
**ANALISIS KINERJA UNIT KOLEKTOR PEMANAS AIR SURYA
KONSENTRATOR PARALEL SEMISILINDRIS
DENGAN METODE EFISIENSI SESAAT**



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
guna memperoleh Gelar Diploma III
pada Politeknik Negeri Ujung Pandang

Putu Erman Wisesa

05 35 001

Ahmad zujiar

05 35 015

**PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2008**

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan Judul “Analisis Kinerja Unit Kolektor Pemanas Air Surya Konsentrator Paralel SemiSilindris Dengan Metode Efisiensi Sesaat “ oleh Putu Erman Wisesa & Ahmad Zujjar , nomor induk mahasiswa 0535001 & 0535015 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, November 2008

Mengesahkan,

Pembimbing I



J a m a l, ST. MT
NIP : 132 288 247

Pembimbing II



Ir. Abdi Wibowo, MT
NIP : 131 964 661

Mengetahui :
a.n. Direktur,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Muh. Yekad, ST.MT
NIP. 131 884 322

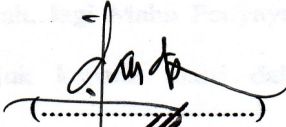





HALAMAN PENERIMAAN PANITIA UJIAN

Pada hari ini, hari Kamis Tanggal 18 September 2008, Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir, telah menerima dengan baik hasil Tugas Akhir oleh mahasiswa : Putu Erman Wisesa (05 35 001) & Ahmad Zujiar (05 35 015). dengan judul Tugas Akhir (TA) :

“ Analisis Kinerja Unit Kolektor Pemanas Air Surya Konsentrator Paralel SemiSilindris Dengan Metode Efisiensi Sesaat “.

Makassar, September 2008

Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir :

- | | | |
|---------------------------|---------------|---|
| 1. Ir.H.Chandra Buana, MT | Ketua |  |
| 2. Musrady Mulyadi, S.ST | Sekretaris |  |
| 3. Ir. Laode Musa | Anggota |  |
| 4. Edy Sudiro, ST | Anggota |  |
| 5. J a m a l, ST. MT | Pembimbing I |  |
| 6. Ir. Abdi Wibowo, MT | Pembimbing II |  |

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah, SWT . Tuhan semesta alam yang telah melimpahkan petunjuk, rahmat serta hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir penelitian kami yang berjudul “Analisis Kinerja Unit Kolektor Pemanas Air Surya Konsentrator Paralel Semi Silindris Dengan Metode Efisiensi Sesaat”.

Kami melaksanakan serta menyelesaikan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat dalam proses penyelesaian studi Program Diploma Tiga pada Jurusan Teknik Mesin , Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Dalam kesempatan ini, kami ingin mengucapkan Banyak Terima Kasih yang sebesar-bearnya kepada :

1. Allah SWT, Tuhan yang Maha Esa, Maha Pemurah, lagi Maha Penyayang yang selalu memberikan kekuatan serta petunjuk kepada kami dalam penyelesaian Tugas Akhir kami ini.
2. Kedua Orang Tua kami Tercinta , saudara-saudara serta seluruh keluarga kami yang telah memberikan banyak dukungan dan bantuan baik berupa moril, material, serta doa yang setulus hati sehingga penulis berhasil menyelesaikan studi di Politeknik Negeri Ujung Pandang
3. Bapak DR. Pirman A.P, M,Si., selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak Ir. Muhammad Anshar, M.Si. ,selaku Pembantu Direktur I Politeknik Negeri Ujung Pandang.

-
-
5. Bapak Muh.Tekad S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
 6. Bapak J a m a l, ST. MT selaku Ketua Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang serta selaku Pembimbing I
 7. Bapak Ir.Abdi Wibowo, MT .selaku Pembimbing II yang senantiasa rela meluangkan waktu dan pikiran dalam memberikan bimbingan serta dorongan moral dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.
 8. Bapak Ir.Herman Nauwir, MT. selaku Wali Kelas III-A angkatan 2005 P.S Teknik Konversi Energi.
 9. Seluruh dosen, staf , dan teknisi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
 10. Seluruh kawan-kawan: Neutron-05 (III-A Energi), UkmBahasaPNUP, HMM-PNUP, RippersCommunity, Nyi-05, WakamCrew, KPMB-MSC Makassar, Keluarga Mahasiswa Kalimantan Timur (KMKT), atas semua dukungannya kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
 11. Serta seluruh pihak yang tidak sempat penulis sebutkan namanya satu persatu yang secara langsung maupun tak langsung berjasa dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis menyadari masih terdapat berbagai kekurangan yang jauh dari kesempurnaan “*layaknya tak ada gading yang tak retak*”, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati kami mengharapkan saran, kritik , serta perbaikan yang bersifat membangun untuk memberikan sentuhan penyempurnaan pada tugas akhir ini.

. Akhir kata, penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat serta nilai tambah bagi kita semua, amin.



Makassar, September 2008


(Penulis)

P.E.W

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Penerimaan	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar	x
Daftar Lampiran	xi
Daftar Simbol	xii
Abstrak	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Teori Perpindahan Panas	5
B. Radiasi Surya Secara Umum	10
C. Proses Perpindahan Panas Pada Kolektor Surya	15

D. Penelitian Mengenai Kolektor Konsentrator Paralel Semisilindris	17
E. Efisiensi Sesaat Kolektor Konsentrator Paralel Semisilindris ...	19
BAB III METODE PENELITIAN	20
A. Tempat dan Waktu	20
B. Alat dan Bahan	20
C. Metode Penelitian Kolektor Pemanas Air Surya Konsentrator Paralel Semisilindris	22
D. Prosedur Penelitian Kolektor Pemanas Air Surya Konsentrator Paralel Semisilindris	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
A. Analisa Data	27
B. Pembahasan	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	32
A. Kesimpulan	32
B. Saran-saran	32
DAFTAR PUSTAKA	

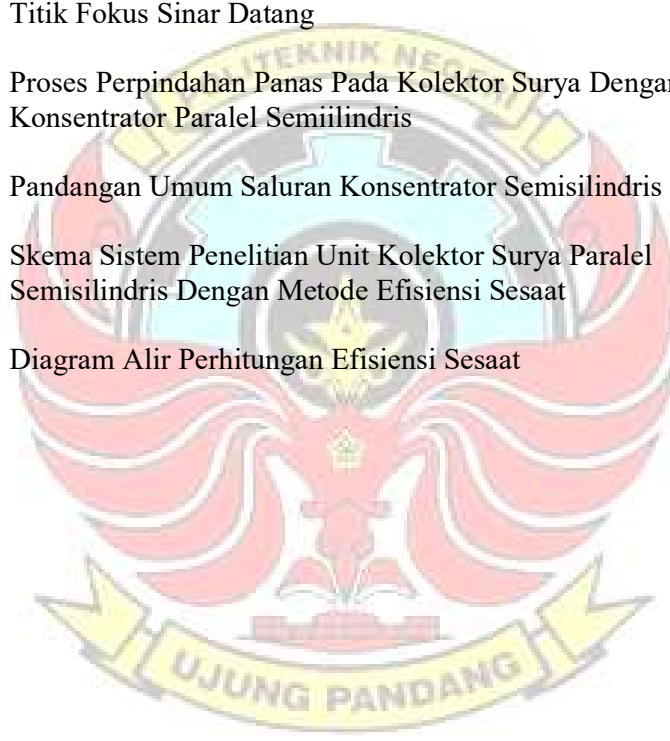


DAFTAR TABEL

- Tabel 1 Hasil Pengamatan Aktual Untuk $T_{fi} = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Tabel 2 Hasil Pengamatan Aktual Untuk $T_{fi} = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Tabel 3 Hasil Pengamatan Aktual Untuk $T_{fi} = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Tabel 4 Hasil Pengamatan Aktual Untuk $T_{fi} = 55\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Tabel 5 Hasil Pengamatan Aktual Untuk $T_{fi} = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Tabel 6 Hasil Perhitungan Untuk $T_{fi} = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Tabel 7 Hasil Perhitungan Untuk $T_{fi} = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Tabel 8 Hasil Perhitungan Untuk $T_{fi} = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Tabel 9 Hasil Perhitungan Untuk $T_{fi} = 55\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Tabel 10 Hasil Perhitungan Untuk $T_{fi} = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Tabel 11 Efisiensi Temperatur Fluida Input Keseluruhan
- Tabel 12 Sifat-Sifat Fisik Air Dalam Satuan SI
- Tabel 13 Daftar Material-Material Yang Digunakan
- 

DAFTAR GAMBAR

	Halaman	
Gambar 1	Bagan Yang Menunjukkan Arah Aliran Kalor	6
Gambar 2	Macam-Macam Radiasi	9
Gambar 3	Radiasi Sorotan Pada Permukaan Bidang Miring Dari Pengukuran Gb	10
Gambar 4	Titik Fokus Sinar Datang	14
Gambar 5	Proses Perpindahan Panas Pada Kolektor Surya Dengan Konsentrator Paralel Semiilindris	16
Gambar 6	Pandangan Umum Saluran Konsentrator Semisilindris	17
Gambar 7	Skema Sistem Penelitian Unit Kolektor Surya Paralel Semisilindris Dengan Metode Efisiensi Sesaat	25
Gambar 8	Diagram Alir Perhitungan Efisiensi Sesaat	26



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A Data-Data Hasil Pengamatan
- Lampiran B Data-Data Hasil Perhitungan
- Lampiran C Grafik Karakteristik Efisiensi
- Lampiran D Sifat-Sifat Fisik Air (SI) dan Daftar Material-Material Yang Digunakan
- Lampiran E Foto-foto Alat dan Kegiatan



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
A	: Luas kolektor	m^2
C_p	: Panas spesifik air	$kJ/kg \cdot ^\circ C$
q_{in}	: Energi thermal input kolektor	W
q_u	: Energi thermal yang diserap kolektor	W
q_{loss}	: Rugi-rugi energi thermal	W
G_{bT}	: Intensitas radiasi pada bidang miring	W/m^2
h	: koefisien konveksi	$W/m^2 \cdot ^\circ C$
I_g	: Irradiasi matahari	$W/m^2, kWh/m^2$
k	: Daya hantar (konduktivitas) thermal	$W/m \cdot ^\circ C$
L	: Panjang	m
m_s	: Massa fluida sistem	kg
n	: Jumlah hari	hari
t	: Waktu	detik
T_i	: Temperatur air masuk kolektor	$^\circ C$
T_o	: Temperatur air keluar kolektor	$^\circ C$
T_u	: Temperatur udara	$^\circ C$
T_1	: Temperatur tangki bagian bawah	$^\circ C$
T_2	: Temperatur tangki bagian tengah	$^\circ C$
T_3	: Temperatur tangki bagian atas	$^\circ C$

T_t	: Temperatur rata-rata dalam tangki	$^{\circ}\text{C}$
α	: koefisien penyerapan	
β	: Kemiringan kolektor	derajat
δ	: Sudut deklinasi	derajat
ω	: Sudut jam	derajat
θ_1	: Sudut timpa sinar matahari	derajat
θ_2	: Sudut refraksi	derajat
θ_z	: Sudut zenith	derajat
ρ	: Massa jenis air	kg/m^3
η	: Efisiensi	%
\emptyset	: Garis lintang daerah	derajat
σ	: Tetapan Stefan-Boltzmann = $5,669 \times 10^{-8}$	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}^4$
q	: Daya pancar	W/m^2
Δt	: Beda suhu	$^{\circ}\text{C}$
Δx	: Tebal bahan	m

ABSTRAK

(Putu Erman Wisesa), Analisis Kinerja Unit Kolektor Pemanas Air Surya Konsentrator Paralel Semisilindris Dengan Metode Efisiensi Sesaat (Pembimbing I : J a m a l, ST,.MT. dan Pembimbing II: Ir.Abdi Wibowo, MT).

Kolektor surya dengan Konsentrator Paralel Semisilindris merupakan suatu pengembangan sistem kolektor surya konsentrasi yang menggunakan konsentrator berbentuk alur (saluran) paralel semisilindris dengan dinding yang terbuat dari kaca cermin untuk mengkonsentrasi energi matahari pipa penyerap (pipa absorber).

Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode pengujian efisiensi sesaat,dengan input variabel laju aliran massa fluida dari $0,0100 \div 0,0150$ kg/detik, temperatur air masuk pipa absorber kolektor konstan dari $40 \div 60$ °C dengan daerah ukur irradiasi matahari $700 \div 900$ W/m².

Dalam penelitian ini diperoleh efisiensi aktual sesaat maksimum kolektor adalah sebesar 22,90 %, dan efisiensi aktual sesaat maksimum kolektor adalah sebesar 12,37 %. Analisis performansi menunjukkan hubungan bahwa meningkatnya temperatur input fluida akan menurunkan efisiensi kolektor pada laju aliran massa yang tetap, demikian pula terjadi penurunan efisiensi kolektor seiring meningkatnya laju aliran massa pada temperature input fluida yang tetap.

Kata kunci : Kolektor surya , Konsentrator, Paralel, Semisilindris, efisiensi aktual



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Letak negara Indonesia yang berada pada kawasan tropis memiliki kelebihan yakni intensitas sinar matahari yang cukup besar sepanjang tahun, apalagi ditambah dengan pemanasan global menyebabkan negara Indonesia menjadi salah satu negara dengan intensitas harian radiasi matahari tinggi yakni rata-rata sekitar 4.8 kWh/m² dengan energi matahari yang tersedia adalah sebesar 81.000 TerraWatt (sumber: Arismunandar 1995.). Energi panas matahari merupakan salah satu energi yang potensial untuk dikelola dan dikembangkan lebih lanjut sebagai sumber cadangan energi. Dimana, jumlah dan intensitas energi matahari melebihi kebutuhan bagi seluruh makhluk di bumi.

“Energi panas matahari sebagai energi alternatif”. Energi radiasi dari matahari merupakan salah satu bentuk energi alternatif yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan guna menggantikan energi yang dihasilkan oleh minyak bumi. Salah satu bentuk pemanfaatan energi radiasi matahari adalah untuk memanaskan air. Energi yang berasal dari radiasi matahari merupakan potensi energi terbesar dan terjamin keberadaannya di muka bumi. Berbeda dengan sumber energi lainnya, energi matahari bisa dijumpai di seluruh permukaan bumi. Pemanfaatan radiasi matahari sama sekali tidak menimbulkan polusi ke atmosfer. Dari itu pemanfaatan konversi energi mulai dikembangkan cara penggunaannya agar sedapat mungkin murah, efisien, dan ramah lingkungan. Agar dapat memanfaatkan energi radiasi matahari untuk memanaskan air digunakan suatu perangkat untuk mengumpulkan energi radiasi matahari yang sampai -

ke permukaan bumi dan mengubahnya menjadi energi kalor yang berguna. Perangkat ini disebut dengan kolektor surya .

Kolektor surya akan menyerap energi dari radiasi matahari dan mengkonversikannya menjadi panas yang berguna untuk memanaskan air di dalam pipa-pipa kolektor, sehingga suhu air akan meningkat. Secara umum jumlah energi panas yang diperoleh kolektor surya dapat diklasifikasikan menjadi 2 jenis yaitu kolektor konsentrasi dan non konsentrasi.

Kolektor non konsentrasi seperti kolektor surya pelat datar merupakan kolektor yang luas bidang penyerapan sama dengan bidang penyinaran, sedangkan kolektor konsentrasi seperti kolektor surya konsentrator paralel semisilindris, merupakan kolektor yang luas penyerapan tidak sama dengan luas penyinaran.

Kolektor surya jenis ini menggunakan konsentrator berbentuk alur (saluran) semisilindris dengan dinding yang terbuat dari bahan kaca cermin untuk mengkonsentrasikan energi matahari dengan konstruksi pipa-pipa absorbernya yang terpasang secara berderet (paralel).

Kolektor ini diharapkan dapat memberikan manfaat serta kontribusi dalam pengembangan iptek pada Laboratorium Sistem Energi khususnya lab energi alternatif . Analisis pengujian yang dilakukan adalah menggunakan metode efisiensi sesaat dengan temperatur input konstan dan variable laju aliran fluida masuk kolektor. Pada penelitian ini diharapkan dapat menjadi perbandingan dari pengujian yang sudah ada sebelumnya yakni pada kolektor konsentrator Trapesium dengan metode efisiensi sesaat.

B . Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah ada di atas, maka didapatkan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana nilai efisiensi sesaat maksimum unit kolektor konsentrator parallel semisilindris dengan metode efisiensi sesaat ?
2. Bagaimana perbandingan nilai efisiensi sesaat maksimum antara kolektor konsentrator parallel semisilindris dengan kolektor konsentrator Trapesium ?

C. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Pengujian metode efisiensi sesaat, dimana dalam pengujian ini menggunakan peralatan kolektor konsentrator parallel semisilindris yang telah dirancang sebelumnya.
2. Perhitungan perbandingan nilai efisiensi sesaat antara kolektor konsentrator parallel semisilindris dengan kolektor konsentrator Trapesium.

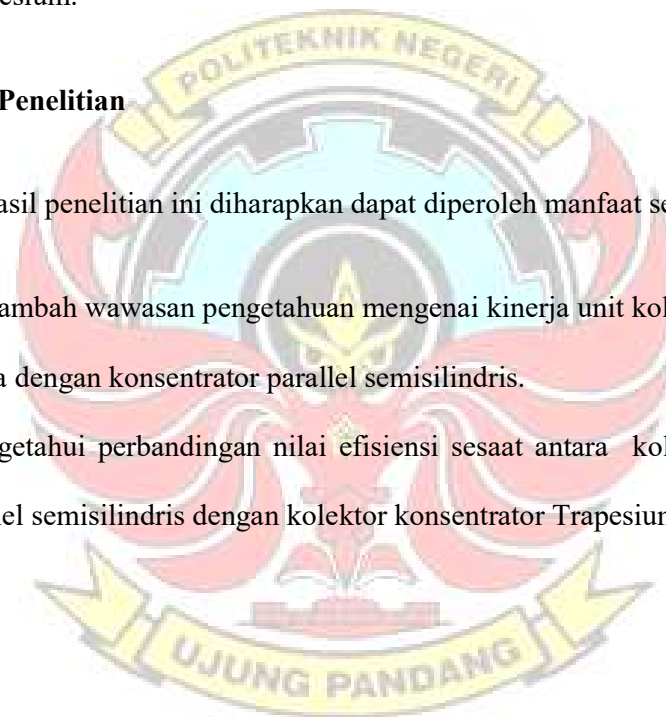
D. Tujuan Penelitian

1. Untuk memperoleh nilai efisiensi aktual sesaat maksimum unit kolektor konsentrator parallel semisilindris.
2. Untuk memperoleh perbandingan nilai efisiensi sesaat maksimum antara kolektor konsentrator parallel semisilindris dengan kolektor konsentrator Trapesium.

E. Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat diperoleh manfaat sebagai berikut :

1. Menambah wawasan pengetahuan mengenai kinerja unit kolektor pemanas air surya dengan konsentrator parallel semisilindris.
2. Mengetahui perbandingan nilai efisiensi sesaat antara kolektor konsentrator parallel semisilindris dengan kolektor konsentrator Trapesium.



BAB II.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Teori Perpindahan Panas

Menurut Kreith (1985:4), perpindahan panas adalah "Perpindahan energi dari satu daerah ke daerah lain sebagai akibat dari adanya perbedaan suhu antara kedua daerah tersebut". Dengan kata lain bahwa perpindahan panas adalah peristiwa berpindahnya energi dari suatu benda atau material ke benda yang lain, yang disebabkan oleh adanya perbedaan suhu diantara kedua benda atau material tersebut.

Hal serupa juga diuraikan oleh Holman (1994 :1) yaitu " Perpindahan kalor atau alih bahan (heat transfer) ialah ilmu untuk meramalkan perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu diantara benda atau material".

Setelah melihat kedua pernyataan diatas, maka dapat di simpulkan bahwa apabila dua sistem yang memiliki gradien suhu atau perbedaan suhu disinggungkan, sehingga dalam sistem tersebut akan terjadi proses perpindahan panas dari sistem yang bersuhu tinggi ke suhu rendah. Proses transfer energi panas/kalor seperti ini dapat dikatakan sebagai proses perpindahan panas.

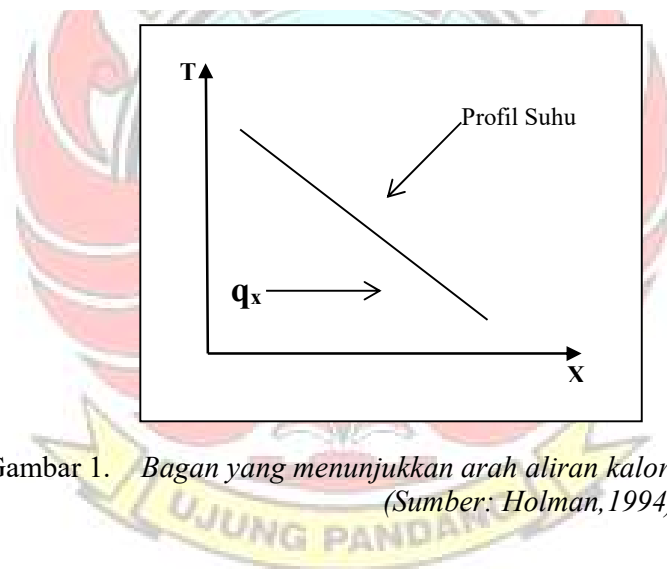
Pada umumnya, perpindahan panas dikenal atas 3 (tiga) jenis, yaitu : konduksi (hantaran), konveksi (rambatan), dan radiasi (pancaran).

1. Perpindahan Panas Konduksi

Konduksi Menurut Kreith (1985:4) menyatakan bahwa "Proses dengan mana panas mengalir dari daerah yang bersuhu lebih tinggi ke daerah yang bersuhu lebih-

rendah di dalam satu medium (padat, cair atau gas) atau antara medium-medium yang berlainan yang bersinggungan secara langsung”. Berdasarkan pengertian tersebut, nampak bahwa laju perpindahan panas sebanding dengan gradien suhu normal. Menurut Holman (1994:2) menyatakan bahwa “Energi berpindah secara konduksi atau hantaran dan bahwa laju perpindahan kalor itu berbanding dengan gradien suhu normal”.

Daya hantar termal adalah suatu karakteristik dari bahan, dan perbandingan k/L disebut hantaran (konduktansi).



Gambar 1. Bagan yang menunjukkan arah aliran kalor
(Sumber: Holman, 1994)

Pada proses konduksi, terjadi pergerakan molekul pada suatu zat (padat, cair atau gas), karena adanya pergerakan molekul yang semakin cepat, maka suhu pada zat tersebut akan semakin tinggi. Jika pada daerah yang berdekatan memiliki pergerakan molekul yang relatif lambat dengan kata lain suhunya lebih rendah maka, akan terjadi pemindahan energi dari daerah yang bersuhu tinggi ke daerah yang bersuhu lebih -

rendah. Menurut Kreith (1985:5) menyatakan bahwa “Perpindahan energi tersebut dapat berlangsung dengan tumbukan elastik (elastic impact) atau dengan pembauran (diffusion) elektron-elektron yang bergerak secara lebih cepat dari daerah yang bersuhu tinggi ke daerah yang bersuhu rendah”.

2. Perpindahan Panas Konveksi

Sebagaimana telah ketahui bahwa plat logam panas akan menjadi dingin lebih cepat bila di taruh pada tempat yang udaranya bergerak dibandingkan apabila disimpan di udara tenang. Hal ini disebut peristiwa konveksi, sedangkan definisi konveksi itu sendiri adalah proses transport energi dengan kerja gabungan dari konduksi panas, penyimpanan energi dan gerakan mencampur. Konveksi sangat penting sebagai mekanisme perpindahan energi antara permukaan benda padat dan cair atau gas.

Persamaan laju perpindahan kalor secara konveksi telah dipaparkan oleh Newton pada tahun 1701, juga berasal dari pengamatan gejala fisika. Di sini laju perpindahan panas dihubungkan dengan beda suhu secara menyeluruh, dan luas permukaan (A). Besaran h disebut koefisien konveksi. Koefisien perpindahan kalor dari persamaan di atas mempunyai harga yang tidak tetap. Hal ini disebabkan karena proses konveksi adalah fenomena yang sangat rumit. Harga yang pas pada h dalam sebuah sistem tergantung pada geometri permukaannya.

Pada proses perpindahan panas konveksi dikenal ada dua yaitu, jika suatu plat panas dibiarkan berada di udara sekitar tanpa ada sumber gerakan dari luar, maka udara itu akan bergerak sebagai akibat terjadinya gradien densitas di dekat plat itu. Peristiwa ini dinamakan konveksi alamiah (*natural convection*) atau konveksi bebas.

Untuk membedakannya dari konveksi paksa (*forced convection*) yang terjadi apabila udara tersebut dihembuskan diatas plat itu dengan kipas.

3. Perpindahan Panas Radiasi

Proses dimana panas mengalir dari benda yang bersuhu tinggi menuju pada benda yang bersuhu rendah dan kedua benda tersebut terpisah pada ruang yang sama, walaupun didalam ruang tersebut hampa udara. Energi yang berpindah dengan cara tersebut diistilahkan dengan Panas Radiasi.

Gerakan panas radiasi didalam ruang mirip perambatan cahaya dan dapat diuraikan dengan teori gelombang. Apabila gelombang radiasi menjumpai benda yang lain, maka energinya diserap di dekat permukaan benda tersebut.

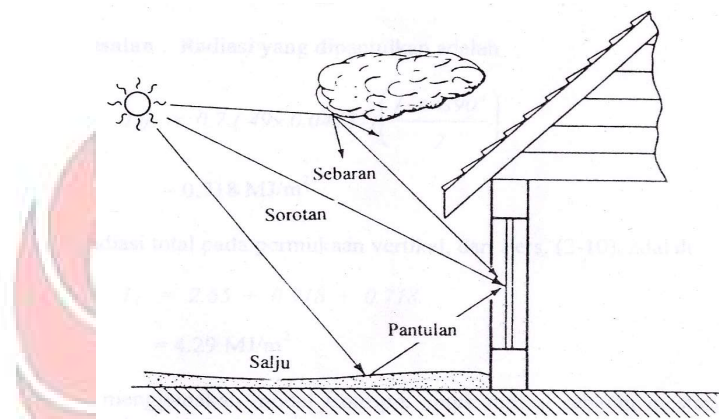
Intensitas pancaran tergantung pada suhu dan sifat permukaan. Energi radiasi bergerak dengan kecepatan cahaya (3×10^8 m/s) dan gejala-gejalanya menyerupai radiasi cahaya.

Energi yang diradiasikan dari suatu permukaan ditentukan dalam bentuk daya pancar (emissive power), yang secara termodinamika dapat dibuktikan bahwa daya pancar tersebut sebanding dengan pangkat empat suhu absolutnya. Ciri khas pertukaran energi radiasi adalah sifatnya yang menyebar secara merata ke segala arah. Oleh karena itu hubungan geometrik antara kedua permukaan akan mempengaruhi pertukaran energi radiasinya.

Radiasi matahari yang sampai ke permukaan bumi terdiri dari tiga macam yaitu :

- **Radiasi langsung**, atau sinar matahari langsung jatuh ke permukaan bumi.

-
-
- **Radiasi sebaran**, yaitu radiasi yang dipancarkan ke permukaan penerima oleh atmosfer, dan karena itu berasal dari seluruh hemisfer langit.
 - **Radiasi pantulan**, yaitu radiasi yang dipantulkan dari permukaan yang berdekatan, jumlah radiasi yang dipantulkan tergantung dari reflektansi α dari permukaan yang berdekatan itu, dan kemiringan permukaan yang menerima.



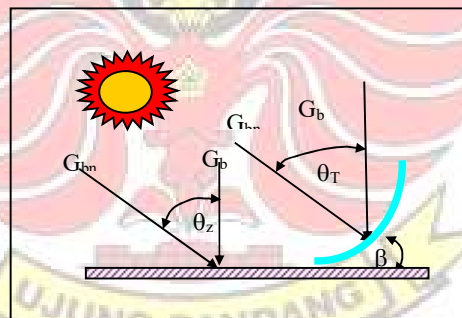
Gambar 2. *Macam-macam radiasi*
(Sumber: Holman, 1994)

Fraksi dari pemantulan radiasi disebut reflektansi (ρ), fraksi dari penyerapan radiasi disebut absorptansi (α), dan fraksi penerusan radiasi adalah transmitansi (τ). Nilai-nilai ρ , α , dan τ mempunyai nilai yang berbeda pada panjang gelombang yang berbeda pula, tetapi jumlah dari ketiga partikel panjang gelombang itu adalah satu. Kebanyakan benda padat tidak meneruskan radiasi termal, sehingga transmitansi dapat dianggap nol, $\tau = 0$.

B. Radiasi Surya Secara Umum

Radiasi surya yang tersedia di luar atmosfer bumi yang disebut dengan *Solar Constant* (Konstanta Surya), G_{SC} secara teoritis mempunyai nilai intensitas radiasi surya sebesar 1353 W/m^2 . Sedangkan nilai intensitas radiasi surya secara aktual yang mengenai permukaan bumi, G_b dapat diukur dengan peralatan solarimeter (piranometer). Nilai intensitas radiasi matahari aktual pada bidang miring (permukaan kolektor), G_{bT} secara teoritis dihitung berdasarkan (tergantung pada) lokasi pengamatan dan waktu pengamatan serta arah radiasi sorotan matahari yaitu posisi matahari relatif terhadap bidang.

Formulasi besarnya intensitas radiasi pada bidang miring dapat dijelaskan pada gambar 2.3 sebagai berikut :



Gambar 3. Radiasi sorotan pada permukaan bidang miring dari pengukuran G_b

Sudut masuk (θ_T) adalah sudut di antara arah sorotan pada sudut masuk normal dan arah komponen tegak lurus pada permukaan bidang miring.

Menurut Jansen, (1995), besarnya sudut masuk θ_T adalah :

$$\text{Cos } \theta_T = \sin \delta \sin (\phi-\beta) + \cos \delta \cos (\phi-\beta) \cos \omega \quad (2.1)$$

Menurut Duffie (1980), besar sudut masuk untuk bidang kolektor yang melakukan penjejakan (tracking) dengan sumbu utara-selatan dan sudut kemiringan sama dengan sudut lintang dapat dicari dengan memasukkan harga $\omega = 0$ dan $\beta = \phi$ pada persamaan (3), sehingga akan diperoleh :

$$\text{Cos } \theta_T = \cos \delta \quad (2.2)$$

Untuk permukaan bidang datar, $\beta = 0$, maka sudut masuk adalah sudut zenit matahari, θ_z :

$$\text{Cos } \theta_z = \cos \delta \cos \phi \cos \omega + \sin \delta \sin \phi \quad (2.3)$$

Intensitas radiasi langsung atau sorotan pada sudut masuk normal G_{bn} , dari gambar 3 adalah :

$$G_{bn} = \frac{G_b}{\cos \theta_z} \quad (2.4)$$

dimana G_b adalah radiasi sorotan pada permukaan horizontal dan $\cos \theta_z$ adalah sudut zenit, yang ditentukan dari persamaan (2.3).

Untuk permukaan bidang yang dimiringkan dengan sudut β terhadap bidang horizontal, maka intensitas dari komponen sorotan adalah :

$$G_{bT} = G_{bn} \cos \theta_T = G_b \cdot \frac{\cos \theta_T}{\cos \theta_Z} \quad (2.5)$$

Faktor geometris, R_b adalah perbandingan antara radisai langsung pada permukaan bidang terhadap permukaan horizontal, didefinisikan sebagai berikut :

$$R_b = \frac{G_{bT}}{G_b} = \frac{G_{bn} \cdot \cos \theta_T}{G_{bn} \cdot \cos \theta_Z} = \frac{\cos \theta_T}{\cos \theta_Z} \quad (2.6)$$

sehingga,

$$G_{bT} = G_b \cdot R_b \quad (2.7)$$

Untuk mengetahui besarnya $\cos \theta_T$ pada persamaan (2.1) dan $\cos \theta_Z$ pada persamaan (2.3), maka perlu diketahui pengertian tentang sudut deklinasi (δ), sudut garis lintang (ϕ), sudut kemiringan (β) dan sudut jam (ω).

-
- Sudut deklinasi (*declination*), δ adalah sudut antara bidang datar equator (khatulistiwa) dengan posisi matahari pada solar noon. Besarnya sudut δ dinyatakan sebagai berikut :

$$\delta = 23,45 \sin [(360 (284 + n) / 365)] \quad (2.8)$$

dengan, n adalah angka hari dalam setahun (tergantung tanggal atau waktu pengamatan / melaksanakan pengujian).

- Waktu matahari (solar time) memiliki hubungan dengan waktu atau jam pengamatan (standard time), yaitu :

$$\text{Solar Time} = \text{Standard Time} \pm 4 (L_{st} - L_{loc}) + E$$

(2.9)

dimana :

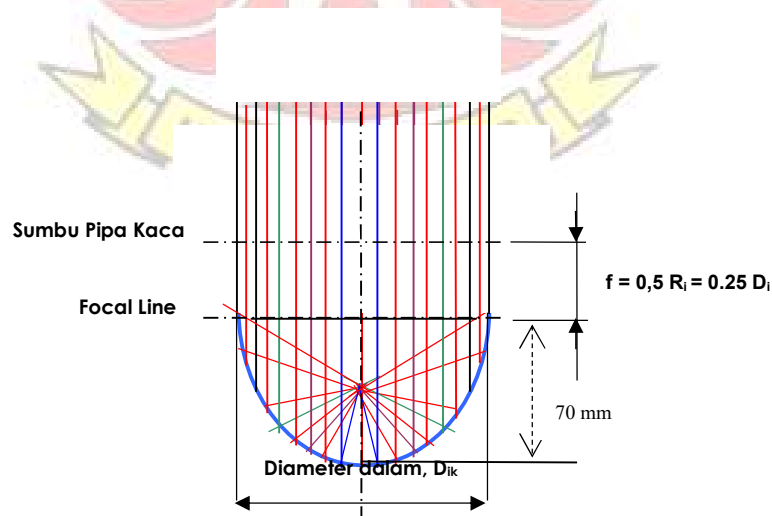
- Tanda (-) digunakan pada daerah yang terletak pada bujur timur (BT).
 L_{st} = meridian standar untuk zona waktu setempat,
 L_{loc} = garis bujur tempat tertentu,
- Berdasarkan letak geografis, Kota Makassar berada pada posisi 5° LS dan 119° BT, maka : $L_{loc} = 119^\circ$ (BT), dan $L_{st} = 105^\circ$ (BT).
- $E = \text{persamaan waktu} = 9,87 \sin 2B - 7,53 \cos B - 1,5 \sin B$

dengan, $B = \frac{360(n-81)}{364}$, (Duffie, 1980) (2.10)

- Sudut garis lintang (*latitude*), ϕ adalah sudut yang dibentuk antara garis equator dengan garis yang menghubungkan titik dipermukaan bumi dengan pusat bumi. Disebelah utara equator disebut lintang utara dan disebelah selatan equator disebut lintang selatan. Besarnya sudut ϕ adalah $-90^\circ \leq \phi \leq 90^\circ$. Untuk lintang utara ϕ berharga positif dan lintang selatan ϕ berharga negatif.

- Keterangan : Untuk Kota Makassar, $\phi = -5^\circ$ (LS)

- Sudut kemiringan (*slope*), β adalah sudut antara permukaan bidang penerima radiasi dengan bidang horizontal bumi dimana $0 \leq \beta \leq 180^\circ$.
- Sudut jam (*hour angle*), ω adalah sudut jarak pergeseran matahari dari timur ke barat terhadap garis bujur setempat karena perputaran bumi pada sumbunya. Besarnya nilai ω adalah 360° selama 24 jam atau 15° setiap jamnya dan besarnya sudut jam ini dipengaruhi oleh solar time. Pagi negatif dan sore positif. Pada tengah hari surya (solar noon), sudut jam ω bernilai sama dengan nol.



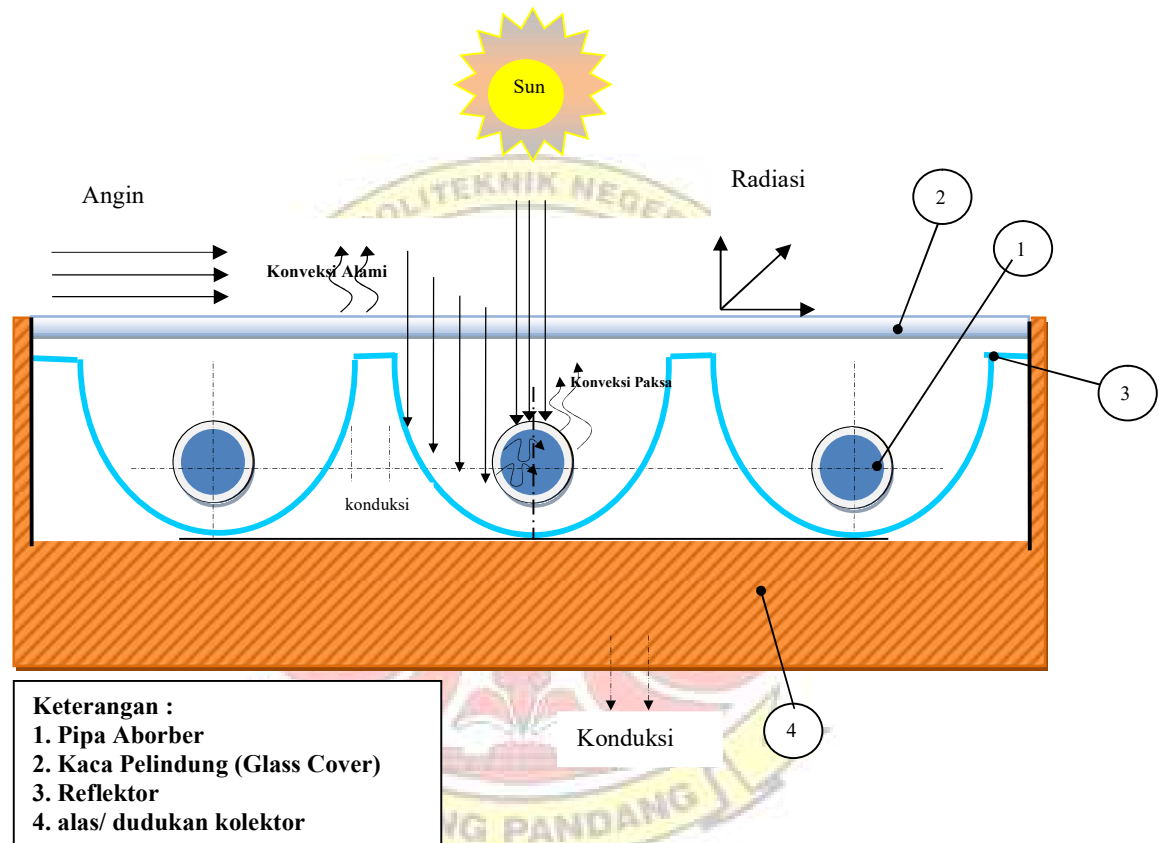
Gambar 4. Titik Fokus sinar datang

C. Proses Perpindahan Panas Pada Kolektor Surya

Menurut Howel (1982), ada tiga mekanisme dasar untuk menganalisis perpindahan panas pada kolektor ini, yaitu mekanisme konduksi, konveksi dan radiasi. Suatu gambaran mengenai tiga cara perpindahan panas dalam sebuah alat pemanas surya dapat dijelaskan sebagai berikut : panas mengalir secara konduksi sepanjang pelat penyerap (*absorber*) dan melalui dinding luar masuk ke permukaan dinding dalam saluran. Kemudian panas dari permukaan dinding dalam dipindahkan ke fluida dalam saluran dengan cara konveksi. Pelat penyerap (*absorber*) yang panas itu melepaskan panas ke pelat datar dan kaca penutup dengan cara konveksi alamiah dan cara radiasi.



Berikut ini digambarkan prinsip perpindahan panas atau penyerapan radiasi termal matahari ke Kolektor.



Gambar 5. Proses Perpindahan panas pada kolektor surya dengan konsentrator Paralel Semisilindris

D. Penelitian Mengenai Kolektor Konsentrator Paralel Semisilindris

Penelitian ini memberikan gambaran proses penyerapan energi matahari pada suatu kolektor surya yang berdasarkan pada penggunaan konsentrator berbentuk alur (saluran) paralel semi silindris seperti pada konstruksi potongan melintang.



Gambar 6. Pandangan umum Saluran konsentrator semisilindris

Potongan melintang semi silindris ini dipresentasikan oleh Hollands (1971) dan dikemukakan oleh Duffie (1974) yang menjelaskan bahwa susunan saluran secara linier untuk potongan melintang semi silindris digunakan untuk menfokuskan radiasi matahari pada peralatan sel surya (konverter energi energi surya menjadi listrik). Hasil dari studi ini diadopsi untuk digunakan pada kolektor surya untuk penyerapan radiasi matahari guna pemanasan air (*solar water heater*).

Kolektor surya dengan konsentrator berbentuk saluran paralel semisilindris merupakan salah satu sistem kolektor surya konsentrasi yang terdiri dari konstruksi kotak kolektor (*containment box*), material isolator, pipa penyerap, saluran konsentrator cermin, dan kaca penutup. Saluran konsentrator terbuat dari material pipa tembaga dengan ukuran $\frac{1}{2}$ inchi dengan ketinggian 6 mm diatas kolektor dimana diatasnya dilapisi dengan reflektor plat kaca cermin. Rangkaian plat-plat kaca cermin yang dipotong dengan ukuran 1 x 1900 mm dengan ketebalan 5 mm yang disusun berbentuk semi silindris sebanyak 17 buah . Dimana saluran kolektor konsentrator semisilindris tersebut dipasang secara parallel (berderet).Penggunaan kaca penutup bertujuan untuk memberikan efek rumah kaca dan penggunaan konsentrator bertujuan untuk memaksimalkan penyerapan radiasi matahari pada pipa penyerap (absorber).

Material pipa penyerap terbuat dari pipa tembaga dengan diameter $\frac{1}{2}$ inci, dimana penentuan dimensi material yang digunakan merupakan penyesuaian dengan kolektor surya merek wika. Sedangkan kotak kolektor (*containment box*) terbuat dari besi pelat dengan ketebalan 2 mm dimana proses pembuatannya melalui proses pemotongan, pembengkokan dan pengelasan. Pekerjaan akhir (*finising*) dilakukan melalui proses pengecatan (*painting*).

E. Efisiensi Sesaat Kolektor Konsentrator Paralel Semisilindris

Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan untuk menentukan performansi dari kolektor. Metode yang umum digunakan untuk mengevaluasi performansi kolektor adalah efisiensi sesaat. Efisiensi sesaat yaitu efisiensi yang pengambilan datanya dalam keadaan *steady* untuk selang waktu tertentu. Oleh karena pipa penyerap mempunyai distribusi temperatur yang tidak merata, maka persamaan efisiensinya biasanya dinyatakan sebagai fungsi dari fluida masuk yang relatif lebih mudah dikontrol dan diukur selama pengujian dan operasinya. Untuk Mencari nilai efisiensi sesaat maka digunakan rumus-rumus sebagai berikut :

Efisiensi ini ditentukan oleh persamaan berikut :

$$\eta = \frac{Q_u}{A_a \cdot G_{bT}} = \frac{m \cdot C_p (T_{fo} - T_{fi})}{A_a \cdot G_{bT}} \cdot 100\% \quad (2.11)$$

dimana : η = efisiensi kolektor, (%)

Q_u = panas yang berguna, Watt

A_a = luas apparatus kolektor, m²

G_{bT} = radiasi matahari yang jatuh pada bidang kolektor, W/m²

m = laju aliran massa fluida, kg/s

C_p = panas jenis fluida, J/kg °C

T_{fo} = temperatur fluida masuk kolektor, °C

T_{fi} = temperatur fluida keluar kolektor, °C

BAB III.

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan bertempat di Laboratorium Teknik Konversi Energi,
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

2. Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan mulai tanggal 28 Agustus 2008 s/d 4 September 2008.

Waktu penelitian Dimulai dari Pukul 11.00 wita s/d 14.00 wita

B. Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat

a. Peralatan Utama :

- ✓ 1 Unit Kolektor Pemanas Air Surya Konsentrator Paralel Semi Silindris.

b. Peralatan Bantu :

- ✓ Pompa Sirkulasi

Berfungsi untuk memompa air dari box penampung air bawah ke box penampung air atas.

- ✓ Box Penampung Air Bawah

Berfungsi untuk menampung air keluaran dari pipa sirkulasi hasil proses pemanasan.

- ✓ Box Penampung Air Atas

Berfungsi untuk menampung air fluida input.

-
-
- ✓ Water Heater (Pemanas Air) Electric.

Berfungsi untuk menaikkan suhu temperatur air (suhu yang konstan).

- ✓ Kabel Roll

Berfungsi sebagai kabel power supply dalam hal ini sebagai sumber tegangan pada pompa sirkulasi dan Pemanas air (Water Heater).

c. Peralatan ukur yang dipergunakan :

- ✓ Termometer Batang

Berfungsi mengukur suhu masing-masing pada Box penampung air atas, Temperatur fluida input dan fluida output .

- ✓ Piranometer / Solarimeter

Berfungsi mengukur Intensitas Radiasi matahari.

- ✓ Gelas Ukur Kaca.

Berfungsi sebagai salah satu parameter dalam mengukur laju aliran fluida.

- ✓ Busur Derajat

Berfungsi sebagai acuan dalam mengukur serta menentukan sudut katup. pengatur fluida.

- ✓ Stopwatch

Berfungsi mengukur waktu.

2. Bahan Rangkaian Penelitian

- ✓ Isolasi, berfungsi sebagai perekat peralatan tambahan.
- ✓ Lem dan Plester Pipa, berfungsi sebagai perekat pipa.
- ✓ Lem Lilin, berfungsi sebagai perekat alat-alat berbahan plastik.
- ✓ Kawat Penyangga Pipa, berfungsi menyangga pipa.

-
-
- ✓ Pipa Sirkulasi (Wafin) $\frac{3}{4}$ inchi, berfungsi sebagai penyalur aliran fluida air.
 - ✓ Elbow $\frac{3}{4}$ inchi, berfungsi sebagai sambngan pipa baik berbentuk L maupun berbetuk T.
 - ✓ Katup- katup (*PVC – Ball Valve*) Pengatur Aliran Air, berfungsi sebagai pengatur aliran air fluida input maupun fluida output.

C. Metode Penelitian kolektor Pemanas Air Surya Konsentrator Paralel Semisilindris.

Metode penelitian kolektor pemanas air surya konsentrator paralel semisilindris ini dilakukan dengan metode yang umum digunakan untuk mengevaluasi performansi kolektor yakni melalui metode pengujian efisiensi sesaat .Dengan menggunakan metode ini akan diperoleh nilai efisiensi aktual sesaat kolektor dapat dihitung dengan variabel temperatur input fluida yang masuk kolektor antara 40 s/d 60 °C pada laju aliran fluida antara 0,0100 s/d 0,015 kg/detik (= 10 s/d 15 cc/detik).

Pengambilan data dilakukan pada siang hari (solar noon) pada kondisi radiasi matahari antara 700 s/d 900 W/m² dengan harapan data intensitas radiasi matahari yang jatuh pada permukaan kolektor dapat diasumsikan sebagai sinar datang yang tegak lurus terhadap permukaan kolektor.

Pada pengujian awal dilakukan uji peralatan bantu yang berfungsi mengkonstankan temperatur fluida masuk kolektor dan mengkonstankan laju aliran masuk fluida masuk kolektor.

Untuk mengkonstankan temperatur fluida masuk kolektor dilakukan dengan cara mengatur katup air penambah (K_2) yang berasal dari aliran lebih pompa (*over flow*) yang

masuk ke dalam tangki air bagian atas dan/atau memasang alat bantu- pemanas air (*water heater*) apabila dibutuhkan peningkatan temperatur air pada tangki atas.

Sedangkan untuk mengkostankan laju aliran fluida masuk kolektor dilakukan dengan cara mengambil sampel debit air (menggunakan gelas ukur dan stop watch) dan mengatur besarnya pembukaan katup air (K_1) pada pipa fluida masuk kolektor.

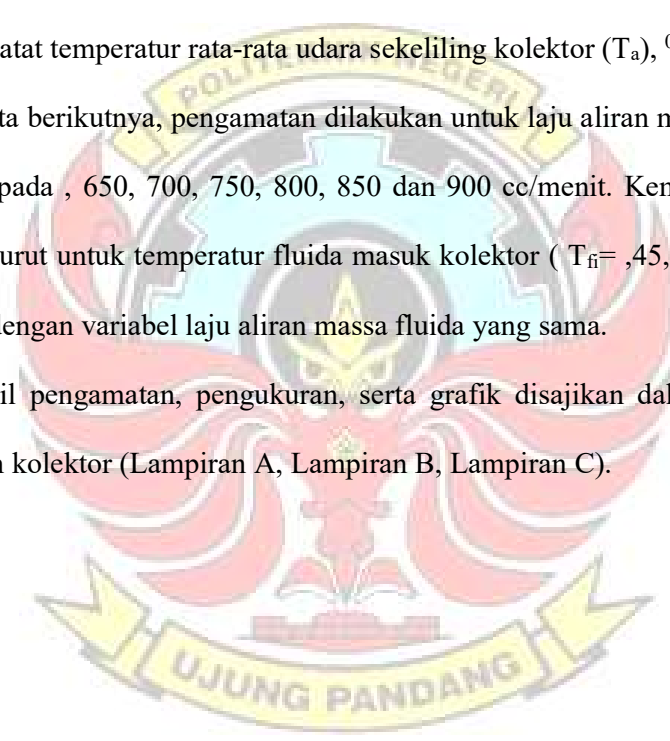
D. Prosedur Penelitian kolektor Pemanas Air Surya Konsentrator Paralel

Semisilindris.

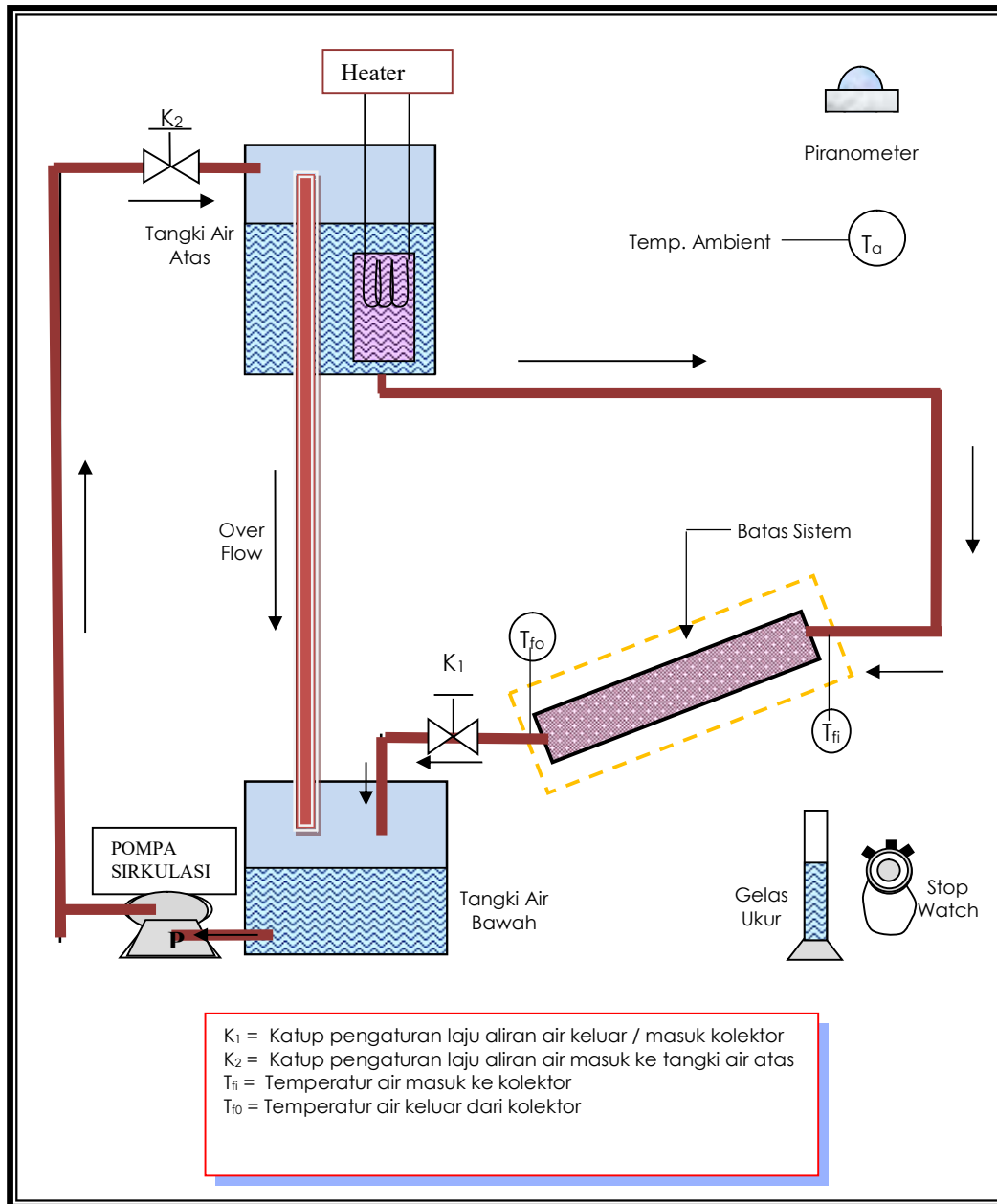
Di dalam penelitian ini prosedur pengamatan dan pengukuran data dilakukan dengan langkah pengujian sebagai berikut :

- a. Kolektor dihadapkan pada posisi sumbu utara-selatan dengan sudut kemiringan kolektor diatur dengan sudut yang sama dengan posisi lintang tempat pengujian dan diarahkan ke utara (posisi kemiringan kolektor tetap, tanpa *tracking* sudut jam).
- b. Penelitian dilakukan mulai jam 11.00 s/d 14.00 Wita dengan intensitas radiasi matahari antara 700 s/d 900 W/m^2
- c. Kemudian melakukan pengamatan dan pengukuran variabel sebagai berikut :
 - Mengatur temperatur fluida masuk kolektor ($T_{fi} = 40\text{ }^{\circ}C$) konstan
 - Mengatur laju aliran massa fluida masuk kolektor, (0.010 kg/s atau 600 cc/mnt).

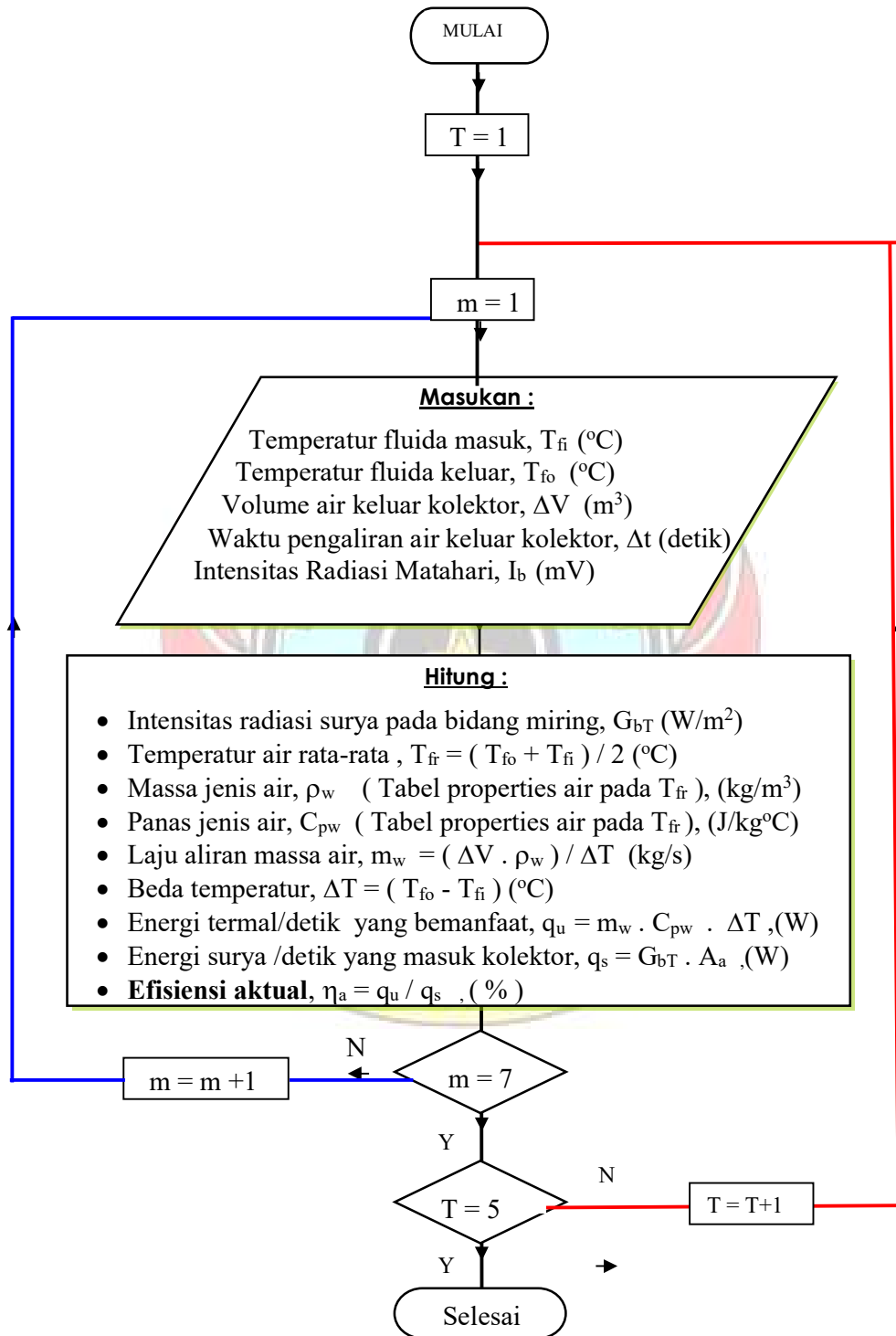
-
-
- Mencatat intensitas radiasi matahari rata-rata selama pengamatan (G_b), W/m^2 dan waktu standar, *Local Time*, (Hari / Pukul, WITA)
(Pencatatan/pengambilan data dilakukan setelah dipastikan fluida input pada pipa masukan kolektor telah sampai mengalir keluar pada pipa keluaran kolektor atau minimal setelah 2 menit awal pengaliran fluida masuk kolektor).
 - Mencatat temperatur fluida keluar kolektor (T_{fo}), $^{\circ}C$
 - Mencatat temperatur rata-rata udara sekeliling kolektor (T_a), $^{\circ}C$.
- d. Untuk data berikutnya, pengamatan dilakukan untuk laju aliran massa fluida masuk kolektor pada , 650, 700, 750, 800, 850 dan 900 cc/menit. Kemudian dilanjutkan berturut-turut untuk temperatur fluida masuk kolektor (T_{fi} = ,45, 50, 55 dan 60 $^{\circ}C$) konstan dengan variabel laju aliran massa fluida yang sama.
- e. Hasil-hasil pengamatan, pengukuran, serta grafik disajikan dalam lampiran data pengujian kolektor (Lampiran A, Lampiran B, Lampiran C).



Adapun skema (instalasi) sistem penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini :



Gambar 7. Skema Sistem Penelitian Unit Kolektor Surya Paralel Semisilindris dengan metode efisiensi sesaat.



Gambar 8. Diagram Alir Perhitungan Efisiensi Sesaat

BAB IV.

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Untuk mendapatkan hasil efisiensi maka melakukan analisa data menggunakan data nomor 1 pada Tabel A sebagai acuan analisa ,yaitu data pada hari Kamis , 28 Agustus 2008 jam 11:35 WITA dengan nilai – nilai parameter yang diketahui sebagai berikut :

1 Diketahui :

- Intensitas radiasi matahari, I_g : 810 W/m²
- Waktu pengamatan : 11:35 WITA
- Laju aliran fluida masuk kolektor, (Q_{fi}) : 600 cc/menit = 10 cc/detik
- Temperatur udara sekeliling, (T_a) : 37,0 °C
- Temperatur fluida masuk kolektor, (T_{fi}) : 40,0 °C (konstan)
- Temperatur fluida keluar kolektor, (T_{fo}) : 49,2 °C
- Luasan apparatus, (A_a) : 2 m²

2 Penyelesaian :

- a) Temperatur air rata-rata, (T_{fr}) :

$$T_{fr} = (T_{fo} + T_{fi}) / 2$$

$$T_{fr} = (49,2 + 40,0) / 2 = 44,6 \text{ °C}$$

b) Massa jenis air, (ρ_w)

Berdasarkan tabel sifat air (Lampiran D1), pada $T_{fr} = 44,6 \text{ }^\circ\text{C}$
diperoleh : $\rho_w = 990,4 \text{ kg/m}^3$

c) Panas jenis air, (Cp_w)

Berdasarkan tabel sifat air (Lampiran D1), pada $T_{fr} = 44,6 \text{ }^\circ\text{C}$
diperoleh : $Cp_w = 4178,9 \text{ J/kg }^\circ\text{C}$

d) Laju aliran Massa fluida masuk kolektor, (\dot{m}_w)

$$\begin{aligned}\dot{m}_w &= Q_{fi} \cdot \rho_{air} \\ &= (10 \cdot 10^{-6}) \text{ m}^3/\text{s} \cdot 990,4 \text{ kg/m}^3 = 0,009904 \text{ kg/s}\end{aligned}$$

e) Beda temperatur air, (ΔT_w)

$$\begin{aligned}\Delta T_w &= T_{fo} - T_{fi} \\ \Delta T_w &= 48,6 - 40,0 = 9,2 \text{ }^\circ\text{C}\end{aligned}$$

f) Daya yang diserap oleh kolektor, (q_u)

$$\begin{aligned}q_u &= \dot{m}_w \cdot Cp_w \cdot \Delta T_w \\ q_u &= 0,009904 \text{ kg/s} \cdot 4178,9 \text{ J/kg }^\circ\text{C} \cdot 9,2 \text{ }^\circ\text{C} = 380,75 \text{ W}\end{aligned}$$

g) Daya yang diterima oleh kolektor, (q_u)

$$q_s = G_{bT} \cdot A_a$$

$$q_s = 810 \text{ W/m}^2 \cdot 2 \text{ m}^2 = 1.620 \text{ W}$$

h) Efisiensi aktual sesaat kolektor, (η_c)

$$\eta_c = \frac{q_u}{q_s} \times 100 \%$$

$$= \frac{380,76}{1.620} \times 100 \%$$

$$\eta_c = 22.90 \%$$

Selanjutnya, data hasil perhitungan efisiensi aktual sesaat kolektor dapat dilihat pada halaman Lampiran B (Tabel Data Pengamatan dan perhitungan efisiensi aktual).

B. Pembahasan

Berdasarkan konstruksinya, Kolektor Konsentrator semisilindris menggunakan rangkaian plat-plat kaca cermin yang dipotong dengan ukuran 1 x 1900 mm dengan ketebalan 5 mm yang disusun berbentuk semisilindris sebanyak 17 buah. Dimana saluran kolektor konsentrator semisilindris tersebut dipasang secara parallel (berderet) dengan ketinggian 6 mm diatas konsentrator. Material pipa penyerap terbuat dari pipa tembaga dengan diameter ½ inci, dimana penentuan dimensi material yang digunakan merupakan penyesuaian dengan kolektor surya merek wika dengan penampang kolektor sebesar 2m^2 . Sudut kemiringan konsentrator, $(\phi/2) : 30^\circ$ Sedangkan kotak kolektor (*containment box*) terbuat dari besi pelat dengan ketebalan 2 mm dimana proses pembuatannya melalui proses : pemotongan, pembengkokan dan pengelasan. Pekerjaan akhir (*finising*) dilakukan melalui proses pengecatan (*painting*).

Berdasarkan hasil analisa data, perhitungan efisiensi sesaat kolektor pada tanggal 28 Agustus 2008 (Temperatur konstan 40°C), diperoleh nilai efisiensi minimum yaitu 19,85%, dan efisiensi maksimum yaitu 22,90% dengan efisiensi rata-rata sebesar 21,53 %.

Untuk tanggal 1 September 2008 (Temperatur konstan 45°C) diperoleh nilai efisiensi minimum yaitu 17,48 % dan efisiensi maksimum yaitu 21,69 % dengan efisiensi rata-rata sebesar 19,67 %.

Untuk tanggal 2 September 2008 (Temperatur konstan 50°C) diperoleh nilai efisiensi minimum yaitu 15,20 % dan efisiensi maksimum yaitu 20,03 % dengan efisiensi rata-rata sebesar 17,56 %.

Untuk tanggal 3 September 2008 (Temperatur konstan 55 °C)) diperoleh nilai efisiensi minimum yaitu 13,45 % dan efisiensi maksimum yaitu 18,96 % dengan efisiensi rata-rata sebesar 16,02 %.

Untuk tanggal 4 September 2008 (Temperatur konstan 60 °C)) diperoleh nilai efisiensi minimum yaitu 12,37 % dan efisiensi maksimum yaitu 17,41 % dengan efisiensi rata-rata sebesar 14,57 %.

Dari Lampiran B6. (Tabel 11) memperlihatkan bahwa nilai rata-rata efisiensi aktual sesaat total selama lima hari pengambilan data adalah sebagai berikut :

$$(21.53 + 19.67 + 17.56 + 16.02 + 14.57) / 5 = 17,87 \%$$

Analisis performansi kolektor konsentrator parallel semisilindris menunjukkan hubungan bahwa meningkatnya temperatur input fluida akan menurunkan efisiensi kolektor pada laju aliran massa yang tetap, demikian pula terjadi penurunan efisiensi kolektor seiring meningkatnya laju aliran massa pada temperatur input fluida yang tetap.

Dimana diketahui menurut Abdi.W (2008) bahwa Nilai efisiensi maksimum aktual sesaat kolektor surya konsentrator Trapesium dengan metode efisiensi sesaat adalah sebesar 22,0 % dengan efisiensi rata-rata total adalah sebesar 17,23 %.

BAB V.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan data hasil perhitungan dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Nilai efisiensi maksimum kolektor pemanas air surya dengan konsentrator paralel semi silindris dengan metode efisiensi sesaat sebesar **22,90 %** dengan nilai efisiensi aktual sesaat rata-rata total selama lima hari pengambilan data kolektor pemanas air surya dengan konsentrator paralel semi silindris dengan metode efisiensi sesaat sebesar 17,87 %.
2. Nilai perbandingan efisiensi maksimum antara kolektor konsentrator paralel semisilindris dan konsentrator trapesium adalah $= 22,90 \% - 22,0 \% = \mathbf{0,90\%}$

B. Saran

Untuk mendapatkan hasil efisiensi kolektor yang lebih baik, sebaiknya:

1. Melakukan pengujian pada waktu keadaan cuaca yang lebih cerah dengan intensitas radiasi matahari yang secara umum lebih besar.
2. Menggunakan peralatan ukur yang memiliki ketelitian yang lebih tinggi serta masih dalam keadaan layak pakai.
3. Agar penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan konsentrator dan metode yang berbeda

DAFTAR PUSTAKA

- Charter, William W.S. and Pryor, T.L. 1981. *Solar Energy and Introduction to the Principles and Applications*. Australia: Beatrice Publishing.
- Duffie, John A. and Beckman, William A. 1980. *Solar Engineering of Thermal Process*. New York: John Wiley & Sons.
- Hardi. 2005. *Redesain Kolektor Surya Pelat Datar Seri-Paralel Pada Laboratorium Teknik Konversi Energi*, Tugas Akhir Program Diploma Tiga. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang,
- Holman, J.P. 1887. *Perpindahan Kalor*. Diterjemahkan oleh E. Jasjfi. Jakarta: Erlangga.
- Howel, John R. 1982. *Solar Thermal Energy System Analysis and Design*. New York: McGraw-Hill Book Company
- Jansen, Ted. J. 1995. *Teknologi Rekayasa Surya*. Diterjemahkan oleh Wiranto Arismunandar. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Maridjo. 1992. *Penuntun Praktikum Mesin-mesin Konversi Energi*. Bandung: PEDC.
- Shuklatme, S.P. 1984. *Solar Energy Principle of Thermal Collection and Storage*. New Delhi: Tata McGraw-Hill.
- Streeter, L. Victor. 1995. *Mekanika Fluida*. Diterjemahkan oleh E. Benjamin. Jakarta : Erlangga
- Wahyudin, 1994. *Evaluasi Performansi Sistem Pemanas Air Energi Surya Konveksi Paksa Seri Paralel Di Laboratorium Teknik Energi*. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Wibowo, Abdi dan Hamzah, N. 2008. *Desain dan analisis performansi Kolektor surya dengan konsentrator berbentuk trapesium*. Makassar : Politeknik Negeri Ujung Pandang.

The logo of Politeknik Negeri Ujung Pandang is a circular emblem. At the top, a yellow banner contains the text "POLITEKNIK NEGERI". The center features a blue gear with a yellow sunburst in the middle. Below the gear is a red and white stylized bird or flame-like shape. At the bottom, another yellow banner contains the text "UJUNG PANDANG".

LAMPIRAN A

(Data-Data Hasil Pengamatan)

LAMPIRAN A1.

TABEL 1. HASIL PENGAMATAN AKTUAL UNTUK $T_{fi} = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$

Hari / Tanggal : Kamis / 28 Agustus 2008
Lokasi Pengamatan : Lab.Teknik Energi, Politeknik Negeri Ujung
Pandang


No.	Pukul	G_{bT}	ΔV	t	T_a	T_{fi}	T_{fo}
	(Wita)	(W/m^2)	(cc)	(detik)	($^{\circ}\text{C}$)	($^{\circ}\text{C}$)	($^{\circ}\text{C}$)
1	11:35	810	600	60	37.0	40.0	49.2
2	11:50	812	650	60	37.7	40.0	48.2
3	12:55	813	700	60	37.5	40.0	47.5
4	12:50	815	750	60	37.3	40.0	46.8
5	13:10	819	800	60	37.7	40.0	46.2
6	13:45	819	850	60	37.3	40.0	45.7
7	14:05	818	900	60	37.6	40.0	45.3

LAMPIRAN A2.

TABEL 2. HASIL PENGAMATAN AKTUAL UNTUK $T_{fi} = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$

Hari / Tanggal : Senin / 1 September 2008

**Lokasi Pengamatan : Lab.Teknik Energi, Politeknik Negeri Ujung
Pandang**



No.	Pukul	G_{bT}	ΔV	t	T_a	T_{fi}	T_{fo}
	(WITA)	(W/m^2)	(cc)	(detik)	($^{\circ}\text{C}$)	($^{\circ}\text{C}$)	($^{\circ}\text{C}$)
1	11:04	800	600	60	37.0	45.0	53.4
2	11:20	810	650	60	37.7	45.0	52.7
3	11:36	811	700	60	37.3	45.0	51.8
4	12:06	819	750	60	37.7	45.0	51.2
5	12:23	823	800	60	37.0	45.0	50.7
6	12:39	825	850	60	37.7	45.0	50.2
7	12:55	812	900	60	37.3	45.0	49.0

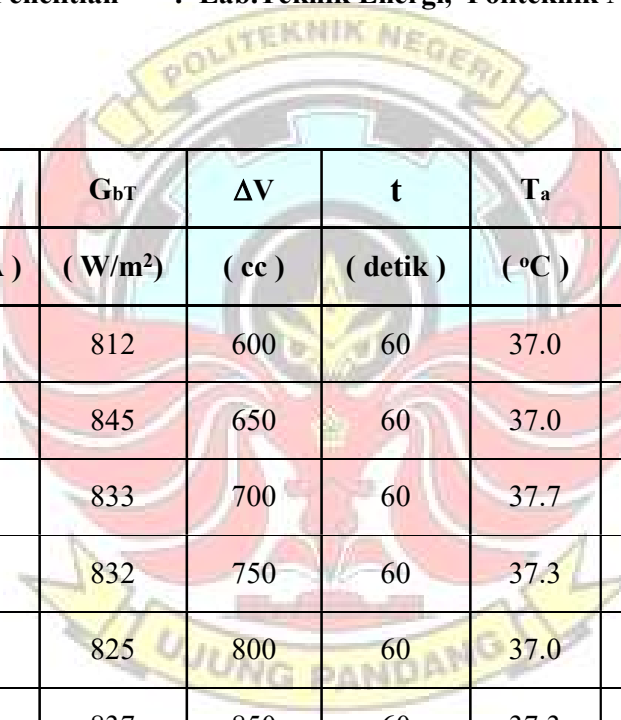
LAMPIRAN A3.

TABEL 3. HASIL PENGAMATAN AKTUAL UNTUK $T_{fi} = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$

Hari / Tanggal : Selasa / 2 September 2008

Lokasi Penelitian : Lab.Teknik Energi, Politeknik Negeri Ujung

Pandang



No.	Pukul	G_{bT}	ΔV	t	T_a	T_{fi}	T_{fo}
	(WITA)	(W/m^2)	(cc)	(detik)	($^{\circ}\text{C}$)	($^{\circ}\text{C}$)	($^{\circ}\text{C}$)
1	11:50	812	600	60	37.0	50.0	57.9
2	12:35	845	650	60	37.0	50.0	57.3
3	12:55	833	700	60	37.7	50.0	56.4
4	13:15	832	750	60	37.3	50.0	55.7
5	13:33	825	800	60	37.0	50.0	55.0
6	13:50	837	850	60	37.3	50.0	54.5
7	14:00	835	900	60	37.6	50.0	50.6

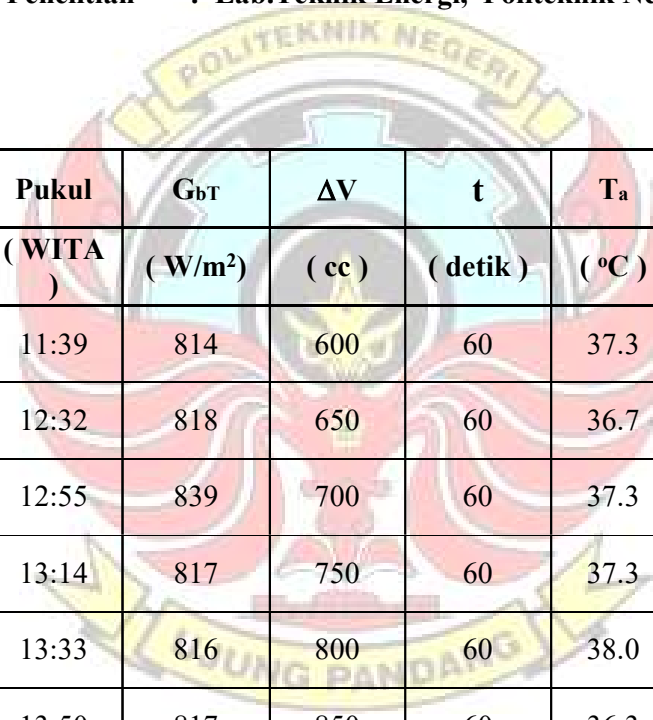
LAMPIRAN A4.

TABEL 4. HASIL PENGAMATAN AKTUAL UNTUK $T_{fi} = 55\text{ }^{\circ}\text{C}$

Hari / Tanggal : Rabu / 3 September 2008

Lokasi Penelitian : Lab.Teknik Energi, Politeknik Negeri Ujung

Pandang



No.	Pukul (WITA)	G_{bT} (W/m^2)	ΔV (cc)	t (detik)	T_a ($^{\circ}\text{C}$)	T_{fi} ($^{\circ}\text{C}$)	T_{fo} ($^{\circ}\text{C}$)
1	11:39	814	600	60	37.3	55.0	62.5
2	12:32	818	650	60	36.7	55.0	61.6
3	12:55	839	700	60	37.3	55.0	60.9
4	13:14	817	750	60	37.3	55.0	60.1
5	13:33	816	800	60	38.0	55.0	59.5
6	13:50	817	850	60	36.3	55.0	58.9
7	14:02	819	900	60	36.6	55.0	56.5

LAMPIRAN A5.

TABEL 5. HASIL PENGAMATAN AKTUAL UNTUK $T_{fi} = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$

Hari / Tanggal : Kamis / 4 September 2008
Lokasi Penelitian : Lab.Teknik Energi, Politeknik Negeri Ujung
Pandang

No.	Pukul	G_{bT}	ΔV	t	T_a	T_{fi}	T_{fo}
	(WITA)	(W/m^2)	(cc)	(detik)	($^{\circ}\text{C}$)	($^{\circ}\text{C}$)	($^{\circ}\text{C}$)
1	11:22	814	600	60	36.0	60.0	66.9
2	12:20	820	650	60	39.0	60.0	66.0
3	12:52	822	700	60	39.3	60.0	65.2
4	13:14	821	750	60	38.0	60.0	64.6
5	13:33	819	800	60	38.0	60.0	64.1
6	13:50	816	850	60	37.3	60.0	63.6
7	14:03	815	900	60	37.6	60.0	60.5



LAMPIRAN B
(Data-Data Hasil Perhitungan)

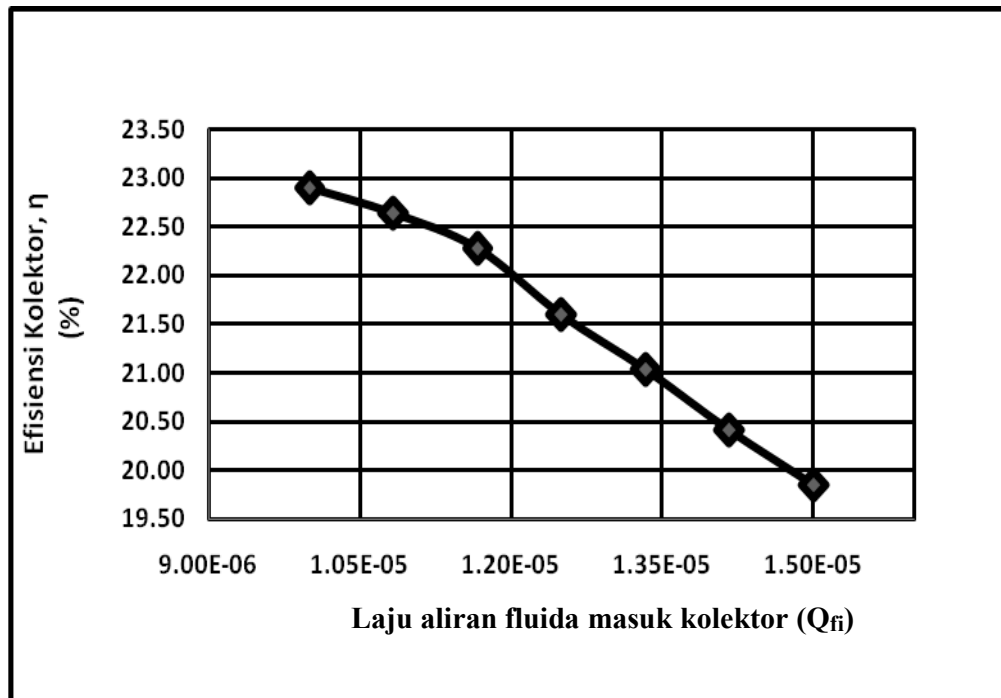
LAMPIRAN C

(Grafik Karakteristik Efisiensi)



LAMPIRAN C1

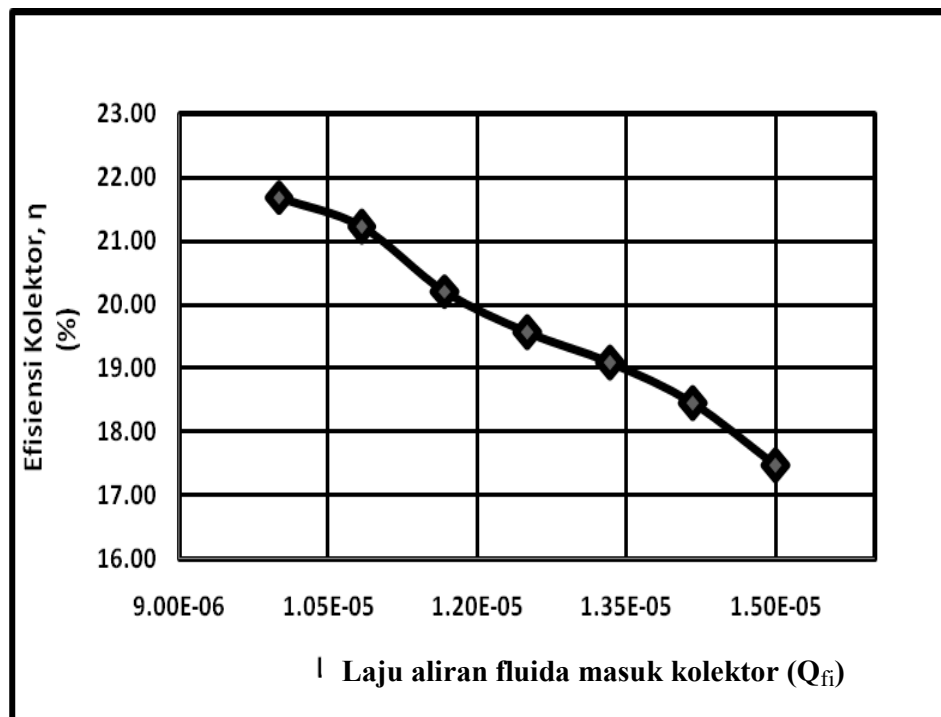
Karakteristik Efisiensi Unit Kolektor, Untuk $T_{fi} = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$



Grafik 1. Hubungan antara Laju aliran fluida masuk kolektor (Q_{fi}) dan Efisiensi aktual unit kolektor (η), pada $T_{fi} = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$

LAMPIRAN C2.

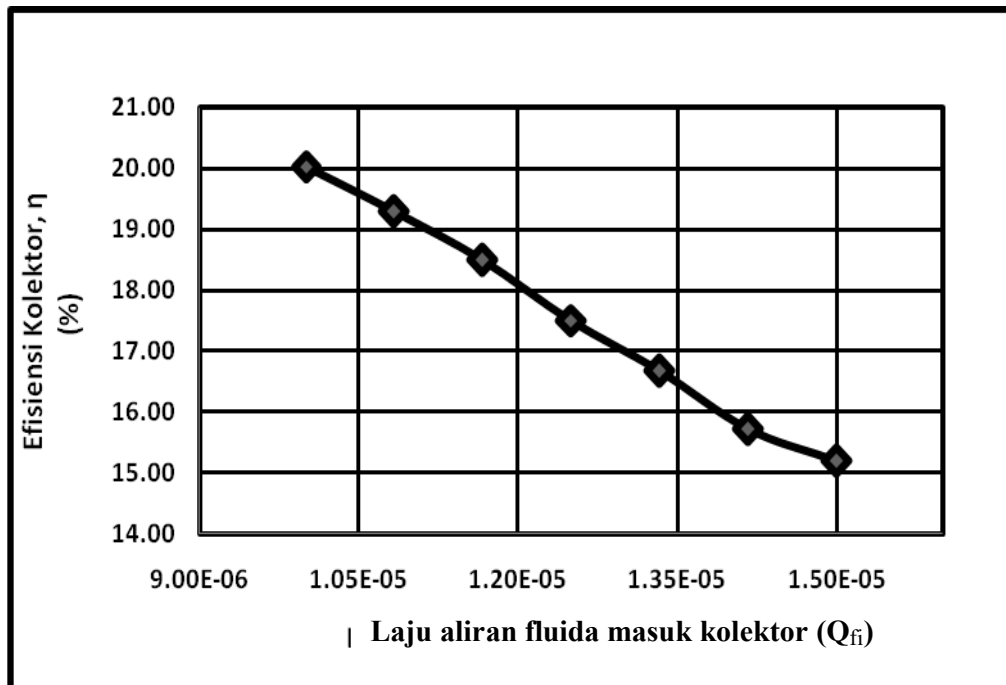
Karakteristik Efisiensi Unit Kolektor , Untuk $T_{fi} = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$



Grafik 2. Hubungan antara Laju aliran fluida masuk kolektor (Q_{fi}) dan Efisiensi aktual unit kolektor (η), pada $T_{fi} = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$

LAMPIRAN C3.

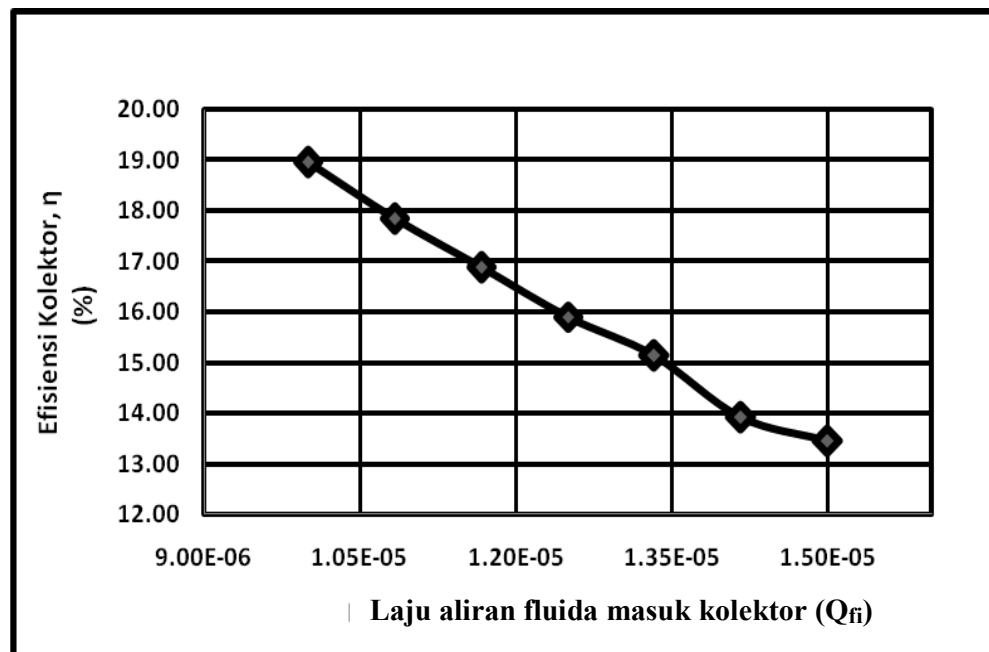
Karakteristik Efisiensi Unit Kolektor, Untuk $T_{fi} = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$



Grafik 3. Hubungan antara Laju aliran fluida masuk kolektor (Q_{fi}) dan Efisiensi aktual unit kolektor (η), pada $T_{fi} = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$

LAMPIRAN C4.

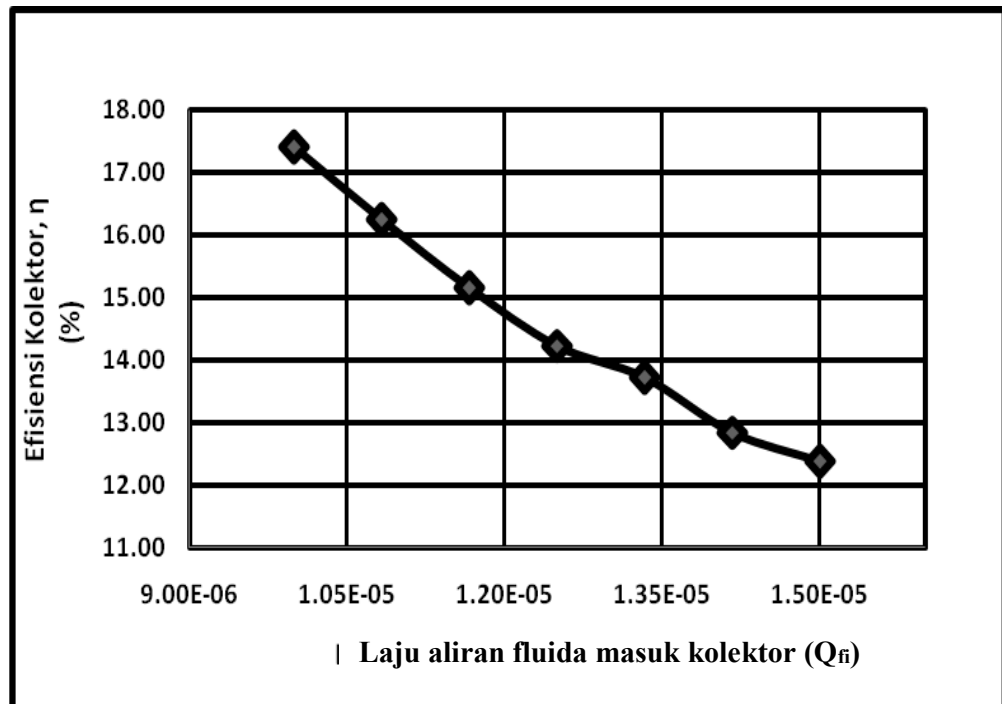
Karakteristik Efisiensi Unit Kolektor , Untuk $T_{fi} = 55 \text{ }^{\circ}\text{C}$



Grafik 4. Hubungan antara Laju aliran fluida masuk kolektor (Q_{fi}) dan Efisiensi aktual unit kolektor (η), pada $T_{fi} = 55 \text{ }^{\circ}\text{C}$

LAMPIRAN C5

Karakteristik Efisiensi Unit Kolektor, Untuk $T_{fi} = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$



Grafik 5. Hubungan antara Laju aliran fluida masuk kolektor (Q_{fi}) dan Efisiensi aktual unit kolektor (η), pada $T_{fi} = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$

LAMPIRAN D

(Sifat-Sifat Fisik Air Dalam Satuan SI)
(Daftar Material-Material yang Digunakan)



LAMPIRAN D1
TABEL 12. SIFAT-SIFAT FISIK AIR DALAM SATUAN SI

No	T	ρ	C_p	m	k
	(°C)	(kg/m ³)	(J/kg°K)	(kg/m.s)	(W/mK)
1	0	999.9	4,217	0.001787	0.56
2	5	1,000.0	4,202	0.001514	0.57
3	10	999.7	4,192	0.001304	0.58
4	15	999.1	4,186	0.001137	0.59
5	20	998.2	4,182	0.001002	0.59
6	25	997.1	4,179	0.000891	0.60
7	30	995.7	4,178	0.000798	0.61
8	35	994.1	4,178	0.000720	0.62
9	40	992.3	4,178	0.000654	0.63
10	50	988.1	4,180	0.000548	0.64
11	60	983.2	4,184	0.000467	0.65
12	70	977.8	4,189	0.000405	0.66
13	80	971.8	4,196	0.000355	0.67
14	90	965.3	4,205	0.000316	0.67
15	100	958.4	4,216	0.000283	0.68

Sumber : Mekanika Fluida, (Streeter, 1995)

LAMPIRAN D2

TABEL 13. DAFTAR MATERIAL-MATERIAL YANG DIGUNAKAN

No	Material Kolektor	Spesifikasi	Jumlah (Satuan)	Bahan / Jenis
1	Pipa Absorber			Tembaga
No	Material Kolektor	Spesifikasi	Jumlah (Satuan)	Bahan / Jenis
1	Pompa Air Sirkulasi	Daya = 15 W Teg = 220 V H = 90 m	2	Pompa Elektrik
2	Pemanas Air Elektrik	Daya = 300 W Teg = 220 V	1	Elektrik
3	Katup Atas	¾ Inch	1	PVC
4	Katup Bawah	¾ Inch	1	PVC
5	Box Penampung Air Atas	Kapasitas = 10 Liter	1	Plastik
6	Box Penampung Air Bawah	Kapasitas = 25 Liter	1	Plastik
7	Pipa Sirkulasi	¾ Inch	Secukupnya	Wafin
8	Elbow	¾ Inch	Secukupnya	PVC
9	Kawat Penyangga Pipa	Panjang = 10 m	Secukupnya	Tembaga
No	Material Kolektor	Spesifikasi	Jumlah (Satuan)	Bahan / Jenis
1	Piranometer	Sol Data 133: 359 mV	1	Elektrik
2	Termometer Batang	Cairan Air Raksa	3	Kaca Batang
3	Stopwatch	Han Hart	1	Digital
4	Gelas Ukur	Volume = 100 cc	1	Kaca Pirex
5	Busur Derajat	Radius = 90°	1	Plastik



LAMPIRAN E
(Foto-Foto Alat dan Kegiatan Penelitian)



Foto 1. Proses Pengisian Air ke Kolektor

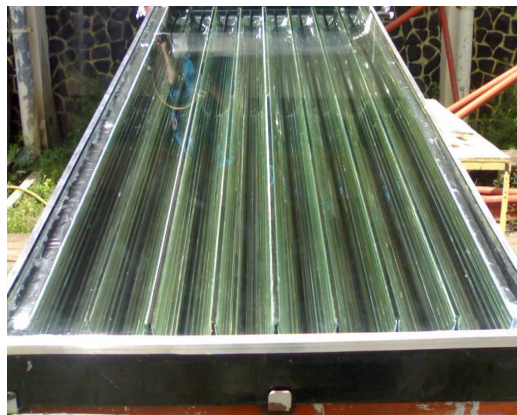


Foto 2. Kolektor Konsentrator Paralel SemiSilindris



Foto 3. Rangkaian Pengujian (Tampak Depan)



Foto 4. Rangkaian Pengujian (Tampak Belakang)



Foto 5. Rangkaian Pengujian (Tampak Samping)



Foto 6. Rangkaian Pipa Fluida Output Kolektor



Foto 7. Heater



Foto 8. Pompa

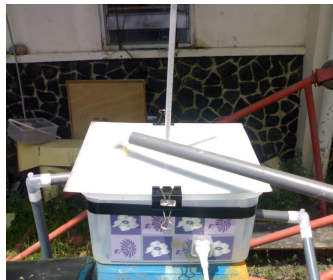


Foto 9. Box Atas



Foto 10. Box Bawah



Foto 11. Katup Atas



Foto 12. Katup Bawah



Foto 13. Piranometer (solarimeter)



Foto 14. Display Piranometer



Foto 15. Sensor Piranometer (samping)



Foto 16. Pemasangan Termometer Fluida Input



Foto 17. Pemotongan Pipa (alas) Kolektor



Foto 18. Konsentrator Semisilindris

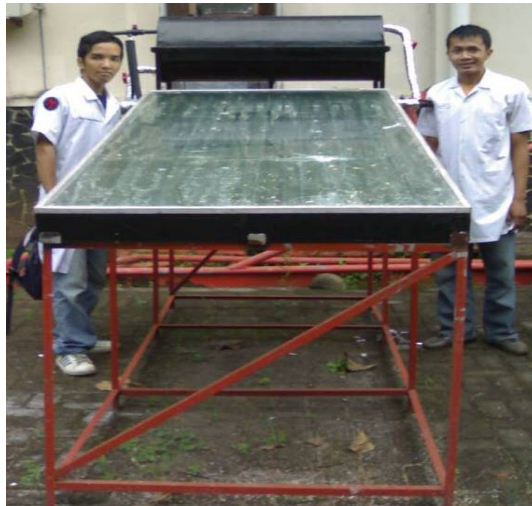


Foto 19. Kolektor Konsentrator Paralel Semisilindris

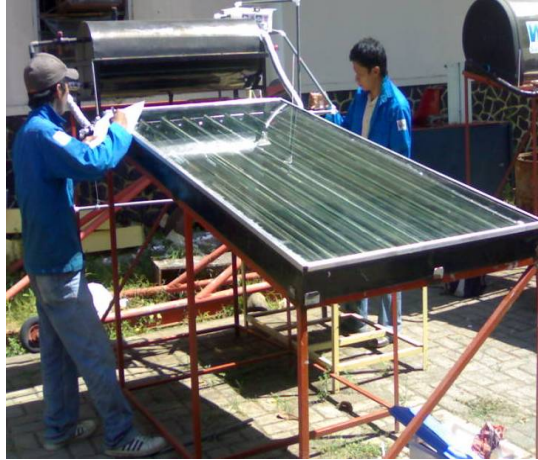


Foto 20. Proses Pengambilan Data (1)



Foto 21. Proses Pengambilan Data (2)

**BERITA ACARA PELAKSANAAN UJIAN SIDANG
PROYEK TUGAS AKHIR**

Pada Hari ini : Kamis
Tanggal : 18 September 2008
Waktu : 13.30 - 15.00 Wita.
Tempat : Ruang Rapat P.S. Teknik Konversi Energi

telah dilaksanakan Ujian Sidang Proyek Akhir dari mahasiswa

Nama : Putu Erman Wisca / Ahmad Zujjar
No. Stambuk : 05.35.001. / 05.35.015
Jurusan : Teknik Mesin

Dengan Judul : " ANALISIS KINERJA UNIT KOLEK PANAS AIR SURYA
KONSENTRATOR PARALEL SEMI PARABOLIS DENGAN METODE
EFISIENSI SESAT "

yang bersangkutan dinyatakan

- a. Lulus dengan nilai : $\frac{3,54}{3,47}$ (Putu Erman Wisca / Ahmad Zujjar)
b. Wajib melaksanakan Ujian Pengulangan pada

Hari/tanggal :
Jam :
Tempat :

démikian berita acara ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Tim Penguji

Ketua

(Ir. Chandra Bhuana, M.T)

Sekretaris

(Musrady Mulyadi)

Penubimbing

(Jami, S.T, M.T)

Lampiran BAPU

Nama Mahasiswa : Putu Erman Wisesa / Ahmad Zujier

Stambuk : 05 35 001 / 05 35 015

Catatan Penguji

No.	Nama	Uraian	Tanda Tangan
1.	Ir. La Ode Musa, M.T.	<ul style="list-style-type: none">- Tujuan penelitian pada Abstrak.- Hal 27 - Sman Laju Aliran.- Hal. 6. Gbr 2.1. diperbaiki, sesuai gbr dari sumber yg dikutip.- Tabel sifat Air (ditampirkan).- Diperiksa simbol dan satuan yg digunakan.- Kesimpulan No. 3, (diperbaiki) No. 4 (-----)	
2.	Musrady Mulyadi	<ul style="list-style-type: none">- Flow chart diperbaiki.	
3.	Ir. H. Chandra Bhwana, M.T.	-	

Makassar, 18 - September 2008

Sekretaris / Penguji
Penguji,

(Musrady Mulyadi)
Nip. 132 297 137