

OPTIMASI *SOLAR WATER HEATER* (SWH) DENGAN
PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN KOLEKTOR



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
pendidikan diploma tiga (D-3) Program Studi Teknik Koversi Energi
Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Ujung Pandang

FADIL
DEVI ZULFITRI

342 15 017
342 15 021

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2018

HALAMAN PERSETUJUAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul "Optimasi *Solar Water Heater* (SWH) Dengan Pengaruh Sudut Kemiringan Kolektor" oleh mahasiswa Fadil NIM 342 150 17 dan Devi Zulfitri NIM 342 15 021 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar diploma tiga pada Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 31 Agustus 2018

Menyetujui,

Pembimbing I



Dr. Jamal S.T., M.T.
NIP :19730228 200012 1 002

Pembimbing II,



Gusri Emiyati Ali, S.Pd., M.Pd.
NIP :19830809 200912 2 005

Mengetahui

a. n Direktur,
Ketua Jurusan Teknik Mesin









Dr. Jamal S.T., M.T.
NIP. 19730228 200012 1 002

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, hari Kamis tanggal 06 September 2018, tim penguji laporan tugas akhir telah menerima laporan tugas akhir oleh mahasiswa: Fadil NIM 342 15 017 dan Devi Zulfitri NIM 342 15 021 dengan judul "Optimasi Solar Water Heater (SWH) dengan Pengaruh Sudut Kemiringan Kolektor"

Makassar, 06 September 2018

Tim Penguji Proposal Tugas Akhir :

1. Sri Suwasti, S.ST., M.T.	Ketua	()
2. Muh. Yusuf Yunus, S.ST., M.T.	Sekretaris	()
3. Sonong, S.T., M.T.	Anggota I	()
4. Yiyin Klistafani, S.T., M.T.	Anggota II	()
5. Dr. Jamal, S.T., M.T.	Pembimbing I	()
6. Gusri Emiyanti Ali, S.Pd., M.Pd.	Pembimbing II	()

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah swt. Karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulisan laporan tugas akhir ini yang berjudul “Optimasi *Solar Water Heater* (SWH) dengan Pengaruh Sudut Kemiringan Kolektor” dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini tidak sedikit hambatan yang kami alami. Namun berkat bantuan berbagai pihak terutama pembimbing, hambatan tersebut dapat teratasi. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan dan melalui lembaran ini kami menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kekuatan serta inspirasi kepada kami untuk menyelesaikan tugas kami.
2. Kedua orang tua kami tercinta, juga kepada saudara-saudara kami yang telah memberikan banyak bantuan berupa dorongan moral, bantuan materil, serta tak henti-hentinya memberikan doa yang tulus kepada kami dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
3. Dr. Ir.Hamzah Yusuf, M. Si. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Dr. Jamal, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Apollo, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.

6. Dr. Jamal, S.T., M.T., sebagai pembimbing I dan Gusri Emiyanti Ali, S.Pd., M.Pd., sebagai pembimbing II yang telah mencurahkan perhatian dan kesempatannya untuk mengarahkan kami dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
7. Segenap dosen Jurusan Teknik Mesin pada umumnya dan Program Studi Teknik Konversi Energi pada khususnya yang selama kurun waktu 3 tahun dengan ikhlas dan penuh kerelaan hati telah mendidik dan mengajar kami, serta para staf dan teknisi Program Studi Teknik Konversi Energi.
8. Kepada rekan-rekan mahasiswa Politeknik Negeri Ujung Pandang, khususnya kelas III-A Teknik Konversi Energi yang telah 3 tahun lamanya bersama-sama dalam menimba ilmu di Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah bersedia bekerja sama dan banyak memberikan bantuan serta semangat baik secara langsung maupun tidak langsung.

Ucapan terima kasih dan penghargaan juga disampaikan kepada keluarga besar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang. Kami menyadari bahwa laporan tugas akhir ini belum sempurna. Oleh karena itu, kami mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini demi perbaikan pada masa mendatang. Semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi pembacanya.

Makassar, 05 September 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENERIMAAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTA RSIMBOL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
SURAT PERNYATAAN	xi
RINGKASAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu Tentang Kolektor <i>Solar Water Heater</i>	5
2.2 Teori Perpindahan Panas	7
2.3 Perpindahan Panas Pada <i>Solar Water Heater</i>	10
2.4 Posisi Matahari	12

2.5 Sistem Kinerja Kolektor Pemanas Air Surya	15
2.6 Persamaan yang Digunakan.....	16
BAB III METODE KEGIATAN	19
3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan	19
3.2 Alat dan Bahan Kegiatan.....	19
3.3 Prosedur Penelitian Kolektor <i>Solar Water Heater</i>	20
3.4 Bagan Pengujian.....	22
3.5 Gambar Kolektor <i>Solar Water Heater</i>	23
3.6 Posisi matahari pada saat pengujian.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Hasil Penelitian.....	27
4.2 Pembahasan	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

	hlm.
Gambar 2.1 Proses Radiasi Pada Permukaan Kaca	10
Gambar 2.1 Perpindahan panas pada kolektor surya pelat datar.....	11
Gambar 2.3 Orientasi letak suatu permukaan bidang	13
Gambar 2.4 Radiasi sorotan paada permukaan bidang dari pengukuran.....	14
Gambar 2.5 Gambaran prinsip kerja kolektor	15
Gambar 3.1 Flouwchart pengujian solar water heater	22
Gambar 3.2 Kolektor solar water heater	23
Gambar 3.3 Kalkulator qiblat dengan masukan (input) data	25
Gambar 3.4 Kalkulator qiblat dengan keluaran (output) data.....	26
Gambar 3.5 Posisi matahari pada saat jam 08:00 WITA.....	26



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Satuan	Keterangan
Q_{in}	Watt	Daya input
G_{bt}	Watt/m ²	Intensitas radiasi
A_k	m ²	Luas apparatus
P_k	m	Panjang kolektor
L_k	m	Lebar kolektor
Q_{out}	Watt	Daya output
m	kJ/s	Laju aliran massa
c_p	j/kg.°C	Kalor spesifik
ΔT	°C	Beda temperatur
V_t	m ³	Volume tangki
ρ	kg/m ³	Massa jenis
t	s	Waktu
A_a	m ²	Luas Alas
T	m	Tinggi Tangki
r	m	Jari-Jari alas
T_{akhir}	°C	Temperatur Akhir
T_{awal}	°C	Temperatur awal
η_s	%	Efisiensi Sistem

:

DAFTAR LAMPIRAN

	hlm.
Lampiran A Data-data Hasil pengamatan.....	41
Lampiran B Hasil analisa data	57
Lampiran C Posisi matahari pada saat pengujian	73
Lampiran D Foto-foto kegiatan.....	84
Lampiran E Posisi sudut kolektor pada saat pengujian.....	87



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fadil

Nim : 342 15 017

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “Optimasi *Solar Water Heater* (SWH) dengan Pengaruh Sudut Kemiringan Kolektor” merupakan gagasan, hasil karya saya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 06 September 2018



Fadil
342 15 017

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Devi Zulfitri

Nim : 342 15 021

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “Optimasi *Solar Water Heater* (SWH) dengan Pengaruh Sudut Kemiringan Kolektor” merupakan gagasan, hasil karya saya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 06 September 2018



**METERAI
TEMPEL**
TGL. 20
B2988AFF282282750
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Devi Zulfitri
342 15 021

Optimasi *Solar Water Heater* (SWH) dengan Pengaruh Sudut Kemiringan Kolektor

RINGKASAN

Kegiatan Tugas Akhir ini dilakukan untuk mendapatkan nilai energi *output* dan nilai efisiensi dari *Solar Water Heater* (SWH) dengan cara memvariasikan sudut kemiringan kolektor. Sudut yang divariasikan tersebut bertujuan untuk menghasilkan sudut kolektor yang menghasilkan kinerja *Solar Water Heater* (SWH) yang paling optimum.

Metode yang digunakan untuk memperoleh kinerja sistem kolektor *Solar Water Heater* (SWH) dalam kegiatan tugas akhir ini yaitu dengan cara memvariasikan sudut kemiringan kolektor yakni sudut 30°, 45° dan 60°. Jenis kolektor yang digunakan dalam kegiatan ini adalah kolektor plat datar yang menggunakan satu kaca penutup. Proses pemanasan air pada kolektor surya paling ditekankan dalam penelitian ini.

Dari pengujian kolektor yang divariasikan memperlihatkan bahwa sudut yang divariasikan sangat berpengaruh pada kinerja kolektor sehingga nilai energi Output dan Efisiensi juga berbeda. Sudut kemiringan 30° diperoleh energi Output yaitu 12523,71 kJ, pada sudut 45° yaitu 12101,41 kJ, dan pada sudut 60° yaitu 10930,82 kJ. Adapun sudut 30° menghasilkan efisiensi yaitu 49,94 %, pada sudut 45° yaitu 56,89 %, dan pada sudut 60° yaitu 63,58 %. Berdasarkan nilai energi *output* sistem *Solar Water Heater* (SWH), sudut kemiringan 30° yang menghasilkan kinerja kolektor yang paling optimum .



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara garis besar, sumber energi dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu sumber energi yang terbarukan dan sumber energi yang tak terbarukan. Salah satu contoh dari sumber energi yang terbarukan adalah matahari. Energi yang dihasilkan dari matahari adalah salah satu energi alternatif yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan guna menggantikan energi yang dihasilkan oleh minyak bumi.

Ada banyak negara yang telah mengembangkan dan memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energi, termasuk Indonesia. Energi surya telah dimanfaatkan untuk berbagai tujuan, diantaranya adalah untuk membantu mengeringkan hasil pertanian, untuk memanaskan ruangan, untuk pencahayaan bertenaga surya, untuk memasak (kompor tenaga surya), dan untuk memanaskan air.

Dalam pemanfaatan energi surya untuk pemanas air dikenal sebuah alat yang disebut *Solar Water Heater (SWH)*. SWH atau pemanas air surya adalah sebuah alat yang digunakan untuk menangkap dan menahan panas matahari yang kemudian memanaskan air.

Solar Water Heater memiliki perangkat yang disebut kolektor. Kolektor surya berfungsi menyerap energi dari radiasi matahari dan mengkonversikannya menjadi energi kalor yang berguna untuk memanaskan air di dalam pipa-pipa

kolektor, sehingga temperatur air akan meningkat dan terjadi konveksi alami berdasarkan efek termosipon karena adanya perbedaan massa jenis fluida (Kristano dan Laeyadi, 2000)

Penelitian tentang kolektor surya telah banyak dilakukan. Salah satunya adalah yang dilakukan oleh Warsimin dan Jannawati (2017) tentang pengaruh sudut kemiringan kolektor terhadap kinerja *Solar Water Heater* (SWH). Pada penelitian tersebut, sudut kemiringan yang diteliti adalah 5°, 10°, 20° dan 30°. Dari hasil penelitian, didapatkan bahwa dengan semakin besar sudut kemiringan kolektor maka daya *output* dan efisiensinya juga semakin besar. Penyerapan pada kolektor lebih bagus jika posisi kolektor tegak lurus terhadap arah pancaran sinar matahari akan tetapi fluida yang di panaskan di dalam kolektor tersebut akan lambat menuju ke tangki penampungan disebabkan gesekan permukaan dinding pipa, maka dari itu sudut kemiringan kolektor juga berpengaruh terhadap kinerja kolektor. Semakin besar sudut kemiringan kolektor maka fluida yang dipanaskan akan semakin cepat naik ke tangki penampungan, tetapi penyerapan tidak sebaik dengan kolektor yang tegak lurus terhadap pancaran sinar matahari. Namun, dari hasil penelitian tersebut, belum didapatkan sudut kemiringan kolektor yang menghasilkan kinerja *Solar Water Heater* (SWH) yang optimum. Karena sudut kemiringan kolektor sangat mempengaruhi kinerja kolektor maka untuk mencapai titik optimum perlu ditambahkan beberapa sudut kemiringan yang lebih tinggi atau diatas 30°.

Dari latar belakang yang telah diuraikan, maka dilakukan penelitian dengan judul “Optimasi *Solar Water Heater* (SWH) dengan Pengaruh Sudut

Kemiringan Kolektor”. Pada penelitian ini kemiringan sudut kolektor divariasikan mulai dari 30° , 45° dan 60° , hingga mendapatkan kinerja SWH yang paling baik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka disusun permasalahan sebagai berikut:

- 1) Berapa besar daya *output* kolektor surya pelat datar pada setiap kemiringan kolektor yang bervariasi?
- 2) Berapa besar efisiensi pemanas air kolektor surya pelat datar pada setiap kemiringan kolektor yang bervariasi?
- 3) Berapa besar sudut kemiringan yang menghasilkan kinerja SWH yang optimum?

1.3 Ruang lingkup Kegiatan

Ruang lingkup kegiatan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Pengujian ini menggunakan peralatan kolektor surya pelat datar.
- 2) Pengujian dilakukan dengan sudut kemiringan kolektor 30° , 45° dan 60°
- 3) Perhitungan dilakukan untuk menghitung efisiensi harian.
- 4) Parameter yang diabaikan adalah perbedaan intensitas radiasi matahari setiap hari dalam pengujian

1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan

1.4.1 Tujuan Kegiatan

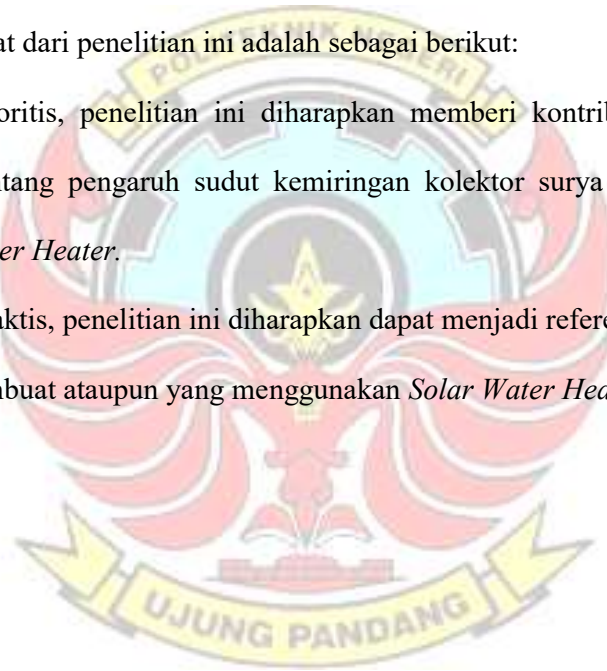
Dari rumusan masalah yang telah diuraikan di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Untuk memperoleh nilai daya *output* kolektor surya pelat datar pada setiap kemiringan kolektor yang bervariasi.
- 2) Untuk memperoleh nilai efisiensi pemanas air kolektor surya pelat datar pada setiap kemiringan kolektor yang bervariasi.
- 3) Untuk memperoleh sudut kemiringan yang menghasilkan kinerja SWH yang optimum.

1.4.2 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Secara teoritis, penelitian ini diharapkan memberi kontribusi ilmiah pada kajian tentang pengaruh sudut kemiringan kolektor surya terhadap kinerja *Solar Water Heater*.
- 2) Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi industri yang membuat ataupun yang menggunakan *Solar Water Heater*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu Tentang Kolektor *Solar Water Heater*

Fimansyah dan meelarina (2003) merancang kolektor surya plat datar dengan penutup ganda. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa pada temperatur input fluida yang terendah akan memberikan nilai efisiensi kolektor yang tertinggi dan dengan meningkatnya temperature input fluida akan memperkecil beda temperatur antara fluida masuk dan keluar, sehingga efisiensi akan menurun. Efisiensi aktul kolektor plat datar penutup tunggal adalah sebesar 87.1% diperoleh padalaju aliran 0,0125 kg/detik atau pada laju aliran cc/detik dan pada temperatur 30°C. sedangkan efisiensi aktual kolektor plat datar penutup ganda terbesar adalah sebesar 89,6 % diperoleh pada laju aliran massa 0,0125 kg/detik atau pada laju aliran 0,0125 cc/detik dan pada temperatur input fluida 30 °C.

Salam dkk (2005) melakukan redesain kolektor surya plat datar seri paralel dengan sistem konveksi alamiyah pada laboratorium teknik konversi energi. Efisiensi pengujian aliran paralel pada tanggal 25-10-2015 didapatkan aktual terbesar adalah 74,45 % dan aktual efisiensi terkecil yaitu 27,27 %. Pada tanggal 22-11-2005 efisiensi sistem terbesar adalah 74,49 % dan efisiени aktual terkecil yaitu 14,18 %. Berdasarkan perhitungan untuk metode pengujian aliran seri pada tanggal 18-11-2005 didapatkan efisiensi aktual sharian terbesar yaitu 52,12 % dan efisiensi aktual terkecil diperoleh sebesar 7,71%. Pada tanggal 21-11-2005 efisiensi sistem terbesar adalah 51,82 % dan efisiensi aktual terkecil adalah 7,17

% . Pada percobaan berbeban, efisiensi sistem terbesar yaitu 50,28 % pada tanggal 12-01-2006 untuk paralel, sedangkan untuk pengujian seri adalah 40,22 % pada tanggal 14-01-2006.

Putu Erman Wisea dan zujiar A (2008) melakukan penelitian tentang Analisis kinerja unit kolektor pemanas air surya konsentrator paralel semisilindris dengan metode efisiensi sesaat. Pengujian ini dilakukan dengan input variable laju aliran massa dari $0,0100 \div 0,0150$ kg/detik, temperatur air masuk pipa absorber kolektor konstan $40 \div 60$ °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 minimum kolektor adalah 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 temperatur input fluida yang tetap.

Warsimin dan Jannawati (2017) melakukan penelitian tentang pengaruh sudut kemiringan kolektor terhadap kinerja *Solar Water Heater* (SWH) pelat datar. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh nilai energi *output* dan efisiensi sistem pemanas air surya pelat datar. Penelitian dilakukan dengan metode variasi sudut kemiringan kolektor yaitu 5°, 10°, 20°, dan 30° untuk mengetahui unjuk kerja sistem kolektor surya. Kolektor yang digunakan adalah pelat datar dengan menggunakan satu kaca penutup yang diharapkan meningkatkan proses perpindahan panas. Hasil pengujian diperoleh nilai energi *output* sistem tertinggi yaitu 9858,32 kJ pada saat pengujian kolektor dengan sudut kemiringan 30°.

Sedangkan nilai efisiensi sistem tertinggi diperoleh dari pengujian kolektor dengan sudut kemiringan 30° yaitu 30,78 %.

Pada penelitian-penelitian terdahulu, belum didapatkan sudut kemiringan yang menghasilkan titik optimum dari kinerja *Solar Water Heater*. Oleh karena itu, pada penelitian ini sudut kemiringan akan terus divariasikan sampai menghasilkan titik optimum.

2.2 Teori Perpindahan Panas

Wuryani (1995) menyatakan bahwa “perpindahan panas adalah ilmu yang mempelajari perpindahan energi karena perbedaan temperatur di antara benda atau material. Di samping itu, perpindahan panas juga meramalkan laju perpindahan panas yang terjadi pada kondisi tertentu”. Pada umumnya, perpindahan panas dibagi menjadi tiga, yaitu:

1) Perpindahan Panas Konduksi

Menurut Holman (1993) menyatakan bahwa “energi berpindah secara konduksi atau hantaran dan bahwa laju perpindahan kalor itu berbanding dengan gradien suhu normal.”

Konduksi adalah proses dengan mana panas mengalir dari daerah yang bersuhu tinggi ke daerah yang bersuhu lebih rendah didalam suatu medium (padat cair atau gas) atau antara medium-medium yang berlainan yang bersinggungan secara langsung. Dalam aliran konduksi, perpindahan energi terjadi karena hubungan molekul secara langsung tanpa adanya perpindahan molekul yang

cukup besar (Kreith, 1994). Untuk menuliskan persamaan konduksi panas dalam bentuk matematik digunakan persamaan:

$$q = -kA \frac{dT}{dx} \quad (2.1)$$

Dimana:

q = laju perpindahan panas (Kj/s)

k = Konduktifitas termal (W/m °C)

$\frac{dT}{dx}$ = Gradien Suhu kearah perpindahan kalor (F/ft)

2) Perpindahan Panas Konveksi

Wibowo (2010) menyatakan bahwa “ Konveksi adalah proses *transfer* 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”.

Hasil pokok dari analisis perpindahan kalor kecepatan tinggi ialah bahwa laju perpindahan kalor secara umum dapat dihitung dengan hubungan yang sama (Holman, 1993), yaitu:

$$q = h \cdot A(T_w - T_\infty) \quad (2.2)$$

Dimana :

q = laju perpindahan panas (kJ/s)

h = Koefisien perpindahan panas konveksi (W/m² · °C)

A = luas penampang (m²)

T_w = Temperatur dinding (°C)

T_{∞} = Temperatur Fluida ($^{\circ}C$)

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 di dalam ruang tersebut hampa udara. Energi yang berpindah dengan cara tersebut diistilahkan dengan Panas Radiasi”(Kreith, 1994).

Radiasi total pada permukaan miring terbagi atas tiga macam yaitu: (Jansen, 1995).

- a) **Radiasi langsung (sudut masuk)** adalah intensitas radiasi atau sorotan yang diterima per jam pada sudut masuk normal.
- b) **Radiasi sebaran**, disebut juga **radiasi langit** (sky radiation) adalah radiasi yang dipancarkan ke permukaan penerima oleh atmosfer, dan karena itu berasal dari seluruh bagian hemisfer langit.
- c) **Radiasi pantulan**, selain komponen radiasi langsung dan sebaran permukaan juga mendapatkan radiasi yang dipantulkan dari permukaan yang berdekatan; jumlah radiasi yang dipantulkan tergantung pada refleksi α (albedo) dari permukaan yang berdekatan dan kemiringan permukaan yang menerima. Radiasi yang dipantulkan per jam, disebut juga radiasi pantulan.

Jumlah energi yang meninggalkan suatu permukaan sebagai panas radiasi tergantung pada suhu mutlak dan sifat permukaan tersebut. Radiator sempurna memancarkan radiasi dari permukaannya dengan laju q_r yang diberikan oleh: (Kreith, 1994)

$$q_r = \sigma A T^4$$

(2.3)

Dimana:

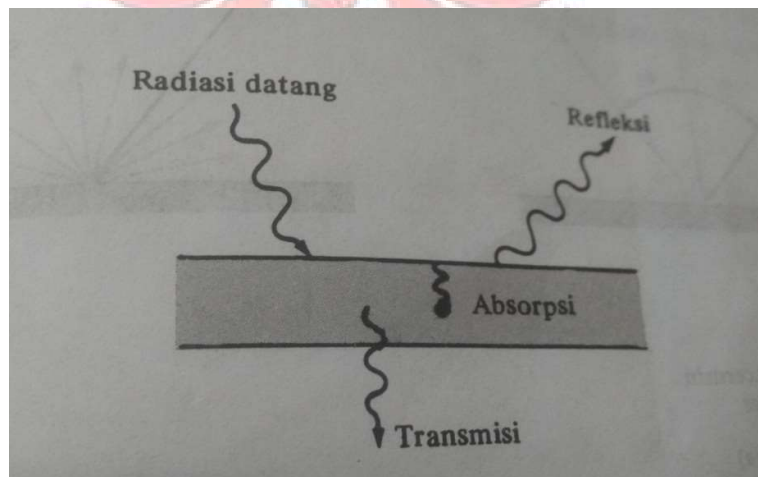
σ = Konstanta Dimensional dengan Nilai $5,67 \times 10^{-8}$ (watt/m²K⁴)

A = Luas Penampang (ft)

T = Suhu Permukaan (K)

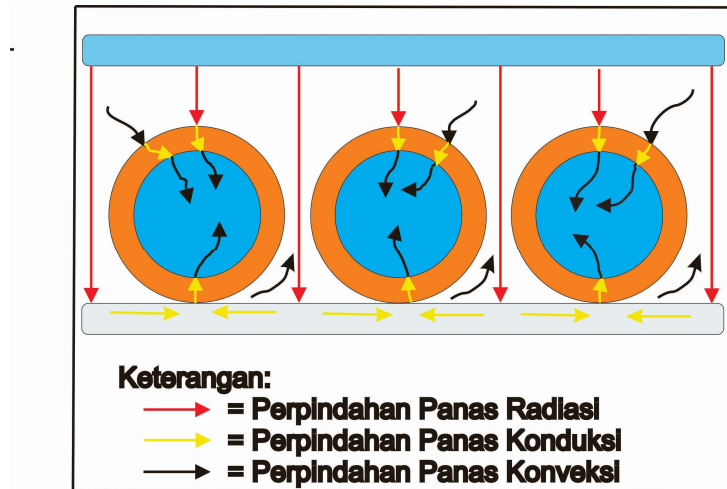
2.3 Perpindahan Panas Pada *Solar Water Heater*

Bila energi radiasi menimpa permukaan suatu bahan, maka sebagian radiasi itu dipantulkan (refleksi), sebagian besar diserap (absorpsi) dan sebagian besar diteruskan (transmisi) seperti pada gambar 2.1. Fraksi yang dipantulkan dinamakan reflektivitas, fraksi yang diserap absorptivitas dan fraksi yang diteruskan transmisivitas.



Gambar 2.1 Proses Radiasi pada Permukaan Kaca.(Holman, 1997)

Menurut Howel (1982), mekanisme perpindahan panas dibagi atas tiga, yaitu aliran panas konduksi, konveksi dan radiasi.



Gambar 2.2 Perpindahan Panas pada Kolektor *Surya Pelat Datar* (Howel, 1982).

Dari gambar 2.2 dapat dijelaskan proses perpindahan panas pada *solar water heater* sebagai berikut : air dingin yang berada dalam tangki penampung mengalir masuk ke kolektor melalui pipa sirkulasi dan akan mendapatkan *transfer* kalor baik secara konveksi maupun radiasi akibat terperangkapnya radiasi surya dalam kolektor yang dibatasi oleh pelat dan kaca bening tembus cahaya. Selain mendapatkan *transfer* kalor secara konveksi dan radiasi, pipa sirkulasi juga memperoleh panas yang mengalir secara konduksi di sepanjang pelat penyerap dan melalui dinding luar masuk ke permukaan dinding dalam saluran. Kemudian panas dari permukaan dinding dalam dipindahkan ke fluida dalam saluran dengan cara konveksi.

2.4 Posisi matahari

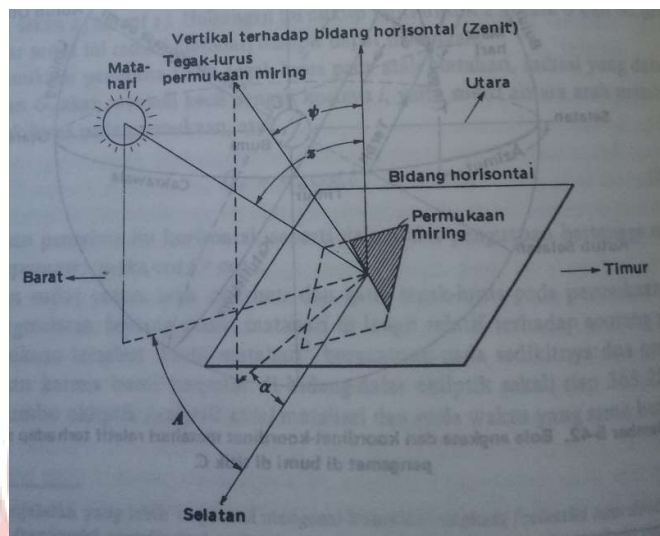
Posisi matahari pada tiap saat harus diketahui untuk menghitung komponen dari pemasukan radiasi surya pada sebuah permukaan miring dari data radiasi pada sebuah permukaan horisontal.

2.4.1 Radiasi Surya

Radiasi surya (*solar radiation*) merupakan satu bentuk radiasi termal yang mempunyai distribusi panjang gelombang yang khusus. Intensitasnya sangat bergantung dari kondisi atmosfer, saat dalam tahun dan sudut tampa (*angel of incidence*) sinar matahari dipermukaan bumi. Pada batas luar atmosfer, iradiasi surya total ialah 1395 W/m^2 bilamana bumi berada pada jarak rata-ratanya dari matahari. Angka ini disebut konstanta surya (*solar constant*), dan mungkin akan berubah bila data ekperimental yang lebih teliti sudah ada (Holman, 1997).

Energi matahari menimpa suatu permukaan dengan luas satuan yang ditempatkan tegak-lurus pada arah matahari di tepi luar atmosfer bumi dengan laju yang dinamakan konstanta matahari (*solar constant*), yang besarnya kurang lebih 442 Btu/h ft^2 . Namun radiasi matahari mencapai bumi dengan laju yang lebih kecil daripada 442 Btu/h ft^2 . Karena sebagian radiasi terserap dan terpancar (*scat-tere: terhambur*) di waktu radiasi tersebut melintas melalui lapisan udara, uap air, karbon dioksida serta debu setebal 90 mil yang menyelubungi bumi. Jumlah radiasi matahari yang diterima oleh suatu permukaan di bumi tergantung pada lokasi, jam, tanggal, (hari, bulan), cuaca dan kemiringan permukaan .

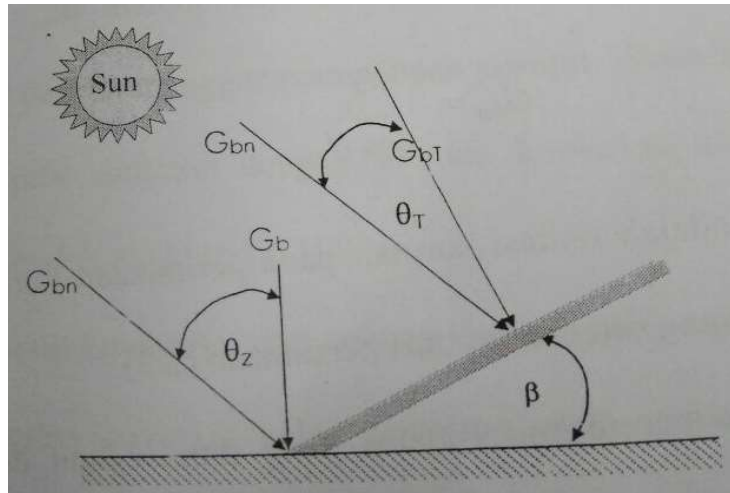
Berkurangnya radiasi matahari yang diterima dalam kala-waktu 24 jam disebabkan oleh sudut jam total yang dilalui matahari antara tengah hari dan terbitnya matahari atau tenggelamnya matahari.



Gambar 2.3 Orientasi Letak Suatu Permukaan Bidang (Holman, 1997)

Bagi permukaan yang miring (gambar 2.3) dengan sudut ϕ derajat terhadap bidang horizontal dan garis normalnya (garis tegak lurus pada permukaan) menghadap α derajat ke arah barat (diukur pada cakrawala dari garis bujur selatan), irradiansi matahari normal G_n dapat dibagi menjadi dua komponen yang masing-masing tegak lurus dan sejajar dengan permukaan miring tersebut. Hanya komponen tegak lurus pada dan sejajar dengan permukaan miring tersebut. hanya koomponen tegak lurus G_i yang menimpa permukaan. Perbandingan komponen radiasi efektif terhadap intensitas normal diberikan.

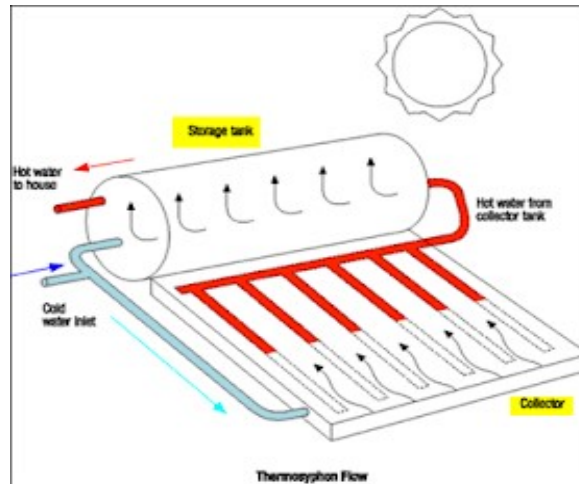
Formulasi besarnya intensitas radiasi matahari pada bidang miring dijelaskan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Radiasi Sorotan pada Permukaan Bidang Miring dari Pengukuran G_b (Wibowo, 2010)

Sudut masuk (θ_T) adalah sudut diantara arah sorotan pada sudut masuk normal dan arah komponen tegak lurus pada permukaan bidang miring. Apabila pada permukaan sudut β terhadap horizontal, maka hal itu adalah sama dengan apabila bumi diputar dengan arah jarum jam sebesar sudut β , dan permukaanya tetap berada pada kedudukan yang sama. Karena garis lintang ditentukan bidang ekuator, maka kemiringan permukaan mengarah ke ekuator, yaitu bahwa permukaan itu dimiringkan ke selatan bagi hemisfer ke bagian utara.

2.5 Sistem Kinerja Kolektor *Solar Water Heater*



Gambar 2.5 *Gambaran Prinsip Kerja Kolektor.*
(Baraya Teknik, 2016)

Prinsip kerja pemanas air tenaga surya ini secara umum dimulai ketika energi panas surya yang dihasilkan oleh matahari diserap oleh penyerap yang merupakan lembaran pelat datar. Dalam kolektor pelat datar energi surya diubah menjadi energi panas yang mengkonduksi sehingga mengekspansi air yang lewat kolektor. Akibat perbedaan berat jenis antara air terekspansi panas di kolektor dengan air tersimpan di tangki, maka air yang terekspansi panas naik ke atas kolektor (*header*). Siklus ini terus berlangsung sehingga air pada tangki perlahan-lahan akan naik temperaturnya (Wibowo, 2010).

Pada kinerja kolektor pemanas air surya, sistem sirkulasi airnya secara alamiah yaitu dengan sistem *thermosiphon*. Wibowo (2010) menyatakan bahwa “*thermosiphon* adalah sirkulasi fluida kerja yang terjadi pada sistem tertutup dimana berat jenis fluida yang lebih tinggi berada di bawah dan berat jenis fluida yang lebih rendah berada di atas.”

Kerja sistem dimulai ketika energi panas surya mencapai kolektor pelat datar yang terdiri dari lembaran pelat dan pipa yang dialiri air. Pada saat inilah terjadi konveksi energi panas matahari menjadi energi panas yang terkumpul pada kolektor. Akumulasi panas pada kolektor ini kemudian secara konduksi menghantarkan panas pada media kerja yang mengalir pada pipa kolektor. Ketika air terpanasi maka air tersebut akan mengalami perkembangan struktur atom sehingga berat jenis air yang rendah cenderung menempati posisi di atas dibandingkan air yang mempunyai berat jenis yang tinggi. Kecendrungan ini memaksa air bersirkulasi secara teratur dari tangki penyimpanan sehingga mencapai tangki kembali.

2.5 Persamaan Yang Digunakan

Adapun persamaan-persamaan yang akan digunakan dalam pengujian *Solar Water Heater* yang akan dilakukan adalah :

2.5.1 Daya *Input* (watt)

$$Q_{in} = G_{bT} \cdot A_k \quad (2.4)$$

Dimana, Q_{in} = Daya *Input* (watt)

G_{bT} = Intensitas radiasi (watt/m^2)

A_k = Luas apparatus (m^2)

2.5.2 Luas Apparatus (m^2)

$$A_k = P_k \cdot L_k \quad (2.5)$$

2.5.3 Dimana, A_k = Luas Apparatus (m^2)

P_k = Panjang kolektor (m)

L_k = Lebar kolektor (m)

2.5.4 Daya *Output* (watt)

$$Q_{out} = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T \quad (2.6)$$

Dimana, Q_{out} = Daya *Output* (watt)

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

C_p = Kalor spesifik (joule/kg · °C)

ΔT = Beda temperatur (°C)

2.5.5 Laju Aliran Massa (kg/s)

$$\dot{m} = \frac{V_t \cdot \rho}{t} \quad (2.7)$$

Dimana, \dot{m} = Laju Aliran Massa (kg/s)

V_t = Volume tangki (m^3)

ρ = Massa Jenis (kg/m^3)

t = Waktu (s)

2.5.6 Volume Tangki (m^3)

$$V_t = A_a \cdot T \quad (2.8)$$

2.5.7 Dimana, V_t = Volume Tangki (m^3)

A_a = luas alas (m^2)

T = Tinggi tangki (m)

2.5.8 Luas Alas (m^2)

$$A_a = \pi \cdot r^2 \quad (2.9)$$

Dimana, A_a = Luas Alas (m^2)

r = Jari-jari alas (m)

2.5.9 Beda Temperatur (°C)

$$\Delta T = T_{akhir} - T_{awal} \quad (2.10)$$

2.5.10 Dimana, ΔT = Beda Temperatur (°C)

T_{akhir} = Temperatur akhir (°C)

T_{awal} = Temperatur awal (°C)

2.5.11 Efisiensi Sistem (%)

$$\eta_s = \frac{Q_u}{Q_{in}} \cdot 100\% \quad (2.11)$$

Dimana, η_s = Efisiensi Sistem (%)

Q_u = Daya *output* kolektor (watt)

Q_{in} = Daya *input* kolektor (watt)

Dalam pengukuran terdapat beberapa hal yang terukur, sebagai berikut :

- Temperatur awal (diukur dengan 3 kedalaman) (°C)
- Temperatur *input* kolektor (°C)
- Temperatur *output* kolektor (°C)
- Jari-jari alas (m)
- Tinggi tangki (m)
- Intensitas radiasi (watt/m²)

Dengan C_p dan ρ dicari dalam tabel berdasarkan temperatur fluida.

BAB III

METODE KEGIATAN

3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan

1) Tempat Penelitian

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

2) Waktu penelitian

- Lama penelitian : 6 bulan, mulai Maret sampai Agustus 2018.
- Waktu pengambilan data :
 - Tanggal : 01 Juli sampai 14 Agustus 2018
 - Jam : 08.00 WITA – 16.00 WITA

3.2 Alat dan Bahan

1) Alat

a) Peralatan Utama :

- 2 Unit Kolektor Pemanas Air surya

b) Peralataan Bantu :

- Selang air yang berfungsi untuk mengalirkan air (fluida *input*).
- Kabel Roll yang berfungsi sebagai kabel *power supply*.

c) Peralatan ukur yang dipergunakan :

- 2 Unit Termometer 5 titik yang berfungsi mengukur suhu masing-masing pada box penampung air atas, temperatur fluida *input* dan fluida *output*.

- Piranometer / Solarimeter yang berfungsi mengukur intensitas radiasi matahari.
- Busur Derajat yang berfungsi sebagai acuan dalam mengukur serta menentukan sudut kemiringan kolektor.
- Timer yang berfungsi mengukur waktu.

3.3 Prosedur Penelitian Kolektor *Solar Water Heater*

Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan metode variasi sudut kemiringan kolektor untuk mengetahui unjuk kerja sistem kolektor surya. Penelitian ditekankan pada proses pemanas air pada kolektor surya. Kolektor yang digunakan adalah pelat datar dengan menggunakan satu kaca penutup yang diharapkan meningkatkan proses perpindahan panas.

Adapun proses penelitian yang akan dilakukuan, yaitu :

- 1) Kolektor dihadapkan pada posisi sumbu utara - selatan dengan sudut kemiringan kolektor 1 adalah 30° dan kolektor 2 adalah 45°
- 2) Mempersiapkan peralatan uji dan alat ukur.
- 3) Mengisi air pada tangki penampung.
- 4) Mengalirkan air pada pipa-pipa yang ada pada kolektor.
- 5) Waktu pengukuran mulai jam 08.00 WITA.
- 6) Mengamati atau mencatat temperatur masuk dan temperatur keluar kolektor, waktu pengukuran, temperatur lingkungan serta temperatur air dalam tangki setiap menit.
- 7) Mengamati atau mencatat intensitas radiasi matahari setiap 30 menit.
- 8) Pengujian diakhiri pada jam 17.00 WITA.

- 9) Mengulangi pengujian di atas untuk sudut kolektor 1 adalah 45° dan kolektor 2 adalah 30° .
- 10) Memvariasikan pengujian dengan kondisi sudut kolektor yang bisa 30° , 45° , dan 60° .



3.4 Bagan Pengujian

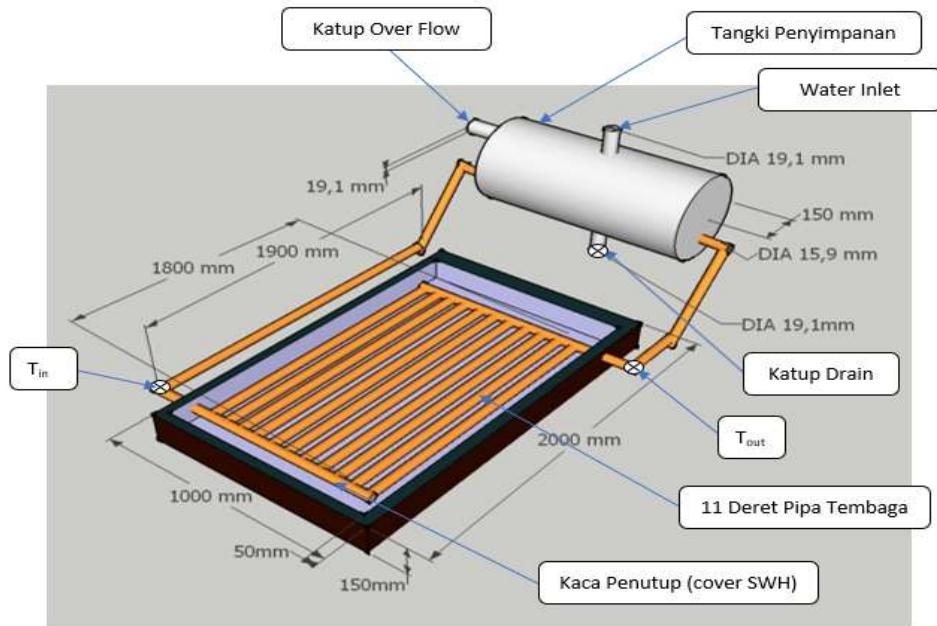


Gambar 3.1 *Flowchart Pengujian Solar Water Heater*

Keterangan:

Kegiatan Tugas Akhir ini adalah lanjutan dari Tugas Akhir dari Jannawati dan Warsimin. Data dikatakan tuntas apabila pengujian *Solar Water Heater* (SWH) sudah dilakukan dengan semua sudut kolektor 30°, 45° dan 60°. Data Valid apabila pengujian telah selesai dengan beberapa sudut kolektor tanpa adanya data yang rusak yang dapat diakibatkan oleh pembacaan sensor yang kurang akurat dan pembacaan solarimeter tersimpan di memori. .

3.5 Gambar Kolektor *Solar Water Heater*



Gambar 3.2 Kolektor *Solar Water Heater* (Warsimin dan Jannawati, 2017).

Pemanas air surya kolektor pelat datar yang digunakan dalam penelitian ini memiliki dua komponen utama, yaitu kolektor pelat datar dan tangki penampung. Kolektor pelat datar terbuat dari besi pelat dengan ketebalan 3 mm, dimana proses pembuatannya melalui proses pemotongan dan pengelasan. Kotak kolektor ini berbentuk persegi dengan panjang kolektor 2 m, lebar 1 m. Kolektor ini memiliki *input* dan *output* fluida, dimana *input* fluida berada di bagian bawah kolektor yang dihubungkan dengan *output* tangki penampung sedangkan *output* fluida berada pada bagian atas kolektor yang dihubungkan dengan *input* tangki penampung.

Di dalam ruang kolektor baik itu sisi bagian kiri, kanan, atas, bawah dan alas dipasang isolasi dengan ketebalan 1 cm. Sedangkan bagian alas kolektor juga

dipasang selembat pelat aluminium ukuran panjang 2 m, lebar 1 m dengan ketebalan 0,2 mm yang diikat dengan pipa penyerapan yang terbuat dari bahan tembaga dengan diameter 5/8 inci, yang dipotong menjadi 11 buah dengan panjang yang sama yaitu 180 cm dan disusun secara paralel. Penggunaan kaca penutup bertujuan untuk memberikan efek rumah kaca dengan ukuran panjang 2 m, lebar 1 m serta memiliki ketebalan 5 mm.

Tangki penampung berada di dalam sebuah tabung pelat dengan material *stainless steel* dengan ukuran diameter 36 cm dan panjang 1 m serta dilapisi isolasi berupa busa cor. Tangki penampung juga terbuat dari pelat *stainless steel* yang berbentuk tabung dengan ukuran jari-jari 0,18 m, tinggi 0,9 m. Tangki penampung memiliki katup *drain* dan *water inlet* dimana katup *drain* digunakan untuk membuang air yang ada di dalam tangki penampung, sedangkan *water inlet* berfungsi untuk mengisi tangki penampung yang akan dipanaskan di kolektor pelat datar. Tangki penampung ini juga memiliki *input* fluida dan *output* fluida yang sejajar. *Input* fluida dihubungkan dengan *output* fluida dari kolektor pelat datar sedangkan *output* fluida tangki penampung dihubungkan dengan *input* fluida pada kolektor pelat datar. Tangki penampung diisi air hingga penuh.

3.6 Posisi Matahari Pada Saat Pengujian

Posisi matahari dapat diketahui pada saat pengujian kolektor Solar Water Heater (SWH) dengan cara menggunakan kalkulator Qiblat yang disusun oleh Muh. Ma'rufin Sudibyو Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Ilmu Falak Rukyatul Hilal Indonesia. Berikut ini contoh posisi matahari pada saat pengujian kolektor *Solar Water Heater* (SWH) pada tanggal 18 Agustus 2018;

KALKULATOR QIBLAT				
Disusun oleh Muh. Ma'rufin Sudibyو (Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Ilmu Falak Rukyatul Hilal Indonesia)				
MASUKAN (INPUT)				
1. Nama Tempat		2. Koordinat Tempat		
Tempat	: makassar	Lintang	: 5° 8' 24" LS	
Propinsi	: sulawesi selatan	Bujur	: 119° 27' 20" BT	
Negara	: Indonesia	Elevasi	: 0 meter dari permukaan laut	
		Zona waktu	: 8	disarankan = 8
3. Tanggal dan Jam Pengukuran			4. Identitas Bangunan	
Tahun	Bulan	Tanggal	Jam	Menit
2018	07	18	08	: 00
			Azimuth bangunan	
			30° 0'	
Keterangan : Koordinat tempat dalam format derajat (°), menit busur (') dan detik busur ("), identitas garis lintang LU atau LS dan garis bujur BB atau BT. Elevasi dihitung dari permukaan laut dalam rentang 0 - 10.000 m, jika tidak diketahui isilah dengan 0 (nol). Zona waktu memiliki selisih +/- 3 dari yang disarankan dimana untuk WIB = 7, WITA = 8 dan WIT = 9. Tahun Masehi dalam rentang 1900 - 2200 M, bulan 1 = Januari, 2 = Februari, ... , 12 = Desember.				

Gambar 3.3 Kalkulator Qiblat dengan masukan (*input*) data

KELUARAN (OUTPUT)

1. Arah Kiblat

Azimuth kiblat makassar, sulawesi selatan, Indonesia	= 292° 28' +/- 0° 24' (antara 292° 04' s/d 292° 52')
Jarak dari makassar ke Ka'bah	= 9160.1 kilometer
Sudut penyimpangan arah kiblat	= 262° 28' ke kiri dari azimuth kiblat
Jarak penyimpangan	= lebih dari 10018.5 km dari Ka'bah

2. Posisi Matahari pada Rabu Wage, 18 Juli 2018

a. Posisi istimewa

Matahari Terbit	= 06 : 12
Matahari Terbenam	= 18 : 04
Matahari Tepat di Titik Timur	=
Matahari Tepat di Titik Barat	=
Matahari Tepat di Arah Utara-Selatan	= 12 : 08
Matahari Tepat di Arah Kiblat	= 17 : 16
Matahari Tepat Tegak Lurus Arah Kiblat	= 11 : 23

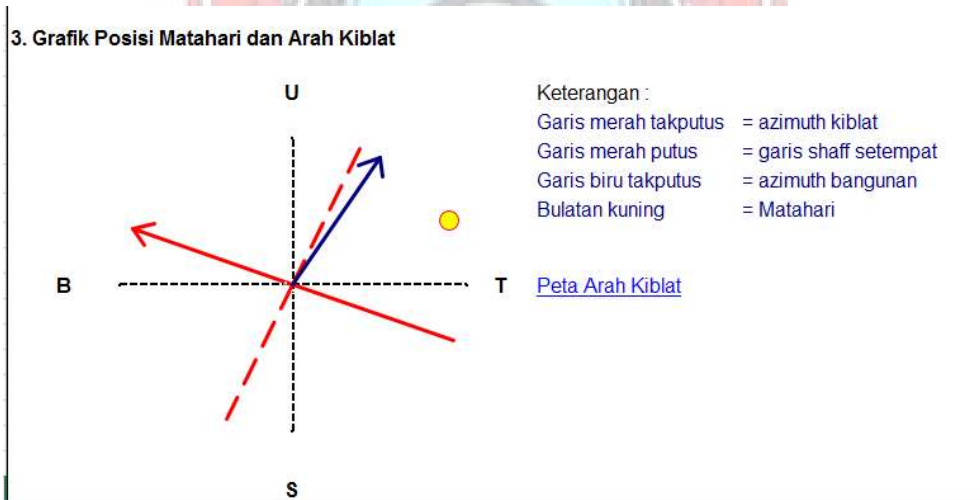
b. Posisi sewaktu (pukul 08 : 00)

Azimuth Matahari	= 64° 19'
Tinggi Matahari	= 23° 45'
Selisih dg arah kiblat	= kurang 228° 09'

c. Posisi transit (pukul 12 : 00)

Deklinasi Matahari	= + 21° 02'
Perata Waktu	= - 6m 14d

Gambar 3.4 Klakulator Qiblat dengan Keluaran (output)



Gambar 3.5 Posisi matahari pada jam 08:00 WITA

Posisi matahari pada pengujian selanjutnya dapat diketahui dengan menggunakan kalkulator Qiblat. Adapun data posisi matahari untuk pengujian selanjutnya dapat dilihat pada lampiran C1 sampai C10.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Analisis Data

Untuk memperoleh efisiensi kolektor, maka analisis dilakukan pada hasil pengujian kolektor di setiap sudut kemiringan yang diujikan. Berikut adalah salah satu bentuk analisis pada sudut kemiringan 30°. Data yang digunakan adalah data pada lampiran A2 tabel 5 no. 3.

Diketahui :

- Intensitas radiasi matahari ($G_{bT_{rata-rata}}$) : 503 watt/m²
- Temperatur masuk kolektor (T_{in}) : 27,59°C
- Temperatur keluar kolektor (T_{out}) : 38,46°C
- Temperatur rata-rata tangki ($T_{rata-rata}$) : 29,02°C
- Waktu pengambilan data : 09.00 WITA
- Sudut kemiringan kolektor (α) : 30°
- Panjang kolektor : 2 m
- Lebar kolektor : 1 m
- Sudut garis lintang (\emptyset) : untuk makassar 5°

1. Penyelesaian :

a. Luas Apparature (m^2)

$$\begin{aligned}A_k &= L \cdot [P \cdot \cos(\alpha - \emptyset)] \\&= 1 \text{ m} \cdot [2 \text{ m} \cdot \cos(30 - 5)] \\&= 1 \text{ m} \cdot [2 \text{ m} \cdot \cos(25)] \\&= 0.90631 \text{ m}^2\end{aligned}$$

b. Energi Input Sistem (kJ)

$$\begin{aligned}Q_{in} &= G_{bT.rata} \cdot A_k \cdot t \\&= 252,33 \text{ watt}/m^2 \cdot 0.90631 \text{ m}^2 \cdot \left(\frac{30 \text{ m} \cdot 60^s/m}{1000 \text{ J}/kJ}\right) \\&= 1646,17 \text{ watt}\end{aligned}$$

c. Luas Alas Tangki (m^2)

$$\begin{aligned}A_a &= \pi \cdot r^2 \\&= \pi \cdot 0,18^2 \\&= 0,10178 \text{ m}^2\end{aligned}$$

d. Volume Tangki (m^3)

$$\begin{aligned}V_t &= A_a \cdot h \\&= 0,10178 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \text{ m} \\&= 0,09161 \text{ m}^3\end{aligned}$$

e. Massa Air (kg)

$$\begin{aligned}m &= V_t \cdot \rho \\&= 0,09161 \text{ m}^3 \cdot 993,60 \text{ kg}/m^3 \\&= 91,02 \text{ kg}\end{aligned}$$

f. Beda Temperatur (°C)

$$\begin{aligned}\Delta T &= T_{akhir} - T_{awal} \\ &= T_{2.rata} - T_{1.rata} \\ &= 29,02^{\circ}\text{C} - 27,92^{\circ}\text{C} \\ &= 1,1^{\circ}\text{C}\end{aligned}$$

g. Energi Output Sistem (kJ)

$$\begin{aligned}Q_{out} &= m \cdot C_p \cdot \Delta \\ &= 91,02 \text{ kg} \cdot 4,18 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C} \cdot 1,1^{\circ}\text{C} \\ &= 418,29 \text{ watt}\end{aligned}$$

h. Efisiensi sistem (%)

$$\begin{aligned}\eta_s &= \frac{Q_u}{Q_{in}} \cdot 100 \% \\ &= \frac{418,29 \text{ watt}}{1646,17 \text{ watt}} \cdot 100 \% \\ &= 25,21 \%\end{aligned}$$

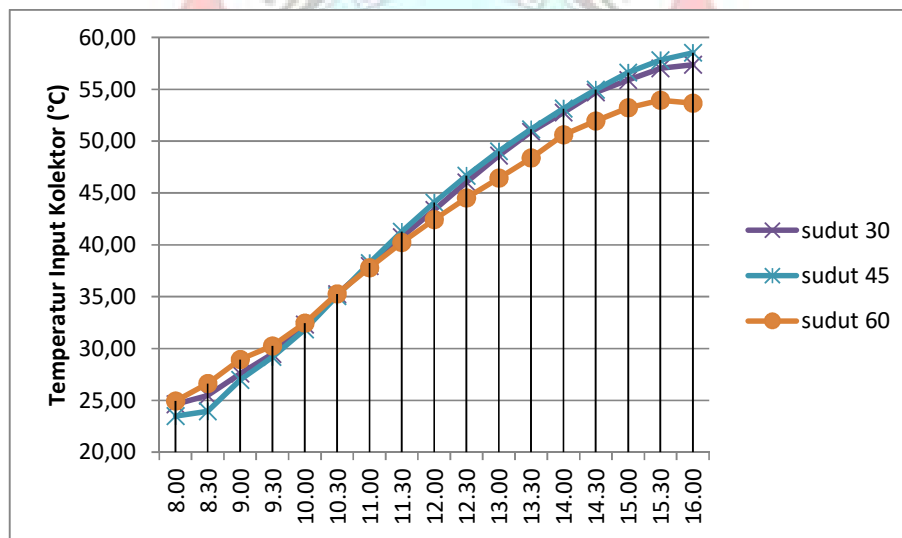
Data hasil analisa selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B tabel 1 sampai tabel 15.



4.2 Pembahasan

4.2.1 Temperatur *Input* dan *Output* Kolektor

Gambar 4.1 menunjukkan hubungan antara waktu terhadap temperatur *input* kolektor. Untuk gambar 4.2 menunjukkan hubungan antara waktu terhadap temperatur *output* kolektor. Untuk mendapatkan gambar tersebut digunakan tabel data hasil rata-rata dari pengujian kolektor dengan sudut yang berbeda dari awal pengujian sampai akhir pengujian. Data hasil rata-rata sudut dapat dilihat pada lampiran A. Lampiran A2 tabel 5 untuk sudut kemiringan 30°, lampiran A4 tabel 10 untuk sudut 45° dan lampiran A6 tabel 15 untuk sudut 60°.

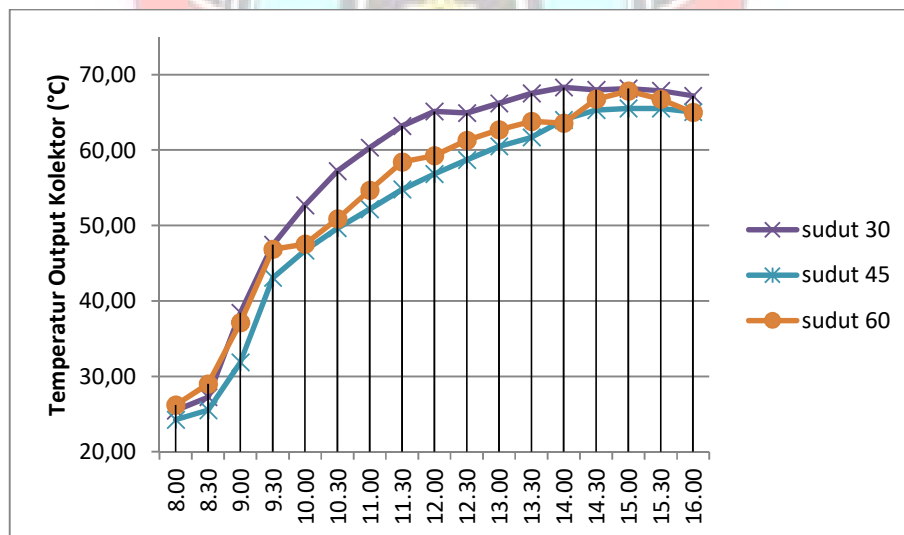


Gambar 4.1 Hubungan Antara Waktu Terhadap Temperatur *Input* Kolektor

Dari hasil penelitian sebelumnya hubungan antara waktu terhadap Temperatur *input* kolektor bahwa semakin lama waktu pengambilan data. Maka akan mempengaruhi nilai temperatur input kolektor yang semakin tinggi juga. Pada gambar 4.1 pengambilan data pada pukul 08:00-16:00 wita temperatur input kolektor dengan sudut yang bervariasi terus mengalami kenaikan temperatur.

Sudut yang divariasikan yaitu sudut 30°, 45° dan 60° memiliki nilai maksimum temperatur input yang berbeda pula.

Pengujian kolektor dengan sudut 30° memiliki nilai maksimum temperatur tertinggi pada pukul 16:00 WITA dengan nilai temperatur *input* kolektor yaitu 57.37°C. Pada pengujian kolektor dengan sudut 45° juga memiliki nilai maksimum tertinggi pada pukul 16:00 WITA dengan nilai temperatur *input* kolektor yaitu 58.82°C. Pada pengujian kolektor dengan sudut 60° memiliki nilai temperatur tertinggi pada pukul 15:30 WITA dengan nilai yaitu 53.93°C. Dari pengujian kolektor yang bervariasi dengan sudut 30°, 45° dan 60°, maka diperoleh nilai maksimum energi *input* temperatur kolektor pada sudut 45° yaitu 58.82°C.



Gambar 4.2 Hubungan Antara Waktu Terhadap Temperatur *Output* Kolektor

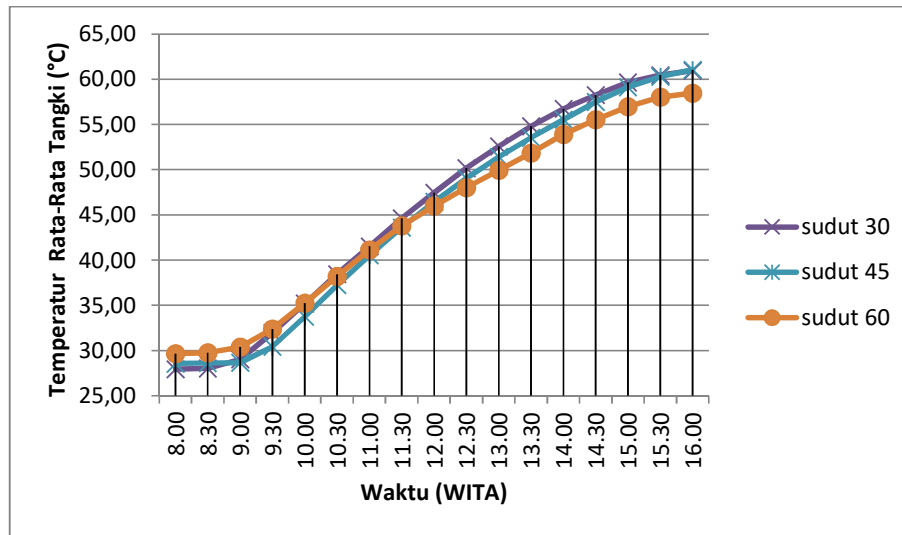
Pada gambar 4.2 hubungan antara waktu terhadap *output* kolektor menunjukkan bahwa waktu pengambilan data sangat mempengaruhi nilai temperatur *output* kolektor, semakin lama waktu pengambilan data maka nilai

temperatur output juga akan mengalami kenaikan temperatur, namun pada waktu tertentu nilai temperatur output kolektor mengalami penurunan temperatur hal ini terjadi karena intensitas matahari yang mulai menurun.

Nilai temperatur output kolektor juga memiliki nilai maksimum yang berbeda pada sudut yang divariasikan. Pada Pengujian kolektor dengan sudut 30° memiliki nilai maksimum temperatur tertinggi pada pukul 15:00 WITA dengan nilai temperatur *input* kolektor yaitu 68.14°C . Pengujian kolektor dengan sudut 45° memiliki nilai maksimum temperatur tertinggi pada pukul 15:00 WITA dengan nilai temperatur *input* kolektor yaitu 62.52°C . Pengujian kolektor dengan sudut 60° memiliki nilai maksimum temperatur tertinggi pada pukul 15:00 WITA dengan nilai temperatur *input* kolektor yaitu 66.76°C , namun ada pengujian kolektor dengan sudut 60° nilai temperatur mengalami penurunan pada pukul 14:00 WITA dari 53.80°C menjadi 63.57°C dan mengalami kenaikan pada pukul 14:30 dengan nilai 66.76°C . Dari sudut kolektor yang divariasikan maka diperoleh nilai temperatur output tertinggi pada sudut 30° yaitu 68.14°C .

4.2.2 Temperatur Rata-Rata Tangki

Gambar 4.3 menunjukkan hubungan antara temperatur rata-rata tangki kolektor . Untuk menghasilkan gambar tersebut digunakan tabel data hasil rata-rata dari pengujian kolektor dengan sudut yang berbeda dari awal pengujian sampai akhir pengujian. Data hasil rata-rata sudut dapat dilihat pada lampiran A. Lampiran A2 tabel 5 untuk sudut kemiringan 30° , lampiran A4 tabel 10 untuk sudut 45° dan lampiran A6 tabel 15 untuk sudut 60° .



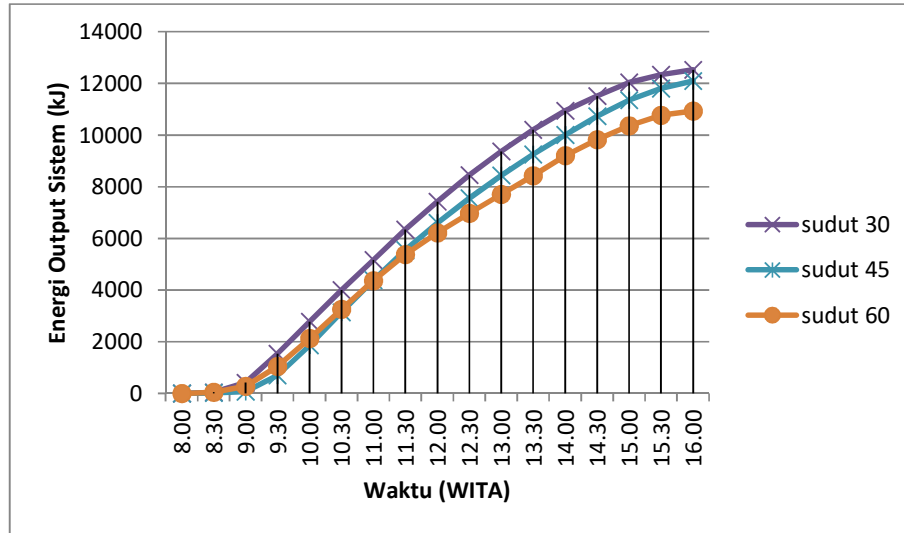
Gambar 4.3 Hubungan Antara Waktu Terhadap Temperatur Rata-rata Tangki Kolektor

Dari gambar 4.3 hubungan antara waktu terhadap temperatur rata-rata tangki tiap sudut yang divariasikan antara sudut 30°, 45° dan 60° memiliki nilai rata-rata yang berbeda. Pengujian kolektor dengan kemiringan 30° memiliki temperatur rata-rata yang paling tinggi yaitu 60.94°C, pada pengujian kolektor dengan kemiringan 45° memiliki nilai temperatur rata-rata yang paling tinggi yaitu 61.05°C dan pada pengujian kolektor dengan kemiringan 60° juga memiliki nilai temperatur rata-rata yang tertinggi yaitu 58.47°C. nilai temperatur yang divariasikan yang paling tinggi yaitu pada sudut kemiringan 45° dengan nilai 61.05°C.

4.2.3 Energi *Output* Sistem

Gambar 4.4 menunjukkan hubungan antara waktu terhadap energy *Output* sistem. Untuk menghasilkan gambar tersebut digunakan tabel data hasil rata-rata analisis dari pengujian kolektor dengan sudut yang berbeda dari awal pengujian

sampai akhir pengujian. Data hasil rata-rata sudut dapat dilihat pada lampiran B. Lampiran B2 tabel 5 untuk sudut kemiringan 30°, lampiran B4 tabel 10 untuk sudut 45° dan lampiran 66 tabel 15 untuk sudut 60°.



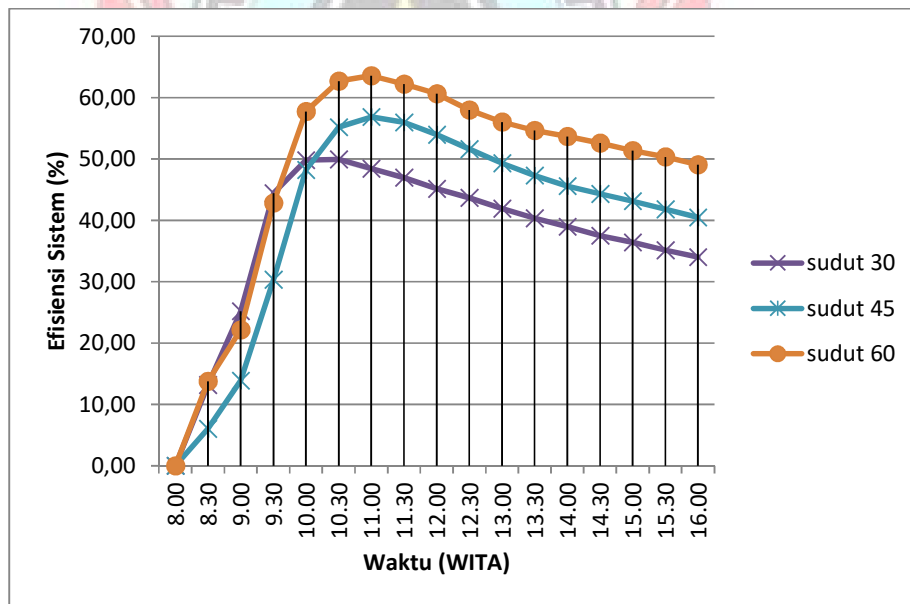
Gambar 4.4 Hubungan Antara Waktu Terhadap Energi *Output* Sistem.

Dari gambar 4.4 hubungan antara waktu terhadap energi *output* sistem pada pengujian kolektor yang divarasikan anantara sudut 30°,45° dan 60° terlihat bahwa semakin lama waktu pengambilan data dari pukul 08:00-16:00 WITA maka nilai energi output sistem juga akan naik juga. Sudut dengan kemiringan 30° memiliki nilai energi output sistem tertinggi yaitu 12523,22 kJ, sudut dengan kemiringan 45° memiliki nilai energi *output* sistem yang tertinggi yaitu 12101,41 kJ dan pada pengujian 60° memiliki nilai energi *output* sitem yang tertinggi yaitu 10930.82 kJ.

Dari pengujian kolektor yang divariasikan antara sudut 30°,45° dan 60°, maka nilai energi output sistem yang paling tinggi yaitu pada sudut kemiringan 30° dengan nilai 12523.22 kJ

4.2.4 Efisiensi Sistem

Gambar 4.5 menunjukkan hubungan antara waktu terhadap efisiensi sistem. Untuk menghasilkan gambar tersebut digunakan tabel data hasil rata-rata analisis dari pengujian kolektor dengan sudut yang berbeda dari awal pengujian sampai akhir pengujian. Data hasil rata-rata sudut dapat dilihat pada lampiran B. Lampiran B2 tabel 5 untuk sudut kemiringan 30°, lampiran B4 tabel 10 untuk sudut 45° dan lampiran 66 tabel 15 untuk sudut 60°.



Gambar 4.5 Hubungan Antara Waktu Terhadap Efisiensi Sistem

Dari gambar 4.5 hubungan antara waktu terhadap efisiensi sistem terlihat bahwa nilai efisiensi dari tiap sudut yang divariasikan memiliki puncak efisiensi

yang berbeda pula. Nilai efisiensi yang paling tinggi yaitu pada pengujian kolektor dengan sudut kemiringan kolektor 60° dengan nilai efisiensi yaitu 63.58% terjadi pada pukul 11:00 WITA. Adapun nilai efisiensi pada sudut kemiringan kolektor 45° nilai efisiensi tertinggi yaitu 56.89% terjadi pada pukul 11:00 WITA dan pada pengujian kolektor dengan sudut kemiringan 30° nilai efisiensi tertinggi yaitu 49.94% terjadi pada pukul 10:30 WITA. Selanjutnya nilai efisiensi sistem akan mengalami penurunan efisiensi setelah mencapai nilai tertingginya di setiap sudut yang divariasikan antara sudut 30° , 45° dan 60° .



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Bedasarkan data hasil perhitungan dan pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai rata-rata energi *output* sistem pada saat pengujian kolektor dengan sudut kemiringan 30° adalah 12523,71 kJ, sedangkan pada sudut kemiringan 45° , nilai energi *output* yang dihasilkan adalah 12101,41kJ dan pada sudut 60° energi *output* sistem adalah 10770,71kJ.
2. Nilai rata-rata efisiensi sistem pada saat pengujian kolektor dengan sudut kemiringan 60° adalah 63,58 %, sedangkan nilai efisiensi pada sudut kemiringan 45° adalah 56,89 %, dan nilai efisiensi pada sudut kemiringan 30° adalah 35,16 %
3. Dari semua pengujian kolektor dengan sudut kemiringan 30° , 45° dan 60° , dapat dilihat bahwa kinerja kolektor yang optimum adalah pada sudut 30° . Kinerja optimum kolektor dapat dilihat pada nilai *output* sistem, dimana nilai *output* sistem pada sudut 30° lebih besar dibandingkan dengan 45° dan 60° .

5.2 Saran

1. Agar penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan jenis kolektor serap yang lain.
2. Penelitian ini juga dapat dikembangkan dengan kolektor yang bertingkat.
3. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan kolektor yang dapat mengikuti arah matahari.



DAFTAR PUSTAKA

- Baraya Teknik Pinasti. 2016. Service Pemanas Air Tenaga Surya Sukaji, (Online), (<http://servicenyaaorangasukajadi.blogspot.com/2017/09/jasa-service-pemanas-air-tenaga-surya.html?m=1>, diakses 14 oktober 2018)
- Duffie, Jhon A. And Beckman, Wiliam A. 1980. *Solar Engineering of Thermal Process*. New York: John Wiley & Sons
- Erman, Putu & Zujiar A. 2008. Analisis Kinerja Unit Kolektor Pemanas Air Surya Konsentrator Paralel Semisilindris dengan Metode Efisiensi Sesaat. Tugas Akhir. Makassar : Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Firmansyah dan Melarina. 2003. Rancang Bangun Kolektor Surya Plat Datar dengan Penutup Ganda. Tugas Akhir. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Holman, J.P. 1997. Perpindahan Kalor. Dialih bahasakan oleh Djasifi. E. Jakarta : Erlangga.
- Howel, R. & Jhon. 1982. *Solar Thermal Energy System Analisis and Design*. New York : McGraw-Hill Book Company.
- Jansen, Ted. J. 1995. Teknologi Rekayasa Surya. Dialihbahasakan oleh Wiranto Arismunandar. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Kreith, Frank. 1994. *Prinsip Perpindahan Panas. Cetakan Ke-3*. PT.Gelora Aksara Pratama. Jakarta : Erlangga.
- Salam, Muh said, Musdariyanto dan Nur Islamiyah. 2005. Redesain Kolektor Surya Plat Datar Sreri Paralel dengan Sistem Konveksi Alamiah Pada Laboratotium Teknik Konversi Energi. Tugas Akhir. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Warsimin & Jannawati. 2017. Pengaruh Sudut Kemiringan Kolektor Terhadap Kinerja Solar Water Heater (Swh) Pelat Datar. Tugas Akhir. Makassar : Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Wibowo, Abdi. 2010. *Pemanas Air Surya*. Jobsheet. Makassar : Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Wuryani, Sri. 1995. *Perpindahan Panas*. Bandung: Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik.

L



A

M

P

I

R

A

N

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 star in its middle. Below the gear is a red and white stylized figure. At the bottom, another yellow banner contains the text "UJUNG PANDANG".

LAMPIRAN A
(DATA-DATA HASIL PENGAMATAN)

Lampiran A1

Hari/Tanggal : rabu / 18 juli 2018

Lokasi Pengamatan : Laboratorium Teknik Energi, Politeknik Negeri Ujung
Pandang.

Tabel 1 Hasil pengamatan pengujian pertama kolektor surya dengan sudut kemiringan 30°.

No	Pukul (WITA)	GbT (W/m ²)	UJI I					
			Temperatur Kolektor (°C)		Temperatur Tangki (°C)			
			T _{in}	T _{out}	T _A	T _T	T _B	T _{rata2}
1	8.00	27.60	26.75	29.00	28.75	28.5	28.5	28.58
2	8.30	147.88	28.00	31.16	29.07	28.53	28.50	28.70
3	9.00	471.90	28.46	36.08	29.78	29.19	28.73	29.23
4	9.30	574.12	30.02	43.83	32.26	31.60	30.53	31.47
5	10.00	680.83	32.89	47.17	35.71	35.04	33.82	34.86
6	10.30	779.31	36.23	50.41	39.29	38.66	37.43	38.46
7	11.00	843.62	39.44	53.19	42.59	41.96	40.79	41.78
8	11.30	890.26	42.97	56.10	46.14	45.54	44.43	45.37
9	12.00	899.77	46.32	58.59	49.48	48.92	47.91	48.77
10	12.30	852.30	48.89	60.48	51.96	51.40	50.51	51.29
11	13.00	899.33	51.14	62.70	54.27	53.72	52.84	53.61
12	13.30	881.06	53.24	64.24	56.43	55.93	55.09	55.82
13	14.00	824.35	55.29	65.56	58.41	57.91	57.16	57.83
14	14.30	757.06	57.03	66.67	60.14	59.67	58.99	59.60
15	15.00	671.39	58.41	67.39	61.55	61.13	60.53	61.07
16	15.30	571.25	59.34	66.86	62.52	62.15	61.68	62.12
17	16.00	459.83	59.81	65.91	62.97	62.68	62.35	62.66

Hari/Tanggal

Minggu / 05 Agustus 2018

Lokasi Pengamatan

: Laboratorium Teknik Energi, Politeknik Negeri Ujung

Pandang.

Tabel 2 Hasil pengamatan pengujian kedua kolektor surya dengan sudut kemiringan 30°.

NO	Pukul (WITA)	GbT (W/m ²)	UJI II					
			Temperatur Kolektor (°C)		Temperatur Tangki (°C)			
			T _{in}	T _{out}	T _A	T _T	T _B	T _{rata2}
1	8.00	47.80	24.50	25.25	28.75	29.00	28.75	28.83
2	8.30	230.34	25.14	26.58	29.32	29.00	28.75	29.02
3	9.00	490.49	28.71	42.01	31.88	30.08	29.40	30.45
4	9.30	593.89	29.66	54.85	34.68	32.88	31.88	33.15
5	10.00	699.75	31.31	65.56	37.06	35.34	33.98	35.46
6	10.30	736.99	32.63	74.38	39.28	37.25	35.80	37.44
7	11.00	836.75	33.69	78.38	41.25	39.48	37.77	39.50
8	11.30	895.77	34.97	81.08	43.41	41.74	40.12	41.76
9	12.00	914.29	36.56	80.11	44.93	43.86	42.65	43.81
10	12.30	940.43	40.03	70.27	47.42	47.12	46.08	46.87
11	13.00	931.12	43.55	67.99	49.40	49.51	48.71	49.21
12	13.30	911.92	46.36	69.91	51.63	51.97	51.15	51.58
13	14.00	838.94	47.64	67.82	53.53	53.85	53.27	53.55
14	14.30	495.38	50.42	63.14	54.09	54.69	54.28	54.35
15	15.00	701.80	51.36	62.85	55.11	55.80	55.45	55.45
16	15.30	482.23	52.77	63.36	55.66	56.45	56.10	56.07
17	16.00	548.94	53.19	63.06	56.45	57.18	56.88	56.84

Hari/Tanggal :Senin / 06 Agustus 2018

Lokasi Pengamatan : Laboratorium Teknik Energi, Politeknik Negeri Ujung
Pandang.

Tabel 3 Hasil pengamatan pengujian ketiga kolektor surya dengan sudut kemiringan 30°.

No	Pukul (WITA)	GbT (W/m ²)	UJI III					
			Temperatur Kolektor (°C)		Temperatur Tangki (°C)			
			T _{in}	T _{out}	T _A	T _T	T _B	T _{rata2}
1	8.00	42.80	23.00	23.25	28.50	29.25	29.00	28.92
2	8.30	145.09	23.91	24.64	29.01	29.25	29.00	29.09
3	9.00	481.17	27.63	37.39	31.14	29.93	29.38	30.15
4	9.30	590.09	30.29	46.11	34.23	33.20	32.48	33.30
5	10.00	690.21	33.43	49.54	37.46	36.76	36.07	36.76
6	10.30	767.03	36.72	52.66	40.72	40.29	39.64	40.22
7	11.00	834.71	39.90	55.83	43.78	43.73	43.10	43.53
8	11.30	892.5	42.90	58.94	47.09	46.99	46.30	46.79
9	12.00	935.64	45.51	62.84	49.92	49.95	49.26	49.71
10	12.30	962.41	47.49	68.14	52.36	52.56	51.79	52.24
11	13.00	963.76	49.52	70.87	54.92	54.98	54.28	54.73
12	13.30	895.29	51.28	72.68	56.65	56.81	56.21	56.56
13	14.00	868.09	53.23	75.09	58.30	58.41	57.81	58.17
14	14.30	848.21	54.65	76.16	59.52	60.17	59.63	59.77
15	15.00	747.11	55.75	75.75	61.42	61.53	61.04	61.33
16	15.30	633.15	56.95	74.29	61.76	62.02	61.73	61.84
17	16.00	554.49	57.25	73.56	61.94	62.24	62.00	62.06

Hari/Tanggal

:Rabu / 15 Agustus 2018

Lokasi Pengamatan

: Laboratorium Teknik Energi, Politeknik Negeri Ujung

Pandang.

Tabel 4 Hasil pengamatan pengujian keempat kolektor surya dengan sudut kemiringan 30°.

No	Pukul (WITA)	GbT (W/m ²)	UJI IV					
			Temperatur Kolektor (°C)		Temperatur Tangki (°C)			
			T _{in}	T _{out}	T _A	T _T	T _B	T _{rata2}
1	8.00	63.00	24.25	24.50	25.75	25.00	25.25	25.33
2	8.30	311.63	24.75	26.51	25.84	25.00	25.25	25.36
3	9.00	567.55	25.56	38.35	27.05	26.24	25.41	26.23
4	9.30	668.06	27.84	45.02	30.86	30.15	28.57	29.86
5	10.0	758.75	31.59	48.47	34.80	34.09	32.59	33.83
6	10.30	832.60	35.32	51.37	38.60	37.94	36.53	37.69
7	11.00	886.30	38.86	53.95	42.15	41.52	40.22	41.29
8	11.30	939.99	42.10	56.71	45.38	44.77	43.57	44.57
9	12.00	970.19	45.05	58.89	48.32	47.74	46.63	47.56
10	12.30	994.61	47.70	60.80	50.98	50.42	49.39	50.26
11	13.00	993.53	50.26	63.17	53.49	52.96	51.99	52.81
12	13.30	970.25	52.70	63.30	55.91	55.38	54.48	55.26
13	14.00	920.68	54.81	64.85	58.06	57.56	56.74	57.45
14	14.30	854.11	56.63	66.02	59.85	59.39	58.67	59.30
15	15.00	766.19	58.05	66.55	61.27	60.82	60.24	60.78
16	15.30	674.76	58.98	66.91	62.20	61.80	61.37	61.79
17	16.00	568.69	59.24	66.31	62.52	62.24	61.89	62.22

Lampiran A2

Tabel 5 Hasil rata-rata pengamatan pengujian kolektor surya dengan sudut kemiringan 30°.

No	Pukul (WITA)	GbT (W/m ²)	Rata-2					
			Temperatur Kolektor (°C)		Temperatur Tangki (°C)			
			T _{in}	T _{out}	T _A	T _T	T _B	T _{rata2}
1	8.00	45	24.63	25.50	27.88	27.94	27.94	27.92
2	8.30	209	25.45	27.22	28.16	27.94	28.02	28.04
3	9.00	503	27.59	38.46	29.70	28.86	28.49	29.02
4	9.30	607	29.45	47.46	32.57	31.96	31.30	31.94
5	10.00	707	32.30	52.68	35.79	35.31	34.59	35.23
6	10.30	779	35.23	57.21	39.01	38.53	37.81	38.45
7	11.00	850	37.97	60.34	41.99	41.67	40.92	41.53
8	11.30	905	40.73	63.21	45.08	44.76	44.03	44.62
9	12.00	930	43.36	65.11	47.77	47.62	47.00	47.46
10	12.30	937	46.03	64.92	50.32	50.38	49.80	50.17
11	13.00	947	48.62	66.18	52.66	52.79	52.31	52.59
12	13.30	915	50.89	67.53	54.82	55.02	54.57	54.80
13	14.00	863	52.74	68.33	56.76	56.93	56.56	56.75
14	14.30	739	54.68	68.00	58.11	58.48	58.18	58.26
15	15.00	722	55.89	68.14	59.58	59.82	59.57	59.66
16	15.30	590	57.01	67.86	60.32	60.61	60.43	60.45
17	16.00	533	57.37	67.21	60.81	61.08	60.94	60.94

Lampiran A3

Hari/Tanggal : Rabu / 25 juli 2018

Lokasi Pengamatan : Laboratorium Teknik Energi, Politeknik Negeri Ujung
Pandang.

Tabel 6 Hasil pengamatan pengujian pertama kolektor surya dengan sudut kemiringan 45°.

No	Pukul (WITA)	GbT (W/m ²)	UJI I					
			Temperatur Kolektor (°C)		Temperatur Tangki (°C)			
			T _{in}	T _{out}	T _A	T _T	T _B	T _{rata2}
1	8.00	30.1	23.75	24.50	28.75	28.50	28.50	28.58
2	8.30	66.55	24.26	25.79	29.00	28.50	28.50	28.67
3	9.00	411.72	27.34	32.36	29.08	28.58	28.50	28.72
4	9.30	528.84	29.32	43.56	31.42	30.75	29.63	30.60
5	10.00	630.74	32.07	47.16	34.88	34.20	32.88	33.98
6	10.30	715.94	35.36	50.12	38.41	37.76	36.43	37.53
7	11.00	766.6	38.55	52.37	41.63	41.03	39.82	40.83
8	11.30	830.01	41.45	55.26	44.63	44.05	42.86	43.85
9	12.00	868.28	44.25	56.88	47.38	46.82	45.73	46.64
10	12.30	898.74	46.73	58.68	49.83	49.30	48.32	49.15
11	13.00	919.95	48.99	60.21	52.07	51.56	50.66	51.43
12	13.30	909.35	51.13	62.22	54.20	53.70	52.84	53.58
13	14.00	888.25	53.19	64.09	56.28	55.79	54.96	55.68
14	14.30	843.99	55.07	65.46	58.18	57.71	56.94	57.61
15	15.00	778.21	56.84	66.04	59.83	59.39	58.73	59.32
16	15.30	703.27	58.23	66.25	61.14	60.73	60.20	60.69
17	16.00	612.38	59.10	65.87	61.99	61.60	61.23	61.61

Hari/Tanggal : Kamis / 26 juli 2018

Lokasi Pengamatan : Laboratorium Teknik Energi, Politeknik Negeri Ujung
Pandang.

Tabel 7 Hasil pengamatan pengujian kedua kolektor surya dengan sudut kemiringan 45°.

No	Pukul (WITA)	GbT (W/m ²)	UJI II					
			Temperatur Kolektor (°C)		Temperatur Tangki (°C)			
			T _{in}	T _{out}	T _A	T _T	T _B	T _{rata2}
1	8.00	68.2	24.25	24.25	31.75	31.50	31.25	31.36
2	8.30	105.06	25.19	26.13	31.51	31.31	31.25	31.50
3	9.00	451.69	28.21	32.91	31.76	31.30	31.23	31.43
4	9.30	562.99	31.83	45.34	33.99	33.31	32.22	33.17
5	10.0	655.23	34.50	48.79	37.34	36.69	35.43	36.49
6	10.30	746.77	37.68	51.69	40.70	40.07	38.84	39.87
7	11.00	805.35	40.89	54.32	43.97	43.36	42.17	43.17
8	11.30	862.29	43.82	56.22	46.93	46.37	45.28	46.19
9	12.00	884.58	46.49	58.02	49.44	48.91	47.96	48.77
10	12.30	924.41	48.92	60.13	51.87	51.35	50.46	51.23
11	13.00	933.18	51.12	61.89	54.11	53.60	52.76	53.49
12	13.30	918.61	53.21	63.84	56.23	55.72	54.91	55.62
13	14.00	878.56	55.10	65.59	58.19	57.72	56.95	57.62
14	14.30	823.24	57.00	66.68	60.00	59.54	58.85	59.46
15	15.00	754.73	58.60	67.73	61.59	61.14	60.53	61.09
16	15.30	671.62	59.84	68.35	62.86	62.45	61.90	62.40
17	16.00	577.15	60.65	68.02	63.73	63.32	62.92	63.32

Hari/Tanggal : Senin / 06 Agustus 2018

Lokasi Pengamatan : Laboratorium Teknik Energi, Politeknik Negeri Ujung
Pandang.

Tabel 8 Hasil pengamatan pengujian ketiga kolektor surya dengan sudut kemiringan 45°.

No	Pukul (WITA)	GbT (W/m ²)	UJI III					
			Temperatur Kolektor (°C)		Temperatur Tangki (°C)			
			T _{in}	T _{out}	T _A	T _T	T _B	T _{rata2}
1	8.00	42.8	23.25	24.00	28.75	28.50	28.50	28.56
2	8.30	145.09	23.63	25.26	28.75	28.50	28.44	28.58
3	9.00	481.17	26.58	31.33	28.90	28.53	28.32	28.58
4	9.30	590.09	29.03	42.53	31.06	30.40	29.34	30.26
5	10.00	690.21	31.61	46.20	34.40	33.74	32.47	33.54
6	10.30	767.03	34.78	49.14	37.76	37.12	35.89	36.92
7	11.00	834.71	37.95	51.93	41.02	40.41	39.21	40.21
8	11.30	892.5	41.06	54.36	44.12	43.53	42.39	43.35
9	12.00	935.64	43.89	56.77	47.02	46.45	45.39	46.29
10	12.30	962.41	46.57	58.73	49.63	49.09	48.13	48.95
11	13.00	963.76	49.01	60.76	52.06	51.53	50.62	51.40
12	13.30	895.29	51.11	61.14	54.10	53.63	52.86	53.53
13	14.00	868.09	53.05	63.91	56.01	55.50	54.70	55.40
14	14.30	848.21	54.86	65.20	57.93	57.47	56.71	57.37
15	15.00	747.11	56.37	65.00	59.49	59.03	58.39	58.97
16	15.30	633.15	57.38	64.76	60.29	59.89	59.48	59.89
17	16.00	554.49	57.94	64.22	60.86	60.48	60.13	60.49

Hari/Tanggal : Selasa / 07 Agustus 2018

Lokasi Pengamatan : Laboratorium Teknik Energi, Politeknik Negeri Ujung
Pandang.

Tabel 9 Hasil pengamatan pengujian keempat kolektor surya dengan sudut kemiringan 45°.

No	Pukul (WITA)	GbT (W/m ²)	UJI IV					
			Temperatur Kolektor (°C)		Temperatur Tangki (°C)			
			T _{in}	T _{out}	T _A	T _T	T _B	T _{rata2}
1	8.00	184.7	27.25	29.50	31.25	31.00	30.75	31.00
2	8.30	227.81	29.42	32.30	31.32	31.00	30.75	31.02
3	9.00	352.05	30.52	36.79	31.99	31.43	30.95	31.46
4	9.30	488.24	31.36	41.95	33.51	32.88	31.88	32.76
5	10.00	654.17	33.40	46.68	35.80	35.16	34.12	35.02
6	10.30	773.27	36.20	50.62	39.07	38.42	37.19	38.22
7	11.00	839.06	39.24	53.37	42.26	41.67	40.46	41.47
8	11.30	898.44	42.20	55.82	45.31	44.72	43.58	44.54
9	12.00	911.14	44.89	57.45	47.96	47.41	46.37	47.25
10	12.30	963.01	47.39	58.96	50.39	49.86	48.93	49.73
11	13.00	968.43	49.70	61.05	52.69	52.15	51.27	52.04
12	13.30	948.83	51.85	62.94	54.88	54.38	53.51	54.26
13	14.00	913.27	53.84	64.86	56.94	56.43	55.63	56.33
14	14.30	847.87	55.68	65.98	58.80	58.28	57.59	58.22
15	15.00	772.6	57.10	67.11	60.33	59.88	59.21	59.81
16	15.30	683.69	58.02	67.75	61.47	61.06	60.47	61.00
17	16.00	585.27	58.56	66.48	62.14	61.76	61.31	61.74

Lampiran A4

Tabel 10 Hasil rata-rata pengamatan pengujian kolektor surya dengan sudut kemiringan 45°.

No	Pukul (WITA)	GbT (W/m ²)	Rata-2					
			Temperatur Kolektor (°C)		Temperatur Tangki (°C)			
			T _{in}	T _{out}	T _A	T _T	T _B	T _{rata2}
1	8.00	36	23.50	24.25	28.75	28.50	28.50	28.57
2	8.30	106	23.94	25.53	28.88	28.50	28.47	28.62
3	9.00	446	26.96	31.85	28.99	28.56	28.41	28.65
4	9.30	559	29.17	43.05	31.24	30.58	29.48	30.43
5	10.00	660	31.84	46.68	34.64	33.97	32.67	33.76
6	10.30	741	35.07	49.63	38.08	37.44	36.16	37.23
7	11.00	801	38.25	52.15	41.33	40.72	39.52	40.52
8	11.30	861	41.26	54.81	44.38	43.79	42.62	43.60
9	12.00	902	44.07	56.83	47.20	46.64	45.56	46.47
10	12.30	931	46.65	58.70	49.73	49.20	48.23	49.05
11	13.00	942	49.00	60.48	52.07	51.55	50.64	51.42
12	13.30	902	51.12	61.68	54.15	53.67	52.85	53.55
13	14.00	878	53.12	64.00	56.14	55.64	54.83	55.54
14	14.30	846	54.97	65.33	58.05	57.59	56.83	57.49
15	15.00	763	56.60	65.52	59.66	59.21	58.56	59.14
16	15.30	668	57.80	65.50	60.71	60.31	59.84	60.29
17	16.00	583	58.52	65.04	61.43	61.04	60.68	61.05

Lampiran A5

Hari/Tanggal : Senin / 27 juli 2018

Lokasi Pengamatan : Laboratorium Teknik Energi, Politeknik Negeri Ujung
Pandang.

Tabel 11 Hasil pengamatan pengujian pertama kolektor surya dengan sudut kemiringan 60°.

No	Pukul (WITA)	GbT (W/m ²)	UJI I					
			Temperatur Kolektor (°C)		Temperatur Tangki (°C)			
			T _{in}	T _{out}	T _B	T _T	T _A	T _{rata2}
1	8.00	183.9	24.75	26.00	29.75	29.50	29.50	29.55
2	8.30	402.14	25.95	27.75	29.78	29.50	29.37	29.58
3	9.00	593.08	29.29	38.65	30.68	30.06	29.55	30.09
4	9.30	693.64	30.94	45.41	33.45	32.80	31.49	32.58
5	10.00	658.05	33.61	47.59	36.49	35.88	34.59	35.66
6	10.30	788.61	36.18	50.23	39.00	38.39	37.26	38.22
7	11.00	877.02	38.84	52.96	41.86	41.26	40.06	41.06
8	11.30	904.98	41.61	55.45	44.72	44.15	42.95	43.94
9	12.00	649.63	43.54	52.77	46.63	46.13	45.21	45.99
10	12.30	837.86	45.44	56.37	48.27	47.76	46.86	47.63
11	13.00	735.6	46.90	56.60	49.67	49.20	48.47	49.12
12	13.30	713.46	48.42	58.98	51.07	50.61	49.88	50.52
13	14.00	846.03	50.45	61.78	53.31	52.79	51.89	52.66
14	14.30	656.14	52.06	61.43	55.00	54.55	53.81	54.45
15	15.00	685.46	53.61	63.45	56.51	56.03	55.32	55.96
16	15.30	505.39	53.78	59.06	57.47	57.13	56.43	57.01
17	16.00	269.04	52.36	54.84	57.34	57.00	56.20	56.85

Hari/Tanggal : Rabu / 29 juli 2018

Lokasi Pengamatan : Laboratorium Teknik Energi, Politeknik Negeri Ujung
Pandang.

Tabel 12 Hasil pengamatan pengujian kedua kolektor surya dengan sudut kemiringan 60°.

No	Pukul (WITA)	GbT (W/m ²)	UJI II					
			Temperatur Kolektor (°C)		Temperatur Tangki (°C)			
			T _{in}	T _{out}	T _A	T _T	T _B	T _{rata2}
1	8.00	47.1	24.50	25.25	29.50	30.00	29.75	29.75
2	8.30	115.56	25.27	26.72	29.89	30.00	29.75	29.88
3	9.00	503.56	27.97	37.43	31.66	30.05	29.75	30.49
4	9.30	613.7	30.11	59.18	34.58	32.75	31.26	32.86
5	10.0	707.52	32.41	50.11	38.05	36.53	35.67	36.75
6	10.30	777.68	36.15	52.43	41.03	39.94	39.20	40.06
7	11.00	835.43	38.37	58.76	43.87	42.89	41.95	42.91
8	11.30	894.3	40.50	63.67	46.23	45.44	44.51	45.39
9	12.00	936.43	42.59	65.00	47.92	47.73	46.92	47.52
10	12.30	933.77	44.59	66.29	49.57	49.70	48.94	49.40
11	13.00	951	46.50	67.89	51.36	51.64	50.90	51.30
12	13.30	932.08	48.64	68.89	53.59	53.65	52.88	53.37
13	14.00	866.63	51.08	66.17	55.64	55.78	55.29	55.57
14	14.30	833.17	52.10	72.04	57.09	57.32	56.71	57.04
15	15.00	758.22	53.06	72.69	58.27	58.67	58.15	58.36
16	15.30	663.93	53.68	72.32	59.26	59.55	59.14	59.32
17	16.00	565.79	53.45	71.36	59.61	59.99	59.68	59.76

Hari/Tanggal : Jumat / 07 agustus 2018

Lokasi Pengamatan : Laboratorium Teknik Energi, Politeknik Negeri Ujung
Pandang.

Tabel 13 Hasil pengamatan pengujian ketiga kolektor surya dengan sudut kemiringan 60°.

No	Pukul (WITA)	GbT (W/m ²)	UJI III					
			Temperatur Kolektor (°C)		Temperatur Tangki (°C)			
			T _{in}	T _{out}	T _A	T _T	T _B	T _{rata2}
1	8.00	184.7	25.75	26.75	30.00	29.75	29.50	29.75
2	8.30	227.81	27.80	32.30	30.70	29.87	29.50	30.02
3	9.00	352.05	29.29	37.93	32.55	30.77	30.11	31.15
4	9.30	488.24	30.13	42.98	35.08	32.61	31.97	33.22
5	10.00	654.17	32.03	47.91	36.64	34.92	34.18	35.25
6	10.30	773.27	34.27	52.92	39.61	38.06	37.20	38.29
7	11.00	839.06	36.68	56.47	42.32	40.99	40.11	41.14
8	11.30	898.44	38.72	61.82	44.68	43.50	42.60	43.60
9	12.00	911.14	40.81	63.97	46.41	45.62	44.80	45.61
10	12.30	963.01	42.77	65.46	48.18	47.62	46.85	47.55
11	13.00	968.43	44.75	67.36	50.15	49.58	48.84	49.52
12	13.30	948.83	46.90	67.20	52.02	51.75	51.03	51.60
13	14.00	913.27	49.47	64.76	53.85	53.88	53.39	53.71
14	14.30	847.87	50.55	70.77	55.47	55.44	54.85	55.25
15	15.00	772.6	51.72	71.74	56.58	56.91	56.38	56.62
16	15.30	683.69	52.60	71.86	57.79	58.02	57.57	57.79
17	16.00	585.27	52.50	70.52	58.34	58.64	58.32	58.43

Hari/Tanggal : Kamis / 08 Agustus 2018

Lokasi Pengamatan : Laboratorium Teknik Energi, Politeknik Negeri Ujung
Pandang.

Tabel 14 Hasil pengamatan pengujian keempat kolektor surya dengan sudut kemiringan 60°.

No	Pukul (WITA)	GbT (W/m ²)	UJI IV					
			Temperatur Kolektor (°C)		Temperatur Tangki (°C)			
			T _{in}	T _{out}	T _A	T _T	T _B	T _{rata2}
1	8.00	168.80	24.75	26.75	29.75	29.50	29.50	29.55
2	8.30	231.25	27.47	29.25	29.75	29.50	29.40	29.58
3	9.00	403.50	29.24	34.55	30.31	29.76	29.50	29.85
4	9.30	620.23	29.85	39.80	31.68	31.04	30.06	30.93
5	10.00	695.57	31.71	44.51	34.17	33.60	32.35	33.37
6	10.30	907.03	34.43	47.94	37.07	36.49	35.33	36.30
7	11.00	981.75	37.31	50.58	40.15	39.59	38.40	39.38
8	11.30	1018.73	40.06	52.82	42.95	42.40	41.30	42.22
9	12.00	983.88	42.72	55.35	45.58	45.07	44.02	44.89
10	12.30	929.04	45.26	57.04	48.13	47.61	46.62	47.45
11	13.00	877.66	47.56	58.85	50.46	49.92	49.00	49.79
12	13.30	817.65	49.57	60.12	52.47	51.96	51.13	51.85
13	14.00	738.03	51.44	61.55	54.27	53.80	53.03	53.70
14	14.30	653.39	53.10	62.80	55.96	55.49	54.77	55.41
15	15.00	554.82	54.51	63.40	57.36	56.93	56.32	56.87
16	15.30	449.09	55.66	63.80	58.47	58.08	57.55	58.03
17	16.00	281.60	56.32	63.23	59.18	58.85	58.45	58.83

Lampiran A6

Tabel 15 Hasil rata-rata pengamatan pengujian kolektor surya dengan sudut kemiringan 60°.

No	Pukul (WITA)	GbT (W/m ²)	Rata-2					
			Temperatur Kolektor (°C)		Temperatur Tangki (°C)			
			T _{in}	T _{out}	T _A	T _T	T _B	T _{rata2}
1	8.00	146	24.94	26.19	29.75	29.69	29.56	29.65
2	8.30	244	26.62	29.01	30.03	29.72	29.51	29.77
3	9.00	463	28.95	37.14	31.30	30.16	29.73	30.39
4	9.30	604	30.26	46.84	33.70	32.30	31.20	32.40
5	10.00	679	32.44	47.53	36.34	35.23	34.20	35.26
6	10.30	812	35.26	50.88	39.18	38.22	37.25	38.22
7	11.00	883	37.80	54.69	42.05	41.18	40.13	41.12
8	11.30	929	40.22	58.44	44.65	43.87	42.84	43.79
9	12.00	870	42.42	59.27	46.64	46.14	45.24	46.00
10	12.30	916	44.51	61.29	48.54	48.17	47.32	48.01
11	13.00	883	46.43	62.67	50.41	50.08	49.30	49.93
12	13.30	853	48.39	63.80	52.29	51.99	51.23	51.84
13	14.00	841	50.61	63.57	54.27	54.06	53.40	53.91
14	14.30	748	51.95	66.76	55.88	55.70	55.04	55.54
15	15.00	693	53.23	67.82	57.18	57.14	56.54	56.95
16	15.30	576	53.93	66.76	58.25	58.19	57.67	58.04
17	16.00	425	53.66	64.99	58.62	58.62	58.16	58.47

The logo of Politeknik Negeri Ujung Pandang is a circular emblem. At the top, a yellow banner contains the text "POLITEKNIK NEGERI". The central part of the logo features a light blue gear with a yellow flame-like symbol in its center. Below the gear, there are red, stylized, flame-like or ribbon-like shapes. At the bottom, another yellow banner contains the text "UJUNG PANDANG".

LAMPIRAN B

(HASIL ANALISA DATA)

Lampiran B1

Tabel 1 Hasil analisa data pengujian pertama pada sudut kemiringan kolektor 30°.

No	Pukul (WITA)	Q _{inS} kJ	UJI I					
			ρ _s kg/m ³	C _{pS} kJ/kg ⁰ C	m _s Kg	ΔT _s °C	Q _{outS} Kj	η _s %
1	8.00	0.0	996.10	4.1796	91.251	0.00	0.00	0.00
2	8.30	286.3	996.08	4.1795	91.250	0.11	43.57	15.22
3	9.00	1408.1	996.03	4.1795	91.245	0.65	246.62	17.51
4	9.30	2989.0	995.84	4.1792	91.228	2.88	1099.04	36.77
5	10.00	4965.4	995.52	4.1789	91.198	6.27	2390.19	48.14
6	10.30	7291.2	995.10	4.1786	91.160	9.87	3761.33	51.59
7	11.00	9858.8	994.65	4.1783	91.118	13.20	5024.12	50.96
8	11.30	12605.7	994.16	4.1780	91.074	16.79	6387.73	50.67
9	12.00	15415.3	993.61	4.1783	91.024	20.19	7677.88	49.81
10	12.30	18110.7	993.07	4.1786	90.974	22.71	8631.66	47.66
11	13.00	20961.2	992.56	4.1789	90.927	25.03	9508.93	45.36
12	13.30	23770.9	992.02	4.1793	90.878	27.23	10342.81	43.51
13	14.00	26419.9	991.47	4.1798	90.827	29.25	11102.66	42.02
14	14.30	28870.8	990.94	4.1803	90.779	31.02	11770.03	40.77
15	15.00	31063.4	990.44	4.1808	90.733	32.49	12323.59	39.67
16	15.30	32949.4	989.97	4.1811	90.690	33.53	12715.15	38.59
17	16.00	34490.6	989.52	4.1813	90.649	34.08	12917.99	37.45



Tabel 2 Hasil analisa data pengujian kedua pada sudut kemiringan kolektor 30°.

No	Pukul (WITA)	Q_{inS}	UJI II					
			ρ_s	C_{ps}	m_s	ΔT_s	Q_{outS}	η_s
			kJ	kg/m ³	kJ/kg ⁰ C	kg	⁰ C	kJ
1	8.00	0.0	996.03	4.1795	91.245	0.00	0.00	0.00
2	8.30	453.7	996.00	4.1794	91.242	0.19	72.00	25.15
3	9.00	1671.9	995.86	4.1792	91.229	1.62	617.02	43.82
4	9.30	3334.1	995.58	4.1789	91.204	4.31	1644.54	55.02
5	10.00	5382.9	995.26	4.1787	91.174	6.63	2524.92	50.85
6	10.30	7611.0	994.93	4.1785	91.145	8.61	3277.79	44.96
7	11.00	10168.5	994.61	4.1783	91.115	10.66	4059.94	41.18
8	11.30	12937.6	994.28	4.1781	91.084	12.92	4918.58	39.02
9	12.00	15794.6	993.92	4.1781	91.052	14.98	5697.46	36.96
10	12.30	18753.6	993.51	4.1783	91.015	18.04	6859.73	37.88
11	13.00	21704.8	993.10	4.1786	90.977	20.38	7745.60	36.95
12	13.30	24613.0	992.69	4.1788	90.939	22.75	8643.73	36.36
13	14.00	27311.8	992.28	4.1790	90.902	24.72	9389.47	35.54
14	14.30	28975.2	991.85	4.1794	90.862	25.52	9691.27	33.57
15	15.00	31260.9	991.45	4.1798	90.825	26.62	10105.11	32.53
16	15.30	32875.5	991.08	4.1802	90.792	27.23	10336.03	31.37
17	16.00	34690.1	990.74	4.1805	90.760	28.00	10624.84	30.81



Tabel 3 Hasil analisa data pengujian ketiga pada sudut kemiringan kolektor 30°.

No	Pukul (WITA)	Q_{inS}	UJI III					
			ρ_s	C_{ps}	m_s	ΔT_s	Q_{outS}	η_s
			kg/m ³	kJ/kg ⁰ C	kg	⁰ C	kJ	%
1	8.00	0.0	991.08	4.1802	90.792	0.00	0.00	0.00
2	8.30	306.5	991.39	4.1799	90.820	0.17	63.93	10.46
3	9.00	1455.3	991.64	4.1796	90.843	1.23	467.78	22.83
4	9.30	3081.2	991.80	4.1795	90.858	4.39	1666.32	42.29
5	10.00	5088.2	991.89	4.1794	90.866	7.85	2980.06	48.19
6	10.30	7385.7	991.90	4.1794	90.867	11.30	4292.24	49.31
7	11.00	9931.0	991.86	4.1794	90.863	14.62	5550.54	48.55
8	11.30	12685.9	991.76	4.1795	90.854	17.88	6788.53	47.29
9	12.00	15600.8	991.62	4.1796	90.842	20.79	7895.04	45.39
10	12.30	18621.9	991.46	4.1798	90.826	23.32	8853.97	43.12
11	13.00	21668.6	991.27	4.1800	90.809	25.81	9797.11	41.36
12	13.30	24526.8	991.06	4.1802	90.790	27.64	10490.02	39.16
13	14.00	27312.8	990.85	4.1804	90.771	29.25	11100.68	37.32
14	14.30	30045.1	990.63	4.1806	90.750	30.86	11706.85	36.01
15	15.00	32474.3	990.40	4.1808	90.730	32.42	12296.01	35.12
16	15.30	34555.9	990.18	4.1810	90.709	32.92	12486.38	33.54
17	16.00	36394.2	989.96	4.1811	90.689	33.14	12566.83	32.12



Tabel 4 Hasil analisa data pengujian keempat pada sudut kemiringan kolektor 30°.

No	Pukul (WITA)	Q _{inS}	UJI IV					
			ρ_s	C _{pS}	m _s	ΔT_s	Q _{outS}	η_s
			kg/m ³	kJ/kg ⁰ C	kg	⁰ C	kJ	%
1	8.00	0.0	990.04	4.1811	90.696	0.00	0.00	0.00
2	8.30	611.2	990.49	4.1807	90.738	0.03	11.16	1.83
3	9.00	2049.4	990.87	4.1804	90.772	0.90	341.72	16.67
4	9.30	3940.3	991.14	4.1801	90.797	4.53	1717.58	43.59
5	10.00	6183.5	991.31	4.1799	90.813	8.50	3225.04	52.16
6	10.30	8704.9	991.40	4.1799	90.821	12.36	4691.31	53.89
7	11.00	11432.2	991.41	4.1798	90.822	15.96	6059.07	53.00
8	11.30	14353.9	991.37	4.1799	90.818	19.24	7304.03	50.89
9	12.00	17395.5	991.28	4.1800	90.810	22.23	8436.76	48.50
10	12.30	20533.6	991.16	4.1801	90.799	24.93	9461.10	46.08
11	13.00	23687.9	991.01	4.1802	90.785	27.48	10428.29	44.02
12	13.30	26787.1	990.83	4.1804	90.769	29.92	11354.34	42.39
13	14.00	29747.3	990.64	4.1806	90.751	32.12	12184.91	40.96
14	14.30	32512.0	990.43	4.1808	90.732	33.97	12885.57	39.63
15	15.00	35011.9	990.22	4.1810	90.713	35.44	13442.40	38.39
16	15.30	37232.2	989.99	4.1811	90.692	36.45	13822.74	37.13
17	16.00	39124.5	989.78	4.1812	90.672	36.88	13983.22	35.74



Lampiran B2

Tabel 5 Hasil rata-rata analisa pengujian pada sudut kemiringan kolektor 30°.

No	Pukul (WITA)	Q _{inS}	Rata-2					
			ρ _s	C _{pS}	m _s	ΔT _s	Q _{outS}	η _s
			kg/m ³	kJ/kg ⁰ C	kg	°C	kJ	%
1	8.00	0.00	993.31	4.18	91.00	0.00	0.00	0.00
2	8.30	414.42	993.49	4.18	91.01	0.13	47.67	13.16
3	9.00	1646.17	993.60	4.18	91.02	1.10	418.29	25.21
4	9.30	3336.17	993.59	4.18	91.02	4.03	1531.87	44.42
5	10.00	5404.97	993.49	4.18	91.01	7.31	2780.05	49.83
6	10.30	7748.17	993.33	4.18	91.00	10.54	4005.67	49.94
7	11.00	10347.63	993.13	4.18	90.98	13.61	5173.42	48.42
8	11.30	13145.80	992.89	4.18	90.96	16.71	6349.72	46.97
9	12.00	16051.56	992.61	4.18	90.93	19.55	7426.79	45.16
10	12.30	19004.93	992.30	4.18	90.90	22.25	8451.61	43.68
11	13.00	22005.60	991.98	4.18	90.87	24.67	9369.98	41.92
12	13.30	24924.47	991.65	4.18	90.84	26.89	10207.72	40.36
13	14.00	27697.94	991.31	4.18	90.81	28.83	10944.43	38.96
14	14.30	30100.78	990.96	4.18	90.78	30.34	11513.43	37.49
15	15.00	32452.63	990.63	4.18	90.75	31.74	12041.78	36.43
16	15.30	34403.25	990.30	4.18	90.72	32.54	12340.08	35.16
17	16.00	36174.86	990.00	4.18	90.69	33.03	12523.22	34.03



Lampiran B3

Tabel 6 Hasil analisa data pengujian pertama pada sudut kemiringan kolektor 45°.

No	Pukul (WITA)	Q _{inS}	UJI I					
			ρ _s	C _{pS}	m _s	ΔT _s	Q _{outS}	η _s
			kg/m ³	kJ/kg ⁰ C	Kg	°C	kJ	%
1	8.00	0.0	996.10	4.1796	91.251	0.00	0.00	0.00
2	8.30	259.1	996.10	4.1796	91.252	0.02	7.63	5.72
3	9.00	1230.1	996.10	4.1796	91.251	0.02	9.37	1.00
4	9.30	2604.3	995.98	4.1794	91.241	1.70	650.09	30.30
5	10.00	4300.7	995.73	4.1790	91.217	4.98	1897.98	51.58
6	10.30	6242.6	995.36	4.1788	91.183	8.36	3185.88	58.15
7	11.00	8394.1	994.94	4.1785	91.145	11.65	4438.45	59.60
8	11.30	10722.6	994.50	4.1782	91.105	14.79	5628.86	58.60
9	12.00	13186.4	994.05	4.1780	91.064	17.73	6744.71	56.74
10	12.30	15739.9	993.55	4.1783	91.018	20.39	7754.32	54.36
11	13.00	18315.1	993.06	4.1786	90.973	22.84	8683.19	51.95
12	13.30	20730.9	992.59	4.1788	90.930	24.97	9488.68	49.54
13	14.00	23085.7	992.12	4.1792	90.887	26.84	10195.40	47.31
14	14.30	25395.2	991.61	4.1797	90.840	28.81	10937.99	45.88
15	15.00	27448.5	991.13	4.1801	90.796	30.41	11542.55	44.46
16	15.30	29207.9	990.68	4.1805	90.755	31.33	11884.89	42.60
17	16.00	30761.7	990.27	4.1809	90.717	31.93	12110.46	40.92



Tabel 7 Hasil analisa data pengujian kedua pada sudut kemiringan kolektor 45°.

No	Pukul (WITA)	Q_{inS}	UJI II					
			ρ_s	C_{ps}	m_s	ΔT_s	Q_{outS}	η_s
			kJ	kg/m ³	kJ/kg ⁰ C	kg	°C	kJ
1	8.00	0.0	990.43	4.1808	90.733	0.00	0.00	0.00
2	8.30	238.9	990.72	4.1805	90.759	0.14	53.12	22.23
3	9.00	1149.0	990.98	4.1803	90.783	0.07	26.37	2.30
4	9.30	2457.0	991.18	4.1801	90.801	1.81	688.35	28.02
5	10.00	4066.4	991.30	4.1800	90.812	5.13	1945.57	47.84
6	10.30	5952.0	991.35	4.1799	90.816	8.51	3230.07	54.27
7	11.00	8025.8	991.33	4.1799	90.815	11.81	4482.25	55.85
8	11.30	10273.7	991.26	4.1800	90.809	14.83	5630.37	54.80
9	12.00	12605.2	991.16	4.1801	90.799	17.41	6607.74	52.42
10	12.30	15057.1	991.03	4.1802	90.787	19.87	7539.55	50.07
11	13.00	17548.8	990.87	4.1804	90.773	22.13	8398.68	47.86
12	13.30	20017.2	990.70	4.1805	90.757	24.26	9204.70	45.98
13	14.00	22393.7	990.50	4.1807	90.739	26.26	9961.08	44.48
14	14.30	24635.1	990.30	4.1809	90.720	28.10	10659.80	43.27
15	15.00	26704.0	990.08	4.1811	90.700	29.73	11272.74	42.21
16	15.30	28559.6	989.85	4.1812	90.679	31.04	11770.24	41.21
17	16.00	30169.7	989.62	4.1813	90.658	31.96	12116.15	40.16



Tabel 8 Hasil analisa data pengujian ketiga pada sudut kemiringan kolektor 45°.

No	Pukul (WITA)	Q _{inS}	UJI III					
			ρ _s	C _{pS}	m _s	ΔT _s	Q _{outS}	η _s
			kg/m ³	kJ/kg ⁰ C	kg	°C	kJ	%
1	8.00	0.0	996.10	4.1796	91.251	0.00	0.00	0.00
2	8.30	259.1	996.10	4.1796	91.252	0.02	7.63	5.72
3	9.00	1230.1	996.10	4.1796	91.251	0.02	9.37	1.00
4	9.30	2604.3	995.98	4.1794	91.241	1.70	650.09	30.30
5	10.00	4300.7	995.73	4.1790	91.217	4.98	1897.98	51.58
6	10.30	6242.6	995.36	4.1788	91.183	8.36	3185.88	58.15
7	11.00	8394.1	994.94	4.1785	91.145	11.65	4438.45	59.60
8	11.30	10722.6	994.50	4.1782	91.105	14.79	5628.86	58.60
9	12.00	13186.4	994.05	4.1780	91.064	17.73	6744.71	56.74
10	12.30	15739.9	993.55	4.1783	91.018	20.39	7754.32	54.36
11	13.00	18315.1	993.06	4.1786	90.973	22.84	8683.19	51.95
12	13.30	20730.9	992.59	4.1788	90.930	24.97	9488.68	49.54
13	14.00	23085.7	992.12	4.1792	90.887	26.84	10195.40	47.31
14	14.30	25395.2	991.61	4.1797	90.840	28.81	10937.99	45.88
15	15.00	27448.5	991.13	4.1801	90.796	30.41	11542.55	44.46
16	15.30	29207.9	990.68	4.1805	90.755	31.33	11884.89	42.60
17	16.00	30761.7	990.27	4.1809	90.717	31.93	12110.46	40.92



Tabel 9 Hasil analisa data pengujian keempat pada sudut kemiringan kolektor 45°.

No	Pukul (WITA)	Q _{inS}	UJI IV					
			ρ_s	C _{pS}	m _s	ΔT_s	Q _{outS}	η_s
			kg/m ³	kJ/kg ⁰ C	Kg	°C	kJ	%
1	8.00	0.0	990.59	4.1806	90.747	0.00	0.00	0.00
2	8.30	568.8	990.88	4.1804	90.773	0.02	8.73	3.65
3	9.00	1405.6	991.13	4.1801	90.796	0.46	172.93	15.05
4	9.30	2591.2	991.33	4.1799	90.815	1.76	667.48	27.17
5	10.00	4207.2	991.47	4.1798	90.827	4.02	1527.73	37.57
6	10.30	6159.5	991.54	4.1797	90.834	7.22	2742.23	46.07
7	11.00	8318.9	991.54	4.1797	90.834	10.47	3973.34	49.51
8	11.30	10660.2	991.50	4.1798	90.830	13.54	5139.84	50.03
9	12.00	13062.9	991.41	4.1798	90.822	16.25	6167.36	48.93
10	12.30	15616.4	991.29	4.1800	90.811	18.73	7109.86	47.22
11	13.00	18202.0	991.15	4.1801	90.798	21.04	7984.18	45.50
12	13.30	20752.3	990.98	4.1803	90.783	23.26	8825.50	44.09
13	14.00	23222.3	990.80	4.1804	90.766	25.33	9612.48	42.93
14	14.30	25531.7	990.60	4.1806	90.748	27.22	10328.22	41.92
15	15.00	27651.2	990.39	4.1808	90.729	28.81	10928.07	40.92
16	15.30	29542.3	990.18	4.1810	90.709	30.00	11377.69	39.84
17	16.00	31177.2	989.96	4.1811	90.690	30.74	11654.91	38.63



Lampiran B4

Tabel 10 Hasil rata-rata analisa pengujian pada sudut kemiringan kolektor 45°.

No	Pukul (WITA)	Q _{inS}	Rata-2					
			ρ_s	C _{pS}	m _s	ΔT_s	Q _{outS}	η_s
			kg/m ³	kJ/kg ⁰ C	kg	⁰ C	kJ	%
1	8.00	0.00	993.30	4.18	91.00	0.00	0.00	0.00
2	8.30	300.01	993.45	4.18	91.01	0.07	25.31	6.01
3	9.00	1179.83	993.57	4.18	91.02	0.17	65.42	13.86
4	9.30	2449.46	993.61	4.18	91.02	1.82	693.78	30.34
5	10.00	4063.53	993.54	4.18	91.02	4.88	1857.53	48.24
6	10.30	5958.17	993.38	4.18	91.00	8.26	3142.14	55.19
7	11.00	8046.46	993.16	4.18	90.98	11.54	4389.43	56.89
8	11.30	10315.40	992.91	4.18	90.96	14.61	5552.25	55.98
9	12.00	12685.12	992.64	4.18	90.93	17.36	6597.61	53.97
10	12.30	15169.66	992.33	4.18	90.91	19.89	7556.27	51.62
11	13.00	17695.39	992.01	4.18	90.88	22.21	8437.65	49.31
12	13.30	20163.55	991.69	4.18	90.85	24.37	9253.87	47.30
13	14.00	22562.63	991.35	4.18	90.82	26.38	10014.77	45.62
14	14.30	24850.11	991.00	4.18	90.78	28.29	10736.54	44.33
15	15.00	26941.86	990.65	4.18	90.75	29.92	11351.70	43.13
16	15.30	28801.93	990.31	4.18	90.72	31.12	11803.11	41.83
17	16.00	30426.32	989.99	4.18	90.69	31.91	12101.41	40.51



Lampiran B5

Tabel 11 Hasil analisa data pengujian pertama pada sudut kemiringan kolektor 60°.

No	Pukul (WITA)	Q _{inS} kJ	UJI I					
			ρ _s kg/m ³	C _{pS} kJ/kg ⁰ C	m _s Kg	ΔT _s °C	Q _{outS} kJ	η _s %
1	8.00	0.0	995.82	4.1792	91.226	0.00	0.00	0.00
2	8.30	605.0	995.82	4.1792	91.226	0.03	11.44	1.89
3	9.00	1623.2	995.77	4.1791	91.222	0.54	207.64	12.79
4	9.30	2900.3	995.56	4.1789	91.202	3.03	1155.04	39.83
5	10.00	4180.6	995.22	4.1787	91.171	6.11	2326.27	55.64
6	10.30	5711.8	994.86	4.1785	91.138	8.67	3300.83	57.79
7	11.00	7427.2	994.48	4.1782	91.103	11.51	4380.87	58.98
8	11.30	9217.1	994.07	4.1780	91.066	14.39	5475.14	59.40
9	12.00	10555.7	993.63	4.1783	91.026	16.44	6252.47	59.23
10	12.30	12244.7	993.23	4.1785	90.988	18.08	6873.11	56.13
11	13.00	13749.3	992.84	4.1787	90.953	19.57	7436.89	54.09
12	13.30	15214.3	992.48	4.1789	90.920	20.97	7967.55	52.37
13	14.00	16933.2	992.09	4.1792	90.884	23.11	8778.17	51.84
14	14.30	18292.1	991.67	4.1796	90.846	24.90	9455.69	51.69
15	15.00	19706.9	991.26	4.1800	90.809	26.41	10022.91	50.86
16	15.30	20773.3	990.88	4.1804	90.774	27.46	10420.91	50.16
17	16.00	21377.6	990.55	4.1807	90.743	27.30	10355.90	48.44

Tabel 12 Hasil analisa data pengujian kedua pada sudut kemiringan kolektor 60°.

No	Pukul (WITA)	Q _{inS}	UJI II					
			ρ _s	C _{pS}	m _s	ΔT _s	Q _{outS}	η _s
			kg/m ³	kJ/kg ⁰ C	kg	°C	kJ	%
1	8.00	0.0	990.89	4.1803	90.774	0.00	0.00	0.00
2	8.30	167.9	991.18	4.1801	90.801	0.13	49.09	29.23
3	9.00	917.1	991.44	4.1798	90.825	0.74	279.29	30.45
4	9.30	1982.2	991.62	4.1796	90.841	3.11	1182.02	59.63
5	10.00	3283.1	991.72	4.1796	90.850	7.00	2658.62	80.98
6	10.30	4758.0	991.74	4.1795	90.852	10.31	3914.03	82.26
7	11.00	6372.6	991.71	4.1796	90.850	13.16	4995.23	78.39
8	11.30	8121.1	991.65	4.1796	90.844	15.64	5940.17	73.14
9	12.00	9968.8	991.55	4.1797	90.835	17.77	6748.47	67.70
10	12.30	11828.7	991.43	4.1798	90.824	19.65	7461.15	63.08
11	13.00	13733.4	991.29	4.1800	90.811	21.55	8178.62	59.55
12	13.30	15612.1	991.13	4.1801	90.797	23.62	8965.69	57.43
13	14.00	17373.1	990.95	4.1803	90.780	25.82	9798.82	56.40
14	14.30	19074.0	990.77	4.1805	90.763	27.29	10354.28	54.28
15	15.00	20633.1	990.57	4.1806	90.745	28.61	10854.99	52.61
16	15.30	22010.4	990.38	4.1808	90.728	29.57	11215.74	50.96
17	16.00	23196.3	990.19	4.1810	90.710	30.01	11380.52	49.06



Tabel 13 Hasil analisa data pengujian ketiga pada sudut kemiringan kolektor 60°.

No	Pukul (WITA)	Q_{inS}	UJI III					
			ρ_s	C_{ps}	m_s	ΔT_s	Q_{outS}	η_s
			kg/m ³	kJ/kg ⁰ C	kg	°C	kJ	%
1	8.00	0.0	995.77	4.1791	91.221	0.00	0.00	0.00
2	8.30	425.9	995.73	4.1790	91.218	0.27	103.69	17.14
3	9.00	1052.5	995.60	4.1789	91.206	1.40	531.87	32.77
4	9.30	1940.2	995.37	4.1788	91.185	3.47	1323.22	45.62
5	10.00	3150.1	995.10	4.1786	91.160	5.50	2094.32	50.10
6	10.30	4612.0	994.76	4.1784	91.129	8.54	3251.31	56.92
7	11.00	6228.8	994.38	4.1782	91.094	11.39	4334.58	58.36
8	11.30	7981.8	993.99	4.1781	91.058	13.85	5267.36	57.15
9	12.00	9780.9	993.58	4.1783	91.021	15.86	6033.02	57.15
10	12.30	11692.8	993.18	4.1785	90.984	17.80	6767.84	55.27
11	13.00	13628.8	992.79	4.1787	90.948	19.77	7514.37	54.65
12	13.30	15538.3	992.40	4.1789	90.913	21.85	8300.60	54.56
13	14.00	17387.7	991.96	4.1793	90.873	23.96	9099.23	53.74
14	14.30	19116.9	991.53	4.1797	90.833	25.50	9682.48	52.93
15	15.00	20703.9	991.12	4.1801	90.795	26.87	10199.62	51.76
16	15.30	22119.8	990.72	4.1805	90.759	28.04	10639.05	51.22
17	16.00	23344.0	990.36	4.1808	90.726	28.68	10880.30	50.90



Tabel 14 Hasil analisa data pengujian keempat pada sudut kemiringan kolektor 60°.

No	Pukul (WITA)	Q_{inS}	UJI IV					
			ρ_s	C_{ps}	m_s	ΔT_s	Q_{outS}	η_s
			kg/m ³	kJ/kg ⁰ C	Kg	°C	kJ	%
1	8.00	0.0	990.71	4.1805	90.758	0.00	0.00	0.00
2	8.30	413.0	991.03	4.1802	90.787	0.03	11.39	6.78
3	9.00	1106.2	991.30	4.1799	90.812	0.30	115.22	12.56
4	9.30	2205.0	991.53	4.1797	90.833	1.38	522.89	26.38
5	10.00	3501.0	991.69	4.1796	90.848	3.82	1452.09	44.23
6	10.30	5207.6	991.79	4.1795	90.856	6.75	2563.03	53.87
7	11.00	7094.0	991.82	4.1795	90.859	9.83	3733.04	58.58
8	11.30	9082.4	991.80	4.1795	90.858	12.67	4810.03	59.23
9	12.00	11032.4	991.74	4.1795	90.852	15.34	5824.17	58.42
10	12.30	12896.8	991.65	4.1796	90.844	17.90	6798.15	57.47
11	13.00	14674.6	991.52	4.1797	90.832	20.24	7684.76	55.96
12	13.30	16344.5	991.38	4.1799	90.819	22.30	8467.07	54.23
13	14.00	17865.5	991.22	4.1800	90.804	24.15	9165.62	52.76
14	14.30	19224.7	991.04	4.1802	90.788	25.86	9813.18	51.45
15	15.00	20392.5	990.86	4.1804	90.772	27.32	10368.25	50.25
16	15.30	21352.9	990.67	4.1805	90.755	28.48	10807.13	49.10
17	16.00	21983.9	990.49	4.1807	90.738	29.28	11106.55	47.88



Lampiran B6

Tabel 15 Hasil rata-rata analisa pengujian pada sudut kemiringan kolektor 60°.

No	Pukul (WITA)	Q_{inS}	Rata-2					
			ρ_s	C_{pS}	m_s	ΔT_s	Q_{outS}	η_s
			kJ	kg/m ³	kJ/kg ⁰ C	kg	⁰ C	kJ
1	8.00	0.00	kg/m ³	kJ/kg ⁰ C	kg	⁰ C	kJ	%
2	8.30	402.98	993.30	4.18	90.99	0.00	0.00	0.00
3	9.00	1174.73	993.44	4.18	91.01	0.12	43.90	13.76
4	9.30	2256.88	993.53	4.18	91.02	0.74	283.51	22.14
5	10.00	3528.70	993.52	4.18	91.02	2.75	1045.79	42.87
6	10.30	5072.35	993.43	4.18	91.01	5.61	2132.83	57.74
7	11.00	6780.65	993.29	4.18	90.99	8.57	3257.30	62.71
8	11.30	8600.60	993.10	4.18	90.98	11.47	4360.93	63.58
9	12.00	10334.45	992.88	4.18	90.96	14.14	5373.17	62.23
10	12.30	12165.76	992.63	4.18	90.93	16.35	6214.53	60.63
11	13.00	13946.51	992.37	4.18	90.91	18.36	6975.06	57.99
12	13.30	15677.30	992.11	4.18	90.89	20.28	7703.66	56.06
13	14.00	17389.89	991.85	4.18	90.86	22.19	8425.23	54.65
14	14.30	18926.92	991.56	4.18	90.84	24.26	9210.46	53.68
15	15.00	20359.11	991.25	4.18	90.81	25.89	9826.41	52.59
16	15.30	21564.11	990.95	4.18	90.78	27.30	10361.44	51.37
17	16.00	22475.45	990.67	4.18	90.75	28.39	10770.71	50.36



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 flame-like shape in the middle. Below the gear is a red and white stylized bird or flame motif. At the bottom, another yellow banner contains the text "UJUNG PANDANG".

LAMPIRAN C

(POSISI MATAHATI PADA SAAT PENGUJIAN)

Lampiran C1

Tabel 1 Posisi matahari pada saat pengujian pertama dengan sudut kemiringan kolektor 30°.

Hari	Tanggal	Waktu (WITA)	Posisi Matahari				
			Matahari Tepat di Utara-Selatan (WITA)	Terbit (WITA)	Terbenam (WITA)	Azimuht	Tinggi
Rabu	18/07/2018	08:00	12:08	06:12	18:04	64°19'	23°45'
		08:30				61° 55'	30°25'
		09:00				58° 47'	36°55'
		09:30				54°40'	43°10'
		10:00				49°12'	49°03'
		10:30				41°53'	54°24'
		11:00				32°07'	58°54'
		11:30				19°30'	62°11'
		12:00				4°27'	63°45'
		12:30				348°45'	63°18'
		13:00				334°37'	60°56'
		13:30				323°16'	57°03'
		14:00				314°39'	52°08'
		14:30				308°13'	46°32'
		15:00				303°24'	40°28'
		15:30				299°44'	34°05'
16:00	296°57'	37°31'					

Lampiran C2

Tabel 2 Posisi matahari pada saat pengujian pertama dengan sudut kemiringan kolektor 45°.

Hari	Tanggal	Waktu (WITA)	Posisi Matahari				
			Matahari Tepat di Utara-Selatan (WITA)	Terbit (WITA)	Terbenam (WITA)	Azimuht	Tinggi
Rabu	25/07/2018	08:00	12:08	06:12	18:04	65°47'	24°03'
		08:30				63°37'	30°48'
		09:00				60°23'	37°24'
		09:30				56°21'	43°45'
		10:00				50°58'	49°47'
		10:30				43°41'	55°17'
		11:00				33°47'	59°59'
		11:30				20°44'	63°26'
		12:00				4°54'	65°05'
		12:30				348°15'	64°39'
		13:00				333°25'	62°10'
		13:30				321°43'	58°09'
		14:00				313°00'	53°04'
		14:30				306°35'	47°19'
		15:00				301°49'	41°08'
		15:30				298°14'	34°40'
16:00	295°30'	28°00'					

Lampiran C3

Tabel 3 Posisi matahari pada saat pengujian pertama dengan sudut kemiringan kolektor 45°.

Hari	Tanggal	Waktu (WITA)	Posisi Matahari				
			Matahari Tepat di Utara-Selatan (WITA)	Terbit (WITA)	Terbenam (WITA)	Azimuht	Tinggi
Kamis	26/07/2018	08:00	12:08	06:12	18:05	66°01'	24°06'
		08:30				63°41'	30°52'
		09:00				60°39'	37°29'
		09:30				56°37'	43°52'
		10:00				51°15'	49°54'
		10:30				43°58'	55°06'
		11:00				34°03'	60°69'
		11:30				20°56'	63°38'
		12:00				4°57'	65°19'
		12:30				348°08'	64°52'
		13:00				333°12'	62°22'
		13:30				321°27'	58°19'
		14:00				312°44'	53°13'
		14:30				306°19'	47°26'
		15:00				301°34'	41°14'
		15:30				298°00'	34°45'
16:00	295°16'	28°04'					

Lampiran C4

Tabel 4 Posisi matahari pada saat pengujian pertama dengan sudut kemiringan kolektor 60°.

Hari	Tanggal	Waktu (WITA)	Posisi Matahari				
			Matahari Tepat di Utara-Selatan (WITA)	Terbit (WITA)	Terbenam (WITA)	Azimuht	Tinggi
Jumat	27/07/2018	08:00	12:08	06:12	18:05	66°15'	24°10'
		08:30				63°56'	30°56'
		09:00				60°54'	37°54'
		09:30				56°54'	43°58'
		10:00				51°32'	50°02'
		10:30				44°15'	55°35'
		11:00				34°19'	60°20'
		11:30				21°07'	63°50'
		12:00				5°00'	65°32'
		12:30				348°01'	65°05'
		13:00				332°58'	62°34'
		13:30				321°10'	58°29'
		14:00				312°26'	53°21'
		14:30				306°02'	47°33'
		15:00				301°18'	41°20'
		15:30				297°44'	34°49'
16:00	295°02'	28°08'					

Lampiran C5

Tabel 5 Posisi matahari pada saat pengujian pertama dengan sudut kemiringan kolektor 60°.

Hari	Tanggal	Waktu (WITA)	Posisi Matahari				
			Matahari Tepat di Utara-Selatan (WITA)	Terbit (WITA)	Terbenam (WITA)	Azimuht	Tinggi
Minggu	29/07/2018	08:00	12:08	06:12	18:05	66°44'	24°17'
		08:30				64°26'	31°06'
		09:00				61°25'	37°45'
		09:30				57°28'	44°11'
		10:00				52°07'	50°18'
		10:30				44°51'	55°54'
		11:00				34°52'	60°43'
		11:30				21°30'	64°16'
		12:00				5°04'	66°00'
		12:30				347°45'	65°32'
		13:00				332°28'	62°58'
		13:30				320°24'	58°49'
		14:00				311°49'	53°58'
		14:30				305°16'	47°47'
		15:00				300°44'	41°31'
		15:30				297°12'	34°59'
16:00	294°37'	28°15'					

Lampiran C6

Tabel 6 Posisi matahari pada saat pengujian pertama dengan sudut kemiringan kolektor 30°.

Hari	Tanggal	Waktu (WITA)	Posisi Matahari				
			Matahari Tepat di Utara-Selatan (WITA)	Terbit (WITA)	Terbenam (WITA)	Azimuht	Tinggi
Minggu	05/08/2018	08:00	12:08	06:10	18:05	68°36'	24°50'
		08:30				66°23'	31°45'
		09:00				63°29'	38°31'
		09:30				59°37'	49°05'
		10:00				54°23'	51°21'
		10:30				47°08'	57°09'
		11:00				36°58'	62°11'
		11:30				22°56'	65°56'
		12:00				5°13'	67°47'
		12:30				346°28'	67°14'
		13:00				330°15'	64°27'
		13:30				318°02'	60°02'
		14:00				309°18'	54°37'
		14:30				303°03'	48°35'
		15:00				298°30'	42°09'
		15:30				295°07'	35°29'
16:00	292°33'	28°39'					

Lampiran C7

Tabel 7 Posisi matahari pada saat pengujian pertama dengan sudut kemiringan kolektor SWH 1 30° dan SWH 2 45°

Hari	Tanggal	Waktu (WITA)	Posisi Matahari				
			Matahari Tepat di Utara-Selatan (WITA)	Terbit (WITA)	Terbenam (WITA)	Azimuht	Tinggi
Senin	06/08/2018	08:00	12:08	06:10	18:05	68°53'	24°56'
		08:30				66°41'	31°51'
		09:00				63°47'	38°38'
		09:30				59°57'	45°14'
		10:00				54°44'	51°31'
		10:30				47°29'	57°21'
		11:00				37°17'	62°24'
		11:30				23°09'	66°12'
		12:00				5°13'	68°03'
		12:30				346°13'	67°29'
		13:00				329°52'	64°40'
		13:30				317°37'	60°13'
		14:00				308°54'	54°46'
		14:30				302°41'	48°41'
		15:00				296°09'	42°15'
		15:30				294°47'	35°33'
16:00	292°15'	28°42'					

Lampiran C8

Tabel 8 Posisi matahari pada saat pengujian pertama dengan sudut kemiringan kolektor SWH 1 45° dan SWH 2 60°..

Hari	Tanggal	Waktu (WITA)	Posisi Matahari				
			Matahari Tepat di Utara-Selatan (WITA)	Terbit (WITA)	Terbenam (WITA)	Azimuht	Tinggi
Selasa	07/08/2018	08:00	12:08	06:10	18:05	69°10'	25°01'
		08:30				66°59'	31°57'
		09:00				64°67'	38°56'
		09:30				60°17'	45°22'
		10:00				55°05'	51°41'
		10:30				47°51'	57°33'
		11:00				37°37'	62°38'
		11:30				23°22'	66°28'
		12:00				5°13'	68°28'
		12:30				345°58'	67°45'
		13:00				329°28'	64°53'
		13:30				317°11'	60°24'
		14:00				308°29'	54°54'
		14:30				302°17'	48°48'
		15:00				297°48'	42°20'
		15:30				294°28'	35°37'
16:00	291°56'	28°45'					

Lampiran C9

Tabel 9 Posisi matahari pada saat pengujian pertama dengan sudut kemiringan kolektor 60°.

Hari	Tanggal	Waktu (WITA)	Posisi Matahari				
			Matahari Tepat di Utara-Selatan (WITA)	Terbit (WITA)	Terbenam (WITA)	Azimuht	Tinggi
rabu	08/08/2018	08:00	12:07	06:10	18:05	69°28'	25°07'
		08:30				67°17'	32°04'
		09:00				64°26'	38°53'
		09:30				60°38'	45°31'
		10:00				55°27'	51°52'
		10:30				48°13'	57°45'
		11:00				37°58'	65°52'
		11:30				23°36'	66°44'
		12:00				5°13'	68°37'
		12:30				345°42'	68°01'
		13:00				329°03'	65°06'
		13:30				316°44'	60°34'
		14:00				308°03'	55°02'
		14:30				301°53'	48°54'
		15:00				297°26'	42°25'
		15:30				294°07'	35°41'
16:00	291°37'	28°48'					

Lampiran C10

Tabel 10 Posisi matahari pada saat pengujian pertama dengan sudut kemiringan kolektor 30°.

Hari	Tanggal	Waktu (WITA)	Posisi Matahari				
			Matahari Tepat di Utara-Selatan (WITA)	Terbit (WITA)	Terbenam (WITA)	Azimuht	Tinggi
Sabtu	14/08/2018	08:00	12:06	06:08	18:05	70°04'	25°19'
		08:30				67°55'	32°18'
		09:00				65°06'	39°09'
		09:30				61°20'	45°49'
		10:00				56°12'	52°13'
		10:30				49°00'	58°10'
		11:00				38°40'	63°22'
		11:30				24°03'	67°17'
		12:00				5°11'	69°11'
		12:30				345°08'	68°33'
		13:00				328°11'	65°33'
		13:30				315°48'	60°56'
		14:00				307°09'	55°35'
		14:30				301°04'	49°07'
		15:00				296°40'	42°34'
		15:30				293°25'	35°48'
	16:00	290°58'	28°53'				

The logo of Politeknik Negeri Ujung Pandang is a circular emblem. At the top, a yellow banner contains the text "POLITEKNIK NEGERI". The central part of the logo features a light blue gear with a yellow flame-like symbol in its center. Below the gear, there are red, stylized, flame-like or ribbon-like shapes. At the bottom, another yellow banner contains the text "UJUNG PANDANG".

LAMPIRAN D

(FOTO-FOTO KEGIATAN)



Proses penggantian sensor yang rusak



Proses pengisian air tangki



Proses pemasangan alat ukur dengan posisi sudut konstan 5° .



The logo of Politeknik Negeri Ujung Pandang is a circular emblem. It features a central gear with a yellow flame-like shape in the center. The gear is surrounded by a red and white decorative border. The text "POLITEKNIK NEGERI" is written in yellow on a banner at the top, and "UJUNG PANDANG" is written in yellow on a banner at the bottom.

LAMPIRAN E

(POSISI SUDUT KOLEKTOR SAAT PENGUJIAN)



Posisi Kolektor pada Pengujian Hari Pertama dengan Sudut Kemiringan 30° dan 45°



Posisi Kolektor pada Pengujian Hari Kedua dan Ketiga dengan Sudut Kemiringan 45° dan 30 °



Posisi Kolektor pada Pengujian Hari Keempat dengan Sudut Kemiringan 60° dan 45°



Posisi Kolektor pada Pengujian Hari Keenam dengan Sudut Kemiringan 30° dan 60°



Posisi Kolektor pada Pengujian Hari Keenam dengan Sudut Kemiringan 60° dan 30°



Posisi Kolektor pada Pengujian Hari Ketujuh dengan Sudut Kemiringan 30° dan 45°



Posisi Kolektor pada Pengujian Hari Kedelapan dengan Sudut Kemiringan 45° dan 60°



Posisi Kolektor pada Pengujian Hari Kesembilan dengan Sudut Kemiringan 60° dan 30°



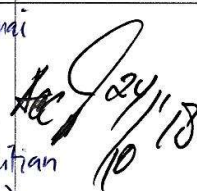
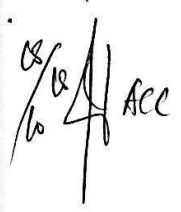

Posisi Kolektor pada Pengujian Hari Kesepuluh dengan Sudut Kemiringan 30°



**LAMPIRAN BERITA ACARA PELAKSANAAN
UJIAN SIDANG LAPORAN TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Fadil / Devi Zulfitri
NIM : 34215017 / 34215021

Catatan/Daftar Revisi Penguji:

No.	Nama	Uraian	Tanda Tangan
1.	ESN	- hal. 10, 11, 12, 13, 14 (mengenai penulisan). - Teori mengenai kemiringan sudut.	
2.	EYK	- Apa perbedaan dengan penelitian sebelumnya (Wawsimin dll). - Surat pernyataan keaslian. - Ringkasan sama dengan sebelumnya (angkanya sama). - 1.3 adalah ruang lingkup kegiatan. - Tinjauan pustaka sebagian besar (Plagiat). - Teori sebagian plagiat. - Referensi harus sama. - gambar harus ada referensi sumbernya. - Pembahasan sama dengan penelitian sebelumnya.	
3	EMY	- Alasan kenapa sama?	

Makassar, 06-8-2018
Sekretaris Penguji


Muh. Yusuf Yunus

Catatan: Jika ada perubahan Judul Tugas Akhir konfirmasi secepatnya ke bagian Akademik.