

TUGAS AKHIR

**STUDI EKSPERIMENTAL PEMANAS AIR TENAGA SURYA  
MENGUNAKAN KACA SEBAGAI REFLEKTOR DENGAN VARIASI  
LAJU ALIRAN AIR**

*Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Dari Syarat-syarat Yang Diperlukan Guna  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST)*

**Disusun Oleh:**

**Muazar**

**NIM. 1605903010006**

Bidang Keahlian Teknik Konversi Energi



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN RISET, DAN TEKNOLOGI  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS TEUKU UMAR**

**2021**



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS TEUKU UMAR  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

Meulaboh, Aceh Barat 23615, PO BOX 59

Laman: [www.utu.ac.id](http://www.utu.ac.id), email: [teknikmesin@utu.ac.id](mailto:teknikmesin@utu.ac.id)

---

**LEMBARAN PENGESAHAN PROGRES TUGAS AKHIR**

Tugas Akhir ini dengan judul “Studi Eksperimental Pemanas Air Tenaga Surya Menggunakan Kaca Sebagai Reflektor Dengan Variasi Laju Aliran Air”

Disusun oleh :

Nama : Muazar  
Nim : 1605903010006  
Bidang Studi : Teknik Konversi Energi  
Progam Studi : Teknik Mesin

Telah disetujui untuk diseminarkan pada tanggal 12 Juli 2021, guna memenuhi sebagai dari syarat-syarat yang di perlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T). Pada Program Studi Teknik Mesin Fskultas Teknik Universitas Teuku Umar.

Alue Peunyareng, 12 Juli 2021

Disetujui,

Pembimbing

Masykur S.Pd.,M.T  
NIP. 198903142019031011

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Maidi Saputra, ST., MT.  
NIP. 198105072015041002



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS TEUKU UMAR  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
Meulaboh, Aceh Barat 23615, PO BOX 59  
Laman: [www.utu.ac.id](http://www.utu.ac.id), email: [teknikmesin@utu.ac.id](mailto:teknikmesin@utu.ac.id)

---

### **LEMBARAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

Tugas Akhir ini dengan judul “Studi Eksperimental Pemanas Air Tenaga Surya Menggunakan Kaca Sebagai Reflektor Dengan Variasi Laju Aliran Air”

Disusun oleh :

Nama : Muazar  
Nim : 1605903010006  
Bidang Studi : Teknik Konversi Energi  
Progam Studi : Teknik Mesin

Telah disetujui untuk sidangkan pada tanggal 09 November 2021, guna memenuhi sebagai dari syarat-syarat yang di perlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T). Pada Program Studi Teknik Mesin Fskultas Teknik Universitas Teuku Umar.

Alue Peunyareng, 09 November 2021

Disetujui,

Dosen Pembimbing

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Masykur S.Pd.,MT  
NIP. 198903142019031011

Maidi Saputra, ST., MT  
NIP. 198105072015041002



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS TEUKU UMAR  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

Meulaboh, Aceh Barat 23615, PO BOX 59

Laman: [www.utu.ac.id](http://www.utu.ac.id), email: [teknikmesin@utu.ac.id](mailto:teknikmesin@utu.ac.id)

---

**LEMBARAN PENGESAHAN FAKULTAS**

Dinyatakan LULUS setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Tugas Akhir guna untuk memenuhi salah satu syarat-syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) Pada Pogram Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar, pada tanggal 09 November 2021

Nama : Muazar  
Nim : 1605903010006  
Bidang Keahlian : Teknik Konversi Energi  
Pogram Studi : Teknik Mesin  
Judul : Studi Eksperimen Studi Eksperimental Pemanas Air  
Tenaga Surya Menggunakan Kaca Sebagai Reflektor  
Dengan Variasi Laju Aliran Air.

Alue Peunyareng, 09 November 2021

Mengetahui  
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. M. Isya, M.T  
NIP. 196204111989031002

Mengetahui  
Ketua Prodi Teknik Mesin

Maidi Saputra, ST., MT  
NIP. 198105072015041002



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS TEUKU UMAR  
FAKULTA STEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

Meulaboh, Aceh Barat 23615, PO BOX 59

Laman: [www.utu.ac.id](http://www.utu.ac.id), email: [teknikmesin@utu.ac.id](mailto:teknikmesin@utu.ac.id)

**LEMBARAN PENGESAHAN PROGRAM STUDI**

Telah disidangkan didepan Tim Penguji Seminar Tugas Akhir pada tanggal 09 November 2021, guna memenuhi sebagian dari syarat-syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar.

Judul : Studi Eksperimental Pemanas Air Tenaga Surya Menggukan Kaca  
Sebagai Reflektor Dengan Variasi Laju Aliran Air.  
Nama : Muazar  
NIM : 1605903010006  
Jurusan : Teknik Mesin  
Bidang : Teknik Konversi Energi

Alue Peunyareng, 09 November 2021

Disetujui

1. Masykur, S.Pd., MT  
NIP. 198903142019031011

1. ....  
(Pembimbing)

2. Maidi Saputra, ST., MT  
NIP. 198105072015041002

2. ....  
(Penguji I)

3. Pribadyo, ST., MT  
NIDN. 0118067401

3. ....  
(Penguji II)

Mengetahui  
Ketua Prodi Teknik Mesin

Maidi Saputra, ST., MT  
NIP. 198105072015041002

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini.

Nama : Muazar

NIM : 1605903010006

Dengan ini menyatakan sesungguhnya bahwa didalam skripsi adalah hasil karya saya sendiri dan tidak terdapat bagian atau satu kesatuan yang salah dari skripsi, tesis, disertai buku dan bentuk lainnya yang saya kutip dari orang lain tanpa saya sebutkan sumbernya yang dapat dipandang sebagai tindakan penjiplakan. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat reproduksi karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain yang dijadikan seolah-olah karya asli saya sendiri. Apabila ternyata dalam skripsi saya terdapat bagian-bagian yang memenuhi unsur penjiplakan, maka saya akan mendapatkan sanksi sebagaimana semestinya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan sebenarnya.

Alue Peunyareng, 09 November 2021

Saya Membuat Pernyataan

Muazar

NIM. 1605903010006

## KATA PENGANTAR



Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan kemudahan rahmad dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir. Tidak lupa pula penulis sampaikan sholawat beriring salam kepada Nabi Besar Muhammad SAW. yang telah membawa dunia ini dari alam kebodohan ke alam yang ber ilmu berpengetahuan seperti saat ini, dan banyak terimakasih saya ucapkan kepada kedua orang tua saya yang selalu mendoakan dan memberikan dorongan dalam menyelesaikan pendidikan.

Maksud dan tujuan penulisan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat bagi mahasiswa untuk mendapatkan gelar sarjana gelar S1 Universitas Teuku Umar meulaboh Aceh Barat. Pada penulisan tugas akhir ini penulis mengangkat judul **“Studi Eksperimental Pemanas Air Tenaga Surya Menggukon Kaca Sebagai Reflektor Dengan Variasi Laju Aliran Air”**.

Penulis sangat berterimakasih kepada Ayahanda, Ibunda yang selalu mendoakan dan memberi dorongan kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini guna untuk memperoleh Sarjana S1 di Universitas Teuku Umar. Adapun dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kendala yang penulis alami, namun berkat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak, maka tugas akhir ini dapat penulis

selesaikan tepat waktu. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:  
Bapak Prof. Dr. Jasman J. Ma'ruf, SE, MBA, Selaku Rektor Universitas Teuku Umar

1. Bapak Dr. Ir. M. Isya, MT, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar
2. Bapak Maidi Saputra, ST., MT, Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak Masykur, S.Pd., MT, Selaku Pembimbing yang telah membimbing dan memberi arahan kepada saya selaku penulis.
4. Bapak Maidi Saputra, S.T., M.T, Selaku Penguji I yang telah memberi masukan kepada penulis.
5. Bapak Pribadyo, S.T., M.T, Selaku Penguji II yang telah memberi masukan kepada penulis.
6. Teman-teman seperjuangan di Jurusan Teknik Mesin, yang selalu memberi saran dan masukan dari pertama kuliah hingga selesai.

Semoga tulisan ini dapat bermamfaat bagi pembaca dan terutama untuk penulis sendiri dan semoga Allah senantiasa membimbing kita kejalan yang diridhainya. Amin.

Alue Peunyareng, 09 November 2021  
Penulis

Muazar  
NIM.1605903010006



**STUDI EKSPERIMENTAL PEMANAS AIR TENAGA SURYA  
MENGUNAKAN KACA SEBAGAI REFLEKTOR DENGAN VARIASI  
LAJU ALIRAN AIR**

Nama : Muazar  
NIM : 1606903010006  
Bidang Studi : Teknik Konversi Energi  
Jurusan : Teknik Mesin  
Dosen Pembimbing : Masykur, S.Pd., MT.

**ABSTRAK**

Indonesia sebagai negara kepulauan yang memiliki sumber daya alam melimpah, yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energy bagi keberlangsungan hidup. Namun seiring berjalannya waktu, ketersediaan energy alam kini semakin menipis, dan untuk mengantisipasi masalah diperlukan energy alternative, yaitu energy yang bisa di mamfaatkan dan yang tak akan ada habisnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana nilai panas air yang di hasilkan kolektor surya pemanas air dengan menggunakan kaca sebagai reflektor serta pengaruh laju aliran dan sudut kemiringan kolektor.

Pengujian dilakukan disekitar lingkungan kampus Universitas Teuku Umar, yang bertujuan untuk memanfaatkan energi matahari untuk memanaskan air di titik koordinasi 4.14411, LU ,96.20306 BT. Penelitian pemanas air tenaga surya dengan variasi laju aliran air 75 liter/jam, 150 liter/jam 225 liter/jam dengan sudut kemiringan kolektor surya 30° dan sudut kemiringan kaca reflektor 70°. Pengambilan data di lakukan setiap satu jam dari pukul 09.00-16.00 WIB untuk setiap variasi. Proses pengujian yang di ukur adalah intensitas radiasi, lingkungan, angin, kaca penutup, pipa, absorber, air masuk, air keluar dan temperatur air.

Dari hasil perbandingan tiga pengujian dengan variasi laju aliran air dan penambahan kaca reflektor suhu air tertinggi yang di dapatkan mencapai 48,3 °C dengan variasi laju aliran air 225 liter/jam dengan sudut kemiringan kolektor 30° dan sudut kemiringan kaca reflektor 70°. Perhitungan air masuk dan air keluar  $E_{Air}$  pada laju aliran 225 liter/jam mendapatkan hasil tertinggi mencapai 929.38 j/s dan di konversikan ke kj/s mendapatkan hasil dengan besaran daya 0.92938 kj/s pada jam 12.00 Wib, Dengan sudut kemiringan kolektor 30° dan sudut kemiringan kaca reflektor 70°. Setiap pengujian mendapatkan hasil yang berbeda karena pengaruh variasi laju aliran dan pengaruh sudut kemiringan kaca reflektor.

**Kata Kunci :** Kolektor surya, Kaca reflektor, Laju aliran, Suhu air yang di hasilkan.

**EXPERIMENTAL STUDY OF SOLAR POWERED WATER HEATER USING  
GLASS AS REFLECTOR WITH VARIATION OF WATER FLOW RATE**

*Name* : Muazar  
*Nim* : 1606903010006  
*Department* : Mechanical Engineering  
*Field Of Study* : Energy Conversion Techniques  
*Supervisor* : Masykur, S.Pd., MT.

**ABSTRACT**

*Indonesia as an archipelagic country has abundant natural resources, which can be used as a source of energy for survival. But as time goes by, the availability of natural energy is now running low, and to anticipate problems, alternative energy is needed, namely energy that can be utilized and that will never run out. This study aims to determine how the heat value of the water produced by the solar collector of water heaters using glass as a reflector and the effect of flow rate and angle of inclination of the collector.*

*The test was carried out around the campus of Teuku Umar University, which aims to utilize solar energy to heat water at the coordination point 4.14411, North Latitude ,96.20306 East Longitude. Research on solar water heaters with variations in the water flow rate of 75 liters/hour, 150 liters/hour 225 liters/hour with a solar collector tilt angle of 30o and a reflector glass tilt angle of 70o. Data collection was carried out every hour from 09.00-16.00 WIB for each variation. The testing process measured is radiation intensity, environment, wind, cover glass, pipe, absorber, water in, water out and water temperature.*

*From the results of the comparison of three tests with variations in water flow rate and the addition of reflector glass, the highest water temperature obtained reached 48.3 oC with variations in water flow rate of 225 liters/hour with a collector tilt angle of 30o and a reflector glass tilt angle of 70o. Calculation of incoming water and outgoing water EAir at a flow rate of 225 liters/hour got the highest result reaching 929.38 j/s and converted to kj/s to get the result with a power of 0.92938 kj/s at 12.00 WIB, with a collector tilt angle of 30o and an angle of 30o. 70o inclination of the reflector glass. Each test got different results because of the influence of variations in flow rate and the influence of the tilt angle of the reflector glass.*

**Keywords:** *solar collector, reflector glass, flow rate, water temperature produced.*

## DAFTAR ISI

### COVER

LEMBARAN PENGESAHAN PROGRES TUGAS AKHIR.....	i
LEMBARAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	ii
LEMBARAN PENGESAHAN FAKULTAS .....	iii
LEMBARAN PENGESAHAN PROGRAM STUDI .....	iv
PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK... ..	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR GRAFIK .....	xvi
DAFTAR TABEL .....	xvii
DAFTAR SIMBOL .....	xviii

### BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Mamfaat Penelitian .....	4

## **BAB 2 LANDASAN TEORI**

2.1 Penelitian Terdahulu .....	5
2.2 Matahari .....	7
2.3 Radiasi Matahari di Permukaan Bumi .....	8
2.3.1 Posisi Sudut Matahari .....	10
2.3.2 Radiasi Matahari Pada Permukaan Miring .....	13
2.3.3 Radiasi Matahari Yang Diserap Kolektor.....	13
2.4 Tinjauan Umum Kolektor Surya.....	14
2.5 Perpindahan Panas Pada Kolektor Surya Pemanas Air .....	16
2.5.1 Analisa Perpindahan Panas Radiasi .....	17
2.5.2 Analisa Perpindahan Panas Konveksi.....	18
2.5.3 Analisa Perpindahan Panas Konduksi .....	19
2.6 Perpindahan Panas Dari Reflektor .....	19
2.6.1 Radiasi Tambahan dari Reflektor .....	22
2.7 Analisa Panas (Q) .....	22

## **BAB 3 METODE PENELITIAN**

3.1 Waktu dan Tempat.....	24
3.2 Perencanaan Perancangan Kolektor Surya Pemanas Air.....	24
3.3 Tahapan Penelitian.....	25
3.4 Prinsip Kerja Alat Pemanas Air Tenaga Surya .....	26
3.5 Alat dan Bahan.....	27

3.5.1 Peralatan Yang Digunakan .....	27
3.5.2 Bahan-Bahan Yang Digunakan Untuk Pembuatan Kolektor Surya .....	30
3.6 Variabel Penelitian.....	30
3.6.1 Variabel Tetap.....	30
3.6.2 Variabel Bebas .....	31
3.7 Flowchat Penelitian .....	37

## **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Pengujian Dan Pengambilan Data .....	34
4.2 Pembahasan Hasil Grafik Pengujian.....	38
4.2.1 Hasil Perbandingan Pengujian Intensitas Radiasi Matahari ( $I$ ) .....	38
4.2.2 Hasil Perbandingan Pengujian Suhu Lingkungan ( $T_a$ ) .....	39
4.2.3 Hasil Perbandingan Pengujian Kecepatan Angin ( $V$ ).....	40
4.2.4 Hasil Perbandingan Pengujian Suhu Kaca Penutup ( $T_1$ )....	42
4.2.5 Hasil Perbandingan Pengujian Suhu Pada Pipa ( $T_2$ ) .....	43
4.2.6 Hasil Perbandingan Pengujian Suhu Plat Absorber ( $T_3$ )....	44
4.2.7 Hasil Perbandingan Pengujian Suhu Air Yang Di Hasilkan ( $T_4$ ) .....	46
4.3 Perhitungan Air Masuk Dan Air Keluar $E_{Air}$ .....	47
4.3.1 Contoh Perhitungan $E_{Air}$ Pada Pukul 12.00 Wib Dengan Aliran 75 Liter/jam .....	47

#### 4.4 Hasil Perbandingan Pengujian Antara Suhu Air Masuk

$T_{in}$  Dan Suhu Air Keluar  $T_{out}$  Pada Laju Aliran 75 Liter/jam,

150 Liter/jam Dan 225 Liter/jam ..... 49

### **BAB 5 KESIMPULAN**

5.1 Kesimpulan ..... 52

5.2 Saran ..... 53

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Pemanas Air Surya Menggunakan Kaca Reflector .....	6
<b>Gambar 2.2</b> Grafik (a) Temperatur Maksimum Selama Pemanasan 6 Jam. (b) Efisiensi ( $\eta$ ) Fungsi Radiasi Matahari ( $IT$ ) Untuk Sudut Kemiringan( $\beta$ ) = $10^\circ$ .....	7
<b>Gambar 2.3</b> Matahari .....	8
<b>Gambar 2.4</b> Radiasi <i>beam</i> , <i>diffuse</i> dan Radiasi di bidang extraterrestrial .....	10
<b>Gambar 2.5</b> Sudut-sudut yang mempengaruhi radiasi matahari .....	11
<b>Gambar 2.6</b> Proses penyerapan radiasi matahari oleh pelat <i>absorber</i> .....	14
<b>Gambar 2.7</b> Susunan komponen surya pelat datar .....	15
<b>Gambar 2.8</b> Mekanisme perpindahan panas secara konduksi, konveksi, dan radiasi .....	16
<b>Gambar 2.9</b> Perpindahan Panas Konduksi pada Dinding Datar .....	19
<b>Gambar 2.10</b> Hubungan geometri penerimaan energi permukaan $c$ dan permukaan yang dipantulkan .....	20
<b>Gambar 2.11</b> Faktor sudut $Fr-c$ sebagai fungsi dari dimensi relatif ke permukaan kolektor dan reflektor .....	20
<b>Gambar 2.12</b> Pembagian Dimensi Reflektor dan Kolektor .....	21
<b>Gambar 2.13</b> Energi Panas Dari Kolektor Surya Untuk Pemanas Air .....	23
<b>Gambar 3.1</b> Lokasi Penelitian .....	24

<b>Gambar 3.2</b> Perancangan Kolektor Surya Dengan Penambahan Kaca	
Reflektor .....	25
<b>Gambar 3.3</b> Instalasi Kolektor Surya Pemanas Air Dengan Penambahan	
Kaca Reflektor .....	26
<b>Gambar 3.4</b> <i>Solar Power Meter</i> .....	27
<b>Gambar 3.5</b> <i>Sigma</i> .....	28
<b>Gambar 3.6</b> Busur Derajat .....	28
<b>Gambar 3.7</b> <i>Valve</i> .....	28
<b>Gambar 3.8</b> Pompa .....	29
<b>Gambar 3.9</b> <i>Thermocouple</i> .....	29
<b>Gambar 3.10</b> <i>Termometer</i> .....	29
<b>Gambar 3.11</b> <i>Flowchat</i> Penelitian .....	33



## DAFTAR GRAFIK

<b>Grafik 4.1</b> Hasil Pengujian Intensitas Radiasi Matahari ( $I$ ) 75 Liter/jam, 150 Liter/jam Dan 225 Liter/jam.....	38
<b>Grafik 4.2</b> Hasil Pengujian Suhu Lingkungan ( $T_a$ ) 75 Liter/jam, 150 Liter/jam Dan 225 Liter/jam .....	39
<b>Grafik 4.3</b> Hasil Pengujian Kecepatan Angin ( $V$ ) 75 Liter/jam, 150 Liter/jam Dan 225 Liter/jam .....	41
<b>Grafik 4.4</b> Hasil Pengujian Suhu Kaca Penutup ( $T_1$ ) 75 Liter/jam, 150 Liter/jam Dan 225 Liter/jam .....	42
<b>Grafik 4.5</b> Hasil Pengujian Suhu Pada Pipa ( $T_2$ ) 75 Liter/jam, 150 Liter/jam Dan 225 Liter/jam .....	43
<b>Grafik 4.6</b> Hasil Pengujian Suhu Plat Absorber ( $T_3$ ) 75 Liter/jam, 150 Liter/jam Dan 225 Liter/jam .....	45
<b>Grafik 4.7</b> Hasil Pengujian Suhu Air Panas Yang Di Hasilkan ( $T_4$ ) 75 Liter/jam, 150 Liter/jam Dan 225 Liter/jam.....	46
<b>Grafik 4.8</b> Hasil Perbandingan Pengujian $E_{Air}$ Yang Di Konversikan Dari J/s Ke Kj/s Pada Kolektor Surya Dengan Laju Aliran 75 Liter/jam, 150 Liter/jam Dan 225 Liter/jam.....	50

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1</b> Peralatan Yang Digunakan Dalam Penelitian .....	27
<b>Tabel 3.2</b> Perencanaan Pengambilan Data Pemanas Air Tenaga Surya Untuk $Q = 75$ Liter/jam, 150 Liter/jam, 225 Liter/jam Dengan Sudut Kemiringan Kolektor $\beta = 30^0$ Dan Sudut Kemiringan Reflektor $\beta = 70^0$ .....	29
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Pengambilan Data Pemanas Air Tenaga Surya $Q = 75$ Liter/jam Sudut Kemiringan Kolektor $\beta = 30^0$ Dan Sudut Kemiringan Reflektor $\beta = 70^0$ .....	35
<b>Tabel 4.2</b> Hasil Pengambilan Data Pemanas Air Tenaga Surya $Q = 150$ Liter/jam Sudut Kemiringan Kolektor $\beta = 30^0$ Dan Sudut Kemiringan Reflektor $\beta = 70^0$ .....	36
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Pengambilan Data Pemanas Air Tenaga Surya $Q = 225$ Liter/jam Sudut Kemiringan Kolektor $\beta = 30^0$ Dan Sudut Kemiringan Reflektor $\beta = 70^0$ .....	37
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Perhitungan Air Masuk Dan Air Keluar $E_{Air}$ Pada Kolektor Surya Dengan Laju Aliran 75 Liter/jam .....	48
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Perhitungan Air Masuk Dan Air Keluar $E_{Air}$ Pada Kolektor Surya Dengan Laju Aliran 150 Liter/jam .....	48
<b>Tabel 4.6</b> Hasil Perhitungan Air Masuk Dan Air Keluar $E_{Air}$ Pada Kolektor Surya Dengan Laju Aliran 225 Liter/jam .....	49
<b>Tabel 4.7</b> Hasil $E_{Air}$ Yang Di Koversikan Dari J/s Ke Kj/s .....	49

## DAFTAR SIMBOL

- $I$  : Intensitas radiasi matahari pada permukaan horizontal ( $\text{W/m}^2$ )
- $Q$  : Aliran Air (L/s).
- $T_a$  : Suhu Lingkungan.
- $V$  : Kecepatan Angin (m/s).
- $T1$  : Temperatur Kaca Covel.
- $T2$  : Temperatur Pipa Dalam
- $T3$  : Temperatur Plat Absorber.
- $T_{in}$  : Temperatur Air Masuk.
- $T_{out}$  : Temperatur Air Keluar.
- $T4$  : Temperatur Air.
- $\dot{m}$  : Laju aliran massa fluida (Kg/s)
- $C_p$  : Panas jenis fluida ( $\text{J/kg } ^\circ\text{C}$ )
- $T_{film}$  : Temperatur film ( $^\circ\text{K}$ )
- $\beta$  : Sudut kemiringan kolektor
- $Q$  : Debit aliran air (liter/jam)
- $E_{Air}$  : Hasil perhitungan dari suhu air masuk dan air keluar (Kj/s)
- $Q_{solar\ Collector}$  : Panas yang diterima kolektor surya(MJ)
- $Q_{Water\ Heater}$  : Panas yang dimanfaatkan pemanas air (MJ)

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia sebagai negara kepulauan yang memiliki sumber daya alam melimpah, yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energy bagi keberlangsungan hidup. Namun seiring berjalannya waktu, ketersediaan energy alam kini semakin menipis, dan untuk mengantisipasi masalah diperlukan energy alternative, yaitu energy yang bisa di mamfaatkan dan yang tak akan ada habisnya. Sumber energy baru terbarukan adalah sumber energy ramah lingkungan yang tidak mencemari lingkungan dan tidak memberikan kontribusi terhadap perubahan iklim dan pemanasan global, karena energy yang didapatkan berasal dari proses alam yang berkelanjutan, seperti sinar matahari, angin, air, biofuel, dan geothermal, ini menegaskan bahwa sumber energy telah tersedia, tidak merugikan lingkungan, dan akan menjadi alasan utama mengapa energi terbarukan sangat terkait dengan masalah lingkungan dan ekologi.

Indonesia merupakan negara tropis dimana daerahnya dilalui oleh garis khatulistiwa sehingga memiliki potensi menerima panas matahari yang besar. Penyinaran matahari global di Indonesia yaitu  $1700-1950 \text{ kWh/m}^2/\text{tahun} = 4,66-5,34 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$ . Tidak diragukan lagi bahwa energi matahari adalah salah satu sumber energi yang ramah lingkungan, karena tidak ada polusi yang dihasilkan

selama proses konversi energi, dan juga sumber energinya banyak tersedia di alam. (Hasbi Assiddiq S dan Irma Dinahkandy. 2018)

Air panas sangat dibutuhkan dalam kehidupan kita sehari-hari, mulai dari keperluan rumah tangga hingga untuk proses-proses industri. Air panas ini dapat disediakan dengan berbagai macam cara atau proses, antara lain yang telah umum kita lakukan yaitu dengan merebus menggunakan sumber panas api. Akan tetapi ada cara lain yang lebih murah dan mudah yaitu melalui peralatan pemanas air dengan sistem tenaga surya (*Solar Water Heater*). Seiring dengan perkembangan zaman pemanfaatan energi surya terus berkembang mengikuti kebutuhan manusia. Melalui pancaran tenaga surya atau sinar matahari langsung, kita dapat membuat alat pemanas air tanpa harus menggunakan energi listrik ataupun harus membeli bahan bakar minyak.

Dari latar belakang di atas penulis meneliti tentang pemanas air tenaga surya dengan menggunakan cermin sebagai reflektor.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu;

1. Bagaimana nilai panas air yang dihasilkan kolektor surya pemanas air dengan menggunakan kaca sebagai reflektor ?
2. Bagaimana pengaruh variasi perubahan laju aliran terhadap kolektor surya pemanas air dengan menggunakan kaca sebagai reflektor ?

3. Bagaimana pengaruh sudut kemiringan kolektor terhadap kolektor surya pemanas air dengan menggunakan kaca sebagai reflektor ?

### 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini sebagai berikut ;

1. Sudut kemiringan kolektor  $30^{\circ}$ .
2. Sudut Kemiringan kaca reflektor  $70^{\circ}$ .
3. Intensitas matahari pada kondisi *clear sky*.
4. Pengukuran intensitas radiasi matahari yang di ambil dalam 1 jam sekali.
5. Suhu lingkungan yang di ambil selama 1 jam sekali.
6. Kecepatan angin yang di ambil selama 1 jam selali.
7. Suhu kaca penutup yang di ambil selama 1 jam sekali.
8. Suhu pada pipa yang di ambil selama 1 jam sekali.
9. Suhu plat absorber yang di ambil selama 1 jam sekali.
10. Suhu air masuk yang di ambil dalam 1 jam sekali.
11. Suhu air keluar yang di ambil dalam 1 jam sekali.
12. Suhu air panas yang di hasilkan di ambil dalam 1 jam sekali.
13. Pengambilan data dimulai dari pukul 09.00 - 16.00 Wib.
14. Laju aliran air yang digunakan 75 liter/jam, 150 liter/jam, 225 liter/jam.
15. Kaca penutup tidak menyerap energi.
16. Kaca penutup yang digunakan berwarna bening.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut ;

1. Untuk mengetahui nilai panas air yang di hasilkan kolektor surya pemanas air dengan menggunakan kaca sebagai reflektor.
2. Untuk mengetahui pengaruh perubahan laju aliran terhadap kolektor surya pemanas air menggunakan kaca sebagai reflektor.
3. Untuk mengetahui pengaruh sudut kemiringan kolektor terhadap kolektor surya pemanas air dengan menggunakan kaca sebagai reflektor.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah diatas mamfaat penelitian ini yaitu;

1. Untuk mengurangi ketergantungan penggunaan energi listrik, kayu bakar, minyak dan gas bumi khususnya untuk memanaskan air.
2. Dikembangkan untuk produk teknologi pemanas air energi surya dengan penambahan kaca sebagai reflektor yang sesuai dengan kondisi cuaca di indonesia dan dapat di terima di kalangan masyarakat.
3. Mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi yang menggunakan energi surya yang ramah lingkungan.

## **BAB 2**

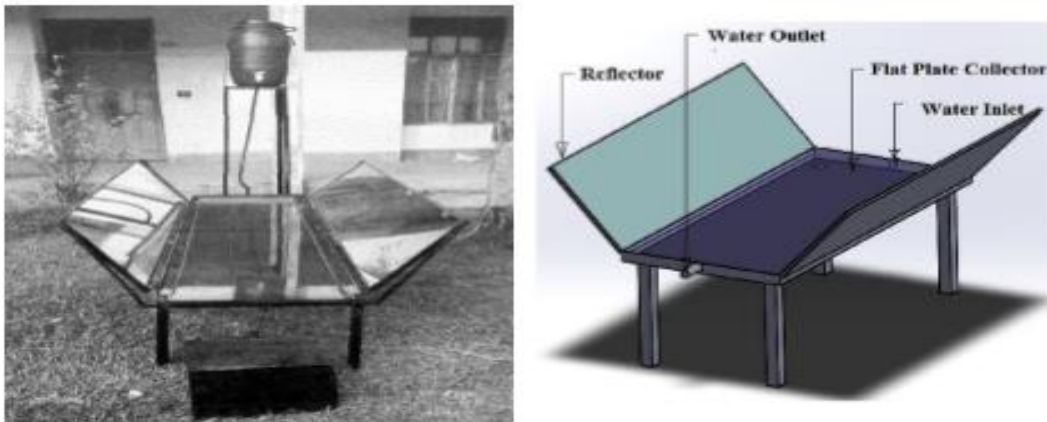
### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Beberapa penelitian terdahulu yang bisa menjadi sumber referensi pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

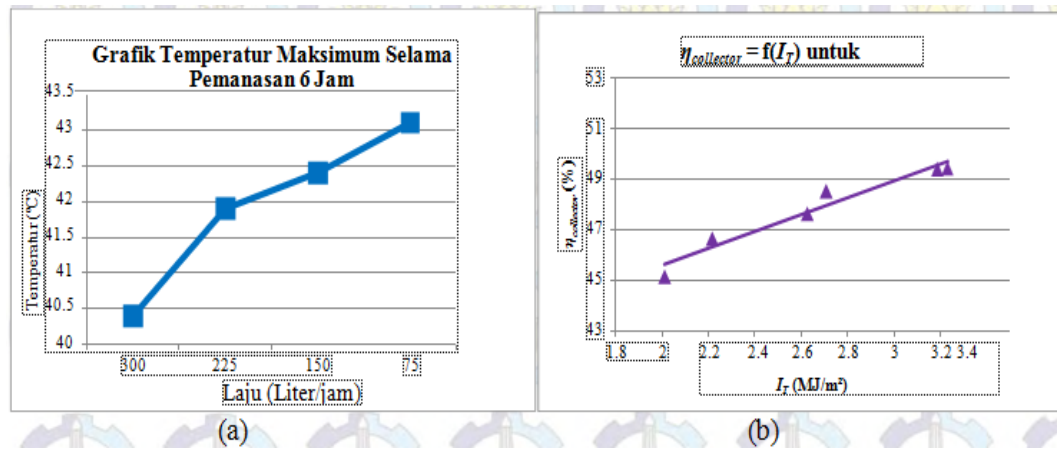
Himangshu Bhowmik dan Ruhul Amin (2017) meneliti tentang Peningkatan efisiensi kolektor surya pelat datar dengan menggunakan reflektor, Prototipe kolektor pelat datar dengan tanpa reflektor dibuat dan diuji di Gazipur, Bangladesh pada Januari 2015. Reflektor diperkenalkan di sini untuk meningkatkan kinerja kolektor surya. Dari pengamatan diperoleh bahwa laju transfer panas dan efisiensi kolektor sangat bergantung pada radiasi matahari. Faktanya, radiasi yang dipancarkan oleh pelat absorber kolektor tidak dapat menembus kaca, dan sebaliknya, reflektor digunakan untuk memusatkan panas matahari pada permukaan kolektor, sehingga memaksimalkan efisiensi kolektor. Efisiensi kolektor diperoleh di sini, tanpa reflektor sebesar 51%, dan dengan reflektor 61%. Dengan demikian, efisiensi keseluruhan dari kolektor surya pelat datar meningkat sekitar 10% dengan menggunakan reflektor dengan kolektor.





**Gambar. 2.1** Pemanas Air Surya Menggunakan Kaca Reflector  
(Sumber. Himangshu Bhowmik dan Ruhul Amin 2017)

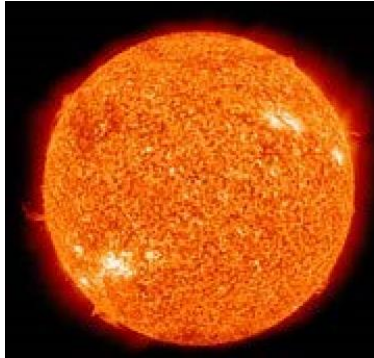
Wirapraja (2012), menganalisa kinerja kolektor surya pelat datar dengan satu kaca penutup. Penelitian dilakukan di lingkungan Teknik Mesin ITS dengan sudut kemiringan kolektor  $10^\circ$  dan variasi laju aliran 300l/h, 225l/h, 150l/h dan 75l/h, pengambilan data dimulai dari pukul 09.00-15.00 WIB. Tebal kaca penutup yang digunakan adalah 5 mm. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa temperatur air keluar maksimal sebesar  $43.1^\circ\text{C}$  yang terjadi pada laju aliran 75 liter/jam, Sedangkan efisiensi pada laju aliran 225 l/h adalah sebesar 49,46 % seperti terlihat pada grafik Gambar 2.2.



**Gambar 2.2** Grafik (a) Temperatur Maksimum Selama Pemanasan 6 Jam. (b) Efisiensi ( $\eta$ ) Fungsi Radiasi Matahari ( $I_T$ ) Untuk Sudut Kemiringan ( $\beta$ ) = 10° (Sumber. Wirapraja, 2012)

## 2.2 Matahari

Matahari merupakan salah satu bidang dalam jagat raya yang bertindak sebagai pusat pada sistem tata surya kita. Matahari termasuk katagori bintang karna dapat menghasilkan cahaya sendiri apabila dibandingkan dengan bintang lainnya, cahaya matahari lebih terang sehingga sehingga pada waktu siang hari tidak akan terlihat bintang lain. Matahari termasuk dalam bintang deret utama G (G2V) atau lebih dikenal sebagai katai kuning karena spektrum radiasinya kuning merah. (Brian Yulianto, 2017)



**Gambar. 2.3** Matahari

(Sumber. Brian Yulianto, 2017 )

### 2.3 Radiasi Matahari di Permukaan Bumi

Matahari berbentuk bulat seperti bola dan reaksi fase nuklir berlangsung terus menerus ditengahnya. Sebagian kecil dari energi yang dihasilkan oleh matahari dibumi digunakan untuk keberlangsungan kehidupan di planet ini. Radiasi matahari menggerakkan semua siklus alam, seperti hujan, angin, fotosintesis, arus laut dan lainnya yang penting bagi kehidupan. Kebutuhan energi secara keseluruhan didasarkan pada energi surya (AEE - Institute for Sustainable Technologies, 2009). Intensitas radiasi matahari ( $G_{sc}$ ) di luar atmosfer (extraterrestrial) rata-rata 1.360 W/m<sup>2</sup> (Solar konstan) (AEE - Institute for Sustainable Technologies, 2009). Radiasi diluar atmosfer pada permukaan horizontal dihitung dengan persamaan berikut (Duffie & Beckman, 2013)

$$I_o = \frac{12 \times 3600 \times G_{sc}}{\pi} \left( 1 + 0,033 \cos \frac{360n}{365} \right) \times \left[ \cos \phi \cos \delta (\sin w_2 - \sin w_1) + \frac{\pi(w_2 - w_1)}{180} \sin \phi \sin \delta \right] \dots \dots \dots (2.1)$$

Ketika radiasi matahari menembus atmosfer sebagian radiasi hilang sehingga pada langit cerah di musim panas antara 800 -1000 W/m<sup>2</sup> (*global Radiation*) dapat diperoleh di lapangan (AEE - Institute for Sustainable Technologies, 2009). Atmosfer bumi memiliki kemampuan menyerap ( $\alpha\alpha$ ), meneruskan ( $\tau\alpha$ ) dan memantulkan ( $\rho m$ ). Radiasi global (*Global radiation*) terdiri dari radiasi langsung (*Beam radiation*) dan radiasi hambur (*Diffuse radiation*). Radiasi hambur adalah radiasi matahari yang diterima oleh bumi tetapi menyebar terlebih dahulu atmosfer. Radiasi hambur yang sampai ke permukaan bumi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Duffie & Beckman, 2013):

$$\begin{aligned}
 &\text{Untuk } K_T \leq 0 \\
 &\quad I_d = 1(1 - 0,249k_r) \\
 &\text{Untuk } 0,35 \leq K_T \leq 0,75 \dots\dots\dots (2.2) \\
 &\quad I_d = I(1,557 - 1,84k_r) \\
 &\text{Untuk } K_T > 0,75 \\
 &\quad I_d = I(0,1771)
 \end{aligned}$$

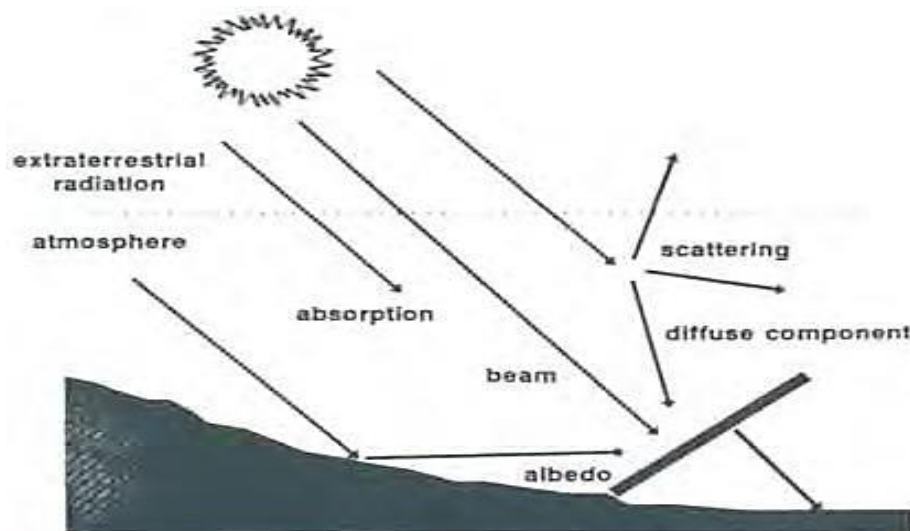
Dimana indeks kecerahan ( $K_T$ ) adalah nilai tak berdimensi antara 0 -1 yang merupakan indikasi tentang fraksi radiasi surya yang dapat menembus atmosfer sehingga dapat sampai ke bidang datar pada permukaan bumi. Indeks kecerahan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$K_T = \frac{I}{I_o} \dots\dots\dots (2.3)$$

Radiasi langsung adalah radiasi matahari yang langsung diterima oleh bumi tersebar di atmosfer. Radiasi langsung yang sampai ke permukaan bumi dapat dihitung dengan persamaan:

$$I_b = I - I_b \dots\dots\dots (2.4)$$

Gambar 2.4 menunjukkan skema representasi dari mekanisme penyerapan dan penyebaran, radiasi langsung dan menyebar yang diterima di permukaan bumi.

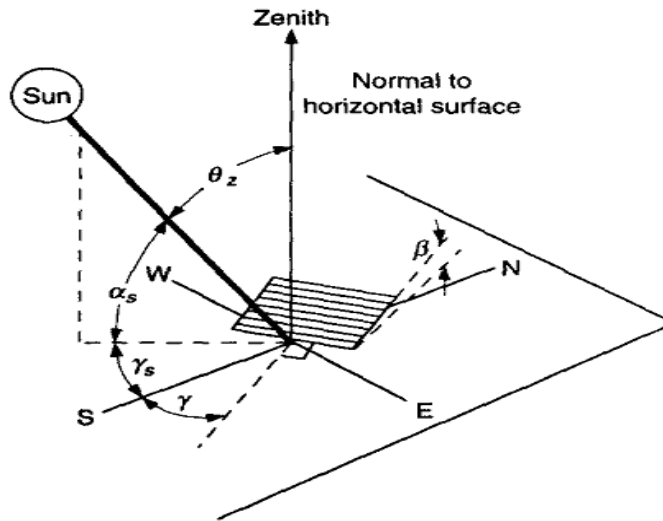


**Gambar 2.4** Radiasi *beam*, *diffuse* dan Radiasi di bidang extraterrestrial  
(Sumber. Khan & Obaidullah, 2009)

### 2.3.1 Posisi Sudut Matahari

Penempatan lokasi dan kemiringan permukaan kolektor terhadap radiasi matahari serta menentukan besarnya sudut datang radiasi matahari sangat berpengaruh terhadap efektifitas dari kolektor surya. Posisi matahari juga digunakan untuk menentukan radiasi matahari yang diteruskan melalui kaca juga berubah-ubah

sesuai dengan sudut masuk matahari. Gambar 2.5 merupakan macam-macam sudut dan hubungan permukaan kolektor surya terhadap radiasi matahari. Dimana sudut-sudut berpengaruh terhadap radiasi matahari.



**Gambar 2.5** Sudut-sudut yang mempengaruhi radiasi matahari

(Sumber. Duffie & Beckman, 2013)

Keterangan :

$\phi$  : Garis lintang, lokasi sudut utara atau selatan khatulistiwa, arah utara positif;  $-90^\circ \leq \phi \leq 90^\circ$ .

$\delta$  : Sudut deklinasi, sudut pada siang hari (ketika matahari berada di meridian local);  $-23.45^\circ \leq \delta \leq 23.45^\circ$ .

Sudut deklinasi  $\delta$  dapat didapat dari persamaan cooper (Cooper, 1968)

$$\delta = 23.45 \sin \left( 360 \frac{284+n}{365} \right) \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana  $n$  adalah hari dari tahun yang bersangkutan.

$\beta$  : Sudut Kemiringan, sudut antara bidang permukaan kolektor dan horisontal;  $0^\circ \leq \beta \leq 180^\circ$ .

$\gamma$  : Sudut azimuth permukaan, merupakan deviasi dari proyeksi sumbu normal permukaan pada bidang horizontal terhadap garis bujur lokal (local meridian). menghadap selatan, kearah timur negatif, dan kearah barat positif;  $-180^\circ \leq \gamma \leq 180^\circ$ .

$\omega$  : Sudut jam (waktu dilakukannya penelitian), pada tengah hari (pukul 12.00), pada pagi hari, dan pada sore hari. Setiap jam setara dengan  $15^\circ$ .

$\theta$  : Sudut sinar datang, yaitu sudut antara radiasi langsung (beam radiation) dari matahari terhadap bidang yang diamati. Hubungan antara sudut sinar datang matahari dengan sudut-sudut yang lain dapat diperoleh dengan persamaan berikut (Duffie & Beckman, 2013):

$$\begin{aligned} \cos \theta = & \sin \delta \sin \phi \cos \beta - \sin \delta \cos \phi \sin \beta \cos \gamma + \\ & \cos \delta \cos \phi \cos \beta \cos \omega + \cos \delta \sin \phi \sin \beta \cos \gamma \cos \omega + \\ & \cos \delta \sin \beta \cos \gamma \sin \omega \dots \quad (2.6) \end{aligned}$$

$\theta_z$  : Sudut zenith, yaitu sudut antara radiasi langsung (beam radiation) dari matahari terhadap bidang horizontal. Sudut zenith pada bidang horizontal harus berada antara  $0^\circ$  sampai  $90^\circ$  saat matahari berada di atas. Sudut zenith dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Duffie & Beckman, 2013):

$$\cos \theta_z = \cos \phi \cos \delta \cos \omega + \sin \phi \sin \delta \dots\dots\dots (2.7)$$

$\alpha_s$  : Sudut ketinggian matahari, sudut antara horizontal dan garis matahari, yaitu komplemen dari sudut zenith.

$\gamma_s$  : Sudut azimuth matahari, perpindahan sudut dari selatan proyeksi radiasi sinar pada bidang horizontal, Perpindahan sudut timur selatan negatif dan barat selatan positif.

### 2.3.2 Radiasi Matahari Pada Permukaan Miring

Selain ditempatkan pada permukaan horizontal, kolektor juga diletakkan pada permukaan miring ( $\beta$ ). Untuk memperkirakan efisiensi dari kolektor dan jumlah aktual energi surya yang dikumpulkan, radiasi matahari pada bidang kolektor surya juga harus dihitung. Radiasi matahari pada permukaan miring dapat dihitung dengan persamaan (Duffie & Beckman, 2013)

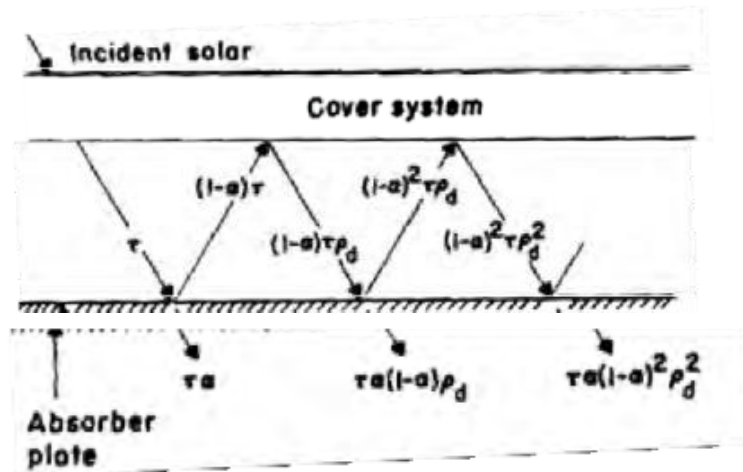
$$I_T = I_b R_b + I_d \left( \frac{1 + \cos \beta}{2} \right) + I \rho_g \left( \frac{1 + \cos \beta}{2} \right) \dots\dots\dots (2.8)$$

### 2.3.3 Radiasi Matahari Yang Diserap Kolektor

Radiasi matahari memasuki kolektor melalui kaca penutup dan mencapai absorber, sebagian radiasinya akan dipantulkan kembali ke kaca penutup yang kemudian dipantulkan lagi ke *absorber* dan kejadian ini berlangsung terus menerus. Radiasi yang diserap oleh collector diubah menjadi energi panas.



Situasi ini ditunjukkan oleh Gambar 2.6 Dimana  $\tau$  adalah transmisivitas dari kaca penutup dan  $\alpha$  adalah absorbtivitas dari pelat *absorber*. Ketika matahari mengenai kaca penutup maka  $\tau$  akan diteruskan kemudian *transmisivitas-absorptance product* ( $\tau\alpha$ ) diserap oleh pelat *absorber* dan  $(1-\alpha)\tau$  dipantulkan kembali ke kaca penutup. Pantulan dari plat absorber ini diasumsikan menyebar sehingga pecahan  $(1-\alpha)\tau$  yaitu  $(1-\alpha)\tau\rho_d$  dipantulkan kembali ke pelat *absorber*. Banyaknya  $\rho_d$  menunjukkan refleksi kaca penutup unruk radiasi dari sisi bawah.



**Gambar 2.6** Proses penyerapan radiasi matahari oleh pelat *absorber*

(Sumber. Duffie & Beckman, 2013)

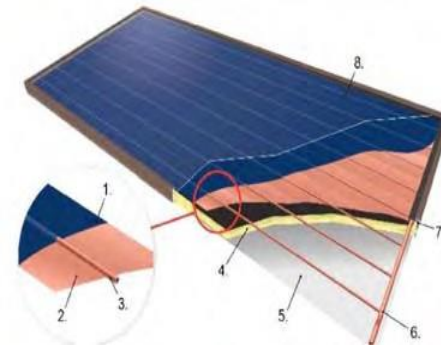
## 2.4 Tinjauan Umum Kolektor Surya

Kolektor surya adalah bagian utama dari sistem pemanas tenaga surya, yang mengubah energi radiasi matahari menjadi panas yang dapat digunakan untuk pemanas kolam renang, penyedia air panas, pemanas ruangan dan bahkan sebagai proses pemanas pada industry (AEE - Institute for Sustainable Technologies, 2009).

Pada dasarnya ada dua jenis kolektor surya yaitu: Kolektor pelat datar dan kolektor Berkonsentrasi. Kolektor pelat datar adalah kolektor yang paling umum digunakan untuk sistem pemanas air dan pemanas udara. Tipikal dari kolektor pelat datar adalah sebuah kotak logam yang diisolasi dengan kaca penutup dan lembaran absorber yang berwarna gelap (Struckmann, 2008). Sedangkan kolektor Berkonsentrasi, absorbernya lebih kecil yang difokuskan dengan sinar matahari cermin yang besar atau lensa yang besar.

Keterangan :

1. Selektif Coating
2. Absorber
3. Tabung
4. Isolasi
5. Panel belakang
6. Manifold
7. Bingkai
8. Penutup Transparan



**Gambar 2.7** Susunan komponen surya pelat datar

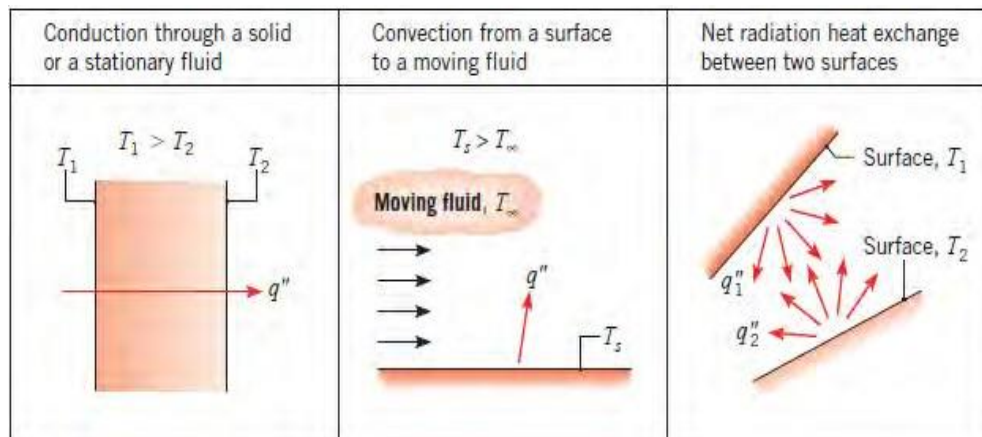
(Sumber. AEE - Institute for Sustainable Technologies, 2009)

Kolektor surya pelat datar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7. Radiasi matahari masuk ke kolektor melalui penutup transparan dan menjangkau penyerap. Radiasi yang diserap dirubah menjadi energi panas. Konduktivitas termal yang bagus diperlukan untuk mentranfer panas yang dikumpulkan pada lembaran penyerap ke pipa penyerap panas yang akhirnya dipindahkan ke fluida. Isolasi disini berfungsi untuk meminimalisir kehilangan panas secara konduksi dari pelat absorber menuju lingkungan.

Keuntungan utama dari sebuah kolektor surya plat datar adalah bahwa memanfaatkan kedua komponen radiasi matahari yaitu melalui sorotan langsung dan sebaran, tidak memerlukan tracking matahari dan juga karena desainnya yang sederhana, hanya sedikit memerlukan perawatan dan biaya pembuatan yang murah.

## 2.5 Perpindahan Panas Pada Kolektor Surya Pemanas Air

Perpindahan panas merupakan proses perpindahan energi panas karena adanya perbedaan temperature (Incropera, Dewitt, Lavine, & Bergman, 2011). Ada tiga bentuk mekanisme perpindahan panas pada kolektor surya pemanas air yang diketahui, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi (Gambar 2.8). Pada sebuah kolektor surya terjadi perpindahan panas yang dimanfaatkan untuk memanaskan fluida dalam sebuah pemanas air tenaga surya, panas mengalir secara konduktif disepanjang pelat *absorber*.



**Gambar 2.8** Mekanisme perpindahan panas secara konduksi, konveksi, dan radiasi  
(Sumber. Incropera, Dewitt, Lavine, & Bergman, 2011)

### 2.5.1 Analisa Perpindahan Panas Radiasi

Radiasi Secara umum mendeskripsikan setiap proses di mana energi bergerak melalui media atau melalui ruang, dan akhirnya diserap oleh benda lain. Radiasi termal adalah proses dimana permukaan benda memancarkan energi panas dalam bentuk elektromagnetik. Radiasi termal dihasilkan ketika panas dari pergerakan partikel bermuatan atom diubah menjadi radiasi elektromagnetik. Salah satu yang erat kaitannya dengan kehidupan kita sehari-hari adalah radiasi sinar matahari ke bumi, yang dapat dianalogikan sinar matahari di pancarkan (*Energi radiasi*) yang sebagian diserap oleh tanah, sebagian tembus/diserap dan sebagian lagi dipantulkan ke luar angkasa.

Laju perpindahan panas radiasi dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut (Incropera, Dewitt, Lavine, & Bergman, 2011):

$$q_{rad} = h_r \cdot A \cdot (T_1 - T_2) \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana  $h_r$  adalah koefisien perpindahan panas radiasi.  $h_r$  dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$h_r = 5.67 \times 10^{-8} (T_2 + T_1)(T_2^2 + T_1^2) \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana  $\sigma$  (*Stefan-Boltzman*) yang besarnya  $5.67 \times 10^{-8} \text{ w/m}^2 \cdot \text{K}^4$  (Incropera, Dewitt, Lavine, & Bergman, 2011).

Dalam praktek permukaan bukan merupakan pemancar ataupun penyerap yang sempurna dari radiasi thermal. Permukaan warna dapat ditandai oleh fraksi-

fraksi dari jumlah ideal yang dipancarkan  $\varepsilon$  (*emisivitas*) dan diserap  $\alpha$  (*absorbsivitas*) (Marbun, 2009). Laju perpindahan panas radiasi antara dua permukaan dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut (Duffie & Beckman, 2013):

$$q_{12} = \frac{\sigma(T_2^4 - T_1^4)}{\frac{1-\varepsilon_1}{\varepsilon_1 A_1} + \frac{1}{A_1 F_{12}} + \frac{1-\varepsilon_2}{\varepsilon_2 A_2}} \dots\dots\dots (2.11)$$

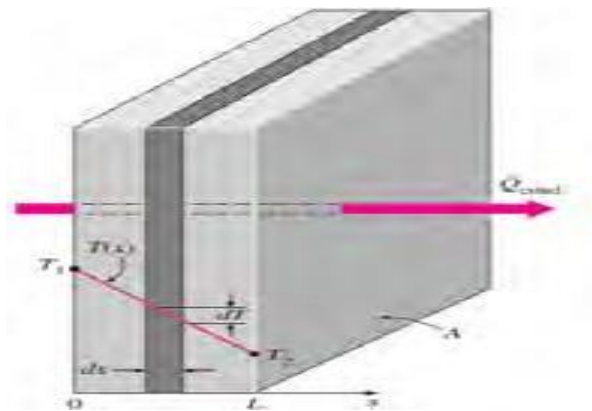
Dimana  $F_{12}$  merupakan faktor bentuk atau faktor sudut pandang yaitu perbandingan antara radiasi dari bidang satu yang mengenai bidang dua.

### 2.5.2 Analisa Perpindahan Panas Konveksi

Secara umum perpindahan panas konveksi terjadi pada permukaan dengan fluida yang mengalir. Jika suatu benda dibiarkan berada di udara sekitar tanpa ada sumber gerakan dari luar, maka udara akan bergerak akibat terjadinya gradien densitas di dekat benda tersebut, peristiwa ini dinamakan konveksi alamiah (*natural convection*) atau konveksi bebas (*free convection*). Konveksi paksa (*forced convection*) terjadi apabila udara yang dihembus pada benda tersebut menggunakan fan. Jenis konveksi yang terjadi juga ditentukan oleh parameter  $\frac{G_R}{R_e^2}$ . Jika besar  $\frac{G_R}{R_e^2} \ll 1$ , maka yang terjadi adalah konveksi paksa (*forced convection*). Sedangkan untuk  $\frac{G_R}{R_e^2} \gg 1$ , maka yang terjadi adalah konveksi bebas (*free convection*).

### 2.5.3 Analisa Perpindahan Panas Konduksi

Konduksi adalah bentuk perpindahan panas paling umum pada benda padat. Panas mengalir secara konduksi dari daerah yang bertemperatur tinggi ke daerah yang bertemperatur rendah seperti ditunjukkan Gambar 2.9.

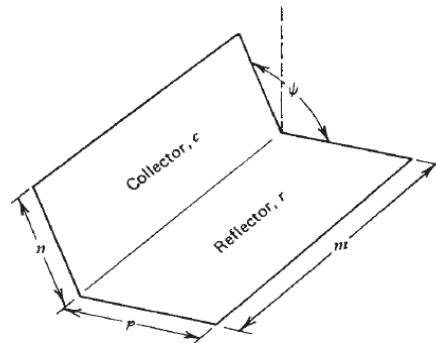


**Gambar 2.9** Perpindahan Panas Konduksi pada Dinding Datar

(Sumber. Incropera, Dewitt, Lavine, & Bergman, 2011)

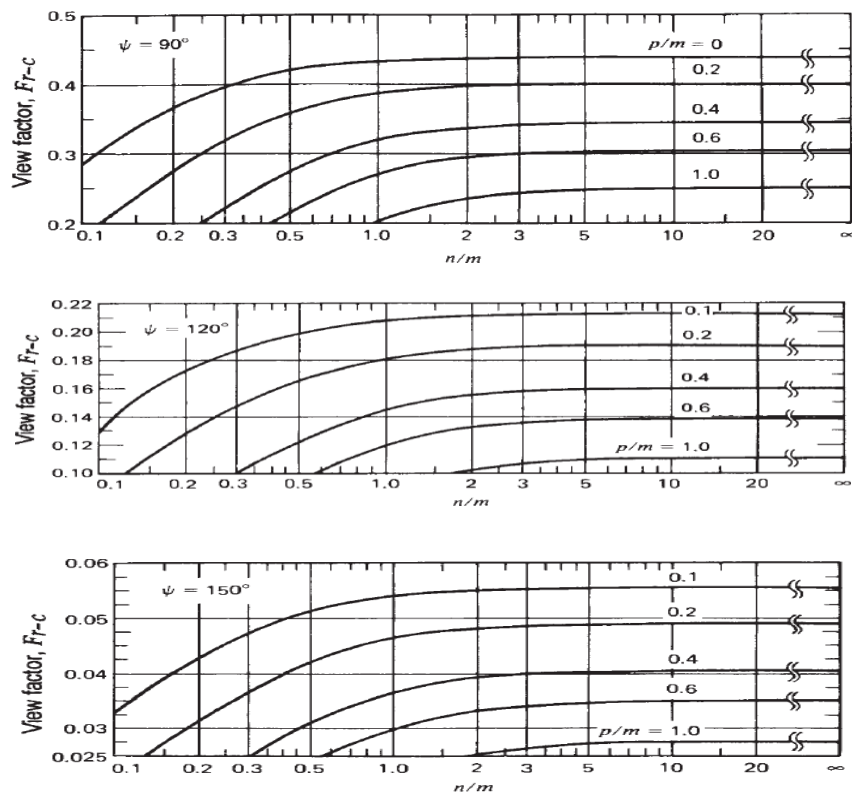
### 2.6 Perpindahan Panas Dari Reflektor

Menurut John A. Duffie, sangat mungkin untuk meningkatkan radiasi insiden pada sebuah absorber dengan menggunakan reflektor. Kontribusi dari radiasi yang direfleksikan sangat kuat.



**Gambar 2.10** Hubungan geometri penerimaan energi permukaan  $c$  dan permukaan yang dipantulkan

(Sumber. Duffie & Beckman, 2013)



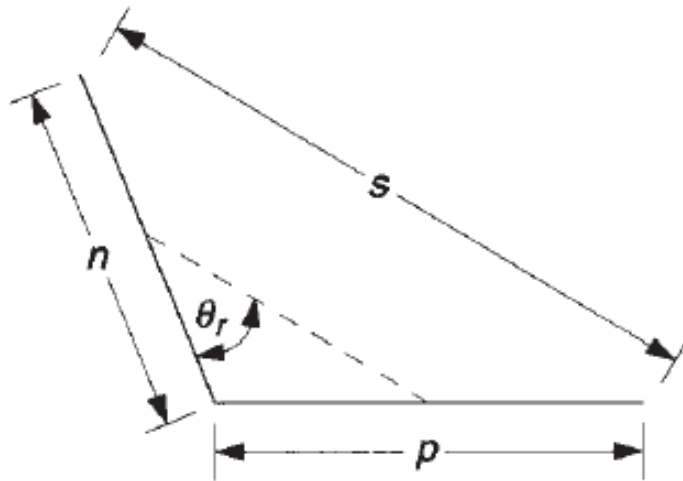
**Gambar 2.11** Faktor sudut  $F_{r-c}$  sebagai fungsi dari dimensi relatif ke permukaan kolektor dan reflektor

(Sumber. Duffie & Beckman, 2013)

Sudut antara kedua bidang adalah  $\psi$ . Sudut  $\psi = 180^\circ - \beta$  jika reflektornya horizontal, tapi analisisnya tidak dibatasi sampai horizontal saja. Panjang dari rakitan adalah  $m$ . Dimensi lain dari kolektor dan reflektor adalah  $n$  dan  $p$ , seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.11 dimana  $F_{c-s} = (1 + \cos \beta)/2$ . Sudut pandang  $F_{r-c}$  didapatkan dari gambar 2.12,  $F_{c-r}$  didapatkan dari kebalikan  $A_c F_{c-r} = A_r F_{r-c}$ , and  $F_{c-g}$  bisa didapatkan dari perhitungan,  $F_{c-s} + F_{c-r} + F_{c-g} = 1$ . Sudut dari  $F_{r-c}$  ditunjukkan pada gambar 2.34 sebagai fungsi dari rasio  $n/m$  dan  $p/m$  untuk  $\psi$  of  $90^\circ$ ,  $120^\circ$ , and  $150^\circ$ .

Dimana  $s$  adalah jarak antara ujung atas kolektor ke ujung luar reflektor, dalam bidang ini  $s$  dapat diukur dengan cara,

$$s = (n^2 + p^2 - 2np \cos \psi)^{1/2} \dots\dots\dots (2.12)$$



**Gambar 2.12** Pembagian Dimensi Reflektor Dan Kolektor

(Sumber. Duffie & Beckman,2013)



### 2.6.1 Radiasi Tambahan dari Reflektor

Dimana faktor sudut dari permukaan  $r$  ke langit, ke permukaan  $c$ , dan ke tanah. Faktor sudut  $Fr-c$  ditentukan seperti yang tertulis di atas dan  $Fr-g$  akan menghasilkan 0 untuk menghasilkan reflektor horizontal, dan akan kecil untuk kolektor yang panjang. Sebagai perkiraan awal  $Fr-s = 1 - Fr-c$  untuk banyak kasus praktik (dimana tidak ada halangan).

Pertanyaan yang lain tentang sudut radiasi insiden dipantulkan dari permukaan  $r$  ke permukaan  $c$ . Sebagai perkiraan, sudut rata-rata insiden bisa disimpulkan dari radiasi. Total radiasi yang dipantulkan dari permukaan  $r$  dengan luas  $Ar$  ke permukaan  $c$ .

$$A_{cl}r \rightarrow c = [I_b R_{br} + (1 - Fr - c) I_d] p_r A_r Fr - c \dots\dots \quad (2.13)$$

## 2.7 Analisa Panas ( $Q$ )

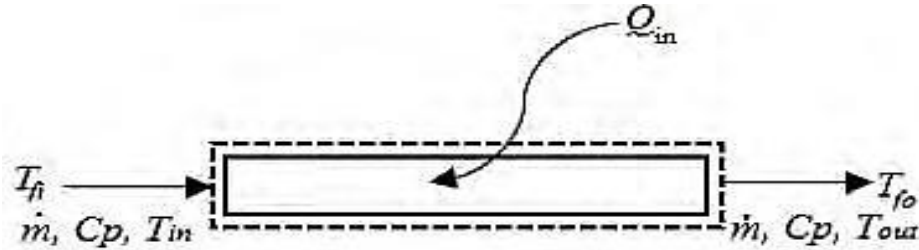
Energi panas yang diserap oleh pelat *absorber* dipindahkan ke fluida kerja melalui proses perpindahan panas secara konveksi, radiasi dan konduksi. Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung energi panas yang diterima oleh kolektor surya pemanas air secara teoritis dapat dituliskan sebagai berikut (Struckmann, 2008).

$$Q_{Solar\ Kolektor} = A_c \cdot [S - UL(T_{fi} - T_u)] \dots\dots\dots \quad (2.14)$$

Sedangkan energi panas dari kolektor surya yang dimanfaatkan untuk

pemanas air secara actual menurut hukum termodinamika (Gambar 2.13) adalah sebagai berikut :

$$Q_{Water\ Heater} = mc_p(T_{fo} - T_{fi}) \dots\dots\dots (2.15)$$



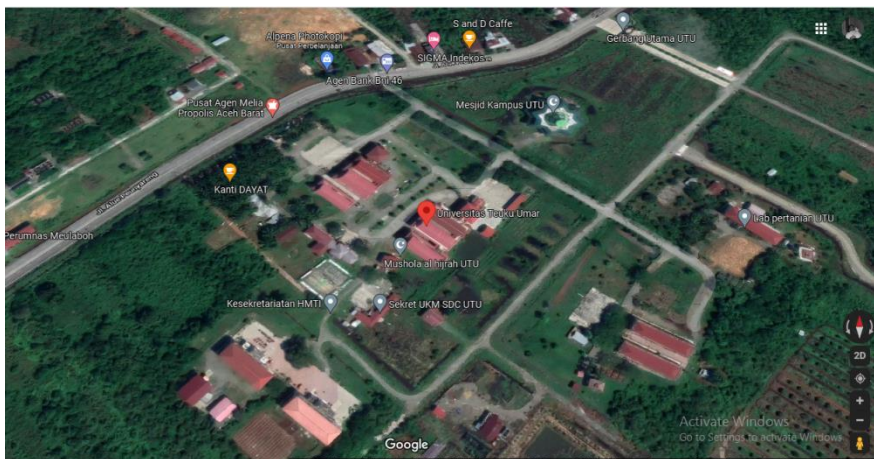
**Gambar 2.13** Energi Panas Dari Kolektor Surya Untuk Pemanas Air  
(Sumber. Struckmann, 2008).

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat

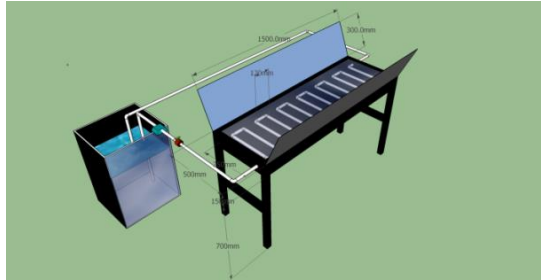
Adapun waktu dan tempat penelitian dilakukan secara individu dengan proses perencanaan dan pembuatan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Teuku Umar dan pengujian dilakukan disekitar lingkungan kampus Universitas Teuku Umar, yang bertujuan untuk memanfaatkan energi matahari untuk memanaskan air. Penelitian ini dilakukan di titik koordinasi 4.14411, LU ,96.20306 BT pengambilan data di lokasi Universitas Teuku Umar Meulaboh, Aceh Barat, Indonesia seperti pada gambar 3.1.



**Gambar. 3.1** Lokasi Penelitian  
(Sumber. Google Maps. 2021)

#### 3.2 Perencanaan Rancangan Kolektor Surya Pemanas Air

Perancangan kolektor surya pemanas air yang dibuat dengan penambahan kaca sebagai reflektor dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan berserta dimensinya



**Gambar 3.2** Sketsa Rancangan Kolektor Surya Dengan Penambahan Kaca Sebagai Reflektor  
( Sumber. Penelitian )

### 3.3 Tahapan Penelitian

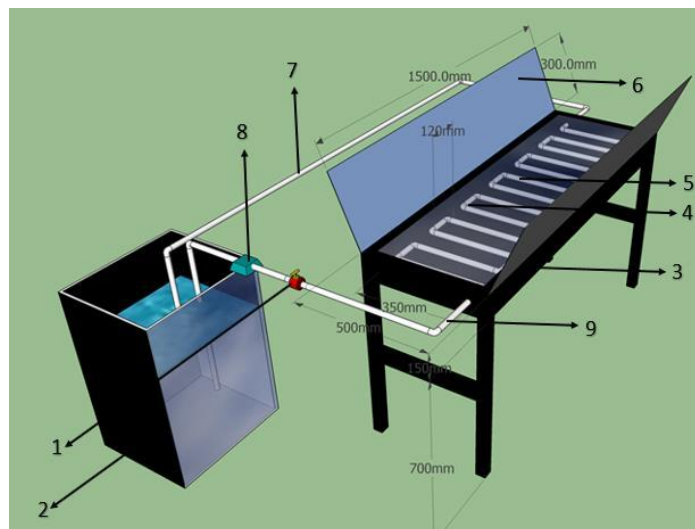
Tahapan- tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan peralatan yang akan dipakai meliputi *solar power meter*, *thermocouple*, *thermometer*, *valve*, *sigma*, busur derajat dan pompa.
2. Merangkai peralatan yang dipakai.
3. Memastikan peralatan sudah terpasang pada tempatnya.
4. Mengatur sudut kemiringan kolektor surya pemanas air sudut  $30^\circ$
5. Mengatur laju aliran air sebesar 75 liter/jam dengan cara membuka *valve*.
6. Melakukan pencatatan beberapa parameter yang diukur setiap satu jam dimulai dari jam 09.00-16.00 WIB.
7. Mengulangi langkah 5-6 dengan laju fluida yang diubah, mulai dari 75 liter/jam, 150 liter/jam sampai 225 liter/jam.
8. Mengulangi langkah 5-6 dengan sudut kemiringan kolektor  $30^\circ$ .
9. Mengulangi langkah 5-6 dengan sudut kemiringan kaca reflektor  $70^\circ$ .

### 3.4 Prinsip Kerja Alat Pemanas Air Tenaga Surya

Cara kerja dari sistem pemanas air solar water heater (tenaga surya) adalah menggunakan panel surya atau bisa juga disebut dengan kolektor. Komponen ini dipasang pada atap rumah atau bangunan yang mana harus dapat menerima sinar matahari secara langsung untuk mengumpulkan panas matahari dan menggunakannya sebagai proses memanaskan air.

Ketika air pada panel kolektor mulai memanaskan selanjutnya air akan bergerak ke bagian atas dan masuk ke dalam tangki untuk disimpan. Di waktu yang sama, air dingin yang akan dipanaskan mulai masuk pada panel kolektor untuk dipanaskan kembali.



**Gambar 3.3** Instalasi Kolektor Surya Pemanas Air Dengan Penambahan Kaca Reflektor

(Sumber. Penelitian )


## Keterangan


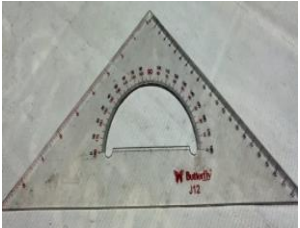

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| 1. Tangki Penyimpan                     | 6. Kaca Reflektor        |
| 2. Valve                                | 7. Saluran <i>Outlet</i> |
| 3. Kolektor Surya                       | 8. Pompa                 |
| 4. Pipa Yang Tersusun <i>Serpentine</i> | 9. Saluran <i>Inlet</i>  |
| 5. Kaca Sebagai Covel                   |                          |



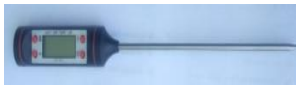
## 3.5 Alat Dan Bahan

## 3.5.1 Peralatan Yang Digunakan

Tabel 3.1 Peralatan Yang Digunakan Dalam Penelitian

No	Nama Alat Ukur Dan Bahan Serta Spesifikasi Alat	Fungsi	Gambar
1	<p>Nama Alat : <i>Solar Power Meter</i>  Tipe : SM206  Spesifikasi :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Operasi suhu dan kelembaban : 0 °C untuk 50 °C &lt; 80% RH.</li> <li>Penyimpanan suhu dan kelembaban : -10 °C 60 °C &lt; 70% RH.</li> </ol>	Untuk mengukur intensitas radiasi matahari.	 <p><b>Gambar 3.4</b> <i>Solar Power Meter</i> (Sumber. Penelitian )</p>

2	<p>Nama Alat : <i>Sigma</i></p> <p>Tipe : .Heavy Duty Anemometer</p> <p>Spesifikasi :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rentang Sensor : 125 + Mph.</li> <li>2. Akurasi : +/-4% dari membaca atau 1 Mph, Mana yang lebih besar tergantung pada layar di gunakan.</li> </ol>	<p>Untuk mengukur kecepatan angin.</p>	 <p><b>Gambar 3.5 Sigma</b> ( Sumber. Penelitian )</p>
3	<p>Nama Alat : Busur Derajat</p> <p>Tipe : .Mathematical Set</p>	<p>Digunakan untuk mengukur sudut kemiringan.</p>	 <p><b>Gambar 3.6 Busur Derajat</b> ( Sumber. Penelitian )</p>
4	<p>Nama Alat : <i>Valve</i></p>	<p>Digunakan untuk mengatur besar laju air.</p>	 <p><b>Gambar 3.7 Valve</b> ( Sumber. Penelitian )</p>

5	<p>Nama Alat : Pompa Amara</p> <p>Tipe : AA-107</p> <p>Spesifikasi :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mampu mensirkulasikan air hingga 5000 liter/jam.</li> <li>2. Daya : 105 Watt.</li> </ol>	<p>Digunakan untuk mengalirkan air.</p>	 <p><b>Gambar 3.8</b> Pompa ( Sumber. Penelitian )</p>
6	<p>Nama Alat : <i>Thermocouple</i></p> <p>Tipe : K.</p> <p>Spesifikasi :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tegangan Kerja : 3 V – 5 V.</li> <li>2. Rentang Pengukuran Suhu : 0 °C – 800 °C.</li> <li>3. Akurasi Suhu : 0.25 °C.</li> </ol>	<p>Sebagai sensor temperatur yang diletakkan di masing-masing titik pengambilan data.</p>	 <p><b>Gambar 3.9</b> <i>Thermocouple</i> ( Sumber. Penelitian )</p>
7	<p>Nama Alat : <i>Termometer</i></p> <p>Tipe : Tp 101</p> <p>Spesifikasi :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rentang Pengukuran : - 50 C + 300 C.</li> </ol>	<p>Digunakan untuk mengukur temperatur</p>	 <p><b>Gambar 3.10</b> <i>Termometer</i> ( Sumber. Penelitian )</p>



### **3.5.2 Bahan-Bahan Yang Digunakan Untuk Pembuatan Kolektor Surya**

Bahan yang digunakan dalam pembuatan kolektor surya ini adalah sebagai berikut :

1. Kaca tebal 3 mm untuk cover dan berfungsi mengurangi rugi panas.
2. Pipa stainless 5/8 in untuk mengalirkan air.
3. Plat seng tebal 0,20 mm untuk absorber dan berfungsi menyerap panas matahari dicat warna hitam agar penyerapan panas lebih meningkat.
4. Sterofoam tebal 2 cm untuk isolator dan berfungsi meminimalisir kehilangan panas secara konduksi dari absorber.
5. Triplek tebal 6 mm untuk membentuk suatu alat dan penahan beban kolektor.
6. Tangki untuk menampung air.
7. Valve untuk mengatur laju air.
8. Pompa untuk mensirkulasikan air pada kolektor.
9. Kaca Reflektor untuk memanturkan sinar matahari agar peningkatan panas lebih meningkat.
10. Kayu untuk tiang kerangka kedudukan kolektor surya pemanas air.

## **3.6 Variabel Penelitian**

### **3.6.1 Variabel Tetap**

Adapun variabel tetap dalam penelitian ini

1. Sudut kemiringan kolektor surya  $30^{\circ}$
2. Sudut kemiringan kaca reflektor  $70^{\circ}$

### **3.6.2 Variabel Bebas**

Adapun variabel bebas dalam penelitian ini

1. Laju aliran air 75 liter/jam
2. Laju aliran air 150 liter/jam
3. Laju aliran air 225 liter/jam

**Tabel 3.2** Tabel Perencanaan Pengambilan Data Pemanas Air Tenaga Surya Untuk  $Q = 75$  Liter/jam, 150 Liter/jam, 225 Liter/jam Dengan Sudut Kemiringan Kolektor  $\beta = 30^\circ$  Dan Sudut Kemiringan Reflektor  $\beta = 70^\circ$

Waktu	$I$ $W/m^2$	$Q$ (L/s)	$T_a$ ( $^\circ C$ )	$V$ (M/s)	$T1$ ( $^\circ C$ )	$T2$ ( $^\circ C$ )	$T3$ ( $^\circ C$ )	$T_{In}$ ( $^\circ C$ )	$T_{Out}$ ( $^\circ C$ )	$T4$ ( $^\circ C$ )	Ket
09.00 - 10.00											
10.00 - 11.00											
11.00 - 12.00											
12.00 - 13.00											
13.00 - 14.00											
14.00 - 15.00											
15.00 - 16.00											

Dimana:

$I$  = Intensitas Radiasi Matahari Pada Permukaan Horizontal ( $W/m^2$ ).

$Q$  = Aliran Air (L/s).

$T_a$  = Suhu Lingkungan.

$V$  = Kecepatan Angin (M/s).

$T1$  = Temperatur Kaca Penutup.

$T2$  = Temperatur Pada Pipa.

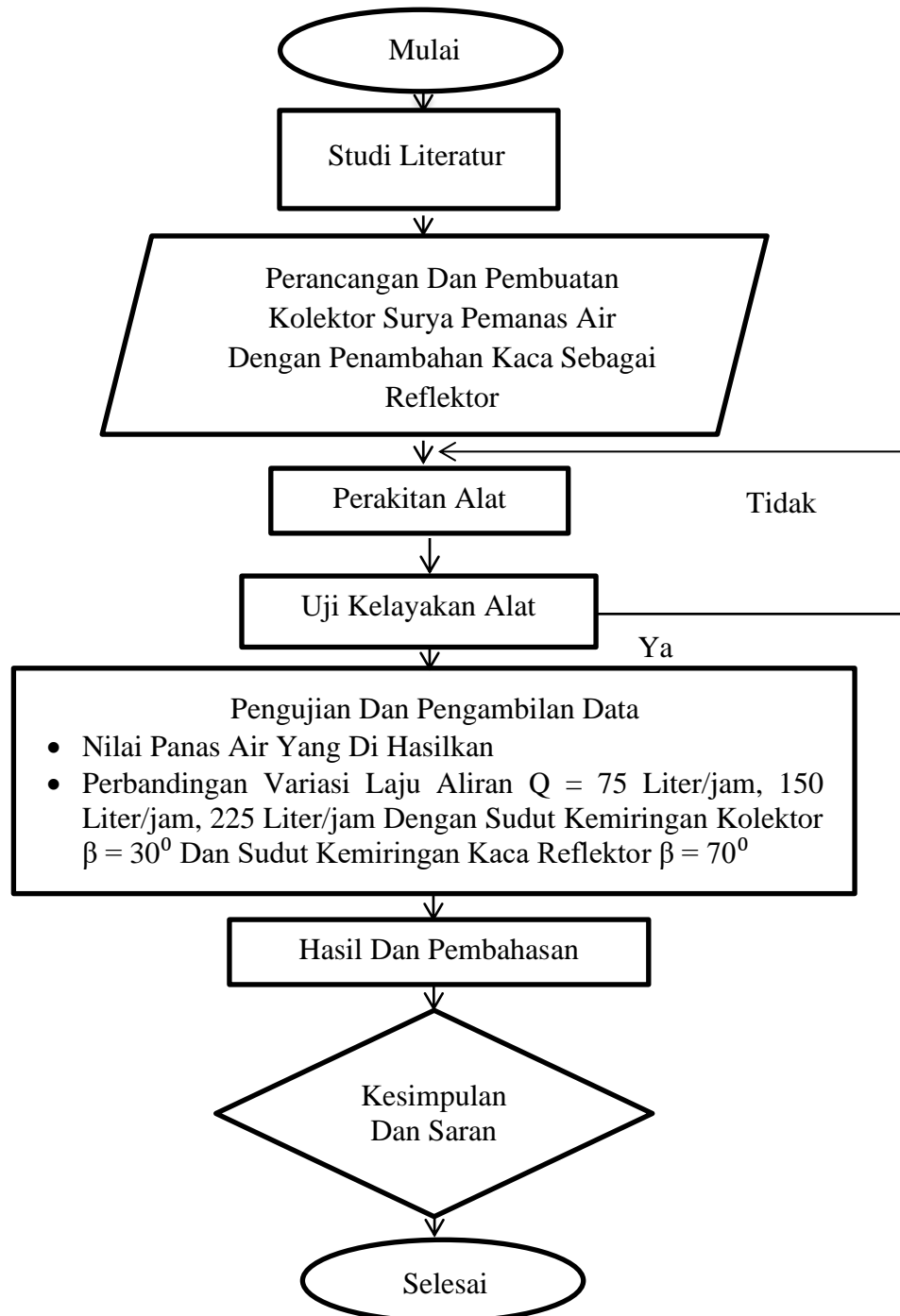
$T3$  = Temperatur Plat Absorber.

$T_{In}$  = Temperatur Air Masuk.

$T_{Out}$  = Temperatur Air Keluar.

$T4$  = Temperatur Air.

### 3.7 Flowchat Penelitian



**Gambar. 3.11** Flowchat

(Sumber. Penelitian)

## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Hasil Pengujian Dan Pengambilan Data**

Berdasarkan tabel di bawah menunjukkan bahwa proses dari pengambilan data kolektor surya dengan sudut kemiringan  $30^\circ$  dan sudut kemiringan kaca reflektor  $70^\circ$  dengan posisi kolektor surya dalam bentuk horizontal pada alat pemanas air tenaga surya yaitu sebagai berikut:

1. Pengukuran intensitas radiasi matahari yang di ambil dalam 1 jam sekali.
2. Suhu lingkungan yang di ambil selama 1 jam sekali.
3. Kecepatan angin yang di ambil selama 1 jam selali.
4. Suhu kaca penutup yang di ambil selama 1 jam sekali.
5. Suhu pada pipa yang di ambil selama 1 jam sekali.
6. Suhu plat absorber yang di ambil selama 1 jam sekali.
7. Suhu air masuk yang di ambil dalam 1 jam sekali.
8. Suhu air keluar yang di ambil dalam 1 jam sekali.
9. Suhu air panas yang di hasilkan di ambil dalam 1 jam sekali.

Adapun perbedaan data yang di ambil selama perjamnya di sebabkan cuaca yang kurang bagus dan berubah-ubah.

**Tabel 4.1** Hasil Pengambilan Data Pemanas Air Tenaga Surya  $Q = 75$  Liter/jam Sudut Kemiringan Kolektor  $\beta = 30^\circ$  Dan Sudut Kemiringan Reflektor  $\beta = 70^\circ$

<b>Waktu</b>	<b><math>I</math> W/m<sup>2</sup></b>	<b>Q (L/s)</b>	<b><math>T_a</math> (°C)</b>	<b>V (M/s)</b>	<b><math>T1</math> (°C)</b>	<b><math>T2</math> (°C)</b>	<b><math>T3</math> (°C)</b>	<b><math>T_{In}</math> (°C)</b>	<b><math>T_{Out}</math> (°C)</b>	<b><math>T4</math> (°C)</b>	<b>Keterangan</b>
09.00 - 10.00	132.3	1.25	29.6	1.3	56.1	55.9	78.1	31.7	32.9	32.1	Cerah
10.00 - 11.00	320.6	1.25	31.1	1.5	61.7	62.5	85.3	32.9	35.2	36.9	Cerah
11.00 - 12.00	345.7	1.25	33.9	1.4	64.6	63.7	93.3	35.2	38.1	40.3	Cerah
12.00 - 13.00	349.5	1.25	33.7	1.5	65.4	66.9	97.4	38.1	40.5	41.5	Cerah
13.00 - 14.00	331.2	1.25	32.7	1.7	66.1	64.1	92.1	40.5	42.2	43.6	Cerah
14.00 - 15.00	230.9	1.25	32.9	1.5	56.5	63.5	82.1	42.2	44.5	44.8	Cerah
15.00 - 16.00	223.5	1.25	31.9	1.4	55.5	50.3	61.7	44.5	46.7	45.1	Cerah

(Sumber. Penelitian)

**Tabel 4.2** Hasil Pengambilan Data Pemanas Air Tenaga Surya  $Q = 150$  Liter/jam Sudut Kemiringan Kolektor  $\beta = 30^\circ$  Dan Sudut Kemiringan Reflektor  $\beta = 70^\circ$

Waktu	$I$ W/m <sup>2</sup>	Q (L/s)	$T_a$ (°C)	V (M/s)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	$T_{In}$ (°C)	$T_{Out}$ (°C)	T4 (°C)	Keterangan
09.00 - 10.00	118.9	2.5	27.7	1.4	57.9	57.1	76.7	31.8	32.2	36.3	Cerah
10.00 - 11.00	288.7	2.5	28.6	1.5	59.1	58.8	80.1	32.2	36.1	40.5	Cerah
11.00 - 12.00	344.1	2.5	32.3	1.3	65.3	68.7	86.3	36.1	39.2	43.2	Cerah
12.00 - 13.00	347.4	2.5	32.5	1.4	56.6	55.8	87.9	39.2	41.5	44.8	Cerah
13.00 - 14.00	153.7	2.5	32.1	1.5	58.5	56.2	85.6	41.5	43.3	45.5	Cerah
14.00 - 15.00	137.6	2.5	31.5	1.6	57.2	60.9	83.8	43.3	44.9	46.3	Berawan
15.00 - 16.00	126.9	2.5	30.8	1.7	46.9	55.7	65.6	44.9	46.1	46.5	Berawan

(Sumber. Penelitian)

**Tabel 4.3** Hasil Pengambilan Data Pemanas Air Tenaga Surya  $Q = 225$  Liter/jam Sudut Kemiringan Kolektor  $\beta = 30^\circ$  Dan Sudut Kemiringan Reflektor  $\beta = 70^\circ$

<b>Waktu</b>	<b><math>I</math> W/m<sup>2</sup></b>	<b>Q (L/s)</b>	<b><math>T_a</math> (°C)</b>	<b>V (M/s)</b>	<b><math>T1</math> (°C)</b>	<b><math>T2</math> (°C)</b>	<b><math>T3</math> (°C)</b>	<b><math>T_{In}</math> (°C)</b>	<b><math>T_{Out}</math> (°C)</b>	<b><math>T4</math> (°C)</b>	<b>Keterangan</b>
09.00 - 10.00	120.5	3.75	27.9	1.6	53.6	61.8	85.2	31.8	32.9	35.9	Berawan
10.00 - 11.00	319.6	3.75	29.8	1.4	63.9	64.1	94.5	32.9	36.1	40.4	Cerah
11.00 - 12.00	342.2	3.75	31.9	1.6	65.9	65.8	95.7	36.1	39.7	43.5	Cerah
12.00 - 13.00	249.3	3.75	31.7	1.5	59.7	71.7	98.4	39.7	42.2	45.9	Cerah
13.00 - 14.00	240.7	3.75	31.8	1.6	60.7	68.4	93.1	42.2	44.6	47.5	Cerah
14.00 - 15.00	245.9	3.75	32.8	1.4	55.9	67.3	88.4	44.6	46.5	48.1	Cerah
15.00 - 16.00	237.4	3.75	32.6	1.3	47.7	53.8	63.4	46.5	48.5	48.3	Cerah

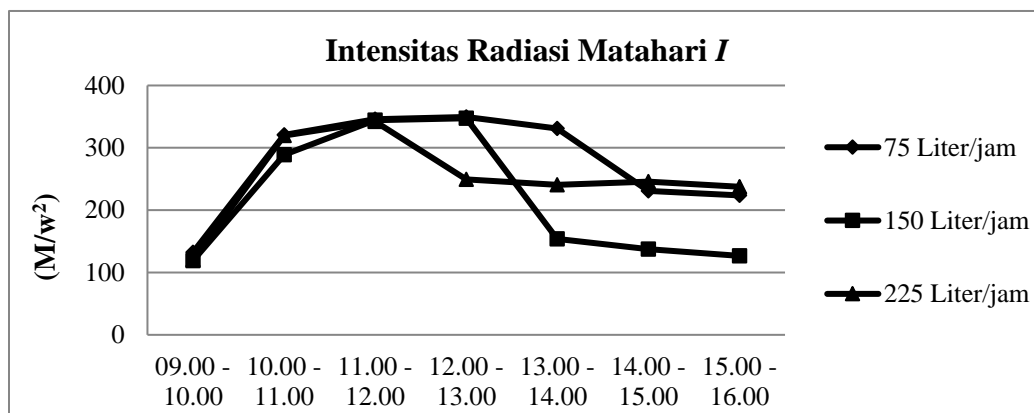
(Sumber. Penelitian)



## 4.2 Pembahasan Hasil Grafik Pengujian

### 4.2.1 Hasil Perbandingan Pengujian Intensitas Radiasi Matahari (*I*)

Dari tiga pengujian pengambilan data intensitas radiasi matahari dengan variasi laju aliran 75 liter/jam, 150 liter/jam dan 225 liter/jam dengan sudut kemiringan kolektor 30° dan sudut kemiringan kaca reflektor 70° dapat di lihat pada grafik 4.1



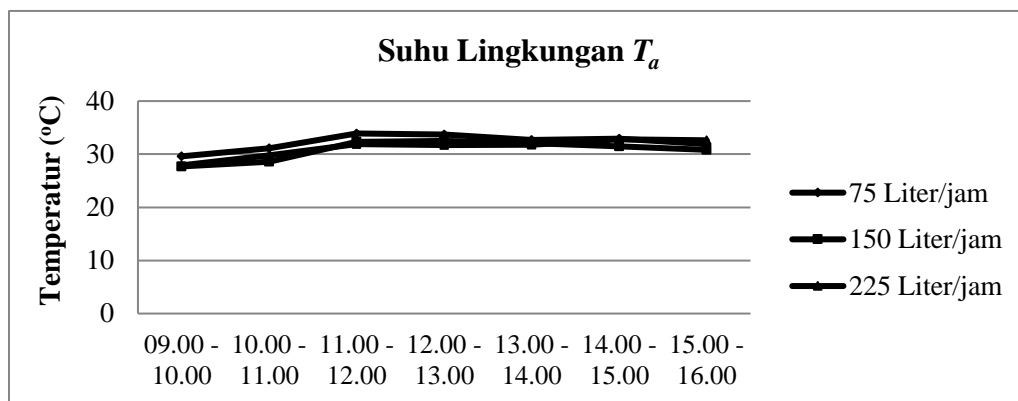
**Grafik 4.1** Hasil Pengujian Intensitas Radiasi Matahari (*I*) 75 Liter/jam, 150 Liter/jam Dan 225 Liter/jam  
(Sumber. Penelitian)

Berdasarkan Grafik 4.1 menjelaskan bahwa pada pengujian pertama mencapai angka tertinggi 349,5 w/m<sup>2</sup> pada jam 13:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka 132,3 w/m<sup>2</sup> pada jam 10:00 WIB. Dengan variasi laju aliran air 75 liter/jam. Pada pengujian kedua mencapai angka tertinggi 347,4 w/m<sup>2</sup> pada jam 13:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka 118,9 w/m<sup>2</sup> pada jam 10:00 WIB. Dengan variasi laju aliran air 150 liter/jam. Pada pengujian ketiga mencapai angka

tertinggi  $342,2 \text{ w/m}^2$  pada jam 12:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka  $120,5 \text{ w/m}^2$  pada jam 10:00 WIB. Dengan variasi laju aliran air 225 liter/jam. Dan sudut kemiringan kolektor surya  $30^\circ$  sudut kemiringan kaca reflektor  $70^\circ$ . Pada pengambilan data intensitas radiasi matahari yaitu untuk mengetahui berapa besar pancaran sinar matahari yang di hasilkan setiap perjamnya atau setiap waktu pengambilan data. Pengambilan data dari jam 09:00 s/d 16.00 WIB memperoleh data yang berbeda disebabkan oleh keadaan cuaca yang berbeda pada saat pengambilan data.

#### 4.2.2 Hasil Perbandingan Pengujian Suhu Lingkungan ( $T_a$ )

Dari tiga pengujian pengambilan data suhu lingkungan dengan variasi laju aliran 75 liter/jam, 150 liter/jam dan 225 liter/jam dengan sudut kemiringan kolektor  $30^\circ$  dan sudut kemiringan kaca reflektor  $70^\circ$  dapat di lihat pada grafik 4.2



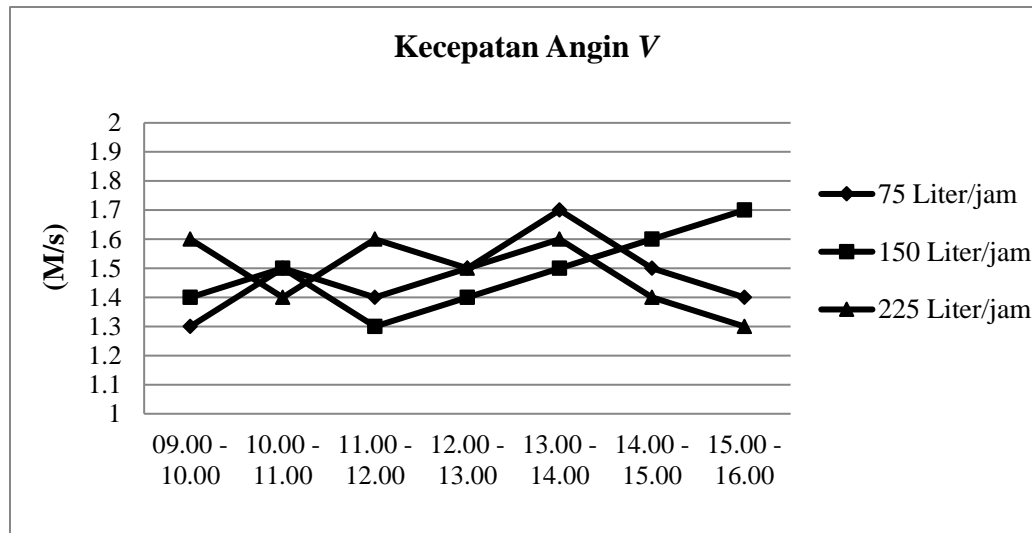
**Grafik 4.2** Hasil Pengujian Suhu Lingkungan ( $T_a$ ) 75 Liter/jam, 150 Liter/jam Dan 225Liter/jam

(Sumber. Penelitian)

Berdasarkan Grafik 4.2 menjelaskan bahwa nilai pada pengujian pertama mencapai angka tertinggi 33,9 °C pada jam 12:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka 29,6 °C pada jam 10:00 WIB. Dengan variasi laju aliran air 75 liter/jam. Pada pengujian kedua mencapai angka tertinggi 32,5 °C pada jam 13:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka 27,7 °C pada jam 10:00 WIB. Dengan variasi laju aliran air 150 liter/jam. Pada pengujian ketiga mencapai angka tertinggi 32,8 °C pada jam 15:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka 27,9 °C pada jam 10:00 WIB. Dengan variasi laju aliran air 225 liter/jam. Dan sudut kemiringan kolektor surya 30° sudut kemiringan kaca reflektor 70°. Pada pengambilan data suhu lingkungan yaitu untuk mengetahui suhu sekitar atau suhu pada tempat pengujian agar hasil yang di dapatkan pada waktu pengujian lebih akurat dengan adanya pengukuran suhu lingkungan. Pengambilan data dari jam 09.00 s/d 16.00 WIB memperoleh data yang berbeda disebabkan oleh keadaan cuaca yang berbeda pada saat pengambilan data.

#### **4.2.3 Hasil Perbandingan Pengujian Kecepatan Angin (V)**

Dari tiga pengujian pengambilan data kecepatan angin dengan variasi laju aliran 75 liter/jam, 150 liter/jam dan 225 liter/jam dengan sudut kemiringan kolektor 30° dan sudut kemiringan kaca reflektor 70° dapat di lihat pada grafik 4.3



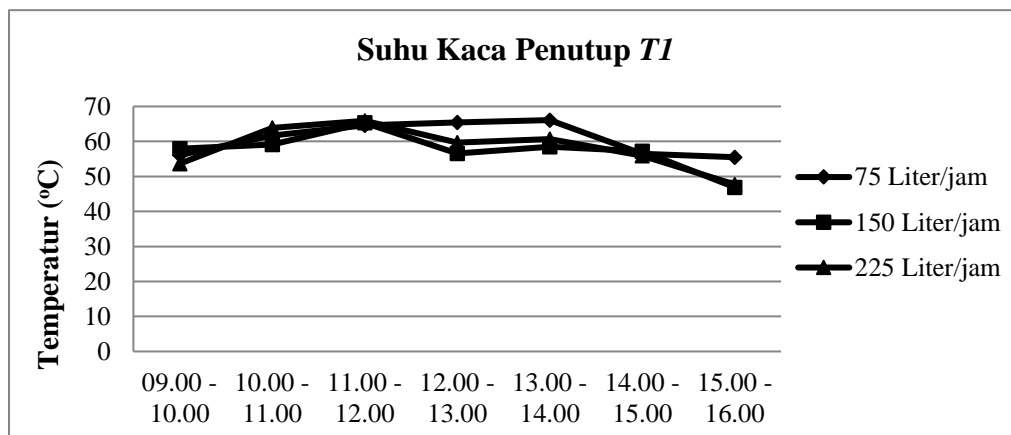
**Grafik 4.3** Hasil Pengujian Kecepatan Angin (V) 75Liter/jam, 150 Liter/jam Dan 225 Liter/jam  
(Sumber. Penelitian)

Berdasarkan Grafik 4.3 menjelaskan bahwa pada pengujian pertama mencapai angka tertinggi 1,7 M/s pada jam 15:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka 1,3 M/s pada jam 10:00 WIB dengan variasi laju aliran air 75 liter/jam. Untuk pengujian kedua mencapai angka tertinggi 1,7 M/s pada jam 16:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka 1,3 M/s pada jam 12:00 WIB dengan variasi laju aliran air 150 liter/jam. Sedangkan pengujian ketiga mencapai angka tertinggi 1,6 M/s pada jam 10:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka 1,3 M/s pada jam 16:00 WIB dengan variasi laju aliran air 225 liter/jam. Pada pengambilan data kecepatan angin untuk mengetahui kecepatan angin pada setiap pengujian dikarenakan kecepatan angin dapat mempengaruhi temperatur atau suhu

pada setiap pengambilan data pemanas air tenaga surya menggunakan kaca reflektor. Pengambilan data dari jam 09.00 s/d 16.00 WIB memperoleh data yang berbeda disebabkan oleh keadaan cuaca atau pengaruh cuaca yang berbeda pada saat pengambilan data.

#### 4.2.4 Hasil Perbandingan Pengujian Suhu Kaca Penutup (*TI*)

Dari tiga pengujian pengambilan data suhu kaca penutup dengan variasi laju aliran 75 liter/jam, 150 liter/jam dan 225 liter/jam dengan sudut kemiringan kolektor 30° dan sudut kemiringan kaca reflektor 70° dapat di lihat pada grafik 4.4



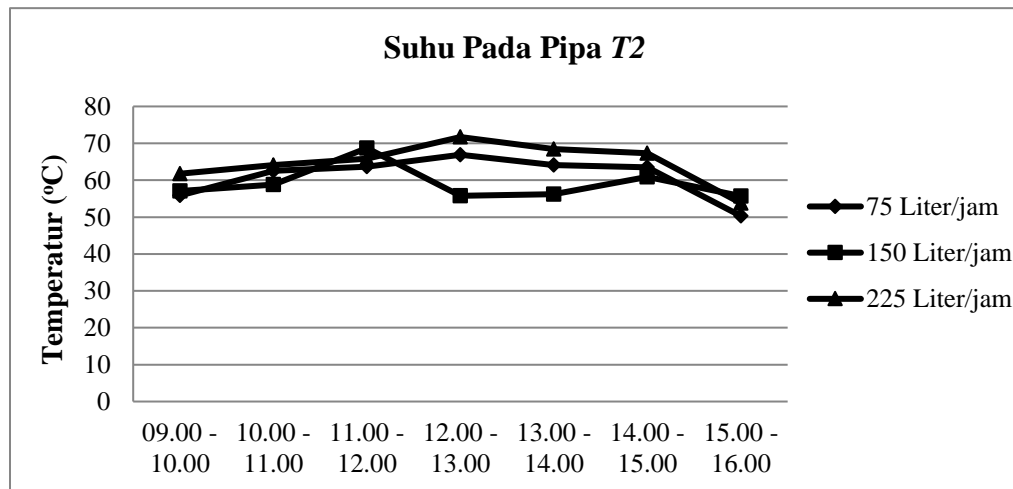
**Grafik 4.4** Hasil Pengujian Suhu Kaca Penutup (*TI*) 75 Liter/jam, 150 Liter/jam Dan 225 Liter/jam  
(Sumber. Penelitian)

Berdasarkan Grafik 4.4 menjelaskan pada pengujian pertama mencapai angka tertinggi 66,1 °C pada jam 14:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka 55,5 °C pada jam 16:00 WIB. Dengan variasi laju aliran air 75 liter/jam. Pada hari kedua mencapai angka tertinggi 65,3 °C pada jam 12:00 WIB. Adapun nilai terendah

mencapai angka 46,9 °C pada jam 16:00 WIB. Dengan variasi laju aliran air 150 liter/jam. Pada hari ketiga mencapai angka tertinggi 65,9 °C pada jam 12:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka 47,7 °C pada jam 16:00 WIB. Dengan variasi laju aliran air 225 liter/jam. Dan sudut kemiringan kolektor suya 30° sudut kemiringan kaca reflektor 70°. Pada pengambilan data suhu kaca penutup dari jam 09.00 s/d 16.00 WIB memperoleh data yang berbeda disebabkan oleh keadaan cuaca yang berbeda pada saat pengambilan data.

#### 4.2.5 Hasil Perbandingan Pengujian Suhu Pada Pipa ( $T_2$ )

Dari tiga pengujian pengambilan data suhu pada pipa dengan variasi laju aliran 75 liter/jam, 150 liter/jam dan 225 liter/jam dengan sudut kemiringan kolektor 30° dan sudut kemiringan kaca reflektor 70° dapat di lihat pada grafik 4.5



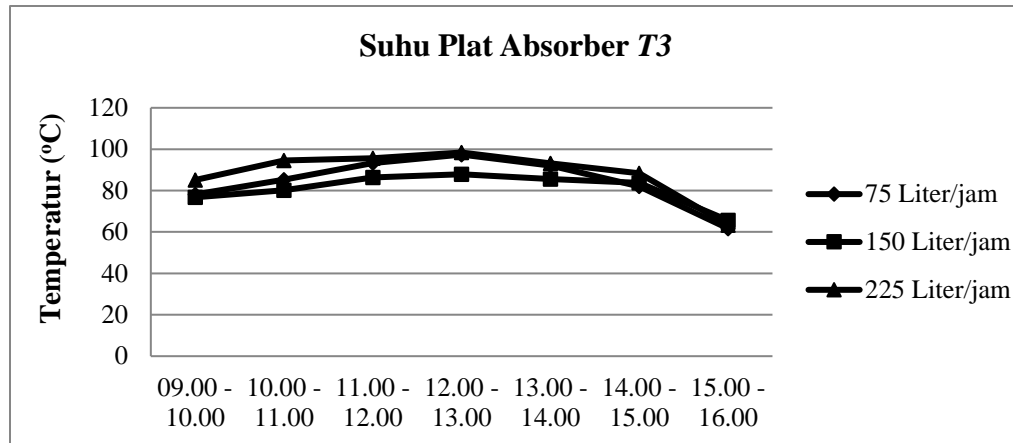
**Grafik 4.5** Hasil Pengujian Suhu Pada Pipa ( $T_2$ ) 75 Liter/jam, 150 Liter/jam Dan 225 Liter/jam

(Sumber. Penelitian)

Berdasarkan Grafik 4.5 menjelaskan bahwa pada pengujian pertama suhu pada pipa mencapai angka tertinggi 66,9 °C pada jam 13:00 WIB. Adapun nilai terendah suhu pada pipa mencapai angka 50,3 °C pada jam 16:00 WIB. Dengan variasi laju aliran air 75 liter/jam. Pada hari kedua suhu pada pipa mencapai angka tertinggi 68,7 °C pada jam 14:00 WIB. Adapun nilai terendah pada suhu pipa mencapai angka 55,7 °C pada jam 16:00 WIB. Dengan variasi laju aliran air 150 liter/jam. Pada hari ketiga pada suhu pipa mencapai angka tertinggi 71,7 °C pada jam 13:00 WIB. Adapun nilai terendah pada suhu pipa mencapai angka 53,8 °C pada jam 16:00 WIB. Dengan variasi laju aliran air 225 liter/jam. Dan sudut kemiringan kolektor suya 30° sudut kemiringan kaca reflektor 70°. Pada pengambilan data suhu pipa dalam dari jam 09.00 s/d 16.00 WIB memperoleh data yang berbeda disebabkan oleh keadaan cuaca yang berbeda pada saat pengambilan data.

#### **4.2.6 Hasil Perbandingan Pengujian Suhu Plat Absorber (T3)**

Dari tiga pengujian pengambilan data suhu plat absorber dengan variasi laju aliran 75 liter/jam, 150 liter/jam dan 225 liter/jam dengan sudut kemiringan kolektor 30° dan sudut kemiringan kaca reflektor 70° dapat di lihat pada grafik 4.6



**Grafik 4.6** Hasil Pengujian Suhu Plat Absorber (*T3*) 75 Liter/jam, 150 Liter/jam Dan 225 Liter/jam

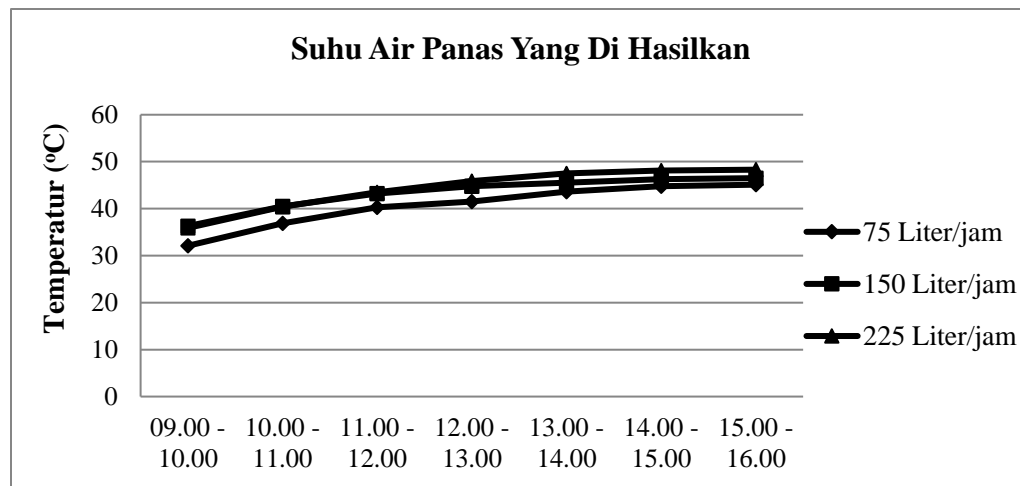
(Sumber. Penelitian)

Berdasarkan Grafik 4.6 menjelaskan bahwa pada pengujian pertama mencapai angka tertinggi 97,4 °C pada jam 13:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka 61,7 °C pada jam 16:00 WIB. Dengan variasi laju aliran air 75 liter/jam. Pada hari kedua mencapai angka tertinggi 87,9 °C pada jam 13:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka 65,6 °C pada jam 16:00 WIB. Dengan variasi laju aliran air 150 liter/jam. Pada hari ketiga mencapai angka tertinggi 98,4 °C pada jam 13:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka 63,4 °C pada jam 16:00 WIB. Dengan variasi laju aliran air 225 liter/jam. Dan sudut kemiringan kolektor surya 30° sudut kemiringan kaca reflektor 70°. Pada pengambilan data suhu plat absorber dari jam 09.00 s/d 16.00 WIB memperoleh data yang berbeda disebabkan oleh keadaan cuaca yang berbeda pada saat pengambilan data.



#### 4.2.7 Hasil Perbandingan Pengujian Suhu Air Panas Yang Di Hasilkan( $T_4$ )

Dari tiga pengujian pengambilan data suhu air panas yang di hasilkan dengan variasi laju aliran 75 liter/jam, 150 liter/jam dan 225 liter/jam dengan sudut kemiringan kolektor  $30^\circ$  dan sudut kemiringan kaca reflektor  $70^\circ$  dapat di lihat pada grafik 4.7



**Grafik 4.7** Hasil Pengujian Suhu Air Panas Yang Di Hasilkan ( $T_4$ ) 75 Liter/jam, 150 Liter/jam Dan 225 Liter/jam  
(Sumber. Penelitian)

Berdasarkan Grafik 4.9 menjelaskan bahwa pada pengujian pertama mencapai angka tertinggi  $45,1^\circ\text{C}$  pada jam 16:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka  $32,1^\circ\text{C}$  pada jam 10:00 WIB. Dengan variasi laju aliran air 75 liter/jam. Pada hari kedua mencapai angka tertinggi  $46,5^\circ\text{C}$  pada jam 16:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka  $36,3^\circ\text{C}$  pada jam 10:00 WIB. Dengan variasi laju aliran air 150 liter/jam. Pada hari ketiga mencapai angka tertinggi  $48,3^\circ\text{C}$  pada

jam 16:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka 35,9 °C pada jam 10:00 WIB. Dengan variasi laju aliran air 225 liter/jam. Dan sudut kemiringan kolektor suya 30° sudut kemiringan kaca reflektor 70°. Pada pengambilan data suhu air masuk dari jam 09.00 s/d 16.00 WIB memperoleh data yang berbeda disebabkan oleh keadaan cuaca yang berbeda pada saat pengambilan data.

### 4.3 Perhitungan Air Masuk Dan Air Keluar $E_{Air}$

#### 4.3.1 Contoh Perhitungan $E_{Air}$ Pada Pukul 12.00 Wib Dengan Laju Aliran 75 Liter/jam

Adapun rumus yang di gunakan dalam perhitungan menggunakan rumus hukum termodinamika yaitu :

$$Q_{Water Heater} = mc_p(T_{fo} - T_{fi}) \dots\dots\dots (2.16)$$

Parameter Yang Diketahui :

$$T_{In} = 35.2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{Out} = 38.1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{film} = 36.65 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\dot{m} = 0.02061 \text{ Kg/s}$$

$$C_p = 4175.50 \text{ J/kg}$$

$$E_{Air} = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$E_{Air} = (0.02061 \text{ Kg/s} \cdot 4175.50 \text{ J/kg}) (38.1 \text{ } ^\circ\text{C} - 35.2 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$= 249.565 \text{ J/s}$$

**Tabel 4.4** Hasil Perhitungan Air Masuk Dan Air Keluar  $E_{Air}$  Pada Kolektor Surya

Dengan Laju Aliran 75 Liter/jam

Waktu	$T_{In}$	$T_{Out}$	$T_{film}$	$P$	$\dot{m}$	$C_p$	$E_{Air}$
	(°C)	(°C)	(°C)	(Kg/m)	(Kg/s)	(J/kg)	(J/s)
10:00	31.7	32.9	32.3	990.94	0.02	4176.16	103.29
11:00	32.9	35.2	34.05	990.42	0.02	4175.89	197.86
12:00	35.2	38.1	36.65	989.65	0.02	4175.50	249.26
13:00	38.1	40.5	39.3	988.87	0.02	4175.11	206.10
14:00	40.5	42.2	41.35	993.97	0.02	4178.41	146.86
15:00	42.2	44.5	43.35	993.06	0.02	4179.01	198.54
16:00	44.5	46.7	45.6	992.03	0.02	4179.68	189.74

(Sumber. Penelitian)

**Tabel 4.5** Hasil Perhitungan Air Masuk Dan Air Keluar  $E_{Air}$  Pada Kolektor Surya

Dengan Laju Aliran 150 Liter/jam

Waktu	$T_{In}$	$T_{Out}$	$T_{film}$	$P$	$\dot{m}$	$C_p$	$E_{Air}$
	(°C)	(°C)	(°C)	(Kg/m)	(Kg/s)	(J/kg)	(J/s)
10:00	31.8	32.2	32.00	991.03	0.04	4176.20	68.87
11:00	32.2	36.1	34.15	990.39	0.04	4170.93	670.19
12:00	36.1	39.2	37.65	989.36	0.04	4169.18	531.93
13:00	39.2	41.5	40.35	994.43	0.04	4178.11	397.53
14:00	41.5	43.3	42.40	993.49	0.04	4178.72	310.87
15:00	43.3	44.9	44.10	992.72	0.04	4179.23	276.14
16:00	44.9	46.1	45.50	992.08	0.04	4179.65	207.00

(Sumber. Penelitian)

**Tabel 4.6** Hasil Perhitungan Air Masuk Dan Air Keluar  $E_{Air}$  Pada Kolektor Surya

Dengan Laju Aliran 225 Liter/jam

Waktu	$T_{In}$	$T_{Out}$	$T_{film}$	$P$	$\dot{m}$	$C_p$	$E_{Air}$
	(°C)	(°C)	(°C)	(Kg/m)	(Kg/s)	(J/kg)	(J/s)
10:00	31.8	32.9	32.35	990.93	0.06	4176.15	284.51
11:00	32.9	36.1	34.50	990.29	0.06	4175.83	827.06
12:00	36.1	39.7	37.90	989.28	0.06	4175.32	929.38
13:00	39.7	42.2	40.95	988.38	0.06	4174.86	644.74
14:00	42.2	44.6	43.40	993.04	0.06	4179.02	622.49
15:00	44.6	46.5	45.55	992.06	0.06	4179.67	492.39
16:00	46.5	48.5	47.50	991.17	0.06	4180.25	517.92

(Sumber. Penelitian)

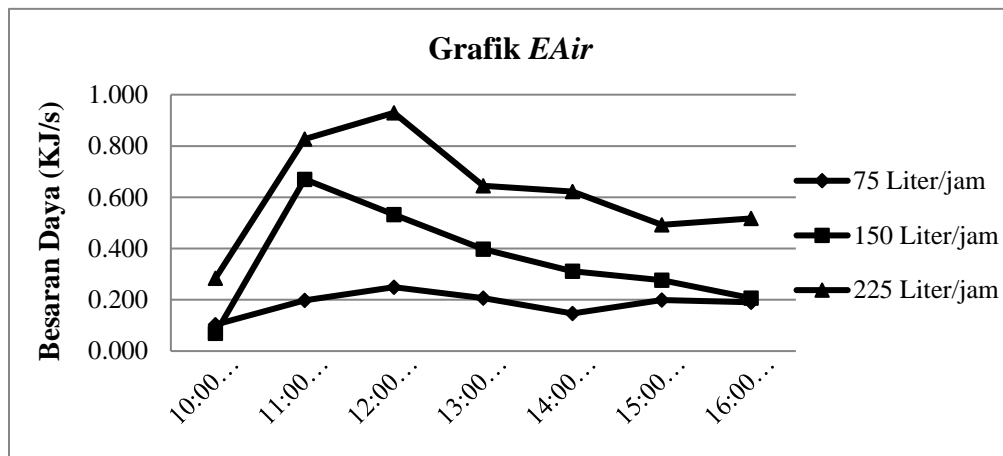
#### 4.4 Hasil Perbandingan Pengujian Antara Suhu Air Masuk $T_{In}$ Dan Suhu Air Keluar $T_{Out}$ Pada Laju Aliran 75 Liter/jam, 150 Liter/jam Dan 225 Liter/jam

**Tabel 4.7** Hasil  $E_{Air}$  Yang Di Koversikan Dari J/s Ke Kj/s

Waktu	$E_{Air}$ (Kj/s)	$E_{Air}$ (Kj/s)	$E_{Air}$ (Kj/s)
	75 L/J	150 L/J	225 L/J
10:00:00	0.103	0.069	0.285
11:00:00	0.198	0.670	0.827
12:00:00	0.249	0.532	0.929
13:00:00	0.206	0.398	0.645
14:00:00	0.147	0.311	0.622
15:00:00	0.199	0.276	0.492
16:00:00	0.190	0.207	0.518

(Sumber. Penelitian)

Dari tiga pengujian pengambilan data suhu air masuk dan suhu air keluar dengan variasi laju aliran 75 liter/jam, 150 liter/jam dan 225 liter/jam dengan sudut kemiringan kolektor  $30^\circ$  dan sudut kemiringan kaca reflektor  $70^\circ$  dapat di lihat pada grafik 4.8



**Grafik 4.8** Hasil Perbandingan Pengujian  $E_{Air}$  Yang Di Konversikan Dari J/s Ke KJ/s Pada Kolektor Surya Dengan Laju Aliran 75 Liter/jam, 150 Liter/jam Dan 225 Liter/jam  
(Sumber. Penelitian)

Berdasarkan Grafik 4.8 menjelaskan bahwa nilai pada pengujian 225 l/j mendapatkan angka tertinggi dengan besaran daya mencapai 0.929 KJ/s pada jam 12.00 WIB. Untuk pengujian 150 l/j mendapatkan angka tertinggi dengan besaran daya mencapai 0.670 KJ/s pada jam 11.00 WIB. Sedangkan pada pengujian 75 liter/jam mendapatkan angka tertinggi dengan besaran daya mencapai 0.249 KJ/s pada jam 12.00 WIB. Pengaruh perbedaan dari tiga pengujian mendapatkan hasil yang berbeda-beda di karnakan aliran pada saat pengujian berbeda dan pengaruh

pada cuaca juga sangat dilihat pada pengujian. Pada pengambilan data dari jam 09.00 s/d 16.00 WIB.

Maka dapat disimpulkan bahwa dengan laju aliran 225 liter/jam dengan penambahan kaca reflektor mendapatkan hasil yang tertinggi atau lebih maksimal dan suhu air yang dihasilkan pun mencapai angka tertinggi 48,3 °C.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Hasil dari penelitian Studi Eksperimental Pemanas Air Tenaga Surya Menggunakan Kaca Sebagai Reflektor Dengan Variasi Laju Aliran Air adalah sebagai berikut

1. Dari hasil perbandingan tiga pengujian dengan variasi laju aliran air dan penambahan kaca reflektor dapat di simpulkan bahwa hasil suhu air tertinggi yang di dapatkan mencapai 48,3 °C dengan variasi laju aliran air 225 liter/jam dengan sudut kemiringan kolektor 30° dan sudut kemiringan kaca reflektor 70°. Adapun perbandingan dengan pipa tembaga yang menggunakan kaca reflektor yang di teliti oleh Himangshu Bhowmik dan Ruhul Amin (2017). Efisiensi kolektor yang diperoleh dengan menggunakan kaca reflektor 61%.
2. Perhitungan air masuk dan air keluar  $E_{Air}$  pada laju aliran 225 liter/jam mendapatkan hasil tertinggi mencapai 929.38 j/s dan di konversikan ke kj/s mendapatkan hasil dengan besaran daya 0.92938 kj/s pada jam 12.00 Wib, Dengan sudut kemiringan kolektor 30° dan sudut kemiringan kaca reflektor 70°. Setiap pengujian mendapatkan hasil yang berbeda karena pengaruh variasi laju aliran dan pengaruh sudut kemiringan kaca reflektor.

## 5.2 Saran

1. Dalam pembuatan alat pemanas air tenaga surya menggunakan kaca reflektor ini penulis menyarankan agar yang melanjutkan penelitian ini dapat memodifikasi kerangka alat tersebut menggunakan material hollow dan aluminium yang di cat warna hitam dikarenakan warna hitam dapat menyerap panas.
2. Dalam waktu pengambilan data pemanas air tenaga surya menggunakan kaca reflektor penulis menyarankan agar data yang di ambil selama 30 menit sekali agar data yang ambil lebih akurat dan lebih detail.
3. Penulis menyarankan yang melanjutkan penelitian ini agar dapat mengambil data pada waktu pengujian yang tidak menggunakan kaca reflektor pada pemanas air tenaga surya.
4. Adapun penulis menyarankan untuk kaca reflektor sebaiknya di variasikan agar data yang di ambil berubah-ubah.
5. Faktor-faktor lain yang harus diperhatikan dalam membuat kolektor surya pemanas air celah pada kaca kolektor, usahakan di tutup serapat mungkin untuk menghindari kerugian panas.



## DAFTAR PUSTAKA

1. H.Bhowmik, R.Amin / EnergyReports3 (2017)*Efficiency improvement of flat plate solar collector using reflector.*
2. Duffie, John A, and William A Beckman. (2013). *Solar Engineering of Thermal Processes.*
3. Hasbi Assiddiq S, Irma Dinahkandy. 2018. *Studi Pemamfaatan Energi Matahari Sebagai Sumber Energi Alternatif Terbarukan Berbasis Sel Fotovoltaik Untuk Mengatasi Kebutuhan Listrik Rumah Sederhana Di Desa Terpencil.* Jurnal Politeknik Kota Baru.
4. AEE - Institute for Sustainable Technologies. (2009). *Thermal Use Of Solar Energy.* Austria: Austrian Development Comparation.
5. Khan, Shahidul I, and M Obaidullah. (2009). "Fundamental of Solar Water Heaters." *Experimental Engineer* 125 -132.
6. Wirapraja, Edo. 2012. "Analisa Kinerja Pemanas Air Menggunakan Kolektor Surya Pelat Datar dengan Satu Kaca Penutup". Tugas Akhir. Surabaya. Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
7. Incropera, Frank P, David P Dewitt, Adrienne S Lavine, and Theodore L Bergman.(2011). *Fundamentals of Heat and Mass Transfer.* United States of America: John Wiley & Sons, Inc.

8. Marbun, Nesten M. (2009). *Rancang Bangun Sebuah Pemanas Air Tenaga Surya Dengan Menggunakan Kolektor Surya Pelat Datar*. Medan: Uneversitas Sumatra Utara.
9. Cengel, Yunus A. (2006). *HEAT TRANSFER : A Practical Approach*. Nevada: McGraw-Hill Science.
10. Bengtson, Harlan H. (2010). "Convection Heat Transfer Coeffisient Estimation." *an onlie Atikel at [WWW.SunCam](http://WWW.SunCam)*.
11. Struckmann, Fabio. (2008). "Analysis of a Flat-plate Solar Collector." *Heat and Mass Transpo*

## LAMPIRAN

### Proses Pengambilan Data



Pengambilan Data Intensitas  
Radiasi Matahari



Pengambilan Data Suhu  
Lingkungan



Pengambilan Data Kecepatan  
Angin



Pengambilan Data Sensor  
Thermocouple



Pengambilan Data Suhu Air Panas

**Proses Pembuatan Kerangka Alat Pemanas Air Tenaga Surya**





**Proses Pemasangan Bahan – bahan Pada Alat Pemanas Air Tenaga Surya**



## BIODATA PENULIS



Muazar adalah nama penulis skripsi ini, Penulis lahir di Desa Simpang, Kec. Bakongan Timur, Kab. Aceh Selatan, Provinsi Aceh, Pada tanggal 28 Mei 1997 penulis merupakan anak pertama dari empat bersaudara dari pasangan Bapak M. Adam dan Ibu Janimah. Penulis menempuh pendidikan sekolah dasar di SD N 1 Seubadeh, Lulus pada tahun 2010. Melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP N 1 Bakongan Timur, Lulus pada tahun 2013. Melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas di SMA N 1 Bakongan Timur, Lulus pada tahun 2016. Lalu penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi negeri pada jalur SNMPTN ( Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri ) di Universitas Teuku Umar ( UTU ) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Bidang Keahlian Teknik Konversi Energi, Lulus pada tahun 2021 Dengan judul skripsi **“Studi Eksperimental Pemanas Air Tenaga Surya Menggunakan Kaca Sebagai Reflektor Dengan Variasi Laju Aliran Air”**. Penulis juga aktif dalam berbagai organisasi IPPELMASEL ( Ikatan Pemuda Pelajar Mahasiswa Aceh Selatan ), IPMBR ( Ikatan Pelajar Mahasiswa Bakongan Raya ) dan pernah menjadi anggota pengurus HMM FT\_UTU 19-20 ( Himpunan Mahasiswa Mesin ).

*“ Engkau tak dapat meraih ilmu kecuali dengan enam hal yaitu Cerdas, Selalu ingin tahu, Tabah, Punya bekal dalam menuntut ilmu, Bimbingan dari guru dan Waktu yang lama.”( Ali bin Abi Thalib )*