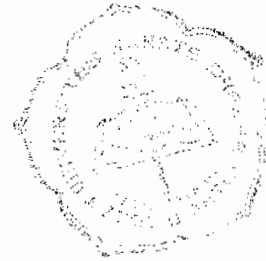


TUGAS AKHIR

**UNJUK KERJA KOLEKTOR TERMAL
JENIS PARABOLA PIRINGAN**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma



Disusun Oleh:

ELIEZER RINA DARMAWAN
NIM : 995214152

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SANATA DHARMA
YOGYAKARTA
2005**

**PERFORMANCE OF PARABOLIC SOLAR
THERMAL COLLECTOR**

FINAL PROJECT

**Presented as Partial Fulfilment of The Requirements
to Obtain The Sarjana Teknik Degree
in Mechanical Engineering**



By

**ELIEZER RINA DARMAWAN
995214152**

**MECHANICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM
MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT
ENGINEERING FACULTY
SANATA DHARMA UNIVERSITY
YOGYAKARTA
2005**

TUGAS AKHIR

UNJUK KERJA KOLEKTOR TERMAL SURYA JENIS PARABOLA PIRINGAN

Disusun oleh :

Nama : Eliezer Rina Darmawan

NIM : 995214152

Telah disetujui oleh :

Pembimbing I



Ir. FA. Rusdi Sambada, M.T.

Tanggal 9 Februari 2006

TUGAS AKHIR

UNJUK KERJA KOLEKTOR TERMAL SURYA JENIS PARABOLA PIRINGAN

Dipersiapkan dan ditulis oleh :

Nama : Eliezer Rina Darmawan

NIM : 995214152

Telah dipertahankan dihadapan panitia penguji

Pada tanggal 30 Januari 2006

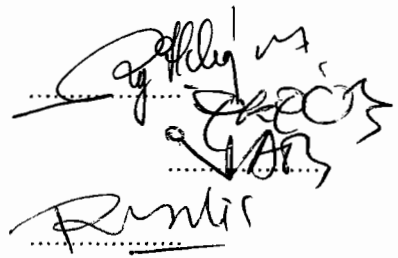
Dan dinyatakan memenuhi syarat

Susunan Panitia Penguji;

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

Sekretaris : Ir.PK. Purwadi, M.T.

Anggota : Ir. FA. Rusdi Sambada, M.T.

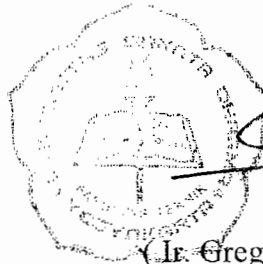


Yogyakarta, Februari 2006

Fakultas Teknik

Universitas Sanata Dharma Yogyakarta

Dekan



(Ir. Gregorius Heliarko, S.J., S.S, B.ST., M.A., M.Sc.)

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi , sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dicantumkan dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 17 September 2005

Penulis

Eliezer Rina Darmawan

INTISARI

Energi matahari sangat banyak manfaatnya. Dalam kehidupan sehari – hari kita menggunakannya untuk mengeringkan pakaian. Di negara – negara berkembang energi matahari dapat digunakan untuk memasak, pengering hasil pertanian bahkan pembangkit listrik. Kolektor termal surya jenis parabola piringan adalah salah satu alat yang dapat mengolah energi matahari. Cara kerja kolektor ini adalah dengan memantulkan energi matahari yang difokuskan pada garis yang telah ditentukan. Pada fokus parabola tersebut diletakkan suatu fluida yang akan dipanaskan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi kolektor dan pengaruh bahan, juga tingkat kevakuman terhadap efisiensi kolektor.

Metode penelitian yang digunakan adalah pembuatan parabola piringan, pengukuran masukan energi matahari dengan menggunakan solar cell, pengukuran reflektifitas bahan kolektor yang dilakukan 2 kali yaitu untuk aluminium plat yang didapat 0,96 dan untuk aluminium foil yang didapat 0,92, pengambilan data dengan air 0,5 liter untuk selubung yang divakum dan 1 liter untuk selubung yang tidak divakum, dan perhitungan dari data yang didapat.

Dari hasil penelitian ditarik kesimpulan bahwa panas yang dihasilkan oleh parabola dengan bahan aluminium plat lebih tinggi yaitu 97,8 °C dibandingkan dengan parabola dengan bahan aluminium foil 95,2 °C, efisiensi kolektor dengan bahan aluminium foil lebih kecil dari pada kolektor dengan bahan aluminium plat yaitu 70% untuk parabola dengan bahan aluminium foil dan 75%. Pada tingkat kevakuman yang bertambah tinggi efisiensi kolektor lebih baik.

KATA PENGANTAR

Terpujilah Bapa di surga, atas cinta dan kasih setia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir “UNJUK KERJA KOLEKTOR THERMAL JENIS PARABOLA PIRINGAN” ini. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana Strata-1.

Selama penulisan, penulis menemui berbagai kesulitan, yang dikarenakan oleh keterbatasan penulis. Namun berkat dukungan dari berbagai pihak, maka tugas ini dapat selesai.

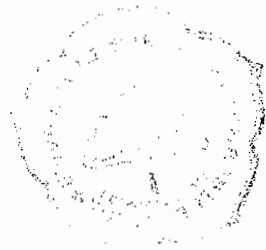
Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir . Greg Heliarko SJ, S.S.,B.S.T.,M.A.,M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknik.
2. Yosef Agung C, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin.
3. Ir. FA. Rusdi Sambada, M.T.,selaku Dosen pembimbing tugas akhir.
4. Seluruh Dosen dan karyawan Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Univ. Sanata Dharma.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini banyak sekali kekurangan, sehingga penulis mohon kritik dan saran yang sifatnya membangun. Dan penulis berharap semoga penulisan ini dapat bermanfaat.

Penulis

Eliezer Rina Darmawan



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	
INTISARI	
KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR TABEL	
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.5 Tujuan Penelitian.....	2
1.6. Manfaat Penelitian	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1. Pemusat, Penerima, dan Sistem Pengarah.....	4
2.2. Keseimbangan Energi dan Koletor.....	7
2.3. Sistem Absorber.....	8
BAB III DATA PENELITIAN DAN HASIL PERHITUNGAN	12
3.1. Metode Penelitian.....	12
3.2. Data Penelitian.....	18
3.3. Hasil Perhitungan.....	21

BAB IV ANALISA DATA	28
4.1. Hubungan Temperatur dengan Waktu.....	28
4.2. Hubungan Qsurya dengan ΔT_{air}	34
4.3. Hubungan $\eta_{thermal}$, $\eta_{kolektor}$ dan Idir dengan T_{air}	36
BAB V PENUTUP DAN KESIMPULAN	39
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.A	Penerima Datar dengan Pemantul Dasar.....	4
Gambar 2.1.B	Penerima Kerucut dengan Pemantul Silinder.....	4
Gambar 2.1.C	Pemusat dengan Bentuk Parabola.....	5
Gambar 2.1.D	Pemusat Bentuk Parabola dengan Pemantul Tambahan.....	5
Gambar 2.1.E	Pemantul Fesnel.....	6
Gambar 2.1.F	Pembias Fresnel.....	6
Gambar 2.2.	Kesetimbangan Energi.....	7
Gambar 3.1.	Kolektor Surya Jenis Parabola Piringan.....	12
Gambar 3.2.	Detai Absorber.....	13
Gambar 3.3.	Geometri Kolektor Surya.....	14
Gambar 3.4.	Solar Cell menghadap ke atas.....	16
Gambar 3.5.	Solar cell menghadap ke bawah.....	17
Gambar 4.1.	Grafik Hub Tair dengan Waktu (vol air 0,5 lt kevakuman -60 cmHg).....	28
Gambar 4.2.	Grafik Hub Tair dengan Waktu (vol air 0,5 lt kevakuman -40 cmHg).....	29
Gambar 4.3.	Grafik Hub Tair dengan Waktu (vol air 0,5 lt kevakuman -20 cmHg).....	29
Gambar 4.4.	Grafik Hub Tair dengan Waktu (vol air 0,5 lt kevakuman -60 cmHg).....	30
Gambar 4.5.	Grafik Hub Tair dengan Waktu (vol air 0,5 lt kevakuman -40 cmHg).....	30
Gambar 4.6.	Grafik Hub Tair dengan Waktu (vol air 0,5 lt kevakuman -20 cmHg).....	31
Gambar 4.7.	Grafik Hub Tair dengan Waktu (vol air 1 lt tanpa vakum).....	31
Gambar 4.8.	Grafik Hub Tair dengan Waktu (vol air 1 lt tanpa vakum).....	32
Gambar 4.9.	Grafik Hub Tair dengan Waktu (Parabola Silinder dengan Piringan).....	33
Gambar 4.10.	Grafik Hub Qsurya dengan ΔT_{Tair} dari Tabel 3.9, 3.10 dan 3.11.....	34
Gambar 4.11.	Grafik Hub Qsurya dengan ΔT_{Tair} dari Tabel 3.12, 3.13 dan 3.14.....	34
Gambar 4.12.	Grafik Hub Qsurya dengan ΔT_{Tair} dari Tabel 3.15, dan 3.16.....	35
Gambar 4.13.	Grafik Hub η_{termal} , η_{kolektor} , dan Idir dengan Tair vol 0,5 lt, -60cmHg	36
Gambar 4.14.	Grafik Hub η_{termal} , η_{kolektor} , dan Idir dengan Tair vol 0,5 lt, -40cmHg	36
Gambar 4.15.	Grafik Hub η_{termal} , η_{kolektor} , dan Idir dengan Tair vol 0,5 lt, -20cmHg	37
Gambar 4.16.	Grafik Hub η_{termal} , η_{kolektor} , dan Idir dengan Tair vol 0,5 lt, -60cmHg	37
Gambar 4.17.	Grafik Hub η_{termal} , η_{kolektor} , dan Idir dengan Tair vol 0,5 lt, -40cmHg	38
Gambar 4.18.	Grafik Hub η_{termal} , η_{kolektor} , dan Idir dengan Tair vol 0,5 lt, -20cmHg.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Pengukuran suhu volume air 0,5 lt, kevakuman -60cmHg.....	18
Tabel 3.2 Pengukuran suhu volume air 0,5 lt, kevakuman -40cmHg.....	18
Tabel 3.3 Pengukuran suhu volume air 0,5 lt, kevakuman -20cmHg.....	19
Tabel 3.4 Pengukuran suhu volume air 0,5 lt, kevakuman -60cmHg.....	19
Tabel 3.5 Pengukuran suhu volume air 0,5 lt, kevakuman -40cmHg.....	19
Tabel 3.6 Pengukuran suhu volume air 0,5 lt, kevakuman -20cmHg.....	20
Tabel 3.7 Pengukuran suhu volume air 1 lt, tanpa vakum.....	20
Tabel 3.8 Pengukuran suhu volume air 1 lt, tanpa vakum.....	20
Tabel 3.9 Perhitungan efisiensi kolektordengan volume air 0,5 lt, kevakuman -60cmHg....	24
Tabel 3.10 Perhitungan efisiensi kolektordengan volume air 0,5 lt, kevakuman -40cmHg..	24
Tabel 3.11 Perhitungan efisiensi kolektordengan volume air 0,5 lt, kevakuman -20cmHg..	24
Tabel 3.12 Perhitungan efisiensi kolektordengan volume air 0,5 lt, kevakuman -60cmHg..	25
Tabel 3.13 Perhitungan efisiensi kolektordengan volume air 0,5 lt, kevakuman -40cmHg..	25
Tabel 3.14 Perhitungan efisiensi kolektordengan volume air 0,5 lt, kevakuman -20cmHg..	25
Tabel 3.15 Perhitungan efisiensi kolektordengan volume air 1 lt, tanpa vakum.....	26
Tabel 3.16 Perhitungan efisiensi kolektordengan volume air 1 lt, tanpa vakum.....	26
Tabel 3.17 Perbandingan Qterpakai rata-rata dengan Idir rata-rata	27

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Energi surya merupakan energi yang dapat dimanfaatkan secara optimal. Contoh yang dapat kita temukan dalam kehidupan sehari – hari adalah untuk mengeringkan pakaian. Di negara – negara berkembang energi surya dapat dimanfaatkan untuk memasak, pembangkit listrik, pendingin, pengering hasil pertanian. Efek polusi sangat berpengaruh terhadap lingkungan dan kehidupan disekitarnya. Banyak negara-negara berkembang menciptakan kendaraan bermotor menggunakan energi surya untuk mengurangi tingkat pencemaran lingkungan. Dalam pengembangan pemanfaatannya banyak kreasi-kreasi tercipta dengan latar belakang untuk mensejahterakan kehidupan manusia.

Energi matahari merupakan salah satu energi alternatif yang dapat diperbaharui, hal ini berbeda dengan bahan bakar minyak dan gas bumi yang suatu saat dapat habis. Selain itu energi matahari bisa didapatkan secara cuma – cuma dan tidak merusak alam.

Kolektor termal surya merupakan suatu alat yang dapat digunakan untuk mengolah energi matahari. Kolektor surya dibagi menjadi 2, yaitu kolektor termal surya jenis pelat rata dan kolektor surya jenis parabola. Kolektor jenis parabola terdiri dari 2 macam, yaitu parabola piringan dan parabola silinder.

Kolektor termal surya jenis parabola dapat digunakan sebagai pemanas fluida yang pada akhirnya bisa dimanfaatkan untuk berbagai keperluan.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Dalam penelitian ini yang digunakan adalah kolektor termal surya jenis parabola piringan. Karakteristik yang diteliti adalah efisiensi kolektor dan kalor berguna yang dapat dicapai.

1.3 BATASAN MASALAH

Dalam penelitian ini parabola yang dipakai adalah parabola jenis piringan dengan tingkat kevakuman selubung kaca -60 cmHg, -40 cmHg, dan -20 cm Hg (pengukuran). Bahan yang digunakan untuk membuat parabola adalah aluminium plat dan aluminium foil bergaris.

1.4 TUJUAN PENELITIAN

1. Mengetahui efisiensi kolektor termal surya jenis parabola piringan.
2. Mengetahui pengaruh bahan dan tingkat kevakuman terhadap efisiensi kolektor.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

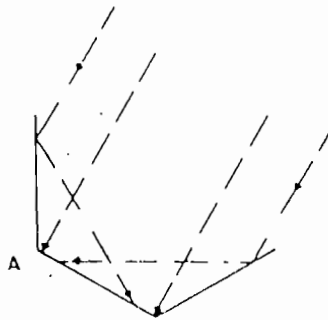
1. Dapat digunakan sebagai dasar perancangan parabola piringan untuk pemanasan fluida.
2. Menambah kepustakaan rekayasa tenaga surya khususnya mengenai kolektor termal surya jenis parabola piringan.

BAB II

DASAR TEORI

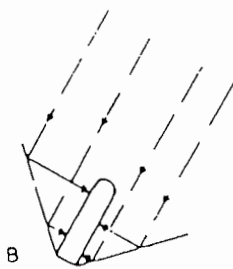
2.1 Pemusat, Penerima, dan Sistem Pengarah

Pemusat, penerima, dan sistem pengarah adalah berbagai macam cara untuk memperbesar fluks radiasi pada absorber. Hal tersebut dibedakan menurut jenis lensanya atau dari arah pantulannya.



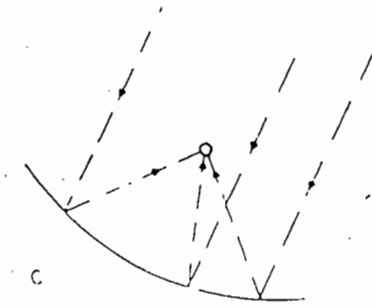
Gambar 2.1. A. Penerima Datar dengan Pemantul Datar

Gambar 2.1.A menunjukkan sebuah penerima datar dengan pemantul datar di tepinya untuk memantulkan energi tambahan ke penerima.



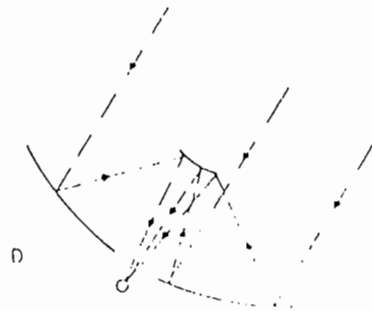
Gambar 2.1. B. Pemantul Kerucut dengan Penerima Silinder

Gambar 2.1.B menunjukkan sistem pemantul dengan bentuk kerucut dan penerima dengan bentuk silinder/tabung.



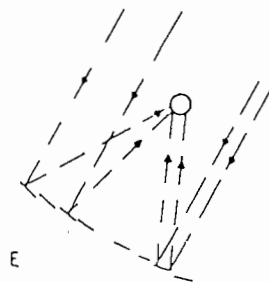
Gambar 2.1. C. Pemusat dengan Bentuk Parabola

Gambar 2.1.C menunjukkan sistem parabola yang memungkinkan untuk menghasilkan perbandingan pemusatan yang sangat tinggi, dengan menggunakan prinsip dimana temperatur tinggi dibutuhkan.

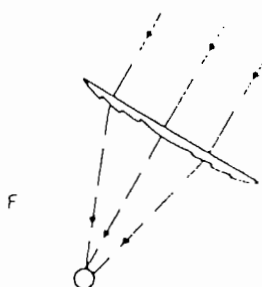


Gambar 2.1. D. Pemusat Berbentuk Parabola dengan Pemantul Tambahan

Gambar 2.1.D menunjukkan sistem parabola dengan menggunakan alat bantu atau pemantul tambahan yang berfungsi untuk menggeser fokus pada posisi yang lebih tepat.



Gambar 2.1 E. Pemantul Fresnel

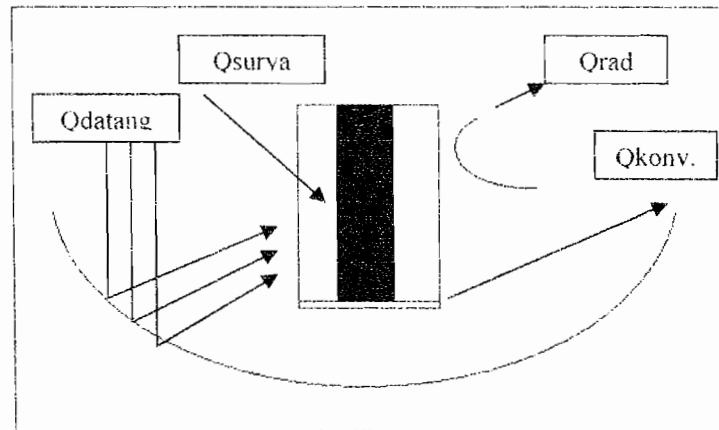


Gambar 2.1. F. Pembias Fresnel

Gambar 2.1.F menunjukkan bidang tersendiri yang masing – masing dibentuk untuk memantulkan energi pada penerima. Keutungan sistem ini adalah mengurangi dimensi yang terlihat dari arah normal radiasi, dan pembuatannya mudah. Kerugiannya terletak pada daerah yang sia – sia / hilang di pinggir rangkaian.

Pada penelitian ini yang dipergunakan adalah pemusat dengan bentuk parabola seperti pada gambar 2.1 C.

Dengan menggunakan permodelan yang sangat sederhana dan dengan perhitungan-perhitungan geometris, maka energi radiasi sinar matahari yang dapat diserap oleh sebuah kolektor parabola dapat diperkirakan. Efisiensi kolektor diestimasi menurut mekanisme perpindahan panas dan dengan memberikan kesetimbangan energi dari sebuah absorber dalam keadaan tunak.



Gambar 2.2 Keseimbangan Energi pada Kolektor

2.2 Keseimbangan energi untuk kolektor

Keseimbangan energi pada kolektor digunakan untuk memperkirakan kerugian termal dari absorber.

Energi yang datang dari matahari dihitung dengan rumus

$$Q_{datang} = I_{dir} \times A_{Ap} \dots\dots\dots(1)$$

dengan:

I_{dir} = intensitas matahari

A_{Ap} = luas parabola

Energi yang didapatkan oleh air yang menghasilkan peningkatan suhu dari air dan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Q_{\text{terpakai}} = m \cdot c_{p \text{ air}} \cdot \frac{\Delta T_{\text{air}} (\text{°C})}{\Delta t (\text{detik})} \dots\dots\dots$$

(2)

Dengan

m_{air} = massa air (kg)

ΔT_{air} = beda temperature air (°C)

$C_{p \text{ air}}$ = panas jenis air, 4,179 kJ/kg °C

Δt = beda waktu (detik)

2.3 Sistem absorber

Absorber terdiri dari sebuah tabung dengan sebuah penutup khusus yang diselubungi kaca. Ruang antara tabung dan selubung kaca dibuat hampa udara untuk mencegah kerugian konveksi dari tabung ke selubung kaca.

Hambatan panas oleh selubung kaca diabaikan.

Maka keseimbangan energi pada sekeliling tabung adalah:

$$Q_{\text{surya}} = Q_{\text{terpakai}} + Q_{\text{hilang}} \dots\dots\dots(3)$$

Dengan

Q_{surya} = radiasi surya yang diserap tabung (W)

Q_{terpakai} = energi yang didapatkan air menyebabkan kenaikan temperatur (W)

Q_{hilang} = kerugian termal dari absorber yang panas terhadap lingkungan (W).

Energi yang didapatkan oleh air yang menghasilkan peningkatan suhu dari air dan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4).

Untuk asumsi keadaan tunak, hilang semuanya ke lingkungan secara radiasi dan konveksi :

$$Q_{hilang} = Q_{kaca}^{rad} + Q_{kaca}^{konv} + Q_{kaca}^{ads} \dots\dots\dots(4)$$

dengan:

$$Q_{kaca}^{rad} = \text{energi yang dilepaskan oleh kaca secara radiasi (W)}$$

$$Q_{kaca}^{konv} = \text{energi yang dilepaskan oleh kaca secara konveksi (W)}$$

$$Q_{kaca}^{ads} = \text{energi yang diserap oleh kaca (W)}$$

Persamaan untuk kerugian radiasi:

$$Q_{kaca}^{rad} = \varepsilon_{kaca} \cdot \sigma \cdot A_{kaca} \cdot (T_{kaca}^4 - T_{lingk}^4) \dots\dots\dots(5)$$

dengan

$$\varepsilon_{kaca} = \text{emisivitas kaca diasumsikan } 0,9$$

$$\sigma = \text{Konstanta Stefan Boltzmann } 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$$

$$A_{kaca} = \text{luas selubung kaca (m}^2\text{)}$$

Fluks energi konveksi Q_{kaca}^{konv} merupakan fungsi dari permukaan kaca dan dari perbedaan temperatur antara kaca dengan lingkungan. Termasuk juga absorpsivitas α_{kaca} yang dipengaruhi oleh geometri, kemampuan permukaan, sifat-sifat udara dan kecepatan angin.

$$Q_{kaca}^{konv} = \alpha_{kaca} \cdot A_{kaca} \cdot (T_{kaca} - T_{lingk}) \dots \dots \dots (6)$$

Untuk harga α_{kaca} diperkirakan 15 W/(m² K)

Energi yang diserap oleh selubung kaca Q_{kaca}^{ads} dapat dihitung menggunakan

rumus:

$$Q_{kaca}^{ads} = m_{kaca} \cdot C_{pkaca} \cdot \frac{\Delta T_{kaca}}{\Delta t} \dots \dots \dots (7)$$

dengan

m_{kaca} = massa kaca, kg

C_{pkaca} = panas jenis kaca, 0,84 kJ/kg °C

Efisiensi optik dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\eta_{optik} = \rho \times \tau \times \alpha \dots \dots \dots (8)$$

dengan:

ρ = reflektifitas kolektor sebesar 0,96 untuk aluminium plat dan 0,92 untuk aluminium foil

τ = angka transmisivitas selubung diasumsikan sebesar 0,9

α = absorpsivitas tabung diasumsikan 0,9

Efisiensi optik tergantung pada reflektifitas (kemampuan memantulkan cahaya) kolektor, absorpsivitas (penyerapan) tabung, dan transmisivitas (penerusan cahaya) selubung.

Perbandingan dari energi terpakai terhadap energi surya yang diserap ditentukan sebagai efisiensi termal.

$$\eta_{\text{termal}} = \frac{Q_{\text{terpakai}}}{Q_{\text{surya}}} \dots\dots\dots(9)$$

Persamaan untuk efisiensi kolektor adalah

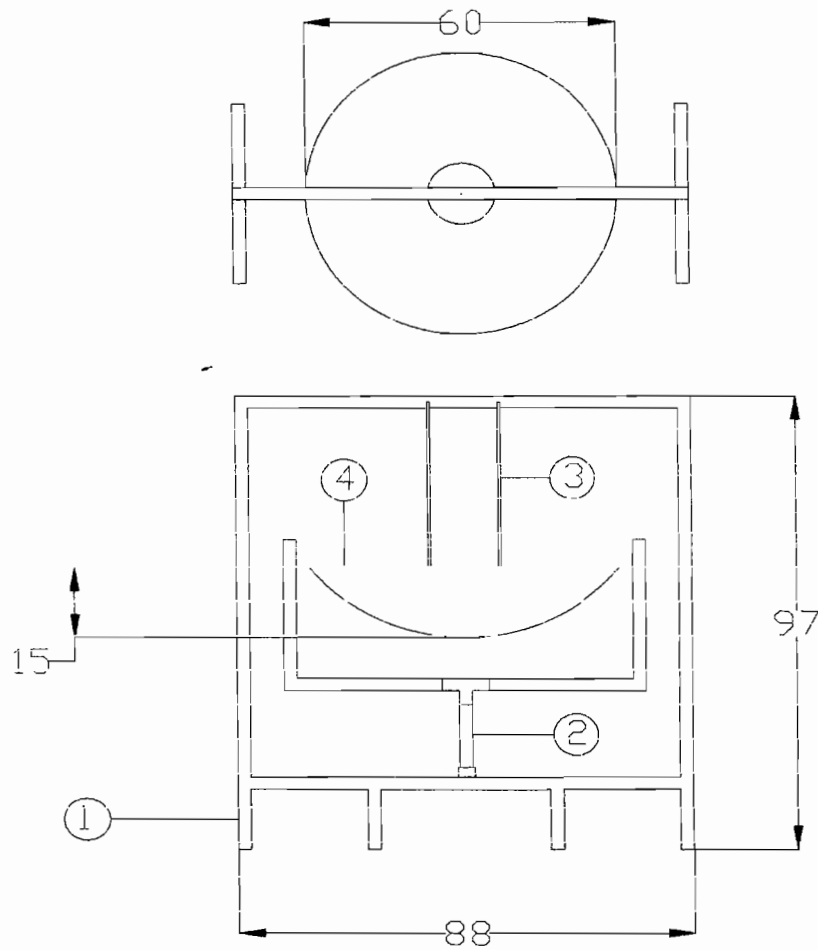
$$\eta_{\text{kolektor}} = \eta_{\text{optik}} \times \eta_{\text{termal}} \dots\dots\dots(10)$$

BAB III

DATA PENELITIAN DAN HASIL PERHITUNGAN

3.I METODE PENELITIAN

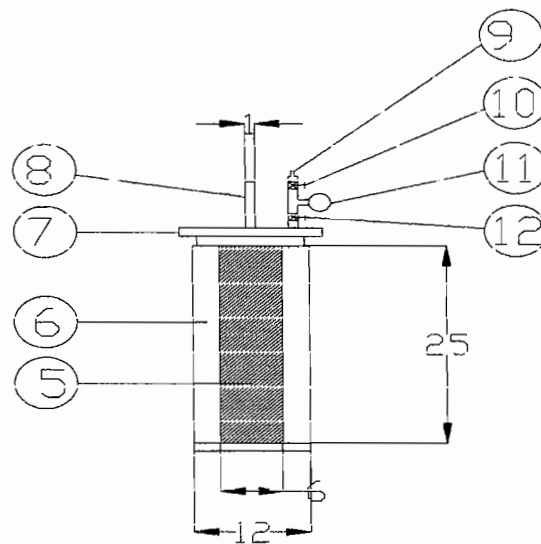
3.1.1 Skema alat



Gambar 3.1 Kolektor Surya Jenis Parabola Silinder

Keterangan:

1. kaki parabola untuk pijakan ke tanah
2. besi penyangga parabola
3. besi tempat absorber diletakkan
4. kolektor termal parabola piringan



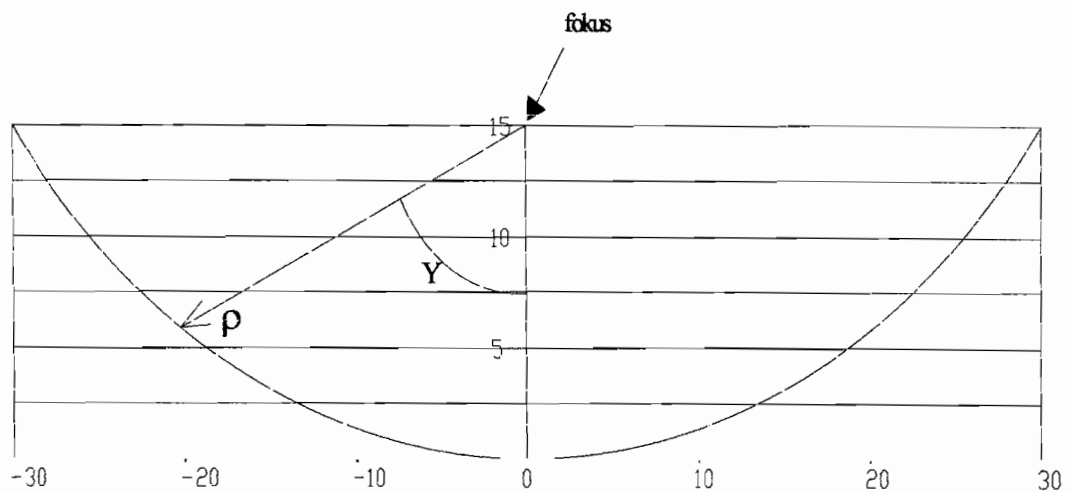
Gambar 3.2 Detail Absorber

Keterangan:

5. tabung, digunakan untuk tempat air yang akan dipanasi
6. selubung kaca
7. tutup selubung kaca

8. pipa tembaga untuk mengisi dan mengeluarkan fluida
9. saluran untuk menghubungkan dengan pompa vakum
10. katup 1 adalah katup jenis bola, katup ini yang menghubungkan dengan pompa vakum, ditutup setelah proses pemvakuman
11. manometer, digunakan untuk mengukur tekanan dan kevakuman sistem.
12. katup 2 adalah katup jenis bola, dibuka selama proses pemvakuman dan pemanasan

3.1.2 Langkah Penelitian



Gambar 3.3 Geometri kolektor surya

a. Pembuatan alat

1. Mencari jari-jari parabola, dengan fokus 0,15m

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{2f}{1 + \cos \theta} \\ &= \frac{2 \cdot 0,15}{1 + \cos 90} \\ &= 0,30 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\rho = r = 0,30 \text{ m}$$

Diameter parabola 0,60 m.

2. Mencari jarak antara titik fokus dengan permukaan parabola

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{2f}{1 + \cos \theta} \\ &= \frac{2 \times 0.15}{1 + \cos 0} \\ &\approx 0.15 \text{ m}\end{aligned}$$

Untuk sudut – sudut yang lain dicari dengan cara yang sama.

b. Pengukuran masukan energi matahari

1. Solar cell menerima energi matahari
2. Diukur tegangan keluarannya setiap 10 menit bersamaan dengan pengambilan data.

c. Pengukuran reflektifitas bahan kolektor

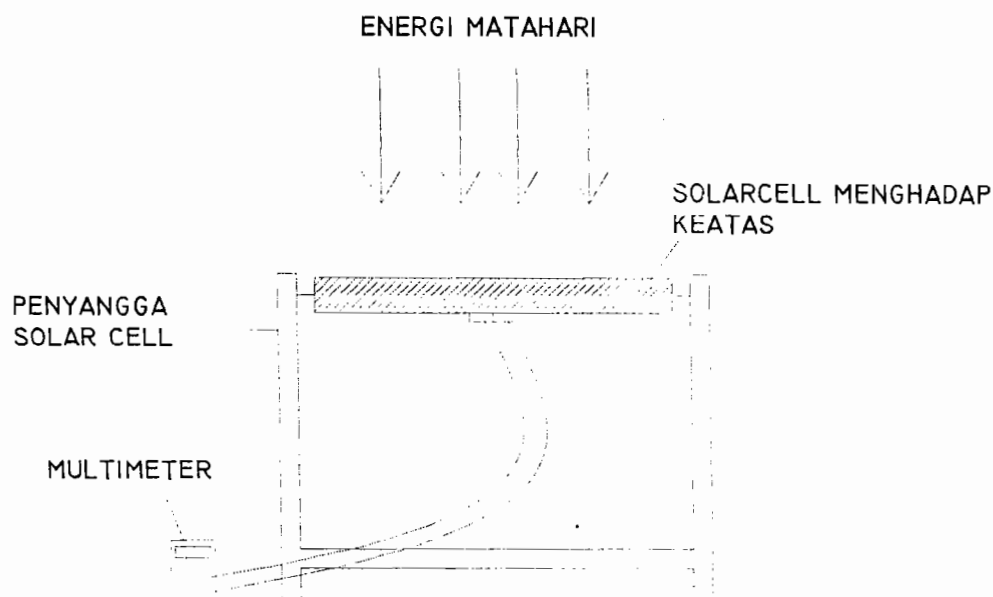
1. Solar cell menerima energi matahari
2. Diukur tegangan keluarannya didapat 18,82 V

3. Aluminium plat bahan parabola diletakkan di bawah solar cell
4. Solar cell dibalik
5. Energi yang memantul dari aluminium plat diterima oleh solar cell
6. Diukur tegangan keluarannya didapat 18,2 V
7. Reflektivitas bahan:

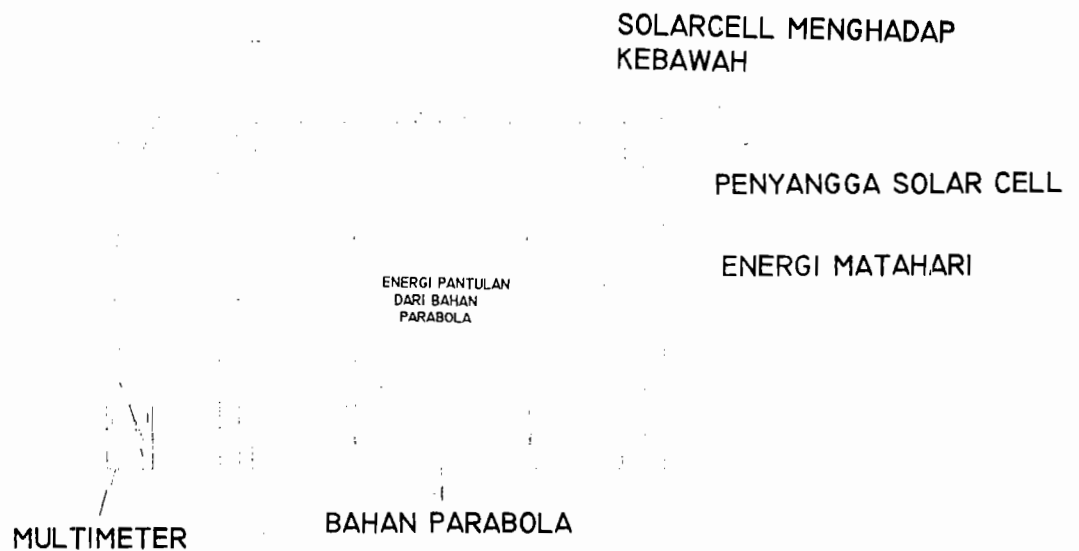
$$\rho = \frac{\text{tegangan keluaran solar cell yang dibalik}}{\text{tegangan keluaran solar cell yang tidak dibalik}}$$

didapat $\rho = 0,96$

8. Langkah yang sama digunakan untuk menghitung reflektivitas aluminium foil, tegangan keluaran dari pantulan aluminium foil sebesar 17,3 V didapatkan ρ sebesar 0,92



Gambar 3.4 Solar Cell Menghadap ke Atas



Gambar 3.5 Solar Cell Menghadap ke Bawah²

d. Pengambilan data

1. Menggunakan kolektor termal surya jenis parabola piringan dengan bahan aluminium plat:
 - a. Tabung diisi air 0,5 liter .
 - b. Selubung kaca divakumkan dengan variasi kevakuman -60 cmHg.
 - c. Absorber dipanasi dengan menggunakan kolektor jenis parabola piringan.
 - d. Setiap 10 menit sampai dengan 60 menit diukur suhu air, suhu kaleng, suhu kaca, suhu lingkungan, dan masukan matahari.

e. Untuk variasi kevakuman -40 cmHg dan -20cmHg menggunakan cara yang sama.

2. Langkah yang sama digunakan untuk pengambilan data kolektor termal surya jenis parabola piringan dengan bahan aluminium foil.

3.2 DATA PENELITIAN

Tabel 3.1 Pengukuran suhu tanggal 13 Agustus 2005 jam 10.20 dengan volume air 0,5 liter, kevakuman -60 cmHg

waktu (t, detik)	V (volt)	R (Ω)	I (A)	Idir (W/m^2)	T air ($^{\circ}C$)	ΔT air ($^{\circ}C$)	Tlingk ($^{\circ}C$)	Ttabung ($^{\circ}C$)	T kaca ($^{\circ}C$)
0	2.29	12	0.143	356.25	28.8		26.9	29.9	29.4
600	2.42	12	0.154	385.417	31.2	2.4	31.1	30.9	31.3
1200	2.30	12	0.227	566.667	36.3	5.1	31.6	33.2	31.8
1800	3.09	12	0.256	639.583	45.0	8.7	31.9	37.0	32.5
2400	3.00	12	0.235	587.5	55.8	10.8	32.3	41.7	33.2
3000	3.13	12	0.238	593.75	63.1	7.3	32.5	44.9	33.6
3600	3.27	12	0.262	654.167	73.7	10.6	32.8	49.6	34.1

Tabel 3.2 Pengukuran suhu tanggal 13 Agustus 2005 jam 11.30 dengan volume air 0,5 liter, kevakuman -40 cmHg

waktu (t, detik)	V (volt)	R (Ω)	I (A)	Idir (W/m^2)	T air ($^{\circ}C$)	ΔT air ($^{\circ}C$)	Tlingk ($^{\circ}C$)	Ttabung ($^{\circ}C$)	T kaca ($^{\circ}C$)
0	3.21	12	0.268	668.75	29.2		27.1	29.3	28.3
600	3.6	12	0.3	750	47.7	18.5	32.3	40.7	32.6
1200	2.08	12	0.173	433.333	60.6	12.9	32.8	48.7	33.0
1800	3.41	12	0.284	710.417	71.8	11.2	33.2	55.6	33.8
2400	2.93	12	0.244	610.417	83.4	11.6	33.3	62.8	34.7
3000	3.35	12	0.279	697.917	92.6	9.2	33.6	68.5	35.2
3600	0.88	12	0.073	183.333	99.0	6.4	33.9	72.4	35.9

Tabel 3.3 Pengukuran suhu tanggal 13 Agustus 2005 jam 12.50 dengan volume air 0,5 liter, kevakuman -20 cmHg

waktu (t, detik)	V (volt)	R (Ω)	I (A)	Idir (W/m^2)	T air ($^{\circ}C$)	ΔT_{air} ($^{\circ}C$)	Tlingk ($^{\circ}C$)	Ttabung ($^{\circ}C$)	T kaca ($^{\circ}C$)
0	0.56	12	0.047	116.667	28.4		28.2	28.8	28.3
600	0.71	12	0.059	147.917	52.3	23.9	29.5	43.5	30.0
1200	3.42	12	0.285	712.5	64.8	12.5	30.3	51.3	31.9
1800	0.75	12	0.063	156.25	71.4	6.6	30.8	55.4	32.5
2400	2.62	12	0.218	545.833	72.9	1.5	31.1	56.3	32.8
3000	0.86	12	0.072	179.167	77.6	4.7	31.4	59.2	34.1
3600	0.28	12	0.023	58.333	79.2	1.6	32.1	60.2	34.8

Tabel 3.4 Pengukuran suhu tanggal 15 Agustus 2005 jam 10.30 dengan volume air 0,5 liter, kevakuman -60 cmHg

waktu (t, detik)	V (volt)	R (Ω)	I (A)	Idir (W/m^2)	T air ($^{\circ}C$)	ΔT_{air} ($^{\circ}C$)	Tlingk ($^{\circ}C$)	Ttabung ($^{\circ}C$)	T kaca ($^{\circ}C$)
0	2.69	12	0.224	560.417	28.8		27.2	29.9	29.2
600	3.28	12	0.273	683.333	45.0	16.200	31.1	37.0	32.2
1200	3.27	12	0.273	681.25	52.1	7.100	31.6	40.1	32.6
1800	3.28	12	0.273	683.333	62.5	10.400	32	44.7	33.3
2400	3.3	12	0.275	687.5	66.0	3.500	32.6	46.2	34.1
3000	3.29	12	0.274	685.417	67.3	1.300	32.9	46.8	34.4
3600	3.32	12	0.277	691.667	68.1	0.800	33.2	47.1	34.6

Tabel 3.5 Pengukuran suhu tanggal 15 Agustus 2005 jam 11.35 dengan volume air 0,5 liter, kevakuman -40 cmHg

waktu (t, detik)	V (volt)	R (Ω)	I (A)	Idir (W/m^2)	T air ($^{\circ}C$)	ΔT_{air} ($^{\circ}C$)	Tlingk ($^{\circ}C$)	Ttabung ($^{\circ}C$)	T kaca ($^{\circ}C$)
0	3.4	12	0.283	708.333	27.4		27.8	29.9	28.2
600	3.37	12	0.281	702.083	41	13.60	29	33.3	30
1200	3.36	12	0.28	700	45.7	4.70	31.3	37.5	35.3
1800	3.29	12	0.274	685.417	52	6.30	33.2	39.2	39.2
2400	3.09	12	0.258	643.75	57.2	5.20	33.3	40.0	42.1
3000	3.03	12	0.253	631.25	65.5	8.30	33.5	47.2	45.4
3600	2.86	12	0.238	595.833	68.1	2.60	33.7	50.6	46.8

Tabel 3.6 Pengukuran suhu tanggal 18 Agustus 2005 jam 10.50 dengan volume air 0,5 liter, kevakuman -20 cmHg

waktu (t, detik)	V (volt)	R (Ω)	I (A)	Idir (W/m^2)	T air ($^{\circ}C$)	ΔT_{air} ($^{\circ}C$)	Tlingk ($^{\circ}C$)	Ttabung ($^{\circ}C$)	T kaca ($^{\circ}C$)
0	2.69	12	0.224	560.417	27.9		27.9	28.0	27.3
600	0.71	12	0.059	147.917	42.1	14.2	29	34.5	32.2
1200	3.42	12	0.285	712.5	53.2	11.1	30.4	38.2	36.4
1800	0.75	12	0.063	156.25	63.8	10.6	30.7	45.1	39.1
2400	2.62	12	0.218	545.833	75.7	11.9	31.3	50.8	42.5
3000	0.86	12	0.072	179.167	86.5	10.8	31.2	52.0	44.1
3600	0.28	12	0.023	58.333	95.2	8.7	30	56.8	45.8

Tabel 3.7 Pengukuran suhu tanggal 18 Juli 2005 jam 11.00 dengan volume air 1 liter, selubung kaca tidak divakum

waktu (t, detik)	V (volt)	R (Ω)	I (A)	Idir (W/m^2)	T air ($^{\circ}C$)	ΔT_{air} ($^{\circ}C$)	Tlingk ($^{\circ}C$)	Ttabung ($^{\circ}C$)	T kaca ($^{\circ}C$)
0	0.19	1.80	0.106	263.889	27.9		26.9	28	27.3
600	0.21	1.80	0.117	291.667	45.1	14.2	29.4	38.3	34.3
1200	0.22	1.80	0.122	305.556	56.4	11.1	30	44.2	38.2
1800	0.20	1.80	0.111	277.778	65.8	10.6	30.7	49.8	40.8
2400	0.24	1.80	0.133	333.333	78.2	11.9	31.9	55.3	43.5
3000	0.22	1.80	0.122	305.556	87.5	10.8	31.6	60.7	44.1
3600	0.23	1.80	0.128	319.444	97.8	8.7	31.7	64.1	46.9

Tabel 3.8 Pengukuran suhu tanggal 19 Juli 2005 jam 10.00 dengan volume air 1 liter, selubung kaca tidak divakum

waktu (t, detik)	V (volt)	R (Ω)	I (A)	Idir (W/m^2)	T air ($^{\circ}C$)	ΔT_{air} ($^{\circ}C$)	Tlingk ($^{\circ}C$)	Ttabung ($^{\circ}C$)	T kaca ($^{\circ}C$)
0	0.18	1.8	0.064	159.011	27.9		27.2	28.0	27.3
600	0.2	1.8	0.044	110.565	42.1	14.2	30.1	34.5	32.2
1200	0.21	1.8	0.039	97.826	53.2	11.1	30.4	38.2	36.4
1800	0.22	1.8	0.034	85.714	63.8	10.6	31.0	45.1	39.1
2400	0.06	1.8	0.032	78.947	75.7	11.9	31.5	50.8	42.5
3000	0.08	1.8	0.031	76.923	86.5	10.8	32.1	52.0	44.1
3600	0.22	1.8	0.029	73.65	95.2	8.7	31.8	56.8	45.8

3.3 HASIL PERHITUNGAN

Perhitungan dengan menggunakan data dari tabel 3.1

- a. Energi matahari yang datang, Q_{datang} (W) dihitung dengan menggunakan persamaan (1)

$$\begin{aligned} Q_{datang} &= I_{dir} \times A_{AP} \\ &= 356,25 \times 0.344 \\ &= 112,55 \text{ W} \end{aligned}$$

- b. Energi yang terpakai, $Q_{terpakai}$ (W) dihitung dengan menggunakan persamaan (2)

$$\begin{aligned} Q_{terpakai} &= m \times C_{p\text{air}} \times \frac{\Delta T_{air}}{\Delta t} \\ &= 0,5 \times 4179 \times \frac{23,9}{600} \\ &= 83,232 \text{ W} \end{aligned}$$

- c. Energi yang diserap oleh kaca Q_{kaca}^{ads} (W) dihitung dengan menggunakan persamaan (7)

$$\begin{aligned} Q_{kaca}^{ads} &= m \times C_{p\text{kaca}} \times \frac{\Delta T_{kaca}}{\Delta t} \\ &= 0,9 \times 840 \times \frac{3,3}{600} \end{aligned}$$

$$= 2,394 \text{ W}$$

- d. Energi yang dilepaskan oleh kaca secara konveksi, Q_{kaca}^{konv} (W) dihitung dengan menggunakan persamaan (6)

$$\begin{aligned} Q_{kaca}^{konv} &= \alpha_{kaca} \times A_{kaca} \times (T_{kaca} - T_{lingk}) \\ &= 15 \text{ W/m}^2\text{K} \times 0,097 \text{ m}^2 \times (302,4 - 299,9) \\ &= 3,638 \text{ W} \end{aligned}$$

- e. Energi yang dilepaskan oleh kaca secara radiasi, Q_{kaca}^{rad} (W) dihitung dengan menggunakan persamaan (5)

$$\begin{aligned} Q_{kaca}^{rad} &= \varepsilon_{kaca} \times \sigma_{kaca} \times A_{kaca} (T_{kaca}^4 - T_{lingk}^4) \\ &= 0,9 \times 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \times 0,097 \text{ m}^2 \times (302,4^4 - 299,9^4) \\ &= 1,352 \text{ W} \end{aligned}$$

- f. Energi yang hilang Q_{hilang} (W) dihitung dengan menggunakan persamaan (4)

$$\begin{aligned} Q_{hilang} &= Q_{kaca}^{aks} + Q_{kaca}^{konv} + Q_{kaca}^{rad} \\ &= 4,158 \text{ W} + 3,638 \text{ W} + 1,352 \text{ W} \\ &= 7,383 \text{ W} \end{aligned}$$

- g. Energi dari matahari, Q_{surya} (W) dihitung dengan menggunakan persamaan

(3)

$$Q_{surya} = Q_{terpakai} + Q_{hilang}$$

$$= 83,232 \text{ W} + 2,342 \text{ W}$$

$$= 85,573 \text{ W}$$

h. Efisiensi optic, η_{optik} dihitung dengan menggunakan persamaan (8)

$$\eta_{optik} = \rho \times \tau \times \alpha$$

$$= 0,96 \times 0,9 \times 0,9$$

$$= 0,78$$

i. Efisiensi termal, η_{termal} dihitung dengan menggunakan persamaan (9)

$$\eta_{termal} = \frac{Q_{terpakai}}{Q_{surya}}$$

$$= \frac{83,232}{85,573}$$

$$= 0,97$$

j. Efisiensi kolektor, $\eta_{kolektor}$ dihitung dengan menggunakan persamaan (10)

$$\eta_{kolektor} = \eta_{optik} \times \eta_{termal}$$

$$= 0,78 \times 0,97$$

$$= 0,76$$

Hasil perhitungan untuk tabel data 3.1 dapat dilihat pada tabel 3.9 berikut

Tabel 3.9 Perhitungan efisiensi kolektor dengan volume air 0,5 liter, kevakuman selubung kaca 60 cmHg (dari tabel 3.1)

$Q_{\text{ditan g}}$ (W)	Q_{terpakai} (W)	$Q_{\text{ads kaca}}$ (W)	$Q_{\text{konv kaca}}$ (W)	$Q_{\text{rad kaca}}$ (W)	Q_{hilang} (W)	Q_{surya} (W)	η_{optik}	η_{termal}	η_{kolektor}
122.550									
132.583	8.358	2.394	3.638	1.352	7.383	15.741	78%	53%	76%
194.933	17.761	0.630	0.291	0.111	1.032	18.793	78%	95%	79%
220.017	30.298	0.882	0.291	0.112	1.285	31.583	78%	96%	81%
202.100	37.611	0.882	0.873	0.338	2.093	39.704	78%	95%	80%
204.250	25.422	0.504	1.310	0.509	2.323	27.745	78%	92%	77%
225.033	36.915	0.630	1.601	0.624	2.855	39.769	78%	93%	78%

Untuk tabel data yang lain dilakukan dengan cara yang sama dan hasilnya dapat dilihat pada tabel – tabel berikut

Tabel 3.10 Perhitungan efisiensi kolektor dengan volume air 0,5 liter, kevakuman selubung kaca 40 cmHg (dari tabel 3.2)

$Q_{\text{ditan g}}$ (W)	Q_{terpakai} (W)	$Q_{\text{ads kaca}}$ (W)	$Q_{\text{konv kaca}}$ (W)	$Q_{\text{rad kaca}}$ (W)	Q_{hilang} (W)	Q_{surya} (W)	η_{optik}	η_{termal}	η_{kolektor}
230.050									
258.000	64.426	5.418	1.746	0.646	7.810	72.236	78%	89%	75%
149.067	44.924	0.252	0.437	0.169	0.606	45.530	78%	99%	83%
244.383	39.004	1.008	0.291	0.113	0.404	39.004	78%	99%	83%
209.983	40.397	1.134	0.873	0.342	1.215	41.612	78%	97%	82%
240.083	32.039	0.630	2.037	0.802	2.839	34.878	78%	92%	77%
63.067	22.288	0.882	2.328	0.920	3.248	25.536	78%	87%	73%

Tabel 3.11 Perhitungan efisiensi kolektor dengan volume air 0,5 liter, kevakuman selubung kaca 20 cmHg (dari tabel 3.3)

$Q_{\text{ditan g}}$ (W)	Q_{terpakai} (W)	$Q_{\text{ads kaca}}$ (W)	$Q_{\text{konv kaca}}$ (W)	$Q_{\text{rad kaca}}$ (W)	Q_{hilang} (W)	Q_{surya} (W)	η_{optik}	η_{termal}	η_{kolektor}
40.133									
50.883	83.232	2.142	0.146	0.054	2.342	85.573	78%	97%	82%
245.100	43.531	2.394	0.728	0.275	1.002	44.533	78%	98%	82%
53.750	22.985	0.756	2.328	0.891	3.219	26.203	78%	88%	74%
187.767	5.224	0.378	2.474	0.952	3.425	8.649	78%	60%	51%
61.633	16.368	1.638	2.473	0.955	3.428	19.796	78%	83%	69%
20.067	5.572	0.882	3.929	1.528	5.457	11.029	78%	51%	42%



Tabel 3.12 Perhitungan efisiensi kolektor dengan volume air 0,5 liter, kevakuman selubung kaca 60 cmHg (dari tabel 3.4)

$Q_{\text{data tan g}}$ (W)	Q_{terpakai} (W)	$Q_{\text{kaca ads}}$ (W)	$Q_{\text{kaca konv}}$ (W)	$Q_{\text{kaca rad}}$ (W)	Q_{hilang} (W)	Q_{surya} (W)	η_{optik}	η_{termal}	η_{kolektor}
192.783									
235.067	56.417	3.780	2.910	1.082	7.772	64.189	78%	88%	74%
234.350	24.726	0.504	1.601	0.616	2.216	26.942	78%	92%	77%
235.067	36.218	0.882	1.455	0.562	2.017	38.235	78%	95%	80%
236.500	12.189	1.008	1.892	0.735	2.626	14.815	78%	82%	69%
235.783	4.527	0.378	2.183	0.854	3.036	7.564	78%	60%	50%
237.933	2.786	0.252	2.183	0.856	3.039	5.825	78%	48%	40%

Tabel 3.13 Perhitungan efisiensi kolektor dengan volume air 0,5 liter, kevakuman selubung kaca 40 cmHg (dari tabel 3.5)

$Q_{\text{data tan g}}$ (W)	Q_{terpakai} (W)	$Q_{\text{kaca ads}}$ (W)	$Q_{\text{kaca konv}}$ (W)	$Q_{\text{kaca rad}}$ (W)	Q_{hilang} (W)	Q_{surya} (W)	η_{optik}	η_{termal}	η_{kolektor}
243.667									
241.517	47.362	2.268	0.582	0.216	3.066	50.428	78%	94%	79%
240.800	16.368	6.678	1.455	0.548	2.003	18.371	78%	89%	75%
235.783	21.940	4.914	5.820	2.276	8.096	30.036	78%	73%	61%
221.450	18.109	3.654	8.730	3.512	12.242	30.351	78%	60%	50%
217.150	28.905	4.158	12.804	5.227	18.031	46.936	78%	62%	52%
204.967	9.054	1.764	17.315	7.190	24.504	33.559	78%	27%	23%

Tabel 3.14 Perhitungan efisiensi kolektor dengan volume air 0,5 liter, kevakuman selubung kaca 20 cmHg (dari tabel 3.6)

$Q_{\text{data tan g}}$ (W)	Q_{terpakai} (W)	$Q_{\text{kaca ads}}$ (W)	$Q_{\text{kaca konv}}$ (W)	$Q_{\text{kaca rad}}$ (W)	Q_{hilang} (W)	Q_{surya} (W)	η_{optik}	η_{termal}	η_{kolektor}
192.783									
50.883	49.452	5.292	4.656	1.773	11.721	61.173	78%	81%	68%
245.100	38.656	3.402	8.730	3.418	12.148	50.803	78%	76%	64%
53.750	36.915	4.284	12.222	4.856	17.078	53.992	78%	68%	57%
187.767	41.442	2.016	16.296	6.602	22.898	64.340	78%	64%	54%
61.633	37.611	2.142	18.770	7.660	26.430	64.041	78%	59%	49%
20.067	30.298	9.618	22.989	9.407	32.396	62.694	78%	48%	41%

Tabel 3.15 Perhitungan efisiensi kolektor dengan volume air 1 liter, selubung kaca tidak divakum (dari tabel 3.7)

$Q_{\text{ditan g}}$ (W)	Q_{terpakai} (W)	$Q_{\text{kaca}}^{\text{ads}}$ (W)	$Q_{\text{kaca}}^{\text{konv}}$ (W)	$Q_{\text{kaca}}^{\text{rad}}$ (W)	Q_{hilang} (W)	Q_{surya} (W)	η_{optik}	η_{termal}	η_{kolektor}
90.778									
100.333	59.899	8.820	0.582	0.214	9.616	69.515	78%	86%	72%
105.111	39.352	4.914	7.130	2.749	9.878	49.231	78%	80%	67%
95.556	32.736	3.276	11.931	4.703	16.634	49.370	78%	66%	56%
114.667	43.183	3.402	14.696	5.887	20.583	63.766	78%	68%	57%
105.111	32.387	0.756	16.878	6.891	23.769	56.156	78%	58%	48%
109.889	35.870	3.528	18.188	7.437	25.624	61.494	78%	58%	49%

Tabel 3.16 Perhitungan efisiensi kolektor dengan volume air 1 liter, selubung kaca tidak divakum (dari tabel 3.8)

$Q_{\text{ditan g}}$ (W)	Q_{terpakai} (W)	$Q_{\text{kaca}}^{\text{ads}}$ (W)	$Q_{\text{kaca}}^{\text{konv}}$ (W)	$Q_{\text{kaca}}^{\text{rad}}$ (W)	Q_{hilang} (W)	Q_{surya} (W)	η_{optik}	η_{termal}	η_{kolektor}
54.700									
38.034	43.183	7.308	0.437	0.161	7.905	51.088	78%	85%	63%
33.652	18.457	2.646	4.656	1.792	6.448	24.906	78%	74%	55%
29.486	22.636	2.142	7.275	2.834	10.109	32.745	78%	69%	52%
27.158	15.671	0.882	8.876	3.497	12.372	28.043	78%	56%	42%
26.462	5.224	0.504	9.167	3.633	12.799	18.023	78%	29%	22%
25.336	9.055	3.150	8.876	3.534	12.410	21.464	78%	42%	31%

Tabel 3.12 Perhitungan efisiensi kolektor dengan volume air 0,5 liter,
kevakuman selubung kaca 60 cmHg (dari tabel 3.4)

$Q_{\text{da tan g}}$ (W)	Q_{terpakai} (W)	$Q_{\text{ads kaca}}$ (W)	$Q_{\text{konv kaca}}$ (W)	$Q_{\text{rad kaca}}$ (W)	Q_{hilang} (W)	Q_{surya} (W)	η_{optik}	η_{termal}	η_{kolektor}
192.783									
235.067	56.417	3.780	2.910	1.082	7.772	64.189	84%	88%	74%
234.350	24.726	0.504	1.601	0.616	2.216	26.942	84%	92%	77%
235.067	36.218	0.882	1.455	0.562	2.017	38.235	84%	95%	80%
236.500	12.189	1.008	1.892	0.735	2.626	14.815	84%	82%	69%
235.783	4.527	0.378	2.183	0.854	3.036	7.564	84%	60%	50%
237.933	2.786	0.252	2.183	0.856	3.039	5.825	84%	48%	40%

Tabel 3.13 Perhitungan efisiensi kolektor dengan volume air 0,5 liter,
kevakuman selubung kaca 40 cmHg (dari tabel 3.5)

$Q_{\text{da tan g}}$ (W)	Q_{terpakai} (W)	$Q_{\text{ads kaca}}$ (W)	$Q_{\text{konv kaca}}$ (W)	$Q_{\text{rad kaca}}$ (W)	Q_{hilang} (W)	Q_{surya} (W)	η_{optik}	η_{termal}	η_{kolektor}
243.667									
241.517	47.362	2.268	0.582	0.216	3.066	50.428	84%	94%	79%
240.800	16.368	6.678	1.455	0.548	2.003	18.371	84%	89%	75%
235.783	21.940	4.914	5.820	2.276	8.096	30.036	84%	73%	61%
221.450	18.109	3.654	8.730	3.512	12.242	30.351	84%	60%	50%
217.150	28.905	4.158	12.804	5.227	18.031	46.936	84%	62%	52%
204.967	9.054	1.764	17.315	7.190	24.504	33.559	84%	27%	23%

Tabel 3.14 Perhitungan efisiensi kolektor dengan volume air 0,5 liter,
kevakuman selubung kaca 20 cmHg (dari tabel 3.6)

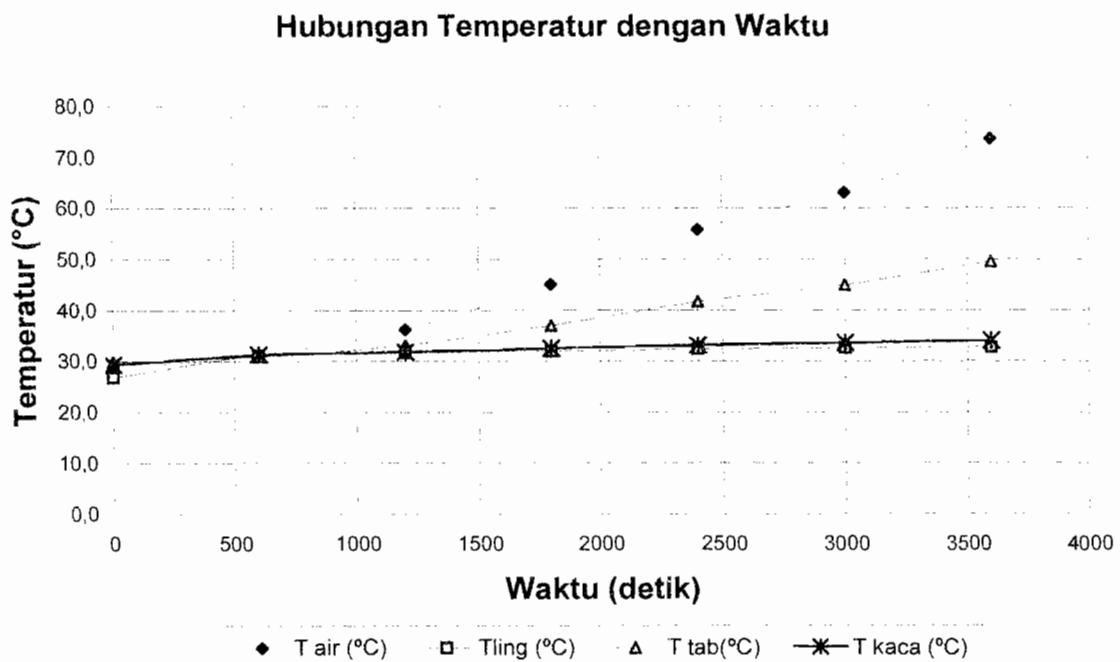
$Q_{\text{da tan g}}$ (W)	Q_{terpakai} (W)	$Q_{\text{ads kaca}}$ (W)	$Q_{\text{konv kaca}}$ (W)	$Q_{\text{rad kaca}}$ (W)	Q_{hilang} (W)	Q_{surya} (W)	η_{optik}	η_{termal}	η_{kolektor}
192.783									
50.883	49.452	5.292	4.656	1.773	11.721	61.173	84%	81%	68%
245.100	38.656	3.402	8.730	3.418	12.148	50.803	84%	76%	64%
53.750	36.915	4.284	12.222	4.856	17.078	53.992	84%	68%	57%
187.767	41.442	2.016	16.296	6.602	22.898	64.340	84%	64%	54%
61.633	37.611	2.142	18.770	7.660	26.430	64.041	84%	59%	49%
20.067	30.298	9.618	22.989	9.407	32.396	62.694	84%	48%	41%

BAB IV

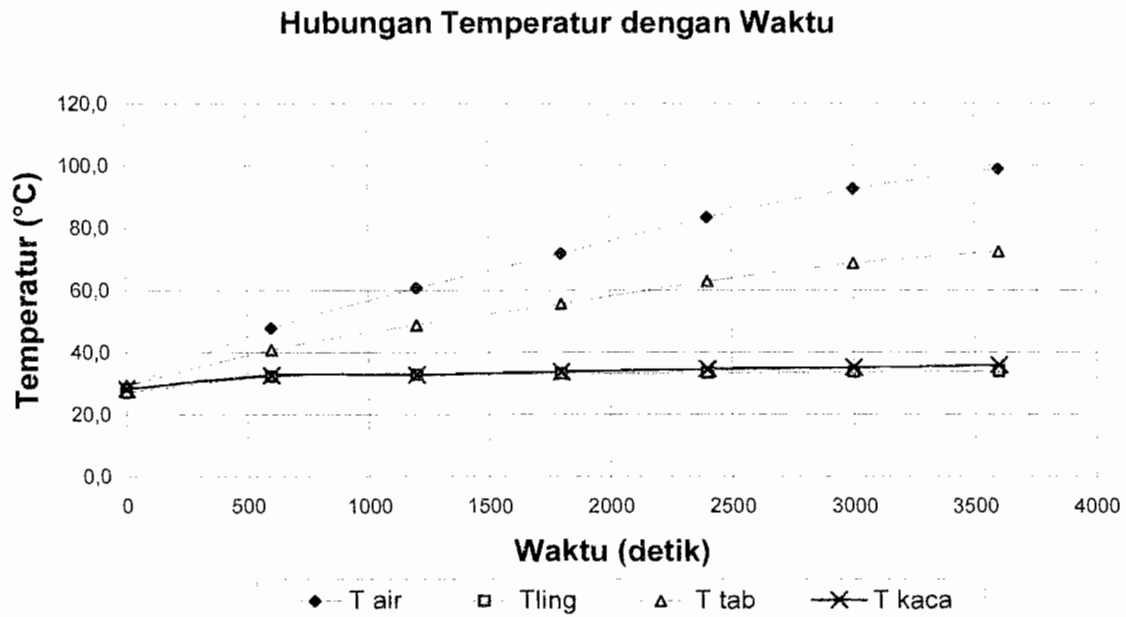
ANALISIS DATA

Untuk memudahkan analisis maka dibuat grafik dari data dan perhitungan -- perhitungan sebelumnya.

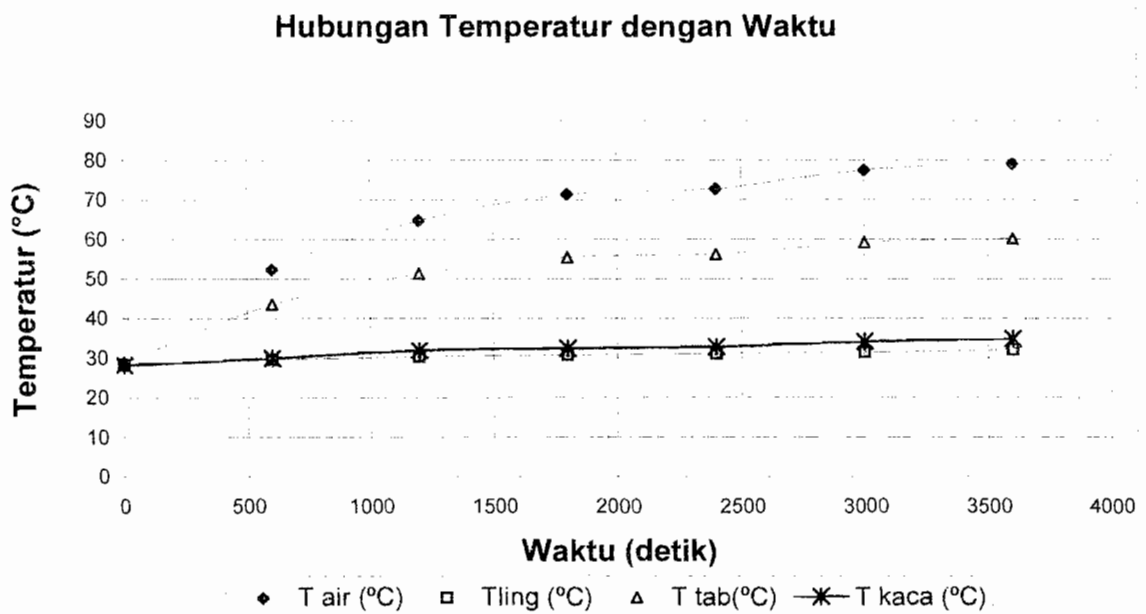
4.1 Hubungan temperatur dengan waktu



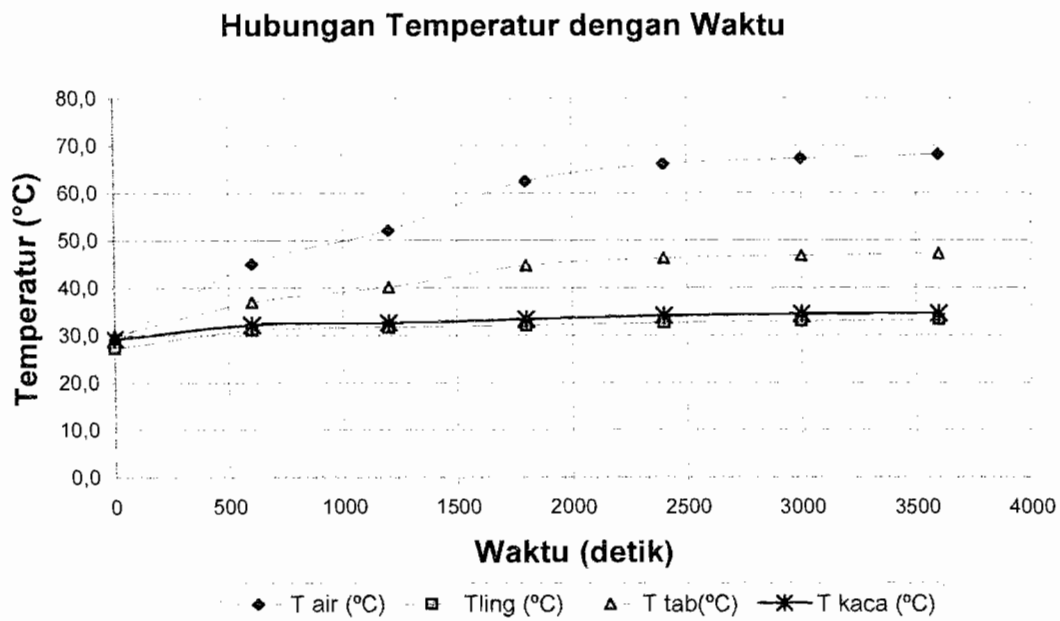
Gambar 4.1 Grafik hubungan temperatur dan waktu dengan volume air 0,5 liter dan kevakuman selubung kaca -60 cmHg (dari tabel data 3.1)



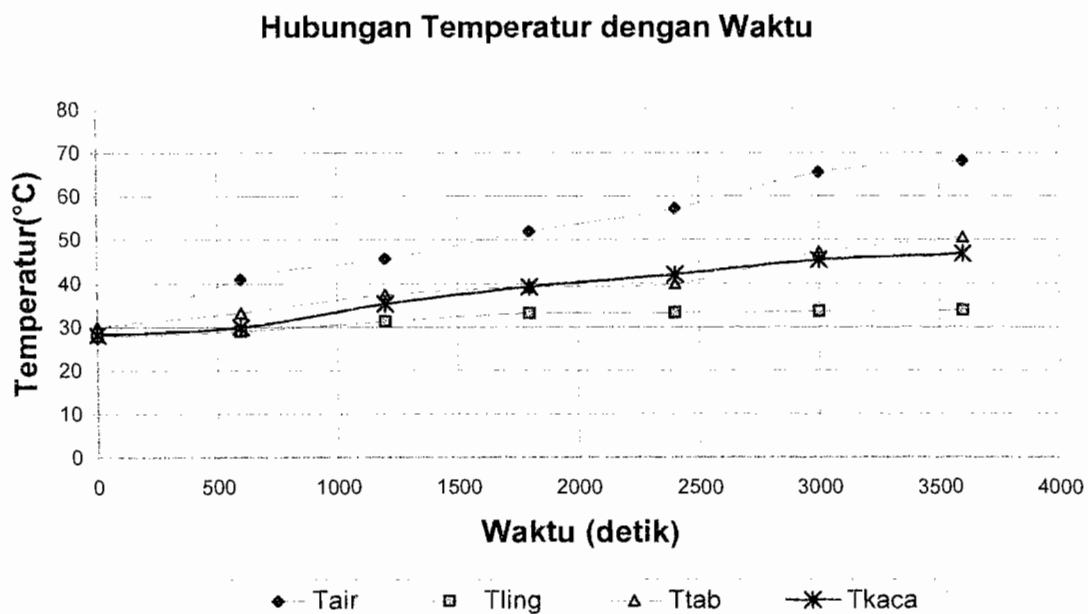
Gambar 4.2 Grafik hubungan temperatur dan waktu dengan volume air 0,5 liter dan kevakuman selubung kaca -40 cmHg (dari tabel data 3.2)



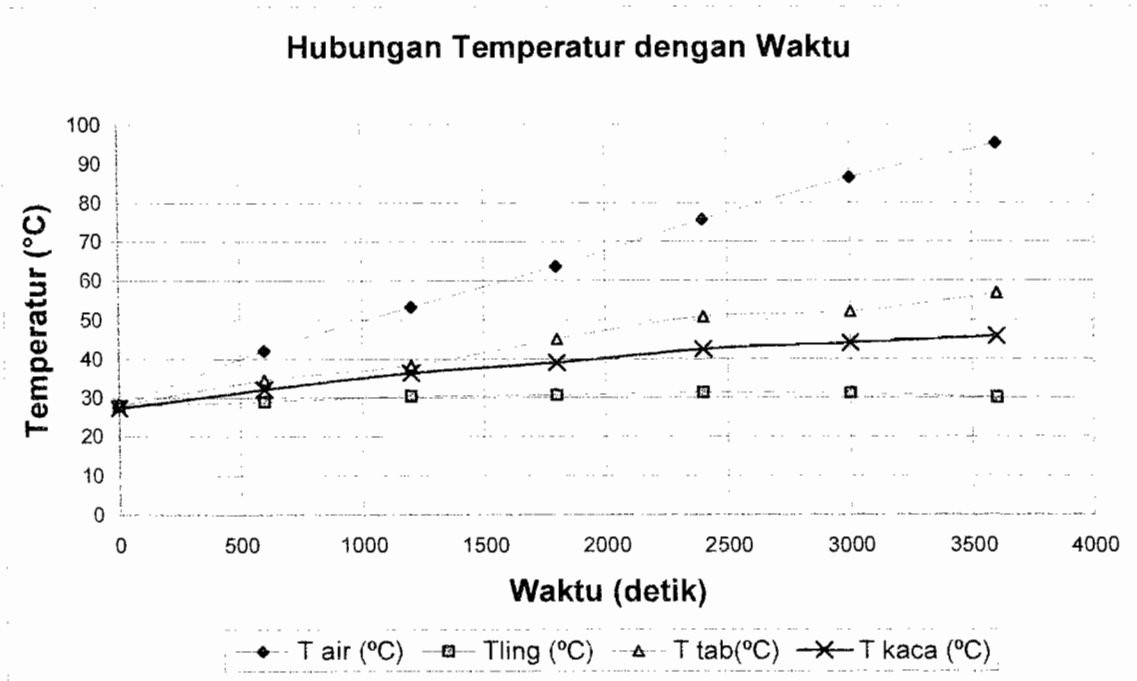
Gambar 4.3 Grafik hubungan temperatur dan waktu dengan volume air 0,5 liter dan kevakuman selubung kaca -20 cmHg (dari tabel data 3.3)



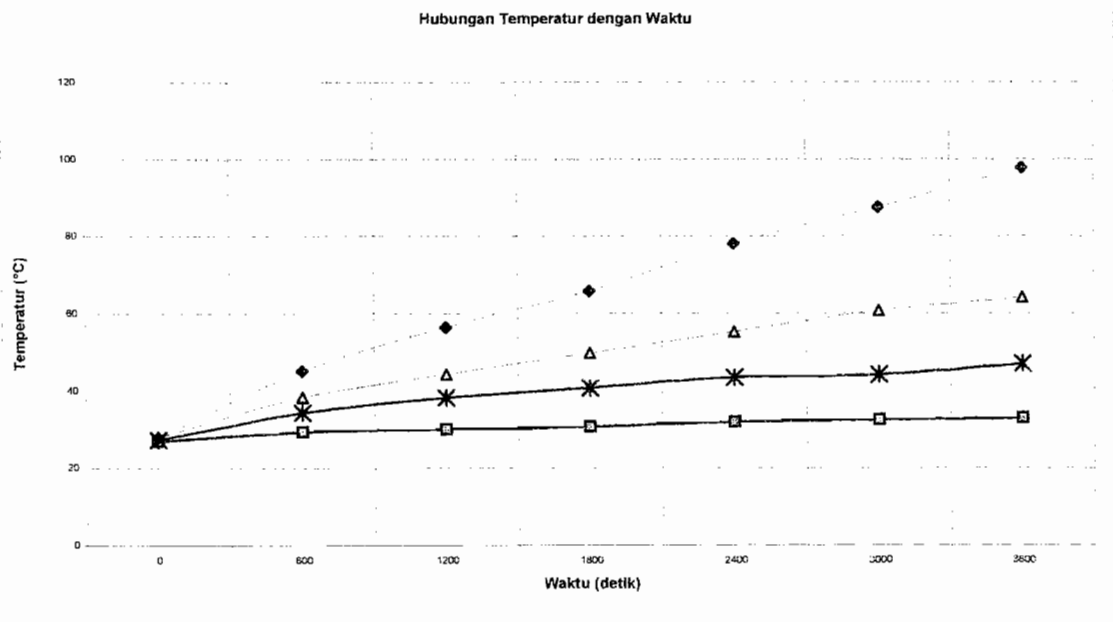
Gambar 4.4 Grafik hubungan temperatur dan waktu dengan volume air 0,5 liter dan kevakuman selubung kaca -60 cmHg (dari tabel data 3.4)



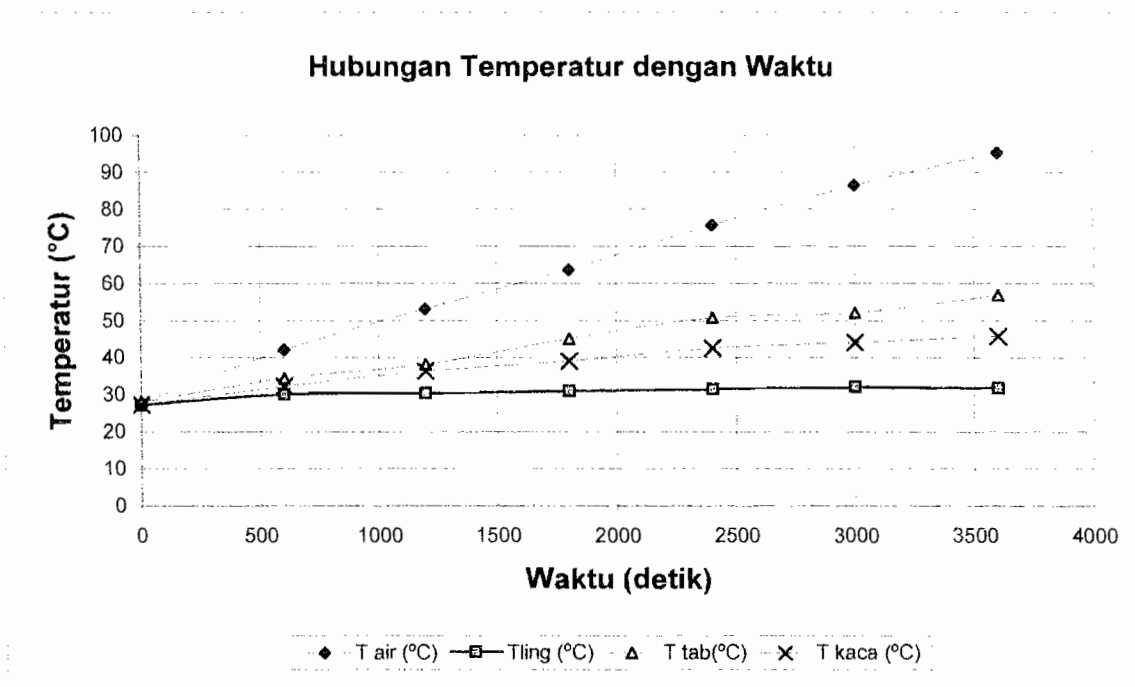
Gambar 4.5 Grafik hubungan temperatur dan waktu dengan volume air 0,5 liter dan kevakuman selubung kaca -40 cmHg (dari tabel data 3.5)



Gambar 4.6 Grafik hubungan temperatur dan waktu dengan volume air 0,5 liter dan kevakuman selubung kaca -20 cmHg (dari tabel data 3.6)



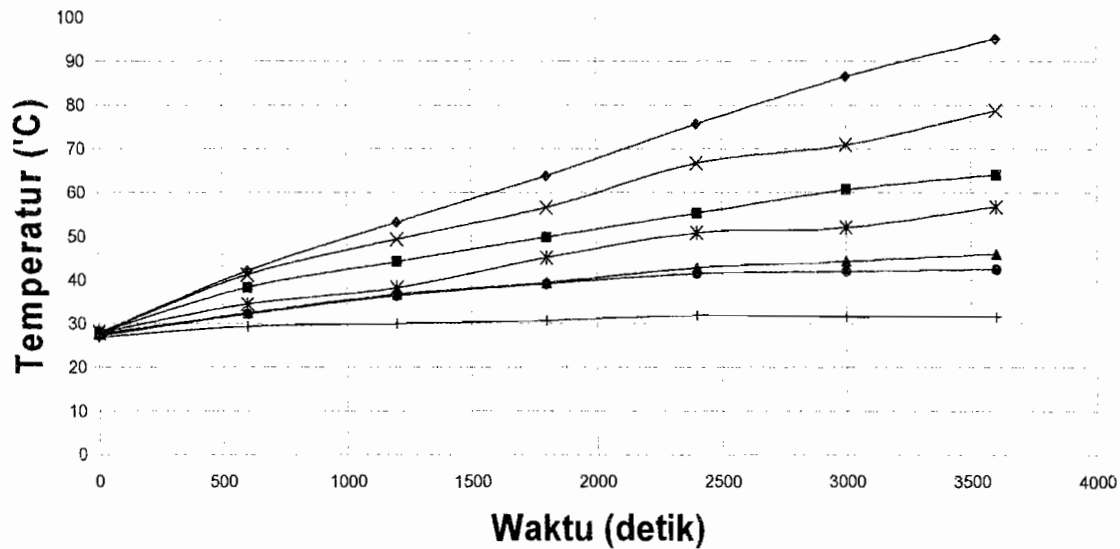
Gambar 4.7 Grafik hubungan temperatur dan waktu dengan volume air 1 liter dan selubung kaca tidak divakum (dari tabel data 3.7)



Gambar 4.8 Grafik hubungan temperatur dan waktu dengan volume air 1 liter dan selubung kaca tidak divakum (dari tabel data 3.8)

Perubahan temperatur pada air, tabung, dan selubung kaca terjadi seiring dengan perubahan waktu. Setelah pemanasan dilakukan selama 1 jam perbedaan perubahan temperatur sangat jelas terlihat. Temperatur air selalu paling tinggi dikarenakan air di dalam tabung terkena fokus dari parabola.

Hubungan Temperatur dengan Waktu antara Parabola Silinder dan Parabola Piringan

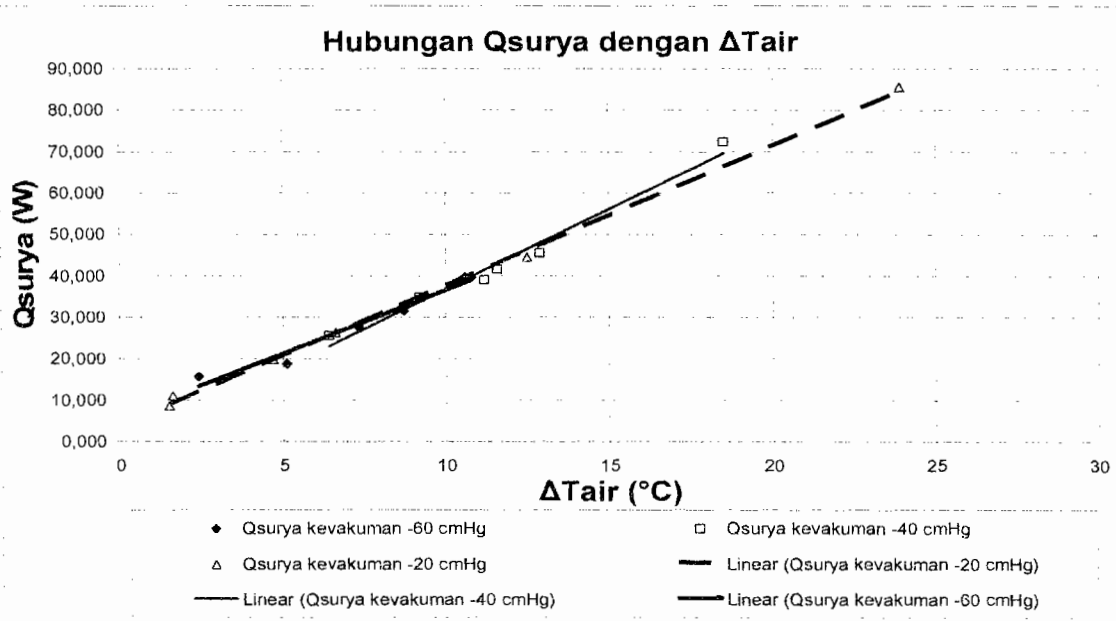


- ◆ Tair parabola piringan
- T tabung parabola piringan
- ▲ T kaca parabola piringan
- × Tair parabola silinder
- * T tabung parabola silinder
- T kaca parabola silinder
- + Tlingkungan

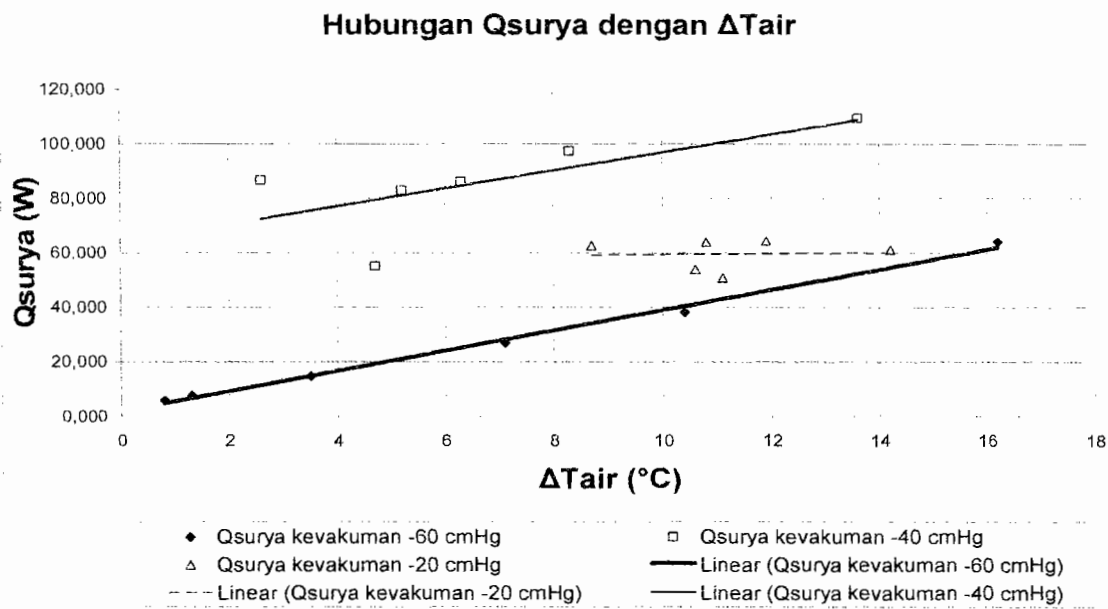
Gambar 4.9 Grafik hubungan temperatur dan waktu dengan volume air 1 liter dan selubung kaca tidak divakum antara parabola silinder dan parabola piringan

Temperatur air, tabung dan selubung kaca parabola piringan lebih tinggi dari pada temperatur air, tabung dan selubung kaca parabola silinder, hal ini disebabkan fokus parabola piringan adalah titik sehingga semua energi surya yang datang terfokus menjadi satu, sedangkan fokus parabola silinder (data Thomas Aquino Taat H) adalah garis sehingga energi yang datang dipantulkan sepanjang garis yang terbentuk.

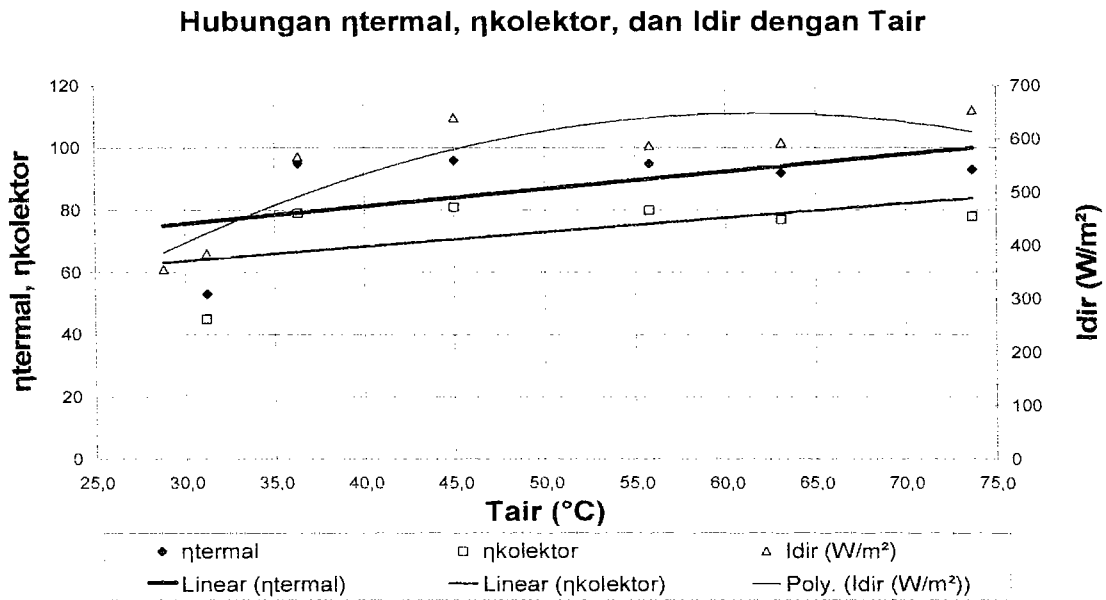
4.2 Hubungan Q_{surya} dengan ΔT_{air}



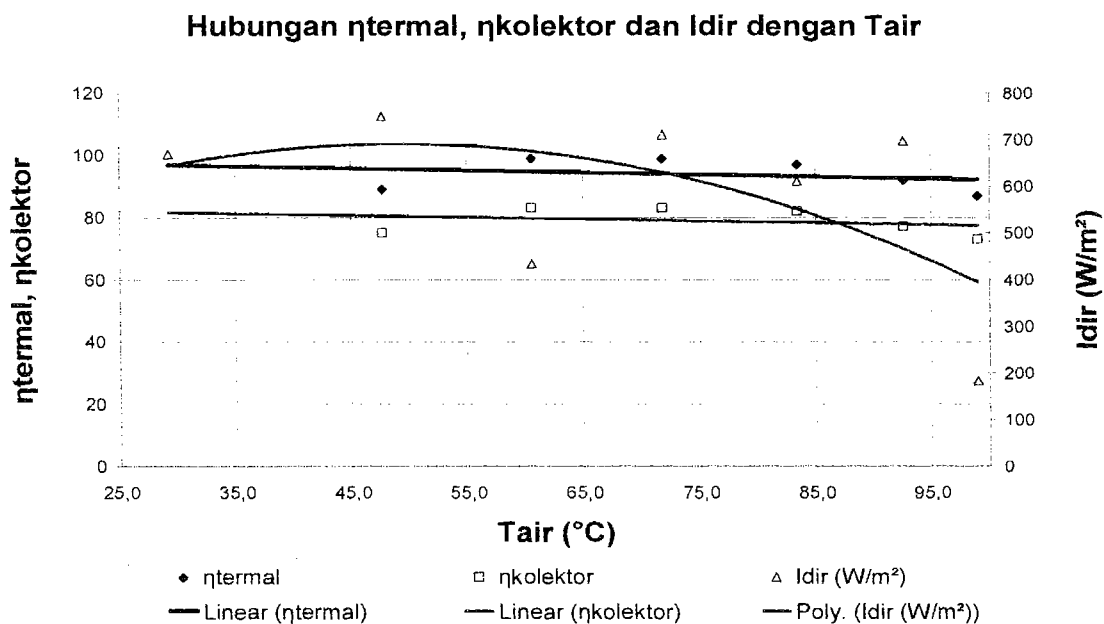
Gambar 4.10 Grafik hubungan ΔT_{air} dan Q_{surya} dari tabel 3.9, 3.10 dan 3.11



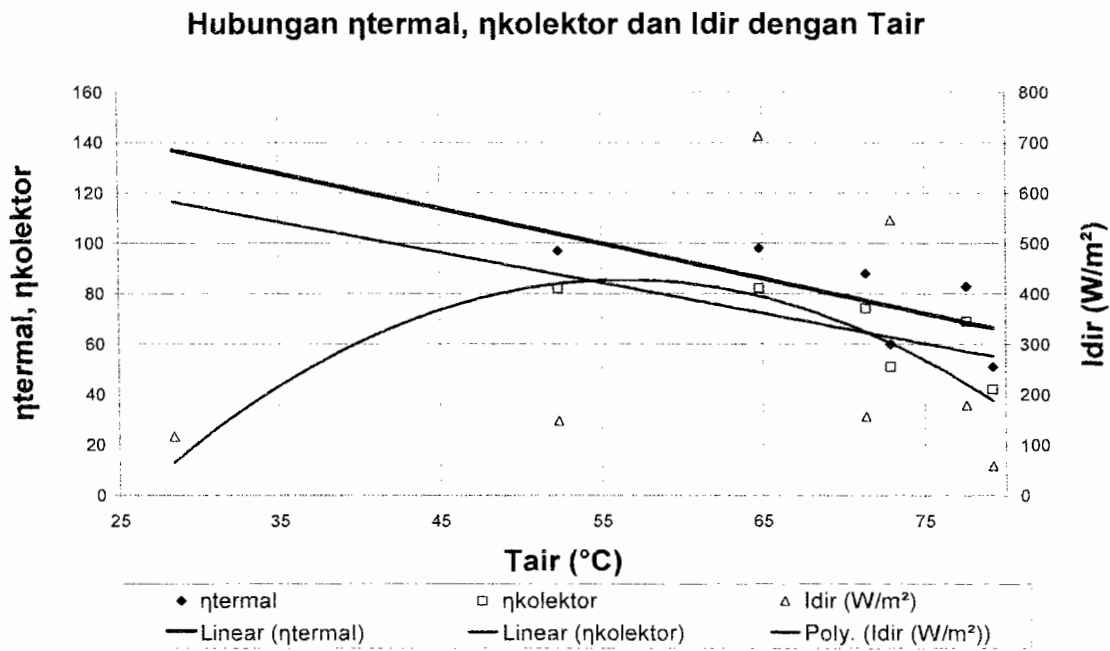
Gambar 4.11 Grafik hubungan ΔT_{air} dan Q_{surya} dari tabel data 3.12, 3.13, dan 3.14

4.3 Hubungan η_{termal} , η_{kolektor} , dan Idir dengan Temperatur Air

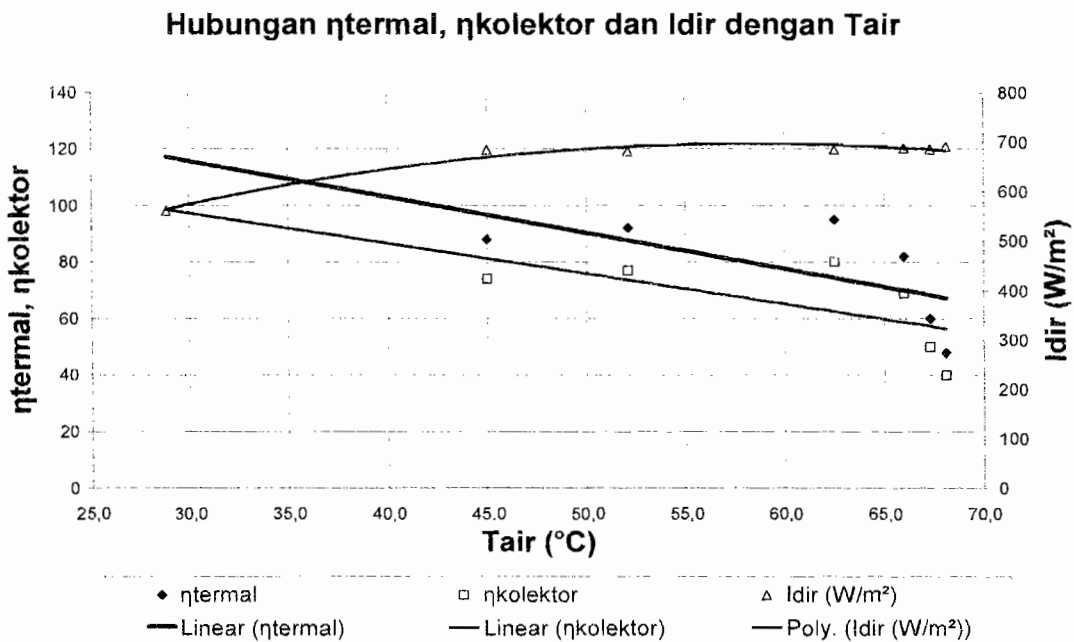
Gambar 4.13 Grafik hubungan η_{termal} , η_{kolektor} , Input dan Tair dengan volume air 0,5 liter dan kevakuman selubung kaca -60 cmHg (dari tabel perhitungan 3.9)



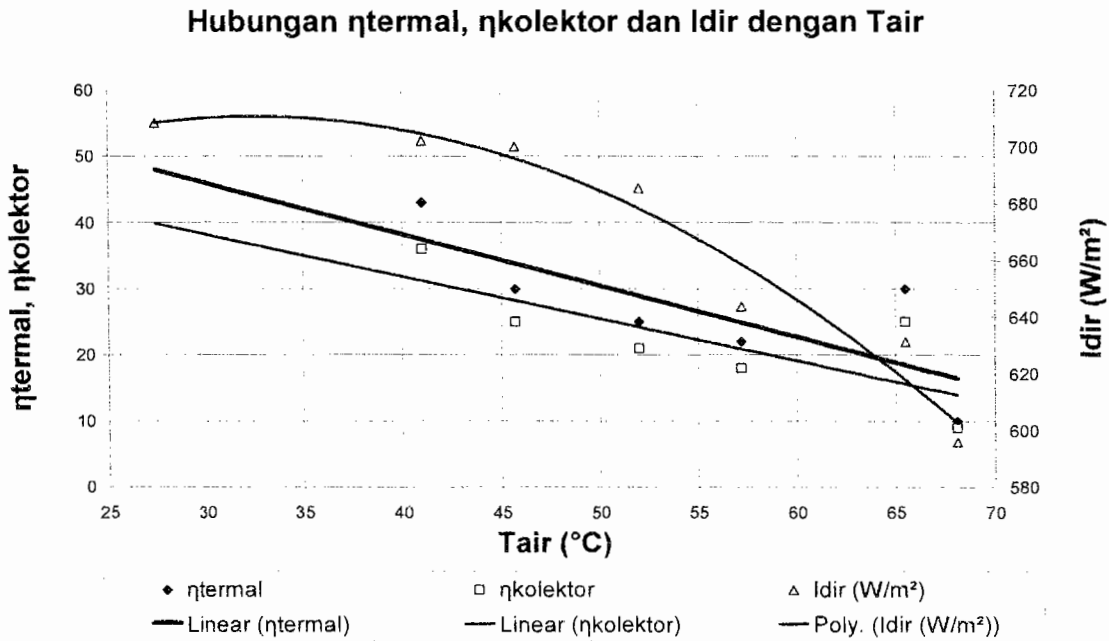
Gambar 4.14 Grafik hubungan η_{termal} , η_{kolektor} , Input dan Tair dengan volume air 0,5 liter dan kevakuman selubung kaca -40 cmHg (dari tabel perhitungan 3.10)



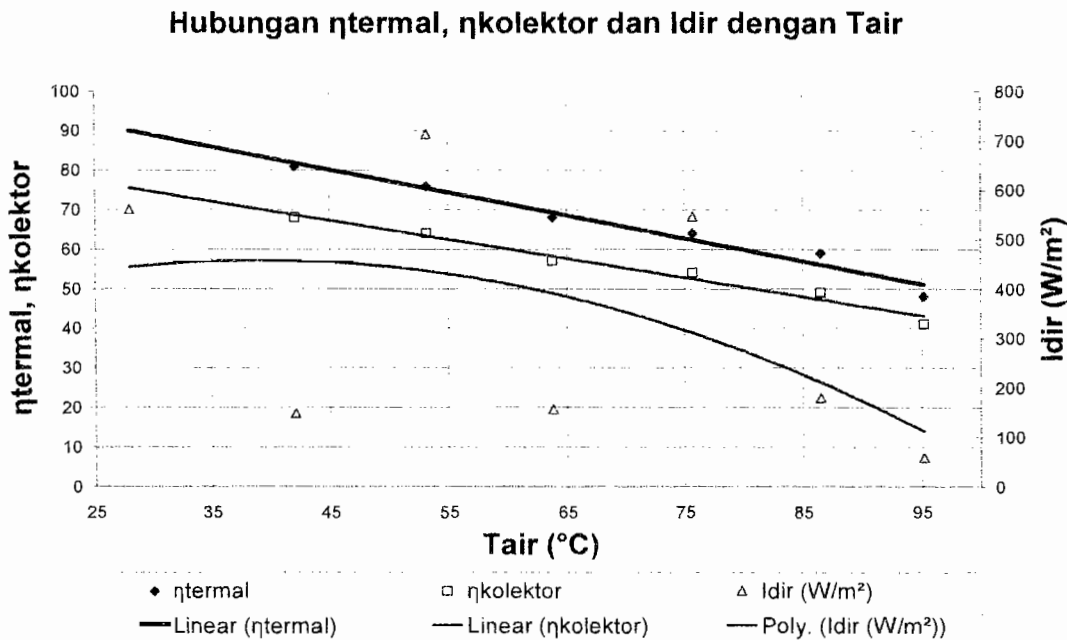
Gambar 4.15 Grafik hubungan η_{termal} , η_{kolektor} , Input dan Tair dengan volume air 0,5 liter dan kevakuman selubung kaca -20 cmHg (dari tabel perhitungan 3.11)



Gambar 4.16 Grafik hubungan η_{termal} , η_{kolektor} , Input dan Tair dengan volume air 0,5 liter dan kevakuman selubung kaca -60 cmHg (dari tabel perhitungan 3.12)



Gambar 4.17 Grafik hubungan η_{termal} , η_{kolektor} , Input dan Tair dengan volume air 0,5 liter dan kevakuman selubung kaca -40 cmHg (dari tabel perhitungan 3.13)



Gambar 4.18 Grafik hubungan η_{termal} , η_{kolektor} , Input dan Tair dengan volume air 0,5 liter dan kevakuman selubung kaca -20 cmHg (dari tabel perhitungan 3.14)

BAB V

PENUTUP DAN KESIMPULAN

Dari semua hasil pengujian, perhitungan, dan analisa data maka dapat ditarik beberapa kesimpulan:

- 1) Temperatur air yang dihasilkan oleh parabola dengan bahan parabola aluminium plat lebih tinggi dibandingkan dengan parabola dengan bahan aluminium foil
- 2) Efisiensi kolektor dengan bahan aluminium plat pada tingkat kevakuman - 60cmHg lebih tinggi dari -40 cmHg dan tingkat -40 cmHg lebih tinggi dari - 20cmHg.

DAFTAR PUSTAKA

Klaus–Jurgen Riffelmenn et al, *SOLAR THERMAL POWER PLANTS*, SIXTH INTERNATIONAL SUMMER SCHOOL SOLAR ENERGY 2000

Jansen . J . Ted diindonesiakan oleh Wiratno Arismunandar, Prof., *TEKNOLOGI REKAYASA SURYA*, PT. PARAMITA, Jakarta, 1995

LAMPIRAN



UJIAN PENDADARAN TUGAS AKHIR / SKRIPSI
TANGGAL : 30 Januari 2006

AMA Mhs. : Eliezer Rina Darmawan

IM : 995214152

UDUL :
Unjuk kerja kolektor termal jenis parabola piringan

Pembimbing Utama : Ir. FA. Rusdi Sambada, M.T.

Pembimbing Kedua :

USULAN REVISI DARI DOSEN PENGUJI

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

lihat pada buku skripsi anda.

1) *Intisari di perbaiki; Tujuan dll.*

Kemampuan : 1) harus sigkat, tapi ada penjelasan yg rinci.

Kemampuan harus sesuai dengan auditari.

2) *Gambar? 4.1 s/d 4.8. dst.*

itu : word ada samanya dikis pword? ?

3) *Sama? Q. ? di perbaiki*

