

TUGAS AKHIR

**STUDI EKSPERIMENTAL PEMANAS AIR TENAGA SURYA DENGAN
VARIASI SUDUT KEMIRINGAN REFLEKTOR**

*Diajukan untuk Memenuhi Sebagai dari Syarat-syarat yang Diperlukan Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST)*

Disusun Oleh:

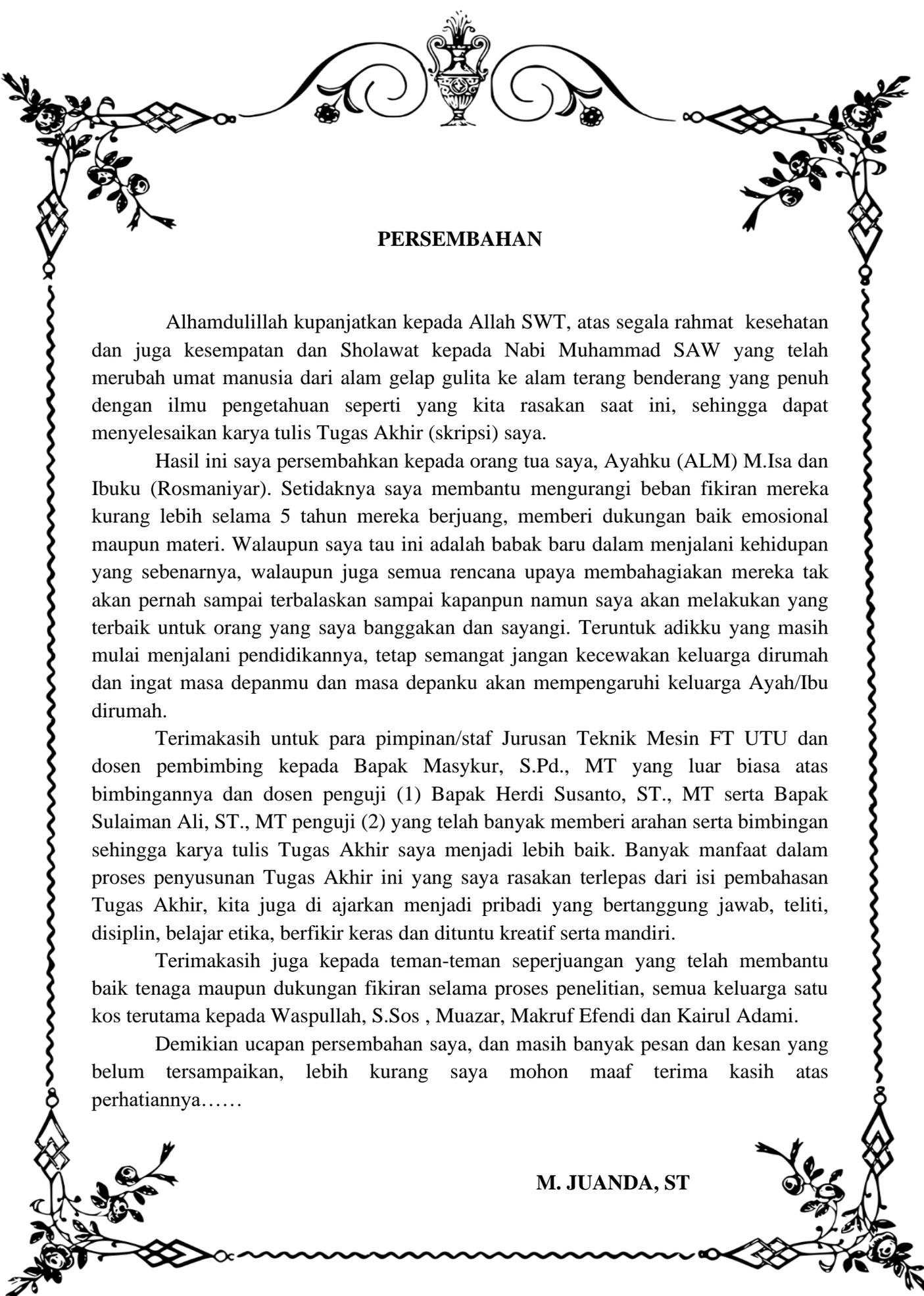
M. Juanda

NIM. 1605903010008

Bidang Keahlian Teknik Konversi Energi



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TEUKU UMAR
2021**



PERSEMBAHAN

Alhamdulillah kupersembahkan kepada Allah SWT, atas segala rahmat kesehatan dan juga kesempatan dan Sholawat kepada Nabi Muhammad SAW yang telah merubah umat manusia dari alam gelap gulita ke alam terang benderang yang penuh dengan ilmu pengetahuan seperti yang kita rasakan saat ini, sehingga dapat menyelesaikan karya tulis Tugas Akhir (skripsi) saya.

Hasil ini saya persembahkan kepada orang tua saya, Ayahku (ALM) M.Isa dan Ibuku (Rosmaniyar). Setidaknya saya membantu mengurangi beban pikiran mereka kurang lebih selama 5 tahun mereka berjuang, memberi dukungan baik emosional maupun materi. Walaupun saya tau ini adalah babak baru dalam menjalani kehidupan yang sebenarnya, walaupun juga semua rencana upaya membahagiakan mereka tak akan pernah sampai terbalaskan sampai kapanpun namun saya akan melakukan yang terbaik untuk orang yang saya banggakan dan sayangi. Teruntuk adikku yang masih mulai menjalani pendidikannya, tetap semangat jangan kecewakan keluarga dirumah dan ingat masa depanmu dan masa depanku akan mempengaruhi keluarga Ayah/Ibu dirumah.

Terimakasih untuk para pimpinan/staf Jurusan Teknik Mesin FT UTU dan dosen pembimbing kepada Bapak Masykur, S.Pd., MT yang luar biasa atas bimbingannya dan dosen penguji (1) Bapak Herdi Susanto, ST., MT serta Bapak Sulaiman Ali, ST., MT penguji (2) yang telah banyak memberi arahan serta bimbingan sehingga karya tulis Tugas Akhir saya menjadi lebih baik. Banyak manfaat dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini yang saya rasakan terlepas dari isi pembahasan Tugas Akhir, kita juga di ajarkan menjadi pribadi yang bertanggung jawab, teliti, disiplin, belajar etika, berfikir keras dan dituntut kreatif serta mandiri.

Terimakasih juga kepada teman-teman seperjuangan yang telah membantu baik tenaga maupun dukungan pikiran selama proses penelitian, semua keluarga satu kos terutama kepada Waspullah, S.Sos, Muazar, Makruf Efendi dan Kairul Adami.

Demikian ucapan persembahan saya, dan masih banyak pesan dan kesan yang belum tersampaikan, lebih kurang saya mohon maaf terima kasih atas perhatiannya.....

M. JUANDA, ST



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TEUKU UMAR
FAKULTASTEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
Meulaboh, Aceh Barat 23615, PO BOX 59
Laman: www.utu.ac.id, email: teknikmesin@utu.ac.id

LEMBARAN PENGESAHAN PROGRES TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini dengan judul “Studi Eksperimental Pemanas Air Tenaga Surya Dengan Variasi Sudut Kemiringan Reflektor” disusun oleh :

Nama : M. Juanda
NIM : 1605903010008
Bidang Studi : Teknik Konversi Energi
Progam Studi : Teknik Mesin

Telah disetujui untuk seminarkan pada tanggal 7 juli 2021 dan dinyatakan LULUS serta dapat melanjutkan ketahap selanjutnya, guna memenuhi sebagai dari syarat-syarat yang di perlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T). Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar.

Alue Peunyareng, 7 juli 2021

Disetujui,

Pembimbing I

Masykur, S.Pd., MT
NIP. 198903142019031011

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Maldi Saputra, S.T., MT
NIP. 198105072015041007



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, email: teknikmesin@utu.ac.id

LEMBARAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini dengan judul “Studi Eksperimental Pemanas Air Tenaga Surya Dengan Variasi Sudut Kemiringan Reflektor” disusun oleh :

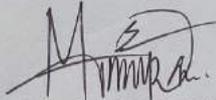
Nama : M. Juanda
NIM : 1605903010008
Bidang Studi : Teknik Konversi Energi
Program Studi : Teknik Mesin

Telah disetujui untuk sidangkan pada tanggal 10 November 2021 dan dinyatakan LULUS serta dapat melanjutkan Tugas Akhir ketahap selanjutnya, guna memenuhi sebagai dari syarat-syarat yang di perlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T). Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar.

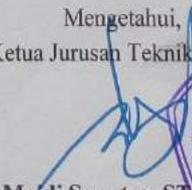
Alue Peunyareng, 10 November 2021

Disetujui,

Pembimbing I


Masykur, S.Pd., MT
NIP. 198903142019031011

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin


Madi Sanutra, ST, MT
NIP. 1981050720150410025





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, email: teknikmesin@utu.ac.id

LEMBARAN PENGESAHAN PROGRAM STUDI

Dinyatakan LULUS setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Tugas Akhir guna memenuhi salah satu syarat-syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar, pada hari/tanggal, Rabu, 10 November 2021.

Nama : M. Juanda
NIM : 1605903010008
Program Studi : Teknik Mesin
Bidang Keahlian : Teknik Konversi Energi
Judul : "Studi Eksperimental Pemanas Air Tenaga Surya Dengan Variasi Sudut Kemiringan Reflektor"

Alue Peunyareng, 10 November 2021

Disetujui,

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

(Pembimbing)

2. Herdi Susanto, ST., MT
NIDN. 0122098102

(Penguji I)

3. Sulaiman Ali, ST., MT
NIDN. 0006078302

(Penguji II)

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin

Maidi Saputra, S.T., MT
NIP. 4981050720150





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TEUKU UMAR
FAKULTASTEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
Meulaboh, Aceh Barat 23615, PO BOX 59
Laman: www.utu.ac.id, email: teknikmesin@utu.ac.id

LEMBARAN PENGESAHAN FAKULTAS

Dinyatakan LULUS setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Tugas Akhir guna memenuhi salah satu syarat-syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) Pada Pogram Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar, pada tanggal 10 November 2020

Nama : M. Juanda
NIM : 1605903010008
Bidang Keahlian : Teknik Konversi Energi
Pogram Studi : Teknik Mesin
Judul : Studi Eksperimental Pemanas Air Tenaga Surya Dengan Variasi Sudut Kemiringan Reflektor.

Alue Peunyareng, 10 Novemeber 2021

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik

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

Mengetahui
Ketua Prodi Teknik Mesin

Maidi Saputra, S.PE, M.Eng
NIP. 198105072015041002



PERNYATAAN ORIGINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini.

Nama : M. Juanda

NIM : 1605903010008

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, 22 November 2021

Saya Membuat Pernyataan

M. Juanda
NIM. 1605903010008

KATA PENGANTAR



Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan kemudahan rahmad dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Proposal tugas akhir. Tidak lupa pula penulis sampaikan sholawat ber iring 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 Proposal 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 Dengan Variasi Sudut Kemiringan Reflektor ”**

Selesainya tugas ini Penulis sangat berterimakasih kepada Ayahanda, Ibunda, dan Soudara kandung 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:

1. Bapak Prof. Dr. Jasman J. Ma'ruf, SE, MBA, Selaku Rektor Universitas Teuku Umar
2. Bapak Dr. Ir. M. Isya, MT, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar
3. Bapak Maldi Saputra, ST., MT, Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin
4. Bapak Masykur,S.pd., MT. Selaku Pembimbing I yang telah membimbing dan arahan kepada penulis.
5. Bapak Herdi Susanto ,ST., MT. Selaku Penguji I yang telah memberi masukan kepada penulis.
6. Bapak Sulaiman Ali, ST., MT. Selaku Penguji II yang telah memberi masukan kepada penulis.
7. Teman-teman seperjuangan di Jurusan Teknik Mesin angkatan 2016, yang selalau saran dan masukan dari pertama kuliah hingga selesai.

Semoga tulisan ini dapat bermamfaat bagi pembaca dan terutama untuk penulis sendir dan semoga Allah senantiasa membimbing kita kejalan yang diridhai-nya. Amin.

Alue Peunyareng 22 November 2021

Penulis

M. JUANDA

NIM. 1605903010008

STUDI EKSPERIMENTAL PEMANAS AIR TENAGA SURYA DENGAN VARIASI SUDUT KEMIRINGAN REFLEKTOR

Nama : M. Juanda
NIM : 1605903010008
Bidang Studi : Teknik Konversi Energi
Jurusan : Teknik Mesin
Dosen Pembimbing I : Masykur,S.Pd., MT

ABSTRAK

Sumber energi baru terbarukan adalah sumber energi ramah lingkungan yang tidak mencemari lingkungan dan tidak memberikan kontribusi terhadap perubahan iklim dan pemanasan global, karena energi yang didapatkan berasal dari proses alam yang berkelanjutan, seperti sinar matahari, angin, air, dan lain-lain, hal ini menegaskan bahwa sumber energi telah tersedia dan tidak merugikan lingkungan. Faktor lainnya yang cukup mendukung pemanfaatan energi matahari ini adalah letak geografis negara Indonesia di garis Khatulistiwa. Menurut data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Indonesia, radiasi matahari rata-rata yang terjadi di Indonesia adalah 4,8 kWh/m² /hari. Adapun manfaat penelitian Untuk mengurangi ketergantungan penggunaan energi listrik, kayu bakar minyak dan gas bumi khususnya untuk memanaskan air, Metode penelitian yang digunakan dalam pembuatan alat ini melalui empat tahapan yaitu Studi Literatur, Perencanaan Kolektor Surya pemanas air dengan penambahan kaca sebagai Reflektor, Perakitan Alat, Pengujian Variasi sudut kemiringan kaca reflector 45⁰ 60⁰.75⁰ , Pengambilan Data Alat.Hasil dari penelitian studi eksperimental pemanas air tenaga surya dengan variasi sudut kemiringan reflector, pada hari pertama pada sudut kemiringan 45⁰ nilai yang tertinggi pada air yang di hasilkan mencapai angka 43,7 °C, pada hari kedua pada sudut kemiringan 60⁰ nilai yang tertinggi pada air yang dihasilkan 42,4 °C, pada hari ketiga pada sudut kemiringan 75⁰ nilai yang tertinggi pada air yang dihasilkan 38,3 °C. Pemanas air tenaga surya ini menggunakan pipa stenliss pada ukuran 5/8 inchi.

Kata kunci : pemanas air tenaga surya memnggunakan pipa stenliss

*EXPERIMENTAL STUDY OF SOLAR POWERED WATER HEATER WITH**VARIATION OF REFLECTOR TILLING ANGLE*

Name : M. Juanda

Nim : 1605903010008

Departmen : Mechanical Engineering

Field Of Study : Energy Conversion Techniques

Mentor : Masykur,S.pd., MT

ABSTRAK

New renewable energy sources are environmentally friendly energy sources that do not pollute the environment and do not contribute to climate change and global warming, because the energy obtained comes from sustainable natural processes, such as sunlight, wind, water, and others. confirms that energy sources are available and do not harm the environment. Another factor that is sufficient to support the use of solar energy is the geographical location of Indonesia on the equator. According to data from the Indonesian Ministry of Energy and Mineral Resources (ESDM), the average solar radiation that occurs in Indonesia is 4.8 kWh/m²/day. The research benefits To reduce dependence on the use of electrical energy, firewood, oil and natural gas, especially for heating water, the research method used in the manufacture of this tool goes through four stages, namely Literature Study, Solar Collector Planning for water heaters with the addition of glass as a Reflector, Tool Assembly, Testing the variation of the tilt angle of the reflector glass 45⁰,60⁰,75⁰, Data Collection Tool. The results of experimental studies of solar water heaters with variations in the angle of the reflector, on the first day at an angle of 45⁰ the highest value in the water produced reached 43.7 oC , on the second day at an angle of 60⁰ the highest value was in the water produced at 42.4 oC, on the third day at a slope angle of 75⁰ the highest value was in the water produced at 38.3 oC. This solar water heater uses stainless steel pipes at a size of 5/8 inches.

Keywords: solar water heater using stainless steel pipe

DAFTAR ISI

COVER	
LEMBARAN PENGESAHAN PROGRES TUGAS AKHIR.....	i
LEMBARAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBARAN PENGESAHAN PROGRAM STUDI	iii
LEMBARAN PENGESAHAN FAKULTAS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GRAFIK.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat penelitian.....	4
BAB 2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Dasar Teori Perpindahan Panas.....	10

2.2.1 Perpindahan Panas Konduksi	11
2.2.2 Perpindahan Panas Konveksi.....	11
2.2.3 Perpindahan Panas Radiasi.....	11
2.3 Matahari	12
2.3.1 Energi matahari.....	13
2.3.2 Sudut Datang Matahari untuk Bidang Miring	13
2.3.3 Dasar Teori Kolektor Surya Plat Datar.....	15
2.4 Pengertian Umum Kolektor Surya Plat Datar	16
2.4.1 prinsip kerja kolektor surya	17
2.5 Kolektor Surya Plat Datar dengan Penambahan Reflektor	18
BAB 3 METODE PENELITIAN	20
3.1 Waktu Dan Tempat	20
3.2 Desain Alat.....	21
3.3 Prinsip kerja alat pemanas air tenaga surya	21
3.4 Bahan dan alat ukur penelitian	22
3.4.1 Perencanaan bahan penelitian.....	22
3.4.2 Alat ukur yang digunakan.....	22
3.5 Tahapan Peneliti.....	25
3.5.1 Tahapan persiapan	25
3.5.2 Tahapan pengambilan data	25
3.5.3 Tahapan akhir	25
3.6 Flowchart Kegiatan Penelitian	28
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Alat Pemanas Air Tenga Surya Menggunakan Kaca Reflektor.....	29
4.2 Pembahasan hasil grafik pengujian pemanas air tenaga surya	31
4.3 Suhu Air Yang Dihasilkan Berdasarkan Penelitian	40

4.4 Hasil Pengaruh Laju Aliran Pada Pemanas Air Tenaga Surya	40
4.5 Bagaimana Pengaruh Perubahan Sudut Kaca Reflector Pada Pemanas Air Tenaga Surya	41
BAB 5 PENUTUP.....	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran.....	44

DAFTAR GAMBAR

2.1 Skema kolektor dan reflektor sisi atas dan bawah (a) sisi kiri dan kanan (b).....	5
2.2 Nilai sudut optimal dari kolektor miring (β_{\max}) , sudut optimal reflektor sisi bawah ($\alpha_{1\max}$) , sudut optimal reflektor sisi atas ($\alpha_{2\max}$)	6
2.3 Nilai sudut optimal dari kolektor miring (β_{\max}) , sudut optimal reflektor sisi kiri ($\gamma_{1\max}$).....	7
2.4 Diagram sistem kolektor surya dan reflektor dengan variasi sudut	7
2.5 Grafik pengaruh sudut reflector terhadap efisiensi kolektor	8
2.6 Hubungan Efisiensi terhadap T_i-T_a/G_t Pada Penambahan Reflektori	9
2.7 Grafik hubungan suhu air yang dihasilkan menggunakan pipa tembaga	10
2.8 Jarak antara Matahari Dan Bumi.....	12
2.9 Matahari	13
2.10 Sudut-sudut yang berpengaruh pada radiasi matahari	14
2.11 Radiasi langsung , radiasi hamburan , dan radiasi pantulan	16
2.12 Kolektor	17
2.13 Kolektor surya (c) dengan reflektor (r) di satu sisinya	19
3.1 Lokasi Penelitian.....	20
3.2 Desain alat pemanas air tenaga surya menggunakan kaca reflector	21
3.3 <i>Anemometer vortex</i>	22
3.4 <i>Solar power meter</i>	23
3.5 <i>Busur derajat</i>	23
3.6 <i>Thermocouple tipe k</i>	24
3.7 <i>Thermometer</i>	24
3.8 <i>Flowchat Penelitian</i>	28

4.1 Pemanas Air Tenaga Surya menggunakan kaca reflecto	29
4.2 Pengambilan data suhu radiasi matahari	32
4.3 Pengambilan data suhu lingkungan.....	33
4.4 Pengambilan data suhu kecepatan angin	35
4.5 Pengambilan data suhu plat absorber	36
4.6 Penyetelan kemiringan kaca reflector	42
Gambar 4.7 Pengambilan data tanpa reflektor.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Perencanaan pengambilan data dengan variasi sudut kemiringan kaca reflector 45°,60°,75°	26
Tabel 4.1 Hasil Pengambilan Data Dengan Variasi (β) 45°	50
Tabel 4.2 Hasil Pengambilan Data Dengan Variasi (β) 60°	51
Tabel 4.3 Hasil Pengambilan Data Dengan Variasi (β) 75°	52
Tabel 4.4 Hasil Pengambilan Data Tanpa Reflector	53
Tabel 4.5 Hasil perhitungan suhu air inlet dan outlet pada variasi (β) 45°	54
Tabel 4.6 Hasil perhitungan suhu air inlet dan outlet pada variasi (β) 60°	55
Tabel 4.7 Hasil perhitungan suhu air inlet dan outlet pada variasi (β) 75°	56
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan suhu air inlet dan outlet tanpa reflector	57
Tabel 4.9 Hasil perhitungan suhu E_{air} pada air inlet dan outlet pada (β) 45°,60° dan 75°	58

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Hasil pengambilan data suhu radiasi matahari pada variasi (β) 45°,60° dan 75°	31
Grafik 4.2 Hasil pengambilan data suhu lingkungan pada variasi (β) 45°,60° dan 75°	32
Grafik 4.3 Hasil pengambilan data suhu kecepatan angin pada variasi (β) 45°,60° dan 75°	34
Grafik 4.4 Hasil pengambilan data suhu plat absorber pada variasi (β) 45°,60° dan 75°	35
Grafik 4.5 Hasil pengambilan data suhu kaca kolektor pada variasi (β) 45°,60° dan 75°	37
Grafik 4.6 Hasil pengambilan data suhu pipa pada variasi (β) 45°,60° dan 75°	38
Grafik 4.7 Hasil pengambilan data suhu air yang dihasilkan pada variasi (β) 45°,60° dan 75°	39
Grafik 4.8 Hasil pengambilan data E_{dot} pada suhu inlet dan outlet pada variasi (β) 45°,60° dan 75°	42
Grafik 4.9 Perbandingan menggunakan reflector dan tanpa reflector	44

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sumber energi baru terbarukan adalah sumber energi ramah lingkungan yang tidak mencemari lingkungan dan tidak memberikan kontribusi terhadap perubahan iklim dan pemanasan global, karena energi yang didapatkan berasal dari proses alam yang berkelanjutan, seperti sinar matahari, angin, air, dan lain-lain, hal ini menegaskan bahwa sumber energi telah tersedia dan tidak merugikan lingkungan.

Upaya manusia untuk meningkatkan penggunaan energi terbarukan terus meningkat dan berkembang dari tahun ke tahun mengingat ketersediaan energi fosil semakin lama semakin menipis karena tidak dapat diperbarukan. Energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan secara gratis adalah energi matahari, salah satu penggunaannya adalah untuk memanaskan air yang dapat digunakan untuk keperluan rumah tangga. Selain menghemat listrik memanaskan air dengan tenaga matahari juga

Terbilang tidak memberikan efek negatif pada lingkungan. Faktor lainnya yang cukup mendukung pemanfaatan energi matahari ini adalah letak geografis negara Indonesia di garis Khatulistiwa. Menurut data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Indonesia, radiasi matahari rata-rata yang terjadi di Indonesia adalah 4,8 kWh/m² /hari, sehingga memiliki potensi yang cukup banyak untuk bisa dimanfaatkan sebagai pemanas air.(Imad Haraki Fai,dkk 2017).

Di negara berkembang, konsumsi energi digunakan saat ini adalah untuk keperluan mandi air panas. Sebagian besar penggunaan energi untuk memanaskan air adalah berasal dari listrik yang berasal dari bahan bakar fosil. Selain merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui bahan bakar jenis ini juga mengakibatkan dampak lingkungan diantaranya menyebabkan pemanasan global, dan mengeluarkan gas beracun akibat pembakaran yang tidak sempurna. Untuk membantu mengatasi permasalahan diatas, maka diperlukan suatu inovasi teknologi yang menggunakan tenaga yang dapat diperbaharui (renewable energy) seperti penggunaan energi matahari untuk keperluan memanaskan air atau yang lebih dikenal dengan kolektor surya. Potensi energi matahari di Indonesia khususnya kota medan sangatlah besar. Oleh karena itu ,Penulis tertarik untuk merancang pemanas air tenaga surya sehingga dapat menghemat penggunaan bahan bakar fosil dimasa mendatang. (Fauzi,dkk,2012).

Pada tahun 2013 wilayah suhu permukaan lahan 25 – 28°C memiliki luas terbesar yaitu sekitar 179.091,63 Ha yang tersebar di semua kecamatan di Kabupaten Aceh Barat dan mencakup 64,75% dari wilayah keseluruhan Kabupaten Aceh Barat. Suhu permukaan lahan dengan luas terbesar kedua adalah wilayah dengan suhu permukaan antara 21 – 24°C sebesar 24,17% yang terkonsentrasi di bagian utara Kabupaten Aceh Barat yaitu Kecamatan Sungai Mas dan Kecamatan Pantai Ceuremen dengan luas 66.853,95 Ha. Wilayah suhu permukaan lahan 29 – 32°C mencakup 8,74% tersebar di beberapa kecamatan yaitu Kecamatan Johan Pahlawan,

Kecamatan Meureubo, Kecamatan Samatiga, Kecamatan Arongan Lambalek, Kecamatan Woyla, Kecamatan Woyla Barat, Kecamatan Woyla Timur, dan Kecamatan Bubon dengan luas 24.161,57 Ha. Wilayah suhu permukaan $>33^{\circ}\text{C}$ hanya mencakup 1,48% dengan luas 4.106,58 Ha berada di Kecamatan Johan Pahlawan yaitu pusat kota Meulaboh yang merupakan ibukota Kabupaten Aceh Barat serta terdapat juga di Kecamatan Samatiga, Kecamatan Woyla, dan Kecamatan Arongan Lambalek. Pada citra Landsat dengan kombinasi band RGB 7-5-3 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1, dapat dilihat bahwa rona warna merah muda menunjukkan adanya area lahan terbuka, sehingga berkurangnya vegetasi di daerah ini menyebabkan suhu permukaan lahan menjadi lebih panas dan mencapai suhu maksimum yaitu $38,13^{\circ}\text{C}$. (Sumber Nur atikah suri 2018).

1.2 Rumusan masalah

Adapun berdasarkan permasalahan dalam penelitian ini antara lain yaitu :

1. Bagaimana suhu air yang dihasilkan alat pemanas air tenaga surya dengan menggunakan kaca reflector.
2. Bagaimana pengaruh laju aliran pada pemanas air tenaga surya.
3. Bagaimana pengaruh perubahan sudut kaca reflector pada pemanas air tenaga surya.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini antara lain yaitu :

1. Analisa dilakukan pada kondisi steady state.
2. Fluida kerja tidak mengalami perubahan fase.
3. Pemanas yang di terima pipa kolektor adalah seragam.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini antara lain yaitu :

1. Untuk mengetahui kinerja pemanas air tenaga surya menggunakan kaca reflector.
2. Mengetahui pengaruh laju pada pemanas air tenaga surya.
3. Untuk mengetahui perubahan sudut kaca reflector pada pemanas air tenaga surya.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini antara lain yaitu :

1. Untuk mendapatkan alat dan inovasi pada sektor yang memanfaatkan energi terbarukan pada pemanas air tenaga surya.
2. Untuk mengurangi ketergantungan penggunaan energi listrik, kayu bakar minyak dan gas bumi khususnya untuk memanaskan air
3. Mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi yang menggunakan energy terbarukan yang berfokus pada energy surya.

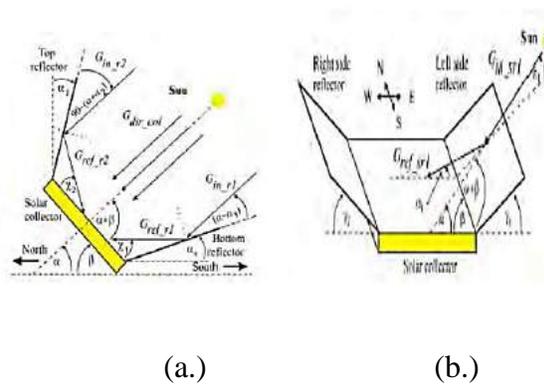
BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Adapun beberapa penelitian terdahulu yang bisa menjadi sumber referensi atau yang berhubungan dengan pemanas air tenaga surya pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Pada penelitian Zoran T.dkk tahun 2014, ingin menemukan sudut optimal pada kolektor surya dan sudut optimal dari reflektor. Secara umum penggunaan reflector bertujuan untuk mendapatkan intensitas radiasi yang lebih tinggi pada plat absorber. Penggunaan reflektor ini cocok untuk kolektor surya yang dipasang di atap rumah maupun gedung karena pemasangannya yang mudah dan tidak membutuhkan biaya yang tinggi.

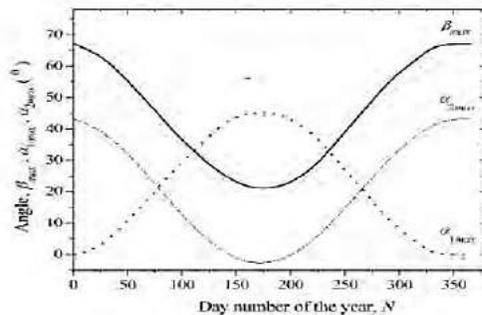


Gambar 2.1 Skema kolektor dan reflektor sisi atas dan bawah (a) sisi kiri dan Kanan (b).

(Sumber. Zoran T.dkk tahun 2014)

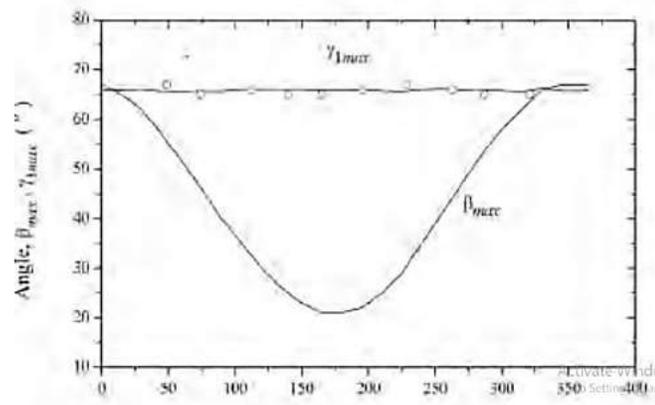
Penelitian ini menggunakan kolektor surya dengan penambahan reflektor pada bagian atas dan bawah (a) dan reflektor pada bagian kiri dan kanan (b). Radiasi total kolektor adalah penjumlahan dari radiasi langsung (direct) kolektor, radiasi pantulan dari reflektor sisi bawah, radiasi pantulan dari reflektor sisi atas, radiasi pantulan dari reflektor sisi kiri, radiasi pantulan dari reflektor sisi kanan G_{ref-sr}^2 dan radiasi hamburan (diffuse) .

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu didapatkan sudut optimal kolektor (β_{max}), sudut optimal reflektor sisi bawah (α_{1max}), sudut optimal reflektor sisi atas (α_{2max}), sudut optimal reflektor sisi kanan dan kiri (γ_{max}) dan perbandingan antara radiasi total kolektor tanpa reflektor, radiasi total kolektor dengan reflektor sisi atas dan bawah dan radiasi total kolektor dengan reflektor sisi atas, bawah, kiri dan kanan.



Gambar 2.2 Nilai sudut optimal dari kolektor miring (β_{max}) , sudut optimal reflektor sisi bawah (α_{1max}) , sudut optimal reflektor sisi atas (α_{2max})

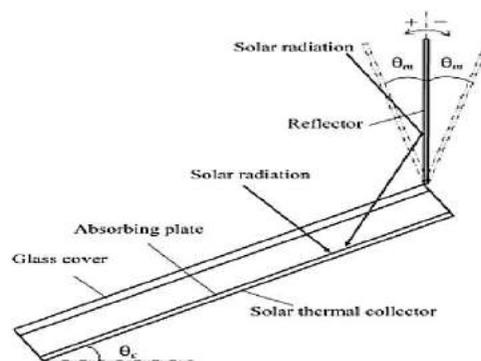
(Sumber. Zoran T.dkk tahun 2014)



Gambar 2.3 Nilai sudut optimal dari kolektor miring (β_{max}), sudut optimal reflektor sisi kiri (γ_{1max})

(Sumber. Zoran T.dkk tahun 2014)

Pada penelitian Hiroshi Tanaka.2010 ingin menemukan sudut optimal kolektor dengan penambahan reflektor. Hiroshi Tanaka mencari sudut optimum dengan memvariasikan rasio panjang reflektor dan panjang kolektor (I_m/I_c). Variasi rasio I_m/I_c adalah 1.0, 2.0 dan 3.0.

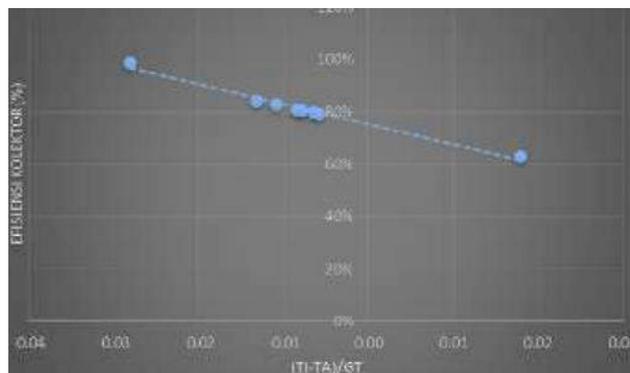


Gambar 2.4 Diagram sistem kolektor surya dan reflektor dengan variasi sudut

(Sumber. Hiroshi Tanaka.2010)

Kolektor (θ_c) dan sudut reflektor (θ_m) Kesimpulan dari penelitian ini adalah didapatkan sudut optimum kolektor (θ_c) dan sudut maksimum reflektor (θ_m) dengan variasi rasio $I_m/I_c = 0, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0$. Rasio $I_m/I_c = 0$ menandakan kolektor surya tanpa menggunakan reflector.

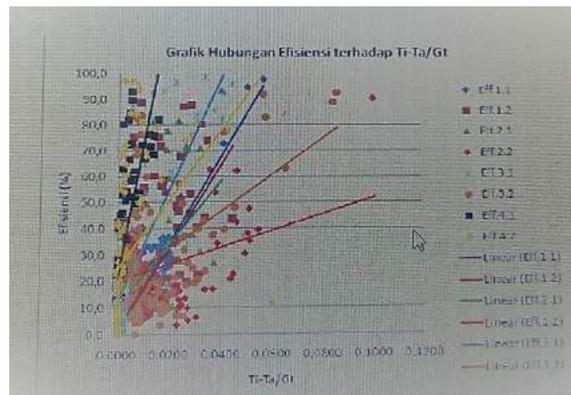
Pada penelitian Ganang Darmanto, F.A.dkk. Merupakan hasil efisiensi kolektor setelah adanya penambahan reflektor dengan bukaan penuh pada sudut 30° . Pada variasi. Hal ini dikarenakan dengan adanya penambahan reflektor mengakibatkan semakin bertambah luas permukaan kolektor, dan dengan sudut reflektor sebesar 30° mengakibatkan panas matahari yang diterima menjadi lebih maksimal dikarenakan panas sebagian yang dipantulkan oleh reflektor dapat ditangkap oleh reflektor dan dikembalikan ke kolektor. Pada variasi 30° menghasilkan efisiensi kolektor rata-rata satu hari sebesar 81%.



Gambar.2.5 Grafik pengaruh sudut reflector terhadap efisiensi kolektor

(Sumber.Ganang Darmanto, F.A.dkk)

Pada penelitian Farid dan Ismail, 2010 menggunakan metode eksperimen dengan melakukan pengujian solar water heater sederhana pelat penyerap ganda model gelombang dengan penambahan reflector mempunyai nilai efisiensi penyerapan panas rata-rata lebih tinggi. pada solar water heater pelat ganda model gelombang dengan penambahan reflektor mempunyai nilai efisiensi rata-rata sebesar 24,02 %, sedangkan nilai efisiensi penyerapan panas rata-rata pada solar water heater pelat penyerap ganda model gelombang tanpa reflektor sebesar 19,81%.

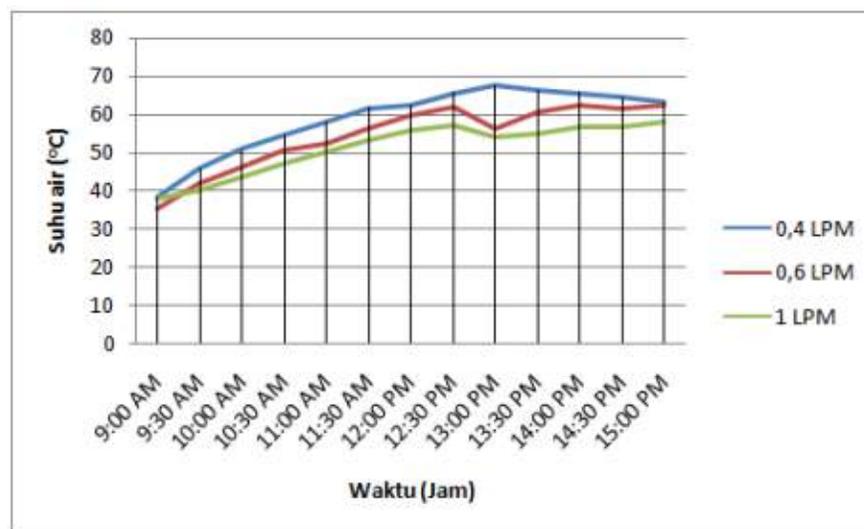


Gambar.2.6 Hubungan Efisiensi terhadap $T_i - T_a / G_t$ Pada Penambahan Reflektor

(Sumber. Farid dan Ismail, 2010)

Pada penelitian Imad Haraki Faisal dan Ch.Rangkuti adanya perbedaan suhu air yang dihasilkan untuk setiap variasi laju aliran, suhu air tertinggi yang dicapai oleh sistem adalah 67,8 °C yang terjadi pada laju aliran 0,4 LPM. Suhu ini dicapai pada jam 13:00 WIB atau setelah 4 jam pengujian dengan nilai rata-rata insolasi matahari 995,8 W/m² dalam kondisi cuaca yang sangat cerah. Kenaikan suhu tertinggi adalah 17°C terjadi pada laju aliran 0,4 LPM sementara terendah hanya 1,4°C dan 1,1°C yang terjadi pada laju aliran 0,6 LPM dan 1 LPM pada jam 13:00 WIB pada

hari yang berbeda. Hal ini dikarenakan oleh penurunan intensitas insolasi matahari secara drastis pada saat lepas dari kondisi puncak insolasi pada siang hari dan mengalami perubahan kondisi cuaca menjelang sore hari, yang cenderung mendung dan berawan sehingga insolasi matahari yang diterima oleh kolektor menjadi terhalang oleh gumpalan awan .



Gambar 2.7. Grafik hubungan suhu air yang dihasilkan menggunakan pipa tembaga.

(Sumber. Imad Haraki Faisal dan Ch.Rangkut)

2.2 Dasar Teori Perpindahan Panas

Perpindahan panas merupakan proses berpindahnya kalor akibat adanya beda temperatur, dari temperatur yang tinggi ke temperatur yang rendah. Perpindahan panas sendiri secara umum terbagi menjadi tiga, yaitu perpindahan panas secara konduksi, konveksi dan radiasi.

2.2.1 Perpindahan Panas Konduksi

Perpindahan panas konduksi adalah proses perpindahan kalor dari temperatur tinggi ke temperatur rendah melalui suatu medium tanpa disertai perpindahan partikel medium itu sendiri. Konduksi dapat terjadi melalui media benda padat maupun fluida statis. Laju perpindahan panas konduksi dapat dirumuskan melalui persamaan berikut:

2.2.2 Perpindahan Panas Konveksi

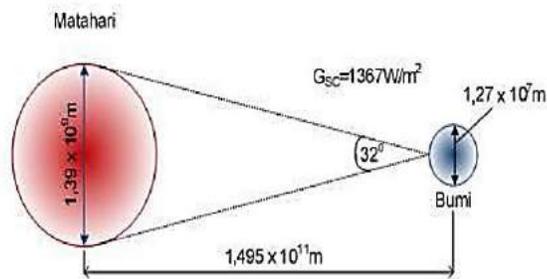
Perpindahan panas konveksi adalah proses perpindahan kalor dari temperatur tinggi ke temperatur rendah melalui suatu medium dimana partikel medium tersebut ikut berpindah. Syarat utama terjadinya perpindahan panas konveksi adalah adanya fluida yang mengalir, baik fluida cair maupun gas. Contoh konveksi dalam kehidupan sehari – hari yaitu proses memasak air di dalam panci.

Perpindahan p anas konveksi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu aliran vertikal atau horizontal, aliran laminar atau turbulen, permukaan rata atau melengkung, jenis fluida (cair atau gas), sifat sifat fluida (viskositas,kalor jenis, dsb). Konveksi dapat dibagi juga menjadi dua yaitu :

2.2.3 Perpindahan Panas Radiasi

Perpindahan panas radiasi adalah perpindahan energi panas dengan bantuan gelombang elektromagnetik. Perpindahan panas radiasi berbeda dengan perpindahan panas konduksi dan konveksi. Radiasi tidak membutuhkan zat perantara , bahkan radiasi lebih efektif bila terjadi pada ruang vakum. Radiasi yang dipancarkan oleh

permukaan berasal dari energi panas zat yang dipindahkan oleh permukaan tersebut. Besarnya laju perpindahan panas radiasi sangat dipengaruhi oleh kemampuan satu permukaan untuk memancarkan energi (ϵ), temperatur benda dan temperatur lingkungan di sekitar benda itu. laju perpindahan panas radiasi dapat ditunjukkan oleh persamaan sebagai berikut :



Gambar 2.8 Jarak antara Matahari Dan Bumi

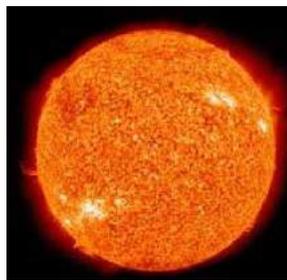
(Sumber. Ambarita, H, 2011)

Lintasan bumi terhadap matahari berbentuk ellipse, maka jarak antara bumi dan matahari tidak konstan. Jarak terdekat adalah $1,47 \times 10^{11} \text{ m}$ yang terjadi pada tanggal 3 Januari dan jarak terjauh pada tanggal 3 juli dengan jarak $1,52 \times 10^{11} \text{ m}$. Karena adanya perbedaan jarak ini, menyebabkan radiasi yang diterima atmosfer bumi juga akan berbeda.

2.3 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. 2.9 Matahari

(Sumber. Brian Yulianto, 2017)

2.3.1 Energi Matahari

Energi matahari adalah energi yang terdapat di alam, dimana tidak bersifat polutif, tidak habis dan gratis. Energi ini tersedia dalam jumlah yang besar dan bersifat kontinue bagi kehidupan makhluk di bumi. Untuk memanfaatkan energi matahari diperlukan pengetahuan dan teknologi yang tinggi agar dapat efisiensi yang lebih baik serta ekonomis.

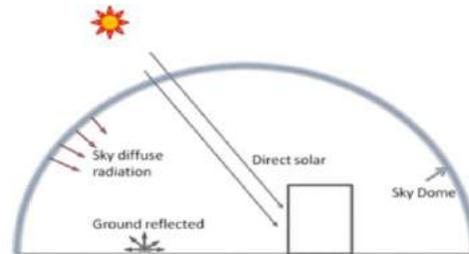
2.3.2 Sudut Datang Matahari untuk Bidang Miring

Bumi memiliki dua macam pergerakan secara umum, yaitu rotasi dan revolusi. Rotasi yaitu perputaran bumi terhadap porosnya, sedangkan revolusi perputaran bumi terhadap matahari berdasarkan orbit bumi. Karena bumi senantiasa bergerak

- γ : sudut azimuth permukaan, yaitu sudut antara proyeksi permukaan pada bidang horizontal dengan garis meridian (garis bujur lokal) $\gamma =$ menghadap ke selatan, ke arah timur negatif, ke arah barat positif - γ
- ω : sudut jam (hour angle) adalah perpindahan sudut matahari timur dan barat dari garis bujur lokal akibat dari rotasi bumi pada sumbu a dengan kecepatan per jam $\omega >$ pada pagi hari dan $\omega <$ pada sore hari $\omega =$ pada solar noon.
- θ : sudut datang, yaitu sudut antara radiasi langsung (beam radiation) dari matahari terhadap garis normal bidang permukaan yang diamati
- θ : sudut zenit, yaitu sudut antara radiasi langsung (beam radiation) dari matahari terhadap garis normal bidang horizontal
- α : sudut ketinggian matahari, yaitu sudut antara radiasi langsung matahari dengan bidang horizontal

2.3.3 Dasar Teori Kolektor Surya Plat Datar

Radiasi matahari yang masuk ke permukaan bumi jumlahnya akan berkurang. Hal ini disebabkan karena ketika radiasi matahari melewati atmosfer, sebagian diteruskan menuju permukaan bumi, sebagian dipantulkan kembali ke luar angkasa, dan sebagian lagi akan diserap oleh atmosfer. Karena pengaruh atmosfer inilah ,



Gambar 2.11 Radiasi langsung , radiasi hamburan , dan radiasi pantulan

(Sumber. Wildan farizky arsy.2015)

Jenis radiasi matahari yang mencapai permukaan bumi secara umum terbagi menjadi 3 jenis yaitu :

1. Beam Radiation (Radiasi Langsung) Beam radiation adalah radiasi matahari yang secara langsung diteruskan dari atmosfer hingga mencapai permukaan bumi
2. Diffuse Radiation (Radiasi Difuse) Diffuse Radiation adalah radiasi matahari yang tersebar terlebih dahulu di atmosfer sebelum mencapai permukaan bumi.
3. Ground Reflected Radiation (Radiasi Pantulan) Reflected Radiation adalah radiasi matahari yang memantul pada permukaan tanah.

2.4 Pengertian Umum Kolektor Surya Plat Datar

Kolektor surya merupakan satu jenis alat penukar panas yang merubah energi radiasi matahari menjadi energi panas. Untuk merubah energi tersebut dibutuhkan media atau alat yang dapat memindahkan panas, media tersebut adalah plat absorber. Plat absorber merupakan alat yang mampu menyerap panas dari pancaran radiasi matahari, kemudian panas dari plat absorber diteruskan ke fluida. Kemampuan fluida

untuk menyerap energi panas tergantung dari intensitas radiasi matahari yang masuk ke plat absorber dan efisiensi dari plat absorber itu sendiri. Kolektor surya yang umum dipakai saat ini adalah tipe kolektor surya plat datar. Fluida kerja yang digunakan dapat berupa fluida cair (air) maupun fluida gas (udara). Aplikasi kolektor surya plat datar dengan fluida kerja air salah satunya adalah Solar Water Heater, yaitu pemanas air bertenaga surya. Sedangkan untuk kolektor surya plat datar dengan fluida kerja udara misalnya sebagai alat pengering ikan. Sistem kolektor surya sederhana terdiri dari kaca penutup, plat absorber, pipa kolektor, insulasi dan kerangka kolektor.



Gambar 2.12 Kolektor

(Sumber. Angga nurwidhi prasetyanta.2008)

2.4.1 prinsip kerja kolektor surya

Prinsip kerja dari kolektor surya tersebut adalah sinar radiasi surya menembus kaca penutup lalu sinar tersebut akan menuju plat absorber dan diharapkan semua sinar radiasi matahari berupa energi panas semua terakumulasi di plat absorber. Radiasi matahari yang terakumulasi di plat absorber akan ditransferkan energi panasnya ke fluida yang mengalir pada pipa dibawah plat absorber sehingga

menyebabkan peningkatan temperatur fluida keluar pipa. Insulasi yang berada di bawah pipa berfungsi sebagai isolator agar panas fluida tidak terdistribusi keluar melalui bagian bawah kolektor.

Sistem pemanas air tenaga surya menggunakan pipa U sebagai media transfer panas, panas yang di serap oleh kolektor berpindah secara konveksi karena air yang mengalir dalam pipa U, energy yang di serap oleh air penyebab temperature air menjadi naik dengan bertahap panas yang serap oleh air dapat dihitung menggunakan persamaan berikut(muthukumar,et,al 2016)

$$E = m' . cp. (T_{out} - T_{in}) \dots\dots\dots(2.1)$$

Adapun :

M' : Merupakan laju aliran masa air yang mengalir

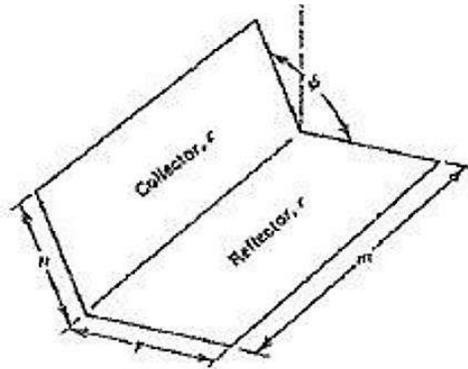
CP : merupakan panas spesifik dalam tekanan konstan

$T_{air\ masuk}$: temperature air masuk dalam kolektor

$T_{air\ keluar}$: temperature air keluar dalam kolektor

2.5 Kolektor Surya Plat Datar dengan Penambahan Reflektor

Kolektor surya plat datar dengan penambahan reflektor bertujuan untuk meningkatkan penerimaan radiasi pada plat absorber. Cermin planar yang dipasang di sisi kolektor surya akan memantulkan radiasi matahari ke plat absorber. Dengan ini diharapkan Quseful yang dihasilkan dapat meningkat.



Gambar 2.13 Kolektor surya (c) dengan reflektor (r) di satu sisinya

(Sumber. Wildan farizky arsy.2015)

Berdasarkan buku Solar Engineering And Thermal Process karangan Duffie , dapat dianalisa pengaruh penambahan reflektor pada sebuah kolektor surya. Gambar di atas memperlihatkan kolektor surya (c) dan 1 buah reflektor (r) dimana ψ adalah sudut antara kolektor surya dan reflector.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

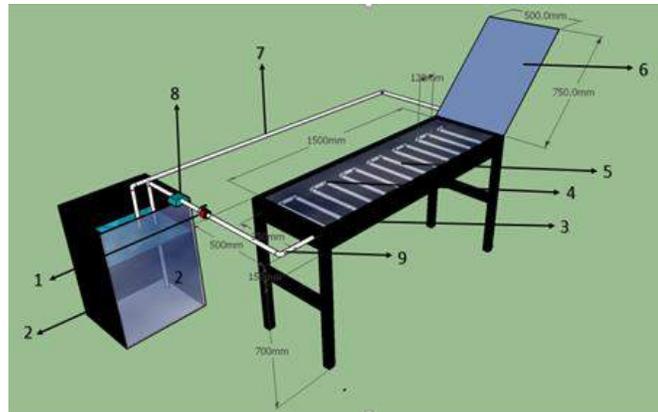
Adapun waktu dan tempat penelitian dilakukan secara tim dengan proses perencanaan dan pembuatan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Teuku Umar dan pengujian dilakukan disekitar gedung utama universitas Teuku Umar lokasi Universitas Teuku Umar Meulaboh, Aceh Barat, Indonesia dengan titik pengambilan daya energi surya meulaboh. 4.14411, LU, 96.20306 BT.



Gambar. 3.1 Lokasi Penelitian

(Sumber: Google Maps. 2021)

3.2 Desain Alat



Gambar 3.2 Desain alat pemanas air tenaga surya menggunakan kaca reflektor

(Sumber. penelitian)

Keterangan :

- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| 1. Valve | 6. Kaca reflektor |
| 2. Tangki penyimpanan | 7. Saluran <i>Outlet</i> |
| 3. Kolektor surya | 8. Pompa |
| 4. Elbo /sambungan | 9. Saluran <i>inlet</i> |
| 5. Pipa yang tersusun | |

3.3 Prinsip kerja alat pemanas air tenaga surya

Sistem kerja pemanas air tenaga surya adalah ketika matahari terbit sampai tingkat tertentu, energi radiasi matahari yang jatuh di plat absorber yang di buat dari plat seng, kemudian panas dari plat seng tersebut akan di transfer ke pipa stailiss, maka fluida kerja yang ada di dalam pipa stenliss tersebut yang berupa air. Setelah suhu naik air panas yang ada di kolektor memiliki massa jenis yang lebih ringan dari

ada air dingin yang berada di tangki air, sehingga air panas yang ada di kolektor akan terdorong oleh air dingin yang ada di tangki air. Hal ini akan menyebabkan sirkulasi air secara terus menerus sampai temperatur di tangki air dan kolektor surya setara.

3.4 Bahan dan alat ukur penelitian

Adapun bahan dan peralatan – peralatan yang digunakan dalam penelitian ini berupa alat uji dan alat bantu untuk pengukuran, antara lain :

3.4.1 Perencanaan bahan penelitian

1. Kaca ketebalan 3 mm
2. Pipa Stainless tebal 5/8 inci
3. Plat Seng tebal 0,20 mm
4. Styrofoam
5. Triplek
6. Tangki
7. Valve
8. Pompa
9. Kaca reflektor
10. Kayu

3.4.2 Alat ukur yang digunakan

1. *Anemometer vortex* adalah alat yang berfungsi untuk mengukur kecepatan angin.



Gambar 3.3 *Anemometer vortex*
(Sumber. Penelitian)

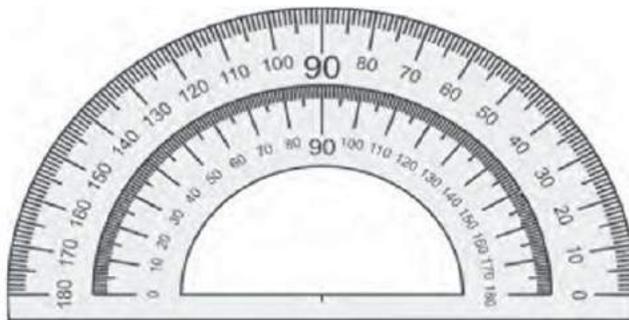
2. *Solar power meter* adalah salah alat ukur untuk mengukur radiasi matahari dengan segala posisi, dan juga memiliki sensor yang mampu mengukur densitas dari fluks radiasi matahari dalam satuan watt per menit waktu.



Gambar 3.4 *Solar power meter*

(Sumber. Penelitian)

3. *Busur derajat* adalah alat yang digunakan untuk mengukur sudut dan menggambar suatu sudut dengan satuan ($^{\circ}$)



Gambar 3.5 *Busur derajat*

(Sumber. penelitian)

4. *Thermocouple* tipe k adalah alat yang terdiri dari dua konduktor berbeda (biasanya paduan logam) yang menghasilkan tegangan sebanding dengan perbedaan suhu antara kedua ujung konduktor.



Gambar 3.6 *Thermocouple tipe k*

(Sumber. Penelitian)

5. *Thermometer* adalah alat untuk mengukur suhu derajat panas atau dingin suatu benda



Gambar.3.7 *Thermometer*

(Sumber. Penelitian)

3.5 Tahapan Peneliti

Adapun tahapan penelitian ini dilakukan beberapa tahapan yaitu:

3.5.1 Tahapan persiapan

1. Mempersiapkan peralatan yang akan dipakai dan memastikan semuanya dalam kondisi baik , yaitu : pyranometer, anemometer, thermocouple digital, dan termometer infrared.
2. Memang pompa ditempat dudukannya

3.5.2 Tahapan pengambilan data

1. Memastikan kolektor surya dan alat ukur yang dibutuhkan terinstalasi dengan baik.
2. Menentukan tata letak pemanas air tenaga surya.
3. Memvariasikan sudut reflektor (β) dimulai dari sudut reflektor sebesar $45^0, 60^0, 75^0$.
4. Pengambilan data dimulai pukul 09.00 WIB – 16.00 WIB dan diambil tiap jam di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Teuku Umar.
5. Mencatat data – data yang dibutuhkan untuk tiap variasi sudut reflector.

3.5.3 Tahapan akhir

Mengembalikan alat ukur ke tempat nya semula.

Tabel 3.1 Perencanaan pengambilan data dengan variasi sudut kemiringan kaca reflector 45°,60°,74°

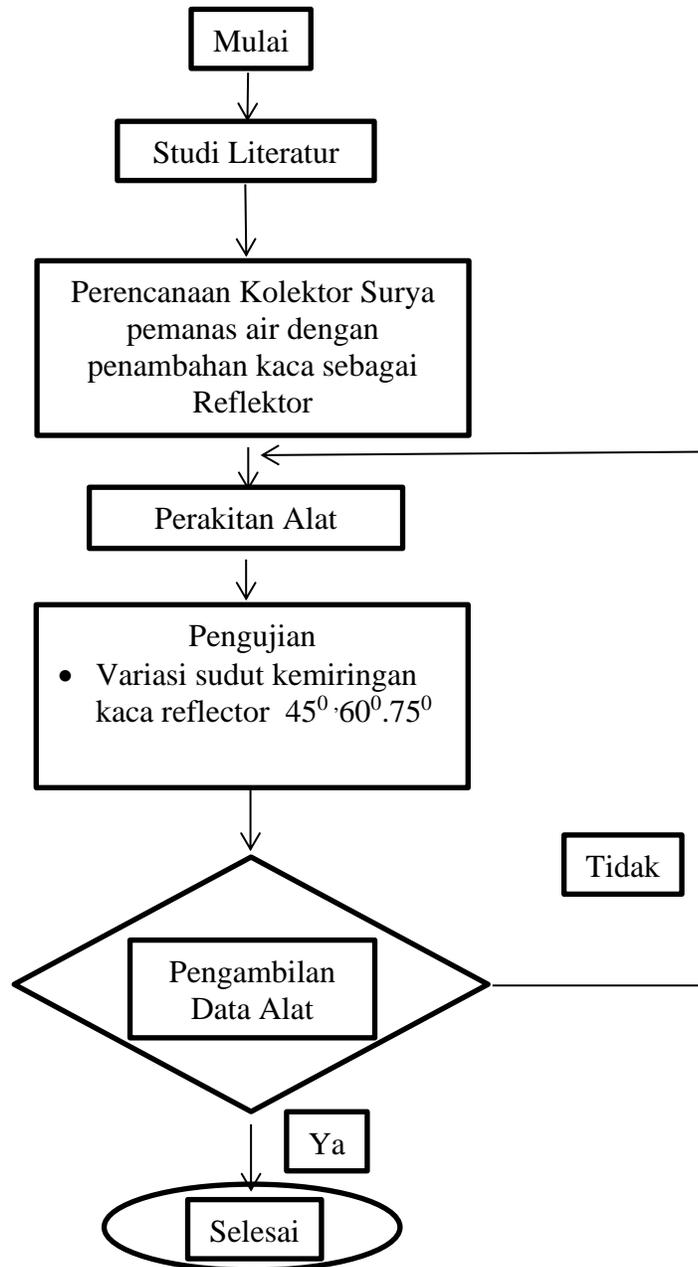
Tanggal :											
Sudut kemiringan :											
Waktu	I_r Waat/m ²	β	T lingkungan (°C)	Ta (m/s)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)	T6 (°C)	Ket
09.00-10.00											
10.00-11.00											
11.00-12.00											
12.00-13.00											
13.00-14.00											
14.00-15.00											
15.00-16.00											

(Sumber Penelitian)

Dimana :

- | | | | |
|--------------|---|----|----------------------------|
| I_r | : Radiasi matahari (waat/m ²) | T2 | : Suhu kaca kolektor (°C) |
| β | : Variasi sudut kemiringan kaca reflector | T3 | :Suhu air masuk (°C) |
| T lingkungan | :Suhu lingkungan sekitar(°C) | T4 | : Suhu air keluar (°C) |
| Ta | : kecepatan angin (m/s) | T5 | : Suhu pipa dalam (°C) |
| T1 | :Suhu plat obsorber (°C) | T6 | :Suhu air yang di hasilkan |

3.6 Flowchart Kegiatan Penelitian



Gambar. 3.8 *Flowchat Penelitian*

(Sumber: Penelitian)

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Alat Pemanas Air Tenaga Surya Menggunakan Kaca Reflektor

Adapun gambar dibawah adalah alat penelitian pemanas air tenaga surya menggunakan kaca sebagai reflector dengan variasi sudut kemiringan 45° , 60° dan 75° pada laju aliran 70 L/J.



Gambar 4.1 Pemanas Air Tenaga Surya menggunakan kaca reflector

(Sumber. Penelitian)

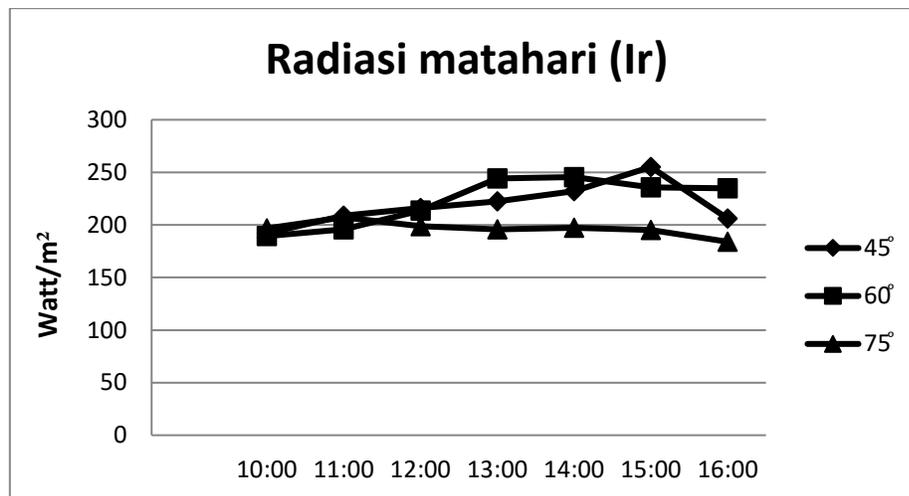
Berdasarkan dari proses dari pengambilan data pemanas air tenaga surya dengan variasi sudut kemiringan kaca reflektor 45° , 60° , 75° yaitu sebagai berikut:

1. kecepatan angin yang diambil pada 1 jam sekali.
2. Suhu lingkungan yang diambil selama 1 jam sekali.
3. Suhu plat absorber yang diambil pada 1 jam sekali.
4. Suhu kaca kolektor yang diambil pada 1 jam sekali.
5. Suhu air masuk (inlet) yang diambil pada 1 jam sekali.
6. Suhu air keluar(outlet) yang diambil pada 1 jam sekali.
7. Suhu pipa dalam yang diambil pada 1 jam sekali.
8. Suhu air yang di hasilkan yang diambil pada 1 jam sekali.

Adapun perbedaan data yang diambil dalam perjamnya disebabkan cuaca yang kurang bagus dan berubah-ubah.

4.2 Pembahasan Hasil Grafik Pengujian Pemanas Air Tenaga Surya

Adapun beberapa hasil grafik pengujian pemanas air tenaga surya dengan variasi sudut kemiringan kaca reflector 45° , 60° dan 75° . di bawah ini antara lain yaitu:



Grafik 4.1 Hasil pengambilan data suhu radiasi matahari pada variasi (β) 45° , 60° dan 75°

(Sumber. Penelitian)

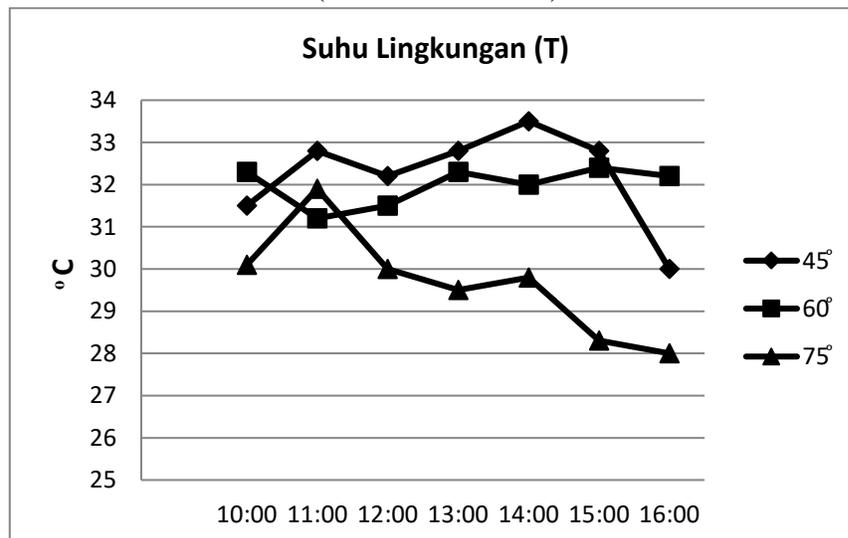
Berdasarkan Grafik 4.1 menjelaskan bahwa dimana nilai radiasi matahari itu sangatlah berpengaruh terhadap suhu air yg di hasilkan karena dimana perbandingan suhu radiasi matahari lebih tinggi maka suhu air pun juga tinggi.

Nilai yang tertinggi mencapai angka 255,1 watt/m² pada jam 15:00 WIB, dan nilai terendah mencapai angka 192,0 watt/m² pada jam 10:00 WIB, pada variasi sudut kemiringan reflector 45° . Adapun nilai tertinggi mencapai angka 245,5 watt/m² pada jam 14:00 WIB, dan nilai terendah mencapai angka 189,5 watt/m² pada jam 10:00 WIB, pada variasi sudut kemiringan reflector 60° . Dan adapun nilai tertinggi

mencapai angka 207,2 watt/m² pada jam 11:00 WIB, dan nilai terendah mencapai angka 184,0 watt/m² pada jam 16:00 WIB, pada variasi sudut kemiringan reflector 75°. Pada pengambilan data suhu radiasi matahari dari jam 09.00 s/d 16.00 WIB. Adapun data yang berbeda disebabkan oleh keadaan cuaca yang berbeda disaat pengambilan data.



Gambar.4.2 Pengambilan data suhu radiasi matahari
(Sumber.Penelitian)



Grafik 4.2 Hasil pengambilan data suhu lingkungan pada variasi (β) 45°,60° dan 75°
(Sumber. Penelitian)

Berdasarkan Grafik 4.2 menjelaskan bahwa dimana nilai suhu lingkungan itu sangatlah berpengaruh terhadap suhu plat absorber dan suhu air yang di hasilkan, perbandingan dimana suhu lingkungan lebih tinggi maka suhu plat absorber dan suhu air hasilkan semakin tinggi.

nilai yang tertinggi mencapai angka $33,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada jam 14:00 WIB, dan nilai terendah mencapai angka $30,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada jam 16:00 WIB, pada variasi sudut kemiringan reflector 45° . Adapun nilai tertinggi mencapai angka $32,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada jam 15:00 WIB, dan nilai terendah mencapai angka $31,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada jam 11:00 WIB, pada variasi sudut kemiringan reflector 60° . Dan adapun nilai tertinggi mencapai angka $31,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada jam 11:00 WIB, dan nilai terendah mencapai angka $28,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada jam 16:00 WIB, pada variasi sudut kemiringan reflector 75° . Pada pengambilan data suhu lingkungan dari jam 09.00 s/d 16.00 WIB. Adapun data yang berbeda disebabkan oleh keadaan cuaca yang berbeda disaat pengambilan data.

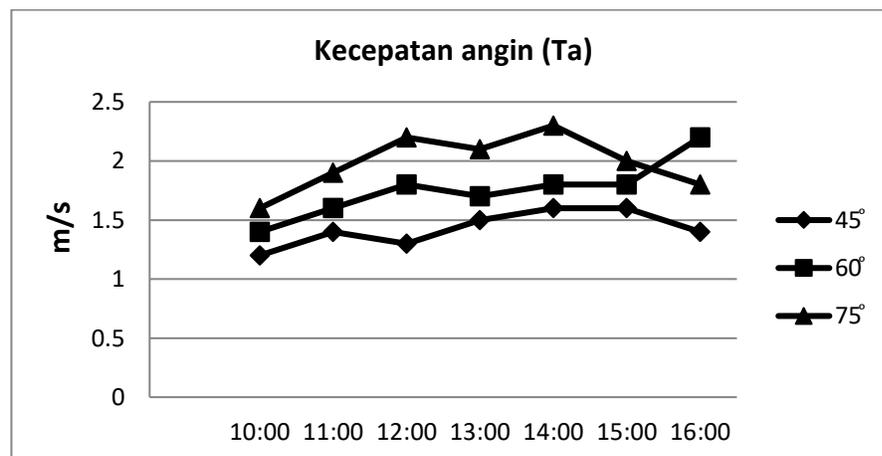


Gambar.4.3 Pengambilan data suhu lingkungan
(Sumber. Penelitian)

Berdasarkan Grafik 4.3 menjelaskan bahwa dimana nilai kecepatan angin itu sangatlah berpengaruh terhadap suhu plat absorber dan suhu air yang di hasilkan

dimana panas kolektor, perbandingan dimana kecepatan angin lebih tinggi maka suhu plat absorber dan suhu air semakin rendah karena dimana panasnya di terbawa oleh angin.

Nilai yang tertinggi mencapai angka 1,6 m/s pada jam 14:00 WIB, dan nilai terendah mencapai angka 1,2 m/s pada jam 10:00 WIB, pada variasi sudut kemiringan reflector 45°. Adapun nilai tertinggi mencapai angka 1,8 m/s pada jam 12:00 WIB, dan nilai terendah mencapai angka 1,4 m/s pada jam 10:00 WIB, pada variasi sudut kemiringan reflector 60°. Dan adapun nilai tertinggi mencapai angka 2,3 m/s pada jam 14:00 WIB, dan nilai terendah mencapai angka 1,6 m/s pada jam 10:00 WIB, pada variasi sudut kemiringan reflector 75°. Pada pengambilan data suhu kecepatan angin dari jam 09.00 s/d 16.00 WIB. Adapun data yang berbeda disebabkan oleh keadaan cuaca yang berbeda disaat pengambilan data.



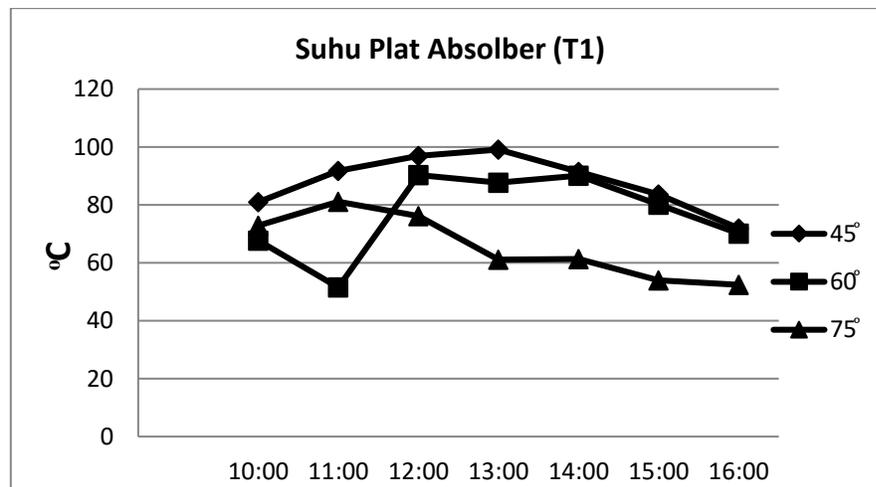
Grafik 4.3 Hasil pengambilan data suhu kecepatan angin pada variasi (β) 45°,60° dan 75°

(Sumber. Penelitian)



Gambar.4.4 Pengambilan data suhu kecepatan angin
(Sumber.Penelitian)

Grafik 4.4 Hasil pengambilan data suhu plat absorber pada variasi (β) 45° , 60° dan 75°



Grafik 4.4 Hasil pengambilan data suhu plat absorber pada variasi (β) 45° , 60° dan 75°
(Sumber. Penelitian)

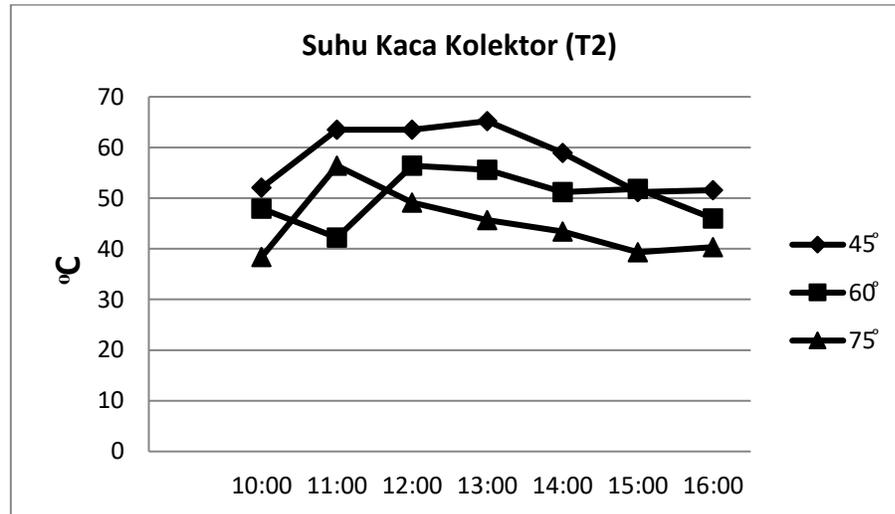
Berdasarkan Grafik 4.4 menjelaskan bahwa dimana suhu palt absorber itu sangatlah berpengaruh terhadap suhu radiasi matahari dan kecepatan angin karena dimana perbandingan suhu radiasi matahari lebih tinggi maka suhu air pun juga

tinggi, dan dimana kecepatan angin tinggi maka suhu air yang dihasilkan semakin rendah pula karena suhunya terbawa oleh angin.

Nilai yang tertinggi mencapai angka 99,1 °C pada jam 13:00 WIB, dan nilai terendah mencapai angka 71,9 °C pada jam 16:00 WIB, pada variasi sudut kemiringan reflector 45°. Adapun nilai tertinggi mencapai angka 90,3 °C pada jam 12:00 WIB, dan nilai terendah mencapai angka 51,5 °C pada jam 11:00 WIB, pada variasi sudut kemiringan reflector 60°. Dan adapun nilai tertinggi mencapai angka 81,1 °C pada jam 11:00 WIB, dan nilai terendah mencapai angka 52,4 °C pada jam 16:00 WIB, pada variasi sudut kemiringan reflector 75°. Pada pengambilan data suhu plat absorber dari jam 09.00 s/d 16.00 WIB. Adapun data yang berbeda disebabkan oleh keadaan cuaca yang berbeda disaat pengambilan data.



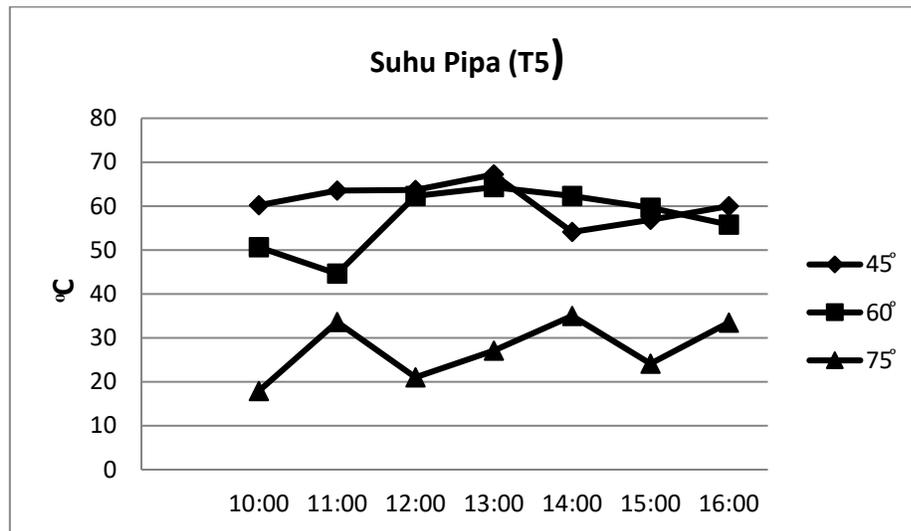
Gambar 4.5 Pengambilan data plat absorber
(Sumber. Penelitian)



Grafik 4.5 Hasil pengambilan data suhu kaca kolektor pada variasi (β) 45° , 60° dan 75°

(Sumber. Penelitian)

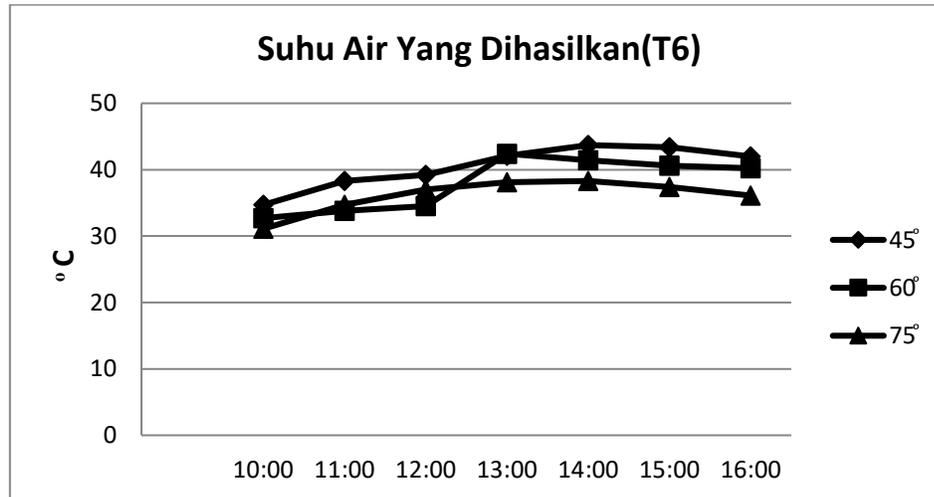
Berdasarkan Grafik 4.5 menjelaskan bahwa nilai yang tertinggi mencapai angka $65,2^\circ\text{C}$ pada jam 13:00 WIB, dan nilai terendah mencapai angka $51,2^\circ\text{C}$ pada jam 15:00 WIB, pada variasi sudut kemiringan reflector 45° . Adapun nilai tertinggi mencapai angka $56,4^\circ\text{C}$ pada jam 12:00 WIB, dan nilai terendah mencapai angka $46,0^\circ\text{C}$ pada jam 16:00 WIB, pada variasi sudut kemiringan reflector 60° . Dan adapun nilai tertinggi mencapai angka $56,4^\circ\text{C}$ pada jam 11:00 WIB, dan nilai terendah mencapai angka $38,4^\circ\text{C}$ pada jam 16:00 WIB, pada variasi sudut kemiringan reflector 75° . Pada pengambilan data suhu kaca kolektor dari jam 09.00 s/d 16.00 WIB. Adapun data yang berbeda disebabkan oleh keadaan cuaca yang berbeda disaat pengambilan data.



Grafik 4.6 Hasil pengambilan data suhu pipa pada variasi (β) 45°,60° dan 75°
(Sumber.Penelitian)

Berdasarkan Grafik 4.6 menjelaskan bahwa dimana nilai suhu pipa itu sangatlah berpengaruh terhadap suhu radiasi matahari yg di hasilkan karena dimana perbandingan suhu radiasi matahari lebih tinggi maka suhu pipa pun juga tinggi.

nilai yang tertinggi mencapai angka 67,2 °C pada jam 13:00 WIB, dan nilai terendah mencapai angka 54,1 °C pada jam 14:00 WIB, pada variasi sudut kemiringan reflector 45°. Adapun nilai tertinggi mencapai angka 64,3 °C pada jam 13:00 WIB, dan nilai terendah mencapai angka 44,6 °C pada jam 11:00 WIB, pada variasi sudut kemiringan reflector 60°. Dan adapun nilai tertinggi mencapai angka 33,6 °C pada jam 11:00 WIB, dan nilai terendah mencapai angka 17,9 °C pada jam 10:00 WIB , pada variasi sudut kemiringan reflector 75° . Pada pengambilan data suhu pipa dari jam 09.00 s/d 16.00 WIB. Adapun data yang berbeda disebabkan oleh keadaan cuaca yang berbeda disaat pengambilan data.



Grafik 4.7 Hasil pengambilan data suhu air yang dihasilkan pada variasi (β) 45°,60° dan 75°

(Sumber. Penelitian)

Berdasarkan Grafik 4.7 menjelaskan bahwa dimana nilai air panas yang dihasilkan itu sangatlah berpengaruh terhadap suhu radiasi matahari karena dimana perbandingan suhu radiasi matahari lebih tinggi maka suhu air pun juga tinggi.

Nilai yang tertinggi mencapai angka 43,7 °C pada jam 14:00 WIB, dan nilai terendah mencapai angka 34,7 °C pada jam 10:00 WIB, pada variasi sudut kemiringan reflector 45°. Adapun nilai tertinggi mencapai angka 42,4 °C pada jam 13:00 WIB, dan nilai terendah mencapai angka 32,7 °C pada jam 11:00 WIB, pada variasi sudut kemiringan reflector 60°. Dan adapun nilai tertinggi mencapai angka 38,3 °C pada jam 14:00 WIB, dan nilai terendah mencapai angka 31,1 °C pada jam 10:00 WIB, pada variasi sudut kemiringan reflector 75°. Pada pengambilan data

suhu air yang di hasilkan dari jam 09.00 s/d 16.00 WIB. Adapun data yang berbeda disebabkan oleh keadaan cuaca yang berbeda disaat pengambilan data.

4.3 Suhu Air Yang Dihasilkan Berdasarkan Penelitian

Pada penelitian ini suhu air yang dihasil pemanas air tenaga surya menggunakan kaca reflector dengan variasi sudut kemiringan kaca refeltor 45° dengan nialai tinggi mencapai angka $43,7^\circ\text{C}$ pada jam 14:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka $34,7^\circ\text{C}$ pada jam 10:00 WIB, Dengan variasi 60° dengan nilai tertinggi mencapai $42,4^\circ\text{C}$. pada jam 13:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka $32,7^\circ\text{C}$ pada jam 10:00 WIB. Dan pada variasi 75° dengan nilai tertinggi mencapai pada angka $38,3$ pada jam 14:00 WIB. Adapun nilai terendahnya mencapai angka $31,1^\circ\text{C}$ pada jam 10:00 WIB. Adapun data yang berbeda disebabkan oleh keadaan cuaca yang berbeda disaat pengambilan data.

4.4 Hasil Pengaruh Laju Aliran Pada Pemanas Air Tenaga Surya.

Adapun faktor pengaruh laju aliran pemanas air tenaga surya suhu radiasi matahari dan suhu kecepatan angin . Adapun data yang di dapat kan pada penilitian dengan laju aliran 70 L/jam. Pada suhu radiasi matahari untuk kemiringan reflector (β) 45° nilai yang tertinggi mencapai angka $255,1\text{ watt/m}^2$ pada jam 15:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka $192,0\text{ watt/m}^2$ pada jam 10:00 WIB. Untuk kemiringan reflector (β) 60° nilai yang tertinggi mencapai angka $245,5\text{ watt/m}^2$ pada jam 14:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka $189,4\text{ watt/m}^2$ pada jam 10:00 WIB. Dan untuk kemiringan reflector (β) 75° nilai yang tertinggi mencapai

angka 207,2 watt/m² pada jam 11:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka 184,0 watt/m² pada jam 16:00 WIB.

Untuk nilai suhu kecepatan angin pada kemiringan reflector (β) 45° nilai yang tertinggi mencapai angka 1,6 m/s pada jam 15:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka 1,2 m/s pada jam 10:00 WIB. Untuk kemiringan reflector (β) 60° nilai yang tertinggi mencapai angka 2,2 m/s pada jam 16:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka 1,4 m/s pada jam 10:00 WIB. Dan untuk kemiringan reflector (β) 75°, nilai yang tertinggi mencapai angka 2,3 m/s pada jam 14:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka 1,6 m/s pada jam 10:00 WIB. Adapun data yang berbeda disebabkan oleh keadaan cuaca yang berbeda disaat pengambilan data.

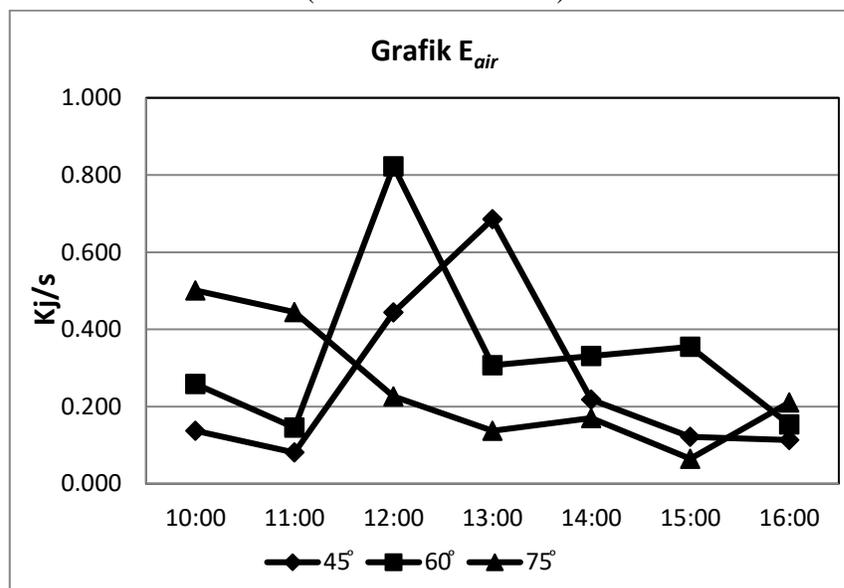
4.5 Bagaimana Pengaruh Perubahan Sudut Kaca Reflector Pada Pemanas Air Tenaga Surya

Adapun pengaruh pada sudut kemiringan kaca reflector pada suhu kolektor untuk sudut kemiringan 45°, menjelaskan bahwa nilai yang tertinggi pada angka 99,1 °C pada jam 13:00 WIB. Dan nilai yang terendah mencapai angka 71,9 °C pada jam 16:00 WIB. Pada sudut kemiringan 60° menjelaskan bahwa nilai yang tertinggi pada angka 90,1 °C pada jam 14:00 WIB. Dan nilai yang terendah mencapai pada angka 51,5 °C pada jam 11:00 WIB. Dan sudut kemiringan 75° menjelaskan bahwa nilai yang tertinggi pada angka 81,1 °C pada jam 11:00 WIB. Dan nilai yang terendah mencapai pada angka 52,4 °C pada jam 16:00 WIB.

Adapun sudut kemiringan reflektor 45° ini menghasilkan efisiensi kolektor paling tinggi jika dibandingkan dengan variasi yang lain. Mengakibatkan panas matahari yang diterima menjadi lebih maksimal dikarenakan panas sebagian yang dipantulkan oleh reflektor dapat ditangkap oleh kolektor.



Gambar 4.6 Penyetelan kemiringan kaca reflector
(Sumber. Penelitian)



Grafik 4.8 Hasil perhitungan data E_{air} pada suhu inlet dan outlet pada variasi (β) $45^\circ, 60^\circ$ dan 75°
(Sumber. Penelitian)

Berdasarkan Grafik 4.8 menjelaskan bahwa nilai T_{in} dan T_{out} yang terdapat pada variasi sudut kemiringan 45° , nilai yang tertinggi mencapai angka $0,686^\circ\text{C}$ pada jam 13:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka $0,081^\circ\text{C}$ pada jam 11:00 WIB. pada variasi sudut kemiringan 60° , nilai yang tertinggi mencapai angka $0,823^\circ\text{C}$ pada jam 12:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka $0,145^\circ\text{C}$ pada jam 11:00 WIB. Dan pada variasi sudut kemiringan 75° , nilai yang tertinggi mencapai angka $0,501^\circ\text{C}$ pada jam 10:00 WIB. Adapun nilai terendah mencapai angka $0,065^\circ\text{C}$ pada jam 15:00 WIB. Adapun data yang berbeda disebabkan oleh keadaan cuaca yang berbeda disaat pengambilan data.

Contoh perhitungan E_{air} pada pukul 12:00 WIB. Dengan laju aliran 70 L/s, pada variasi sudut kemiringan 45° .

Parameter yang diketahui antara lain yaitu :

$$T_{in} : 41,9^\circ\text{C}$$

$$T_{out} : 47,4^\circ\text{C}$$

$$T_{flem} : 44,65^\circ\text{C}$$

$$M' : 0,01929 \text{ kg/s}$$

$$C_p : 4179,40 \text{ j/kg}$$

Dit: E_{air}?

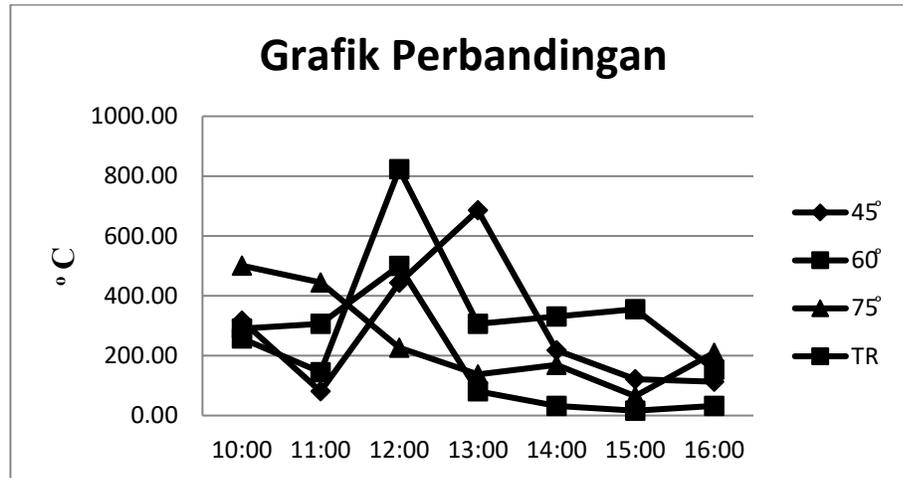
$$E = M' \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$E = M' \cdot C_p \cdot (T_{out} - T_{in})$$

$$E = 0,01929 \text{ kg/s} \cdot 4179,40 \cdot (47,4 - 41,9)$$

$$E = 80,62 \cdot 5,5$$

$$E = 443,41 \text{ j/s}$$



Grafik 4.9 Perbandingan menggunakan reflector dan tanpa reflector

(Sumber. Penelitian)

Berdasarkan Grafik 4.9 menjelaskan perbandingan menggunakan reflector dan tanpa menggunakan reflector dimana membandingkan menggunakan reflector dan tanpa reflector itu lebih efisien menggunakan reflector dikarenakan dimana nilai suhu radiasi matahari lebih tinggi menggunakan reflector dibandingkan tanpa reflector, dimana perbandingan suhu radiasi matahari lebih tinggi maka suhu Tin dan Toutnya pun juga tinggi.

Adapun yang menggunakan reflector nilai yang tertinggi mencapai angka 822.65 °C pada jam 12:00 WIB, pada variasi sudut kemiringan reflector 60° dan nilai terendah mencapai angka 64.64 °C pada jam 15:00 WIB, pada variasi sudut kemiringan reflector 75°. Adapun nilai yang tidak menggunakan reflector nilai yg tertinggi mencapai angka 499,92 °C pada jam 12:00 WIB, dan nilai terendah mencapai angka 16,13 °C pada jam 15:00 WIB,. Pada pengambilan data suhu air

yang di hasilkan dari jam 09.00 s/d 16.00 WIB. Adapun data yang berbeda disebabkan oleh keadaan cuaca yang berbeda disaat pengambilan data.



Gambar 4.7 Pengambilan data tanpa reflektor

(Sumber. Penelitian)

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah dilakukan pengujian alat pemanas air tenaga surya, dan pengukuran radiasi matahari yang terjadi selama pengujian berlangsung. Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini antara lain:

1. Temperatur air maksimum dari seluruh tahap penelitian pemanas air tenaga surya menggunakan kaca reflector yang paling tinggi adalah $43,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada pukul 14:00 WIB yaitu pengujian pertama dengan kemiringan kolektor 45° . Sedangkan pada sudut 60° sebesar $42,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada pukul 13:00 WIB. Sedangkan pada sudut 75° sebesar $38,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada pukul 14:00 WIB.
2. Pada temperature plat absorber terbesar yang dapat dihasilkan oleh kolektor pada variasi sudut reflektor dengan sudut 45° , 60° , dan 75° adalah pada sudut 45° dengan efisiensi kolektor yang dihasilkan sebesar $99,1\text{ }^{\circ}\text{C}$.
3. Pada variasi kemiringan reflector 45° yang lebih maksimal dikarenakan perpindahan panas yang terjadi lebih besar dan efisiensi perubahan suhu pada intensitas radiasi matahari lebih tinggi dibandingkan dengan variasi 60° dan 75°

5.2 Saran

Pada pengembangan teknologi ke depan, penulis memberikan saran dari studi eksperimen khususnya pada pemanas air tenaga surya yang telah dilakukan untuk perkembangan teknologi secara umum. Saran yang dapat diberikan adalah :

1. Untuk studi eksperimen lebih lanjut perlu membandingkan antara variasi kolektor dan penambahan reflektor pada bagian barat-timur dan penambahan reflektor pada bagian utara-selatan.
2. Untuk pengujian dan pengambilan data untuk studi kedepan, dengan waktu yang lebih lama sehingga di dapat data yang lebih akurat.
3. Untuk Penggunaan material pembuat kolektor surya pemanas air tenaga surya dapat dipertimbangkan juga dalam studi ke depannya. Seperti material pipa pengalir fluida dan plat absorber yang tepat untuk memaksimalkan intensitas radiasi matahari yang jatuh ke kolektor surya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Zoran T. Pavlovi_c, Ljiljana T. Kostic, November 2014. “*Variation of reflected radiation from all reflectors of a flat plate solar collector during a year*” Energy 80 (2015) 75-84.
2. John A. Duffie dan Willian A. Beckman. *Solar Engineering Of Thermal Processes*. 2nd ed. Canada : John Wiley & Sons, Inc. ; 1991
3. AncheVedi.“*Several Instrument for exploiting solar energy*” <http://www.catpress.com/bplanet9/solemac.html>” (diakses tanggal 29 Juli 2012).
4. Hiroshi Tanaka, 2010 , *Solar Thermal Collector Augmented by Flat Plate Booster Reflector : Optimum Inclination of Collector and Reflector*
5. Faisal Amir, Ahmad Syuhada, dan Hamdani. 2013. *Pemodelan Dan Simulasi Perpindahan Panas Pada Kolektor Surya Pelat Datar*. Jurnal Ilmu Hukum Pascasarjana Universitas Syiah Kuala. Vol.1, No.4 Tahun 2013:2302-0180 pp.32-38.
6. Nurhalim, ichwan. *Rancang Bangun Dan Pengujian Unjuk Kerja Alat Penukar Kalor Tipe Serpentine Pada Split Air Conditioning Water Hete*. Skripsi, Fakultas Teknik, Departemen Teknik Mesin Universitas Indonesia, Depok, 2011.
7. Sumanto, 2009, *Perbedaan laju aliran panas yang diserap air dalam pemanas air bertenaga surya ditinjau dari perbedaan laju aliran air dalam pipa kolektor panas*, Jurnal Flywheel, Volume 2, Nomor 1.

8. Wiranto A. *Teknologi Rekayasa Surya*. Jakarta: PT Pradnya Paramita. 1995: 210-211.
9. Rustan Hatib.2015. *Konfigurasi Serpentine-Paralel Dan Paralel-Serpentine Pada Pipa Fluida Pemanas Air Surya Sistem Thermosiphon*. Jurnal Rekayasa Mesin Universitas Tadulako Palu Vol.6, No.3 Tahun 2015: 177-181.
10. Farid dan Ismail (2010), *Pengaruh pelat penyerap ganda model gelombang terhadap kinerja solar water heater sederhana*, Jurnal Widyateknika Maret 2011

LAMPIRAN

Hasil Pengujian Pemanas Air Tenaga Surya Menggunakan Kaca Sebagai Reflector

Adapun pengambilan data pemanas air tenaga surya dengan variasi sudut kemiringan kaca reflector 45°, 60° dan 75°

Tabel 4.1 Hasil Pengambilan Data Dengan Variasi (β) 45°

Tanggal :Hari pertama 24-September-2021 Dengan sudut kemiringan kaca reflector 45°											
waktu	Ir Waat/m²	β	T Lingkungan (°C)	Ta (m/s)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)	T6 (°C)	Keterangan
09-10	192,0	45°	31,5	1,2	81,0	52,1	38,7	40,4	60,2	34,7	Berawan
10-11	208,8	45°	32,8	1,4	91,7	63,5	40,3	41,3	63,5	38,3	Cerah
11-12	216,0	45°	32,2	1,3	96,9	63,5	41,9	47,4	63,7	39,2	Cerah
12-13	222,5	45°	32,8	1,5	99,1	65,2	42,6	51,1	67,2	42,1	Cerah
13-14	232,0	45°	33,5	1,6	91,4	58,9	47,6	50,3	54,1	43,7	Cerah
14-15	255,1	45°	32,8	1,6	83,6	51,2	48,4	49,9	56,9	43,4	Cerah
15-16	206,0	45°	30,0	1,4	71,9	51,6	46,9	48,3	60,0	42,0	Cerah

(Sumber. Penelitian)

Tabel 4.2 Hasil Pengambilan Data Dengan Variasi (β) 60°

Tanggal :Hari kedua 25-September-2021 Dengan sudut kemiringan kaca reflector 60°											
waktu	Ir Waat/m²	β	T Lingkungan (°C)	Ta (m/s)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)	T6 (°C)	Keterangan
09-10	189,4	60°	32,3	1,4	67,7	47,9	38,2	41,4	50,6	32,7	Cerah
10-11	195,9	60°	31,2	1,6	51,5	42,2	38,7	40,5	44,6	33,8	Berawan
11-12	213,7	60°	31,5	1,8	90,3	56,4	40,1	50,3	62,3	34,5	Cerah
12-13	244,1	60°	32,3	1,7	87,7	55,6	48,2	52,0	64,3	42,4	Cerah
13-14	245,5	60°	32,0	1,8	90,1	51,2	48,8	52,9	62,3	41,4	Cerah
14-15	235,8	60°	32,4	1,8	80,1	51,8	47,2	51,6	59,6	40,6	Cerah
15-16	234,7	60°	32,2	2,2	70,1	46,0	46,2	48,1	55,8	40,2	Cerah

(Sumber. Penelitian)

Tabel 4.3 Hasil Pengambilan Data Dengan Variasi (β) 75°

Tanggal : Hari ketiga 27-September-2021 Dengan sudut kemiringan kaca reflector 75°											
waktu	Ir Waat/m²	β	T Lingkungan (°C)	Ta (m/s)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)	T6 (°C)	Keterangan
09-10	196,6	75°	30,1	1,6	72,8	38,4	34,0	40,2	17,9	31,1	Cerah
10-11	207,2	75°	31,9	1,9	81,1	56,4	36,0	41,5	33,6	34,7	Cerah
11-12	198,7	75°	30,0	2,2	76,1	49,1	37,6	40,6	21,0	37,0	Berawan
12-13	195,9	75°	29,5	2,1	61,1	45,7	39,2	40,9	27,1	38,1	Berawan
13-14	197,3	75°	29,8	2,3	61,3	43,4	39,4	41,5	35,0	38,3	Berawan
14-15	195,1	75°	28,3	2,0	54,0	39,3	39,9	40,7	24,1	37,4	Berawan
15-16	184,0	75°	28,0	1,8	52,4	40,3	37,6	40,2	33,5	36,1	Berawan

(Sumber. Penelitian)

Tabel 4.4 Hasil Pengambilan Data Tamba Menggunakan Reflector

Tanggal :Hari senin 16-November-2021 Tamba menggunakan kaca reflektot										
waktu	Ir Waat/m²	T Lingkungan (°C)	Ta (m/s)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)	T6 (°C)	Keterangan
09-10	190,2	31,2	1,5	65,5	42,5	35,5	39,1	49,2	30,7	Cerah
10-11	195,9	31,4	1,7	60,2	40,6	35,9	39,7	48,6	31,8	Cerah
11-12	209,8	31,7	1,3	87,3	48,4	37,1	43,3	49,3	34,5	Cerah
12-13	234,6	32,3	1,6	83,7	47,6	41,2	42,2	49,9	33,4	Cerah
13-14	245,9	32,0	1,5	88,1	45,6	43,5	43,9	51,3	40,4	Cerah
14-15	237,3	32,4	1,8	82,5	45,8	42,2	42,4	50,6	39,6	Cerah
15-16	234,7	32,2	2,2	71,5	44,0	40,8	41,2	49,8	39,2	Cerah

(Sumber. Penelitian)

Tabel 4.5 Hasil perhitungan suhu air inlet dan outlet pada variasi (β) 45°

Waktu	T_{In}	T_{Out}	T_{film}	ρ	M_{dot}	C_p	E_{air}
	($^\circ C$)	($^\circ C$)	($^\circ C$)	kg/m	kg/s	j/kg	j/s
10:00	38.7	40.4	39.55	994.72	0.019	4177.87	137.37
11:00	40.3	41.3	40.8	994.22	0.019	4178.24	80.64
12:00	41.9	47.4	44.65	992.47	0.019	4179.40	443.62
13:00	42.6	51.1	46.85	991.46	0.019	4180.06	685.71
14:00	47.6	50.3	48.95	990.50	0.019	4180.69	217.85
15:00	48.4	49.9	49.15	990.41	0.019	4180.75	121.03
16:00	46.9	48.3	47.6	991.12	0.019	4180.28	112.95

(Sumber. Penelitian)

Tabel 4.6 Hasil perhitungan suhu air inlet dan outlet pada variasi (β) 60°

Waktu	T_{In}	T_{Out}	T_{film}	ρ	M_{dot}	C_p	E_{air}
	($^\circ C$)	($^\circ C$)	($^\circ C$)	kg/m	kg/s	$j/kg.$	j/s
10:00	38.2	41.4	39.80	994.65	0.019	4177.94	257.99
11:00	38.7	40.5	39.60	994.71	0.019	4177.88	145.12
12:00	40.1	50.3	45.20	992.22	0.019	4179.56	822.65
13:00	48.2	52	50.10	989.98	0.019	4181.03	306.59
14:00	48.8	52.9	50.85	989.64	0.019	4181.26	330.81
15:00	47.2	51.6	49.40	990.30	0.019	4180.82	354.98
16:00	46.2	48.1	47.15	991.33	0.019	4180.15	153.26

(Sumber. Penelitian)

Tabel 4.7 Hasil perhitungan suhu air inlet dan outlet pada variasi (β) 75°

Waktu	T_{In}	T_{Out}	T_{film}	ρ	M_{dot}	C_p	E_{air}
	($^\circ C$)	($^\circ C$)	($^\circ C$)	kg/m	kg/s	j/kg	j/s
10:00	34	40.2	37.10	995.45	0.019	4177.13	500.84
11:00	36	41.5	38.75	994.96	0.019	4177.63	444.35
12:00	37.8	40.6	39.20	994.83	0.019	4177.76	226.22
13:00	39.2	40.9	40.05	994.58	0.019	4178.02	137.36
14:00	39.4	41.5	40.45	994.46	0.019	4178.14	169.68
15:00	39.9	40.7	40.30	994.50	0.019	4178.09	64.64
16:00	37.6	40.2	38.90	994.92	0.019	4177.67	210.06

(Sumber. Penelitian)

Tabel 4.8 Hasil perhitungan suhu air inlet dan outlet tanpa reflektor

Waktu	T_{In}	T_{Out}	Tfilm	ρ	Mdot	Cp	Eair
	(°C)	(°C)	(°C)	kg/m	kg/s	j/kg	j/s
10:00	35.5	39.1	37.3	995.39	0.019	4177.19	290.22
11:00	35.9	39.7	37.8	995.59	0.019	4177.34	306.35
12:00	37.1	43.3	40.2	994.50	0.019	4178.06	499.92
13:00	41.2	42.2	41.7	993.81	0.019	4178.51	80.64
14:00	43.5	43.9	43.7	992.90	0.019	4179.11	32.26
15:00	42.2	42.4	42.3	993.54	0.019	4178.69	16.13
16:00	40.8	41.2	41	994.13	0.019	4178.30	32.26

(Sumber. Penelitian)

Tabel 4.9 Hasil perhitungan suhu E_{air} pada air inlet dan outlet pada (β) 45° , 60° dan 75°

Waktu	Q	Q	Q
	45°	60°	75°
10:00	0.137	0.258	0.501
11:00	0.081	0.145	0.444
12:00	0.444	0.823	0.226
13:00	0.686	0.307	0.137
14:00	0.218	0.331	0.170
15:00	0.121	0.355	0.065
16:00	0.113	0.153	0.210

(Sumber. Penelitian)

Lampiran Foto Kegiatan Pembuatan Alat Pemanas Air Tenga Surya

1. Pembuatan rangka kolektor digunakan untuk penyangga dan sebagai tempat peletakan kolektor surya dengan menggunakan kayu dengan ukuran panjang 150 cm, dan lebar 50cm.



Gambar.4.7 Rangkak kolektor surya

(Sumber. Penelitian)

2. Pipa kolektor yaitu digunakan untuk menyerap panas pada mahari



Ga mbar. 4.8 Pemasangan pipa stenliss kolektor

(Sumber. Penelitian)

3. Pemasangan kaca kolektor surya dan kaca reflektor



Gambar.4.9 Pemasangan kaca kolektor surya dan kaca reflektor

(Sumber. Penelitian)

Lampiran Foto Pengambilan Data Pemanas Air Tenaga Surya



Gambar 4.10 Pengambilan data pemanas air tenaga surya

(Sumber. Penelitian)

BIODATA PENULIS



M. Juanda, adalah nama penulis skripsi ini, Penulis lahir di Desa Alurmas, Kec. Kluet Utara, Kab. Aceh Selatan, Provinsi Aceh, Pada tanggal 17 Mei 1998. Penulis merupakan anak ke-4 dari 6 bersaudara dari pasangan bapak (ALM) M. Isa dan ibuk Rosmaniyar. Riwayat pendidikan (SD) SDN Alurmas (2004-2010), SMPN 4 Kluet Utara (2010-2013), SMAN 1 Kluet Utara (2013-2016)

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. Penulis juga aktif dalam berbagai organisasi IPPELMASEL (Ikatan Pemuda Pelajar Mahasiswa Aceh Selatan), IMASKU (Ikatan Mahasiswa Kluet Utara) dan pernah menjadi anggota pengurus HMM FT_UTU 19-20 (Himpunan Mahasiswa Mesin). Akhir kata, teruskan berproses dan berkreatifitas nilai (IPK) bukan segalanya, tapi nilai perjalanan proses selama kuliah yang menentukan.