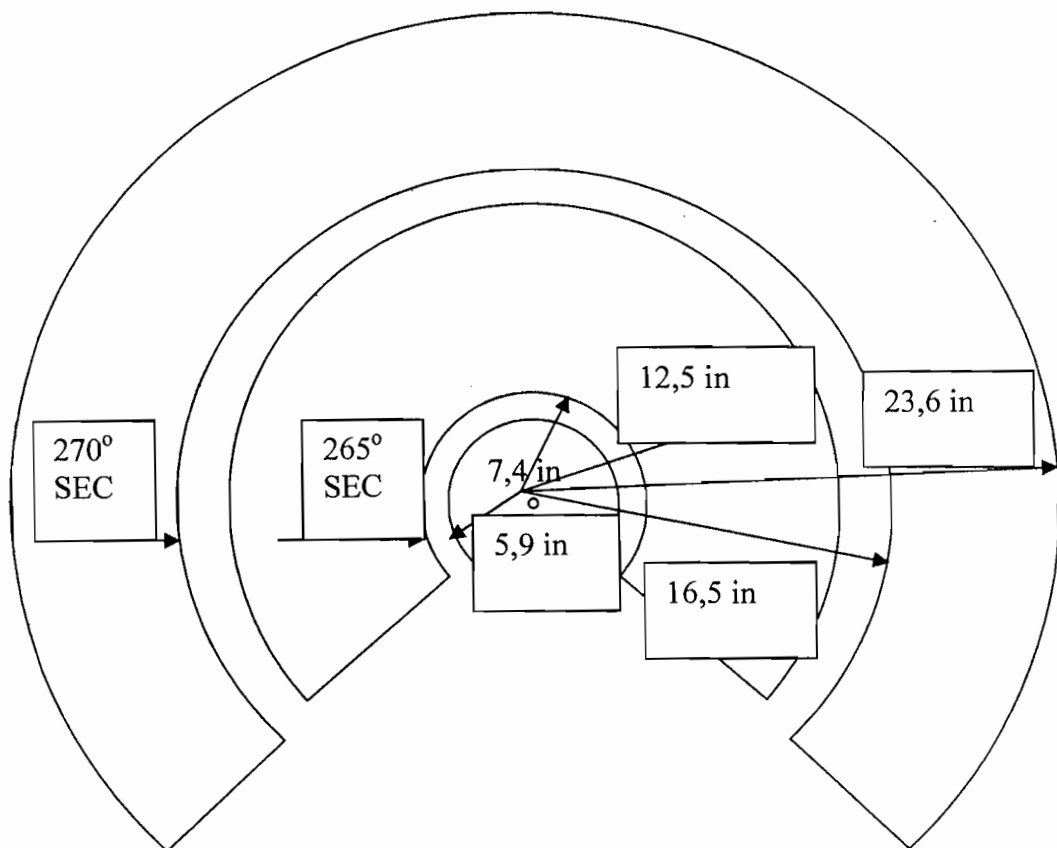
Kardus atau kertas karton dipotong berbentuk setengah lingkaran dengan ukuran garis tengah yang telah ditentukan. Setelah kita memperoleh potongan tersebut kemudian disatukan kedua potongan lingkaran tersebut hingga membentuk suatu kerucut pada bagian atasnya dengan menggunakan lem atau isolatif dan membentuk kerucut dengan lingkaran sebagai dasarnya, potongan berbentuk kerucut ini kita gunakan sebagai reflektor. Dengan menggunakan kardus yang kaku diharapkan agar reflektor terlindung dari gangguan angin, sehingga reflektor tidak mudah goyang sehingga energi matahari yang ditangkap dan dipantulkan reflektor tidak berubah. Setelah kerucut selesai disatukan maka bagian dalam ditempel *aluminium foil* dengan menggunakan lem, dalam penempelan *aluminium foil* ini harus hati-hati agar permukaan tetap mengkilat dan tidak kusut. Maka sekarang sudah terbentuk bagian reflektor yang berfungsi untuk menerima dan memantulkan energi matahari secara terpusat. Setelah itu kita menyiapkan potongan balok kayu dengan ukuran yang telah ditentukan pula yang dipakai sebagai alas panci yang akan dipakai untuk memasak dengan tujuan supaya panci tidak bersentuhan langsung dengan reflektor dan mengatur ketinggian panci untuk mendapatkan energi matahari yang maksimal. Untuk menjaga agar panas yang didapatkan tidak terhubung dengan udara



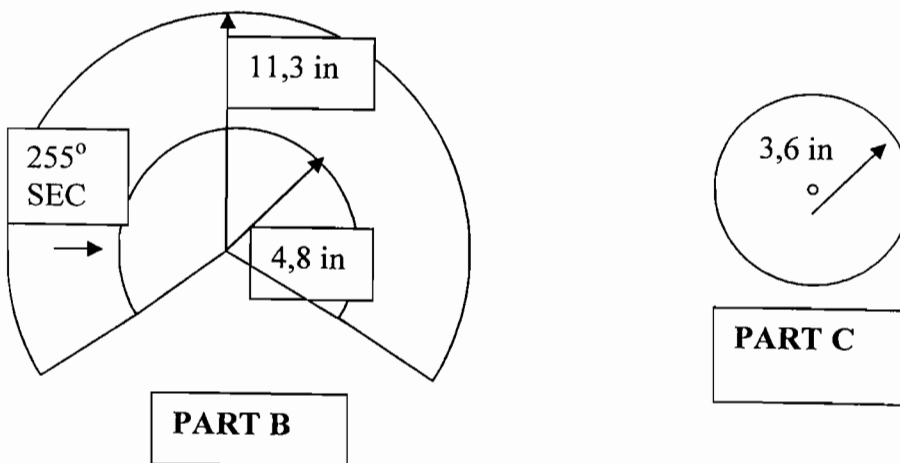
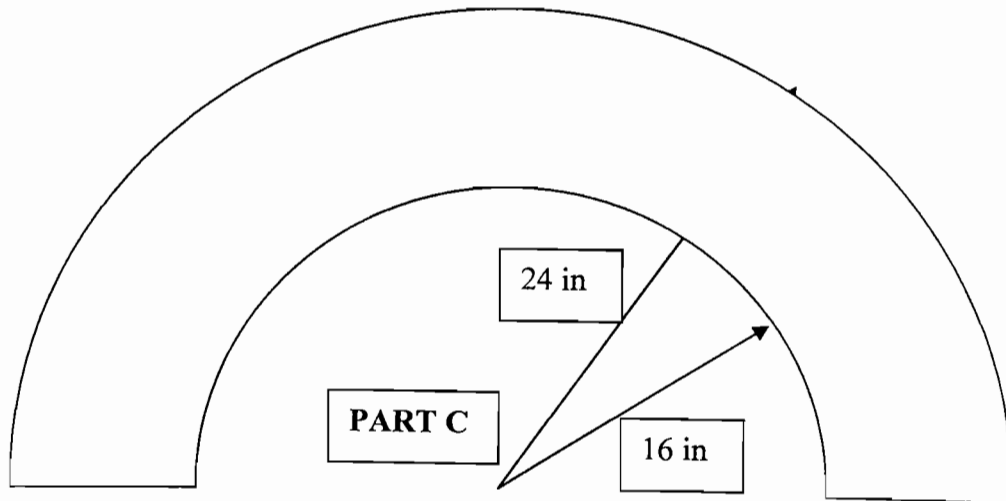
luar yang maka panci alumunium dibungkus dengan plastik transparan tahan panas yang sebelumnya telah diberi kerangka isolasi dengan tujuan memberikan perlindungan pada plastik supaya tidak bersentuhan langsung dengan panci alumunium. Setelah peralatan terakit semua, kompor tenaga surya *The Parvati Solar Cooker* siap untuk digunakan.

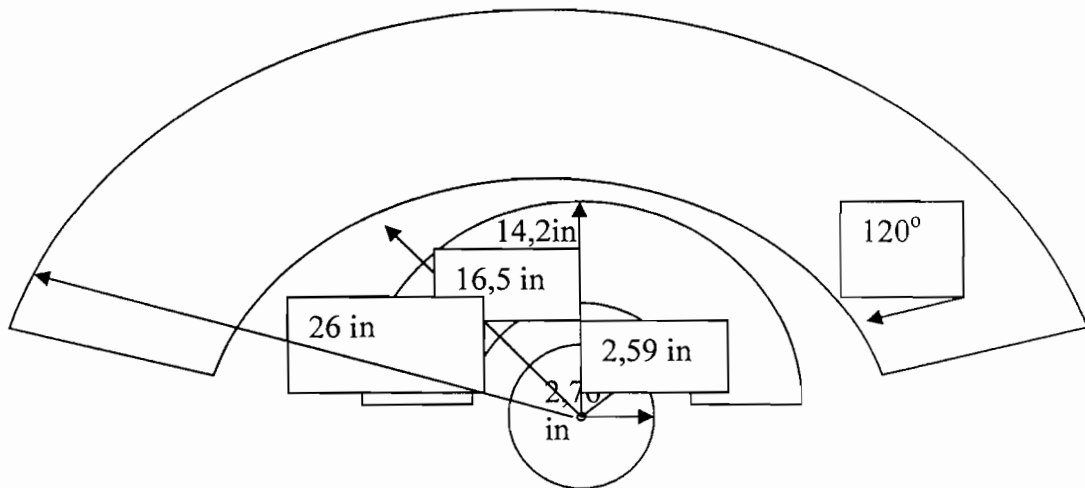
Skema ukuran pembuatan reflektor kompor tenaga surya jenis Parvati

1. Kolektor dengan sudut 45° .

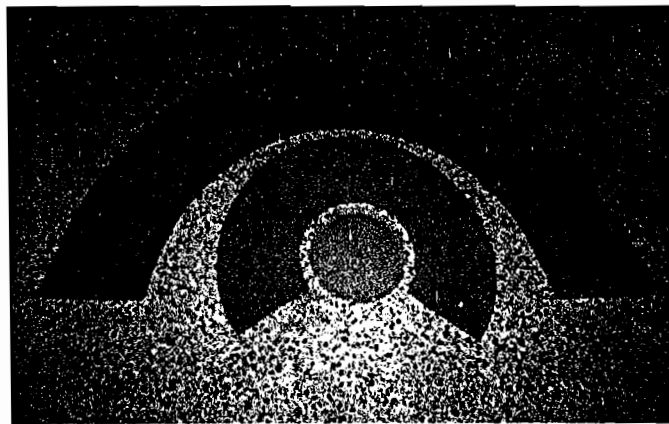


2. Kolektor dengan sudut 60° .



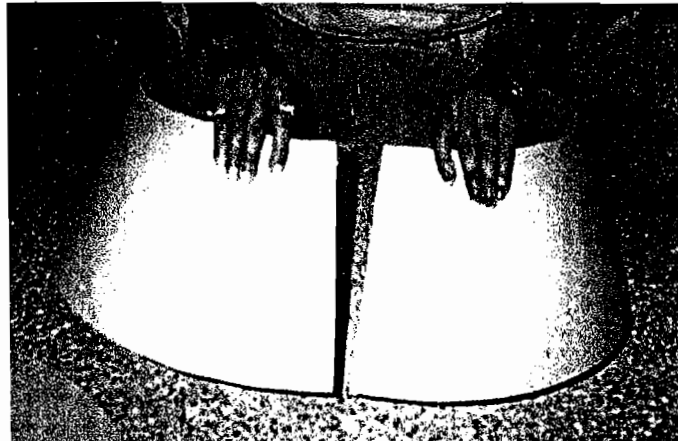
3. Kolektor sudut 75° 

Gambar langkah-langkah pembuatan reflektor kompor tenaga surya jenis Parvati



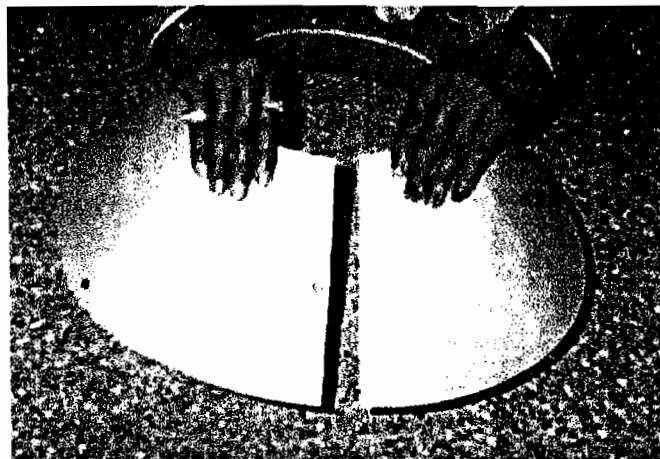
Gambar 3.1 Pemotongan tiga bagian dari kertas karton sesuai dengan ukuran.

(Sumber : Low Cost Parvati Solar Cooker_files)



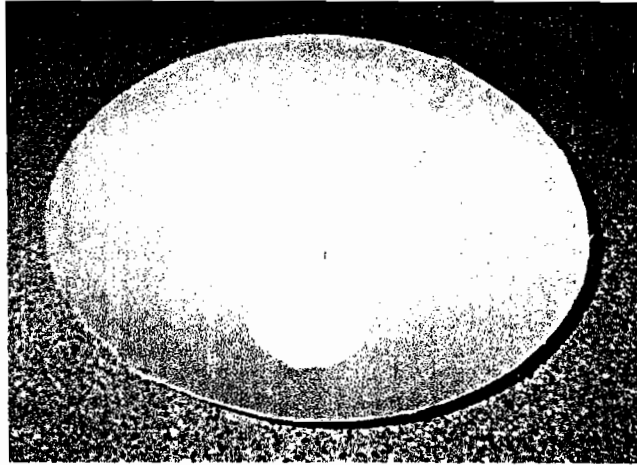
Gambar 3.2 Penggabungan dua sisi bagian atas corong reflector

(Sumber : Low Cost Parvati Solar Cooker_files)



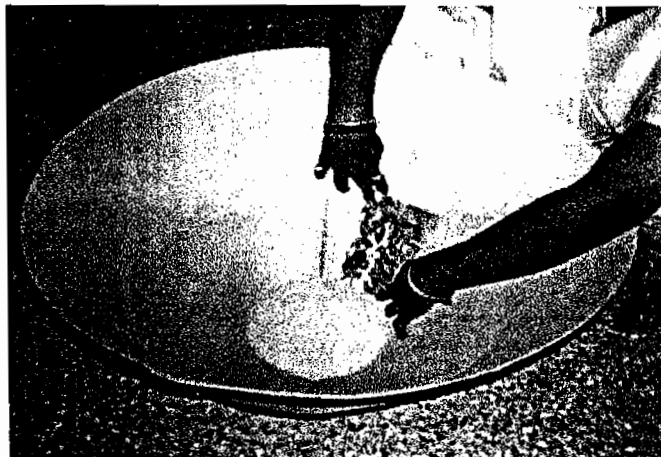
Gambar 3.3 Penggabungan dua sisi bagian bawah dari corong reflector.

(Sumber : Low Cost Parvati Solar Cooker_files)



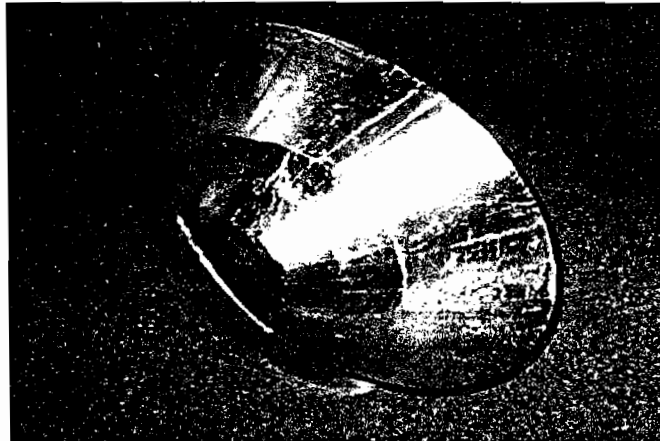
Gambar 3.4 Penggabungan tiga bagian dari untuk membentuk reflektor

(Sumber : Low Cost Parvati Solar Cooker_files)



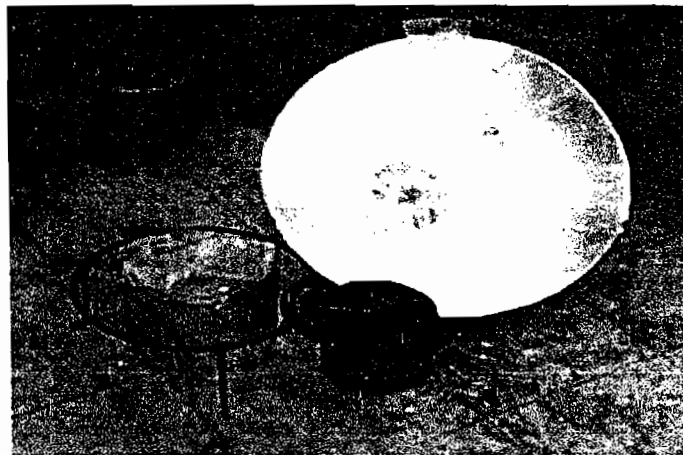
Gambar 3.5 Penempelan kertas alumunium foil sebagai permukaan reflector.

(Sumber : Low Cost Parvati Solar Cooker_files)



Gambar 3.6 Reflektor yang sudah jadi.

(Sumber : Low Cost Parvati Solar Cooker_files)



Gambar 3.7 Reflektor, panci pemasak,udukan reflector, dan plastic isolasi.

(Sumber : Low Cost Parvati Solar Cooker_files)

3.3 Variasi kompor tenaga surya jenis Parvati

Dalam perancangan kompor tenaga surya jenis *Parvati Solar Cooker* ini dibuat dengan beberapa macam variasi. Tujuan dibuatnya beberapa macam variasi ini :

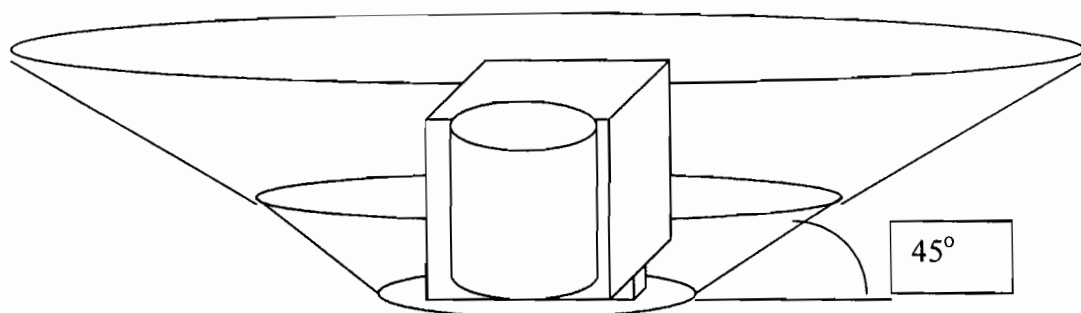
1. Untuk mengetahui kompor tenaga surya mana yang mempunyai daya kerja maksimal.
2. Untuk melihat adanya perubahan dan pengaruh-pengaruh karena adanya variasi-variasi tersebut.

Variasi-variasi yang dilakukan pada pembuatan dan pengujian kompor tenaga surya jenis Parvati adalah:

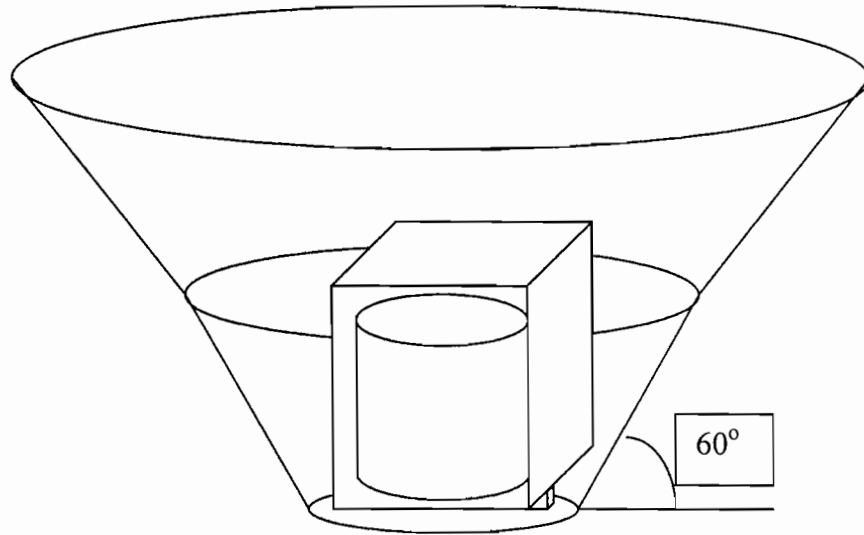
3.3.1. Variasi sudut kemiringan reflektor

Dalam variasi sudut kemiringan ini dibedakan menjadi tiga macam yaitu sudut kemiringan 45° , 60° , 75° :

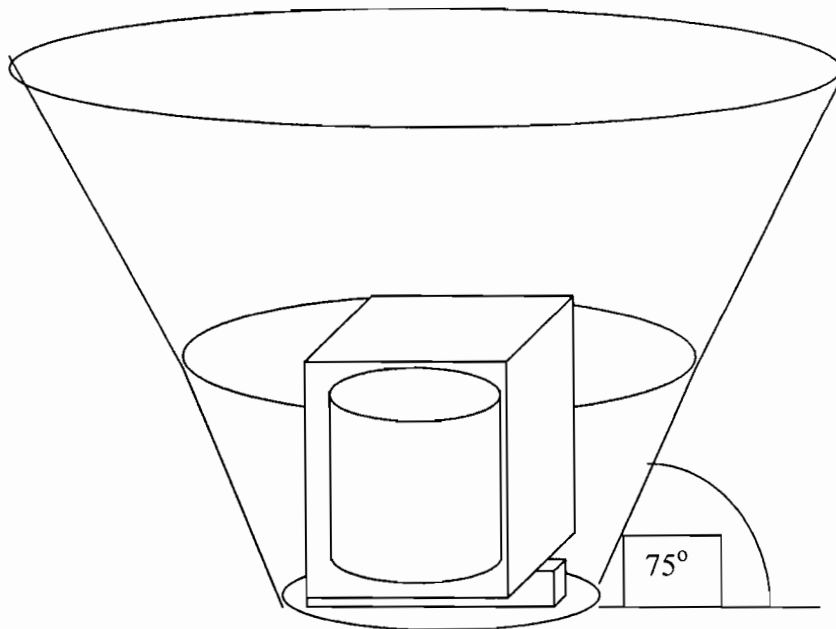
1. Skema alat dengan sudut kemiringan reflektor 45°



2. Skema alat dengan sudut kemiringan reflector 60°



3. Skema alat dengan sudut kemiringan reflektor 75°



3.3.2 Kerangka isolasi selubung plastik

Kerangka isolasi terbuat dari kawat kecil yang dilas dengan ukuran 15 cm, 16 cm, 17 cm yang berbentuk kubus yang berfungsi untuk menahan plastic agar tidak menyentuh dinding panci.

3.3.3 Panci alat masak

Panci alat masak terbuat dari alumunium dengan diameter 14 cm dan tinggi 14 cm, dipilih alumunium karena mempunyai massa jenis yang sudah pasti, yang berguna untuk menghitung daya kompor.

3.3.4 Bahan yang diuji

Bahan yang diuji terdiri dari tiga macam yaitu air, zeolit, dan karbon aktif granul.

Meskipun setiap alat mempunyai kemiringan sudut yang berbeda untuk tiap alat masak tetapi luas dari ketiga kompor masak yang dirancang ini memiliki luas reflektor yang sama. Luas kolektor yang dipakai adalah 4742 cm^2 . Dengan beberapa macam variasi diatas dimaksudkan untuk mengetahui kompor mana yang mampu menghasilkan daya kerja yang paling baik dengan luas reflektor sama tetapi dengan kemiringan sudut yang berbeda, panjang kerangka isolasi selubung plastik yang berbeda, warna panci yang berbeda dan bahan yang diuji berbeda pula..

3.4 Hasil Pengukuran Kalibrasi

Untuk mendapatkan suhu yang mendekati sebenarnya dalam pengambilan data dari kompor tenaga surya, perlu dilakukan kalibrasi. Pengukuran yang dilakukan

dalam percobaan kompor masak tenaga surya menggunakan termokopel yang dihubungkan pada saklar rotari melalui kabel penghantar kemudian dihubungkan pada thermometer kurang akurat sehingga perlu dilakukan kalibrasi. Proses pengukuran data adalah sebagai berikut, panas yang diterima oleh termokopel dihantarkan melalui kawat penghantar dan diteruskan ke alat pengukur temperatur. Sehingga pada alat ukur yang terbaca berupa besarnya temperatur yang dihasilkan oleh kompor tenaga surya tersebut.

Dalam pengukuran ini terdapat beberapa kelemahan yaitu, pengukuran yang menggunakan kawat penghantar secara otomatis panas yang mengalir sebagian kecil menjadi hilang karena hambatan yang dimiliki kawat penghantar. Tujuan penggunaan kabel penghantar adalah untuk mempercepat pada saat pengambilan data, sehingga pengukuran alat yang satu dengan yang lain tidak terjadi selang waktu yang lama. Akibat panjang kawat penghantar yang digunakan maka dalam pembacaan alat mengalami perbedaan temperatur dengan pengukuran yang dilakukan tanpa menggunakan kawat penghubung. Hasil kalibrasi dilakukan dengan cara membandingkan pengukuran menggunakan kawat penghubung dengan pengukuran secara langsung. Proses ini dilakukan dengan mengukur temperatur air panas yang dicampur dengan air dingin secara berkala, kemudian diukur secara bersamaan dengan termokopel yang disambung dengan kawat penghubung dan diukur dengan termokopel yang langsung terhubung dengan thermometer.

Tabel 3.1 Hasil Pengukuran secara langsung

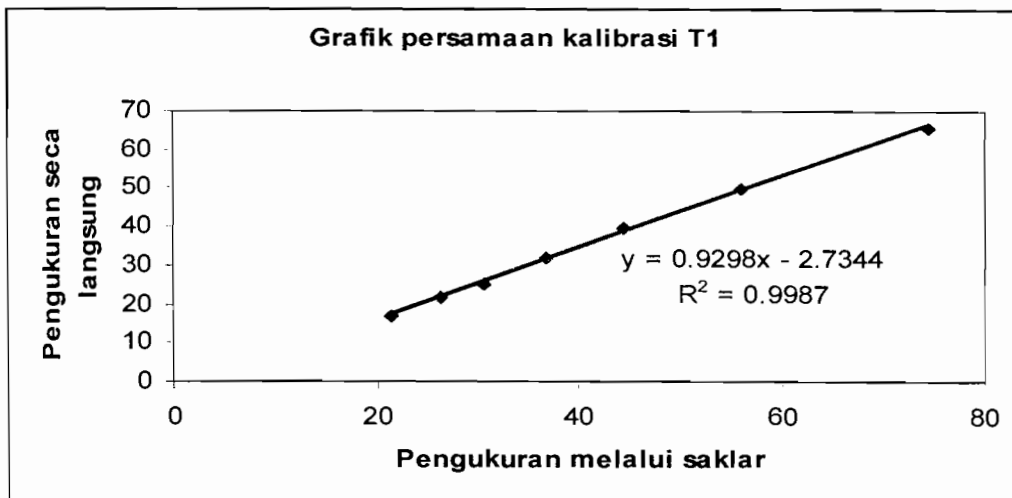
VARIASI SUHU	PENGUKURAN LANGSUNG (°C)	PENGUKURAN MELALUI SAKLAR I		
		T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	T ₃ (°C)
1	74.4	65.7	65.7	65.8
2	56.1	49.9	49.8	49.7
3	44.5	39.7	39.6	39.8
4	36.8	31.7	31.8	31.9
5	30.5	25.1	25.2	25.3
6	26.3	21.7	21.6	21.7
7	21.4	16.7	16.5	16.8

Dengan :

Saklar T₁ = termokopel yang terhubung dengan kompor tenaga surya dengan kemiringan sudut reflector 45°.

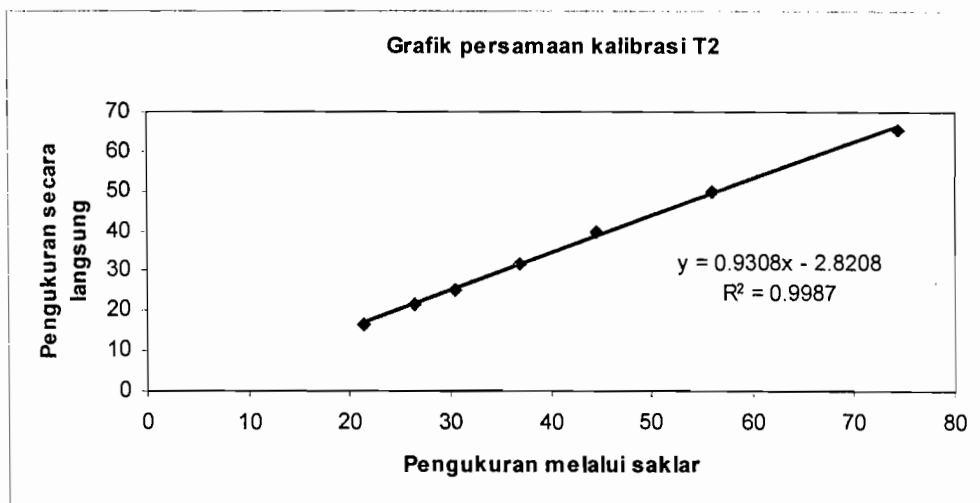
Saklar T₂ = termokopel yang terhubung dengan kompor tenaga surya dengan kemiringan sudut reflector 60°.

Saklar T₃ = termokopel yang terhubung dengan kompor tenaga surya dengan kemiringan sudut reflektor 75°.



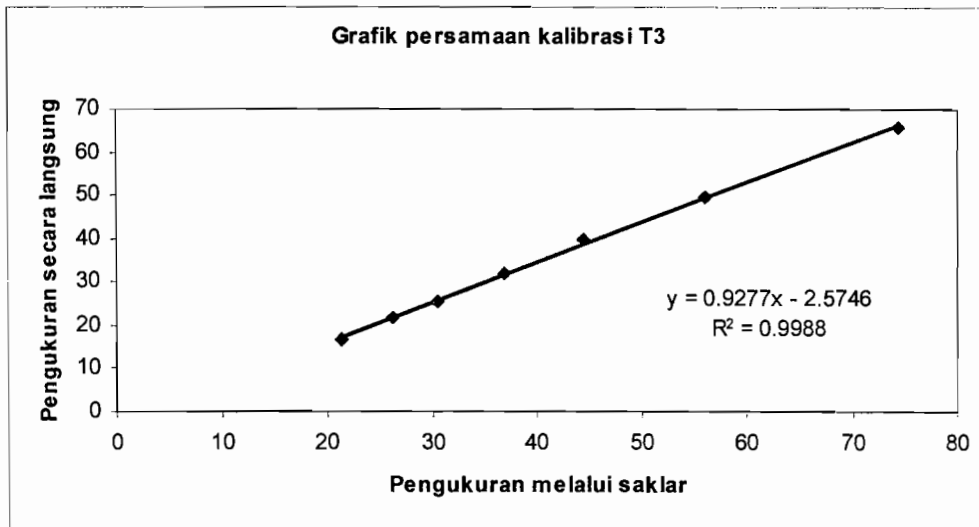
Gambar 3.8 Grafik pengukuran saklar 1 dengan pengukuran secara langsung.

Dari gambar grafik diatas diperoleh persamaan kalibrasi untuk kemiringan sudut reflektor 45° adalah $y = 0.9298x - 2.7344$



Gambar 3.9 Grafik pengukuran saklar 1 dengan pengukuran secara langsung.

Dari gambar grafik diatas diperoleh persamaan kalibrasi untuk kompor tenaga surya dengan kemiringan sudut 60° adalah $y = 0.9308x - 2.8208$



Gambar 3.10 Grafik pengukuran saklar 1 dengan pengukuran secara langsung

Dari grafik diatas diperoleh persamaan kalibrasi untuk kompor tenaga surya dengan kemiringan sudut 75° adalah $y = 0.9277x - 2.5746$

Dari ketiga grafik diatas telah diperoleh tiga buah persamaan yang dipakai sebagai kalibrasi suhu dari ketiga jenis kompor surya *Parvati Solar Cooker*.

3.5 Pemakaian alat ukur

Pada pengambilan data untuk memperoleh data yang akurat untuk ketiga kompor tenaga surya ini digunakan thermometer digital jenis APPA 55. Thermometer dihubungkan dengan termokopel dengan menggunakan kabel penghantar. Ujung termokopel diletakkan tepat ditengah benda uji. Panas yang diterima oleh termokopel ini kemudian diteruskan ke alat ukur. Prinsip kerja thermometer adalah panas yang diterima oleh alat ukur diubah ke dalam energi listrik, kemudian energi listrik diubah

kedalam angka digital yang menunjukkan temperatur. Dalam pengukuran ini digunakan kabel karena panjang dari temokopel tidak dapat langsung dihubungkan ke thermometer sehingga diperlukan kawat penghubung.

BAB IV

HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Tabel-tabel data hasil pengamatan dan pengujian

Disini ditampilkan tabel data hasil pengujian dari kompor tenaga surya jenis *Parvati Solar Cooker* dengan beberapa macam variasi. Jenis-jenis variasi tersebut adalah :

1. Sudut reflektor yaitu variasi sudut 45° , 60° dan 75° .
2. Warna panci, yaitu panci dengan warna aluminium aslinya yaitu perak dan yang kedua adalah panci dengan dicat hitam.
3. Ukuran panjang sisi kerangka isolasi selubung plastik yaitu dengan ukuran 15 cm, 16 cm, dan 17 cm.
4. Macam benda yang diuji yaitu air, zeolit, dan karbon aktif granul.

Data-data tabel dibawah ini sudah merupakan data hasil kalibrasi yang merupakan data yang sebenarnya.

Daftar tabel-tabel hasil pengamatan pada pengujian kompor tenaga surya jenis *Parvati solar Cooker* :

1. Panci aluminium tanpa di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik 16 cm dan bahan yang diuji adalah air (H_2O).

Tabel 4.1 Data pengamatan pengujian air (H₂O), Selasa 25 juni 2004

WAKTU	PARVATI COOKER			T Lingkungan (°C)
	45° (°C)	60°(°C)	75° (°C)	
09:00	28,51	31,23	31,48	28,4
09:30	35,83	49,57	47,73	30,6
10:00	40,78	52,16	53,14	30,4
10:30	45,09	54,86	56,72	31,2
11:00	48,00	56,58	58,56	32,1
11:30	51,66	58,31	60,62	31,4
12:00	53,49	66,72	64,73	31,5
12:30	54,67	68,99	68,09	30,5
13:00	58,55	70,18	70,58	31,4
13:30	65,22	66,18	66,57	30,4
14:00	62,96	65,21	63,76	29,6
14:30	62,42	63,70	62,78	28,3
15:00	61,45	63,06	62,13	27,5

Tabel 4.2 Data pengamatan pengujian air (H₂O), Rabu 26 juni 2004

WAKTU	PARVATI SOLAR COOKER			T Lingkungan (°C)
	45° (°C)	60° (°C)	75° (°C)	
09:00	31.41	31.44	29.31	27.8
09:30	38.74	44.39	45.34	29.3
10:00	42.29	58.09	48.92	32.3
10:30	50.26	58.52	51.41	31.8
11:00	52.63	60.47	54.12	28.2
11:30	57.47	63.70	58.56	29.1
12:00	61.89	68.56	59.75	28.8
12:30	62.32	69.85	61.59	30.5
13:00	64.04	71.69	63.22	30.8
13:30	60.92	70.50	63.97	29.7
14:00	53.49	68.13	62.89	29.2
14:30	57.04	67.16	62.67	28.7
15:00	54.24	64.78	61.70	27.9

2. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik 16 cm dan bahan yang diuji adalah air.

Tabel 4.3 Data pengamatan pengujian air (H₂O), Sabtu 12 juni 2004

WAKTU	PARVATI SOLAR COOKER			T Lingkungan (°C)
	45° (°C)	60°(°C)	75° (°C)	
09:00	32.60	32.52	32.56	29.2
09:30	46.81	47.52	41.66	30.8
10:00	55.21	53.24	44.48	30.4
10:30	60.27	58.31	58.99	30.1
11:00	65.65	61.55	63.65	30.3
11:30	69.53	71.15	74.48	31.0
12:00	74.27	77.73	80.01	30.6
12:30	91.39	95.10	93.44	30.2
13:00	85.46	87.76	86.18	29.9
13:30	81.16	82.91	84.23	29.8
14:00	78.90	81.83	77.08	30.4
14:30	55.86	78.49	73.94	29.6
15:00	74.48	76.97	68.20	29.2

Tabel 4.4 Data pengamatan pengujian air (H₂O), Selasa 15 juni 2004

WAKTU	PARVATI SOLAR COOKER			T Lingkungan (°C)
	45° (°C)	60°(°C)	75°(°C)	
09:00	31.52	31.12	30.94	27.8
09:30	44.55	44.39	40.25	29.1
10:00	51.12	55.61	53.14	30.2
10:30	58.12	64.78	63.00	30.8
11:00	63.07	79.13	73.94	31.1
11:30	68.56	85.28	81.09	29.0
12:00	73.73	92.62	84.23	29.7
12:30	87.51	100.28	93.87	31.4
13:00	78.57	98.77	89.86	30.8
13:30	75.67	93.81	85.96	29.8
14:00	70.18	86.36	76.97	28.7
14:30	64.68	80.64	72.21	28.6
15:00	60.27	74.49	62.57	28.3

3. Panci aluminium dicat hitam dengan panjang kerangka isolasi plastik 16 cm dan bahan yang diuji adalah zeolit.

Tabel 4.5 Data pengamatan pengujian Zeolit, Jumat 11 juni 2004

WAKTU	PARVATI SOLAR COOKER			T Lingkungan (°C)
	45° (°C)	60° (°C)	75°(°C)	
09:00	32.81	32.84	32.67	29.6
09:30	49.18	48.27	45.34	30.8
10:00	59.09	63.27	59.97	31.2
10:30	64.90	78.81	69.28	31.8
11:00	71.36	92.19	82.71	32.5
11:30	77.17	92.40	81.74	31.8
12:00	78.57	92.94	81.95	32.6
12:30	78.36	92.51	83.15	31.9
13:00	75.67	89.92	82.39	32.2
13:30	67.81	83.56	77.95	31.6
14:00	62.64	80.43	71.66	30.8
14:30	59.09	76.00	67.98	30.6
15:00	57.36	71.47	66.36	30.2

Tabel 4.6 Data pengamatan pengujian Zeolit, Rabu 16 juni 2004

WAKTU	PARVATI SOLAR COOKER			T Lingkungan (°C)
	45°(°C)	60° (°C)	75°(°C)	
09:00	31.52	31.23	31.37	28.4
09:30	44.44	45.68	44.48	29.6
10:00	63.39	68.99	61.05	30.7
10:30	70.71	81.29	75.56	30.5
11:00	75.56	90.79	83.25	30.8
11:30	80.84	92.51	88.02	31.4
12:00	88.91	95.21	90.84	32.8
12:30	93.11	96.83	94.30	31.7
13:00	87.94	88.84	87.59	30.9
13:30	72.65	76.11	73.72	30.6
14:00	65.98	66.83	66.03	30.4
14:30	62.53	60.68	62.78	30.2
15:00	60.16	57.23	56.17	29.8

4. Panci aluminium dicat hitam dengan panjang kerangka isolasi plastik 16 cm dan bahan yang diuji adalah karbon aktif granul

Tabel 4.7 Data pengamatan pengujian Karbon aktif, Rabu 9 juni 2004

WAKTU	PARVATI SOLAR COOKER			T Lingkungan (°C)
	45°(°C)	60°(°C)	75° (°C)	
09:00	31.63	31.55	31.37	28.3
09:30	42.40	49.03	44.26	31.1
10:00	61.78	66.29	69.61	32.9
10:30	69.96	76.76	74.16	29.3
11:00	69.75	73.09	69.93	28.9
11:30	72.76	69.21	77.73	30.2
12:00	70.07	76.97	73.40	31.8
12:30	83.63	83.99	84.01	30.2
13:00	79.22	90.89	80.87	34.1
13:30	78.90	81.61	83.47	33.4
14:00	64.47	75.36	62.46	33.0
14:30	64.15	67.37	61.59	31.8
15:00	60.27	52.48	59.53	31.4

Tabel 4.8 Data pengamatan pengujian Karbon aktif, Kamis 10 juni 2004

WAKTU	PARVATI SOLAR COOKER			T Lingkungan (°C)
	45°(°C)	60°(°C)	75° (°C)	
09:00	31.63	31.33	31.80	27.3
09:30	42.40	49.03	44.26	30.1
10:00	52.09	55.50	54.44	31.9
10:30	58.12	65.97	63.32	29.3
11:00	65.44	70.93	69.93	29.9
11:30	72.76	75.68	74.48	30.2
12:00	75.45	79.13	77.73	31.8
12:30	83.63	83.99	81.85	32.2
13:00	79.22	80.10	78.71	33.1
13:30	75.67	76.22	75.89	32.4
14:00	73.08	73.20	71.12	31.0
14:30	67.38	69.53	65.92	30.8
15:00	63.50	64.35	60.62	28.4

5. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik 17 cm dan bahan yang diuji adalah air (H_2O).

Tabel 4.9 Data pengamatan pengujian air (H_2O), Senin 28 juni 2004

WAKTU	PARVATI SOLAR COOKER			T Lingkungan ($^{\circ}C$)
	45 $^{\circ}$ ($^{\circ}C$)	60 $^{\circ}$ ($^{\circ}C$)	75 $^{\circ}$ ($^{\circ}C$)	
09:00	30.66	30.69	30.50	28.7
09:30	40.89	39.97	39.17	29.6
10:00	44.44	44.82	46.64	30.3
10:30	50.47	52.16	52.93	31.2
11:00	56.39	58.09	58.45	31.3
11:30	64.68	71.36	70.04	30.8
12:00	75.99	80.86	79.03	30.3
12:30	82.13	86.47	82.28	31.2
13:00	87.73	94.89	87.37	32.8
13:30	80.08	94.02	87.05	31.2
14:00	70.50	91.65	86.61	30.8
14:30	66.08	81.40	74.81	30.6
15:00	61.89	70.82	61.16	28.6

Tabel 4.10 Data pengamatan pengujian air (H_2O), Selasa 29 juni 2004

WAKTU	PARVATI SOLAR COOKER			T Lingkungan ($^{\circ}C$)
	45 $^{\circ}$ ($^{\circ}C$)	60 $^{\circ}$ ($^{\circ}C$)	75 $^{\circ}$ ($^{\circ}C$)	
09:00	29.91	30.69	30.72	26.7
09:30	38.63	37.48	37.87	28.1
10:00	43.37	42.45	41.66	28.7
10:30	50.58	49.46	51.30	29.8
11:00	61.45	55.72	63.97	30.4
11:30	67.70	66.29	69.06	30.8
12:00	74.91	75.79	76.76	31.3
12:30	74.27	76.22	77.08	30.5
13:00	73.84	76.44	79.46	30.2
13:30	68.45	70.07	71.12	29.1
14:00	61.35	63.70	62.78	28.2
14:30	57.26	54.96	58.45	27.9
15:00	52.19	52.37	53.36	27.5

6. Panci aluminium dicat hitam dengan panjang kerangka isolasi plastik 17 cm dan bahan yang diuji adalah zeolit

Tabel 4.11 Data pengamatan pengujian Zeolit, Sabtu 19 juni 2004

WAKTU	PARVATI SOLAR COOKER			T Lingkungan (°C)
	45° (°C)	60° (°C)	75° (°C)	
09:00	35.40	35.76	34.94	28.9
09:30	56.18	49.35	45.67	29.1
10:00	74.05	61.22	61.27	29.6
10:30	75.02	67.26	68.09	30.1
11:00	76.21	74.92	77.41	30.5
11:30	79.33	80.64	80.11	31.3
12:00	83.63	89.38	88.89	31.5
12:30	82.99	90.79	85.96	31.4
13:00	80.30	81.40	85.10	33.2
13:30	67.91	80.43	80.55	30.7
14:00	59.73	62.62	63.97	30.0
14:30	59.30	61.44	60.72	29.8
15:00	66.73	55.83	54.98	30.1

Tabel 4.12 Data pengamatan pengujian Zeolit, Selasa 22 juni 2004

WAKTU	PARVATI SOLAR COOKER			T Lingkungan (°C)
	45° (°C)	60° (°C)	75° (°C)	
09:00	34.32	33.92	34.73	29.1
09:30	44.33	46.12	41.98	29.7
10:00	52.41	54.96	51.64	29.3
10:30	60.49	63.70	57.15	29.8
11:00	70.61	69.42	65.06	30.2
11:30	64.58	67.37	61.48	29.6
12:00	59.62	64.03	64.95	28.7
12:30	65.87	69.31	66.14	30.2
13:00	75.45	86.47	66.25	29.6
13:30	71.36	79.78	63.97	30.1
14:00	63.50	72.12	64.62	30.6
14:30	60.59	65.00	59.21	29.6
15:00	55.21	53.88	53.03	29.2

7. Panci aluminium dicat hitam dengan panjang kerangka isolasi plastik 17 cm dan bahan yang diuji adalah karbon aktif granul.

Tabel 4.13 Data pengamatan pengujian Karbon aktif, Kamis 24 juni 2004

WAKTU	PARVATI SOLAR COOKER			T Lingkungan (°C)
	45° (°C)	60° (°C)	75° (°C)	
09:00	32.92	32.95	33.10	29.2
09:30	44.01	51.83	48.81	30.5
10:00	53.59	59.97	59.42	31.2
10:30	58.65	72.87	63.00	31.3
11:00	64.79	80.21	67.22	32.4
11:30	71.36	83.13	70.15	31.9
12:00	79.65	89.81	87.05	32.4
12:30	71.36	82.05	79.25	30.2
13:00	61.67	67.91	64.84	31.8
13:30	60.27	65.54	62.78	30.9
14:00	59.52	61.65	59.97	30.6
14:30	56.72	59.28	59.10	30.3
15:00	53.06	58.74	58.88	29.8

8. Panci dicat hitam dengan panjang kerangka isolasi plastik 15 cm dan bahan yang diuji adalah air (H_2O)

Tabel 4.14 Data pengamatan pengujian air (H_2O), Rabu 30 juni 2004

WAKTU	PARVATI SOLAR COOKER			T Lingkungan ($^{\circ}C$)
	45 $^{\circ}$ ($^{\circ}C$)	60 $^{\circ}$ ($^{\circ}C$)	75 $^{\circ}$ ($^{\circ}C$)	
09:00	31.09	31.23	31.26	29.3
09:30	38.41	38.13	35.49	29.5
10:00	45.63	45.14	43.83	29.7
10:30	54.13	52.81	50.76	30.0
11:00	64.68	63.49	62.78	30.1
11:30	67.81	67.37	64.62	31.0
12:00	73.73	72.66	69.50	31.8
12:30	88.91	93.05	91.38	32.7
13:00	85.46	88.30	86.83	32.3
13:30	78.79	86.15	84.66	30.6
14:00	72.65	83.23	80.66	30.4
14:30	67.81	75.57	72.75	29.7
15:00	60.70	67.26	64.84	29.3

Tabel 4.15 Data pengamatan pengujian air (H_2O), Kamis 1 juli 2004

WAKTU	PARVATI SOLAR COOKER			T Lingkungan ($^{\circ}C$)
	45 $^{\circ}$ ($^{\circ}C$)	60 $^{\circ}$ ($^{\circ}C$)	75 $^{\circ}$ ($^{\circ}C$)	
09:00	30.34	30.15	30.18	28.9
09:30	39.27	39.64	37.54	29.7
10:00	46.92	49.89	47.73	30.1
10:30	56.18	57.12	54.87	30.7
11:00	64.04	64.46	62.67	31.4
11:30	69.10	69.42	70.26	31.9
12:00	76.96	74.82	78.06	32.7
12:30	86.43	88.95	87.91	33.2
13:00	80.84	84.64	83.58	32.6
13:30	77.50	78.59	81.95	31.2
14:00	73.30	71.26	80.55	29.8
14:30	68.99	70.28	76.86	29.6
15:00	64.15	68.13	72.96	29.3

9. Panci dicat hitam dengan panjang kerangka isolasi plastik 15 cm dan bahan yang diuji adalah zeolit.

Tabel 4.16 Data pengamatan pengujian Zeolit, Kamis 17 juni 2004

WAKTU	PARVATI SOLAR COOKER			T Lingkungan (°C)
	45° (°C)	60°(°C)	75°(°C)	
09:00	31.41	31.66	31.37	28.6
09:30	45.52	48.60	45.13	29.1
10:00	63.07	66.94	64.95	30.3
10:30	68.88	76.76	76.21	29.7
11:00	77.17	80.97	79.14	30.1
11:30	79.97	89.49	84.23	31.5
12:00	84.71	95.75	87.70	32.6
12:30	91.82	102.12	97.66	33.1
13:00	87.40	97.04	94.74	32.3
13:30	74.59	84.42	77.62	31.8
14:00	62.85	76.87	72.64	32.1
14:30	57.90	59.82	57.15	32.2
15:00	55.86	57.01	52.93	31.1

Tabel 4.17 Data pengamatan pengujian Zeolit, Jumat 18 juni 2004

WAKTU	PARVATI SOLAR COOKER			T Lingkungan (°C)
	45°(°C)	60°(°C)	75°(°C)	
09:00	32.38	31.76	32.99	28.9
09:30	48.32	45.25	43.07	29.2
10:00	57.69	56.91	51.84	30.1
10:30	60.16	66.18	67.98	30.3
11:00	65.87	79.89	81.85	31.2
11:30	73.73	90.89	84.12	30.9
12:00	77.39	91.86	94.20	30.3
12:30	79.00	96.29	100.48	31.4
13:00	73.51	89.81	94.41	30.2
13:30	68.02	82.48	86.40	30.4
14:00	60.49	74.39	72.42	30.5
14:30	58.12	67.37	66.25	30.1
15:00	53.92	57.23	56.28	29.8

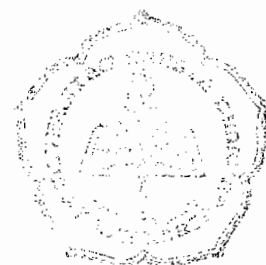
10. Panci dicat hitam dengan panjang kerangka isolasi plastik 15 cm dan bahan yang diuji adalah karbon aktif granul.

Tabel 4.18 Data pengamatan pengujian Karbon aktif, Jumat 25 juni 2004

WAKTU	PARVATI SOLAR COOKER			T Lingkungan (°C)
	45° (°C)	60° (°C)	75° (°C)	
09:00	33.24	33.38	32.99	28.7
09:30	42.50	47.41	49.57	30.1
10:00	53.38	62.73	63.11	30.3
10:30	65.22	69.85	73.51	30.5
11:00	74.48	79.24	82.28	30.6
11:30	73.08	81.83	81.63	31.0
12:00	74.81	93.81	81.31	32.1
12:30	74.16	81.83	73.51	30.2
13:00	74.59	68.02	65.06	30.0
13:30	69.85	70.72	68.74	30.4
14:00	65.76	69.85	69.06	30.3
14:30	62.64	66.94	65.92	29.9
15:00	61.35	61.22	63.11	30.1

Tabel 4.19 Data pengamatan pengujian Karbon aktif, Sabtu 26 juni 2004

WAKTU	PARVATI SOLAR COOKER			T Lingkungan (°C)
	45° (°C)	60° (°C)	75° (°C)	
09:00	32.17	31.66	32.34	28.9
09:30	53.92	52.05	51.95	29.2
10:00	72.11	73.09	71.88	31.5
10:30	79.00	80.43	77.19	31.8
11:00	87.30	90.03	83.47	32.1
11:30	88.91	92.51	88.56	32.4
12:00	83.85	87.98	87.80	31.2
12:30	81.48	85.28	84.01	30.9
13:00	80.19	84.10	83.58	31.6
13:30	73.30	82.80	80.55	31.0
14:00	67.81	79.67	75.02	30.4
14:30	65.22	72.44	66.57	30.3
15:00	58.76	66.72	56.61	30.1

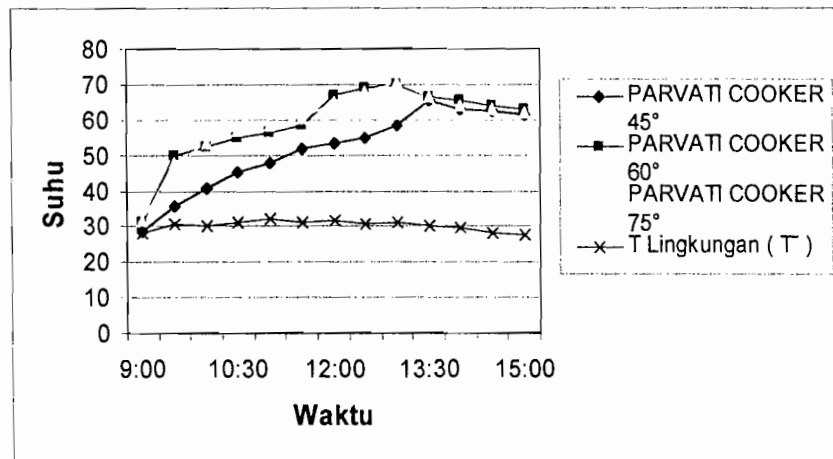


4.2 Gambar grafik data hasil pengamatan dan pengujian

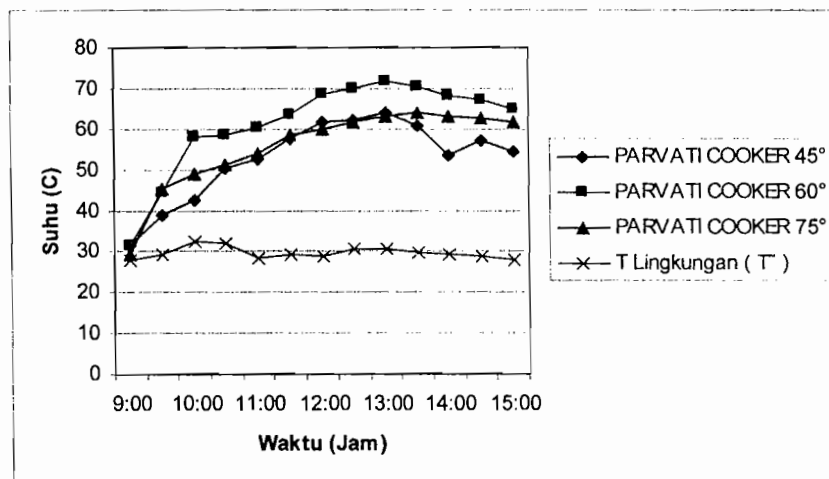
Untuk mempermudah nanti dalam menganalisa data pengujian, data pengujian *Parvati Solar Cooker* dengan empat macam variasinya tersebut akan ditampilkan dalam bentuk grafik data pengujian dibawah ini.

Grafik-grafik dari data pengujian kompor tenaga surya jenis *Parvati solar Cooker*

1. Panci aluminium tanpa di cat hitam, dengan kerangka selubung plastik 16 cm dan bahan yang diuji adalah air (H_2O)

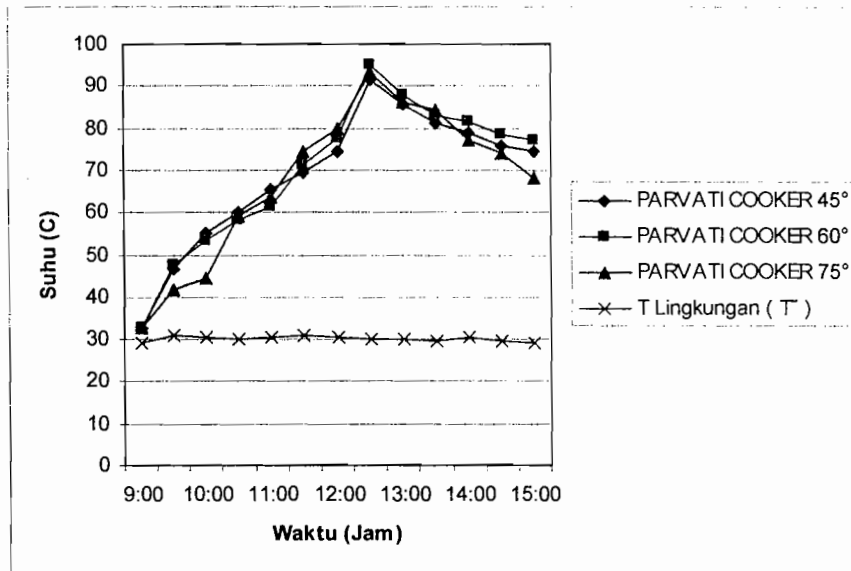


Gambar 4.1 Grafik data pengamatan bahan pengujian Air (H_2O), Selasa 25 juni 2004

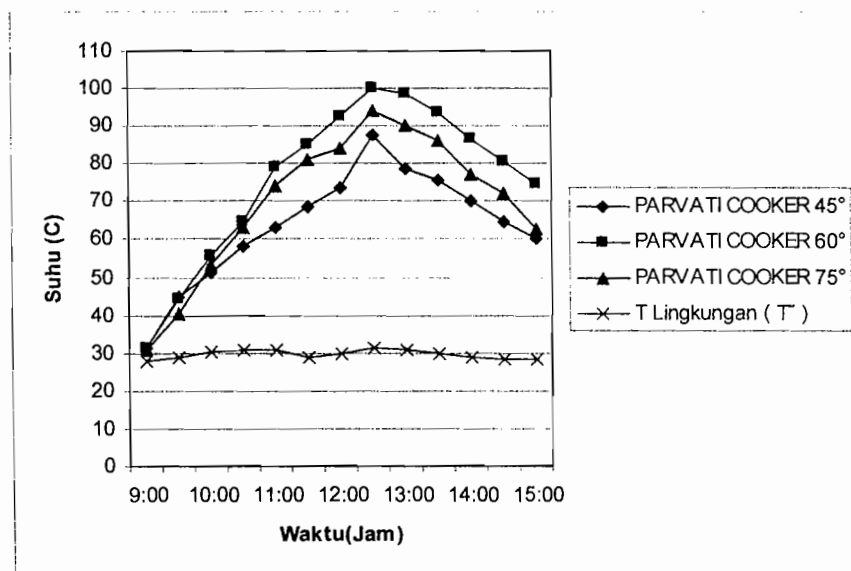


Gambar 4.2 Grafik data pengamatan bahan pengujian Air (H_2O), Rabu 26 juni 2004

2. Panci aluminium di cat hitam, dengan kerangka selubung plastik 16 cm dan bahan yang diuji adalah air (H_2O).

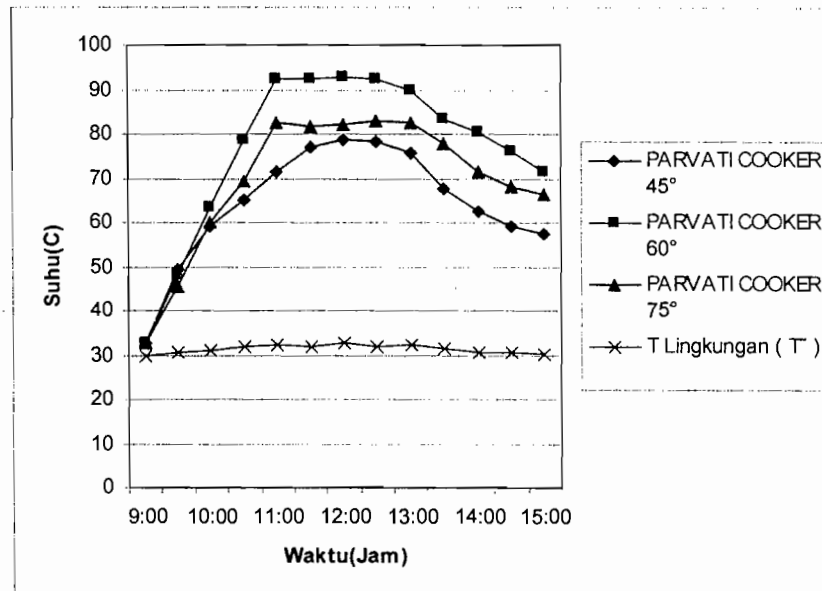


Gambar 4.3 Grafik data pengamatan bahan pengujian Air (H_2O), Sabtu 12 juni 2004

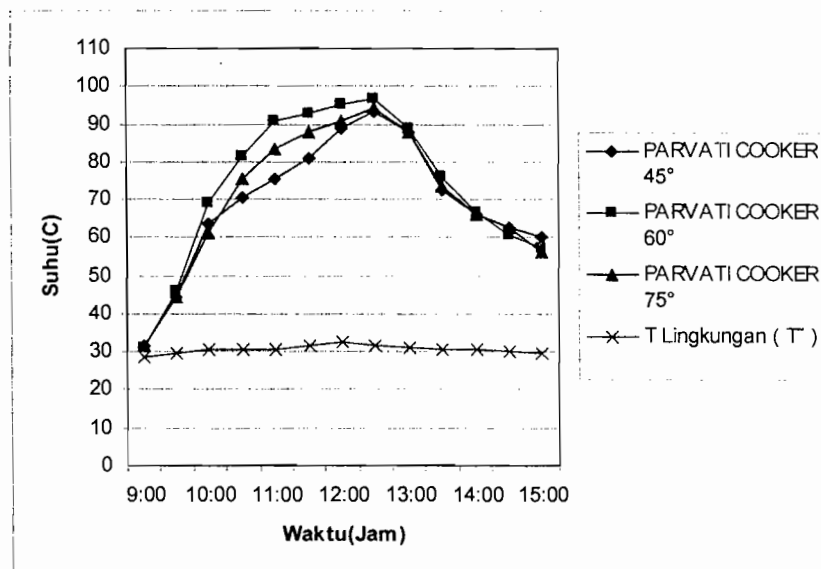


Gambar 4.4 Grafi data pengamatan bahan pengujian Air (H_2O), Selasa 15 juni 2004

3. Panci aluminium dicat hitam dengan panjang kerangka isolasi plastik 16 cm dan bahan yang diuji adalah zeolit.

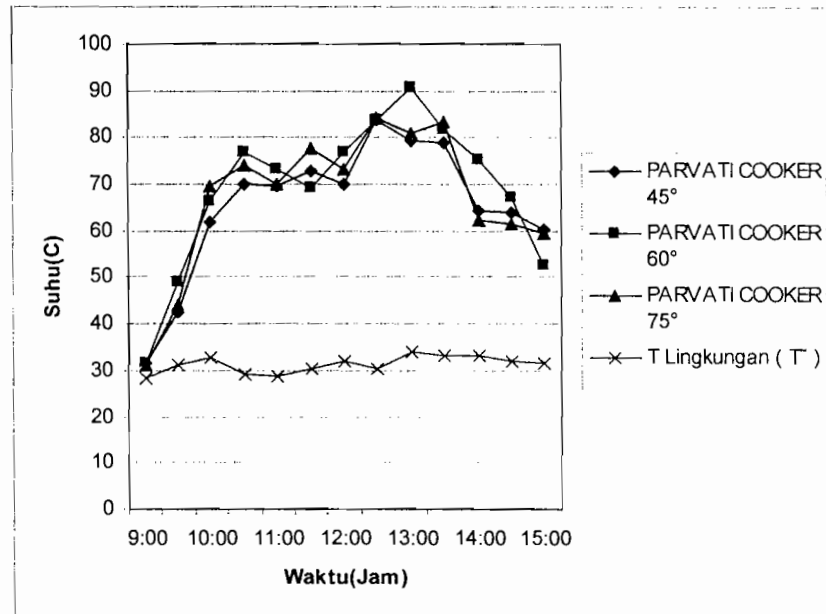


Gambar 4.5 Grafik data pengamatan bahan pengujian Zeolit, Jumat 11 juni 2004

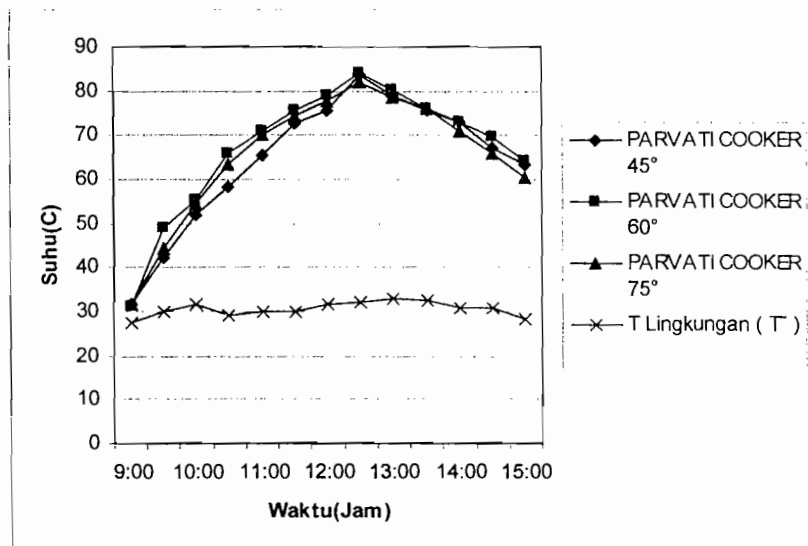


Gambar 4.6 Grafik data pengamatan bahan pengujian Zeolit, Rabu 16 juni 2004

4. Panci aluminium dicat hitam dengan panjang kerangka isolasi plastik 16 cm dan bahan yang diuji adalah karbon aktif granul.

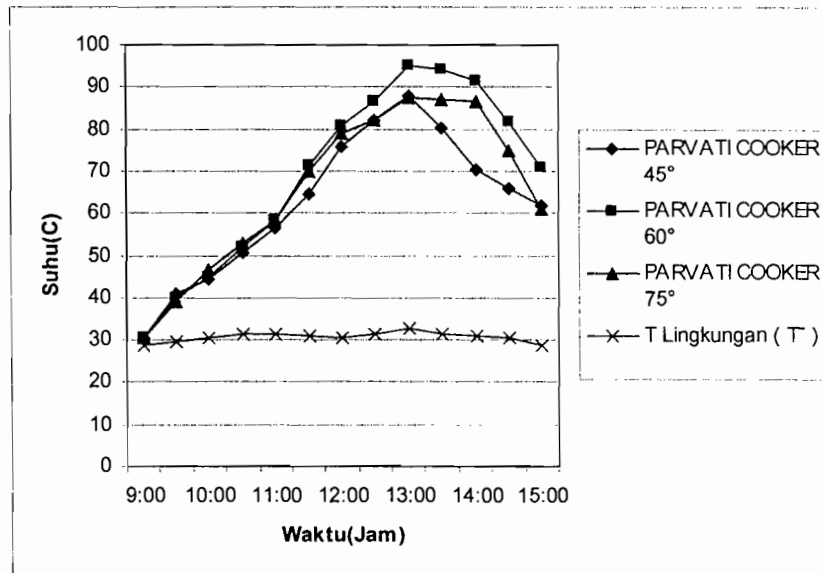


Gambar 4.7 Grafik data pengamatan bahan pengujian Karbon aktif, Rabu 9 juni 2004

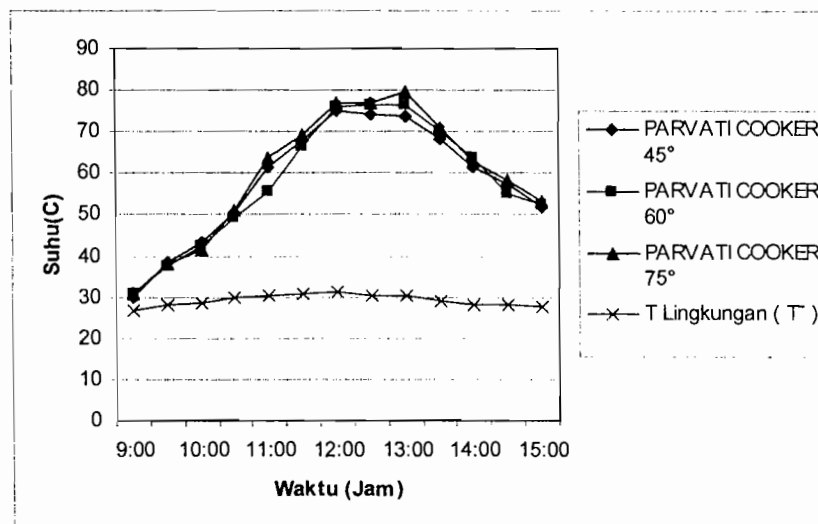


Gambar 4.8 Grafik data pengamatan bahan pengujian Karbon aktif, Kamis 10 juni 2004

5. Panci aluminium di cat hitam dengan kerangka selubung plastik 17 cm dan bahan yang diuji adalah air (H_2O).

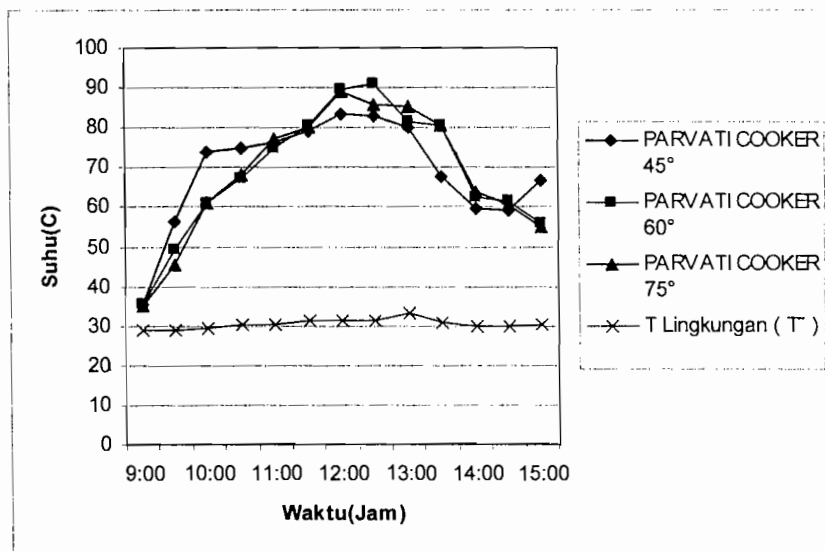


Gambar 4.9 Grafik data pengamatan bahan pengujian air (H_2O), Senin 28 juni 2004

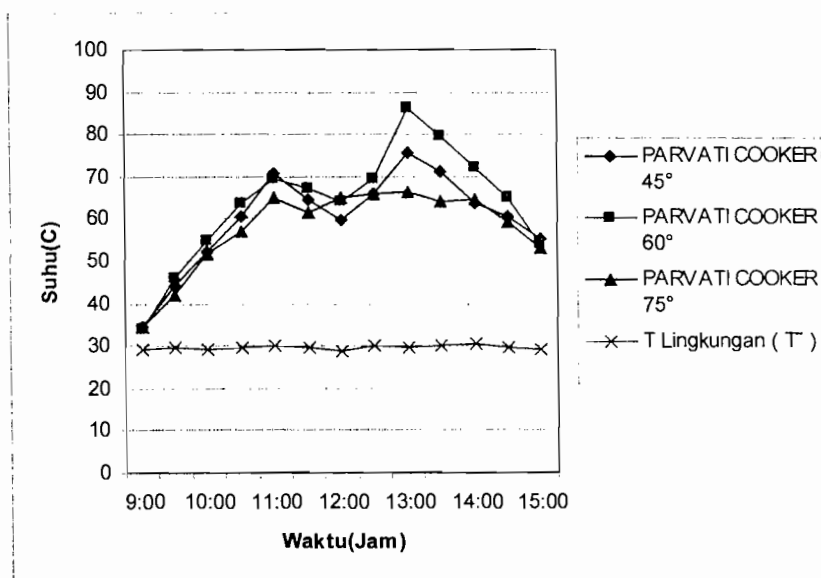


Gambar 4.10 Grafik data pengamatan bahan pengujian air (H_2O), Selasa 29 juni 2004

6. Panci aluminium di cat hitam dengan kerangka selubung plastik 17 cm dan bahan yang diuji adalah zeolit.

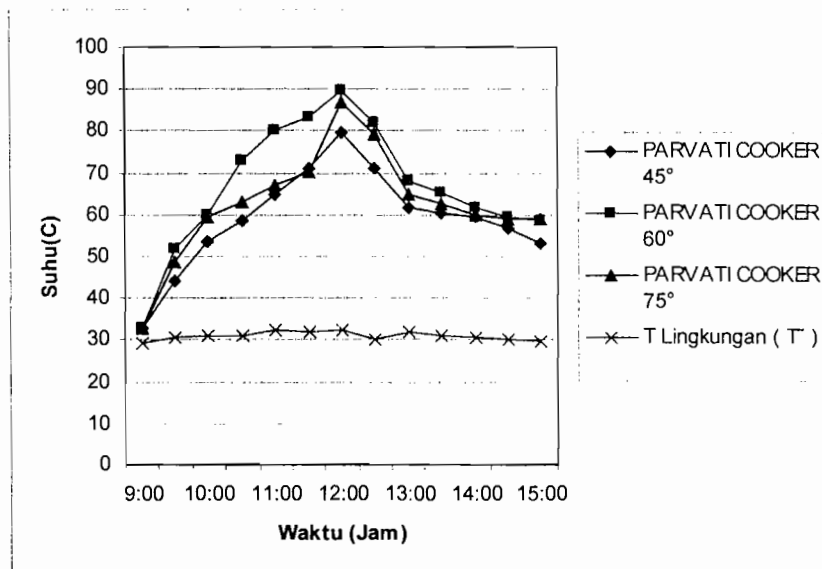


Gambar 4.11 Graafik data pengamatan bahan pengujian Zeolit, Sabtu 19 juni 2004



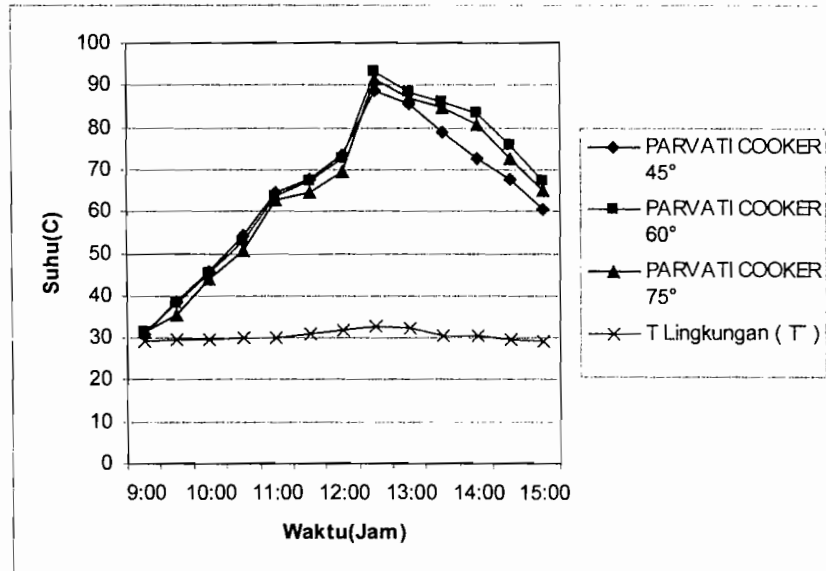
Gambar 4.12 Grafik data pengamatan bahan pengujian Zeolit, Selasa 22 juni 2004

7. Panci aluminium di cat hitam dengan kerangka selubung plastik 17 cm dan bahan yang diuji adalah karbon aktif granul.

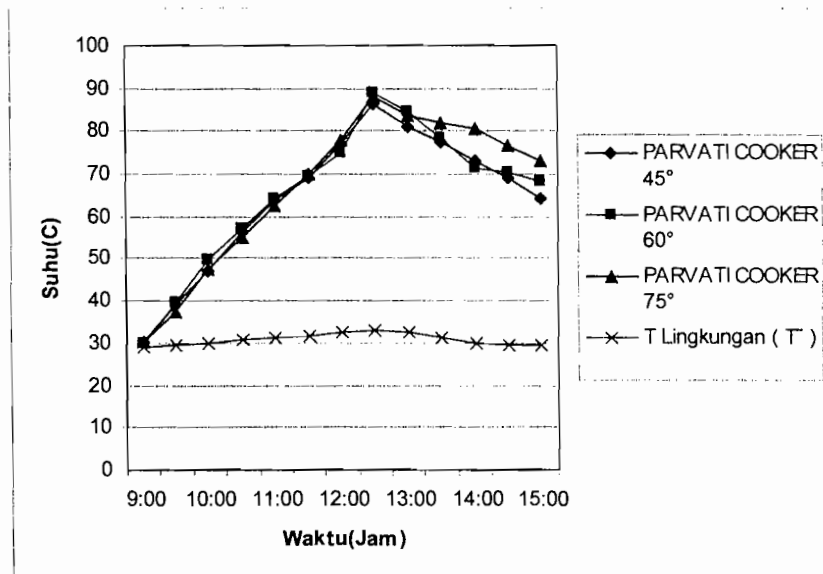


Gambar 4.13 Grafik data pengamatan bahan pengujian Karbon aktif, Kamis 24 juni 2004

8. Panci aluminium di cat hitam dengan kerangka selubung plastik 15 cm dan bahan yang diuji adalah air (H_2O).

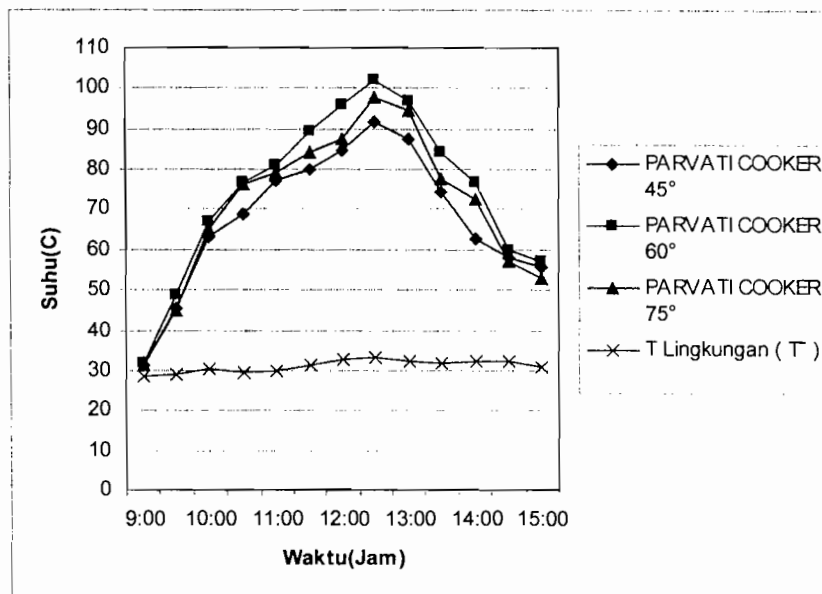


Gambar 4.14 Grafik data pengamatan bahan pengujian air (H_2O), Rabu 30 juni 2004

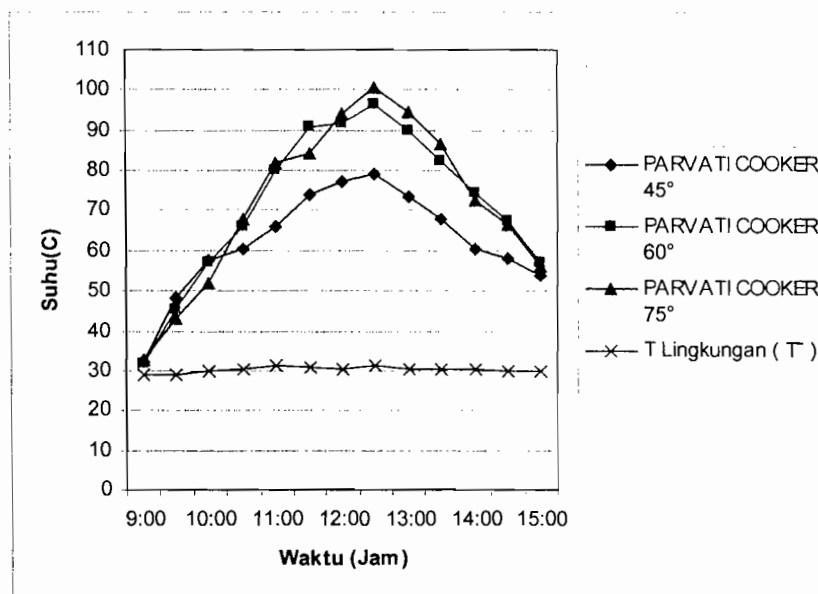


Gambar 4.15 Grafik data pengamatan bahan pengujian air (H_2O), Kamis 1 juli 2004

9. Panci aluminium di cat hitam dengan kerangka selubung plastik 15 cm dan bahan yang diuji adalah zeolit.

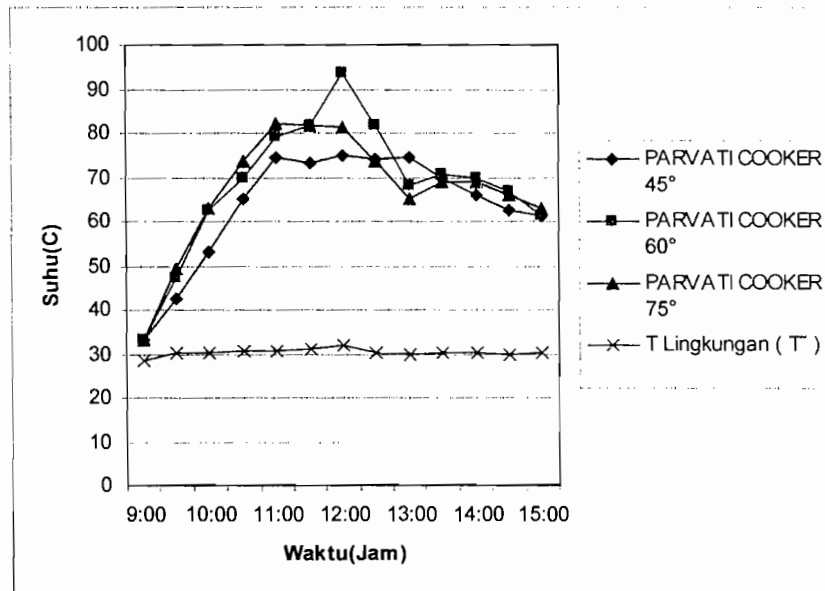


Gambar 4.16 Grafik data pengamatan bahan pengujian Zeolit. Kamis 17 juni 2004

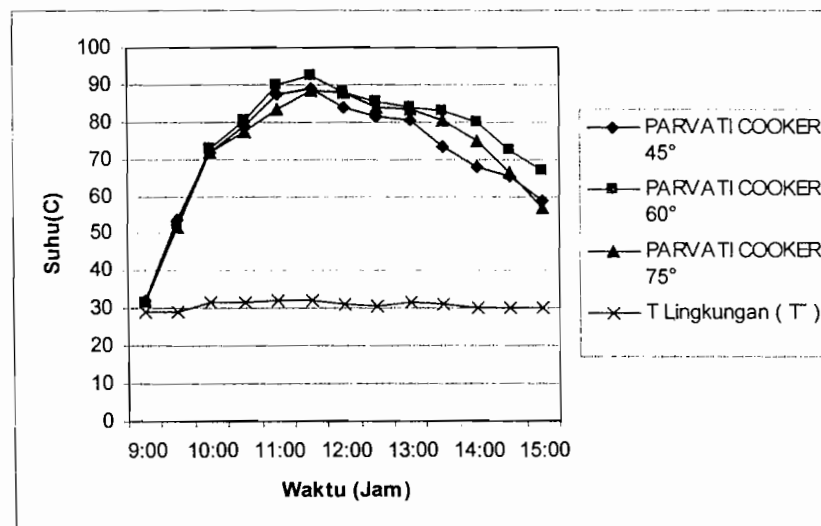


Gambar 4.17 Grafik data pengamatan bahan pengujian Zeolit, Jumat 18 juni 2004

10. Panci aluminium di cat hitam dengan kerangka selubung plastik 15 cm dan bahan yang diuji adalah karbon aktif granul.



Gambar 4.18 Grafik data pengamatan bahan pengujian Karbon aktif, Jumat 25 juni 2004



Gambar 4.19 Grafik data pengamatan bahan pengujian Karbon aktif, Sabtu 26 juni 2004

4.3 Pembahasan data dan grafik hasil pengamatan dan pengujian

4.3.1 Pembahasan variasi sudut

Dari data-data hasil pengamatan dan grafik hasil pengujian variasi sudut didapatkan bahwa kompor tenaga surya dengan sudut 45° , 60° , dan 75° sama-sama mempunyai kelebihan masing-masing. Untuk kompor tenaga surya jenis Parvati dengan sudut 45° pada waktu pagi hari antara pukul 9 pagi sampai pukul 10 pagi atau sewaktu posisi matahari masih condong di timur suhunya naik lebih cepat dan tinggi, kemudian diikuti dengan kompor tenaga surya dengan sudut 60° dan yang paling lambat adalah kompor tenaga surya dengan sudut 75° . Hal ini dikarenakan sudut dan luas penerimaan energi matahari dari reflektor kompor tenaga surya dengan sudut 45° lebih banyak dibandingkan dengan kompor tenaga surya dengan sudut 60° dan 75° . Akan tetapi pada waktu siang hari antara pukul 11 siang sampai pukul 1 siang atau sewaktu posisi matahari pas diatas atau ditengah-tengah kompor tenaga surya dengan sudut 60° dan sudut 75° akan mendahului suhunya dibandingkan dengan kompor tenaga surya dengan sudut 45° . Hal ini dikarenakan posisi penerimaan energi matahari banyak yang langsung diterima oleh panci daripada yang diterima lewat pantulan dari reflektor, dan juga untuk kompor tenaga surya dengan sudut 60° dan 75° dengan luas reflektor yang sama mempunyai ketinggian reflektor lebih tinggi sehingga pengaruh tiupan angin lebih kecil dibandingkan dengan sudut 45° . Sedangkan pada pukul 1 siang sampai pukul 3 sore kompor tenaga surya dengan sudut 75° lebih cepat mengalami penurunan suhu karena sudut dan luas penerimaan energi matahari oleh reflektor lebih kecil, kemudian diikuti oleh sudut 45° karena pengaruh tiupan angin yang

kencang. Dan yang paling lambat dalam penurunan suhunya adalah kompor tenaga surya dengan sudut 60° . Hal ini dikarenakan sudut penerimaan paling stabil dan reflektornya lebih tinggi dari kompor tenaga surya dengan sudut 45° sehingga pengaruh tiupan angin sangat kecil. Dari data dan grafik hasil pengamatan dan pengujian diatas didapatkan kompor tenaga surya dengan sudut 60° mempunyai kemampuan menghasilkan suhu yang paling tinggi dibandingkan dengan sudut yang lainnya.

4.3.2 Pembahasan variasi warna panci

Dari data-data diatas didapatkan bahwa pengujian dengan menggunakan panci warna hitam terbukti dapat menghasilkan suhu yang lebih tinggi dibandingkan menggunakan panci warna aslinya yaitu perak. Hal ini dikarenakan panci dengan warna hitam mempunyai nilai absorpsi yang lebih tinggi yaitu 0,94 atau mendekati 1.

4.3.3 Pembahasan variasi panjang kerangka isolasi selubung plastik

Dari data-data hasil pengamatan dan pengujian dengan menggunakan panjang kerangka isolasi 15 cm, 16 cm, dan 17 cm, terlihat bahwa kerangka isolasi selubung plastik dengan panjang 15 cm dapat mempertahankan suhu lebih baik kemudian diikuti oleh panjang kerangka isolasi plastik 16 cm dan 17 cm. Hal ini dikarenakan volume ruang isolasi selubung plastik lebih kecil dibandingkan dengan yang lainnya sehingga pengaruh koefisien konveksi terhadap penurunan suhu sangat kecil.

4.3.4 Pembahasan variasi bahan yang diuji

Dari data-data hasil pengamatan dan pengujian dengan menggunakan bahan air, zeolit, dan karbon aktif granul terbukti bahwa zeolit mampu mencapai suhu yang paling tinggi, kemudian diikuti oleh air dan kemudian karbon aktif granul. Hal ini dikarenakan zeolit mempunyai konstanta kapasitas panas (cv) yang lebih tinggi, kemudian diikuti oleh air dan karbon aktif granul.

4.4 Perhitungan Daya

Perhitungan daya kompor dilakukan dengan cara mengalikan antara selisih temperatur air yang dipanaskan dengan hasil perkalian antara massa air dengan konstanta kapasitas panas, kemudian hasilnya dibagi 1800 detik. Perhitungan ini sesuai dengan persamaan (2.1). Perhitungan daya kompor (P) dari kompor tenaga surya jenis *Parvati Solar Cooker* :

1. Panci aluminium tanpa di cat hitam dengan kerangka selubung 16 cm dan bahan yang diuji adalah air.

Pengukuran pada jam 9:30 dengan sudut 45° :

$$P = ((35.83 - 30.6) \times 1 \times 4186) / 1800$$

$$= 12.16 \text{ Watt}$$

Pengukuran pada jam 9:30 dengan sudut 60° :

$$P = ((49.57 - 30.6) \times 1 \times 4186) / 1800$$

$$= 44.12 \text{ Watt}$$

Pengukuran pada jam 9:30 dengan sudut 75° :

$$P = ((47.73 - 30.6) \times 1 \times 4186) / 1800$$

$$= 39.84 \text{ Watt}$$

Untuk hasil perhitungan pada variasi lainnya akan ditampilkan dalam tabel-tabel dibawah ini :

1. Panci tanpa dicat hitam dengan panjang kerangka isolasi plastik 16 cm dan bahan yang diuji adalah air (H_2O).

Tabel 4.20 Harga P, bahan pengujian Air (H₂O), Selasa 25 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (Watt)	Reflektor 60° (Watt)	Reflektor 75° (Watt)
9:00	0	0	0
9:30	12,16	44,12	39,84
10:00	24,14	50,61	52,88
10:30	38,56	54,95	58,69
11:00	45,32	58,97	62,98
11:30	53,83	62,98	67,76
12:00	58,09	82,56	77,33
12:30	60,85	87,82	85,14
13:00	69,86	90,58	90,94
13:30	85,38	81,30	81,62
14:00	80,13	79,04	75,07
14:30	78,87	75,53	72,80
15:00	76,62	74,02	71,29

Tabel 4.21 Harga P, bahan pengujian Air (H₂O), Rabu 26 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (Watt)	Reflektor 60° (Watt)	Reflektor 75° (Watt)
9:00	0	0	0
9:30	17,03	30,11	37,28
10:00	25,29	61,98	45,59
10:30	43,82	62,98	51,39
11:00	49,33	67,50	57,69
11:30	60,60	75,03	68,01
12:00	70,86	86,32	70,79
12:30	71,86	89,33	75,07
13:00	75,87	93,60	78,85
13:30	68,61	90,84	80,61
14:00	61,33	85,32	78,09
14:30	59,59	83,06	77,59
15:00	53,08	77,54	75,32

2. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik 16 cm dan bahan yang diuji adalah air (H₂O).

Tabel 4.22 Harga P, bahan pengujian Air (H₂O), Sabtu 12 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (watt)	Reflektor 60° (watt)	Reflektor 75° (watt)
9:00	0	0	0
9:30	33.05	34.88	21.16
10:00	52.58	48.18	27.71
10:30	64.35	59.97	61.46
11:00	76.87	67.50	72.30
11:30	85.88	89.83	97.49
12:00	96.90	105.14	110.33
12:30	136.71	145.54	141.57
13:00	122.94	128.47	124.69
13:30	112.93	117.18	120.16
14:00	107.67	114.67	103.53
14:30	54.08	106.90	96.23
15:00	97.40	103.38	82.88

Tabel 4.23 Harga P, bahan pengujian Air (H₂O), Selasa 15 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (watt)	Reflektor 60° (watt)	Reflektor 75° (watt)
9:00	0	0	0
9:30	30.30	30.86	21.66
10:00	45.57	56.96	51.64
10:30	61.85	78.29	74.56
11:00	73.37	111.66	100.01
11:30	86.14	125.97	116.63
12:00	98.15	143.03	123.94
12:30	130.20	160.84	146.36
13:00	109.42	157.33	137.04
13:30	102.66	145.79	127.97
14:00	89.89	128.47	107.06
14:30	77.12	115.18	95.98
15:00	66.85	100.87	73.56

3. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik

16 cm dan bahan yang diuji adalah zeolit.

Tabel 4.24 Harga P, bahan pengujian Zeolit, Jumat 11 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (watt)	Reflektor 60° (watt)	Reflektor 75° (watt)
9:00	0	0	0
9:30	19.03	17.94	14.74
10:00	30.55	35.38	31.74
10:30	37.31	53.45	42.57
11:00	44.82	69.01	58.19
11:30	51.58	69.26	57.06
12:00	53.21	69.88	57.31
12:30	52.96	69.38	58.69
13:00	49.83	66.37	57.81
13:30	40.69	58.97	52.65
14:00	34.68	55.33	45.34
14:30	30.55	50.19	41.06
15:00	28.54	44.92	39.17

Tabel 4.25 Harga P, bahan pengujian Zeolit, Rabu 16 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (watt)	Reflektor 60° (watt)	Reflektor 75° (watt)
9:00	0	0	0
9:30	15.02	16.81	15.24
10:00	37.06	43.91	34.51
10:30	45.57	58.22	51.39
11:00	51.21	69.26	60.33
11:30	57.34	71.26	65.87
12:00	66.73	74.40	69.15
12:30	71.61	76.28	73.18
13:00	65.60	67.00	65.37
13:30	47.82	52.19	49.25
14:00	40.06	41.40	40.30
14:30	36.06	34.25	36.53
15:00	33.30	30.24	28.84

4. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik

16 cm dan bahan yang diuji adalah karbon aktif granul.

Tabel 4.26 Harga P, bahan pengujian Karbon aktif, Rabu 9 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (watt)	Reflektor 60° (watt)	Reflektor 75° (watt)
9:00	0	0	0
9:30	12.52	20.33	14.99
10:00	35.05	40.40	44.46
10:30	44.57	52.57	49.75
11:00	44.32	48.30	44.84
11:30	47.82	43.79	53.91
12:00	44.70	52.82	48.87
12:30	60.47	60.98	61.21
13:00	55.34	69.01	57.56
13:30	54.96	58.22	60.58
14:00	38.18	50.94	36.15
14:30	37.81	41.65	35.14
15:00	33.30	24.34	32.75

Tabel 4.27 Harga P, bahan pengujian Karbon aktif, Kamis 10 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (watt)	Reflektor 60° (watt)	Reflektor 75° (watt)
9:00	0	0	0
9:30	12.52	20.58	14.48
10:00	23.79	28.10	26.32
10:30	30.80	40.27	36.65
11:00	39.31	46.05	44.34
11:30	47.82	51.57	49.63
12:00	50.95	55.58	53.40
12:30	60.47	61.23	58.19
13:00	55.34	56.71	54.54
13:30	51.21	52.19	51.26
14:00	48.20	48.68	45.72
14:30	41.57	44.41	39.67
15:00	37.06	38.39	33.50

5. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik

17 cm dan bahan yang diuji adalah air (H₂O).

Tabel 4.28 Harga P, bahan pengujian air (H₂O), Senin 28 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (Watt)	Reflektor 60° (watt)	Reflektor 75° (watt)
9:00	0	0	0
9:30	23.79	21.58	20.15
10:00	32.05	32.87	37.53
10:30	46.07	49.93	52.14
11:00	59.84	63.74	64.99
11:30	79.12	94.60	91.95
12:00	105.42	116.68	112.85
12:30	119.69	129.73	120.41
13:00	132.71	149.30	132.25
13:30	114.93	147.29	131.49
14:00	92.65	141.77	130.49
14:30	82.38	117.94	103.03
15:00	72.61	93.35	71.29

Tabel 4.29 Harga P, bahan pengujian air (H₂O), Selasa 29 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (watt)	Reflektor 60° (watt)	Reflektor 75° (watt)
9:00	0	0	0
9:30	20.28	15.81	16.63
10:00	31.30	27.35	25.44
10:30	48.08	43.66	47.86
11:00	73.37	58.22	77.33
11:30	87.89	82.81	89.17
12:00	104.66	104.89	107.06
12:30	103.16	105.89	107.81
13:00	102.16	106.39	113.36
13:30	89.64	91.59	93.96
14:00	73.11	76.78	74.56
14:30	63.60	56.46	64.49
15:00	51.83	50.44	52.65

6. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik

17 cm dan bahan yang diuji adalah zeolit.

Tabel 4.30 Harga P, bahan pengujian Zeolit, Sabtu 19 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (watt)	Reflektor 60° (watt)	Reflektor 75° (watt)
9:00	0	0	0
9:30	48.33	31.62	24.94
10:00	89.89	59.22	61.21
10:30	92.14	73.27	77.08
11:00	94.90	91.09	98.75
11:30	102.16	104.39	105.04
12:00	112.18	124.71	125.45
12:30	110.67	127.97	118.65
13:00	104.41	106.14	116.63
13:30	75.62	103.88	106.05
14:00	56.59	62.48	67.51
14:30	55.59	59.72	59.95
15:00	72.86	46.67	46.60

Tabel 4.31 Harga P, bahan pengujian Zeolit, Selasa 22 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (watt)	Reflektor 60° (watt)	Reflektor 75° (watt)
9:00	0	0	0
9:30	23.29	28.35	16.88
10:00	42.07	48.93	39.32
10:30	60.85	69.26	52.14
11:00	84.38	82.56	70.53
11:30	70.36	77.79	62.22
12:00	58.84	70.01	70.28
12:30	73.37	82.30	73.05
13:00	95.65	122.20	73.30
13:30	86.14	106.64	68.01
14:00	67.86	88.83	69.53
14:30	61.10	72.27	56.93
15:00	48.58	46.42	42.57

7. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik 17 cm dan bahan yang diuji adalah karbon aktif granul.

Tabel 4.32 Harga P, bahan pengujian Karbon aktif, Kamis 24 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (watt)	Reflektor 60° (watt)	Reflektor 75° (watt)
9:00	0	0	0
9:30	12.90	21.96	18.26
10:00	24.04	26.72	30.61
10:30	29.92	46.42	34.76
11:00	37.06	54.95	39.67
11:30	44.70	58.34	43.08
12:00	54.34	66.12	62.72
12:30	44.70	57.09	53.66
13:00	33.43	40.65	36.90
13:30	31.80	37.89	34.51
14:00	30.92	33.37	31.24
14:30	27.67	30.61	30.23
15:00	23.41	29.99	29.98

8. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik

15 cm dan bahan yang diuji adalah air (H_2O).

Tabel 4.33 Harga P, bahan pengujian air (H_2O), Rabu 30 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (watt)	Reflektor 60° (watt)	Reflektor 75° (watt)
9:00	0	0	0
9:30	8.51	8.03	4.91
10:00	16.90	16.18	14.61
10:30	26.79	25.09	22.67
11:00	39.06	37.51	36.65
11:30	42.69	42.03	38.79
12:00	49.58	48.18	44.46
12:30	67.23	71.89	69.90
13:00	63.22	66.37	64.61
13:30	55.46	63.86	62.09
14:00	48.33	60.47	57.43
14:30	42.69	51.57	48.24
15:00	34.43	41.90	39.05

Tabel 4.34 Harga P, bahan pengujian air (H_2O), Kamis 1 juli 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (watt)	Reflektor 60° (watt)	Reflektor 75° (watt)
9:00	0	0	0
9:30	10.39	11.04	8.56
10:00	19.28	22.96	20.40
10:30	30.05	31.37	28.72
11:00	39.19	39.90	37.79
11:30	45.07	45.67	46.60
12:00	54.21	51.94	55.67
12:30	65.23	68.38	67.13
13:00	58.72	63.36	62.09
13:30	54.84	56.33	60.21
14:00	49.95	47.80	58.57
14:30	44.95	46.67	54.29
15:00	39.31	44.16	49.75

9. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik

15 cm dan bahan yang diuji adalah zeolit.

Tabel 4.35 Harga P, bahan pengujian Zeolit, Kamis 17 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (watt)	Reflektor 60° (watt)	Reflektor 75° (watt)
9:00	0	0	0
9:30	16.40	19.70	16.00
10:00	36.81	41.03	39.05
10:30	43.57	52.44	52.14
11:00	53.21	57.34	55.54
11:30	56.46	67.25	61.46
12:00	61.97	74.53	65.50
12:30	70.24	81.93	77.08
13:00	65.10	76.03	73.68
13:30	50.20	61.35	53.78
14:00	36.56	52.57	47.99
14:30	30.80	32.75	29.98
15:00	28.42	29.48	25.06

Tabel 4.36 Harga P, bahan pengujian Zeolit, Jumat 18 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (watt)	Reflektor 60° (watt)	Reflektor 75° (watt)
9:00	0	0	0
9:30	18.53	15.68	11.71
10:00	29.42	29.23	21.92
10:30	32.30	40.02	40.68
11:00	38.94	55.96	56.80
11:30	48.08	68.75	59.45
12:00	52.33	69.88	71.16
12:30	54.21	75.03	78.47
13:00	47.82	67.50	71.41
13:30	41.44	58.97	62.09
14:00	32.68	49.56	45.85
14:30	29.92	41.40	38.67
15:00	25.04	29.61	27.08

10. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik

15 cm dan bahan yang diuji adalah karbon aktif granul.

Tabel 4.37 Harga P, bahan pengujian Karbon aktif, Jumat 25 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (watt)	Reflektor 60° (watt)	Reflektor 75° (watt)
9:00	0	0	0
9:30	10.77	16.31	19.27
10:00	23.41	34.13	35.01
10:30	37.18	42.41	47.11
11:00	47.95	53.32	57.31
11:30	46.32	56.33	56.55
12:00	48.33	70.26	56.17
12:30	47.57	56.33	47.11
13:00	48.08	40.27	37.28
13:30	42.57	43.41	41.56
14:00	37.81	42.41	41.94
14:30	34.18	39.02	38.29
15:00	32.68	32.37	35.01

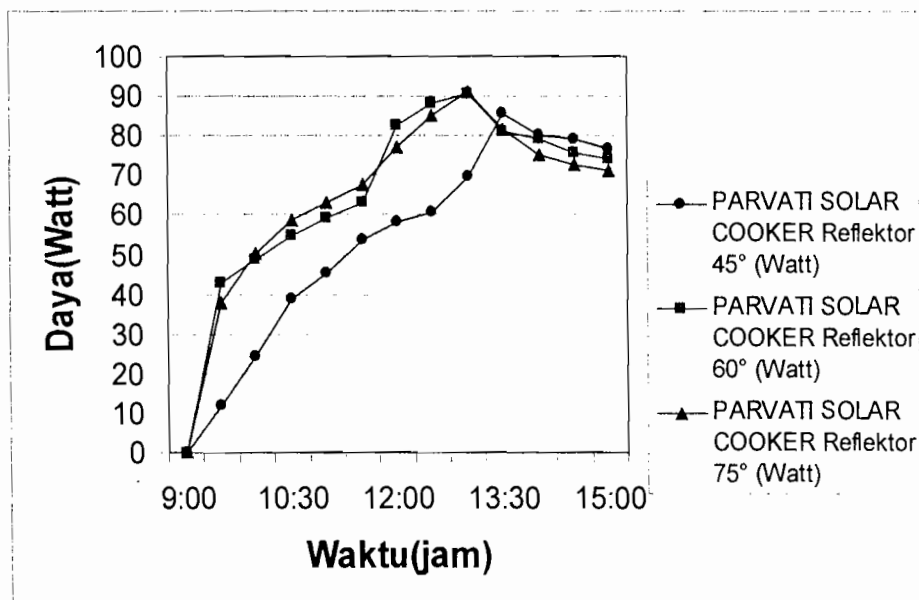
Tabel 4.38 Harga P, bahan pengujian Karbon aktif, Sabtu 26 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	<i>Reflektor 45°</i> (watt)	<i>Reflektor 60°</i> (watt)	<i>Reflektor 75°</i> (watt)
9:00	0	0	0
9:30	25.29	23.71	22.80
10:00	46.45	48.18	45.97
10:30	54.46	56.71	52.14
11:00	64.10	67.88	59.45
11:30	65.98	70.76	65.37
12:00	60.09	65.49	64.49
12:30	57.34	62.36	60.08
13:00	55.84	60.98	59.58
13:30	47.82	59.47	56.05
14:00	41.44	55.83	49.63
14:30	38.44	47.43	39.80
15:00	30.92	40.78	28.21

4.5 Grafik Perhitungan Daya

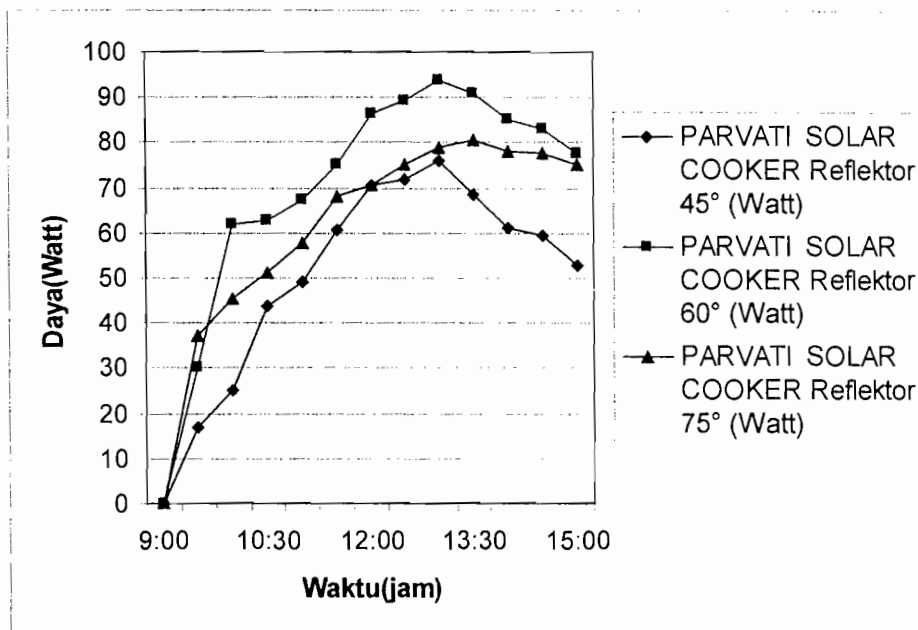
Untuk menganalisa perubahan daya terhadap waktu pengujian, data hasil pengujian kompor tenaga surya jenis *Parvati Solar Cooker* tersebut akan ditampilkan dalam bentuk grafik perhitungan daya terhadap waktu pengujian dibawah ini :

1. Panci aluminium tanpa di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik 16 cm dan bahan yang diuji adalah air.



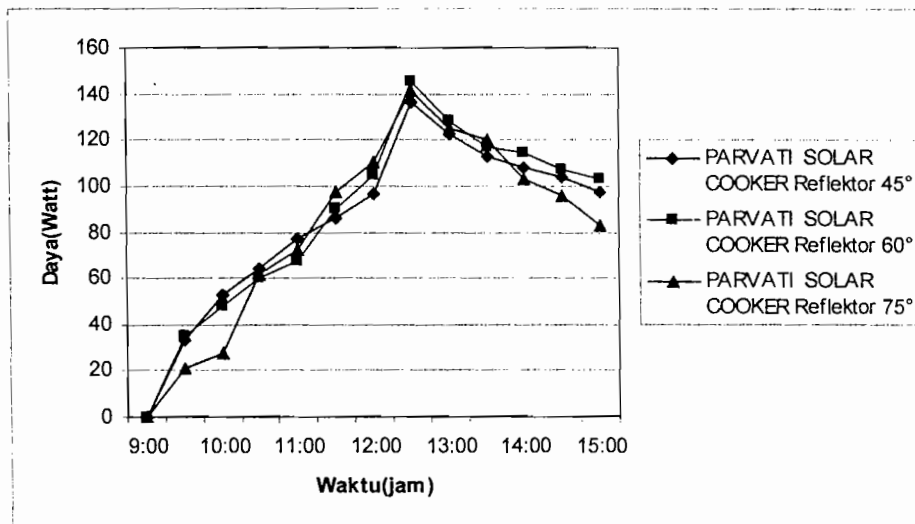
Gambar 4.20 Grafik perhitungan daya pada pengujian Air (H_2O), Selasa 25 juni 2004



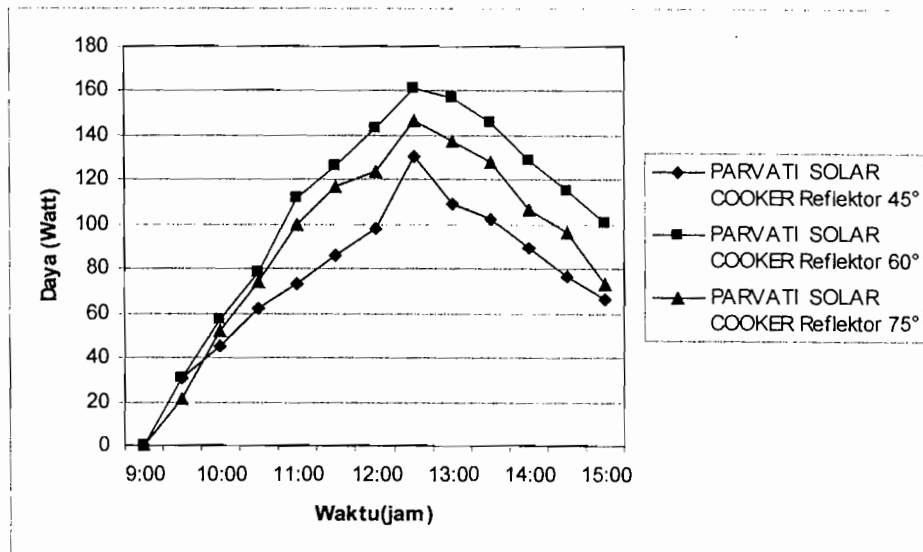


Gambar 4.21 Grafik perhitungan daya pada pengujian Air (H_2O), Rabu 26 juni 2004

2. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik 16 cm dan bahan yang diuji adalah air (H_2O).

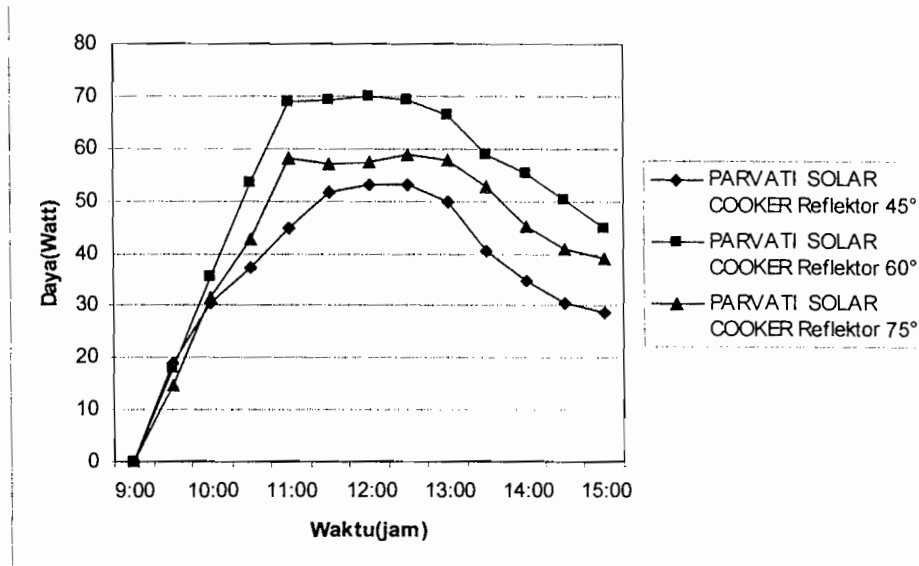


Gambar 4.22 Grafik perhitungan daya pada pengujian Air (H_2O), Sabtu 12 juni 2004

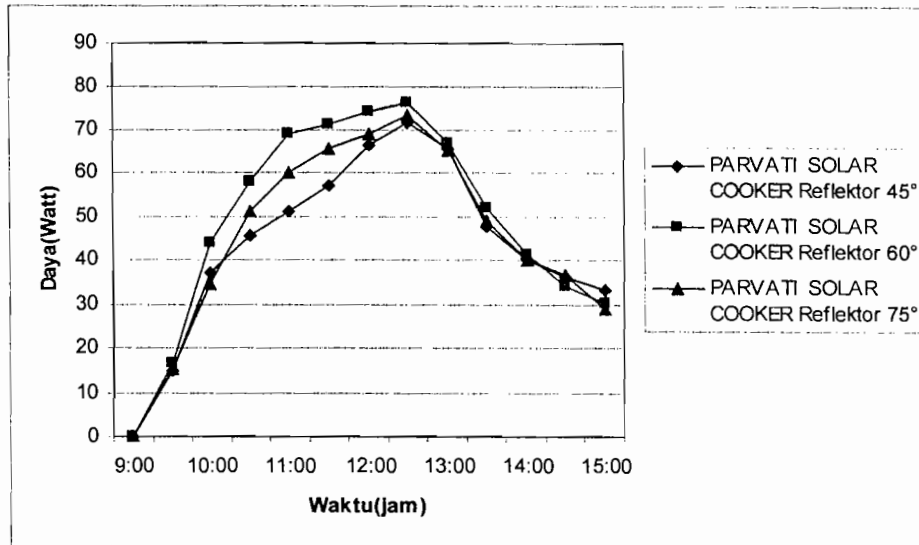


Gambar 4.23 Grafik perhitungan daya pada pengujian Air (H_2O), Selasa 15 juni 2004

3. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik 16 cm dan bahan yang diuji adalah zeolit.

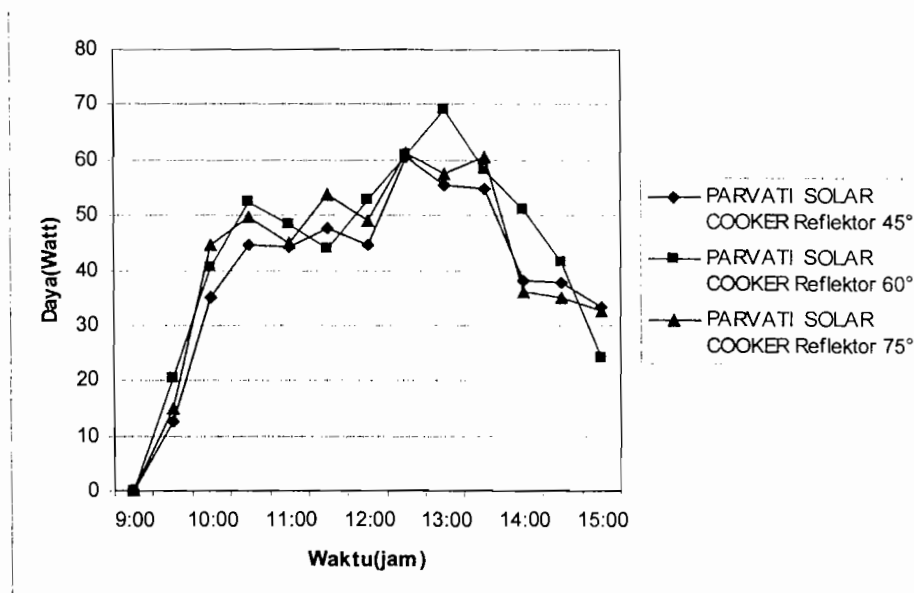


Gambar 4.24 Grafik perhitungan daya pada pengujian Zeolit, Jumat 11 juni 2004

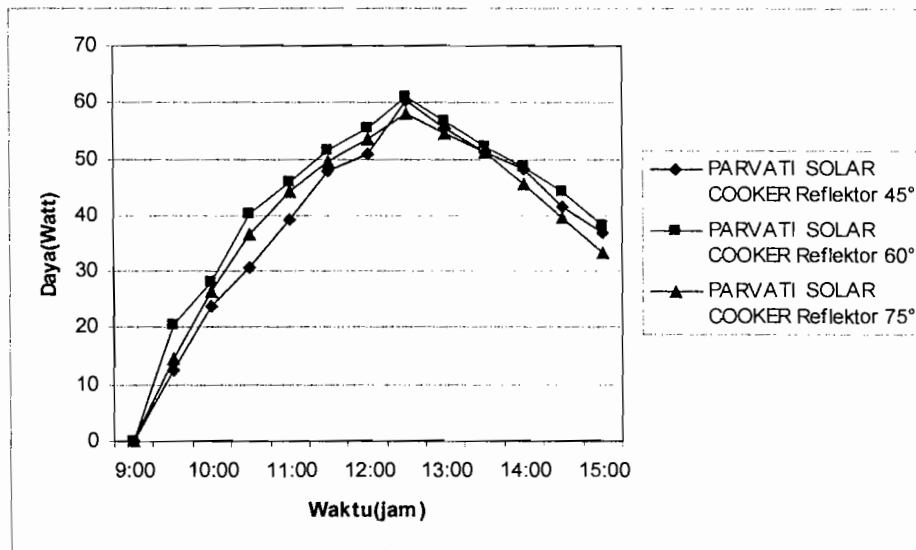


Gambar 4.25 Grafik perhitungan daya pada pengujian Zeolit, Rabu 16 juni 2004

4. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik 16 cm dan bahan yang diuji adalah karbon aktif granul.

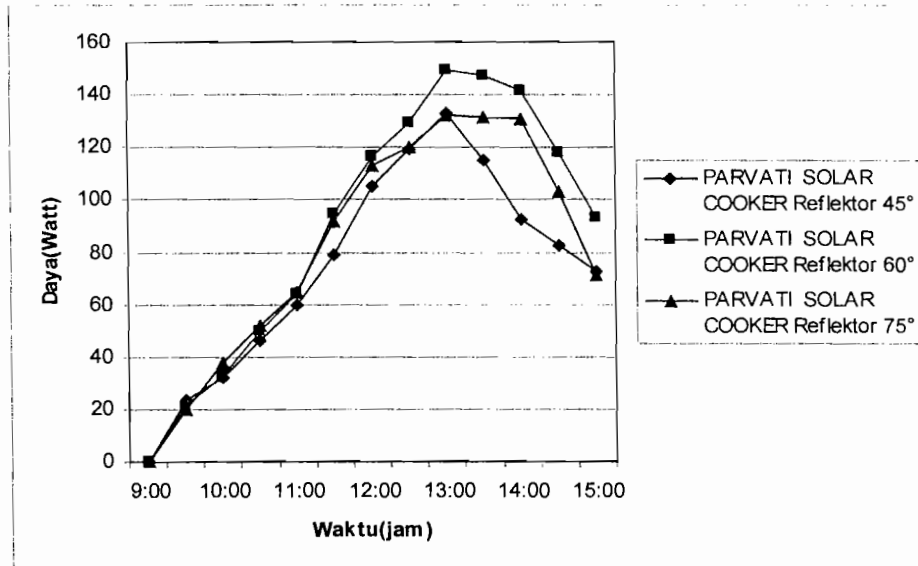


Gambar 4.26 Grafik perhitungan daya pada pengujian Karbon aktif, Rabu 9 juni 2004

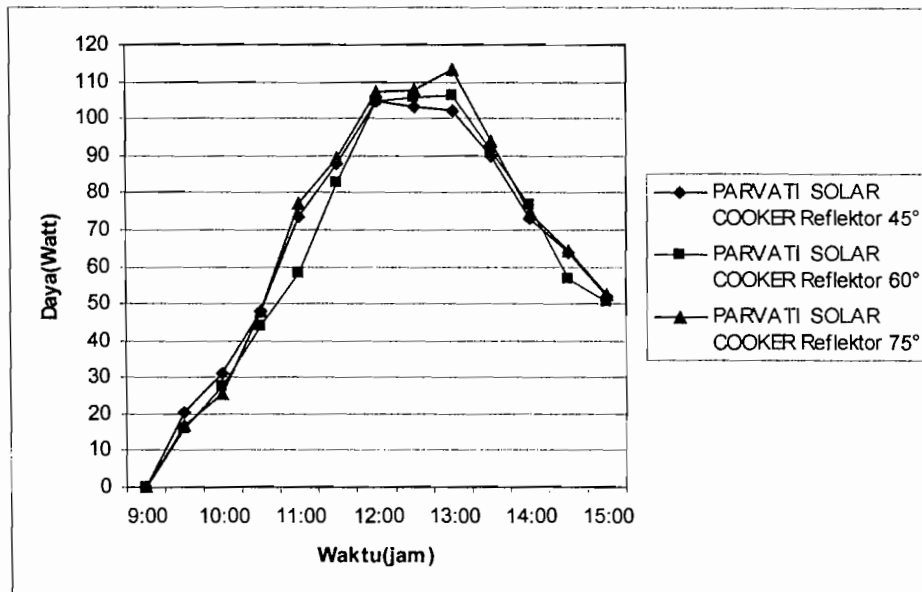


Gambar 4.27 Grafik perhitungan daya pada pengujian Karbon aktif, Kamis 10 Juni 2004

5. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik 17 cm dan bahan yang diuji adalah air (H_2O).

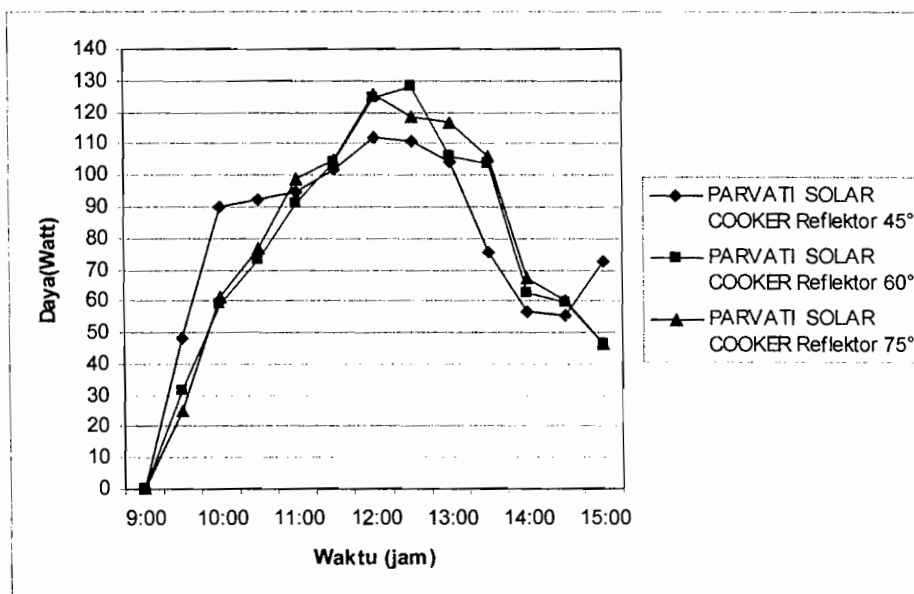


Gambar 4.28 Grafik perhitungan daya pada pengujian air (H_2O), Senin 28 Juni 2004

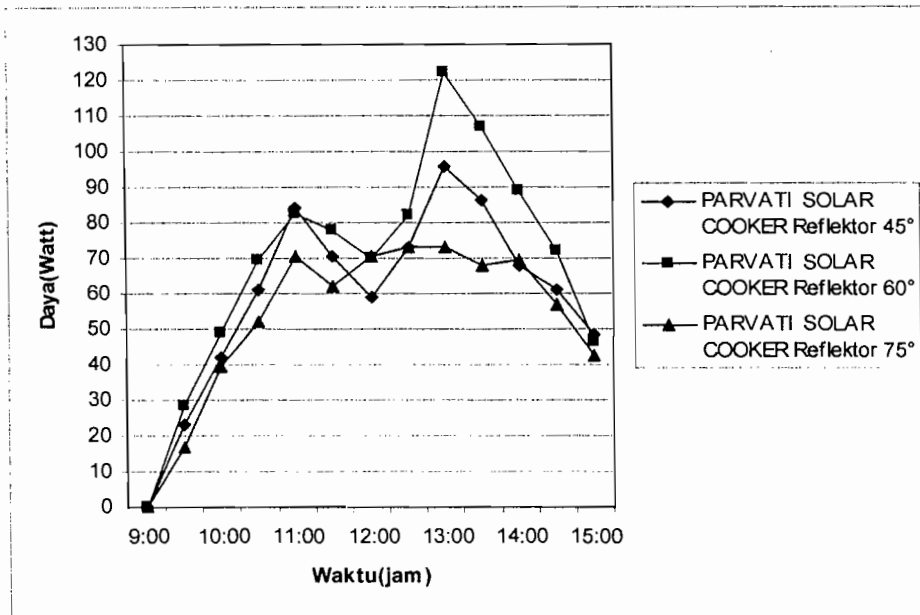


Gambar 4.29 Grafik perhitungan daya pada pengujian air (H_2O), Selasa 29 juni 2004

6. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik 17 cm dan bahan yang diuji adalah zeolit.



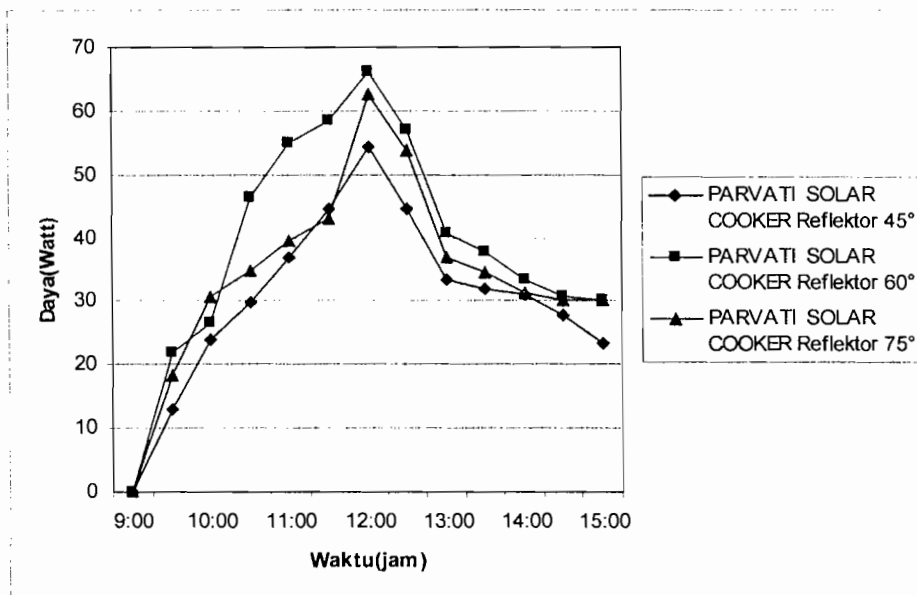
Gambar 4.30 Grafik perhitungan daya pada pengujian Zeolit, Sabtu 19 juni 2004



Gambar 4.31 Grafik perhitungan daya pada pengujian Zeolit, Selasa 22 juni 2004

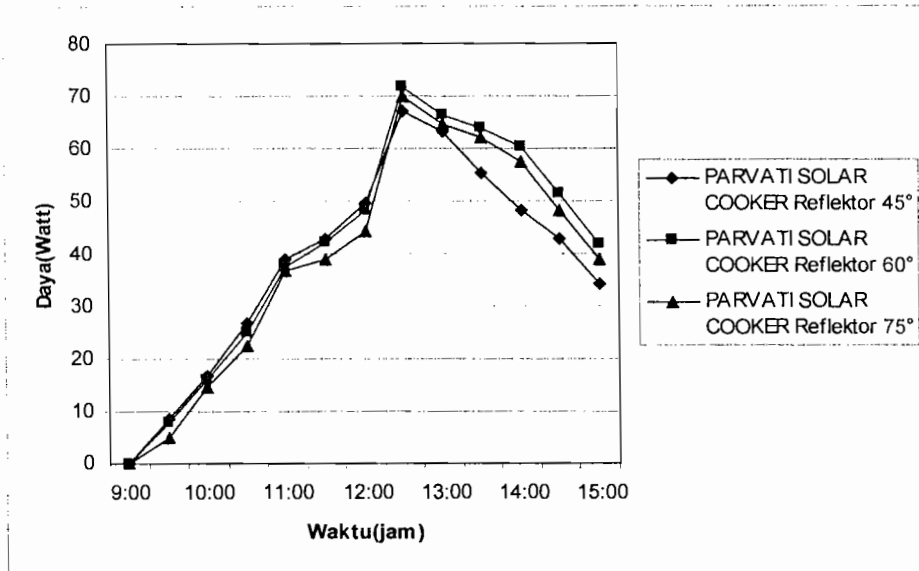
7. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik

17 cm dan bahan yang diuji adalah karbon aktif granul.

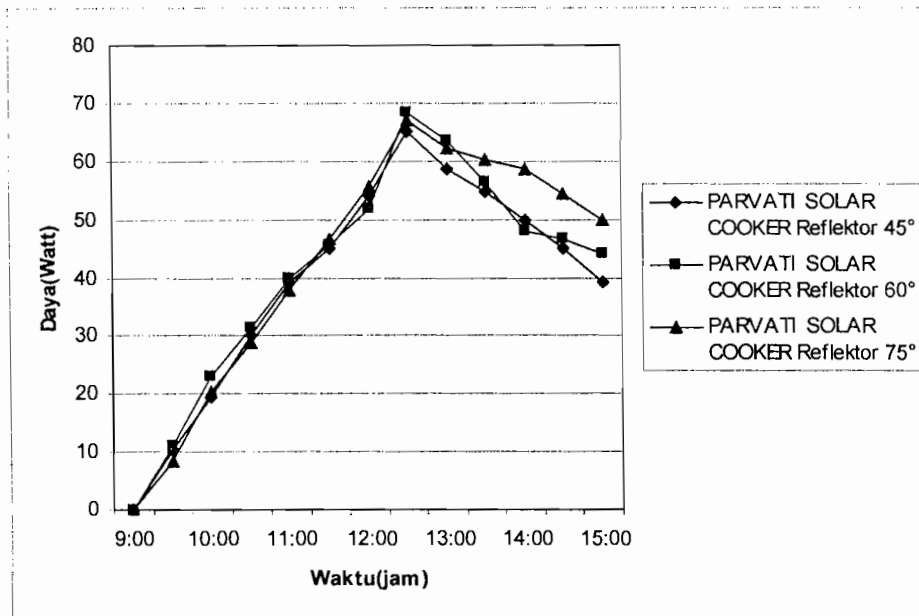


Gambar 4.32 Grafik perhitungan daya pada pengujian Karbon aktif, Kamis 24 juni 2004

8. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik 15 cm dan bahan yang diuji adalah air (H_2O).

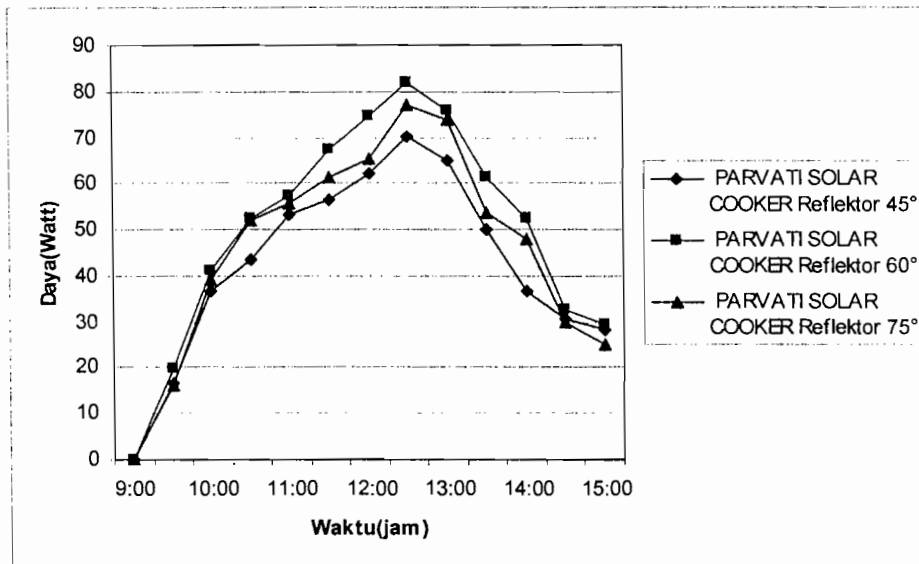


Gambar 4.33 Grafik perhitungan daya pada pengujian air (H_2O), Rabu 30 juni 2004

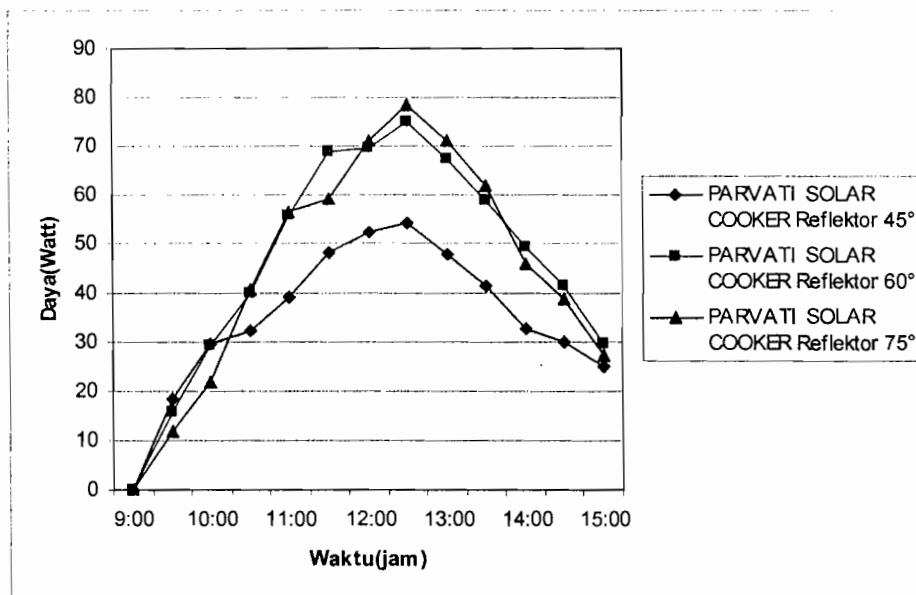


Gambar 4.34 Grafik perhitungan daya pada pengujian air (H_2O), Kamis 1 juli 2004

9. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik 15 cm dan bahan yang diuji adalah zeolit.

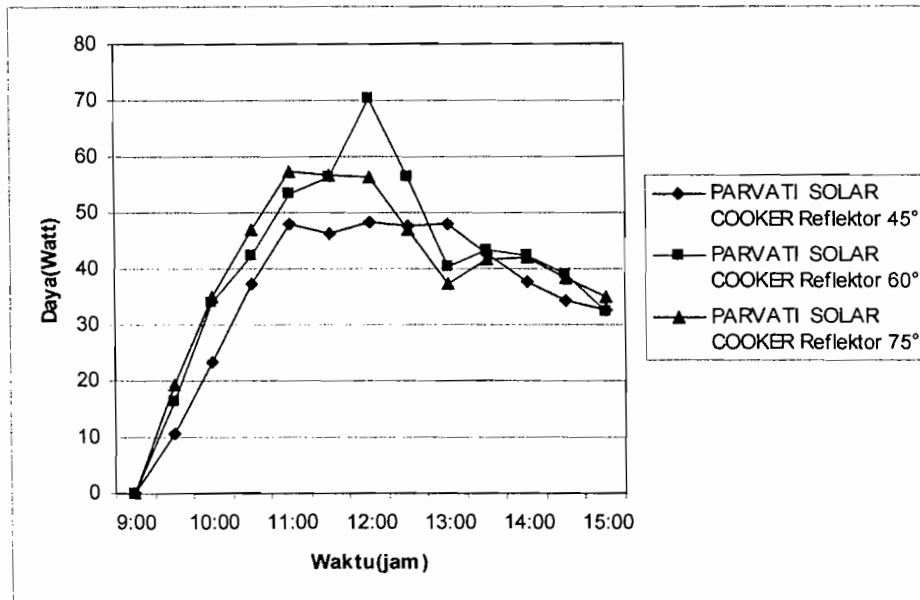


Gambar 4.35 Grafik perhitungan daya pada pengujian Zeolit, Kamis 17 juni 2004

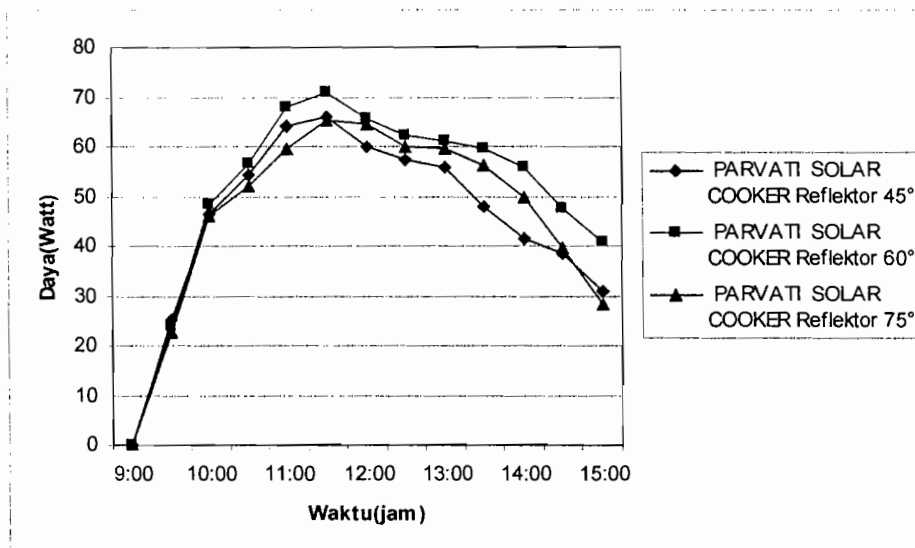


Gambar 4.36 Grafik perhitungan daya pada pengujian Zeolit, Jumat 18 juni 2004

10. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik 15 cm dan bahan yang diuji adalah karbon aktif granul.



Gambar 4.37 Grafik perhitungan daya pada pengujian Karbon aktif, Jumat 25 juni 2004



Gambar 4.38 Grafik perhitungan daya pada pengujian Karbon aktif, Sabtu 26 juni 2004

4.6 Pembahasan data dan grafik perhitungan daya

Dari data-data tabel dan grafik perhitungan daya diatas dapat diketahui bahwa kompor tenaga surya dengan sudut 60° terbukti mempunyai daya atau kemampuan kerja yang paling maksimal, kemudian diikuti oleh kompor tenaga surya dengan sudut 75° dan yang paling rendah daya kerjanya adalah kompor tenaga surya dengan sudut 45° . Hal ini dikarenakan kompor tenaga surya dengan kolektor sudut 60° mempunyai sudut area penangkapan energi matahari yang lebih banyak dan mempunyai perlindungan terhadap tiupan angin lebih baik karena kolektornya tinggi, sedangkan untuk sudut 75° memiliki perlindungan terhadap tiupan angin tinggi namun sudut area penerimaan energi matahari kecil dan untuk sudut 45° mempunyai sudut area penangkapan yang kurang baik dan perlindungan dari tiupan angin kecil. Sedangkan dari variasi panjang kerangka isolasi terbukti bahwa kerangka isolasi dengan panjang 15 cm terbukti dapat mempertahankan suhu paling tinggi, kemudian diikuti oleh kerangka isolasi dengan panjang 16 cm dan 17 cm. Hal ini dikarenakan kerangka isolasi dengan panjang 15 cm mempunyai volume ruang yang kecil sehingga koefisien konveksi didalam selubung juga kecil sehingga kemampuan mempertahankan suhunya lebih baik. Sedangkan dari panci yang digunakan terbukti bahwa panci dengan warna hitam mempunyai kemampuan menyerap energi matahari yang lebih besar, karena nilai absorpsinya lebih tinggi yaitu 0,94 atau mendekati 1. Dari ketiga variasi komponen kompor tenaga surya tersebut di atas terlihat bahwa kompor tenaga surya dengan sudut 60° , dengan panjang kerangka isolasi 15 cm dan menggunakan panci warna hitam memiliki daya kerja yang paling maksimal.

4.7 Perhitungan perbedaan temperatur

Perbedaan temperatur kompor didapat dengan cara mengurangi temperatur air dengan temperatur suhu lingkungan disekitar kompor. Perhitungan beda temperatur kompor didapat dari persamaan (2.2). Di bawah dapat dilihat hasil perhitungan beda temperatur kompor dengan beberapa macam variasi, yaitu :

1. Panci aluminium tanpa di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik 16 cm dan bahan yang diuji adalah air (H_2O).

Pengukuran pada jam 9:00, untuk sudut 45° (selasa 25 juni 2004)

$$\begin{aligned} T_d &= 28.51 - 28.4 \\ &= 0.11 \end{aligned}$$

Pengukuran pada jam 9:00, untuk sudut 60° (selasa 25 juni 2004)

$$\begin{aligned} T_d &= 31.23 - 28.4 \\ &= 2.83 \end{aligned}$$

Pengukuran pada jam 9:00, untuk sudut 75° (selasa 25 juni 2004)

$$\begin{aligned} T_d &= 31.48 - 28.4 \\ &= 3.08 \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan lainnya, selengkapnya akan ditampilkan dalam perhitungan yang sama pada tabel-tabel dibawah ini.

Tabel 4.39 Harga T_d , bahan pengujian Air (H_2O), Selasa 25 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (°C)	Reflektor 60° (°C)	Reflektor 75° (°C)
9:00	0,11	2,83	3,08
9:30	7,53	18,97	17,13
10:00	13,28	21,76	22,74
10:30	45,09	23,66	25,52
11:00	48,00	24,48	26,46
11:30	23,36	26,91	29,22
12:00	22,39	35,22	33,23
12:30	21,77	38,49	37,59
13:00	29,25	38,78	39,18
13:30	36,32	35,78	36,17
14:00	32,76	35,61	34,16
14:30	30,62	35,40	34,48
15:00	31,25	35,56	34,63

Tabel 4.40 Harga T_d , bahan pengujian Air (H_2O), Rabu 26 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (°C)	Reflektor 60° (°C)	Reflektor 75° (°C)
9:00	3,61	3,64	1,51
9:30	9,44	15,09	16,04
10:00	9,99	25,79	16,62
10:30	18,46	26,72	19,61
11:00	24,43	32,27	25,92
11:30	28,37	34,60	29,46
12:00	33,09	39,76	30,95
12:30	31,82	39,35	31,09
13:00	33,24	40,89	32,42
13:30	31,22	40,80	34,27
14:00	24,29	38,93	33,69
14:30	28,34	38,46	33,97
15:00	26,34	36,88	33,80

2. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik 16 cm dan bahan yang diuji adalah air (H_2O).

Tabel 4.41 Harga T_d , bahan pengujian Air (H_2O), Sabtu 12 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (°C)	Reflektor 60° (°C)	Reflektor 75° (°C)
9:00	3.40	3.32	3.36
9:30	16.01	16.72	10.86
10:00	24.81	22.84	14.08
10:30	30.17	28.21	28.89
11:00	35.35	31.25	33.35
11:30	38.53	40.15	43.48
12:00	43.67	47.13	49.41
12:30	61.19	64.90	63.24
13:00	55.56	57.86	56.28
13:30	51.36	53.11	54.43
14:00	48.50	51.43	46.68
14:30	26.26	48.89	44.34
15:00	45.28	47.77	39.00

Tabel 4.42 Harga T_d , bahan pengujian Air (H_2O), Selasa 15 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (°C)	Reflektor 60° (°C)	Reflektor 75° (°C)
9:00	3.72	3.32	3.14
9:30	15.45	15.29	11.15
10:00	20.92	25.41	22.94
10:30	27.32	33.98	32.20
11:00	31.97	48.03	42.84
11:30	39.56	56.28	52.09
12:00	44.03	62.92	54.53
12:30	56.11	68.88	62.47
13:00	47.77	67.97	59.06
13:30	45.87	64.01	56.16
14:00	41.48	57.66	48.27
14:30	36.08	52.04	43.61
15:00	31.97	46.19	34.27

3. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik 16 cm dan bahan yang diuji adalah zeolit.

Tabel 4.43 Harga T_d , bahan pengujian Zeolit, Jumat 11 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (°C)	Reflektor 60° (°C)	Reflektor 75° (°C)
9:00	3.21	3.24	3.07
9:30	18.38	17.47	14.54
10:00	27.89	32.07	28.77
10:30	33.10	47.01	37.48
11:00	38.86	59.69	50.21
11:30	45.37	60.60	49.94
12:00	45.97	60.34	49.35
12:30	46.46	60.61	51.25
13:00	43.47	57.72	50.19
13:30	36.21	51.96	46.35
14:00	31.84	49.63	40.86
14:30	28.49	45.40	37.38
15:00	27.16	41.27	36.16

Tabel 4.44 Harga T_d , bahan pengujian Zeolit, Rabu 16 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (°C)	Reflektor 60° (°C)	Reflektor 75° (°C)
9:00	3.12	2.83	2.97
9:30	14.84	16.08	14.88
10:00	32.69	38.29	30.35
10:30	40.21	50.79	45.06
11:00	44.76	59.99	52.45
11:30	49.44	61.11	56.62
12:00	56.11	62.41	58.04
12:30	61.41	65.13	62.60
13:00	57.04	57.94	56.69
13:30	42.05	45.51	43.12
14:00	35.58	36.43	35.63
14:30	32.33	30.48	32.58
15:00	30.36	27.43	26.37

4. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik 16 cm dan bahan yang diuji adalah karbon aktif granul.

Tabel 4.45 Harga T_d , bahan pengujian Karbon aktif, Rabu 9 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (°C)	Reflektor 60° (°C)	Reflektor 75° (°C)
9:00	3.33	3.25	3.07
9:30	11.30	17.93	13.16
10:00	28.88	33.39	36.71
10:30	40.66	47.46	44.86
11:00	40.85	44.19	41.03
11:30	42.56	39.01	47.53
12:00	38.27	45.17	41.60
12:30	53.43	53.79	53.81
13:00	45.12	56.79	46.77
13:30	45.50	48.21	50.07
14:00	31.47	42.36	29.46
14:30	32.35	35.57	29.79
15:00	28.87	21.08	28.13

Tabel 4.46 Harga T_d , bahan pengujian Karbon aktif, Kamis 10 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (°C)	Reflektor 60° (°C)	Reflektor 75° (°C)
9:00	4.33	4.03	4.50
9:30	12.30	18.93	14.16
10:00	20.19	23.60	22.54
10:30	28.82	36.67	34.02
11:00	35.54	41.03	40.03
11:30	42.56	45.48	44.28
12:00	43.65	47.33	45.93
12:30	51.43	51.79	49.65
13:00	46.12	47.00	45.61
13:30	43.27	43.82	43.49
14:00	42.08	42.20	40.12
14:30	36.58	38.73	35.12
15:00	35.10	35.95	32.22

5. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik 17 cm dan bahan yang diuji adalah air (H_2O).

Tabel 4.47 Harga T_d , bahan pengujian air (H_2O), Senin 28 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (°C)	Reflektor 60° (°C)	Reflektor 75° (°C)
9:00	1.96	1.99	1.80
9:30	11.29	10.37	9.57
10:00	14.14	14.52	16.34
10:30	19.27	20.96	21.73
11:00	25.09	26.79	27.15
11:30	33.88	40.56	39.24
12:00	45.69	50.56	48.73
12:30	50.93	55.27	51.08
13:00	54.93	62.09	54.57
13:30	48.88	62.82	55.85
14:00	39.70	60.85	55.81
14:30	35.48	50.80	44.21
15:00	33.29	42.22	32.56

Tabel 4.48 Harga T_d , bahan pengujian air (H_2O), Selasa 29 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (°C)	Reflektor 60° (°C)	Reflektor 75° (°C)
9:00	3.21	3.99	4.02
9:30	10.53	9.38	9.77
10:00	14.67	13.75	12.96
10:30	20.78	19.66	21.50
11:00	31.05	25.32	33.57
11:30	36.90	35.49	38.26
12:00	43.61	44.49	45.46
12:30	43.77	45.72	46.58
13:00	43.64	46.24	49.26
13:30	39.35	40.97	42.02
14:00	33.15	35.50	34.58
14:30	29.36	27.06	30.55
15:00	24.69	24.87	25.86

6. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik 17 cm dan bahan yang diuji adalah zeolit.

Tabel 4.49 Harga T_d , bahan pengujian Zeolit, Sabtu 19 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (°C)	Reflektor 60° (°C)	Reflektor 75° (°C)
9:00	6.50	6.86	6.04
9:30	27.08	20.25	16.57
10:00	44.45	31.62	31.67
10:30	44.92	37.16	37.99
11:00	45.71	44.42	46.91
11:30	48.03	49.34	48.81
12:00	52.13	57.88	57.39
12:30	51.59	59.39	54.56
13:00	47.10	48.20	51.90
13:30	37.21	49.73	49.85
14:00	29.73	32.62	33.97
14:30	29.50	31.64	30.92
15:00	36.63	25.73	24.88

Tabel 4.50 Harga T_d , bahan pengujian Zeolit, Selasa 22 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (°C)	Reflektor 60° (°C)	Reflektor 75° (°C)
9:00	5.22	4.82	5.63
9:30	14.63	16.42	12.28
10:00	23.11	25.66	22.34
10:30	30.69	33.90	27.35
11:00	40.41	39.22	34.86
11:30	34.98	37.77	31.88
12:00	30.92	35.33	36.25
12:30	35.67	39.11	35.94
13:00	45.85	56.87	36.65
13:30	41.26	49.68	33.87
14:00	32.90	41.52	34.02
14:30	30.99	35.40	29.61
15:00	26.01	24.68	23.83

7. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik 17 cm dan bahan yang diuji adalah karbon aktif granul.

Tabel 4.51 Harga T_d , bahan pengujian Karbon aktif, Kamis 24 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (°C)	Reflektor 60° (°C)	Reflektor 75° (°C)
9:00	3.72	3.75	3.90
9:30	13.51	21.33	18.31
10:00	22.39	-21.23	28.22
10:30	27.35	41.57	31.70
11:00	32.39	47.81	34.82
11:30	39.46	51.23	38.25
12:00	47.25	57.41	54.65
12:30	41.16	51.85	49.05
13:00	29.87	36.11	33.04
13:30	29.37	34.64	31.88
14:00	28.92	31.05	29.37
14:30	26.42	28.98	28.80
15:00	23.26	28.94	29.08

8. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik 15 cm dan bahan yang diuji adalah air (H₂O).

Tabel 4.52 Harga T_d, bahan pengujian air (H₂O), Rabu 30 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (°C)	Reflektor 60° (°C)	Reflektor 75° (°C)
9:00	1.79	1.93	1.96
9:30	8.91	8.63	5.99
10:00	15.93	15.44	14.13
10:30	24.13	22.81	20.76
11:00	34.58	33.39	32.68
11:30	36.81	36.37	33.62
12:00	41.93	40.86	37.70
12:30	56.21	60.35	58.68
13:00	53.16	56.00	54.53
13:30	48.19	55.55	54.06
14:00	42.25	52.83	50.26
14:30	38.11	45.87	43.05
15:00	31.40	37.96	35.54

Tabel 4.53 Harga T_d, bahan pengujian air (H₂O), Kamis 1 juli 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (°C)	Reflektor 60° (°C)	Reflektor 75° (°C)
9:00	1.44	1.25	1.28
9:30	9.57	9.94	7.84
10:00	16.82	19.79	17.63
10:30	25.48	26.42	24.17
11:00	32.64	33.06	31.27
11:30	37.20	37.52	38.36
12:00	44.26	42.12	45.36
12:30	53.23	55.75	54.71
13:00	48.24	52.04	50.98
13:30	46.30	47.39	50.75
14:00	43.50	41.46	50.75
14:30	39.39	40.68	47.26
15:00	34.85	38.83	43.66

9. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik 15 cm dan bahan yang diuji adalah zeolit.

Tabel 4.54 Harga T_d , bahan pengujian Zeolit, Kamis 17 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (°C)	Reflektor 60° (°C)	Reflektor 75° (°C)
9:00	2.81	3.06	2.77
9:30	16.42	19.50	16.03
10:00	32.77	36.64	34.65
10:30	39.18	47.06	46.51
11:00	47.07	50.87	49.04
11:30	48.47	57.99	52.73
12:00	52.11	63.15	55.10
12:30	58.72	69.02	64.56
13:00	55.10	64.74	62.44
13:30	42.79	52.62	45.82
14:00	30.75	44.77	40.54
14:30	25.70	27.62	24.95
15:00	24.76	25.91	21.83

Tabel 4.55 Harga T_d , bahan pengujian Zeolit, Jumat 18 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (°C)	Reflektor 60° (°C)	Reflektor 75° (°C)
9:00	3.48	2.86	4.09
9:30	19.12	16.05	13.87
10:00	27.59	26.81	21.74
10:30	29.86	35.88	37.68
11:00	34.67	48.69	50.65
11:30	42.83	59.99	53.22
12:00	47.09	61.56	63.90
12:30	47.60	64.89	69.08
13:00	43.31	59.61	64.21
13:30	37.62	52.08	56.00
14:00	29.99	43.89	41.92
14:30	28.02	37.27	36.15
15:00	24.12	27.43	26.48

10. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung plastik 15 cm dan bahan yang diuji adalah karbon aktif granul.

Tabel 4.56 Harga T_d , bahan pengujian Karbon aktif, Jumat 25 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (°C)	Reflektor 60° (°C)	Reflektor 75° (°C)
9:00	4.54	4.68	4.29
9:30	12.40	17.31	19.47
10:00	23.08	32.43	32.81
10:30	34.72	39.35	43.01
11:00	43.88	48.64	51.68
11:30	42.08	50.83	50.63
12:00	42.71	61.71	49.21
12:30	43.96	51.63	43.31
13:00	44.59	38.02	35.06
13:30	39.45	40.32	38.34
14:00	35.46	39.55	38.76
14:30	32.74	37.04	36.02
15:00	31.25	31.12	33.01

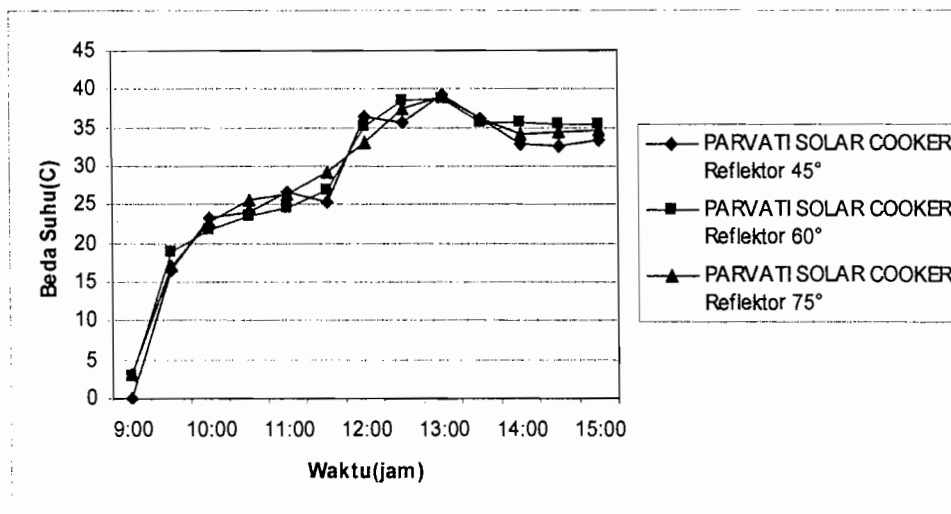
Tabel 4.57 Harga T_d , bahan pengujian Karbon aktif, Sabtu 26 juni 2004

WAKTU (Jam)	PARVATI SOLAR COOKER		
	Reflektor 45° (°C)	Reflektor 60° (°C)	Reflektor 75° (°C)
9:00	3.27	2.76	3.44
9:30	24.72	22.85	22.75
10:00	40.61	41.59	40.38
10:30	47.20	48.63	45.39
11:00	55.20	57.93	51.37
11:30	56.51	60.11	56.16
12:00	52.65	56.78	56.60
12:30	50.58	54.38	53.11
13:00	48.59	52.50	51.98
13:30	42.30	51.80	49.55
14:00	37.41	49.27	44.62
14:30	34.92	42.14	36.27
15:00	28.66	36.62	26.51

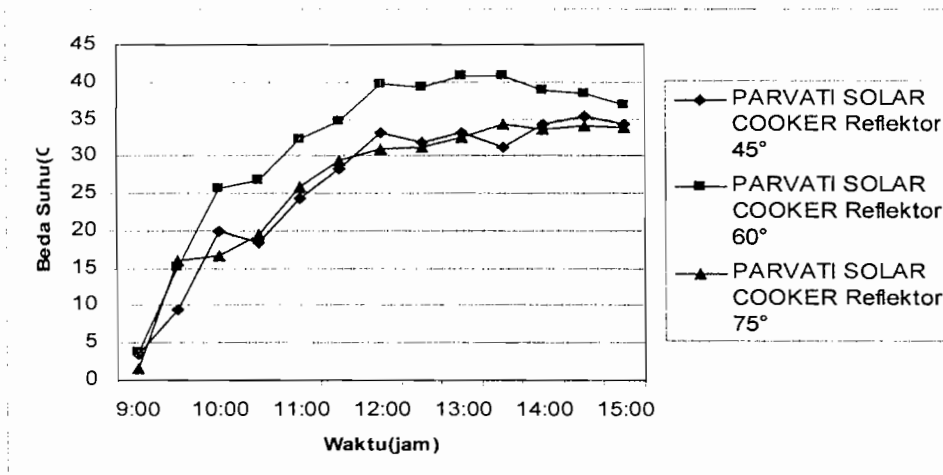
4.8 Grafik Perbedaan temperatur

Untuk lebih mudah dalam menganalisa perbedaan temperatur yang terjadi pada kompor tenaga surya perbedaan suhu tersebut akan ditampilkan dalam grafik perbedaan temperatur kompor terhadap waktu pengujian dibawah ini.

1. Panci aluminium tanpa di cat hitam dengan panjang kerangka selubung 16 cm dan bahan yang diuji adalah air (H_2O).

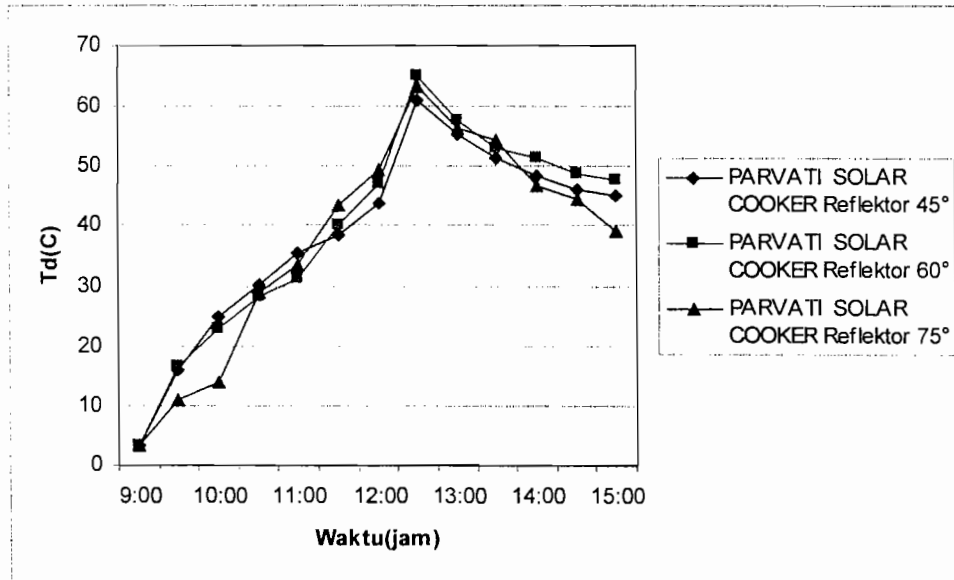


Gambar 4.39 Grafik data pengamatan bahan pengujian Air (H_2O), Selasa 25 juni 2004

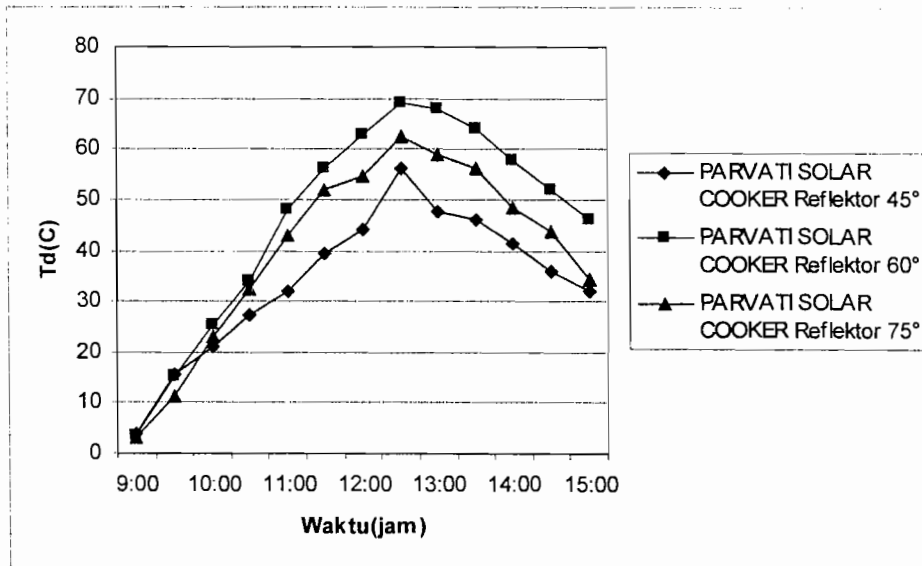


Gambar 4.40 Grafik data pengamatan bahan pengujian Air (H_2O), Rabu 26 juni 2004

2. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung isolasi 16 cm dan bahan yang diuji adalah air (H_2O).

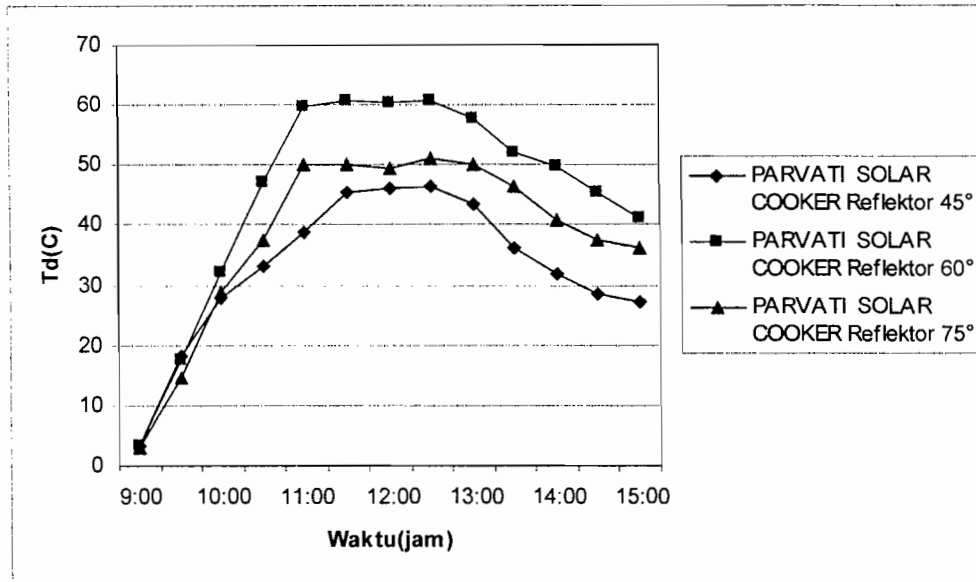


Gambar 4.41 Grafik data pengamatan bahan pengujian Air (H_2O), Sabtu 12 juni 2004

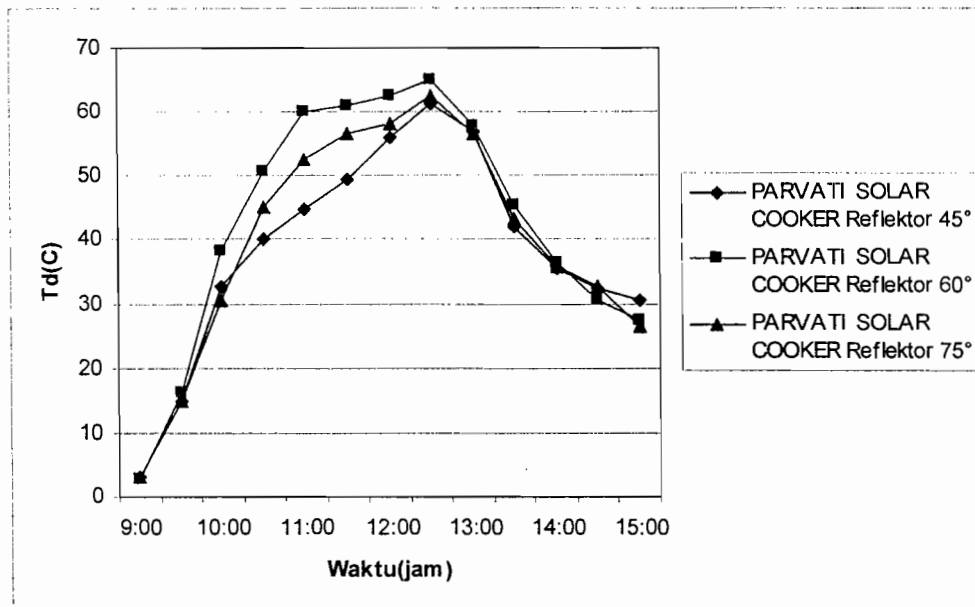


Gambar 4.42 Grafik data pengamatan bahan pengujian Air (H_2O), Selasa 15 juni 2004

3. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung isolasi 16 cm dan bahan yang diuji adalah zeolit.

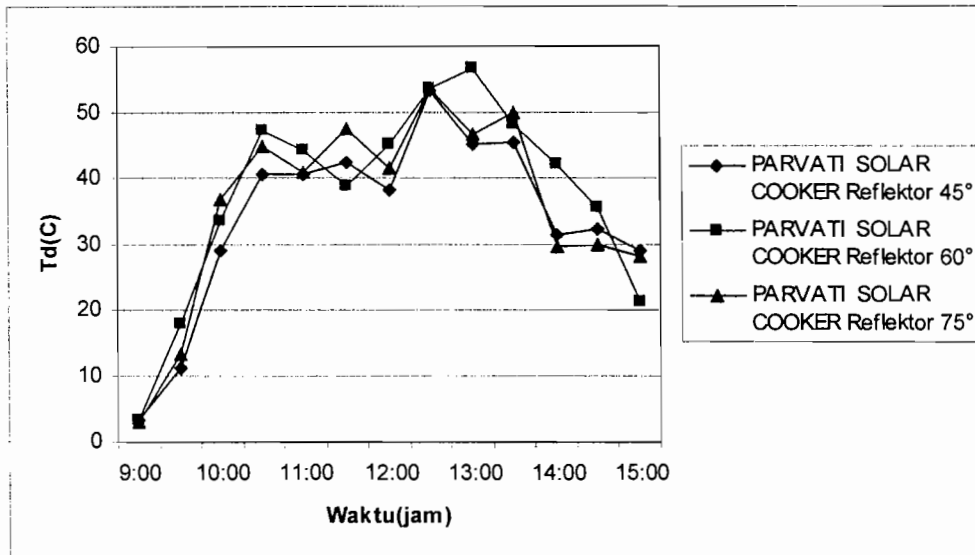


Gambar 4.43 Grafik data pengamatan bahan pengujian Zeolit, Jumat 11 juni 2004

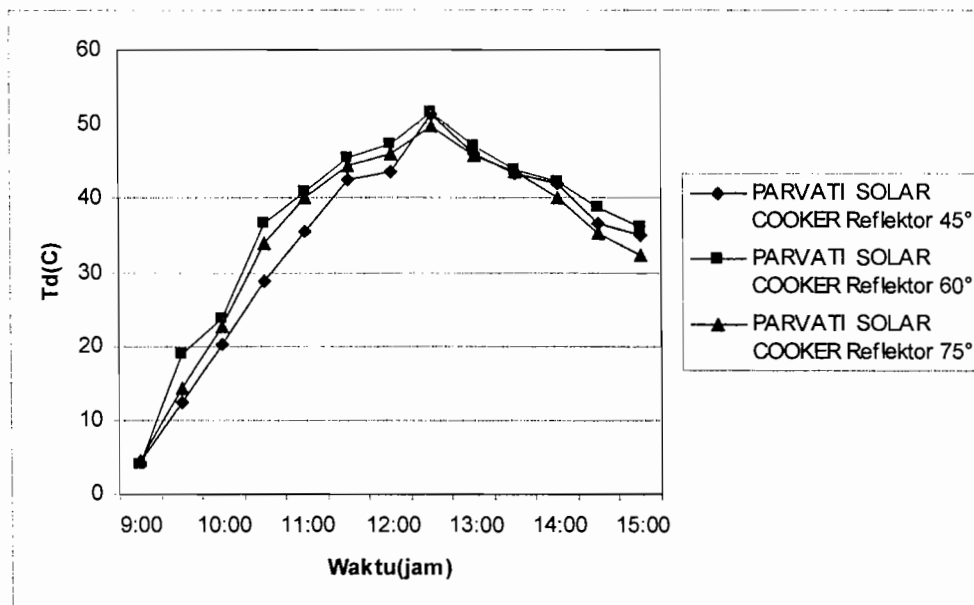


Gambar 4.44 Grafik data pengamatan bahan pengujian Zeolit, Rabu 16 juni 2004

4. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung isolasi 16 cm dan bahan yang diuji adalah karbon aktif granul.



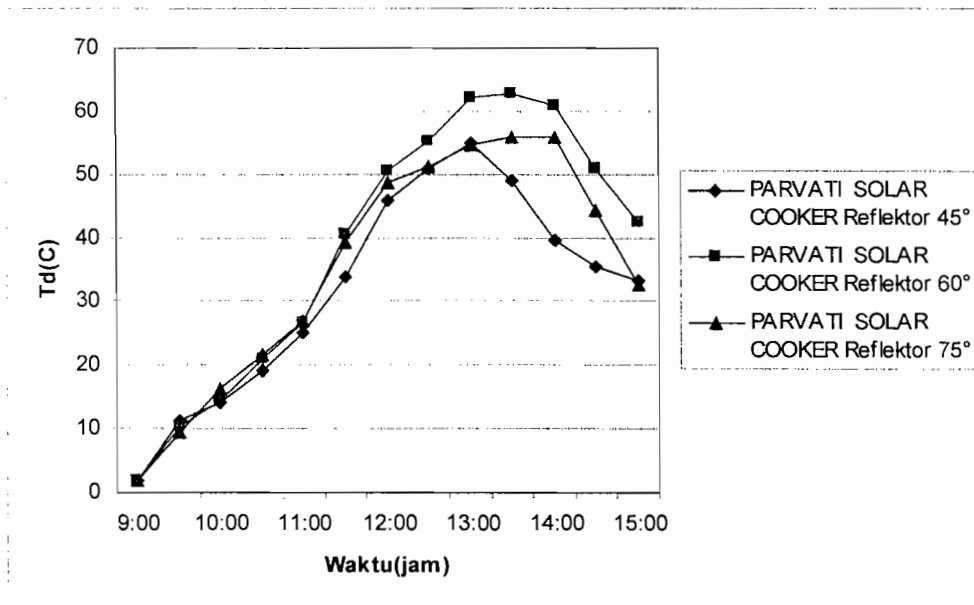
Gambar 4.45 Grafik data pengamatan bahan pengujian Karbon aktif, Rabu 9 juni 2004



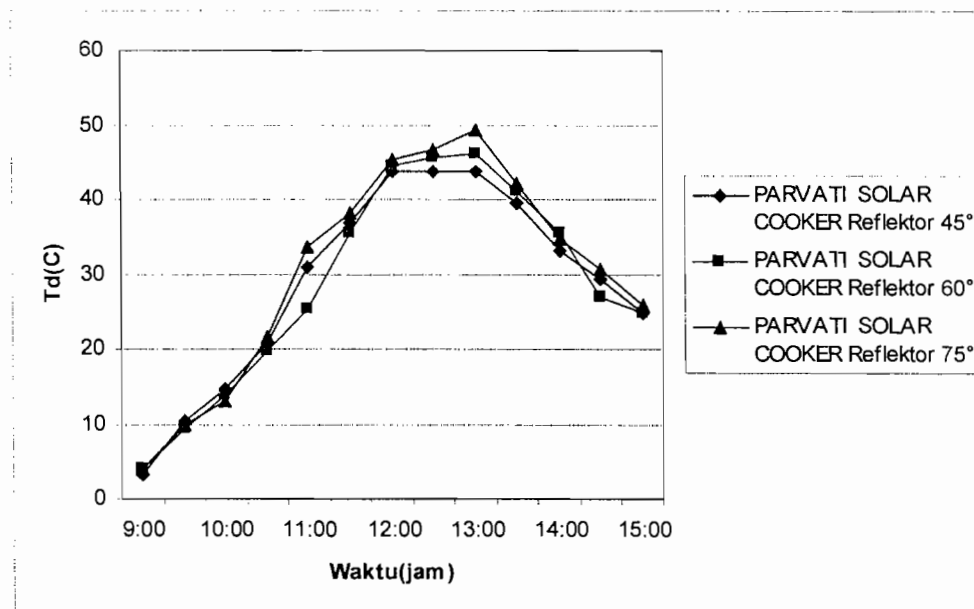
Gambar 4.46 Grafik data pengamatan bahan pengujian Karbon aktif, Kamis 10 juni 2004



5. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung isolasi 17 cm dan bahan yang diuji adalah air (H_2O).

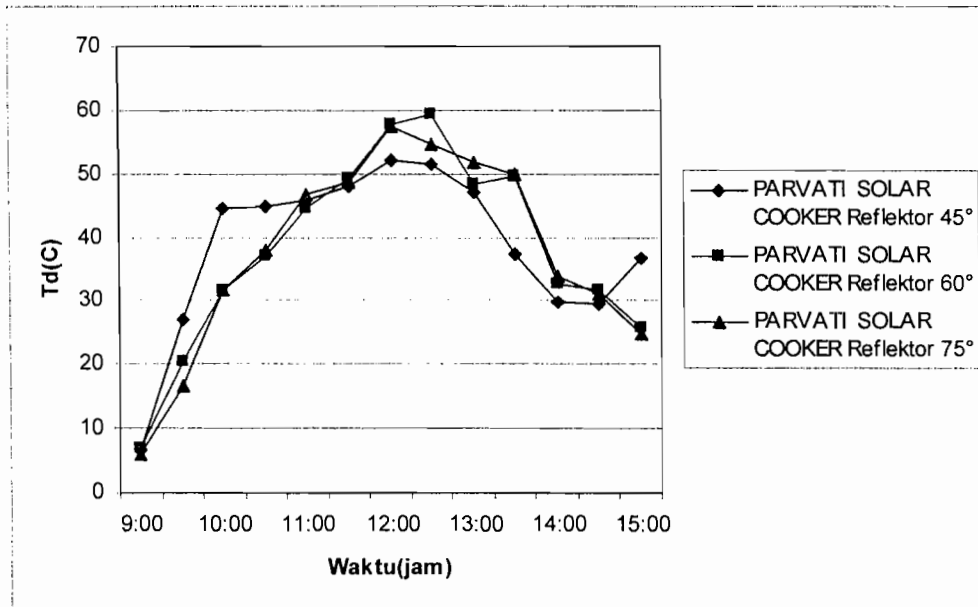


Gambar 4.47 Grafik data pengamatan bahan pengujian air (H_2O), Senin 28 juni 2004

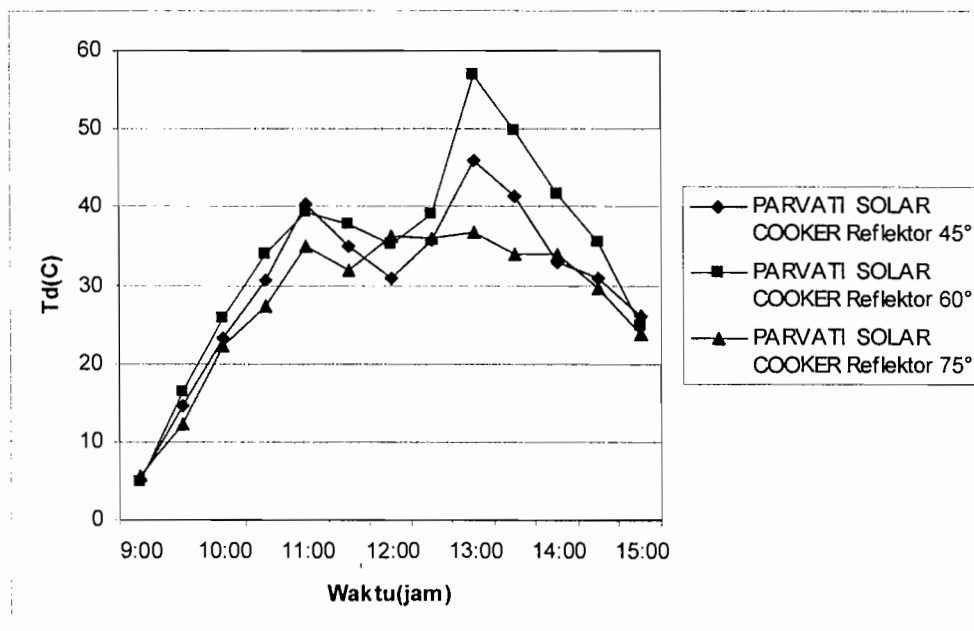


Gambar 4.48 Grafik data pengamatan bahan pengujian air (H_2O), Selasa 29 juni 2004

6. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung isolasi 17 cm dan bahan yang diuji adalah zeolit.

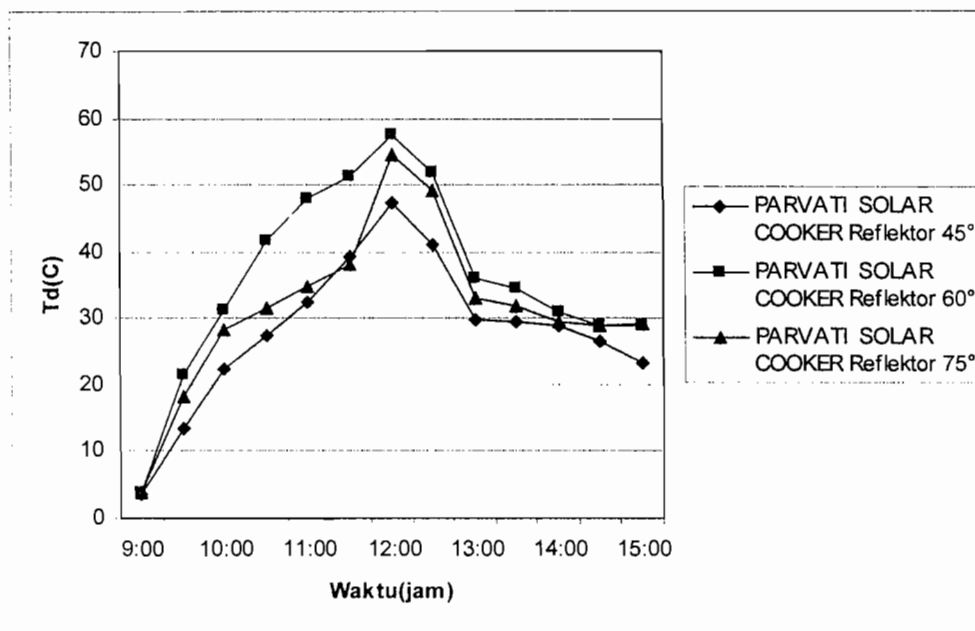


Gambar 4.49 Grafik data pengamatan bahan pengujian Zeolit, Sabtu 19 juni 2004



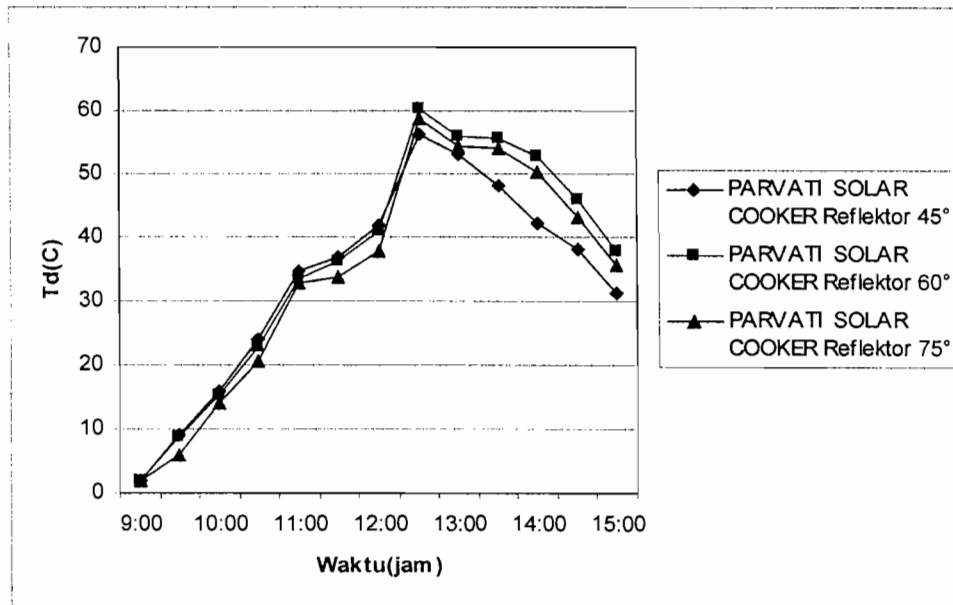
Gambar 4.50 Grafik data pengamatan bahan pengujian Zeolit, Selasa 22 juni 2004

7. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung isolasi 17 cm dan bahan yang diuji adalah karbon aktif granul.

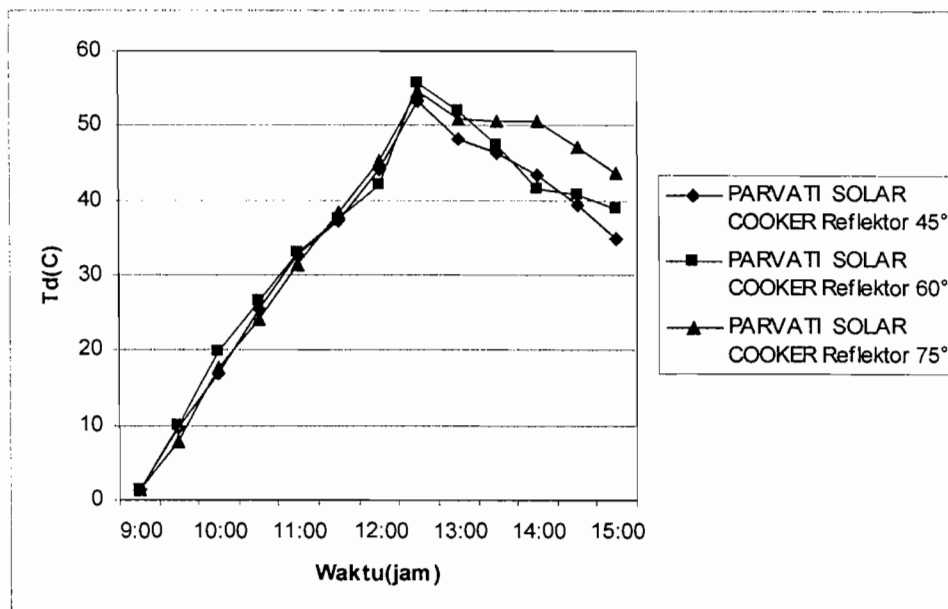


Gambar 4.51 Grafik data pengamatan bahan pengujian Karbon aktif, Kamis 24 juni 2004

8. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung isolasi 15 cm dan bahan yang diuji adalah air (H_2O).

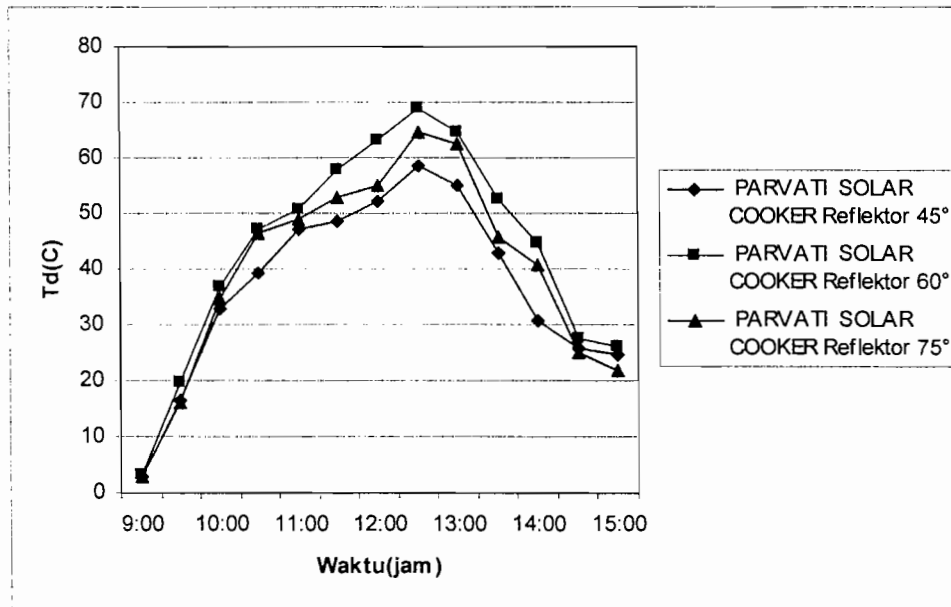


Gambar 4.52 Grafik data pengamatan bahan pengujian air (H_2O), Rabu 30 juni 2004

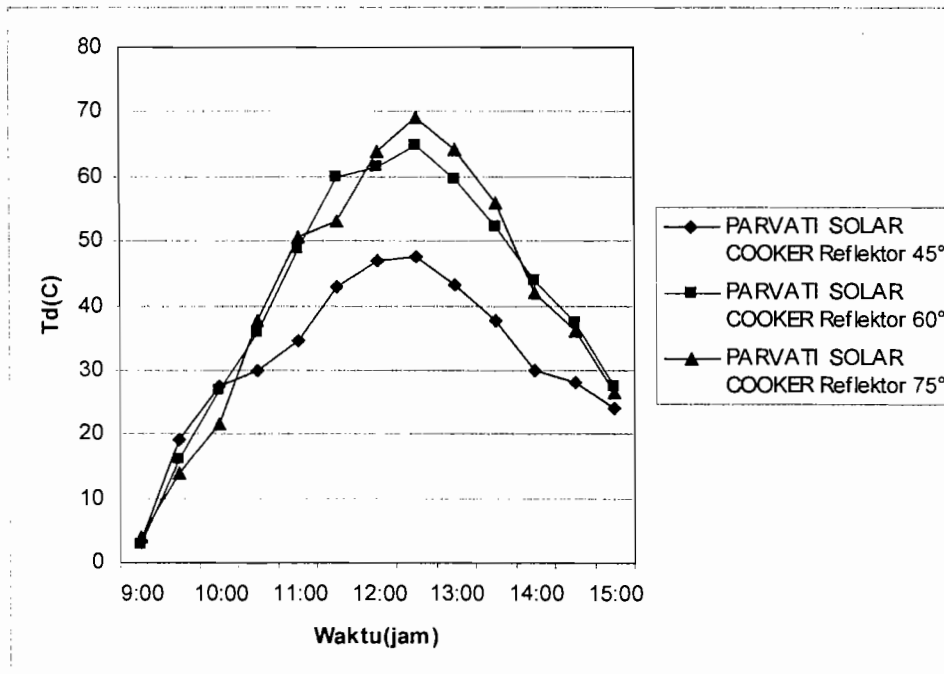


Gambar 4.53 Grafik data pengamatan bahan pengujian air (H_2O), Kamis 1 juli 2004

9. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung isolasi 15 cm dan bahan yang diuji adalah zeolit

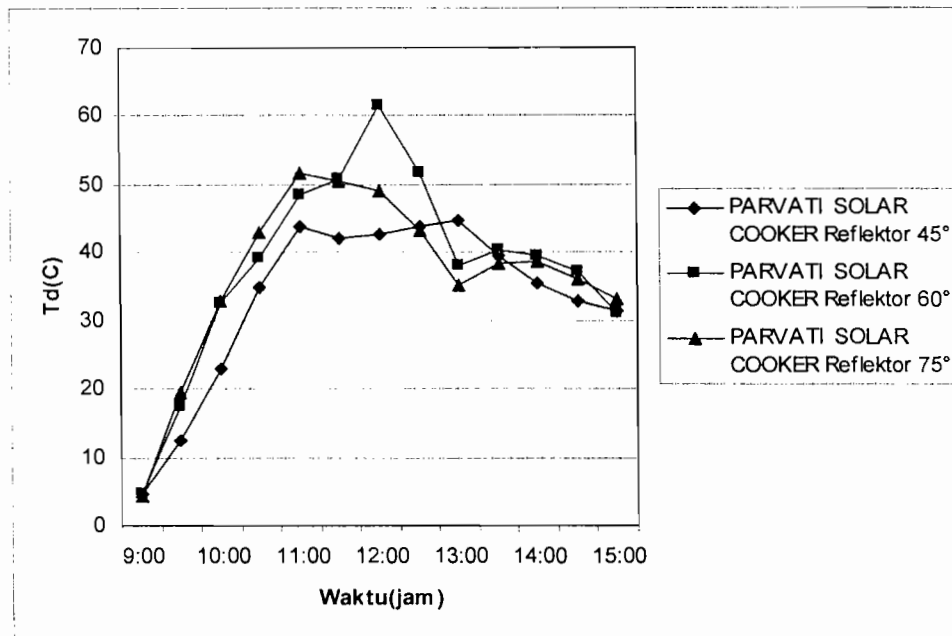


Gambar 4.54 Grafik data pengamatan bahan pengujian Zeolit, Kamis 17 juni 2004

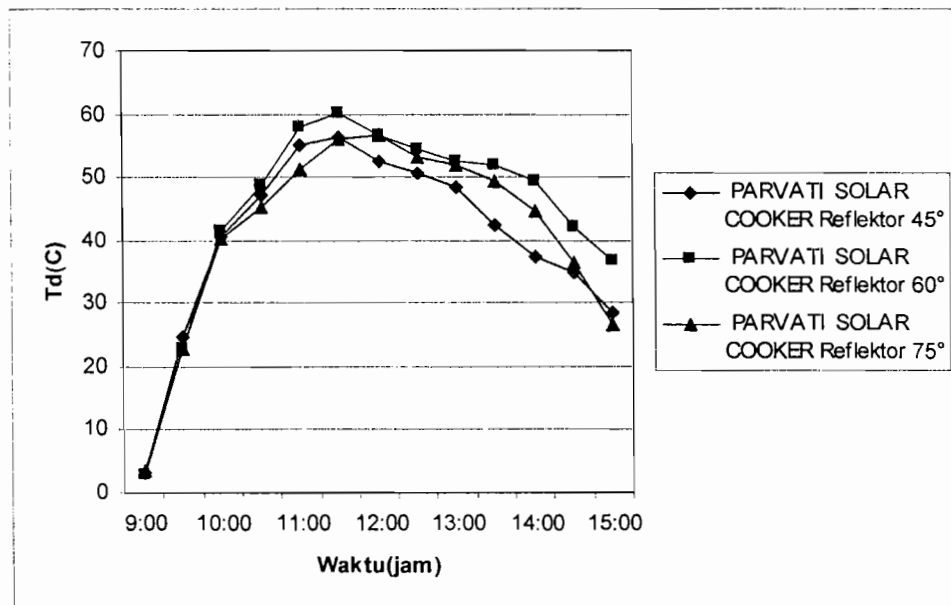


Gambar 4.55 Grafik data pengamatan bahan pengujian Zeolit, Jumat 18 juni 2004

10. Panci aluminium di cat hitam dengan panjang kerangka selubung isolasi 15 cm dan bahan yang diuji adalah karbon aktif granul.



Gambar 4.56 Grafik data pengamatan bahan pengujian Karbon aktif, Jumat 25 juni 2004



Gambar 4.57 Grafik data pengamatan bahan pengujian Karbon aktif, Sabtu 26 juni 2004

4.9 Pembahasan data dan grafik perhitungan perbedaan temperatur.

Dari data-data dan grafik-grafik perbedaan suhu diatas terlihat bahwa semakin tinggi suhu yang dihasilkan semakin besar perbedaan suhu yang terjadi antara benda yang dipanaskan dengan suhu lingkungan. Perbedaan suhu ini dihitung untuk memudahkan menganalisa kenaikan suhu yang terjadi pada kompor tenaga surya. Dari data dan grafik diatas terlihat bahwa kompor tenaga surya dengan sudut kolektor 60° , panjang kerangka isolasi 15 cm dan menggunakan panci warna hitam mempunyai perbedaan suhu terbesar dengan lingkungan, karena suhu kompor tenaga surya ini paling maksimal.

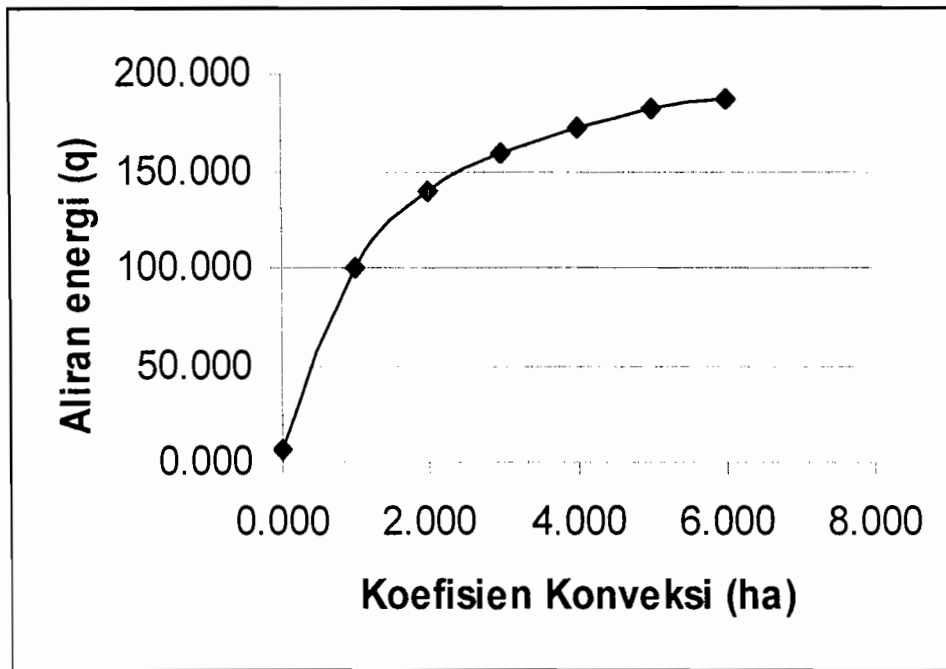
4.10 Pembahasan Simulasi Selubung

Variable-variabel simulasi selubung diambil dari persamaan 2.2, persamaan 2.3, persamaan 2.4, persamaan 2.5, persamaan 2.6, dan persamaan 2.7 yang merupakan persamaan ketetapan keseimbangan energi. Perbandingan persamaan-persamaan tersebut dapat diperlihatkan dalam grafik-grafik dibawah ini :

1. Pengaruh koefisien konveksi atau perpindahan panas diluar selubung (h_a) terhadap aliran energi (q_{sun}).

Tabel 4.58 Tabel Input Simulasi Analisa Selubung Panci dari Koefisien Konveksi Selubung (h_a) dan Aliran Energi yang dibutuhkan (q_{sun})

Variabel Input (Satuan)	Variasi Variabel h_a						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
h_a [Btu/(h-ft ² -°F)]	0.000	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000
q_s [Btu/(h-ft ²)]	6.559	99.605	138.717	159.602	172.470	181.161	187.413



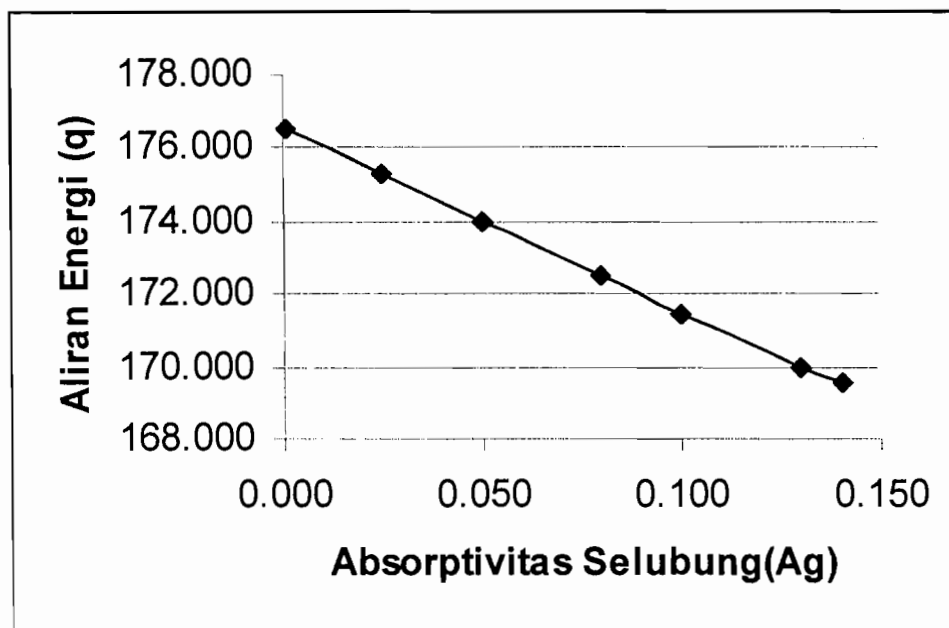
Gambar 4.58 Grafik pengaruh koefisien konveksi diluar selubung (h_a) terhadap aliran energi (q_{sun})

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar koefisien konveksi atau perpindahan panas diluar selubung (h_a) maka akan semakin besar pula aliran energi (q_{sun}) yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu di dalam selubung. Koefisien konveksi diluar selubung sangat dipengaruhi oleh tiupan angin, semakin besar tiupan angin semakin besar pula koefisien konveksinya dan begitu pula sebaliknya.

2. Pengaruh absorptivitas selubung (A_g) terhadap aliran energi (q_{sun}).

Tabel 4.59 Tabel Input Simulasi Analisa Selubung Panci dari Absorptivitas Selubung (A_g) dan Aliran Energi yang dibutuhkan (q_{sun})

Variabel Input (Satuan)	Variasi Variabel A_g						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
A_g	0.001	0.025	0.050	0.080	0.100	0.130	0.140
Q_s [Btu/(h-ft ²)]	176.499	175.258	173.981	172.470	171.476	170.003	169.518



Gambar 4.59 Grafik pengaruh absorptivitas selubung (A_g) terhadap aliran energi (q_{sun})

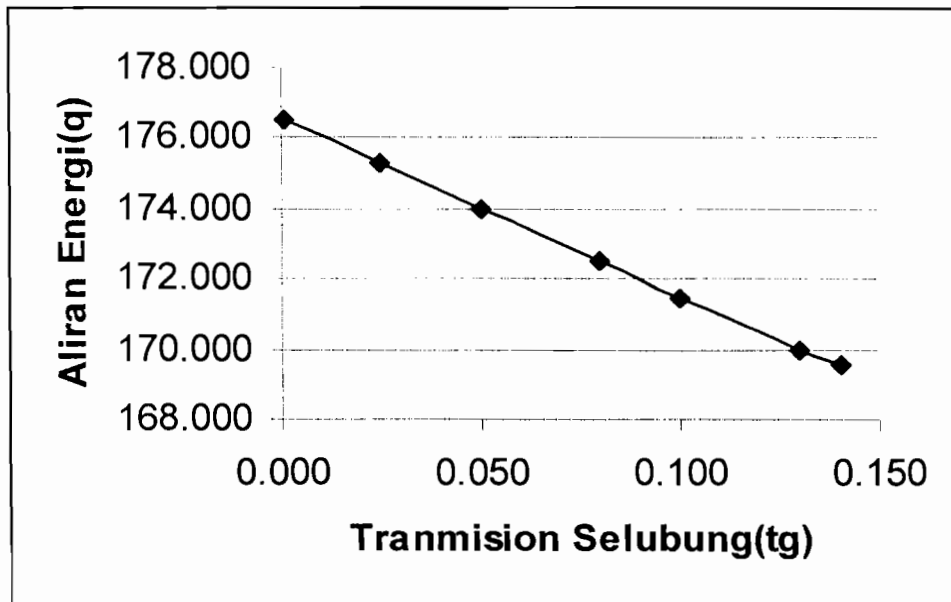
Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar absorptivitas oleh selubung (A_g) maka semakin kecil aliran energi (q_{sun}) yang dibutuhkan untuk

mempertahankan suhu. Harga absorptivitas selubung ini dipengaruhi oleh bahan dan warna dari selubung.

3. Pengaruh transmisi selubung (t_g) terhadap aliran energi (q_{sun}).

Tabel 4.60 Tabel Input Simulasi Analisa Selubung Panci dari Transmisi Selubung (t_g) dan Aliran Energi yang dibutuhkan (q_{sun})

Variabel Input (Satuan)	Variasi Variabel t_g						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
T_g	0.781	0.805	0.830	0.860	0.880	0.910	0.920
Q_s [Btu/(h-ft ²)]	189.471	183.962	178.554	172.470	168.639	163.201	161.466



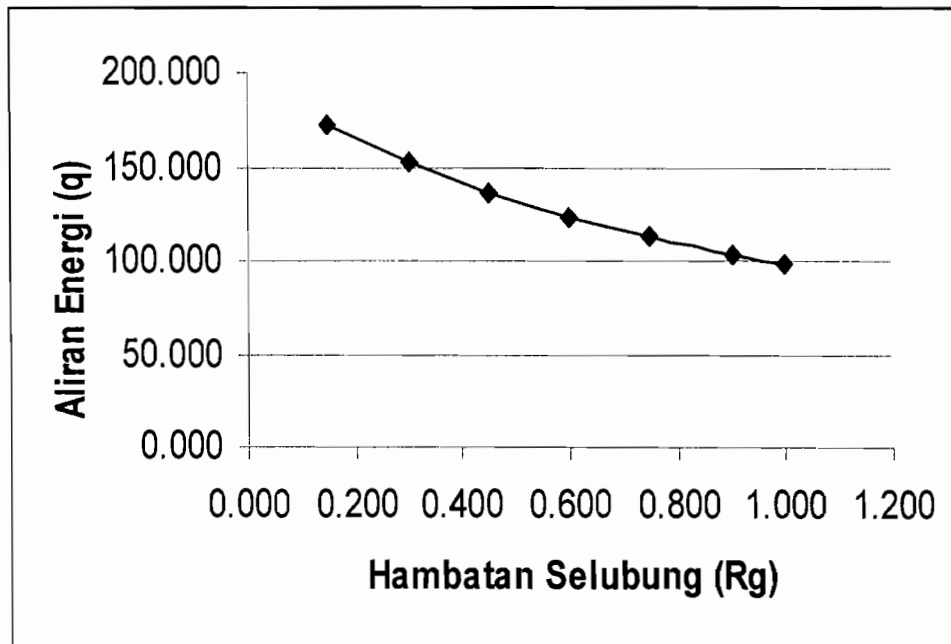
Gambar 4.60 Grafik pengaruh Transmisi Selubung (t_g) terhadap Aliran Energi (q_{sun})

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar energi (tg) yang diteruskan oleh selubung maka aliran energi (q_{sun}) yang dibutuhkan untuk mempertahankan temperatur dalam selubung semakin kecil. Kemampuan tranmisi dari selubung sangat dipengaruhi oleh bahan dari selubung, warna dari selubung dan juga ketebalan selubung. Agar kemampuan tranmisi dari selubung besar harus dicari selubung dari bahan yang transparan , tembus sinar dan tipis.

4. Pengaruh hambatan selubung (R_g) terhadap aliran energi (q_{sun}).

Tabel 4.61 Tabel Input Simulasi Analisa Selubung Panci dari Hambatan Selubung (R_g) dan Aliran Energi yang dibutuhkan (q_{sun})

Variabel Input (Satuan)	Variasi Variabel R_g						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
R_g [(h-ft ² -°F)]	0.150	0.300	0.450	0.600	0.750	0.900	1.000
q_s [Btu/(h-ft ²)]	172.470	152.442	136.481	123.534	112.858	103.925	98.743



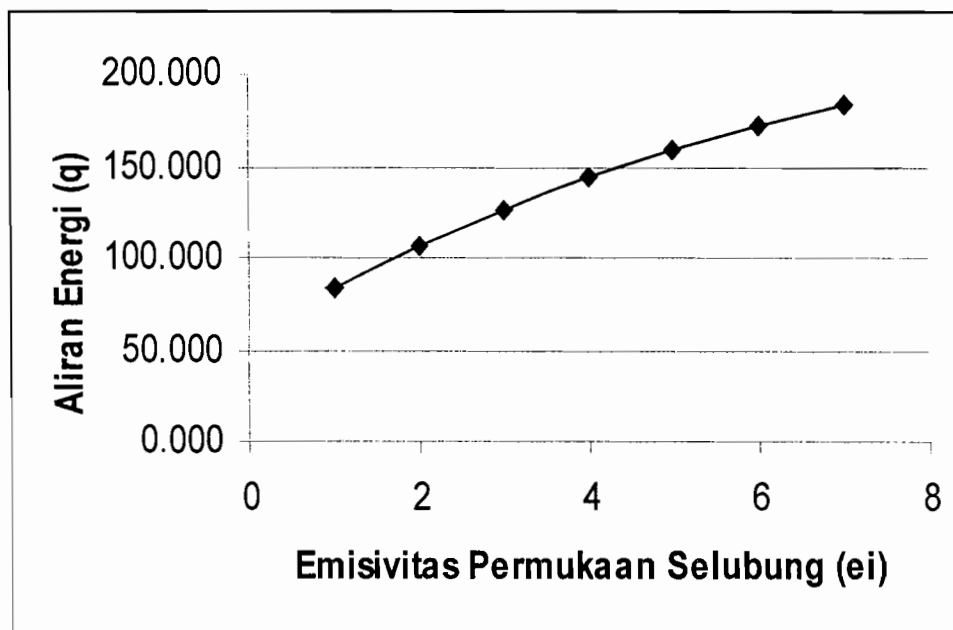
Gambar 4.61 Grafik pengaruh hambatan selubung (R_g) terhadap aliran energi (q_{sun})

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar hambatan yang dilakukan oleh selubung (R_g) maka aliran energi (q_{sun}) yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu dalam selubung semakin kecil. Hambatan dari selubung sangat dipengaruhi oleh bahan, warna, dan ketebalan selubung.

5. Pengaruh emisivitas permukaan selubung (e_i) terhadap aliran energi (q_{sun}).

Tabel 4.62 Tabel Input Simulasi Analisa Selubung Panci dari Emisivitas Selubung (e_i) dan Aliran Energi yang dibutuhkan (q_{sun})

Variabel Input (Satuan)	Variasi Variabel e_i						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
E_i	0.160	0.300	0.440	0.580	0.720	0.860	1.000
Q_s [Btu/(h-ft ²)]	83.799	106.807	126.708	144.016	159.154	172.470	184.251



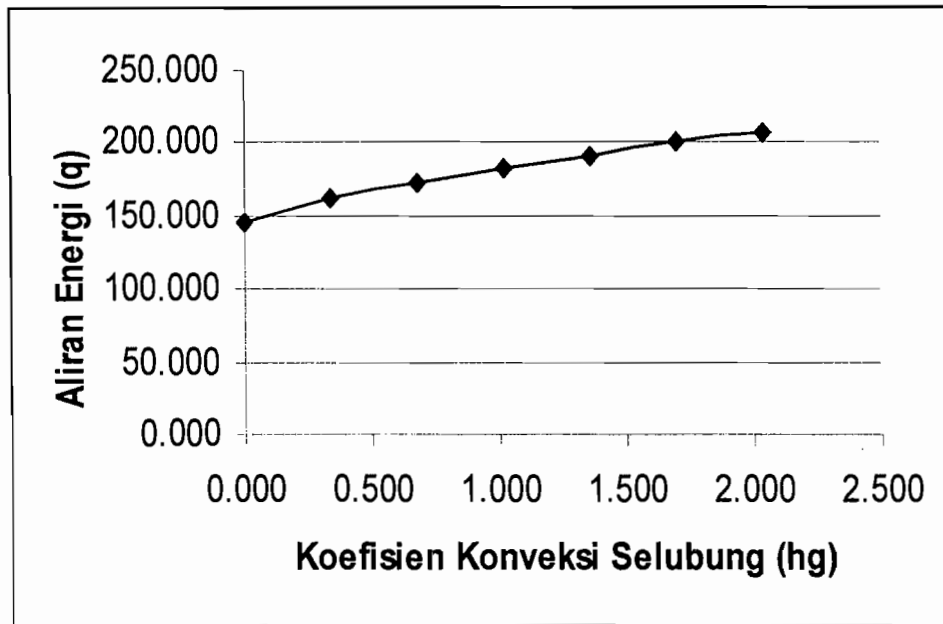
Gambar 4.62 Grafik pengaruh emisivitas selubung (e_i) terhadap aliran energi (q_{sun})

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai emisivitas permukaan selubung (ϵ_i) maka akan semakin besar aliran energi (q_{sun}) yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu didalam selubung. Hal ini dikarenakan aliran energi yang datang banyak yang dipantulkan daripada yang diserap dan diteruskan. Emisivitas selubung ini banyak dipengaruhi oleh kontur permukaan dan warna dari selubung, selubung dengan warna putih dan perak mengkilat mempunyai nilai emisivitas yang sangat tinggi.

6. Pengaruh koefisien konveksi selubung (h_g) terhadap aliran energi (q_{sun}).

Tabel 4.63 Tabel Input Simulasi Analisa Selubung Panci dari Koefisien Konveksi Selubung (h_g) dan Aliran Energi yang dibutuhkan (q_{sun})

Variabel Input (Satuan)	Variasi Variabel h_g						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
h_g [Btu/(h-ft ² -°F)]	0.000	0.340	0.680	1.020	1.360	1.700	2.040
q_s [Btu/(h-ft ²)]	146.300	161.437	172.470	182.460	191.585	199.962	207.686



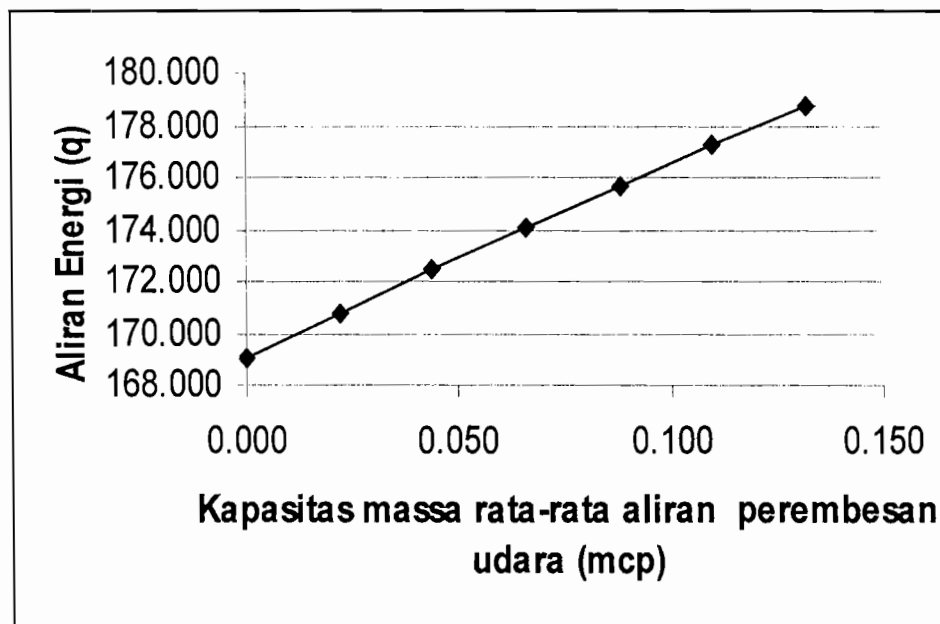
Gambar 4.63 Grafik pengaruh koefisien konveksi selubung (hg) terhadap aliran energi (q_{sun})

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar koefisien konveksi selubung atau perpindahan kalor (hg) maka akan semakin besar pula aliran energi (q_{sun}) yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu didalam selubung. Koefisien konveksi sangat dipengaruhi jarak selubung dengan panci dan perbedaan suhu didalam selubung dan diluar selubung karena pengaruh lingkungan.

7. Pengaruh kapasitas massa rata-rata aliran perembesan udara (mCp) terhadap aliran energi (q_{sun}).

Tabel 4.64 Tabel Input Simulasi Analisa Selubung Panci dari Kapasitas massa rata-rata aliran perembesan udara (mCp) dan Aliran Energi yang dibutuhkan (q_{sun})

Variabel Input (Satuan)	Variasi Variabel mCp						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
mCp [Btu/(h-ft ² -°F)]	0.000	0.022	0.044	0.066	0.088	0.110	0.132
Q_s [Btu/(h-ft ²)]	169.018	170.774	172.470	174.110	175.696	177.231	178.718



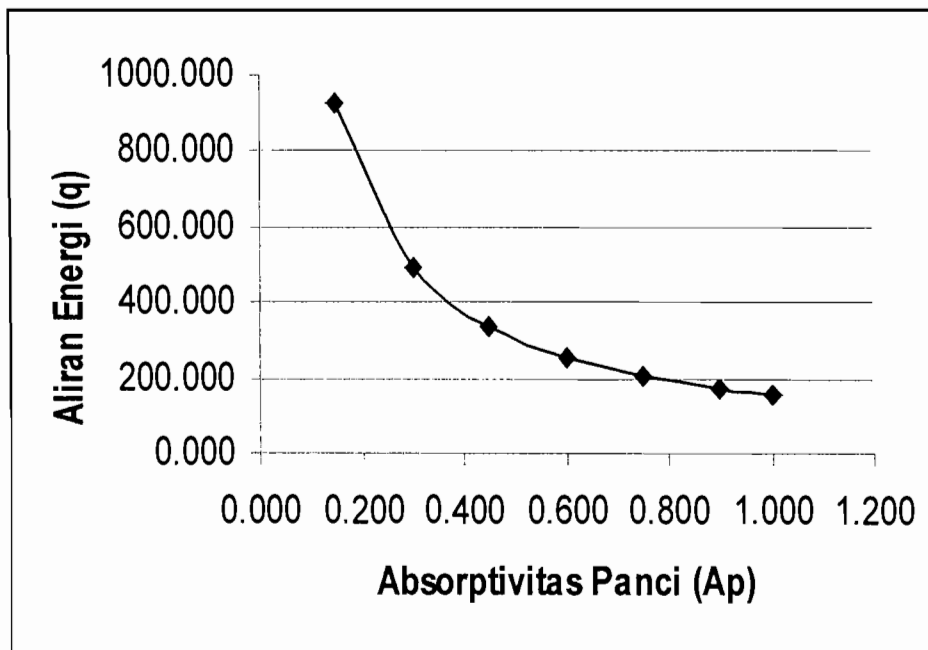
Gambar 4.64 Grafik pengaruh kapasitas rata-rata aliran perembesan udara (mCp) terhadap aliran energi (q_{sun})

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar kapasitas massa rata-rata aliran perembesan udara (mcp) akan semakin besar pula aliran energi yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu didalam panci. Kapasitas massa rata-rata aliran perembesan udara (mcp) sangat dipengaruhi oleh adanya celah atau kebocoran, semakin besar celah maka akan semakin besar kapasitas massa rata-rata aliran perembesan udara (mcp) sehingga akan semakin besar pula aliran energi yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu didalam panci dan begitu pula sebaliknya.

8. Pengaruh absorptivitas panci (A_p) terhadap aliran energi (q_{sun}).

Tabel 4.65 Tabel Input Simulasi Analisa Selubung Panci dari Absorptivitas panci (A_p) dan Aliran Energi yang dibutuhkan (q_{sun})

Variabel Input (Satuan)	Variasi Variabel A_p						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
A_p	0.150	0.300	0.450	0.600	0.750	0.900	1.000
q_s [Btu/(h-ft ²)]	926.254	494.381	337.107	255.737	206.008	172.470	155.584



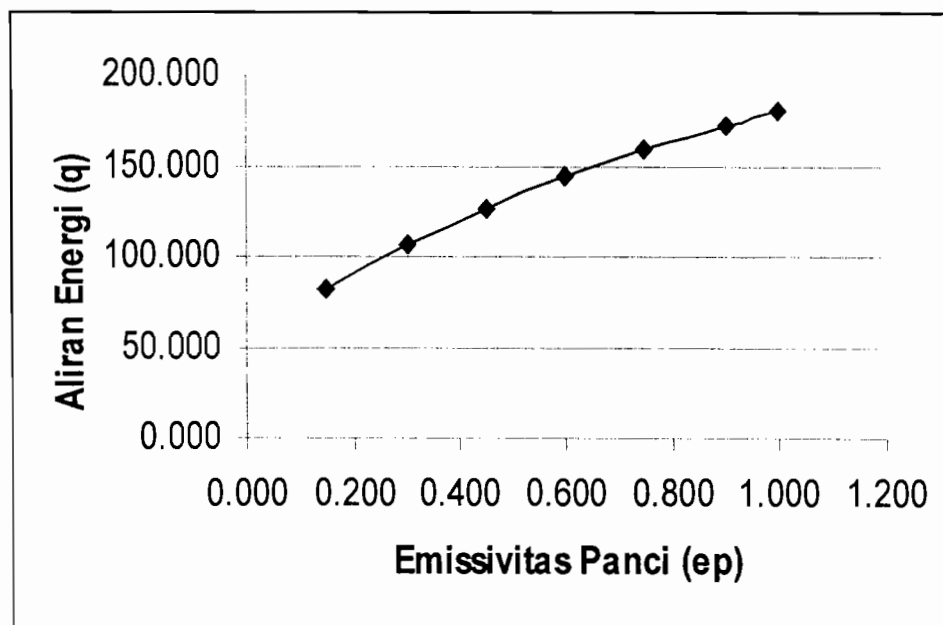
Gambar 4.65 Grafik pengaruh absorptivitas panci (A_p) terhadap aliran energi (q_{sun})

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar absorptivitas atau penyerapan sinar oleh panci (A_p) maka aliran energi (q_{sun}) yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu didalamnya semakin kecil. Nilai absorptivitas ini sangat dipengaruhi oleh warna permukaan benda dan absorptivitas warna benda yang maksimal adalah warna hitam dengan nilai absorptivitas satu. Jika nilai absorptivitasnya satu maka energi yang datang akan banyak diserap dan diteruskan, sedangkan energi yang dipantulkan sangat sedikit sehingga aliran energi yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu kecil.

9. Pengaruh emissivitas atau pancaran permukaan panci (ϵ_p) terhadap aliran energi (q_{sun}).

Tabel 4.66 Tabel Input Simulasi Analisa Selubung Panci dari Emisivitas panci (ϵ_p) terhadap Aliran Energi yang dibutuhkan (q_{sun})

Variabel Input (Satuan)	Variasi Variabel ϵ_p						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
ϵ_p	0.150	0.300	0.450	0.600	0.750	0.900	1.000
q_s [Btu/(h-ft ²)]	81.815	106.106	126.678	144.241	159.357	172.470	180.275



Gambar 4.66 Grafik pengaruh emisivitas panci (ϵ_p) terhadap aliran energi (q_{sun})

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar emisivitas atau pancaran permukaan panci maka akan semakin besar pula aliran energi (q_{sun}) yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu didalam panci Emisivitas ini sangat dipengaruhi oleh kontur permukaan dan warna panci, panci dengan warna mengkilat akan membuat energi yang datang banyak dipantulkan, sehingga energi yang diteruskan dan diserap sangat kecil sehingga aliran energi (q_{sun}) yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu sangat besar.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Variasi sudut reflektor

Dari variasi sudut reflektor 45° , 60° , dan 75° terbukti bahwa kolektor dengan sudut 60° dapat menghasilkan kompor tenaga surya jenis *Parvati* dengan suhu dan daya yang paling tinggi karena sudut area penerimaan dan pemantulan energi matahari lebih besar.

2. Variasi kerangka isolasi selubung

Dari variasi panjang kerangka isolasi plastik 15 cm, 16 cm, dan 17 cm terbukti bahwa kerangka isolasi plastik dengan panjang 15 cm dapat menghasilkan kompor tenaga surya jenis *Parvati* dengan suhu dan daya yang paling tinggi karena volume ruang atau rongga kecil sehingga koefisien konveksinya juga kecil.

3. Variasi warna panci

Dari variasi warna panci aslinya (perak) dan warna hitam terbukti bahwa panci dengan warna hitam terbukti dapat menghasilkan kompor tenaga surya jenis *The Parvati Solar Cooker* dengan suhu dan daya yang paling tinggi karena absorpsi warna hitam lebih besar.

4. Variasi bahan yang diuji

Dari variasi bahan yang diuji yaitu air(H_2O), Zeolit dan Karbon Aktif Granul terbukti bahan yang paling maksimal suhunya adalah Zeolit karena konstanta kapasitas panas dari zeolit paling tinggi dibandingkan air dan karbon aktif granul.

5. Analisa Selubung

- Koefisien konveksi atau perpindahan panas diluar selubung (h_a)
Semakin besar koefisien konveksi atau perpindahan panas diluar selubung (h_a) maka akan semakin besar pula aliran energi (q_{sun}) yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu di dalam selubung dari pengaruh luar seperti suhu lingkungan dan angin.
- Absorptivitas Selubung (A_g)
Semakin besar absorptivitas oleh selubung (A_g) maka semakin kecil aliran energi (q_{sun}) yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu dalam selubung.
- Tranmisi Selubung (t_g)
Semakin besar tranmisi energi (t_g) oleh selubung maka aliran energi (q_{sun}) yang dibutuhkan untuk mempertahankan temperatur dalam selubung semakin kecil.

- Hambatan Selubung (R_g)
Semakin besar hambatan yang dilakukan oleh selubung (R_g) maka aliran energi (q_{sun}) yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu dalam selubung semakin kecil.
- Emisivitas Selubung (E_i)
Semakin besar nilai emisivitas permukaan selubung (e_i) maka akan semakin besar aliran energi (q_{sun}) yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu didalam selubung.
- Koefisien Konveksi didalam Selubung (h_g)
Semakin besar koefisien konveksi selubung atau perpindahan kalor (h_g) maka akan semakin besar pula aliran energi (q_{sun}) yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu didalam selubung.
- Kapasitas massa rata-rata aliran perembesan udara (mcp)
Semakin besar kapasitas massa rata-rata aliran perembesan udara (mcp) akan semakin besar pula aliran energi yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu didalam panci.
- Absorptivitas panci (A_p)
Semakin besar absorptivitas atau penyerapan sinar oleh panci (A_p) maka aliran energi (q_{sun}) yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu didalamnya semakin kecil.

- Emisivitas panci (E_p)

Semakin besar emisivitas atau pancaran permukaan panci maka akan semakin besar pula aliran energi (q_{sun}) yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu didalam panci.

5.2 Saran

Setelah melakukan pengamatan, penelitian, pengujian dan pembahasan dari kompor tenaga surya, sedikit banyak telah diketahui kegunaan, kelebihan dan kekurangan dari kompor tenaga surya tersebut, namun pengamatan, penelitian, pengujian dan pembahasan ini masih kurang lengkap dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu agar dalam pengamatan, penelitian, pengujian dan pembahasan selanjutnya lebih lengkap, lebih baik, sempurna dan bervariasi disarankan :

1. Menggunakan kemiringan sudut reflektor yang lain selain sudut 45° , 60° dan 75° .
2. Menggunakan panci dari bahan lain selain aluminium, seperti Stainless Steel
3. Menggunakan selubung dari bahan lain, seperti kaca atau mika.
4. Bahan yang diuji lebih bervariasi
5. Menggunakan ukuran panjang kerangka isolasi selain yang digunakan disini



6. Menggunakan kompor tenaga surya jenis lain dan kolektor dari bentuk lain.
7. Kolektor menggunakan bahan lain selain alumunium foil, seperti plat alumunium, seng, kaca ataupun surya sel.

DAFTAR PUSTAKA

Aalfs Mark, *Principles of Solar Box Design*, Solar Cooker International.

Fairey,P., *An Analysis of Greenhouse Cookpot Design Considerations For Low-Cost Solar Cookers*, Contract Report FSEC-CR-1283-01, Florida Solar Energy Center, Cocoa, FL, October 29, 2001.

Holman.J.P.,Alih Bahasa E.Jasfi.Ir.M.Sc, *Perpindahan Kalor*, Edisi Keenam, Penerbit Erlangga,1995.

P. Funk Asae Standard : Asae X580 (SE-414 Voting Draft revised by P. Funk on 04/03/2002), *Testing and Reporting Solar Cooker Performance*.

Steven E. Jones, *The Solar Funnel Cooker*, Brigham Young University (BYU)

Ted.J Jansen, Prof. Wiranto Arismunandar, *Teknologi Rekayasa Surya*, Cetakan Pertama, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.



JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SANATA DHARMA

Kampus III, Paingan Maguwoharjo, Sleman –Yogyakarta

Telp. (0274) 883037, 883968, 886530; Fax. (0274) 886529; Email : teknik@staff.usd.ac.id

UJIAN PENDADARAN TUGAS AKHIR / SKRIPSI

TANGGAL : 315

NAMA Mhs. : ANDY CHRISTIYANTA

NIM : 995214106

JUDUL :
The Parvati Solar Cooker

Pembimbing Utama : Ir. FA. Rusdi Sambada, MT.

Pembimbing Kedua :

USULAN REVISI DARI DOSEN PENGUJI

1. 1 lembar untuk mahasiswa
2. 1 lembar untuk dosen pembimbing

- lengkapi dengan gambar skema peralatan
- judul dan hrs. Indonesia
- lihat naskah!
- batasan masalah
- kesimpulan

TESTING AND REPORTING SOLAR COOKER PERFORMANCE

Developed by the Test Standards Committee at the Third World Conference on Solar Cooking (Coimbatore, Tamil Nadu, India, 9 January 1997); editorial revisions November 1998 and July 1999; revised March 2001 (Third Latin American Congress on Solar Cookers, La Ceiba, Atlintico, Honduras); edited and submitted for approval to ASAE Solar Energy Committee SE-414 (94th Annual International Meeting, Sacramento, California, USA) 31 July 2001; revised and resubmitted 15 March 2002.

SECTION 1 — PURPOSE AND SCOPE

- 1.1 This Standard is intended to
- 1.1.1 Promote uniformity and consistency in the terms and units used to describe, test, rate and evaluate solar cookers, solar cooker components, and solar cooker operation.
 - 1.1.2 Provide a common format for presentation and interpretation of test results to facilitate communication.
 - 1.1.3 Provide a single measure of performance so consumers may compare different designs when selecting a solar cooker.
- 1.2 The scope of this Standard includes
- 1.2.1 All solar powered batch-process food and water heating devices (solar cookers). Devices designed to desiccate (dryers) are not covered.
 - 1.2.2 Within the scope of this Standard a solar cooker shall be understood to include the cooking vessel(s) together with associated supporting, heat transfer and heat retention surfaces, heat storage and transfer media and associated pumps and controls, light transmitting and reflecting surfaces, and all associated adjustments, supports, and solar locating and tracking mechanisms as may be integral parts of a particular solar cooker.

SECTION 2 — NORMATIVE REFERENCES

IS 13429. 1992. Indian Standard- Solar Cooker- (3 Parts). Bureau of Indian Standards, New Delhi.

SECTION 3 — TERMINOLOGY

- 3.1 **Absorber plate:** Darkened surface converting light energy into thermal energy.
- 3.2 **Angle, Azimuth:** The angular displacement from south of the projection of beam radiation on the horizontal plane.
- 3.3 **Angle, Zenith:** The angle subtended by a vertical line to the zenith (point directly overhead) and a line directly to the sun.
- 3.4 **Beam Radiation:** Solar radiation received directly from the sun without atmospheric scattering.
- 3.5 **Box-type cooker:** A solar cooker with a well-insulated volume for the cooking vessel(s), typical designs having from zero to four plane mirrors.
- 3.6 **Concentrating-type cooker:** Any of various designs characterized by multiple plane or curved reflective surfaces. Many designs lack insulated

- walls but have large intercept areas to compensate for their comparatively greater heat loss.
- 3.7 **Intercept area:** The sum of the reflector and aperture areas projected onto the plane perpendicular to direct beam radiation (Figure 1). For convenience, use the average beam radiation zenith angle as calculated for the entire test period.
 - 3.8 **Load:** The mass of water being heated by the solar cooker.
 - 3.9 **Test:** All events and data comprising the measured solar heating of water in a device intended to cook food.
 - 3.10 **Tracking:** Rotating the cooker in the horizontal plane to compensate for azimuth angle changes (box-type) or following the sun in two dimensions (concentrating-type).

SECTION 4 — GENERAL

- 4.1 This Standard specifies that test results be presented as cooking power, in Watts, normalized for ambient conditions, relative to the temperature difference between cooker contents and ambient air, both as a plot and as a regression equation for no less than 30 total observations over three different days.
- 4.2 This Standard specifies that cooking power be presented as a single number found from the above equation for a temperature difference of 50 C.

SECTION 5 — UNCONTROLLED (WEATHER) VARIABLES

- 5.1 **Wind.** Tests shall be conducted when wind is less than 1.0 ms^{-1} , measured at the elevation of the cooker being tested and within ten meters of it. Should wind exceed 2.5 ms^{-1} for more than ten minutes, discard that test data. If a wind shelter is required, 1) it shall be designed so as to not interfere with incoming total radiation and 2) The wind instrumentation shall be co-located with the cooker in the same wind shadow.
- 5.2 **Ambient temperature.** Tests should be conducted when ambient temperatures are between 20 and 35 C.
- 5.3 **Water temperature.** Test data shall be recorded while cooking vessel contents (water) is at temperatures between 5 C above ambient and 5 C below local boiling temperature.
- 5.4 **Insolation.** Available solar energy shall be measured in the plane perpendicular to direct beam radiation (the maximum reading) using a radiation pyranometer. Variation in measured insolation greater than 100 Wm^{-2} during a ten-minute interval, or readings below 450 Wm^{-2} or above 1100 Wm^{-2} during the test shall render the test invalid. For convenience, the pyranometer may be fixed on the cooker at the average beam radiation zenith angle as calculated for the entire test period.
- 5.5 **Solar zenith and azimuth angle.** Tests should be conducted between 10:00 and 14:00 solar time. Exceptions necessitated by solar variability or ambient temperature shall be specially noted.

SECTION 6 — CONTROLLED (COOKER) VARIABLES

- 6.1 **Loading.** Cookers shall have 7.0 kg potable water per square meter intercept area distributed evenly between the cooking vessels supplied with the cooker. If no

cooking vessels are provided, inexpensive aluminum cooking vessels painted black shall be used.

6.2 Tracking. Azimuth angle tracking frequency should be appropriate to the cooker's acceptance angle. Box-type cookers typically require adjustment every 15 to 30 minutes or when shadows appear on the absorber plate. Concentrating-type units may require more frequent adjustment to keep the solar image focused on the cooking vessel or absorber. With box-type cookers, zenith angle tracking may be unnecessary during a two hour test conducted at mid-day. Testing should be representative of local conditions, *ie*; how the typical consumer is expected to use the cooker.

6.3 Temperature sensing. Water and air temperature should be sensed with thermocouples. Each thermocouple junction shall be immersed in the water in the cooking vessel(s) and secured 10 mm above the bottom, at center. Thermocouple leads should pass through the cooking vessel lid inside a thermally nonconductive sleeve to protect the thermocouple wire from bending and temperature extremes. The sleeve should be secured with 100% silicone caulk to reduce water vapor loss.

6.4 Water mass. The mass of water should be determined with an electronic balance to the nearest gram using a pre-wetted container.

SECTION 7 — TEST PROTOCOL

7.1 Recording. The average water temperature (C) of all cooking vessels in one cooker shall be recorded at intervals not to exceed ten minutes, and should be in units of Celsius to the nearest one tenth of a degree. Solar insolation (Wm^{-2}) and ambient temperature (C) shall be recorded at least as frequently. Record and report the frequency of attended (manual) tracking, if any. Report azimuth angle(s) during the test. Report the test site latitude and the date(s) of testing.

7.2 Calculating cooking power. The change in water temperature for each ten-minute interval shall be multiplied by the mass and specific heat capacity of the water contained in the cooking vessel(s). This product shall be divided by the 600 seconds contained in a ten-minute interval, as:

$$P = (T_f - T_i)MC_v/600 \quad [1]$$

where:

- P = cooking power (W)
- T_f = final water temperature
- T_i = initial water temperature
- M = water mass (kg)
- C_v = heat capacity ($4186 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$)

7.3 Calculating interval averages. The average insolation, average ambient temperature, and average cooking vessel contents temperature shall be found for each interval.

7.4 Standardizing cooking power. Cooking power for each interval shall be corrected to a standard insolation of 700 Wm^{-2} by multiplying the interval observed cooking power by 700 Wm^{-2} and dividing by the interval average insolation recorded during the corresponding interval.

$$P_s = P_i(700/I_i) \quad [2]$$

where:

- P_s = standardized cooking power (W)
- P_i = interval cooking power (W)
- I_i = interval solar insolation (Wm^{-2})

7.5 Temperature difference. Ambient temperature for each interval is to be subtracted from the average cooking vessel contents temperature for each corresponding interval.

$$T_d = T_w - T_a \quad [3]$$

where:

- T_d = temperature difference (C)
- T_w = water temperature (C)
- T_a = ambient air temperature (C)

7.6 Plotting. The standardized cooking power, P_s , (W) is to be plotted against the temperature difference, T_d , (C) for each time interval.

7.7 Regression. A linear regression of the plotted points shall be used to find the relationship between cooking power and temperature difference in terms of intercept (W) and slope (WC^{-1}). No fewer than 30 total observations from three different days shall be employed. The coefficient of determination (r^2) or proportion of variation in cooking power that can be attributed to the relationship found by regression should be better than 0.75 or specially noted.

7.8 Single measure of performance. The value for standardized cooking power, P_s , (W) shall be computed for a temperature difference, T_d , of 50 C using the above determined relationship.

NOTE: for product labeling and sales literature an independent laboratory using a statistically adequate number of trials shall determine this number. While this value, like the fuel economy rating of an automobile, is not a guarantee of performance, it provides consumers with a useful tool for comparison and product selection.

7.9 Reporting. A plot of the relationship between standardized cooking power and temperature difference shall be presented with the equation, following the example in Figure 2. The report shall also state the standardized cooking power at a temperature difference of 50 C.

SECTION 8 — REFERENCES

Funk, P.A. 2000. Evaluating the international standard procedure for testing solar cookers and reporting performance. *Solar Energy* 68(1):1-7.

Mullick S.C., Kandpal T.C. and Saxena A.K. 1987. Thermal test procedure for box-type solar cookers. *Solar Energy* 39(4), 353-360.

SECTION 9 — FIGURES

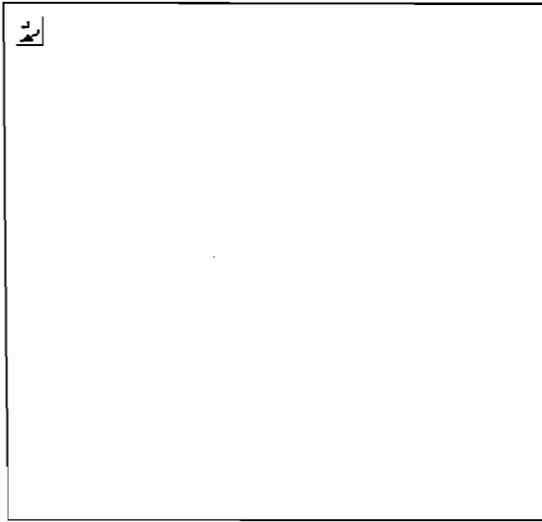


Figure 1. Determining the intercept area. Reflector area is reflector width times its apparent height, R , and aperture area is aperture width times its apparent height, A . Apparent height is the shadow or projected height in the plane perpendicular to beam radiation of zenith angle Z .

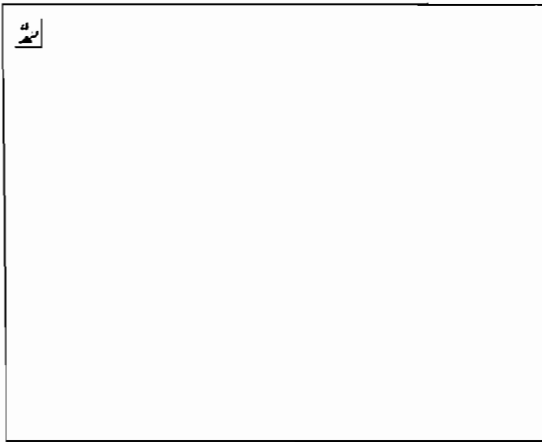


Figure 2. Example of adjusted cooking power plotted over temperature difference and the resulting regression line. In this example the equation is: $P_s = 140 - 1.9 T_d$, with $r^2 = 0.90$. In this example the standard cooking power for a 50 C temperature difference is: $P_{s(50)} = 45$ W.

Online Publications List

Ref
Reference Publication: Fairey, P., "An Analysis of Greenhouse Cookpot Design Considerations For Low-Cost Solar Cookers." Contract Report FSEC-CR-1283-01, Florida Solar Energy Center, Cocoa, FL, October 29, 2001.

Disclaimer: The views and opinions expressed in this article are solely those of the authors and are not intended to represent the views and opinions of the Florida Solar Energy Center.

An Analysis of Greenhouse Cookpot Design Considerations For Low-Cost Solar Cookers

Philip Fairey

Florida Solar Energy Center (FSEC)

Background

This analysis is prepared as part of a research project on low-cost solar cookers conducted by the Florida Solar Energy Center for the Dorothy Ann Foundation on behalf of Solar Household Energy, Inc. The overall purpose of the research project is to improve the performance, reliability and cost-effectiveness of low-cost solar cookers for use in developing nations. The analysis reported here concentrates solely on the cookpot and "greenhouse" design considerations for such systems.

Purpose

The purpose of the analysis is to examine the thermal design parameters for greenhouse cookpots used in low-cost solar cookers. The analysis concentrates on methods of conserving collected solar radiation so that it is applied to the primary task of cooking food. This is an important consideration in virtually all solar thermal systems because outdoor exposure (and the consequential heat loss of this exposure) is a necessary design consideration of such systems, especially in low-cost solar cookers.

There are a large variety of solar cookers. Most attempt to concentrate the available solar energy onto the cooking vessel through the use of "reflectors." Previous analysis have studied the effectiveness of both faceted and curved reflectors. This analysis examines the thermal considerations for "greenhouse" cookpots whereby the cooking vessel is integral to the transparent "cover" of the cooking system. This is accomplished by "nesting" a solar absorbing cooking vessel (cookpot) inside a slightly larger transparent vessel (greenhouse) of the same shape. A number of thermal engineering design parameters are studied through an analysis designed to determine the relative impact of each. The following questions summarize the intent of the analysis.

- What is the importance of the tightness of the seal between the cookpot and the transparent greenhouse cover?
- What is the importance of the far-infrared surface emittance properties of the cookpot and the greenhouse cover?
- What is the importance of the convective heat transfer rate between the cookpot and the greenhouse cover?

The analysis makes no attempt to study the cookpot and greenhouse lid. Neither the lid heat transfer mechanisms nor the seal between the lid and the cookpot and greenhouse are studied by this analysis. Rather the simplifying assumption is made that thermal energy losses at the cookpot lid are exactly balanced by its solar energy gains.

Methods

The analysis is conducted using classical steady-state heat transfer theory. The problem is constituted as a series of temperatures (nodes) which interact with one another through heat transfer mechanisms (conduction, convection and radiation) with given temperatures at the two ends (boundary conditions) of the series of nodes. For each node in the system, an energy balance equation is written to conserve energy. The resulting system of equations is then solved to determine the "unknown" values. Figure 1 below shows a schematic diagram of the greenhouse cookpot configuration that is analyzed.

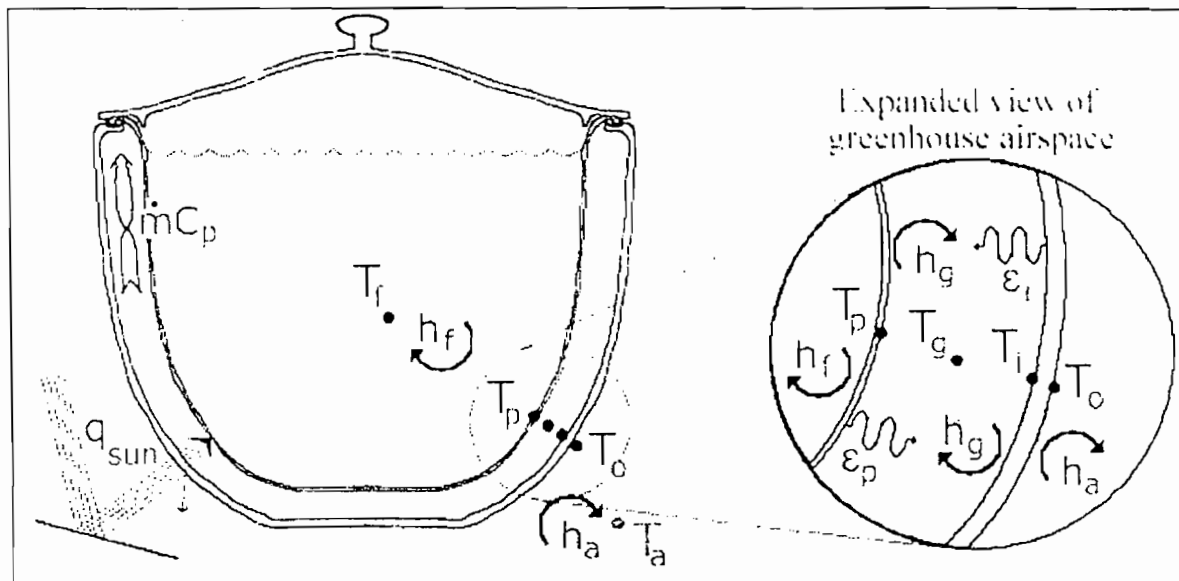


Figure 1. Schematic diagram showing heat transfer mechanisms considered by the greenhouse cookpot analysis.

The given boundary conditions for the problem are the temperature of the fluid in the cookpot (T_f) and the temperature of the ambient (outdoor) air (T_a), such that $T_f = 212$ °F and $T_a = 80$ °F. It is important to point out that the cookpot fluid is assumed not to boil so that there is no mass loss from the system. The inputs to the system of equations consist of the heat transfer coefficients (h_x) at the 4 cookpot and greenhouse surfaces, the surface emittances (ϵ_x) of the 2 greenhouse surfaces, the mass capacitance flow rate (mC_p) of the ambient air passing through the greenhouse, the solar absorptances (A_x) of the greenhouse glass and cookpot surfaces and the transmissivity (t_g) and thermal resistance (R_g) of the greenhouse glass.

The unknowns for the system of equations are the temperatures of the greenhouse glass surfaces (T_o and T_i), the greenhouse air temperature (T_g), and the cookpot surface temperature (T_p) and the reflected solar radiation (q_{sun}) required to maintain the cookpot fluid temperature at 212 °F. Thus, there are a total of 5 unknowns. This that there be a system of 5 energy balance equations in order to achieve a solution.

Steady-state energy balance equations

The system of energy balance equations (given at the temperature nodes) for the problem are as follows:

$$\text{@ } T_o: -q_{\text{sun}} * A_g + h_a(T_o - T_a) + 1/R_g(T_o - T_i) = 0$$

$$\text{@ } T_i: 1/R_g(T_i - T_o) + h_g(T_i - T_g) + E(T_i^4 - T_p^4) = 0$$

$$\text{@ } T_g: h_g(T_g - T_i) + h_g(T_g - T_p) + mCp(T_g - T_a) = 0$$

$$\text{@ } T_p: -q_{\text{sun}} * t_g * A_p + h_f(T_p - T_f) + h_g(T_p - T_g) + E(T_p^4 - T_i^4) = 0$$

$$\text{@ } T_f: h_f(T_f - T_p) = 0$$

where:

q_{sun} = solar flux reflected onto greenhouse
 A = solar absorptance at node (see subscripts)
 h = convection coefficient at node (see subscripts)
 T = temperature at node (see subscripts)
 mCp = mass capacitance flow rate for infiltration air
 R_g = thermal resistance of greenhouse glass
 t_g = solar transmissivity of greenhouse glass
 E = effective greenhouse cavity emissivity

where:

$$E = 1.713 * 10^{-9} / (1/e_i + 1/e_p - 1)$$

e = surface emittance of node (see subscripts)

and where the subscripts indicate:

a = ambient
 o = outside glass surface
 i = inside glass surface
 g = greenhouse/glass
 p = pot surface
 f = fluid in pot

A small computer program was created to solve the above system of steady-state energy balance equations using the Newton method matrix solution technique.

The solution output of greatest interest is q_{sun} , the amount of reflected solar radiation needed to keep the cookpot fluid at 212 °F. The smaller this value, the more effective the greenhouse cookpot and the simpler the required reflector design.

To examine the range of reasonable greenhouse cookpot design configurations, the following set of simulation cases are generally described:

Base case: This is the reference case with no improvements. The cookpot is simply rested on the lip of the greenhouse glass container with no seal, standard glass is used for the greenhouse container and the cookpot surface is standard black paint.

Sealed greenhouse: The same as the base case except that the joint between the greenhouse container and the cookpot is sealed against air leakage.

Solar glass: The same as the sealed case except that the greenhouse container is made from low-iron, high-transmissivity glass.

Low-e coatings: The same as the solar glass case except that the cookpot surface and the inside of the greenhouse container have low-emittance surface coatings.

Evacuated greenhouse: The same as the solar glass case except that the air is evacuated from the greenhouse air space.

Dewar greenhouse: The same as the evacuated case except that the cookpot and the inside surface of the greenhouse container have low-emittance surface coatings.

It is also necessary to establish a set of simulation inputs for these cases. Table A below gives the units and values for each input variable for each of the simulated cases. Differences from the base case are highlighted.

Table A. Input for Greenhouse Cookpot Analysis Simulation Cases

Input Variable		Simulation Case					
Symbol	Units	Base	Sealed	Solar glass	Low-e	Evacuated	Dewar
h_a	Btu/h-ft ² -°F	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
A_g	unitless	0.08	0.08	0.05	0.10	0.05	0.10
t_g	unitless	0.86	0.86	0.90	0.85	0.90	0.85
R_g	h-ft ² -°F/Btu	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
e_i	unitless	0.86	0.86	0.86	0.15	0.86	0.15
h_g	Btu/h-ft ² -°F	0.68	0.68	0.68	0.68	0	0
mCp	Btu/h-ft ² -°F	0.044	0	0	0	0	0
A_p	unitless	0.90	0.90	0.90	0.85	0.90	0.85
e_p	unitless	0.90	0.90	0.90	0.15	0.90	0.15
h_f	Btu/h-ft ² -°F	580	580	580	580	580	580

The ASHRAE Handbook of Fundamentals is the reference source for the majority of the input values, however, the mass capacitance flow rate (mCp) and the pot fluid convection coefficient (h_p) are determined through "educated engineering estimate" methods. Calculation of the cookpot fluid convection coefficient (h_p) is the simpler to estimate. It is expected to be quite large as water is a fluid of great density as compared with air. It is also expected to have only a minor impact on the outcome of the analysis because it is not varied from case to case and its function is to keep the cookpot surface temperature very close to the temperature of the cookpot fluid in order not to prejudice the analysis away from the desired objective of better defining the thermal impacts of the greenhouse design. For simplicity sake this value is set equal to the still air film coefficient for air (0.68) multiplied by the density ratio of water to air (850) or 580 Btu/h-ft²-°F.

The mass capacitance flow rate (mCp) is more difficult. It requires definition of a greenhouse cookpot geometry and an assumption regarding the rate of air exchange between the greenhouse airspace and ambient. The geometry of the cookpot shown in Figure 1 was approximated to consist of a hemisphere (cookpot bottom) topped by a cylinder of equal radius with a height equal to 15% of that radius. With these

assumptions, the radius of the hemisphere and cylinder were calculated as 4.92" (12.5 cm), so as to give a cookpot volume of 5 liters (the design requirement for the solar cooker being investigated). The greenhouse container geometry was then established to provide a 0.5" (1.27 cm) airspace between the greenhouse container and the cookpot surface and its volume calculated (6.685 liters). The volume of the cookpot was then subtracted from the volume of the greenhouse container to give the volume of the air contained within the greenhouse airspace of 1.685 liters or 0.06 ft³ (103 in³).

The density of air at standard temperature and pressure is 0.075 lb/ft³ and its heat capacity is 0.20 Btu/lb-°F. Multiplying these values together with the volume of the greenhouse airspace gives the thermal mass capacity for the air in the greenhouse airspace of 8.93 x 10⁻⁴ Btu/°F. The surface area of the cookpot, however, is not unity so this value must be normalized by dividing it by the cookpot surface area of 1.213 ft² to yield an area-normalized thermal mass capacitance of 7.36 x 10⁻⁴ Btu/ft²-°F for the greenhouse airspace.

Next, it is necessary to assume some air exchange rate between the greenhouse airspace and the outdoors (ambient). To our knowledge, there are no research data indicating reasonable ranges for this value and a relatively large value of 1.0 air exchange per minute (60 air exchanges per hour) was assumed. Multiplying the area-normalized mass capacitance of the greenhouse air by this air exchange rate gives the final mass capacitance flow rate of 0.044 Btu/h-ft²-°F that is used in the simulations.

Results

The analyses were completed using the previously described Newton method solution technique. Results clearly indicate that certain attributes are significantly more important than others. For example, even though one might think that the seal between the greenhouse and the cookpot would be of paramount importance, the simulations show that this attribute has only a small impact when compared with the base case, which is assumed to be unsealed.

Table B presents the results of the analysis. As previously stated, q_{sun} , the amount of reflected solar radiation needed to keep the cookpot fluid at 212 °F, is the parameter of greatest interest. The smaller this value, the more effective the greenhouse cookpot and the simpler the required reflector design. Table B below shows that this value ranges from a high of 148 Btu/h-ft² for the base case to a low of 34 Btu/h-ft² for the Dewar (Thermos bottle) case. We can also see from the results that surface emittance plays a large role in overall efficiency, with the Low-e case requiring only 41% the solar input as the base case.

Table B. Output for Greenhouse Cookpot Analysis Simulation Cases

Output Variable		Simulation Case					
Symbol	Units	Base	Sealed	Solar glass	Low-e	Evacuated	Dewar
T_o	°F	130.77	130.99	130.11	112.58	126.19	106.98
T_i	°F	147.45	147.84	147.13	119.22	140.98	110.65
T_g	°F	177.23	179.92	179.56	165.61	150.99	140.88
T_p	°F	212.00	212.00	212.00	212.00	212.00	212.00
q_{sun}	Btu/h-ft ²	148	145	140	61	122	34
% of Base Case:		100%	98%	95%	41%	82%	23%

Conclusions

It is clear from the findings of this analysis that the greenhouse cookpot design for solar cookers can have overwhelming impacts on performance. There is more than a factor of 4 difference between the amount of solar radiation needed to keep the base case cookpot at 212 °F and the amount needed to keep the Dewar greenhouse cookpot at that temperature. In effect, this means that the base case greenhouse cookpot configuration would need a solar radiation concentration ratio of more than 4 to equal the performance of the Dewar greenhouse cookpot configuration with a solar concentration ratio of unity.

Acknowledgments

The author is very grateful to Muthusamy Swami and Safvat Kalaghchy for their assistance in formulating and computerizing the mathematical solver that was used to perform these simulations.

[Top of Article](#) | [Online Publication List](#)

