

TUGAS AKHIR

**PENGARUH KETEBALAN PENUTUP KACA TERHADAP EFISIENSI KOLEKTOR
SURYA PADA PROSES DESALINASI AIR LAUT**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

MUHAMMAD SYAHRUL
1607230175



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

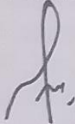
| | | |
|-------------------|---|--|
| Nama | : | Muhammad Syahrul |
| NPM | : | 1607230175 |
| Program Studi | : | Teknik Mesin |
| Judul Tugas Akhir | : | Pengaruh Ketebalan Kaca Penutup Terhadap Efisiensi Kolektor Surya Pada Alat Desalinasi Air Laut. |
| Bidang ilmu | : | Konversi Energi |

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 19 Februari 2021

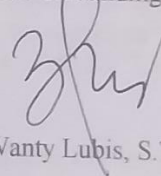
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I



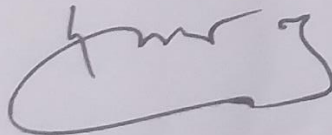
Muharnif, S.T., M.Sc

Dosen Pembimbing II



Riadini Wanty Lubis, S.T., M.T

Dosen Pembimbing



Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Syahrul
Tempat /Tanggal Lahir : Medan/22 Februari 1998
NPM : 1607230175
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Pengaruh Ketebalan Kaca Penutup Terhadap Efisiensi Kolektor Surya Pada Alat Desalinasi Air Laut”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 19 Februari 2021

Saya yang menyatakan,



Muhammad Syahrul

ABSTRAK

Sistem desalinasi air laut tenaga surya, kolektor sangat berperan penting karena berfungsi sebagai penyerap intensitas radiasi matahari dan mengkonversikan menjadi energi panas. Penutup yang akan digunakan pada kolektor surya dari kedua alat desalinasi yaitu kaca transparan dengan ketebalan kaca yang bervariasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh ketebalan kaca penutup 4 mm dan 5 mm terhadap efisiensi kolektor surya dan jumlah air yang dihasilkan dari alat desalinasi. Dari hasil penelitian terlihat bahwa efisiensi kolektor dan jumlah air tawar yang dihasilkan dari alat desalinasi pada kolektor dengan ketebalan kaca 4 mm rata-rata efisiensi tertinggi mencapai 7,87% sedangkan efisiensi terendah yakni 6,26% dan untuk kolektor dengan ketebalan kaca penutup 5 mm rata-rata efisiensi tertinggi 6,60% untuk rata rata efisiensi terendah 4,85% dan untuk total jumlah air yang dihasilkan pada alat desalinasi dengan kolektor dengan ketebalan kaca penutup 4 mm selama pengujian menghasilkan air tawar 10,25 liter sedangkan untuk penutup kolektor dengan ketebalan kaca 5 mm 9,05 liter. Oleh karena itu, pada proses desalinasi air laut menjadi air tawar sebaiknya pada alat desalinasi menggunakan penutup kolektor dengan ketebalan kaca 4 mm.

Kata kunci : desalinasi, jenis kaca transparan, efisiensi kolektor surya, jumlah air.

ABSTRACT

The solar-powered seawater desalination system, the collector plays an important role because it functions as an absorber of solar radiation intensity and converts it into heat energy. The cover that will be used on the solar collectors of the two desalination devices is transparent glass with varying glass thickness. The purpose of this study was to determine the effect of the thickness of the cover glass 4 mm and 5 mm on the efficiency of the solar collector and the amount of water produced from the desalination device. From the research results, it can be seen that the efficiency of the collector and the amount of fresh water produced from the desalination tool on the collector with a glass thickness of 4 mm has the highest average efficiency of 7,87% while the lowest efficiency is 6,26% and for collectors with a glass thickness of 5 mm the highest average efficiency is 6,60% for the lowest average efficiency is 4,85% and for the total amount of water produced in the desalination device with a collector with a cover glass thickness of 4 mm during the test produces 10.25 liters of fresh water while for the collector cover with glass thickness of 5 mm 9.05 liters. Therefore, in the desalination process of seawater into fresh water, the desalination tool should use a collector cover with a glass thickness of 4 mm.

Key words: desalination, type of transparent glass, solar collector efficiency, amount of water.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengaruh Ketebalan Kaca Penutup Terhadap Efisiensi Kolektor Surya Pada Alat Desalinasi Air Laut” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

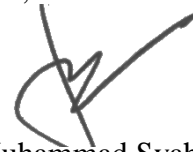
Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing serta dekan Fakultas Teknik UMSU, yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak H. Muharnif, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Riadini Wanty Lubis, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Affandi, S.T., M.T dan Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T sebagai Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
6. Orang tua penulis: Samiin dan Siti Hadijah, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Sahabat-sahabat penulis: Wawan Septiawan Damanik S.T, M.T, Sony Gustafany, Chairul Iskandar, Fadhil Mazruk, Surya Darma, Diki Prayogi dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan

Medan, 19 Februari 2021



Muhammad Syahrul

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI | iii |
| ABSTRAK | iv |
| ABSTRACT | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | x |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR NOTASI | xiv |
| | |
| BAB 1 PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Ruang Lingkup | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 3 |
| | |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Desalinasi Energi Matahari | 4 |
| 2.2 Energi Matahari | 5 |
| 2.3 Air Laut | 7 |
| 2.4 Kolektor Energi Surya | 8 |
| 2.4.1 Kolektor Surya Plat Datar | 8 |
| 2.4.2 Kolektor Surya Prismatic | 9 |
| 2.5 Kaca | 9 |
| 2.5.1 Karakteristik Dasar Pada Kaca | 9 |
| 2.6 Perpindahan Panas Pada Kaca Penutup Kolektor | 11 |
| 2.7 Perpindahan Panas Kolektor Termal | 13 |
| 2.7.1 Konduksi Pada Kolektor Termal | 13 |
| 2.7.2 Konveksi Pada Kolektor Termal | 14 |
| 2.7.3 Radiasi Pada Kolektor Termal | 15 |
| 2.8 Kesetimbangan Laju Energi Panas Kolektor Termal | 15 |
| 2.9 Efisiensi Kolektor | 17 |
| | |
| BAB 3 METODOLOGI | |
| 3.1 Tempat dan Waktu | 18 |
| 3.1.1 Tempat | 18 |
| 3.1.2 Waktu | 18 |
| 3.2 Bahan dan Alat | 19 |
| 3.2.1 Bahan | 19 |
| 3.2.2 Alat | 22 |
| 3.3 Bagan Alir Penelitian | 25 |
| 3.4 Rancangan Alat Penelitian | 26 |
| 3.5 Prosedur Penelitian | 27 |

| | |
|---|----|
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN | |
| 4.1 Data Hasil Pengujian | 29 |
| 4.1.1 Data Temperatur Pada Kolektor | 31 |
| 4.1.2 Data Intensitas Matahari | 46 |
| 4.1.3 Data Kecepatan Angin | 47 |
| 4.2 Pembahasan Data Hasil Pengujian | 48 |
| 4.2.1 Jumlah Air Bersih Hasil Pengujian | 48 |
| 4.2.2 Hasil Efisiensi Kolektor Pada Pengujian | 49 |
| | |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 5.1 Kesimpulan | 55 |
| 5.2 Saran | 56 |
| | |
| DAFTAR PUSTAKA | 57 |
| | |
| LAMPIRAN | |
| LEMBAR ASISTENSI | |
| DAFTAR RIWAYAT HIDUP | |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|--|----|
| Tabel 2.1 | Karakteristik gelombang sinar matahari | 6 |
| Tabel 2.2 | Kandungan jenis ion dalam air laut | 7 |
| Tabel 3.1 | Jadwal Kegiatan Penelitian | 18 |
| Tabel 4.1 | Data hasil pengujian hari pertama kaca 4 mm | 31 |
| Tabel 4.2 | Data hasil pengujian hari pertama kaca 5 mm | 32 |
| Tabel 4.3 | Data hasil pengujian hari kedua kaca 4 mm | 33 |
| Tabel 4.4 | Data hasil pengujian hari kedua kaca 5 mm | 34 |
| Tabel 4.5 | Data hasil pengujian hari ketiga kaca 4 mm | 35 |
| Tabel 4.6 | Data hasil pengujian hari ketiga kaca 5 mm | 36 |
| Tabel 4.7 | Data hasil pengujian hari keempat kaca 4 mm | 37 |
| Tabel 4.8 | Data hasil pengujian hari keempat kaca 5 mm | 38 |
| Tabel 4.9 | Data hasil pengujian hari kelima kaca 4 mm | 39 |
| Tabel 4.10 | Data hasil pengujian hari kelima kaca 5 mm | 40 |
| Tabel 4.11 | Data hasil pengujian hari keenam kaca 4 mm | 41 |
| Tabel 4.12 | Data hasil pengujian hari keenam kaca 5 mm | 42 |
| Tabel 4.13 | Data hasil pengujian hari ketujuh kaca 4 mm | 43 |
| Tabel 4.14 | Data hasil pengujian hari ketujuh kaca 5 mm | 44 |
| Tabel 4.15 | Data Intensitas matahari setiap hari pengujian | 45 |
| Tabel 4.16 | Data kecepatan angin setiap hari pengujian | 47 |
| Tabel 4.17 | Data perbandingan jumlah air hasil pengujian | 48 |
| Tabel 4.18 | Efisiensi Kolektor 4 mm setiap harinya | 50 |
| Tabel 4.19 | Efisiensi Kolektor 5 mm setiap harinya | 51 |
| Tabel 4.20 | Perbandingan rata- rata efisiensi kedua kolektor | 53 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Proses kerja desalinasi air laut | 5 |
| Gambar 2.2 | Spektrum matahari | 6 |
| Gambar 2.3 | Kolektor surya plat datar | 8 |
| Gambar 2.4 | Kolektor surya prismatic | 9 |
| Gambar 2.5 | Kaca rayben | 10 |
| Gambar 2.6 | Kaca es | 11 |
| Gambar 2.7 | Kaca bening | 11 |
| Gambar 3.1 | Susunan komposisi ACP (Aluminium Composit Panel) | 19 |
| Gambar 3.2 | Kaca bening | 19 |
| Gambar 3.3 | Styrofoam | 20 |
| Gambar 3.4 | Aluminium foil | 20 |
| Gambar 3.5 | Pipa tembaga | 21 |
| Gambar 3.6 | Tangki masuknya air laut | 21 |
| Gambar 3.7 | Tangki Penampung Air Tawar Hasil Desalinasi | 22 |
| Gambar 3.8 | Thermometer Data Logger | 22 |
| Gambar 3.9 | Thermocouple | 23 |
| Gambar 3.10 | Thermo Anemometer | 23 |
| Gambar 3.11 | Pyranometer | 24 |
| Gambar 3.12 | Gelas ukur | 24 |
| Gambar 3.13 | Diagram alir penelitian | 25 |
| Gambar 3.14 | Rancangan alat penelitian | 26 |
| Gambar 4.1 | Data hasil pada saat pengujian | 29 |
| Gambar 4.2 | Data hasil koefisien konveksi angin | 30 |
| Gambar 4.3 | Data hasil koefisien bagian luar kaca | 30 |
| Gambar 4.4 | Data hasil mencari efisiensi kolektor | 31 |
| Gambar 4.5 | Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm hari pertama pengujian | 32 |
| Gambar 4.6 | Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 5 mm hari pertama pengujian | 33 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 4.7 | Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm hari kedua pengujian | 34 |
| Gambar 4.8 | Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 5 mm hari kedua pengujian | 35 |
| Gambar 4.9 | Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm hari ketiga pengujian | 36 |
| Gambar 4.10 | Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 5 mm hari ketiga pengujian | 37 |
| Gambar 4.11 | Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm hari keempat pengujian | 38 |
| Gambar 4.12 | Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 5 mm hari keempat pengujian | 39 |
| Gambar 4.13 | Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm hari kelima pengujian | 40 |
| Gambar 4.14 | Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 5 mm hari kelima pengujian | 41 |
| Gambar 4.15 | Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm hari keenam pengujian | 42 |
| Gambar 4.16 | Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 5 mm hari keenam pengujian | 43 |
| Gambar 4.17 | Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm hari ketujuh pengujian | 44 |
| Gambar 4.18 | Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm hari ketujuh pengujian | 45 |
| Gambar 4.19 | Grafik waktu terhadap Intensitas matahari pada setiap hari pengujian | 46 |
| Gambar 4.20 | Grafik kecepatan angin pada setiap hari pengujian | 47 |
| Gambar 4.21 | Grafik hubungan antara ketebalan kaca terhadap jumlah air pada alat desalinasi setiap harinya | 49 |
| Gambar 4.22 | Grafik efisiensi kolektor terhadap waktu penelitian setiap harinya pada ketebalan kaca 4 mm | 51 |
| Gambar 4.23 | Grafik efisiensi kolektor terhadap waktu penelitian setiap harinya pada ketebalan kaca 5 mm | 52 |
| Gambar 4.24 | Grafik perbandingan hubungan antara ketebalan kaca terhadap rata-rata efisiensi kolektor setiap harinya | 53 |

DAFTAR NOTASI

| | | |
|-----------|--|-----------------------------------|
| q | = Laju perpindahan panas | W |
| q_r | = Laju perpindahan radiasi | Watt/m ² |
| k | = Konduktivitas termal | W/m.k |
| A_p | = Luas kolektor | m ² |
| h | = Koefisien konveksi | W/m.k |
| h_c | = Koefisien perpindahan panas konveksi | W/m ² .K |
| h_w | = Koefisien konveksi angin | W/m ² .K |
| T_w | = Temperatur dinding | °C |
| T_f | = Temperatur fluida | °C |
| T_g | = Temperatur kaca | °C |
| T_p | = Temperatur penyerap | °C |
| v | = Kecepatan rata rata fluida | m/s |
| ρ | = Massa jenis | kg/m ³ |
| σ | = Konstanta Stefan-Boltzman | W/m ² . K ⁴ |
| T_a | = Temperatur lingkungan | °C |
| I_{bT} | = Intensitas matahari | watt/m ² |
| T_o | = Temperatur air luar kolektor | °C |
| T_i | = Temperatur air dalam kolektor | °C |
| \dot{m} | = Laju aliran massa udara | kg/s |
| C_p | = Panas jenis udara | J/kg.K |
| q_i | = Laju energi panas yang masuk | J/s |
| q_o | = Laju energi panas yang keluar | J/s |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengembangan energi terbarukan terus dilakukan oleh kalangan perguruan tinggi, melalui karya yang dilakukan oleh para mahasiswa dan dosen khususnya dari energi matahari. Ketersediaan energi panas matahari yang berlimpah dan sifatnya yang ramah lingkungan, sangat bermanfaat di berbagai sektor. Pemanfaatan energi panas matahari dapat mengurangi tingkat konsumsi energi fosil dan mendukung program pengurangan emisi gas karbon. Mengingat wilayah Indonesia yang dilalui garis katulistiwa sehingga potensi energi matahari di Indonesia cukup tinggi.

Potensi energi panas matahari dari berbagai sistem telah berkembang khususnya untuk sistem desalinasi yang merupakan proses untuk mendapatkan air bersih melalui proses penguapan air laut. Pada proses penguapan dan pengembunan terdapat proses perpindahan panas. Perpindahan panas terjadi dari sumber panas menuju air laut. Jika air terus-menerus dipanaskan maka akan terjadi proses penguapan. Uap ini jika bersentuhan dengan permukaan yang dingin maka akan terjadi proses kondensasi.

Pada sistem desalinasi air laut energi matahari, kolektor surya sangat berperan penting karena kolektor surya merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengumpulkan energi matahari yang masuk dan diubah menjadi energi termal dan meneruskan energi tersebut ke fluida. Prinsip kerja dari kolektor surya ini adalah radiasi matahari yang jatuh permukaan kolektor, kemudian ditransmisikan melalui kaca penutup transparan dan diubah menjadi energi panas oleh pelat penyerap. Selanjutnya akan terjadi perpindahan panas dari pelat penyerap menuju fluida yang mengalir melewati dalam kolektor. Pada kolektor surya, pelat penyerap berfungsi sebagai penyerap intensitas radiasi matahari dan mengkonversikan menjadi energi panas. Selain itu, kaca penutup kolektor surya merupakan salah satu komponen terpenting dari destilasi surya yang berfungsi untuk mengurangi hilangnya panas dari plat penyerap ke lingkungan dan tempat kondensasi. Pada penelitian ini, penulis ingin membuat alat desalinasi air laut menggunakan kolektor surya dengan jenis kaca penutup transparan dengan variasi

ketebalan kaca penutup yaitu 4 mm dan 5 mm. Dedy dkk (2016) melakukan percobaan pada alat desalinasi energi matahari menggunakan kolektor dengan variasi ketebalan kaca. Mereka menyimpulkan bahwa ketebalan kaca pada alat desalinasi dapat mempengaruhi terhadap proses desalinasi energi matahari baik dalam jumlah air dan juga efisiensi. Sehingga penulis memutuskan untuk menggunakan judul : PENGARUH KETEBALAN KACA PENUTUP TERHADAP EFISIENSI KOLEKTOR SURYA PADA ALAT DESALINASI AIR LAUT.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang dipaparkan diatas, maka beberapa masalah yang akan dibahas pada laporan tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana perancangan dan pembuatan alat kolektor surya dengan menggunakan penutup kaca yang berbeda ketebalan dan bagaimana efektifitas pada kedua alat desalinasi.
2. Berapa efisiensi kolektor pada kaca ketebalan 4 mm dan 5 mm.
3. Berapa jumlah air yang dihasilkan pada saat pengujian dan membandingkan antara kaca ketebalan 4 mm dan 5 mm.

1.3 Ruang Lingkup

1. Penutup pada alat desalinasi matahari menggunakan kaca jenis transparan dengan ketebal 4 mm dan 5 mm.
2. Penyerap kolektor yang digunakan pada penelitian kali ini adalah pipa tembaga dengan diameter 3/4.
3. Melakukan pengujian untuk mengetahui efisiensi dan jumlah air pada kedua kolektor dengan variasi ketebalan kaca penutup.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan membuat alat desalinasi dan mengetahui efektifitas terhadap alat dengan penutup kolektor yang berbeda ketebalan kaca untuk penelitian.
2. Membandingkan jumlah air yang dihasilkan kedua kolektor pada saat pengujian.
3. Mengetahui pengaruh efisiensi kolektor terhadap ketebalan kaca pada alat desalinasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Memenuhi kebutuhan air bersih bagi masyarakat.
2. Diperolehnya alternatif model desalinasi air laut yang memiliki harga terjangkau.
3. Mengurangi penggunaan bahan bakar dengan memanfaatkan energi panas matahari.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Desalinasi Energi Matahari

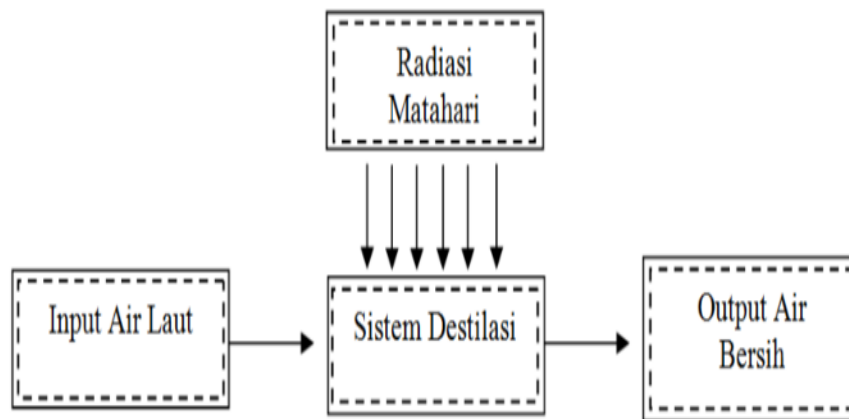
Perkembangan alat desalinasi sudah dimulai sejak pertengahan abad ke-19, pada tahun 1872 di Chili tepatnya di Las Salinas telah didirikan pabrik destilasi untuk memenuhi kebutuhan masyarakat sekitarnya. Pabrik seluas 5.000 m² ini pada musim panas dapat menghasilkan 20.00 liter air segar. Pada tahun 1999, di Jayapura dibuat suatu alat desalinasi dengan menggunakan kolektor surya dengan ukuran 100 x 70 cm. Alat ini mampu menghasilkan 705 ml air bersih perharinya pada cuaca cerah (ERFAN, 2017).

Desalinasi merupakan cara untuk mendapatkan air bersih melalui proses penyulingan air kotor. Secara umum terdapat berbagai cara yang sering digunakan untuk mendapatkan air bersih yaitu: perebusan, penyaringan, desalinasi dan lain-lainnya. Cara perebusan dilakukan hanya untuk mematikan kuman dan bakteri-bakteri yang merugikan, namun kotoran yang berupa padatan-padatan kecil tidak bisa terpisah dari air. Desalinasi merupakan cara yang efektif digunakan untuk menghasilkan air bersih yang bebas dari kuman, bakteri, dan kotoran yang berupa padatan kecil (Christian & Ambarita, 2017).

Pada proses penyulingan terdapat proses perpindahan panas, penguapan, dan pengembunan. Jika air terus-menerus dipanaskan maka akan terjadi proses penguapan. Uap ini jika bersentuhan dengan permukaan yang dingin maka akan terjadi proses kondensasi pada permukaan dingin tersebut. Pada proses desalinasi yang diambil hanyalah air kondensatnya, kuman dan bakteri akan mati oleh proses pemanasan, dan kotoran akan mengendap di dasar basin. Pada desalinasi air laut ini kebanyakan menggunakan bahan bakar fosil sebagai sumber panas, sedangkan ketersediaan bahan bakar tersebut semakin berkurang, maka diperlukan sumber energi yang lain. Salah satunya yang bisa digunakan yaitu energi matahari (Astawa et al., 2012).

Desalinasi dapat terjadi dengan memanfaatkan potensi alam yaitu sinar matahari menggantikan bahan bakar minyak dan gas alam untuk mengubah fase uap air laut. Karena suhu yang diperlukan untuk mengubah fase air laut menjadi uap tidak terlalu besar (dibawah 100^oC) maka pemanfaatan energi surya adalah

solusi alternatif yang dipilih sesuai dengan kondisi Indonesia yang terletak pada daerah katulistiwa dan beriklim tropis mempunyai jumlah sinar matahari yang cukup melimpah dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi yang bersih tanpa polusi dan dipilihnya energi matahari (ERFAN, 2017).

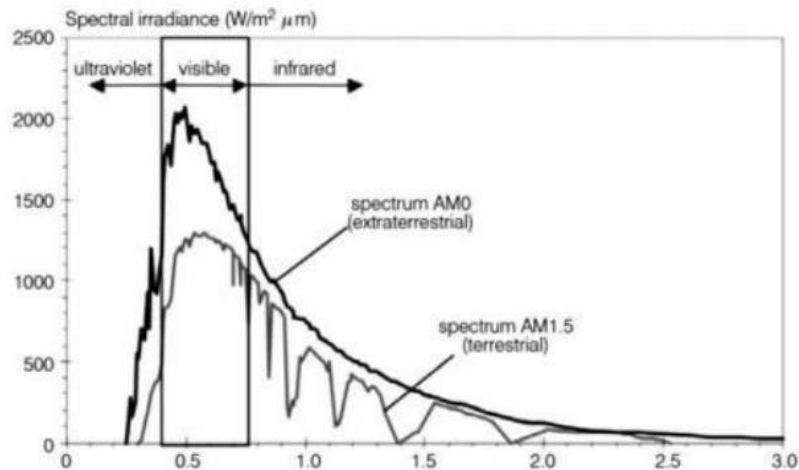


Gambar 2.1 Proses kerja desalinasi air laut (Astawa et al., 2012)

2.2 Energi Matahari

Energi matahari adalah sebuah energi yang termasuk kedalam kategori energi terbarukan yang pada belakangan ini menjadi perhatian oleh masyarakat dunia didalam pemanfaatannya. Hampir semua bentuk energi yang ada dipermukaan bumi telah mengadopsi dan menyimpan energi matahari menjadi bentuk yang lain, seperti proses fotosintesis yang terjadi pada daun yang memanfaatkan sinar matahari dalam proses pembentukan energi kimia yang bersal dari cahaya matahari untuk mempercepat pembentukan makanan pada tumbuhan. Selain pada tumbuhan masih banyak lagi macam-macam dari penggunaan cahaya matahari seperti pada bidang teknik, dimana pancaran cahaya dan panas yang diterima dari matahari dan dimanfaatkan di bumi menggunakan teknologi seperti, pemanasan matahari, photovoltaic (PV). Hal ini secara filosofis dianggap bahwa energi bagi kehidupan di bumi berasal dari matahari yang di konversikan kedalam beberapa bentuk lainnya. Belakangan ini banyak peneliti yang melakukan penelitian yang berkaitan dengan desalinasi maupun diluar desalinasi dengan memanfaatkan energi matahari. Murahanya energi yang didapatkan membuat para peneliti giat utnuk terus melakukan penelitian.

Hal ini diakui bahwa perkembangannya terjangkau tak habis dan bersih, teknologi energi surya akan memiliki manfaat yang besar dan ini akan menghemat energi negara melalui ketergantungan pada sumber daya impor yang tak habis-habisnya dan sebagian besar meningkat dan berkelanjutan, mengurangi polusi menurunkan angka mitigasi yang disebut pemanasan global dan mungkin mengontrol harga bahan bakar fosil.



Gambar 2.2 Spektrum matahari (Hamdani & Subagio, 2016)

Spektrum matahari di atmosfer luar dan di permukaan bumi ditampilkan dan dibandingkan dengan radiasi benda hitam data yang sesuai pada berbagai panjang gelombang dalam hal kontribusi persen yang mungkin dapat mengontrol harga bahan bakar fosil diberikan dalam gambar dan tabel. Agar lebih jelas dan dapat melihat besaran dari grafik diatas maka kita dapat melihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.1 Karakteristik gelombang sinar matahari

| Energi rasio setiap panjang gelombang range (warna range) di spectrum | | |
|---|-------------------------|-------------------|
| Panjang gelombang (nm) | jumlah surya spectrum % | Spectral rentang |
| 0 e 310 | 0.019 | UV jauh |
| 310 e 325 | 0.21 | UV jauh |
| 325 e 350 | 1.0 | UV jauh |
| 350 e 400 | 3.8 | UV |
| 400 e 760 | 43.9 | Terlihat |
| 760 e | 52,3 | Untuk infra merah |
| UV, ultra violet | | |

Jika dilihat pada tabel diatas maka kita dapat mengetahui sejauh mana energi matahari yang tersedia di bumi. Pernyataan itu menjelaskan bahwa jumlah energi yang mencapai permukaan bumi setiap jam lebih besar dari jumlah energi yang digunakan oleh penduduk bumi selama satu tahun. Ini berarti bahwa kelangkaan energi yang sering kita teriakkan adalah hanya ilusi. Jika sumber energi ini bisa dimanfaatkan dan disimpan, manusia tidak akan perlu khawatir tentang kekurangan sumber energi atau bertempur untuk mendapatkan sumber energi. Ada berbagai perkiraan dari jumlah radiasi matahari yang diterima oleh bumi. Satu dokumen menunjukkan bahwa bumi menerima 174.000 terawatts (TW) dari radiasi matahari yang masuk di bagian atas atmosfer. Sekitar 30% adalah dipantulkan kembali ke angkasa sedangkan sisanya diserap oleh awan, lautan, dan daratan.

2.3 Air Laut

Air laut adalah salah satu sumber air yang melimpah, tetapi air laut tidak bisa langsung dikonsumsi. Air laut mengandung ion klor, natrium, belerang, magnesium, kalsium, dan kalium, enam ion ini membentuk 99,28 % berat dari air laut. Air laut mempunyai rasa asin karena mengandung garam NaCl sekitar 3%, sehingga tidak dapat digunakan secara langsung, untuk itu diperlukan proses desalinasi untuk mengurangi kadar garam (Januardi et al., 2016).

Tabel 2.2 Kandungan jenis ion dalam air laut

| Unsur | Simbol | Konsentrasi (mg/l atau ppm) |
|-----------|--------|--------------------------------|
| Klorin | Cl | 1.95×10^4 |
| Natrium | Na | 1.077×10^4 |
| Magnesium | Mg | 1.290×10^3 |
| Sulfur | S | 9.05×10^2 |
| Kalsium | Ca | 4.12×10^2 |
| Kalium | K | 3.80×10^2 |
| Bromin | Br | 67 |
| Karbon | C | 28 |

2.4 Kolektor Energi Surya

Kolektor surya dapat didefinisikan sebagai sistem perpindahan panas yang menghasilkan energi panas dengan memanfaatkan radiasi sinar matahari sebagai sumber energi utama. Ketika cahaya matahari menimpa penutup pada kolektor surya, sebagian cahaya akan dipantulkan kembali ke lingkungan, sedangkan sebagian besarnya akan diserap dan dikonversi menjadi energi panas, lalu panas tersebut dipindahkan kepada udara yang bersirkulasi di dalam kolektor surya untuk kemudian dimanfaatkan guna berbagai aplikasi. Kolektor surya memiliki beberapa komponen yaitu : cover berfungsi untuk mengurangi rugi panas secara konveksi, absorber untuk menyerap panas dari radiasi matahari, isolator untuk meminimalisasi kehilangan panas secara konduksi dari absorber menuju lingkungan dan frame berfungsi sebagai struktur pembentuk dan penahan bebean kolektor. Jadi dapat disimpulkan secara prinsip bahwa metode kerja dari kolektor surya adalah sama yaitu menyerap sinar matahari (Bara et al., 2016).

2.4.1 Kolektor Surya Plat Datar

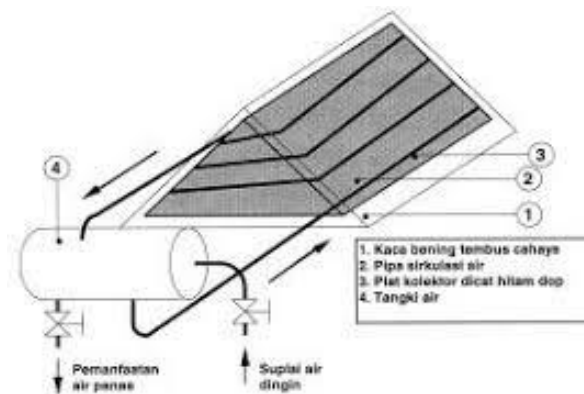
Kolektor surya type plat datar adalah type kolektor surya yang dapat menyerap matahari dari sudut kemiringan tertentu sehingga pada proses penggunaannya dapat mudah dan lebih sederhana. Dengan bentuk persegi panjang seperti pada gambar berikut :



Gambar 2.3 Kolektor surya plat datar

2.4.2 Kolektor surya prismatik

Kolektor surya tipe prismatik adalah kolektor surya yang dapat menerima energi radiasi dari segala posisi matahari kolektor jenis ini juga dapat digolongkan dalam kolektor plat datar dengan permukaan kolektor berbentuk prisma yang tersusun dari empat bidang yang berbentuk prisma, dua bidang berbentuk segitiga sama kaki dan dua bidang berbentuk segi empat siku – siku. Sehingga dapat lebih optimal proses penyerapan tipe kolektor jenis prismatik ini dapat dilihat seperti gambar berikut:



Gambar 2.4 Kolektor surya prismatic (Marbun, 2010)

2.5 Kaca

Kaca adalah amorf (non kristalin) material padat yang bening, transparan (tembus pandang), dan biasanya rapuh. Jenis yang paling banyak digunakan selama berabad abad adalah jendela dan gelas minum. Kaca dibuat dari campuran 75% Silikon dioksida (SiO_2), Na_2O , CaO , dan beberapa zat tambahan. Suhu lelehnya adalah 2.000 derajat Celsius.

2.5.1 Karakteristik Dasar Pada Kaca

Sifat kaca yang penting dipahami adalah sifat pada saat kaca berbentuk fasa cair dan fasa padatnya. Sifat fasa cair dari kaca digunakan dalam proses pengembangan (floating) dan pembentukan kaca, sedangkan untuk sifat fasa padat dari kaca digunakan di dalam penggunaannya. Beberapa sifat fisik dan kimia yang penting dari kaca antara lain.

a. Sifat Mekanik

Tension strength atau daya tarik adalah sifat mekanik utama dari kaca. Tensile strength merupakan tegangan maksimum yang dialami oleh kaca sebelumnya terpisahnya kaca akibat adanya tarikan (fracture). Sumber

fracture ini dapat muncul jika kaca mempunyai cacat di permukaan, sehingga tegangan akan terkonsentrasi pada cacat tersebut.

b. Densitas dan Viskositas

Densitas adalah perbandingan antara massa suatu bahan dibagi dengan volumenya. Nilai densitas dari kaca adalah sekitar $2,49 \text{ g/cm}^3$. Densitas dari kaca akan menurun seiring dengan kenaikan temperatur.

c. Sifat Termal

Konduktifitas panas dan panas ekspansi merupakan sifat thermal penting dari kaca. Kedua sifat ini digunakan untuk menghitung besarnya perpindahan panas yang diterima oleh kaca tersebut

d. Optical Properties

Kaca memiliki sifat memantulkan cahaya yang jatuh pada permukaan kaca tersebut. Sebagian sinar dari kaca yang jatuh itu akan diserap dan sisanya akan diteruskan. Apabila cahaya dari udara melewati medium padat seperti kaca, maka kecepatan cahaya saat melewati kaca akan menurun.

e. Jenis Jenis Kaca

1. Kaca Rayben

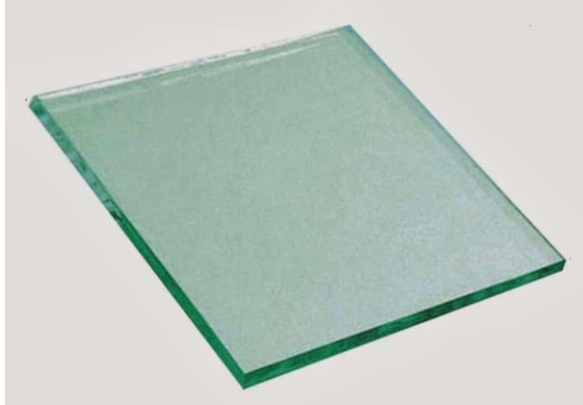
- Sulit dilihat dari luar.
- Bisa menahan cahaya.



Gambar 2.5 Kaca Rayben

2. Kaca Es

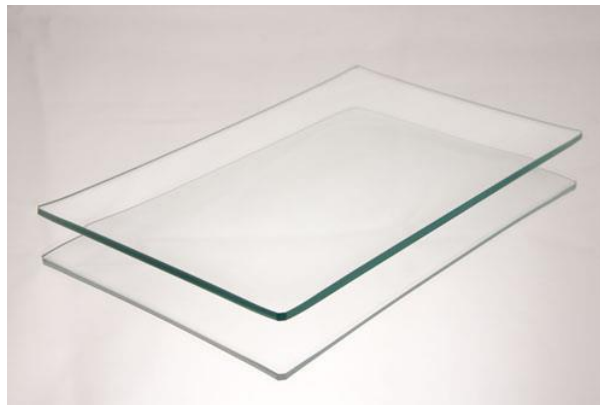
- Umumnya berwarna netral dan putih.
- Memiliki kemampuan mereduksi silau secara maksimum.
- Berwarna buram dan semi tembus pandang.



Gambar 2.6 Kaca Es

3. Kaca Bening

- Tidak memiliki warna.
- Cepat menyerap panas.
- Memberikan bayangan yang sempurna.



Gambar 2.7 Kaca Bening

2.6 Perpindahan panas pada kaca penutup kolektor

Perpindahan panas dalam sebuah alat desalinasi energi matahari, panas mengalir secara konduktif sepanjang penyerap dan melalui dinding saluran. Kemudian panas dipindahkan ke fluida dalam saluran dengan cara konveksi, apabila sirkulasi dilakukan dengan sebuah pompa, maka disebut konveksi paksa. Penyerap yang panas itu melepaskan panas ke penutup kaca (umumnya menutupi kolektor) dengan cara konveksi alamiah dan dengan cara radiasi. Prinsip perpindahan panas terdiri dari tiga cara berikut yaitu:

A. Konduksi pada penutup kolektor

Panas mengalir secara konduksi dari daerah yang bertemperatur tinggi ke daerah yang bertemperatur rendah. Laju perpindahan panas konduksi dapat dinyatakan dengan hukum Fourier sebagai berikut :

$$q = -kA \left(\frac{dT}{dx} \right) \quad (1.1)$$

Dimana q adalah laju perpindahan panas (W), k adalah konduktivitas termal (W/(m.k)) A adalah luas penampang penutup m^2 dan dT/dx adalah gradien temperatur dalam aliran panas (-k/m).

B. Konveksi pada penutup kolektor

Udara yang mengalir di atas suatu permukaan pada sebuah kaca penutup energi matahari, dipanasi secara konveksi. Apabila aliran udara disebabkan oleh sebuah blower, kita menyebutkan sebagai konveksi paksa dan apabila disebabkan oleh gradien massa jenis, maka disebut konveksi alamiah.

Pada umumnya, laju perpindahan panas pada kaca dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$q = hA(T_w - T_f) \quad (1.2)$$

Dimana q adalah laju perpindahan panas (W) , h adalah koefisien konveksi, (W/(m.k)), A adalah luas permukaan (m^2), T_w adalah temperatur dinding dan T_f adalah temperatur fluida ($^{\circ}C$). Umumnya konveksi h dinyatakan dengan parameter tanpa dimensi yang disebut dengan bilangan *Nusselt*.

Koefisien konveksi pada bidang datar sepanjang x dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$h_c = \frac{N_u k}{x} \quad (1.3)$$

dimana h_c adalah koefisien perpindahan panas secara konveksi (W/ m^2 .K), k adalah konduktivitas termal (W/(m.k)) dan x adalah panjang lintasan bidang datar, N_u adalah bilangan *nusselt*.

Untuk pemanas surya yang bekerja dalam daerah bilangan Reynold antara 2000 sampai 10000, Shewen dan Holland telah menganjurkan nilai bilangan Nusselt sebesar :

$$N_u = 0,00269.Re \quad (1.4)$$

Bilangan Reynold diatas 2000 untuk aliran turbulen, dan di bawah 2000 untuk aliran laminer. Bilangan Reynold dapat dirumuskan :

$$R_e = \frac{vd_i\rho}{\mu} \quad (1.5)$$

Dimana R_e adalah bilangan Reynold, v adalah kecepatan rata-rata dari fluida (m/s), d_i adalah diamaeter pipa (m), ρ adalah masa jenis (kg/m^3), μ adalah viskositas dinamik (kg/m.s).

C. Radiasi terhadap penutup kolektor

Perpindahan panas dari radiasi total yang sempurna sebanding dengan pangkat empat dari temperatur benda tersebut. Ini merupakan hukum Stefan-Boltzman sehingga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$q_r = \sigma A(T_1^4 - T_2^4) \quad (1.6)$$

Dimana q_r adalah laju perpindahan panas secara radiasi ($Watt/m^2$), σ adalah konstanta Stefan-Boltzman yang besarnya $5.67 \times 10^{-8} W/m^2 \cdot K^4$, A_p adalah luas penampang permukaan benda (m^2), T_1 adalah temperatur mutlak benda pertama (K) dan T_2 adalah temperatur mutlak benda benda kedua ($^{\circ}C$).

2.7 Perpindahan panas kolektor termal

Perpindahan panas kolektor termal energi surya terdiri dari tiga proses yaitu: konduksi, konveksi, dan radiasi.

2.7.1 Konduksi pada kolektor termal

Proses konduksi panas kolektor termal energi surya terjadi pada kaca transparan dan plat penyerap. Karena nilai konduktivitas bahan plat penyerap lebih tinggi dibanding konduktivitas bahan kaca transparan maka temperatur plat penyerap selalu lebih tinggi dari pada temperatur kaca penyerap.

Konduksi pada pelat penyerap akan dilanjutkan menuju isolator yang terletak di lapisan bawah plat penyerap. Laju perpindahan panas dari kolektor panas surya plat datar akan sebanding dengan besarnya konduktivitas bahan penyerap, luasan plat penyerap dan arah dari laju perpindahan panas akan menuju ke isolator dibawahnya. Pemberian bahan isolator untuk memperkecil laju

perpindahan panas. Sehingga pemilihan bahan insulator harus bahan dan mempunyai konduktivitas yang sangat kecil.

2.7.2 Konveksi pada kolektor termal

Proses perpindahan panas secara konveksi pada kolektor surya plat datar dengan satu kaca penutup terjadi pada dua tempat, yaitu antara kaca transparan dengan atmosfer dan antara plat penyerap dengan kaca transparan.

A. Konveksi antara kaca penutup ke lingkungan

Koefisien konveksi angin (Burhanuddin, 2006) dinyatakan sebagai berikut:

$$h_w = 5,7 + 3,8 \cdot v \quad (1.7)$$

Dimana h_w adalah koefisien konveksi angin ($W/(m^2 \cdot K)$) dan v adalah kecepatan angin (m/s).

Laju perpindahan panas secara konveksi antara kaca penutup dengan lingkungan dinyatakan:

$$q_c = h_w A (T_g - T_a) \quad (1.8)$$

Dimana q_c adalah laju perpindahan secara konveksi (Watt), A_p adalah luas permukaan (m^2), T_g temperatur permukaan kaca ($^{\circ}C$) dan T_a temperatur lingkungan ($^{\circ}C$).

B. Konveksi antara plat penyerap dengan kaca transparan

Laju perpindahan panas melalui proses konveksi antara plat penyerap dengan kaca transparan dinyatakan dengan persamaan:

$$q_c = h_{pk} A (T_p - T_g) \quad (1.9)$$

Dimana h_{pk} adalah koefisien konveksi transfer panas plat ($W/(m^2 \cdot K)$), A adalah luas permukaan (m^2), T_p temperatur permukaan plat penyerap ($^{\circ}C$) dan T_g temperatur permukaan kaca ($^{\circ}C$).

2.7.3 Radiasi pada kolektor termal

Proses radiasi pada kolektor termal energi surya juga terjadi di dua tempat yaitu antara kaca transparan dengan lingkungan dan antara plat penyerap dengan kaca transparan.

A. Radiasi antara kaca transparan dengan lingkungan

Laju perpindahan panas melalui proses radiasi antara kaca transparan dengan lingkungan dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$q_r = \sigma \cdot A \cdot \varepsilon_k (T_g^4 - T_a^4) \quad (1.10)$$

Dimana q_r adalah laju perpindahan panas secara radiasi (Watt), A luas permukaan kaca (m^2), ε_k emisivitas kaca, T_g temperatur mutlak permukaan kaca ($^{\circ}C$) dan T_a adalah temperatur mutlak lingkungan ($^{\circ}C$).

B. Radiasi antara plat penyerap dengan kaca transparan

Laju perpindahan panas secara radiasi antara plat penyerap dengan kaca transparan dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$q_r = \frac{A \cdot \sigma \cdot (T_p^4 - T_g^4)}{\frac{1}{\varepsilon_p} + \frac{1}{\varepsilon_k} - 1} \quad (1.11)$$

Dimana q_r adalah laju perpindahan panas secara radiasi (Watt), A adalah luas penampang permukaan plat (m^2), σ adalah konstanta Stefan-Boltzman yang besarnya $5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot K^4$, T_p adalah temperatur mutlak penyerap ($^{\circ}C$), T_g adalah temperatur permukaan kaca ($^{\circ}C$), ε_p dan ε_k adalah emisivitas plat penyerap dan emisivitas kaca. Dimana emisivitas sendiri adalah kemampuan suatu benda untuk memancarkan suatu bentuk energi.

2.8 Kestimbangan laju energi panas kolektor termal

Ada beberapa laju energi yang ada pada kedua kolektor surya pada alat desalinasi.

1. Laju energi panas yang masuk (q_i)

Laju energi panas yang masuk pada kolektor termal energi surya (J/s) dipengaruhi oleh I_T jumlah intensitas radiasi matahari (watt/m^2), A_p luas plat penyerap kolektor termal (m^2), dan hasil transmivistas kaca penutup-absorbsivitas plat penyerap ($\tau \cdot \alpha$). dinyatakan dengan persamaan:

$$q_i = A_p \cdot I_T \cdot (\tau \cdot \alpha) \quad (1.12)$$

2. Laju energi panas yang hilang (q_L)

Tidak semua energi panas yang masuk dapat dipakai seluruhnya sebab ada faktor kerugian panas pada kolektor termal. Kerugian panas ini terjadi pada bagian atas kolektor panas surya yang disebut kerugian panas bagian atas dan pada bagian bawah kolektor panas surya disebut kerugian panas bagian bawah. Dimana jumlah dari kedua kerugian panas merupakan kerugian panas total.

a. Kerugian laju energi panas bagian atas (top loss) q_{tl}

Panas yang hilang dari bagian atas plat penyerap disebabkan oleh konveksi alam dan radiasi dari permukaan plat penyerap ke permukaan bagian dalam kaca transparan. Panas tersebut lalu dikonduksi oleh kaca transparan menuju permukaan bagian luarnya, yang selanjutnya dipindahkan ke atmosfer secara konveksi dan radiasi.

b. Kerugian laju energi panas bagian bawah (bottom loss) q_{bl}

Proses kehilangan panas pada bagian bawah dari plat penyerap yang menuju ke lingkungan sebanding dengan konduksi yang melewati insulator dan juga dipengaruhi oleh konveksi, radiasi dari insulator ke lingkungan. Pada keadaan setimbang, panas yang hilang dari plat penyerap menuju insulator akan sebanding dengan panas yang hilang dari insulator menuju ke lingkungan.

3. Laju energi panas yang keluar (q_o)

Laju energi panas yang keluar dari kolektor termal energi surya dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$q_o = \dot{m} \cdot C_p \cdot (T_i - T_o) \quad (1.13)$$

Dimana q_o adalah laju energi panas yang keluar (J/s), \dot{m} adalah laju aliran massa udara dalam saluran kolektor termal (kg/s), C_p adalah panas jenis udara (J/kg.K), T_i adalah temperatur air yang di dalam kolektor termal ($^{\circ}\text{C}$) dan T_o adalah temperatur air luar kolektor termal ($^{\circ}\text{C}$).

2.9 Efisiensi kolektor

Definisi dari efisiensi kolektor panas surya yaitu perbandingan antara energi yang digunakan dengan jumlah energi surya yang diterima pada waktu tertentu. Parameter-parameter yang menentukan efisiensi termal adalah I_T intensitas radiasi yang datang ke permukaan kolektor surya (W/m^2), A_p luas permukaan kolektor panas surya (m^2), faktor hasil transmisivitas dan absorpsivitas ($\tau\alpha$), laju aliran massa udara \dot{m} , temperatur masuk menuju kedalam kolektor (T_i), dan besarnya temperatur yang keluar meninggalkan kolektor panas surya (T_o).

Energi radiasi yang mengenai bahan mengalami beberapa proses dimana sebagian energinya dipantulkan, sebagian lagi diserap, dan sebagian lagi diteruskan. Radiasi matahari yang mengenai permukaan kolektor panas ditunjukkan oleh faktor ($\tau\alpha$). Faktor ini merupakan hasil transmisivitas dan absorpsivitas. Maka efisiensi kolektor panas surya dapat dinyatakan :

$$\eta = \frac{\dot{m} C_p (T_i - T_o)}{A_p (\tau - \alpha) I_T} \quad (1.14)$$

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Tempat dilaksanakannya kegiatan penelitian Alat Desalinasi Matahari di laboratorium Fakultas Teknik dan Gedung FAI lantai 6 Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jalan kapten muchtar basri No.3 Medan, 20238.

3.1.2 Waktu

Waktu penelitian dilakukan selama 6 bulan terhitung dari di sah kanya usulan judul penelitian oleh Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

| No | Uraian Kegiatan | Waktu | | | | | |
|----|---------------------------------|-------|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Pengajuan Judul Studi Litelatur | | | | | | |
| 2 | Desain Alat Perakitan Alat | | | | | | |
| 3 | Penulisan Bab 1 s/d Bab 3 | | | | | | |
| 4 | Seminar Proposal | | | | | | |
| 5 | Pengujian dan Pengolahan Data | | | | | | |
| 6 | Penyelesaian penulisan | | | | | | |
| 7 | Sidang | | | | | | |

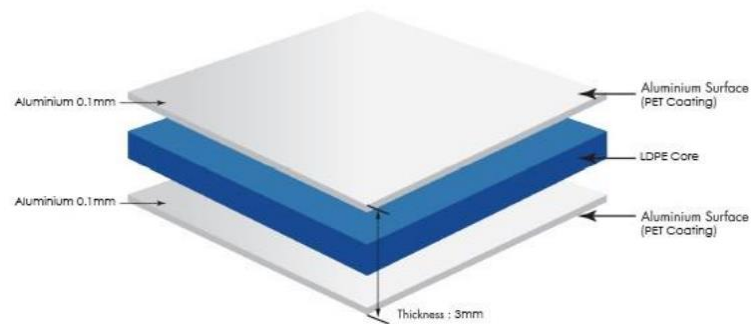
3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Adapun bahan yang di gunakan dalam pembuatan alat ini adalah sebagai berikut:

1. ACP (Alumunim Comosit Panel)

Bahan yang digunakan untuk ruang kolektor haruslah yang berbahan tahan terhadap air garam agar tidak mudah terjadi korosi. Adapun bahan yang digunakan untuk ruang kolektor terbuat dari Alumunium Comosit Panel (ACP). Dengan ketebalan 3 mm, berikut susunan komposisi yang terdapat pada ACP.



Gambar 3.1. Susunan komposisi ACP (Alumiunium Comosit Panel)

2. Kaca Kolektor

Kaca Kolektor menggunakan jenis clear glass (kaca bening) dengan ukuran panjang 1000 mm dan lebar 1000 mm dengan ketebalan kaca 4 mm dan 5 mm.



Gambar 3.2. Kaca Bening

3. Styrofoam

Digunakan untuk sebagai isolator pada dinding kolektor, agar temperatur didalam ruangan kolektor tetap terjaga. Pada alat desalinasi ini digunakan styrofoam dengan ketebalan 2cm.



Gambar 3.3. Styrofoam

4. Alumunium Foil

Digunakan untuk melapisi styrofoam dan untuk menyerap lebih banyak panas.



Gambar 3.4 Alumunium Foil

5. Pipa Tembaga

Pipa tembaga yang digunakan diameter $\frac{3}{4}$. Berfungsi sebagai penyerap pada kolektor serta membantu kinerja alat desalinasi, dikarenakan tembaga memiliki sifat penghantar panas yang baik.



Gambar 3.5. Pipa Tembaga

6. Tangki Masuk Air Laut

Pada penelitian kali ini menggunakan galon dengan kapasitas 19 liter, berfungsi sebagai menampung air laut sebelum dimasukkan kedalam alat desalinasi.



Gambar 3.6 Tangki Masuknya Air Laut

7. Tangki Air Tawar Hasil Desalinasi

Tempat yang digunakan adalah galon dengan kapasitas 5 liter untuk menampung air tawar yang di hasilkan dari proses desalinasi air laut.



Gambar 3.7 Tangki Penampung Air Tawar Hasil Desalinasi

3.2.2 Alat

1. Thermometer Data Logger

Digunakan untuk mengukur temperatur didalam kolektor serta mengukur temperatur di lingkungan sekitar penelitian. Spesifikasi alat yang digunakan sebagai berikut :

- a. Channels : 4 channel , T1,T2,T3,T4.
- b. Socket : 2 pin thermocouple socket.
- c. Operating Temperature : -5° C s/d 300°C
- d. Power Supply : Heavy duty DC 1.5 V battery x 6 Pcs.



Gambar 3.8. Thermometer Data Logger

2. Termocouple

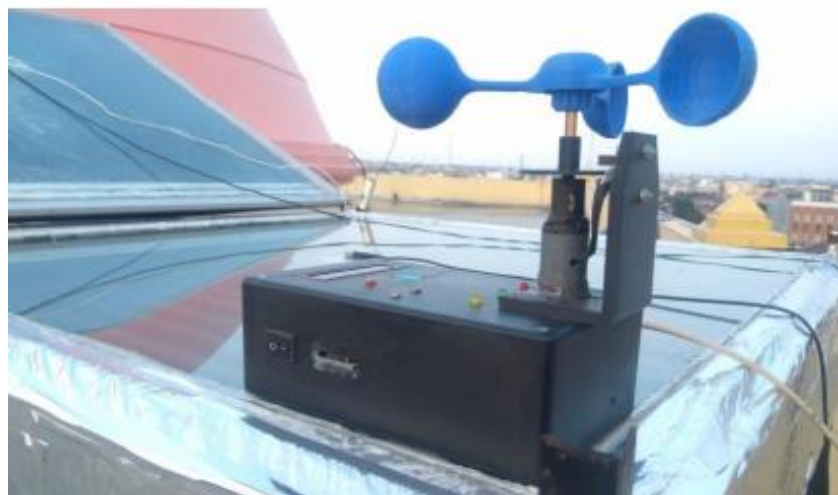
Berfungsi untuk mendeteksi temperatur pada alat desalinasi. Sensor ini dapat mendeteksi suhu dari -5°C - 125°C dengan tingkat keakurasian ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$).



Gambar 3.9. Thermocouple

3. Thermo Anemometer

Untuk mencatat data kecepatan angin dengan tepat dan akurat. Alat ini mampu mengukur kecepatan angin dengan berkisar 0.5 meter setiap detiknya.



Gambar 3.10. Thermo Anemometer

4. Pyranometer

Pyranometer digunakan untuk mencatat kekuatan energi matahari atau intensitas matahari, baik dalam satuan Watt secara akurat. Pengukuran daya energi matahari mampu hingga 1999 watt/m².



Gambar 3.11. Pyranometer

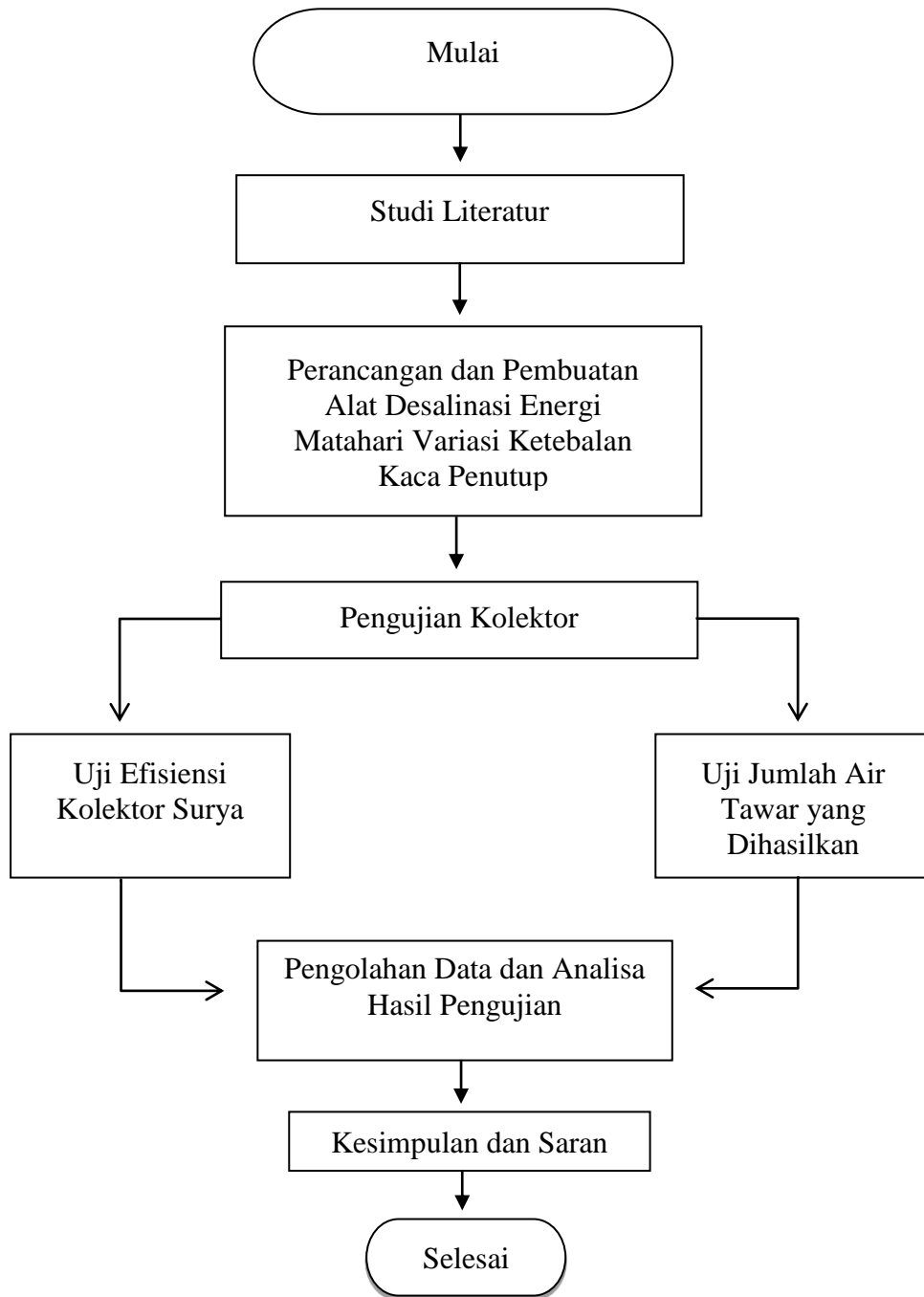
5. Gelas Ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur berapa banyak air tawar yang dihasilkan pada proses desalinasi. Gelas ukur yang digunakan adalah gelas ukur dengan ukuran 5 liter.



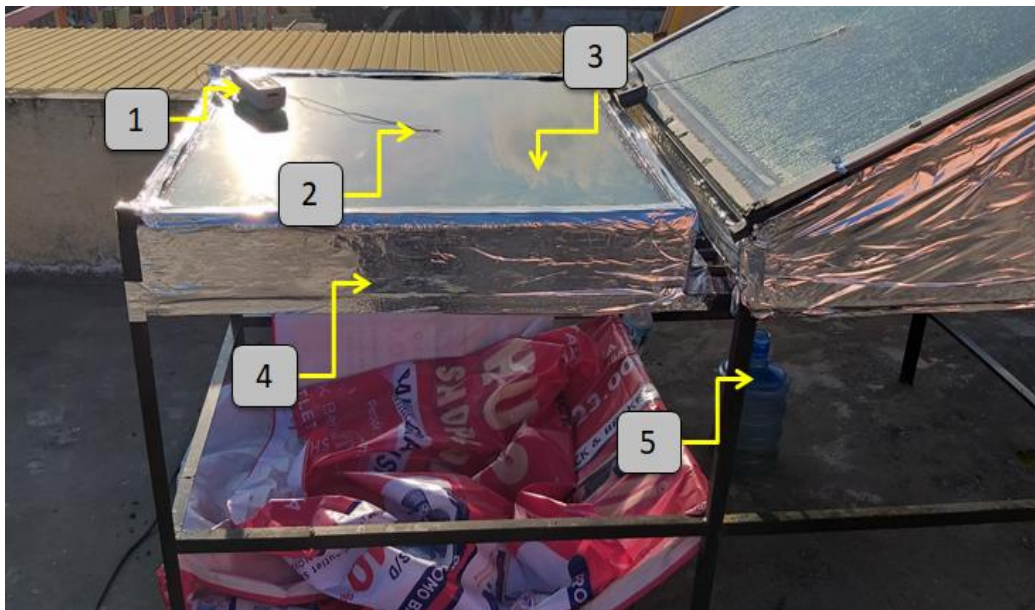
Gambar 3.12 Gelas Ukur

3.3 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.13 Diagram Alir Penelitian

3.4 Rancangan Alat penelitian



Gambar 3.14 Rancangan Alat Penelitian

Keterangan pada gambar 3.14 :

1. Thermometer
2. Thermocouple bagian luar kaca
3. Kaca penutup kolektor.
4. Dinding bagian luar alat desalinasi
5. Tangki air tawar dari hasil desalinasi

Data yang diperoleh dari hasil pengujian akan digunakan ketahap selanjutnya yaitu pembahasan data dengan menggunakan persamaan-persamaan yang telah di tetapkan pada bab 2 sebelumnya.

1. Tahap Pertama

Melakukan pengujian untuk mendapatkan data pengujian berupa temperatur kaca bagian luar dan dalam, temperatur ruangan pada kolektor, temperatur pipa tembaga kolektor, temperatur air dalam kolektor, temperatur luar kolektor, temperatur lingkungan serta kecepatan angin dan juga intensitas matahari.

2. Tahap kedua

Mencari koefisien konveksi angin, Dilakukan selama 7 hari pengujian pada kedua alat desalinasi.

3. Tahap ketiga

Mencari nilai Perpindahan panas secara konveksi antara kaca penutup dengan lingkungan, Mencari nilai perpindahan panas secara radiasi antara kaca transparan dengan lingkungan, Mencari nilai perpindahan panas secara radiasi antara plat penyerap dengan kaca transparan, Dilakukan selama 7 hari pengujian pada kedua alat desalinasi.

4. Tahap keempat

Mencari laju panas yang masuk pada kolektor, kemudian mencari laju energi panas yang keluar dari kolektor, dan setelah itu mencari efisiensi kolektor surya, Dilakukan selama 7 hari pengujian pada kedua alat desalinasi.

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur dan langkah-langkah pada saat pengujian dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Proses perangkaian alat desalinasi.
2. Memeriksa alat ukur temperatur dan melakukan pengecekan kebocoran sebelum melakukan pengujian pada daerah yang sambungan yang diberi perekat lem.
3. Melakukan pengisian air laut kedalam tangki penampungan air laut setra mengalirkan kedalam evaporator.
4. Mengaktifkan alat ukur serta menghubungkannya dengan sensor yang ada pada alat desalinasi.
5. Pada pengujian dilakukan pada pukul 08:00 WIB sampai dengan pukul 17:00 WIB, dilakukan selama 7 hari.
6. Temperatur pada kaca bagian dalam dan luar akan di baca melalui thermocouple.
7. Ketinggian air laut pada evaporator selalu diamati ketika penelitian.
8. Selama proses pengujian air tawar yang di hasilkan dari proses desalinasi air laut akan diukur menggunakan gelas ukur.

9. Proses pengambilan data kedua alat akan selalu dilihat, agar meminimalisirkan terjadinya kesalahan pada alat, sehingga mempengaruhi pada proses penelitian.
10. Mengulangi pengujian kembali pada hari berikutnya sampai dengan selesainya pengujian.
11. Data dari hasil pengujian selama 7 hari selanjutnya di analisis.

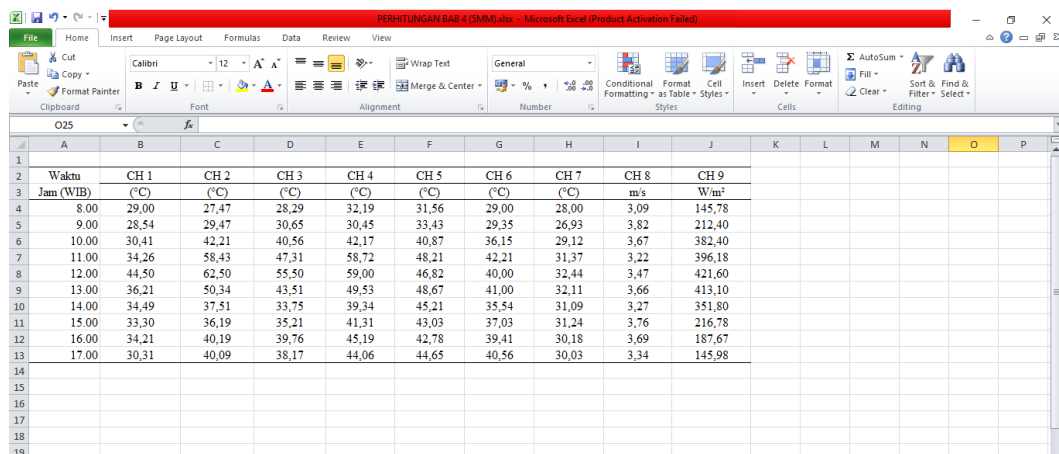
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian

Data yang diperoleh dari hasil pengujian akan digunakan ketahap selanjutnya yaitu pembahasan data dengan menggunakan persamaan-persamaan yang telah ditetapkan pada bab 2 sebelumnya.

1. Tahap Pertama

Dimulai dengan melakukan pengujian pada jam 08:00 WIB sampai dengan jam 17:00 WIB pengujian dilakukan selama 7 hari untuk mendapatkan data pengujian yang berupa temperatur kaca bagian dalam dan luar, temperatur pipa tembaga dalam kolektor, temperatur ruangan dalam kolektor, temperatur lingkungan, kecepatan angin dan intensitas matahari.



| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P |
|----|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------------------|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Waktu | CH 1 | CH 2 | CH 3 | CH 4 | CH 5 | CH 6 | CH 7 | CH 8 | CH 9 | | | | | | |
| 3 | Jam (WIB) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | mm/s | W/m ² | | | | | | |
| 4 | 8.00 | 29,00 | 27,47 | 28,29 | 32,19 | 31,56 | 29,00 | 28,00 | 3,09 | 145,78 | | | | | | |
| 5 | 9.00 | 28,54 | 29,47 | 30,65 | 30,45 | 33,43 | 29,25 | 26,93 | 3,82 | 212,40 | | | | | | |
| 6 | 10.00 | 30,41 | 42,21 | 40,56 | 42,17 | 40,87 | 36,15 | 29,12 | 3,67 | 382,40 | | | | | | |
| 7 | 11.00 | 34,26 | 58,43 | 47,31 | 58,72 | 48,21 | 42,21 | 31,37 | 3,22 | 396,18 | | | | | | |
| 8 | 12.00 | 44,50 | 62,50 | 55,50 | 59,00 | 46,82 | 40,00 | 32,44 | 3,47 | 421,60 | | | | | | |
| 9 | 13.00 | 36,21 | 50,34 | 43,51 | 49,53 | 48,67 | 41,00 | 32,11 | 3,66 | 413,10 | | | | | | |
| 10 | 14.00 | 34,49 | 37,51 | 33,75 | 39,34 | 45,21 | 35,54 | 31,09 | 3,27 | 351,80 | | | | | | |
| 11 | 15.00 | 33,30 | 36,19 | 35,21 | 41,31 | 43,03 | 37,03 | 31,24 | 3,76 | 216,78 | | | | | | |
| 12 | 16.00 | 34,21 | 40,19 | 39,76 | 45,19 | 42,78 | 39,41 | 30,18 | 3,69 | 187,67 | | | | | | |
| 13 | 17.00 | 30,31 | 40,09 | 38,17 | 44,06 | 44,65 | 40,56 | 30,03 | 3,34 | 145,98 | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | |

Gambar 4.1. Data temperatur kolektor, kecepatan angin dan intensitas matahari pada saat pengujian.

Keterangan :

1. CH 1 : Data temperatur kaca bagian luar kolektor.
2. CH 2 : Data temperatur kaca bagian dalam kolektor.
3. CH 3 : Data temperatur ruangan dalam kolektor.
4. CH 4 : Data temperatur pipa tembaga kolektor.
5. CH 5 : Data temperatur air dalam kolektor.
6. CH 6 : Data temperatur air luar kolektor.
7. CH 7 : Data temperatur lingkungan..
8. CH 8 : Data kecepatan angin.
9. CH 9 : Data intensitas matahari.

2. Tahap Kedua

Mencari koefisien konveksi angin dengan persamaan (1.7), Dilakukan selama 7 hari pengujian pada kedua kolektor.

| SELASA | | | | | | | | | | | KOEFSIEN BAGIAN LUAR KACA | | |
|--------|------------|-----------|------------|-------------|--------|---------|--------------|--------|---------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|----------------------------|
| Jam | T.kolektor | T.Ruangan | T.kaca dlm | T.kaca Luar | T.lair | T.udara | T.a kolektor | T. sky | Intensitas SR, W/m² | Kecepatan angin m/s | h _w | h _{wA} | q _r (kaca) Watt |
| 8.00 | 32,19 | 28,29 | 27,47 | 29,00 | 29,00 | 28,00 | 31,56 | 22,00 | 145,78 | 3,09 | -3,8*K4 | 17,4293 | 0,0050 |
| 9.00 | 30,45 | 30,65 | 29,47 | 28,54 | 29,35 | 26,93 | 33,43 | 20,93 | 212,40 | 3,82 | 20,2236 | 32,5600 | 0,0074 |
| 10.00 | 42,17 | 40,56 | 42,21 | 30,41 | 36,15 | 29,12 | 40,87 | 23,12 | 382,40 | 3,67 | 19,6612 | 25,3629 | 0,0073 |
| 11.00 | 58,72 | 47,31 | 58,43 | 34,26 | 42,21 | 31,37 | 48,21 | 25,37 | 396,18 | 3,22 | 17,9170 | 51,7801 | 0,0220 |
| 12.00 | 59,00 | 55,50 | 62,50 | 44,50 | 40,00 | 32,44 | 46,82 | 26,44 | 421,60 | 3,47 | 18,9012 | 227,9485 | 0,1516 |
| 13.00 | 49,53 | 43,51 | 50,34 | 36,21 | 41,00 | 32,11 | 48,67 | 26,11 | 413,10 | 3,66 | 19,6209 | 80,4458 | 0,0353 |
| 14.00 | 39,34 | 33,75 | 37,51 | 34,49 | 35,54 | 31,09 | 45,21 | 25,09 | 351,80 | 3,27 | 18,1070 | 61,5638 | 0,0259 |
| 15.00 | 41,31 | 35,21 | 36,19 | 33,30 | 37,03 | 31,24 | 43,03 | 25,24 | 216,78 | 3,76 | 19,9766 | 41,1518 | 0,0149 |
| 16.00 | 45,19 | 39,76 | 40,19 | 34,21 | 39,41 | 30,18 | 42,78 | 24,18 | 187,67 | 3,69 | 19,7068 | 79,4184 | 0,0291 |
| 17.00 | 44,06 | 38,17 | 40,09 | 30,31 | 40,56 | 30,03 | 44,65 | 24,03 | 145,98 | 3,34 | 18,4034 | 5,1530 | 0,0017 |
| 18.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 19.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 20.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 21.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 22.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 23.00 | | | | | | | | | | | | | |

Gambar 4.2. Data hasil koefisien konveksi angin.

3. Tahap ketiga

Mencari nilai Perpindahan panas secara konveksi antara kaca penutup dengan lingkungan pada persamaan (1.8), Mencari nilai perpindahan panas secara radiasi antara kaca transparan dengan lingkungan pada persamaan (1.10), Mencari nilai perpindahan panas secara radiasi antara plat penyerap dengan kaca transparan pada persamaan (1.11). Dilakukan selama 7 hari pengujian pada kedua kolektor.

| SELASA | | | | | | | | | | | KOEFSIEN BAGIAN LUAR KACA | | |
|--------|------------|-----------|------------|-------------|--------|---------|--------------|--------|---------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|----------------------------|
| Jam | T.kolektor | T.Ruangan | T.kaca dlm | T.kaca Luar | T.lair | T.udara | T.a kolektor | T. sky | Intensitas SR, W/m² | Kecepatan angin m/s | h _w | h _{wA} | q _r (kaca) Watt |
| 8.00 | 32,19 | 28,29 | 27,47 | 29,00 | 29,00 | 28,00 | 31,56 | 22,00 | 145,78 | 3,09 | 17,4293 | 17,4293*(E4-G4) | 0,0050 |
| 9.00 | 30,45 | 30,65 | 29,47 | 28,54 | 29,35 | 26,93 | 33,43 | 20,93 | 212,40 | 3,82 | 20,2236 | 32,5600 | 0,0074 |
| 10.00 | 42,17 | 40,56 | 42,21 | 30,41 | 36,15 | 29,12 | 40,87 | 23,12 | 382,40 | 3,67 | 19,6612 | 25,3629 | 0,0073 |
| 11.00 | 58,72 | 47,31 | 58,43 | 34,26 | 42,21 | 31,37 | 48,21 | 25,37 | 396,18 | 3,22 | 17,9170 | 51,7801 | 0,0220 |
| 12.00 | 59,00 | 55,50 | 62,50 | 44,50 | 40,00 | 32,44 | 46,82 | 26,44 | 421,60 | 3,47 | 18,9012 | 227,9485 | 0,1516 |
| 13.00 | 49,53 | 43,51 | 50,34 | 36,21 | 41,00 | 32,11 | 48,67 | 26,11 | 413,10 | 3,66 | 19,6209 | 80,4458 | 0,0353 |
| 14.00 | 39,34 | 33,75 | 37,51 | 34,49 | 35,54 | 31,09 | 45,21 | 25,09 | 351,80 | 3,27 | 18,1070 | 61,5638 | 0,0259 |
| 15.00 | 41,31 | 35,21 | 36,19 | 33,30 | 37,03 | 31,24 | 43,03 | 25,24 | 216,78 | 3,76 | 19,9766 | 41,1518 | 0,0149 |
| 16.00 | 45,19 | 39,76 | 40,19 | 34,21 | 39,41 | 30,18 | 42,78 | 24,18 | 187,67 | 3,69 | 19,7068 | 79,4184 | 0,0291 |
| 17.00 | 44,06 | 38,17 | 40,09 | 30,31 | 40,56 | 30,03 | 44,65 | 24,03 | 145,98 | 3,34 | 18,4034 | 5,1530 | 0,0017 |
| 18.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 19.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 20.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 21.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 22.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 23.00 | | | | | | | | | | | | | |

Gambar 4.3 Data hasil koefisien bagian luar kaca

4. Tahap keempat

Mencari laju panas yang masuk pada kolektor pada persamaan (1.12) kemudian mencari laju energi panas yang keluar dari kolektor pada persamaan (1.13) dan setelah itu mencari efisiensi kolektor surya pada persamaan (1.14). Dilakukan selama 7 hari pengujian pada kedua kolektor.

Gambar 4.4. Data hasil mencari efisiensi kolektor

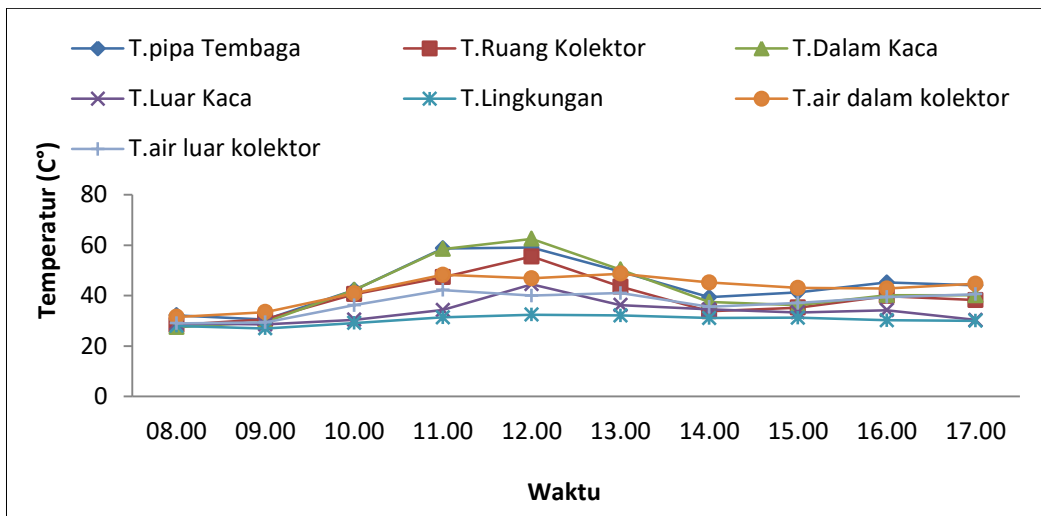
4.1.1 Data Temperatur Pada Kolektor

Tabel 4.1. Data hasil pengujian hari pertama kaca 4 mm

| Waktu | T. Pipa Tembaga | T. Ruangan | T. Dalam Kaca | T. Luar Kaca | T.a Dlm Kolektor | T.a Luar Kolektor | T. Lingkungan |
|-----------|-----------------|------------|---------------|--------------|------------------|-------------------|---------------|
| Jam (WIB) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) |
| 08.00 | 32,19 | 28,29 | 27,47 | 29,00 | 31,56 | 29,00 | 28,00 |
| 09.00 | 30,45 | 30,65 | 29,47 | 28,54 | 33,43 | 29,35 | 26,93 |
| 10.00 | 42,17 | 40,56 | 42,21 | 30,41 | 40,87 | 36,15 | 29,12 |
| 11.00 | 58,72 | 47,31 | 58,43 | 34,26 | 48,21 | 42,21 | 31,37 |
| 12.00 | 59,00 | 55,50 | 62,50 | 44,50 | 46,82 | 40,00 | 32,44 |
| 13.00 | 49,53 | 43,51 | 50,34 | 36,21 | 48,67 | 41,00 | 32,11 |
| 14.00 | 39,34 | 33,75 | 37,51 | 34,49 | 45,21 | 35,54 | 31,09 |
| 15.00 | 41,31 | 35,21 | 36,19 | 33,30 | 43,03 | 37,03 | 31,24 |
| 16.00 | 45,19 | 39,76 | 40,19 | 34,21 | 42,78 | 39,41 | 30,18 |
| 17.00 | 44,06 | 38,17 | 40,09 | 30,31 | 44,65 | 40,56 | 30,03 |

Dari tabel dapat dilihat dari data temperatur pada kolektor dengan ketebalan kaca 4 mm di hari pertama pengujian mengalami kenaikan dan penurunan setiap

jam nya hal ini dikarenakan intensitas matahari, sehingga dapat mempengaruhi temperatur yang ada pada kolektor, berikut ditampilkan dalam grafik dibawah ini.



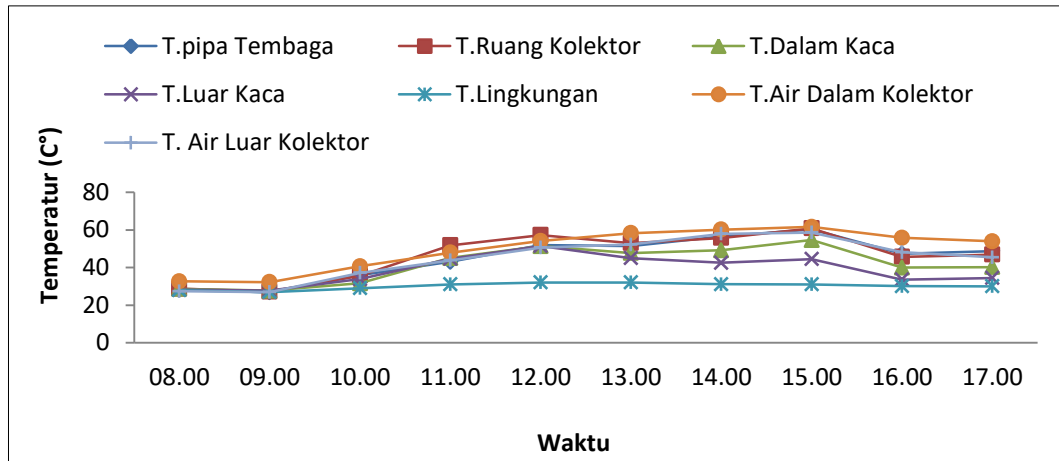
Gambar 4.5 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm hari pertama pengujian.

Pada grafik hari pertama pengujian, pada kolektor dengan ketebalan kaca 4 mm mulai mengalami kenaikan temperatur pada pukul 08.00 dan temperatur mengalami penurunan pada pukul 12.00.

Tabel 4.2 Data hasil pengujian hari pertama kaca 5 mm

| Waktu | T. Pipa Tembaga | T. Ruang | T. Dalam Kaca | T. Luar Kaca | T.a Dlm Kolektor | T.a Luar Kolektor | T. Lingkungan |
|-----------|-----------------|----------|---------------|--------------|------------------|-------------------|---------------|
| Jam (WIB) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) |
| 08.00 | 28,54 | 28,72 | 28,62 | 28,25 | 32,67 | 27,37 | 28,00 |
| 09.00 | 26,81 | 27,24 | 27,68 | 27,76 | 32,18 | 26,93 | 26,93 |
| 10.00 | 35,85 | 35,66 | 31,64 | 33,83 | 40,65 | 37,12 | 29,12 |
| 11.00 | 43,00 | 51,78 | 45,11 | 44,64 | 47,87 | 43,77 | 31,37 |
| 12.00 | 51,88 | 57,25 | 51,36 | 51,48 | 54,09 | 50,65 | 32,44 |
| 13.00 | 51,43 | 53,00 | 47,73 | 44,96 | 58,28 | 52,23 | 32,11 |
| 14.00 | 56,57 | 55,69 | 49,17 | 42,53 | 60,11 | 57,91 | 31,09 |
| 15.00 | 60,31 | 60,81 | 54,58 | 44,51 | 61,55 | 58,58 | 31,24 |
| 16.00 | 47,29 | 45,63 | 40,00 | 33,58 | 55,76 | 48,13 | 30,18 |
| 17.00 | 48,74 | 46,87 | 40,25 | 34,43 | 53,92 | 45,38 | 30,03 |

Pada tabel 4.2 data pengujian hari pertama dengan kolektor 5 mm dapat dilihat temperatur tertinggi berada pada pukul 15.00 dan temperatur terendah pada pukul 09.00.



Gambar 4.6 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 5 mm hari pertama pengujian.

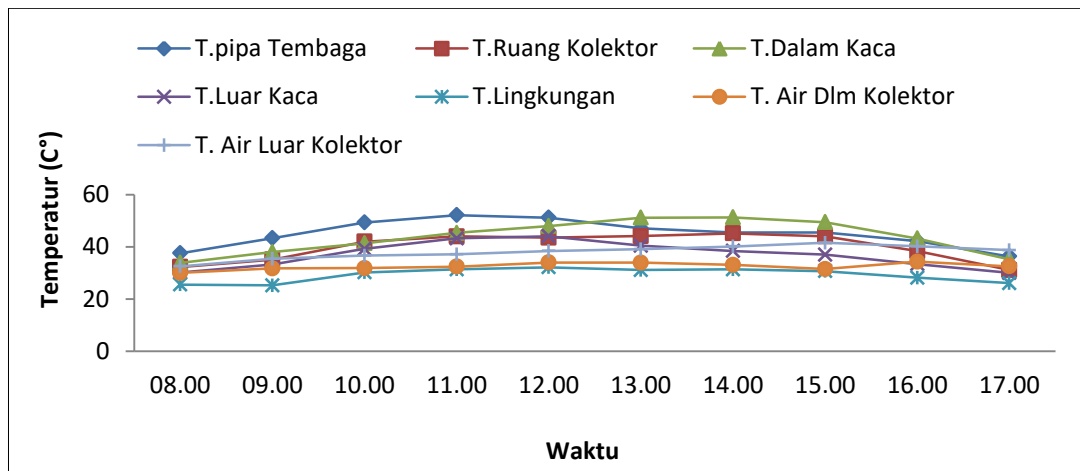
Pada kolektor dengan ketebalan kaca 5 mm hingga 1 jam penelitian masih stabil temperaturnya dan pada pukul 10.00 temperatur pada kolektor 5 mm mengalami kenaikan yang cukup signifikan. Pada pukul 15.00 pada kolektor dengan ketebalan kaca 5 mm mengalami penurunan dikarenakan temperatur lingkungan pada saat penelitian juga mengalami penurunan sehingga mempengaruhi temperatur dari kolektor tersebut.

Tabel 4.3 Data hasil pengujian hari kedua kaca 4 mm

| Waktu | T. Pipa Tembaga | T. Ruang | T. Dalam Kaca | T. Luar Kaca | T.a Dlm Kolektor | T.a Luar Kolektor | T. Lingkungan |
|-----------|-----------------|----------|---------------|--------------|------------------|-------------------|---------------|
| Jam (WIB) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) |
| 08.00 | 37,59 | 32,32 | 33,89 | 30,23 | 32,54 | 30,00 | 25,56 |
| 09.00 | 43,33 | 35,10 | 38,03 | 33,19 | 35,45 | 31,75 | 25,21 |
| 10.00 | 49,35 | 42,00 | 41,39 | 39,25 | 36,65 | 31,85 | 30,21 |
| 11.00 | 52,17 | 44,00 | 45,37 | 43,31 | 37,12 | 32,39 | 31,38 |
| 12.00 | 51,22 | 43,51 | 48,00 | 44,07 | 38,43 | 34,00 | 32,19 |
| 13.00 | 47,06 | 44,13 | 51,21 | 40,48 | 39,12 | 33,94 | 31,12 |
| 14.00 | 45,56 | 45,21 | 51,34 | 38,45 | 40,14 | 33,09 | 31,37 |
| 15.00 | 45,50 | 44,00 | 49,50 | 37,00 | 41,54 | 31,50 | 30,72 |
| 16.00 | 42,21 | 38,39 | 43,21 | 33,42 | 40,23 | 34,35 | 28,19 |
| 17.00 | 36,37 | 31,15 | 35,23 | 30,01 | 38,72 | 32,53 | 26,12 |

Pada hari kedua penelitian pada kolektor dengan ketebalan kaca 4 mm dilihat pada tabel 4.3 data temperatur pada hari kedua penelitian dimana

temperatur tertinggi pada pukul 11.00 dan temperatur terendah berada pada pukul 17.00, Berikut dijelaskan dalam bentuk grafik dibawah ini.



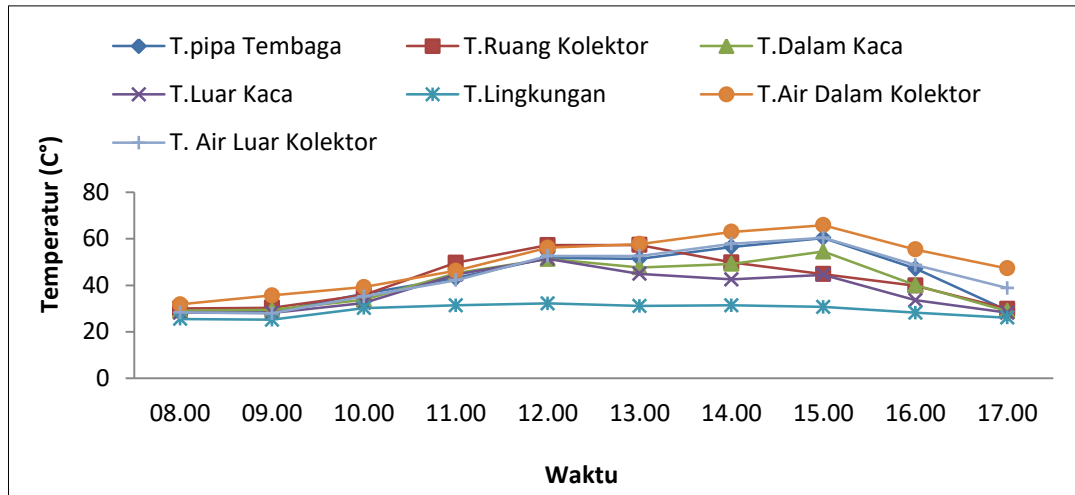
Gambar 4.7 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm hari kedua pengujian.

Dari grafik diatas penelitian hari kedua pada kolektor dengan ketebalan kaca 4 mm, berbeda dengan hari pertama penelitian, kenaikan temperatur pada hari kedua dimulai pada pukul 08.00 dan mengalami penurunan pada pukul 15.00.

Tabel 4.4 Data hasil pengujian hari kedua kaca 5 mm

| Waktu | T. Pipa Tembaga | T. Ruangan | T. Dalam Kaca | T. Luar Kaca | T.a Dlm Kolektor | T.a Luar Kolektor | T. Lingkungan |
|-----------|-----------------|------------|---------------|--------------|------------------|-------------------|---------------|
| Jam (WIB) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) |
| 08.00 | 29,05 | 30,02 | 29,06 | 28,25 | 31,79 | 28,34 | 25,56 |
| 09.00 | 28,58 | 30,37 | 29,45 | 28,18 | 35,65 | 27,98 | 25,21 |
| 10.00 | 36,31 | 35,78 | 33,81 | 32,42 | 39,25 | 35,27 | 30,21 |
| 11.00 | 43,09 | 49,71 | 45,19 | 44,63 | 46,28 | 42,17 | 31,38 |
| 12.00 | 51,86 | 57,28 | 51,35 | 51,42 | 56,19 | 52,63 | 32,19 |
| 13.00 | 51,45 | 57,35 | 47,72 | 44,98 | 57,78 | 52,58 | 31,12 |
| 14.00 | 56,51 | 49,85 | 49,18 | 42,55 | 62,96 | 57,88 | 31,37 |
| 15.00 | 60,37 | 44,81 | 54,52 | 44,51 | 65,85 | 60,41 | 30,72 |
| 16.00 | 47,24 | 39,86 | 40,07 | 33,57 | 55,38 | 48,72 | 28,19 |
| 17.00 | 29,28 | 29,84 | 29,00 | 28,23 | 47,29 | 38,79 | 26,12 |

Pada tabel 4.4 diatas dapat dilihat pada kolektor dengan ketebalan kaca 5 mm, temperatur tertinggi pada pukul 15.00 dan temperatur terendah pada pukul 08.00 , berikut dibawah ini ditampilkan grafik naik dan turun temperatur pada kolektor.



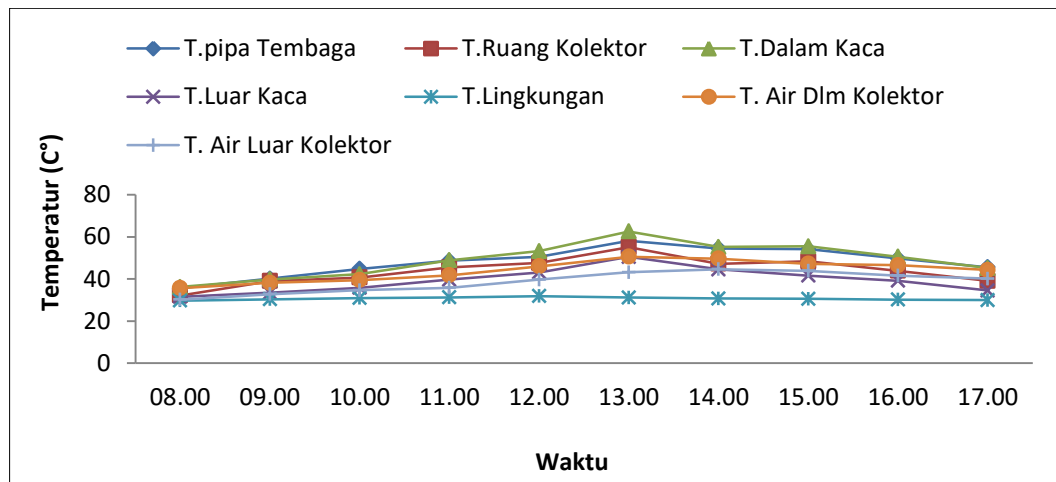
Gambar 4.8 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 5 mm hari kedua pengujian.

Pada kolektor dengan ketebalan kaca 5 mm pada hari kedua sama dengan hari pertama terlihat kenaikan temperatur pada pukul 10.00 Pada kolektor 5 mm mengalami penurunan temperatur pada kolektor pukul 15.00, hal tersebut terjadi dikarenakan pengaruh ketebalan kaca yang digunakan akan mempengaruhi proses pembiasan. Semakin tipis ketebalan yang digunakan maka kalor yang akan terserap akan semakin cepat dan akan semakin cepat pula terbuangnya begitu sebaliknya, semakin tebal kaca yang digunakan maka kalor yang terserap akan lambat dan terbuangnya kalor akan lambat pula.

Tabel 4.5 Data hasil pengujian hari ketiga kaca 4 mm

| Waktu | T. Pipa Tembaga | T. Ruangan | T. Dalam Kaca | T. Luar Kaca | T.a Dlm Kolektor | T.a Luar Kolektor | T. Lingkungan |
|-----------|-----------------|------------|---------------|--------------|------------------|-------------------|---------------|
| Jam (WIB) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) |
| 08.00 | 35,55 | 32,13 | 36,18 | 31,56 | 35,67 | 30,21 | 29,71 |
| 09.00 | 40,14 | 38,98 | 39,78 | 33,42 | 38,14 | 32,78 | 30,35 |
| 10.00 | 44,78 | 40,69 | 42,27 | 35,78 | 39,45 | 34,67 | 30,95 |
| 11.00 | 48,67 | 45,50 | 48,87 | 39,69 | 41,77 | 35,78 | 31,28 |
| 12.00 | 50,50 | 47,56 | 53,19 | 43,11 | 45,98 | 39,65 | 31,85 |
| 13.00 | 58,19 | 55,14 | 62,59 | 50,50 | 50,58 | 43,18 | 31,19 |
| 14.00 | 54,50 | 47,19 | 55,19 | 44,58 | 49,63 | 44,59 | 30,75 |
| 15.00 | 54,15 | 48,32 | 55,50 | 41,62 | 47,19 | 43,90 | 30,59 |
| 16.00 | 49,71 | 43,90 | 50,59 | 39,17 | 46,55 | 41,57 | 30,16 |
| 17.00 | 45,55 | 39,11 | 45,14 | 34,51 | 44,25 | 40,12 | 29,96 |

Dari tabel diatas jelas dilihat kenaikan temperatur di dalam kolektor dimulai pada pagi hari, hasil tabel diatas dijelaskan dalam bentuk grafik dibawah ini.



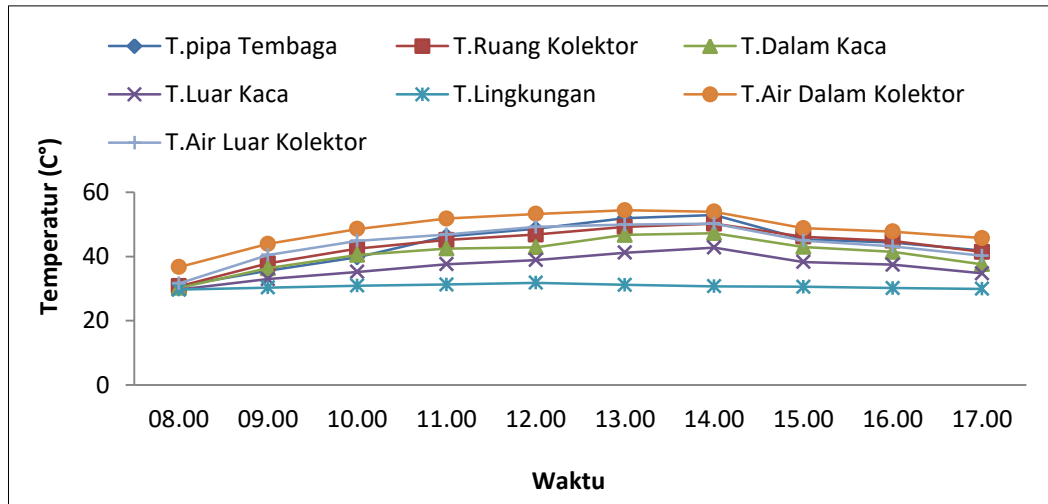
Gambar 4.9 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm hari ketiga pengujian.

Grafik diatas menggambarkan kenaikan temperatur yang bertahap pada kolektor dengan ketebalan kaca 4 mm dan mengalami penurunan menjelang sore hari dikarenakan intensitas matahari mulai menurun. Sehingga dapat berpengaruh terhadap temperatur pada kolektor.

Tabel 4.6 Data hasil pengujian hari ketiga kaca 5 mm

| Waktu | T. Pipa Tembaga | T. Ruangan | T. Dalam Kaca | T. Luar Kaca | T.a Dlm Kolektor | T.a Luar Kolektor | T. Lingkungan |
|-----------|-----------------|------------|---------------|--------------|------------------|-------------------|---------------|
| Jam (WIB) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) |
| 08.00 | 30,83 | 30,71 | 30,22 | 29,75 | 36,72 | 31,64 | 29,71 |
| 09.00 | 35,62 | 37,85 | 36,36 | 32,97 | 43,92 | 40,48 | 30,35 |
| 10.00 | 39,74 | 42,50 | 40,48 | 35,20 | 48,59 | 44,91 | 30,95 |
| 11.00 | 46,26 | 45,11 | 42,51 | 37,61 | 51,81 | 46,86 | 31,28 |
| 12.00 | 48,61 | 46,83 | 42,89 | 38,89 | 53,28 | 49,23 | 31,85 |
| 13.00 | 51,97 | 49,20 | 46,72 | 41,22 | 54,41 | 49,93 | 31,19 |
| 14.00 | 52,93 | 50,22 | 47,28 | 42,78 | 53,96 | 50,27 | 30,75 |
| 15.00 | 45,32 | 46,19 | 43,00 | 38,31 | 48,82 | 45,00 | 30,59 |
| 16.00 | 44,36 | 44,91 | 41,45 | 37,48 | 47,79 | 43,21 | 30,16 |
| 17.00 | 41,88 | 41,46 | 37,61 | 34,79 | 45,75 | 40,25 | 29,96 |

Pada tabel 4.6 hari ketiga pengujian pada kolektor dengan ketebalan kaca penutup 5 mm temperatur tertinggi pada pukul 14.00 dan temperatur terendah pada pukul 08.00, Dibawah ini ditampilkan dalam bentuk grafik.



Gambar 4.10 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 5 mm hari ketiga pengujian.

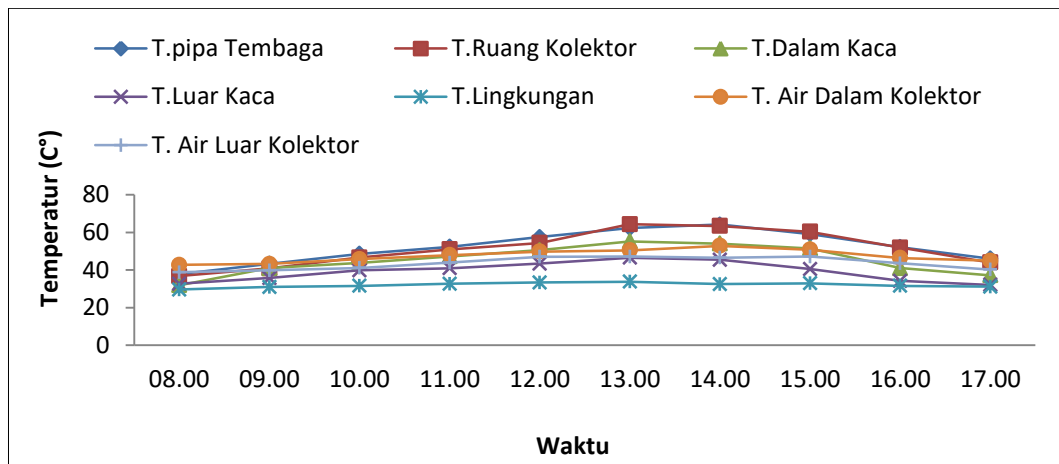
Dengan melihat grafik data hasil pengujian hari ketiga visualisasi dari tabel yang menyatakan kenaikan temperatur pada kolektor dengan ketebalan 5mm menunjukkan kenaikan yang baik secara bertahap dan penurunan temperatur secara bertahap.

Tabel 4.7 Data hasil pengujian hari keempat kaca 4 mm

| Waktu | T. Pipa Tembaga | T. Ruangan | T. Dalam Kaca | T. Luar Kaca | T.a dlm kolektor | T.a luar kolektor | T. Lingkungan |
|-----------|-----------------|------------|---------------|--------------|------------------|-------------------|---------------|
| Jam (WIB) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) |
| 08.00 | 37,82 | 36,73 | 31,87 | 32,66 | 42,67 | 38,77 | 29,61 |
| 09.00 | 43,32 | 40,80 | 40,98 | 35,74 | 43,19 | 39,79 | 30,95 |
| 10.00 | 48,58 | 46,62 | 43,75 | 39,83 | 45,76 | 41,10 | 31,57 |
| 11.00 | 52,30 | 50,94 | 47,21 | 40,87 | 47,92 | 43,87 | 32,62 |
| 12.00 | 57,50 | 54,37 | 50,50 | 43,39 | 49,74 | 47,07 | 33,36 |
| 13.00 | 62,29 | 64,35 | 55,19 | 46,48 | 50,41 | 47,12 | 33,78 |
| 14.00 | 64,14 | 63,41 | 54,04 | 45,38 | 52,81 | 46,51 | 32,47 |
| 15.00 | 59,12 | 60,33 | 51,50 | 40,50 | 50,76 | 47,11 | 32,91 |
| 16.00 | 52,17 | 51,87 | 41,00 | 34,21 | 46,31 | 43,56 | 31,55 |
| 17.00 | 46,02 | 44,00 | 37,15 | 32,09 | 44,88 | 40,26 | 31,10 |

Jika dilihat pada tabel pengujian pada hari keempat, pada kolektor dengan ketebalan kaca 4 mm temperatur lebih tinggi dibandingkan dengan hari sebelumnya dikarenakan temperatur lingkungan lebih tinggi dibandingkan hari

sebelumnya. Berikut akan ditampilkan kenaikan temperatur pengujian dalam grafik dibawah ini.



Gambar 4.11 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm hari keempat pengujian.

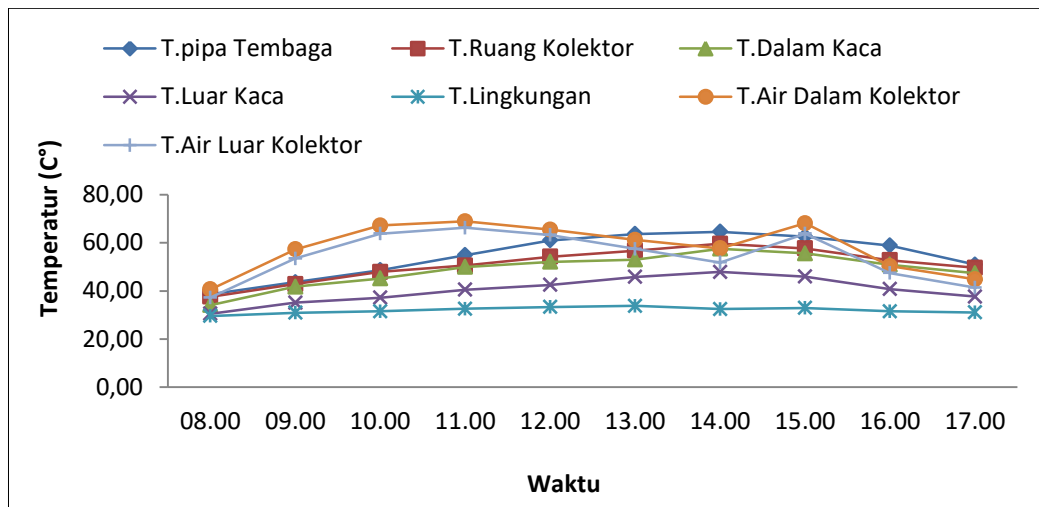
Dari grafik diatas dapat dilihat pada kolektor dengan ketebalan kaca 4 mm temperatur pada kolektor tersebut mengalami kenaikan temperatur secara bertahap dari pukul 08.00 sudah mengalami kenaikan temperatur dan pada pukul 15.00 mengalami penurunan secara bertahap, untuk tabel dan grafik pada penelitian hari keempat pada kolektor dengan ketebalan kaca 5 dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 4.8 Data hasil pengujian hari keempat kaca 5 mm

| Waktu | T. Pipa Tembaga | T. Ruang | T. Dalam Kaca | T. Luar Kaca | T.a Dlm Kolektor | T.a Luar Kolektor | T. Lingkungan |
|-----------|-----------------|----------|---------------|--------------|------------------|-------------------|---------------|
| Jam (WIB) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) |
| 08.00 | 38,60 | 37,59 | 34,15 | 30,52 | 40,67 | 37,26 | 29,61 |
| 09.00 | 43,67 | 42,84 | 41,81 | 35,14 | 57,29 | 53,53 | 30,95 |
| 10.00 | 48,62 | 47,92 | 45,17 | 37,19 | 67,18 | 63,82 | 31,57 |
| 11.00 | 54,89 | 50,59 | 49,98 | 40,54 | 68,92 | 66,29 | 32,62 |
| 12.00 | 61,00 | 54,20 | 52,11 | 42,50 | 65,45 | 63,25 | 33,36 |
| 13.00 | 63,71 | 56,75 | 53,05 | 45,85 | 61,22 | 57,48 | 33,78 |
| 14.00 | 64,58 | 59,61 | 57,57 | 47,89 | 57,72 | 51,81 | 32,47 |
| 15.00 | 62,62 | 57,69 | 55,61 | 46,00 | 68,11 | 63,79 | 32,91 |
| 16.00 | 58,86 | 52,77 | 50,88 | 40,81 | 50,31 | 47,42 | 31,55 |
| 17.00 | 50,94 | 49,61 | 47,41 | 37,64 | 44,88 | 41,37 | 31,10 |

Pada kolektor dengan ketebalan kaca 5 mm dilihat dari tabel diatas temperatur mengalami kenaikan dan penurunan, temperatur tertinggi pada pukul

14.00 sedangkan temperatur terendah pada pukul 08.00. Grafik dapat dilihat dibawah ini.



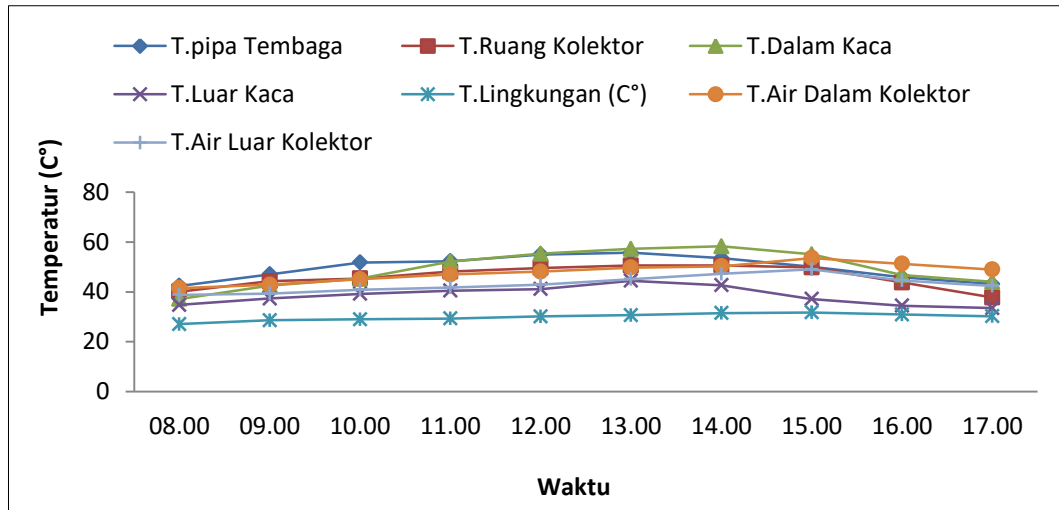
Gambar 4.12 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 5 mm hari keempat pengujian.

Melihat grafik diatas pada kaca dengan ketebalan 5 mm pada hari keempat pengujian kenaikan temperatur pada kolektor tersebut dimulai pada pukul 08.00 dan terus mengalami kenaikan temperatur secara bertahap dan pada pukul 14.00 temperatur yang ada pada kolektor mengalami penurunan hal tersebut dikarenakan intensitas terus menurun sehingga berpengaruh terhadap temperatur pada kolektor.

Tabel 4.9 Data hasil pengujian hari kelima kaca 4 mm

| Waktu | T. Pipa Tembaga | T. Ruang | T. Dalam Kaca | T. Luar Kaca | T.a dlm kolektor | T.a luar kolektor | T. Lingkungan |
|-----------|-----------------|----------|---------------|--------------|------------------|-------------------|---------------|
| Jam (WIB) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) |
| 08.00 | 42,39 | 40,13 | 37,17 | 34,79 | 41,54 | 38,83 | 27,07 |
| 09.00 | 47,06 | 44,28 | 42,57 | 37,33 | 42,87 | 39,33 | 28,58 |
| 10.00 | 51,79 | 45,38 | 45,33 | 39,19 | 45,05 | 40,89 | 28,96 |
| 11.00 | 52,31 | 48,14 | 52,15 | 40,49 | 46,94 | 41,79 | 29,31 |
| 12.00 | 54,97 | 49,61 | 55,33 | 41,15 | 48,12 | 42,95 | 30,12 |
| 13.00 | 55,73 | 50,56 | 57,25 | 44,45 | 49,76 | 45,13 | 30,69 |
| 14.00 | 53,51 | 50,57 | 58,26 | 42,67 | 50,24 | 47,25 | 31,49 |
| 15.00 | 50,12 | 49,79 | 55,08 | 37,15 | 53,61 | 49,05 | 31,72 |
| 16.00 | 45,86 | 43,75 | 46,76 | 34,43 | 51,25 | 44,59 | 30,89 |
| 17.00 | 43,13 | 37,75 | 44,03 | 33,47 | 48,98 | 42,39 | 30,21 |

Dari tabel diatas dapat pada hari kelima pengujian temperatur pada kolektor lebih rendah dibandingkan hari ke empat pada kaca 4 mm , naik dan turunnya temperatur pada kolektor ini dipengaruhi oleh cuaca pada saat penelitian. Grafik kenaikan temperatur dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



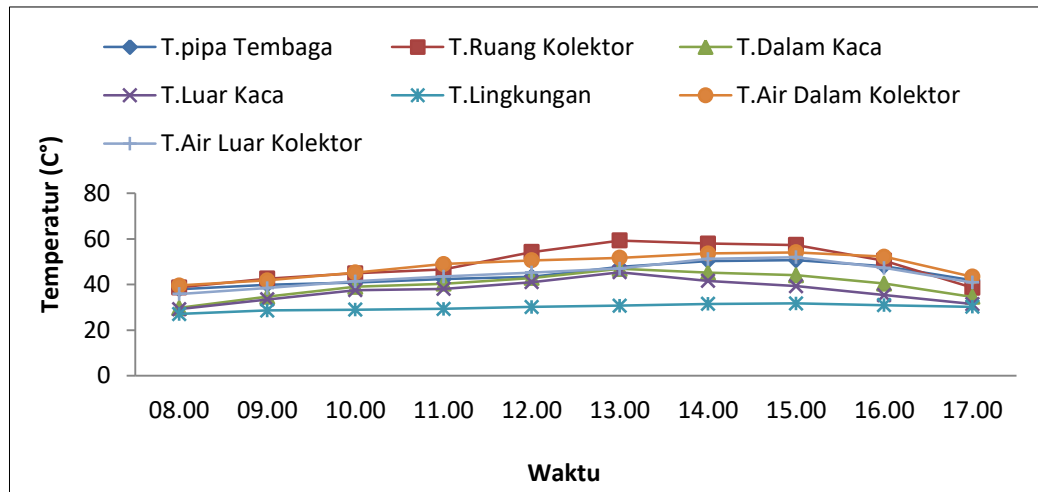
Gambar 4.13 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm hari kelima pengujian.

Grafik diatas menunjukkan adanya kenaikan secara bertahap pada temperatur kolektor dengan ketebalan kaca 4 mm, dimulai pada pukul 08.00 dapat dilihat kenaikan temperatur secara bertahap hingga pada pukul 15.00 temperatur pada kolektor dengan ketebalan 4 mm mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan intensitas matahari pada sore hari mengalami penurunan.

Tabel 4.10 Data hasil pengujian hari kelima kaca 5 mm

| Waktu | T. Pipa Tembaga | T. Ruang | T. Dalam Kaca | T. Luar Kaca | T.a Dlm Kolektor | T.a Luar Kolektor | T. Lingkungan |
|-----------|-----------------|----------|---------------|--------------|------------------|-------------------|---------------|
| Jam (WIB) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) |
| 08.00 | 37,91 | 38,72 | 29,72 | 29,18 | 39,55 | 35,83 | 27,07 |
| 09.00 | 39,87 | 42,55 | 34,61 | 33,46 | 41,77 | 38,41 | 28,58 |
| 10.00 | 40,82 | 44,89 | 39,00 | 37,51 | 45,26 | 41,35 | 28,96 |
| 11.00 | 42,34 | 46,62 | 40,34 | 38,11 | 48,98 | 43,50 | 29,31 |
| 12.00 | 43,39 | 54,25 | 42,85 | 41,05 | 50,58 | 45,22 | 30,12 |
| 13.00 | 47,72 | 59,30 | 46,88 | 45,40 | 51,72 | 46,97 | 30,69 |
| 14.00 | 50,27 | 57,92 | 45,20 | 41,61 | 53,62 | 51,21 | 31,49 |
| 15.00 | 50,62 | 57,28 | 44,03 | 39,27 | 54,11 | 51,98 | 31,72 |
| 16.00 | 48,03 | 50,42 | 40,41 | 35,32 | 52,17 | 47,26 | 30,89 |
| 17.00 | 41,89 | 38,55 | 34,58 | 31,39 | 43,40 | 40,89 | 30,21 |

Dari tabel diatas dapat dilihat pada dihari kelima pengujian, temperatur pada kolektor dengan ketebalan kaca 5 mm kenaikan temperatur lebih lambat kenaikannya dibandingkan dengan kolektor ketebalan kaca 4 mm, dijelaskan dalam bentuk grafik dibawah ini.



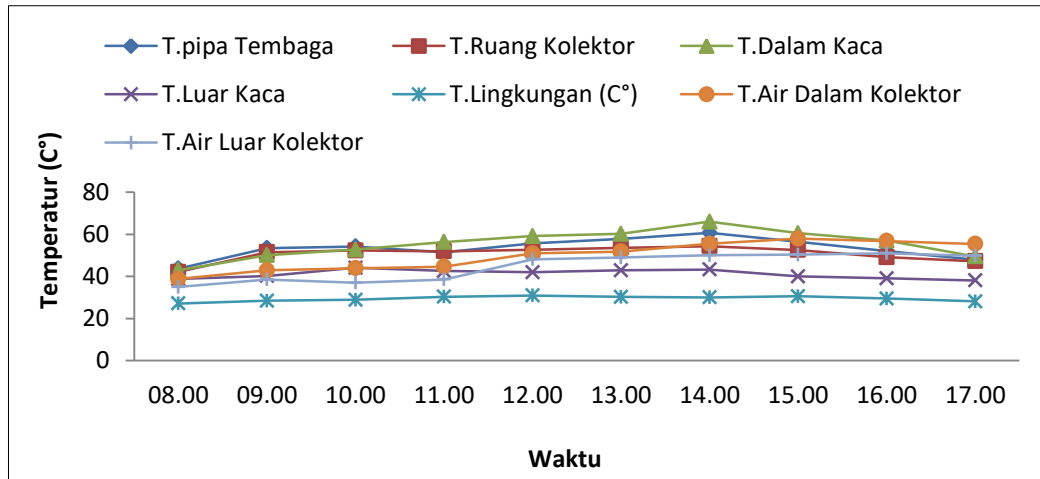
Gambar 4.14 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 5 mm hari kelima pengujian.

Pada hari kelima penelitian pada kolektor dengan ketebalan kaca 5 mm mengalami kenaikan pada pukul 08.00, hari ke lima penelitian intensitas matahari lebih rendah dibandingkan dengan penelitian di hari keempat sehingga berpengaruh terhadap temperatur didalam kolektor.

Tabel 4.11 Data hasil pengujian hari keenam kaca 4 mm

| Waktu | T. Pipa Tembaga | T. Ruang | T. Dalam Kaca | T. Luar Kaca | T.a dlm kolektor | T.a luar kolektor | T. Lingkungan |
|-----------|-----------------|----------|---------------|--------------|------------------|-------------------|---------------|
| Jam (WIB) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) |
| 08.00 | 43,71 | 42,11 | 42,98 | 38,76 | 38,77 | 35,00 | 27,12 |
| 09.00 | 53,42 | 51,50 | 50,13 | 40,19 | 42,89 | 38,52 | 28,41 |
| 10.00 | 54,23 | 52,34 | 52,76 | 44,11 | 43,85 | 37,00 | 28,87 |
| 11.00 | 51,41 | 51,89 | 56,33 | 42,57 | 44,64 | 38,51 | 30,33 |
| 12.00 | 55,76 | 52,63 | 59,13 | 41,97 | 50,95 | 48,14 | 30,91 |
| 13.00 | 57,75 | 53,56 | 60,23 | 42,86 | 51,78 | 48,97 | 30,25 |
| 14.00 | 60,67 | 54,34 | 65,98 | 43,27 | 55,48 | 50,00 | 30,59 |
| 15.00 | 56,50 | 52,50 | 60,50 | 40,00 | 57,95 | 50,30 | 30,02 |
| 16.00 | 52,00 | 49,11 | 57,00 | 39,11 | 56,79 | 51,00 | 29,51 |
| 17.00 | 48,00 | 47,25 | 49,50 | 38,09 | 55,42 | 49,77 | 28,11 |

Jika dilihat pada tabel pengujian pada hari keenam pada kolektor 4 mm terlihat temperatur tertinggi pada pukul 14.00 dan temperatur terendah berada pada pukul 08.00, dijelaskan dalam grafik dibawah ini.



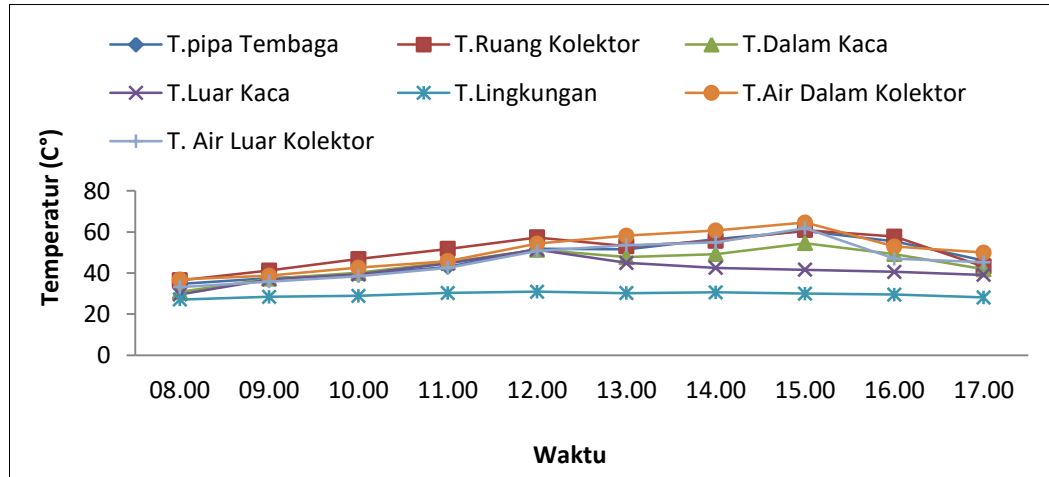
Gambar 4.15 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm hari keenam pengujian.

Dengan melihat grafik diatas dapat dilihat pada penelitian keenam dengan ketebalan kaca kolektor 4 mm mengalami kenaikan mulai pukul 08.00 dan mengalami kenaikan temperatur secara bertahap serta mengalami penurunan temperatur pada kolektor pukul 14.00 dikarenakan intensitas matahari pada sore hari mengalami penurunan sehingga mempengaruhi temperatur pada kolektor.

Tabel 4.12 Data hasil pengujian hari keenam kaca 5 mm

| Waktu | T. Pipa Tembaga | T. Ruang | T. Dalam Kaca | T. Luar Kaca | T.a Dlm Kolektor | T.a Luar Kolektor | T. Lingkungan |
|-----------|-----------------|----------|---------------|--------------|------------------|-------------------|---------------|
| Jam (WIB) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) |
| 08.00 | 34,71 | 36,42 | 30,87 | 29,61 | 36,87 | 33,17 | 27,12 |
| 09.00 | 37,50 | 41,18 | 37,24 | 36,88 | 38,72 | 35,82 | 28,41 |
| 10.00 | 39,24 | 46,83 | 40,13 | 39,29 | 42,62 | 38,45 | 28,87 |
| 11.00 | 43,00 | 51,72 | 45,19 | 44,63 | 45,82 | 42,50 | 30,33 |
| 12.00 | 51,82 | 57,29 | 51,33 | 51,42 | 54,28 | 50,71 | 30,91 |
| 13.00 | 51,45 | 53,00 | 47,72 | 44,93 | 58,19 | 53,58 | 30,25 |
| 14.00 | 56,51 | 55,62 | 49,18 | 42,52 | 60,69 | 54,89 | 30,59 |
| 15.00 | 60,39 | 60,88 | 54,52 | 41,55 | 64,57 | 61,83 | 30,02 |
| 16.00 | 55,35 | 57,74 | 49,19 | 40,60 | 52,85 | 46,97 | 29,51 |
| 17.00 | 46,14 | 43,12 | 41,82 | 39,12 | 49,92 | 45,22 | 28,11 |

Dari tabel diatas hari keenam pengujian pada kolektor dengan ketebalan kaca 5 mm terlihat temperatur tertinggi berada pada pukul 15.00 dan temperatur terendah berada pada pukul 08.00. Berikut grafik temperatur hari keenam.



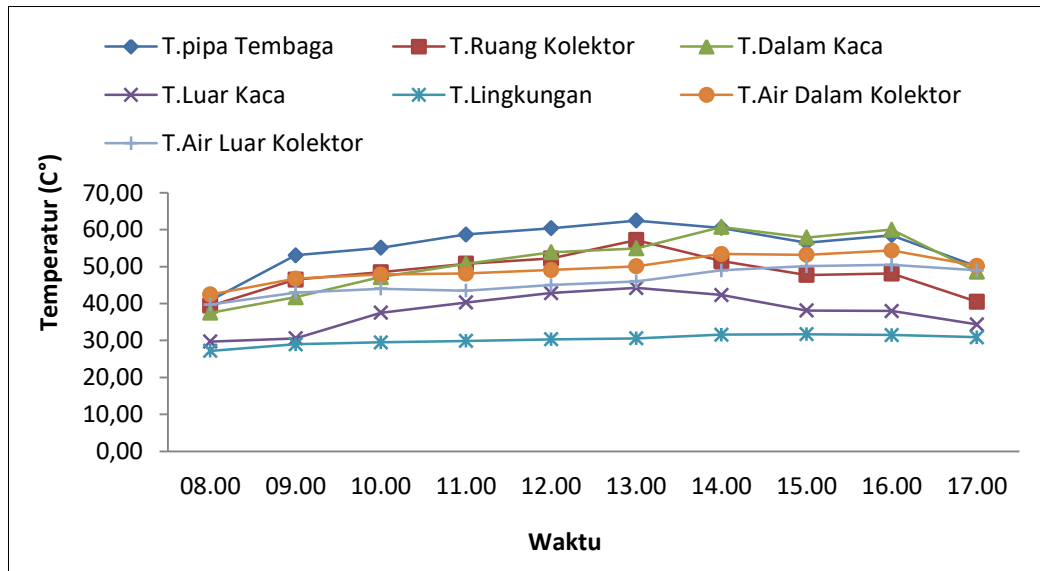
Gambar 4.16 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 5 mm hari keenam pengujian.

Dari gambar grafik diatas dapat dilihat kenaikan temperatur kolektor sama dengan hari sebelumnya mulai mengalami kenaikan temperatur pada pukul 08.00 dan pada pukul 12.00 mengalami penurunan temperatur dan pada pukul 13.00 mengalami kenaikan kembali secara bertahap dan pada pukul 15.00 hingga selesai penelitian mengalami penurunan secara bertahap.

Tabel 4.13 Data hasil pengujian hari ketujuh kaca 4 mm

| Waktu | T. Pipa Tembaga | T. Ruangan | T. Dalam Kaca | T. Luar Kaca | T.a dlm kolektor | T.a luar kolektor | T. Lingkungan |
|-----------|-----------------|------------|---------------|--------------|------------------|-------------------|---------------|
| Jam (WIB) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) |
| 08.00 | 40,90 | 39,41 | 37,51 | 29,73 | 42,45 | 39,73 | 27,20 |
| 09.00 | 53,10 | 46,50 | 41,72 | 30,57 | 46,76 | 43,00 | 28,96 |
| 10.00 | 55,10 | 48,50 | 47,17 | 37,50 | 47,89 | 44,00 | 29,49 |
| 11.00 | 58,70 | 50,80 | 50,79 | 40,30 | 48,12 | 43,50 | 29,91 |
| 12.00 | 60,40 | 52,20 | 53,92 | 42,83 | 49,09 | 45,00 | 30,31 |
| 13.00 | 62,50 | 57,20 | 54,93 | 44,24 | 50,11 | 46,00 | 30,60 |
| 14.00 | 60,50 | 51,50 | 60,76 | 42,35 | 53,42 | 49,00 | 31,59 |
| 15.00 | 56,50 | 47,76 | 57,89 | 38,14 | 53,19 | 50,13 | 31,72 |
| 16.00 | 58,51 | 48,16 | 60,00 | 38,00 | 54,38 | 50,46 | 31,48 |
| 17.00 | 50,11 | 40,51 | 48,67 | 34,35 | 50,21 | 49,00 | 30,89 |

Tabel diatas terlihat pada penelitian ketujuh dengan ketebalan kolektor kaca 4 mm, temperatur tertinggi pada pukul 13.00 dan temperatur terendah pada pukul 08.00. Berikut dijelaskan dalam grafik dibawah ini.



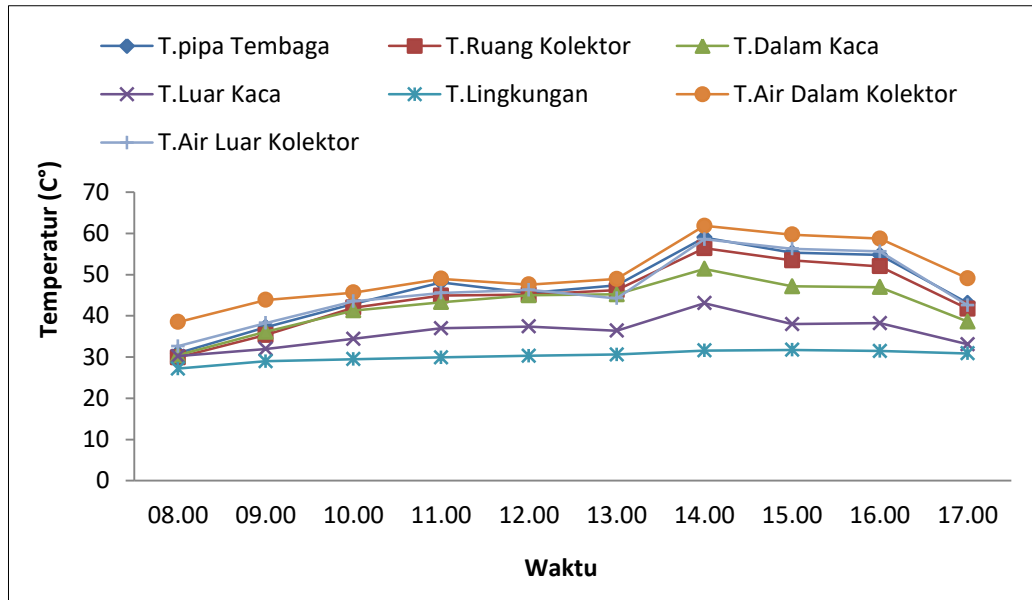
Gambar 4.17 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm hari ketujuh pengujian

Pada hari ketujuh penelitian pada kolektor dengan ketebalan kaca 4 mm grafik diatas menggambarkan terjadinya kenaikan temperatur secara bertahap dan mengalami penurunan menjelang sore hari dikarenakan intensitas matahari mulai menurun, sehingga mempengaruhi temperatur pada kolektor.

Tabel 4.14 Data hasil pengujian hari ketujuh kaca 5 mm

| Waktu | T. Pipa Tembaga | T. Ruang | T. Dalam Kaca | T. Luar Kaca | T.a Dlm Kolektor | T.a Luar Kolektor | T. Lingkungan |
|-----------|-----------------|----------|---------------|--------------|------------------|-------------------|---------------|
| Jam (WIB) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) |
| 08.00 | 30,92 | 29,89 | 30,47 | 30,21 | 38,50 | 32,63 | 27,20 |
| 09.00 | 37,24 | 35,34 | 36,13 | 31,96 | 43,86 | 38,27 | 28,96 |
| 10.00 | 42,91 | 42,00 | 41,29 | 34,42 | 45,65 | 43,53 | 29,49 |
| 11.00 | 48,12 | 44,89 | 43,32 | 36,97 | 48,98 | 45,55 | 29,91 |
| 12.00 | 45,55 | 45,13 | 44,97 | 37,42 | 47,58 | 46,31 | 30,31 |
| 13.00 | 47,41 | 46,21 | 45,22 | 36,38 | 48,92 | 44,22 | 30,60 |
| 14.00 | 59,00 | 56,38 | 51,37 | 43,06 | 61,82 | 58,56 | 31,59 |
| 15.00 | 55,29 | 53,44 | 47,14 | 37,98 | 59,70 | 56,29 | 31,72 |
| 16.00 | 54,75 | 52,00 | 46,95 | 38,22 | 58,72 | 55,61 | 31,48 |
| 17.00 | 43,12 | 41,71 | 38,62 | 33,11 | 49,11 | 42,56 | 30,89 |

Dari tabel diatas dapat dilihat pada hari ketujuh penelitian kolektor dengan ketebalan kaca 5 mm, temperatur tertinggi berada pada pukul 14.00 dan temperatur terendah pada pukul 08.00, berikut dibawah ini ditampilkan kenaikan dan penurunan temperatur pengujian pada kolektor 5 mm dalam bentuk grafik.



Gambar 4.18 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 5 mm hari ketujuh pengujian.

Grafik diatas menunjukkan kenaikan temperatur secara bertahap pada kolektor dengan ketebalan kaca 5 mm pada pukul 08.00 dan pada pukul 13:00 temperatur pada kolektor mengalami kenaikan cukup signifikan dikarenakan intensitas matahari pada pukul 13:00 naik, sehingga kolektor menyerap panas tersebut dan mengalami kenaikan pada temperatur di kolektor dengan ketebalan 5 mm.

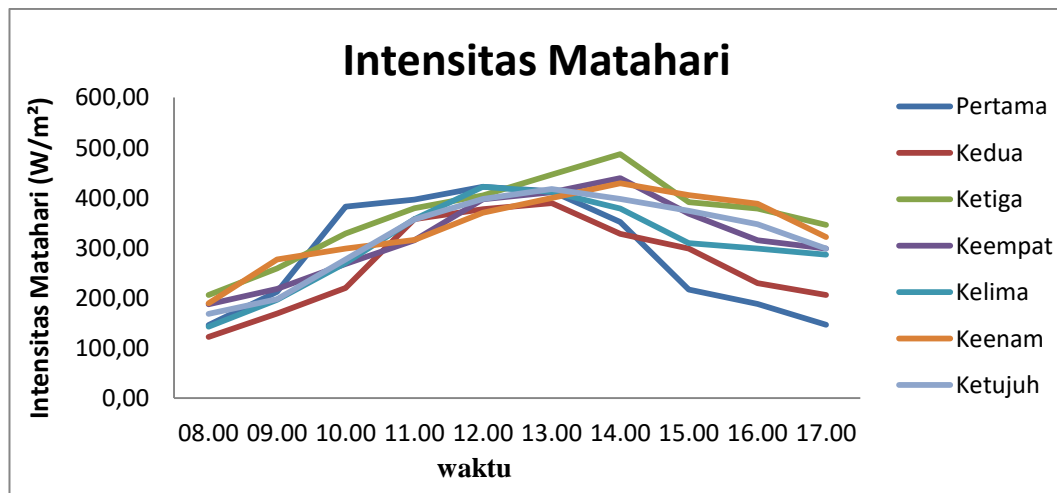
4.1.2 Data Intensitas Matahari

Pada penelitian ini posisi matahari berada diarah timur ke barat, sehingga peneliti meletakkan alat desalinasi kearah selatan yang bertujuan pada saat sore hari sinar matahari tidak akan akan membelakangi alat desalinasi yang dapat menyebabkan berkurangnya kinerja pada alat desalinasi. Intensitas matahari sangat mempengaruhi temperatur permukaan kaca, berikut akan ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 4.15 Data Intensitas matahari setiap hari pengujian.

| Waktu | Intensitas Matahari W/m ² | | | | | | |
|-------|--------------------------------------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|
| | Pertama | Kedua | Ketiga | Keempat | Kelima | Keenam | Ketujuh |
| 08.00 | 145,78 | 121,76 | 205,78 | 187,45 | 142,65 | 188,98 | 167,87 |
| 09.00 | 212,40 | 168,51 | 258,56 | 217,87 | 196,11 | 276,45 | 197,56 |
| 10.00 | 382,40 | 219,67 | 328,43 | 267,65 | 269,51 | 298,34 | 276,87 |
| 11.00 | 396,18 | 357,45 | 378,91 | 315,21 | 357,19 | 315,66 | 356,78 |
| 12.00 | 421,60 | 377,31 | 404,67 | 397,14 | 421,78 | 369,79 | 397,45 |
| 13.00 | 413,10 | 389,14 | 446,32 | 410,67 | 411,89 | 399,13 | 417,23 |
| 14.00 | 351,80 | 327,98 | 487,12 | 438,98 | 378,43 | 428,67 | 397,67 |
| 15.00 | 216,78 | 298,32 | 391,11 | 367,87 | 309,16 | 405,21 | 374,12 |
| 16.00 | 187,67 | 229,41 | 378,22 | 315,25 | 298,67 | 387,98 | 346,97 |
| 17.00 | 145,98 | 205,78 | 345,67 | 298,67 | 286,43 | 321,19 | 298,18 |

Dengan melihat tabel diatas maka jelas terlihat tinggi rendahnya intensitas matahari pada setiap pengujiannya , hal ini sangat mempengaruhi panas dari kolektor dan juga air yang dihasilkan dari alat desalinasi pada saat pengujian. Pada tabel diatas terlihat intensitas matahari tertinggi pada pengujian hari keenam, hal tersebut dikarenakan cuaca sangat cerah dan intensitas matahari terendah pada hari pertama pengujian dikarenakan cuaca mendung. Grafik intensitas matahari dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.19 Grafik waktu terhadap intensitas matahari pada setiap hari pengujian.

Pada gambar grafik diatas dapat dilihat naik dan turunya intensitas matahari pada saat pengujian yang terjadi setiap hari. Hal tersebut terjadi disebabkan

adanya hujan atau awan yang melintas menutupi sinar matahari sehingga berpengaruh pada saat pengujian dan dapat mengurangi panas dari kolektor.

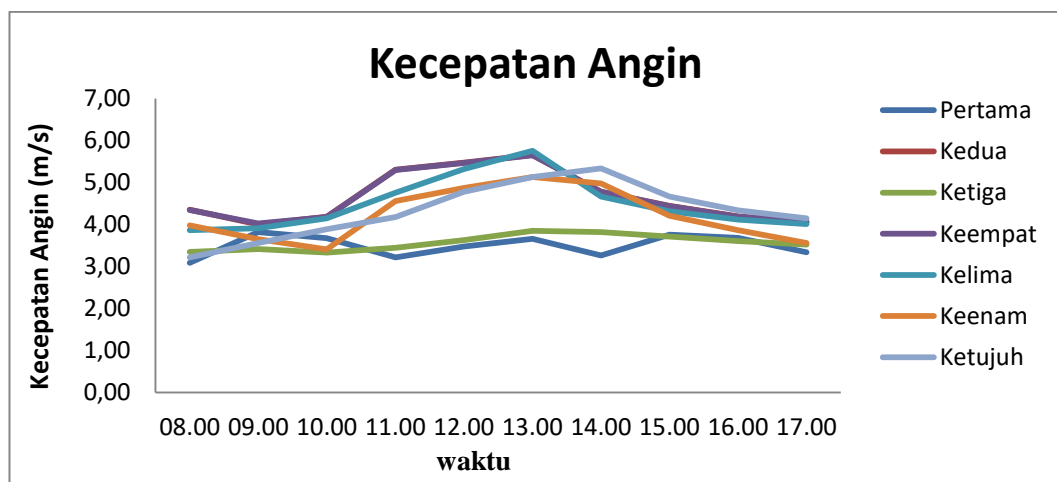
4.1.3 Data Kecepatan Angin

Pada saat melakukan pengujian kecepatan angin yang terhembus pada lingkungan pengujian dapat mempengaruhi laju perpindahan panas pada permukaan kolektor. Untuk data kecepatan angin hasil pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.16 Data kecepatan angin setiap hari pengujian.

| Waktu | Kecepatan Angin (m/s) | | | | | | |
|-------|-----------------------|-------|--------|---------|--------|--------|---------|
| | Pertama | Kedua | Ketiga | Keempat | Kelima | Keenam | Ketujuh |
| 08.00 | 3,09 | 4,35 | 3,35 | 4,35 | 3,87 | 3,98 | 3,22 |
| 09.00 | 3,82 | 4,00 | 3,42 | 4,03 | 3,91 | 3,65 | 3,56 |
| 10.00 | 3,67 | 4,19 | 3,33 | 4,18 | 4,15 | 3,41 | 3,89 |
| 11.00 | 3,22 | 5,31 | 3,45 | 5,30 | 4,76 | 4,56 | 4,18 |
| 12.00 | 3,47 | 5,48 | 3,63 | 5,47 | 5,32 | 4,87 | 4,78 |
| 13.00 | 3,66 | 5,66 | 3,85 | 5,65 | 5,76 | 5,13 | 5,13 |
| 14.00 | 3,27 | 4,78 | 3,82 | 4,78 | 4,67 | 4,98 | 5,34 |
| 15.00 | 3,76 | 4,45 | 3,71 | 4,44 | 4,32 | 4,21 | 4,67 |
| 16.00 | 3,69 | 4,20 | 3,61 | 4,19 | 4,12 | 3,87 | 4,34 |
| 17.00 | 3,34 | 4,07 | 3,52 | 4,06 | 4,01 | 3,56 | 4,15 |

Dapat dilihat pada tabel diatas data kecepatan angin pada setiap hari pengujian dan dapat dilihat pada gambar berikut grafik kecepatan angin setiap harinya.



Gambar 4.20 Grafik waktu terhadap kecepatan angin pada setiap hari pengujian.

Grafik diatas menampilkan grafik kecepatan angin setiap harinya , dan dilihat naik turunnya kecepatan angin pada setiap hari pengujian kecepatan angin tertinggi pada hari kedua dan hari keempat dan kecepatan angin terendah pada hari pertama pengujian.

4.2 Pembahasan Data Hasil Pengujian.

4.2.1 Jumlah Air Bersih Hasil Pengujian

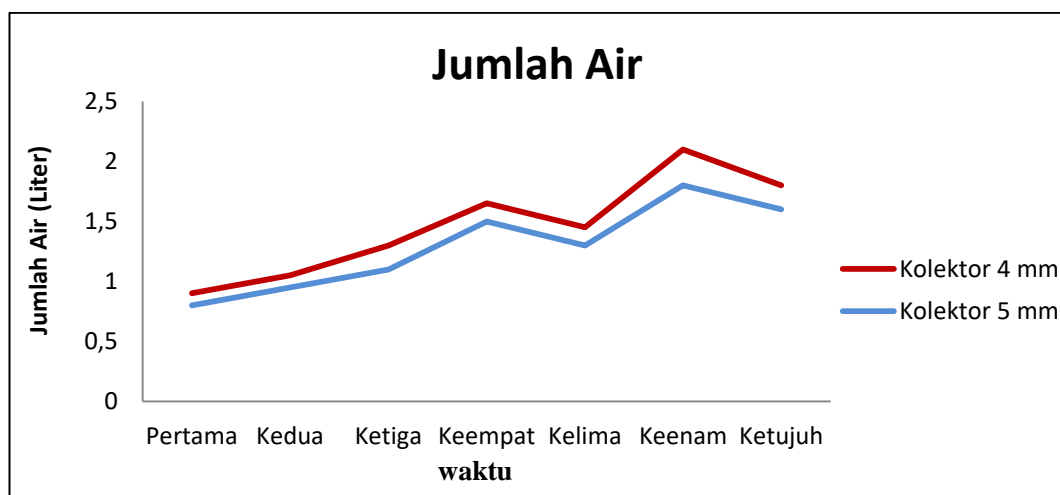
Air bersih yang dihasilkan dari alat desalinasi dilihat dan diukur setiap harinya, untuk mengetahui jumlah air yang dihasilkan dan dapat membandingkan jumlah air dari kolektor ketebalan kaca 4 mm dengan kolektor ketebalan kaca 5 mm. Data perbandingan jumlah air dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.17 Data perbandingan jumlah air hasil pengujian.

| Penelitian | Jumlah Air (Liter) | |
|------------|--------------------|---------------|
| | Kolektor 4 mm | Kolektor 5 mm |
| Pertama | 0,9 | 0,8 |
| Kedua | 1,05 | 0,95 |
| Ketiga | 1,3 | 1,1 |
| Keempat | 1,65 | 1,5 |
| Kelima | 1,45 | 1,3 |
| Keenam | 2,1 | 1,8 |
| Ketujuh | 1,8 | 1,6 |
| Total | 10,25 | 9,05 |

Pada tabel diatas terlihat jelas jumlah air yang dihasilkan pada saat pengujian dilakukan, jumlah air yang dihasilkan pada hari pertama tidak jauh berbeda antara kedua kolektor, ketika pengujian hari pertama air yang dihasilkan 0,90 liter dan 0,8 liter untuk ketebalan kaca 5 mm, untuk hari ke dua jumlah air yang dihasilkan dari alat desalinasi meningkat dari pada hari pertama pengujian yakni 1,05 liter pada ketebalan kaca 4 mm dan 0,95 liter pada ketebalan kaca 5 mm, pada hari ketiga penelitian jumlah air yang dihasilkan 1,10 liter dan 1,05 pada kedua kolektor, pada hari keempat jumlah air yang dihasilkan pada ketebalan kaca 4 mm 1,65 liter dan ketebalan kaca 5 mm 1,5 liter air yang dihasilkan lebih

banyak dibandingkan hari ketiga penelitian, pada hari kelima penelitian jumlah air yang dihasilkan dari kedua kolektor tersebut mengalami penurunan dibandingkan dengan hari keempat penelitian, pada hari keenam pengujian air yang dihasilkan dari kedua alat tersebut mengalami kenaikan yang cukup signifikan dibandingkan hari sebelumnya dan pada hari ketujuh penelitian air yang dihasilkan mengalami penurunan dibandingkan dengan hari keenam penelitian, Oleh karena itu jumlah air yang dihasilkan bergantung dengan kondisi cuaca pada hari pengujian, grafik data air yang di hasilkan dari kedua kolektor setiap harinya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.21 Grafik hubungan antara ketebalan kaca terhadap jumlah air pada alat desalinasi setiap harinya.

Berdasarkan gambar diatas grafik hubungan antara ketebalan kaca terhadap jumlah air pada alat desalinasi, penutup kolektor dengan ketebalan kaca 4 mm menghasilkan lebih banyak air tawar dibandingkan dengan ketebalan kaca 5 mm. Hal ini disebabkan karena ketebalan kaca 4 mm lebih banyak meneruskan radiasi matahari menuju penyerap dibandingkan dengan ketebalan kaca 5 mm, sehingga membantu proses penguapan lebih cepat dan air hasil desalinasi yang dihasilkan juga cenderung lebih banyak dari pada ketebalan kaca 5 mm.

4.2.2 Hasil Efisiensi kolektor pada pengujian

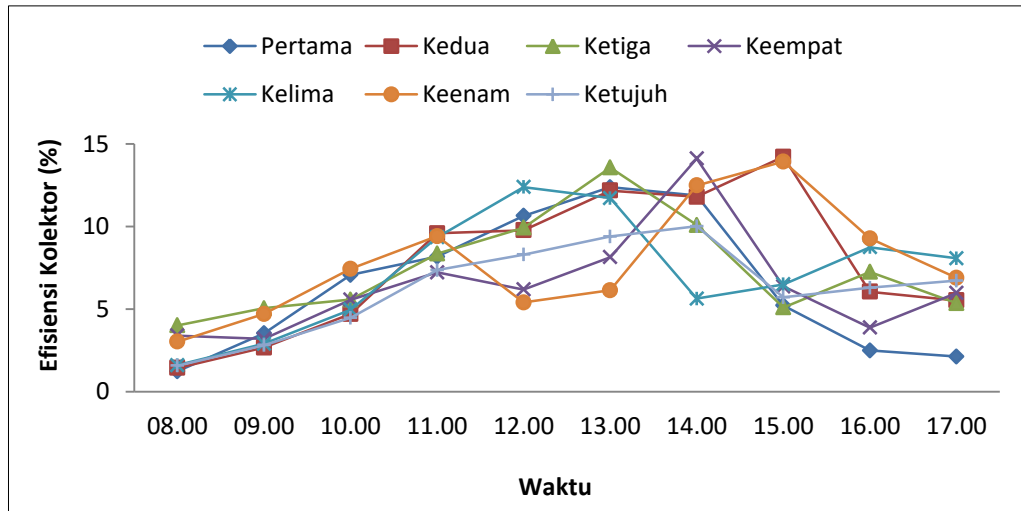
Setelah mendapatkan jumlah air maka kita tinggal mencari berapa besar efisiensi pada kedua kolektor pada alat desalinasi dengan menggunakan

persamaan (1.14). Pada tabel dibawah ini ditampilkan hasil efisiensi kolektor dengan ketebalan kaca 4 mm dan 5 mm.

Tabel 4.18 Efisiensi Kolektor 4 mm setiap harinya.

| Waktu | Besarnya Efisiensi (%) | | | | | | |
|-------|------------------------|-------|--------|---------|--------|--------|---------|
| | Pertama | Kedua | Ketiga | Keempat | Kelima | Keenam | Ketujuh |
| 08.00 | 1,23 | 1,44 | 4,02 | 3,40 | 1,60 | 3,03 | 1,57 |
| 09.00 | 3,54 | 2,67 | 5,06 | 3,19 | 2,90 | 4,71 | 2,82 |
| 10.00 | 7,07 | 4,71 | 5,58 | 5,57 | 4,97 | 7,44 | 4,47 |
| 11.00 | 8,17 | 9,59 | 8,36 | 7,23 | 9,35 | 9,42 | 7,36 |
| 12.00 | 10,65 | 9,78 | 9,93 | 6,19 | 12,39 | 5,40 | 8,30 |
| 13.00 | 12,39 | 12,18 | 13,58 | 8,15 | 11,73 | 6,14 | 9,40 |
| 14.00 | 11,88 | 11,80 | 10,10 | 14,12 | 5,64 | 12,49 | 10,02 |
| 15.00 | 5,22 | 14,23 | 5,10 | 6,37 | 6,50 | 13,94 | 5,71 |
| 16.00 | 2,49 | 6,05 | 7,26 | 3,88 | 8,75 | 9,28 | 6,30 |
| 17.00 | 2,13 | 5,53 | 5,37 | 5,98 | 8,08 | 6,90 | 6,72 |

Pada tabel diatas efisiensi pada kolektor dengan ketebalan kaca 4 mm dapat dilihat dihari pertama efisiensi yang tertinggi ditunjukkan pada jam 13.00 wib yaitu hingga 12,39%, untuk efisiensi pada hari kedua lebih tinggi dibandingkan hari pertama, efisiensi tertinggi pada hari kedua yaitu 14,23 %, pada pukul 15.00 wib. Pada hari ketiga efisiensi tertinggi terlihat pada pukul 13.00 wib dengan efisiensinya 13,58 %, dihari keempat efisiensi tertinggi pada pukul 14.00 wib, efisiensi pada hari keempat lebih tinggi dibandingkan dengan hari ketiga yaitu 14,12 %, untuk hari kelima efisiensi tertinggi pada pukul 12.00 wib dengan nilai efisiensi 12,39 %, pada hari keenam efisiensi tertinggi pada pukul 15.00 wib dengan efisiensi 13,94 % , dan pada hari ketujuh penelitian efisiensi tertinggi pada pukul 14.00 wib dengan nilai efisiensi 10,02 %. Berikut ditampilkan dibawah ini grafik perbandingan efisiensi perharinya pada kolektor dengan ketebalan kaca 4 mm.



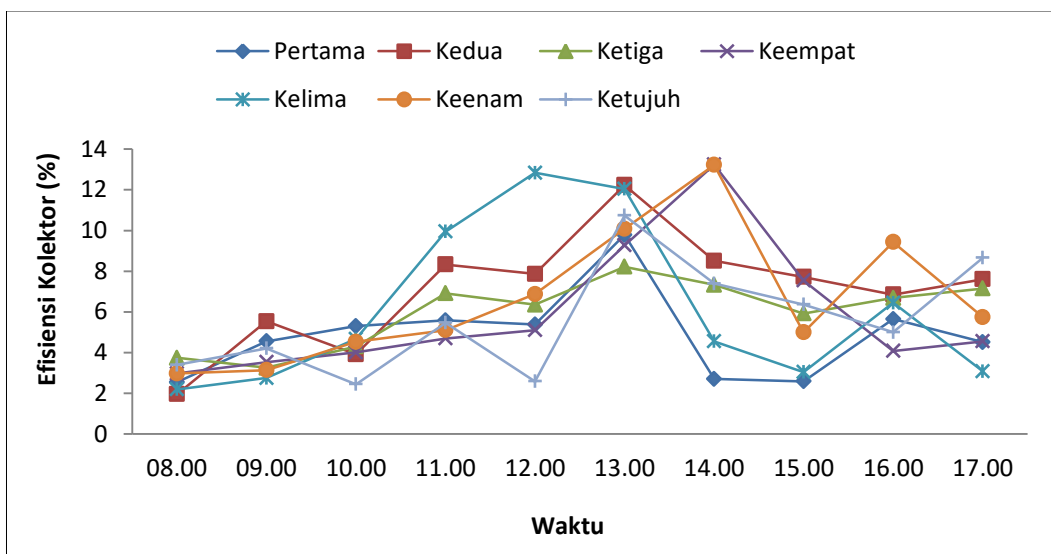
Gambar 4.22 Grafik efisiensi kolektor terhadap waktu penelitian setiap harinya pada ketebalan kaca 4 mm

Pada gambar grafik diatas dapat dilihat naik turunnya efisiensi yang terjadi pada kolektor pada ketebalan kaca 4 mm , kenaikan efisiensi yang cukup signifikan hingga mencapai sore hari, hal tersebut disebabkan panas yang masih tersimpan didalam kolektor masih tinggi tetapi intensitas matahari dan temperatur lingkungan mulai menurun, sehingga menyebabkan alat desalinasi walaupun intensitas matahari menurun tetapi temperatur dalam kolektor masih bisa naik dan hasil air bersih masih terus dihasilkan.

Tabel 4.19 Efisiensi kolektor 5 mm setiap harinya.

| Waktu | Besarnya Efisiensi | | | | | | |
|-------|--------------------|-------|--------|---------|--------|--------|---------|
| | Pertama | Kedua | Ketiga | Keempat | Kelima | Keenam | Ketujuh |
| 08.00 | 2,54 | 1,95 | 3,74 | 2,97 | 2,19 | 2,97 | 3,39 |
| 09.00 | 4,55 | 5,53 | 3,25 | 3,53 | 2,75 | 3,13 | 4,20 |
| 10.00 | 5,30 | 3,91 | 4,30 | 4,01 | 4,67 | 4,53 | 2,44 |
| 11.00 | 5,58 | 8,33 | 6,91 | 4,69 | 9,95 | 5,10 | 5,46 |
| 12.00 | 5,38 | 7,86 | 6,35 | 5,10 | 12,84 | 6,87 | 2,58 |
| 13.00 | 9,78 | 12,23 | 8,22 | 9,27 | 12,04 | 10,08 | 10,74 |
| 14.00 | 2,70 | 8,51 | 7,33 | 13,24 | 4,55 | 13,22 | 7,39 |
| 15.00 | 2,58 | 7,71 | 5,92 | 7,54 | 3,04 | 4,99 | 6,36 |
| 16.00 | 5,64 | 6,85 | 6,68 | 4,08 | 6,45 | 9,43 | 5,00 |
| 17.00 | 4,51 | 7,60 | 7,15 | 4,55 | 3,08 | 5,74 | 8,66 |

Pada tabel diatas dapat dilihat untuk efisiensi pada kolektor dengan ketebalan kaca 5 mm pada hari pertama efisiensi pada pukul 13.00 wib dengan efisiensi 9,78 % , untuk hari kedua efisiensi tertinggi sama dengan hari pertama pada pukul 13.00 wib yaitu 12,23 % , pada hari ketiga efisiensi tertinggi terlihat pada pukul 13.00 wib pada hari ketiga nilai efisiensi lebih rendah dari pada hari kedua yaitu 8,22 % , pada hari keempat efisiensi tertinggi pada pukul 14.00 wib dengan efisiensi 13,24 % , untuk hari kelima efisiensi tertinggi pada pukul 12.00 wib dengan efisiensi lebih tinggi dibandingkan hari ke ketiga penelitian yaitu 12,84 % , pada penelitian hari keenam efisiensi tertinggi pukul 14.00 wib dengan efisiensi 13,22 % , pada hari ketujuh penelitian nilai tertinggi efisiensi pada pukul 13.00 wib dengan efisiensi 10,74 % . Berikut dibawah ini ditampilkan grafik perbandingan efisiensi perharinya.



Gambar 4.23 Grafik efisiensi kolektor terhadap waktu penelitian setiap harinya pada ketebalan kaca 5 mm.

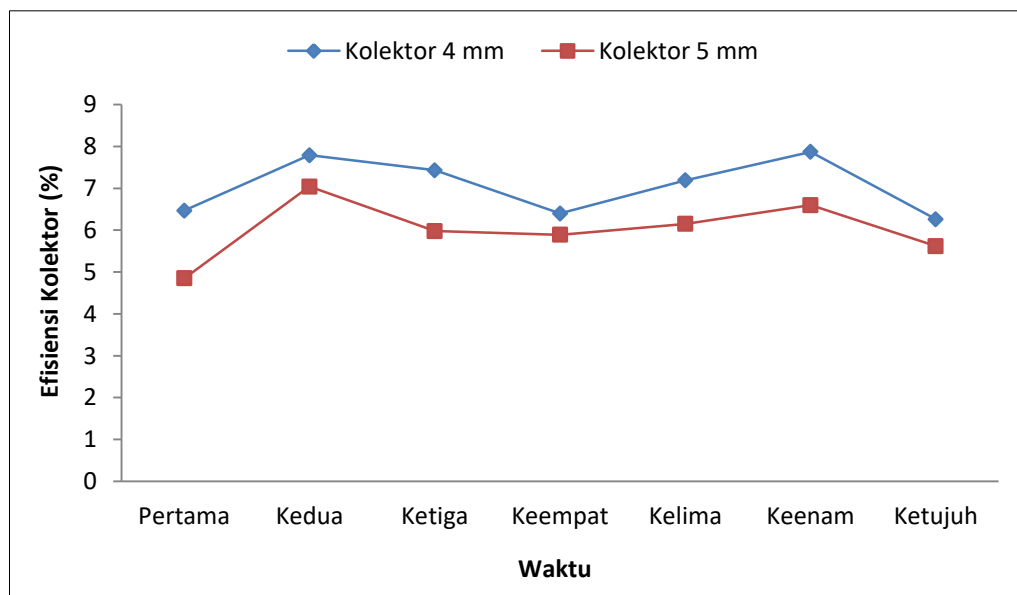
Pada gambar grafik diatas dapat dilihat naik turunnya besar efisiensi yang terjadi pada alat desalinasi, efisiensi mulai mengalami kenaikan pada pukul 11.00 wib hingga sore hari, pada kolektor dengan ketebalan kaca 5 mm kenaikan efisiensinya lebih lama dibandingkan dengan kolektor 4 mm, hal ini disebabkan pengaruh ketebalan kaca terhadap efisiensi kolektor, semakin tebal kaca pada kolektor maka radiasi yang masuk pada kolektor lama sehingga mempengaruhi

dari efisiensinya. Berikut dibawah ini dapat dilihat pada tabel rata-rata besar efisiensi setiap harinya.

Tabel 4.20 Perbandingan rata- rata efisiensi kedua kolektor.

| Waktu | Rata rata efisiensi | |
|---------|---------------------|---------------|
| | Kolektor 4 mm | kolektor 5 mm |
| Pertama | 6,47 | 4,85 |
| Kedua | 7,79 | 7,04 |
| Ketiga | 7,43 | 5,98 |
| Keempat | 6,40 | 5,89 |
| Kelima | 7,19 | 6,15 |
| Keenam | 7,87 | 6,60 |
| Ketujuh | 6,26 | 5,62 |

Pada tabel diatas jelas perbedaan rata-rata efisiensi kedua kolektor dengan ketebalan kaca yang berbeda pada setiap harinya , perbandingan dapat dilihat pada gambar grafik dibawah ini.



Gambar 4.24 Grafik perbandingan hubungan antara ketebalan kaca terhadap rata-rata efisiensi kolektor setiap harinya.

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat perbandingan nilai rata-rata efisiensi kolektor dari kedua jenis ketebalan kaca mengalami kenaikan dan penurunan pada setiap harinya, dari grafik dapat menjelaskan efisiensi rata-rata

tertinggi terjadi pada kaca dengan ketebalan 4 mm, sedangkan efisiensi terendah setiap harinya terjadi pada kaca dengan ketebalan 5 mm, hal tersebut disebabkan semakin tebal kaca penutup maka efisiensi kolektor surya semakin menurun, fenomena ini terjadi karena radiasi matahari yang akan menembus kaca dan diteruskan menuju penyerap yakni pipa tembaga untuk memanaskan air sepenuhnya tidak diteruskan menuju penyerap, namun terhambat oleh ketebalan kaca sehingga dapat mempengaruhi panas pada kolektor surya yang terbuang ke lingkungan juga semakin besar dan mengakibatkan efisiensi kolektor surya perlahan-lahan mengalami penurunan.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, kemudian melakukan analisa data dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Jumlah air yang masuk pada alat desalinasi saat pengujian sebanyak 25 liter dan jumlah air tawar yang dihasilkan pada ketebalan kaca kolektor 4 mm lebih banyak dibandingkan dengan alat desalinasi yang menggunakan kolektor dengan ketebalan kaca 5 mm, dimana jumlah air pada ketebalan kaca kolektor 4 mm yaitu 10,25 liter dan pada ketebalan kaca kolektor 5 mm menghasilkan air 9,05 liter, jumlah tersebut didapatkan setelah 7 hari penelitian. Dari jumlah tersebut dapat disimpulkan semakin tebal kaca pada kolektor yang digunakan maka jumlah air pada alat desalinasi yang dihasilkan akan mengalami penurunan.
2. Pada pengujian didapatkan rata-rata efisiensi pada kedua kolektor dengan ketebalan kaca yang berbeda, dimana pada hari pertama penelitian didapatkan rata-rata efisiensi pada kolektor dengan ketebalan 4 mm didapatkan 6,47 % dan ketebalan kaca 5 mm yaitu 4,85 % dan pada hari kedua kaca 4 mm 7,79 % dan kaca 5 mm 7,04 % , hari ketiga penelitian kaca 4 mm 7,43 % pada kaca 5 mm 5,98% , pada hari keempat didapatkan efisiensi pada kaca 4 mm didapatkan 6,40 % dan kaca 5 mm 5,89 % , hari kelima pada 4 mm rata-rata efisiensi 7,19 % dan kaca 5 mm 6,15 % , hari keenam penelitian didapatkan 7,87 % dan kaca 5 mm 6,60%, pada hari ketujuh didapatkan rata-rata efisiensi pada kaca 4 mm 6,26 % sedangkan kaca 5 mm didapatkan 5,62 % , dimana dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa kolektor dengan ketebalan kaca 4 mm memiliki efisiensi lebih tinggi dibandingkan dengan kolektor ketebalan kaca 5 mm.
3. Alat desalinasi yang menggunakan kolektor dengan ketebalan kaca 4 mm lebih efektif digunakan dibandingkan dengan kolektor yang menggunakan ketebalan kaca 5 mm, hal tersebut dapat dilihat dari penelitian kali ini jumlah air yang dihasilkan pada alat desalinasi yang menggunakan kolektor 4 mm lebih banyak dibandingkan dengan alat desalinasi yang

menggunakan kolektor 5 mm dan juga nilai efisiensi yang didapatkan pada kolektor dengan ketebalan kaca 4 mm lebih tinggi dibandingkan kaca 5 mm.

5.2 Saran

Dalam pembuatan tugas akhir ini, penulis sadar bahwa masih jauh dari kata sempurna, baik itu dalam materi maupun cara penyajiannya. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar dikemudian hari penulis dapat menghasilkan karya yang lebih baik lagi. Oleh karena itu beberapa saran yang dapat penulis berikan untuk penelitian selanjutnya antara lain:

1. Perlu dilakukan uji coba alat desalinasi menggunakan jenis kaca yang berbeda dengan ketebalan kaca yang bervariasi, untuk mengetahui pengaruh terhadap efisiensi dan juga jumlah air yang dihasilkan, agar mengetahui lebih efektif menggunakan jenis kaca transparan atau jenis kaca lainnya.
2. Disarankan pada penelitian selanjutnya agar melakukan penambahan penyerap pada kolektor sehingga kinerja alat desalinasi bisa lebih maksimal sehingga diharapkan bisa menghasilkan air tawar yang lebih banyak lagi.
3. Sebaiknya sebelum penelitian pastikan alat dari desalinasi di cek terlebih dahulu sebelum melakukan penelitian, karena jika ketika penelitian terdapat kebocoran uap panas akan terbuang sia-sia.
4. Disarankan menggunakan bahan-bahan yang tidak mudah korosi agar air yang dihasilkan dari alat desalinasi tetap terjaga kebersihannya selain itu alat desalinasi tidak mudah rusak.

DAFTAR PUSTAKA

- Astawa, K., Sucipta, M., Gede, I. P., & Negara, A. (2012). Analisa Performansi Destilasi Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Penyerap Radiasi Surya Tipe Bergelombang Berbahan Dasar Beton. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 5(1), 7–13.
- Bara, D. A., Mesin, J. T., & Cendana, U. N. (2016). Pengaruh Tebal Kaca Penutup terhadap Efisiensi Kolektor Surya Pelat Gelombang Tipe V pada Proses Destilasi Air Laut. 3(2), 1–10.
- Burhanuddin, A. (2006). karakteristik kolektor surya plat datar dengan variasi jarak kaca penutup dan sudut kemiringan kolektor.
- Christian, F., & Ambarita, H. (2017). Rancang Bangun Alat Desalinasi Air Laut Sistem Vakum Natural dengan Media Evaporator dan Kondensor yang Dimodifikasi Flange. *Cylinder: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 3(1), 16–25.
- ERFAN, A. M. (2017). Rancang Bangun Destilator Air Laut Tenaga Surya Skripsi. *Central Library Of Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Of Malang*, 4.
- Hamdani, D., & Subagio, L. (2016). Analisis Eksergi Modul Pv Berdasarkan Spektrum Panjang Gelombang Cahaya Matahari. *January*, SNF2016-ERE-7-SNF2016-ERE-12.
- Januardi, Y., Rosi, M., & Handayani, I. P. (2016). Sistem Desalinasi Air Laut Menggunakan Prinsip Capacitive Deionization (Cdi) Berbasis Karbon Aktif Sea Water Desalination System Using Carbon Based Capacitive Deoinization (Cdi). 3(2), 2047–2053.
- Marbun, N. M. (2010). Rancang bangun sebuah pemanas air tenaga surya dengan menggunakan kolektor surya plat datar.

LAMPIRAN

LAMPIRAN GAMBAR



Proses Pembuatan Alat Desalinasi Air Laut



Tahap Pemasangan Penyerap Pipa Tembaga Pada Kolektor



Pemasangan Thermocouple Pada Alat Desalinasi



Proses Pengujian Pada Alat Desalinasi



Hasil Air Pada Saat Pengujian

| Jenis benda | Densitas (Kg/m ³) |
|-----------------|-------------------------------|
| Air Laut | 997 |
| Udara | 1,2 |
| Air Raksa | 13600 |
| Helium | 0,1786 |
| Uap Air (100°C) | 0,6 |
| Bensin | 680 |

Sumber : www.Fredemnesiaid.co.id

| Zat | Kalor Jenis | |
|--------------|-------------|----------|
| | J/kg°C | kal/kg°C |
| Alkohol | 2.400 | 550 |
| Alumunium | 900 | 210 |
| Emas | 130 | 30 |
| Kayu | 1.700 | 410 |
| Perak | 230 | 60 |
| Udara | 1.000 | 240 |
| Seng | 390 | 90 |
| Minyak Tanah | 2.200 | 530 |

Sumber : www.Ruangguru.co.id

Data Perhitungan Efisiensi Pada Kolektor 4 mm Hari Pertama

| JAM (WIB) | A_p | \dot{V} | I_T | v | \dot{m} | C_p | T_i | T_o | ρ | τ | α |
|--------------|---------------|--------------------|------------------------|-----------------|--------------------|-------------------|--------------------|---------------------|-------------------|---------------------|------------------------|
| | m^2 | m^3/s | (watt/m ²) | m/s | (kg/s) | (J/kg.K) | (°C) | (°C) | kg/m ³ | τ | α |
| | luas kolektor | Laju aliran Volume | Intensitas Matahari | Kecepatan Angin | Laju aliran fluida | Panas Jenis Udara | T.air dlm kolektor | T.air luar kolektor | Densitas udara | Transmisivitas kaca | Absorbsivitas penyerap |
| 08.00 | 1 | 3,09 | 145,78 | 3,09 | 3,708 | 1.000 | 31,56 | 29,00 | 1,2 | 0,95 | 0,06 |
| 09.00 | 1 | 3,82 | 212,40 | 3,82 | 4,584 | 1.000 | 33,43 | 29,35 | 1,2 | 0,95 | 0,06 |
| 10.00 | 1 | 3,67 | 382,40 | 3,67 | 4,404 | 1.000 | 40,87 | 36,15 | 1,2 | 0,95 | 0,06 |
| 11.00 | 1 | 3,22 | 396,18 | 3,22 | 3,864 | 1.000 | 48,21 | 42,21 | 1,2 | 0,95 | 0,06 |
| 12.00 | 1 | 3,47 | 421,60 | 3,47 | 4,164 | 1.000 | 46,82 | 40,00 | 1,2 | 0,95 | 0,06 |
| 13.00 | 1 | 3,66 | 413,10 | 3,66 | 4,392 | 1.000 | 48,67 | 41,00 | 1,2 | 0,95 | 0,06 |
| 14.00 | 1 | 3,27 | 351,80 | 3,27 | 3,924 | 1.000 | 45,21 | 35,54 | 1,2 | 0,95 | 0,06 |
| 15.00 | 1 | 3,76 | 216,78 | 3,76 | 4,512 | 1.000 | 43,03 | 37,03 | 1,2 | 0,95 | 0,06 |
| 16.00 | 1 | 3,69 | 187,67 | 3,69 | 4,428 | 1.000 | 42,78 | 39,41 | 1,2 | 0,95 | 0,06 |
| 17.00 | 1 | 3,34 | 145,98 | 3,34 | 4,008 | 1.000 | 44,65 | 40,56 | 1,2 | 0,95 | 0,06 |

Jam 8.00

1. Laju energi panas yang masuk (q_i)

$$q_i = A_p \cdot I_T \cdot (\tau \cdot \alpha)$$

$$q_i = 1 \cdot 145,78 \cdot (0,95 \cdot 0,06)$$

$$q_i = 8,309 \text{ J/s}$$

2. Laju energi panas yang keluar (q_o)

$$q_o = \dot{m} \cdot C_p \cdot (T_i - T_o)$$

$$\dot{m} = \rho \cdot \dot{V}$$

$$\dot{V} = v \cdot A_p$$

$$\dot{V} = 3,09 \cdot 1$$

$$\dot{V} = 3,09 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\dot{m} = 1,2 \cdot 3,09$$

$$\dot{m} = 3,708 \text{ kg/s}$$

$$q_u = 3,708 \cdot 1.000 \cdot (31,56 - 29,00)$$

$$q_u = 9,492 \text{ J/s}$$

3. Efisiensi Kolektor (η)

$$\eta = \frac{\dot{m} C_p (T_i - T_o)}{A_p (\tau - \alpha) I_T}$$

$$\eta = \frac{3,708 \cdot 1.000 \cdot (31,56 - 29,00)}{1 \cdot (0,95 - 0,06) \cdot 145,78}$$

$$\eta = 1,23 \%$$

Jam 9.00

1. Laju energi panas yang masuk (q_i)

$$q_i = A_p \cdot I_T \cdot (\tau \cdot \alpha)$$

$$q_i = 1 \cdot 212,40 \cdot (0,95 \cdot 0,06)$$

$$q_i = 12,107 \text{ J/s}$$

2. Laju energi panas yang keluar (q_o)

$$q_o = \dot{m} \cdot C_p \cdot (T_i - T_o)$$

$$\dot{m} = \rho \cdot \dot{V}$$

$$\dot{V} = v \cdot A_p$$

$$\dot{V} = 3,82 \cdot 1$$

$$\dot{V} = 3,82 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\dot{m} = 1,2 \cdot 3,82$$

$$\dot{m} = 4,584 \text{ kg/s}$$

$$q_o = 4,584 \cdot 1.000 \cdot (33,43 - 29,35)$$

$$q_o = 18,703 \text{ J/s}$$

3. Efisiensi Kolektor (η)

$$\eta = \frac{\dot{m} C_p (T_i - T_o)}{A_p (\tau - \alpha) I_T}$$

$$\eta = \frac{4,584 \cdot 1.000 \cdot (33,43 - 29,35)}{1 \cdot (0,95 - 0,06) \cdot 212,40}$$

$$\eta = 3,53 \%$$

Jam 10.00

1. Laju energi panas yang masuk (q_i)

$$q_i = A_p \cdot I_T \cdot (\tau \cdot \alpha)$$

$$q_i = 1 \cdot 382,40 \cdot (0,95 \cdot 0,06)$$

$$q_i = 21,797 \text{ J/s}$$

2. Laju energi panas yang keluar (q_o)

$$q_o = \dot{m} \cdot C_p \cdot (T_i - T_o)$$

$$\dot{m} = \rho \cdot \dot{V}$$

$$\dot{V} = v \cdot A_p$$

$$\dot{V} = 3,67 \cdot 1$$

$$\dot{V} = 3,67 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\dot{m} = 1,2 \cdot 3,67$$

$$\dot{m} = 4,404 \text{ kg/s}$$

$$q_o = 4,404 \cdot 1.000 \cdot (40,87 - 36,15)$$

$$q_o = 20.787 \text{ J/s}$$

3. Efisiensi Kolektor (η)

$$\eta = \frac{\dot{m} C_p (T_i - T_o)}{A_p (\tau - \alpha) I_T}$$

$$\eta = \frac{4,404 \cdot 1.000 \cdot (40,87 - 36,15)}{1 \cdot (0,95 - 0,06) \cdot 382,40}$$

$$\eta = 7,07 \%$$

Jam 11.00

1. Laju energi panas yang masuk (q_i)

$$q_i = A_p \cdot I_T \cdot (\tau \cdot \alpha)$$

$$q_i = 1 \cdot 396,18 \cdot (0,95 \cdot 0,06)$$

$$q_i = 22,582 \text{ J/s}$$

2. Laju energi panas yang keluar (q_o)

$$q_o = \dot{m} \cdot C_p \cdot (T_i - T_o)$$

$$\dot{m} = \rho \cdot \dot{V}$$

$$\dot{V} = v \cdot A_p$$

$$\dot{V} = 3,22 \cdot 1$$

$$\dot{V} = 3,22 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\dot{m} = 1,2 \cdot 3,22$$

$$\dot{m} = 3,864 \text{ kg/s}$$

$$q_o = 3,864 \cdot 1.000 \cdot (48,21 - 42,21)$$

$$q_o = 23,184 \text{ J/s}$$

3. Efisiensi Kolektor (η)

$$\eta = \frac{\dot{m} C_p (T_i - T_o)}{A_p (\tau - \alpha) I_T}$$

$$\eta = \frac{3,864 \cdot 1.000 \cdot (48,21 - 42,21)}{1 \cdot (0,95 - 0,06) \cdot 396,18}$$

$$\eta = 8,17 \%$$

Jam 12.00

1. Laju energi panas yang masuk (q_i)

$$q_i = A_p \cdot I_T \cdot (\tau \cdot \alpha)$$

$$q_i = 1 \cdot 421,60 \cdot (0,95 \cdot 0,06)$$

$$q_i = 24,031 \text{ J/s}$$

2. Laju energi panas yang keluar (q_o)

$$q_o = \dot{m} \cdot C_p \cdot (T_i - T_o)$$

$$\dot{m} = \rho \cdot \dot{V}$$

$$\dot{V} = v \cdot A_p$$

$$\dot{V} = 3,47 \cdot 1$$

$$\dot{V} = 3,47 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\dot{m} = 1,2 \cdot 3,47$$

$$\dot{m} = 4,164 \text{ kg/s}$$

$$q_o = 4,164 \cdot 1.000 \cdot (46,82 - 40,00)$$

$$q_o = 28,398 \text{ J/s}$$

3. Efisiensi Kolektor (η)

$$\eta = \frac{\dot{m} C_p (T_i - T_o)}{A_p (\tau - \alpha) I_T}$$

$$\eta = \frac{4,164 \cdot 1.000 \cdot (46,82 - 40,00)}{1 \cdot (0,95 - 0,06) \cdot 421,60}$$

$$\eta = 10,65 \%$$

Jam 13.00

1. Laju energi panas yang masuk (q_i)

$$q_i = A_p \cdot I_T \cdot (\tau \cdot \alpha)$$

$$q_i = 1 \cdot 413,10 \cdot (0,95 \cdot 0,06)$$

$$q_i = 23,547 \text{ J/s}$$

2. Laju energi panas yang keluar (q_o)

$$q_o = \dot{m} \cdot C_p \cdot (T_i - T_o)$$

$$\dot{m} = \rho \cdot \dot{V}$$

$$\dot{V} = v \cdot A_p$$

$$\dot{V} = 3,66 \cdot 1$$

$$\dot{V} = 3,66 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\dot{m} = 1,2 \cdot 3,66$$

$$\dot{m} = 4,392 \text{ kg/s}$$

$$q_o = 4,392 \cdot 1.000 \cdot (48,67 - 41,00)$$

$$q_o = 33,687 \text{ J/s}$$

3. Efisiensi Kolektor (η)

$$\eta = \frac{\dot{m} C_p (T_i - T_o)}{A_p (\tau - \alpha) I_T}$$

$$\eta = \frac{4,392 \cdot 1.000 \cdot (48,67 - 41,00)}{1 \cdot (0,95 - 0,06) \cdot 413,10}$$

$$\eta = 12,38 \%$$

Jam 14.00

1. Laju energi panas yang masuk (q_i)

$$q_i = A_p \cdot I_T \cdot (\tau \cdot \alpha)$$

$$q_i = 1 \cdot 351,80 \cdot (0,95 \cdot 0,06)$$

$$q_i = 20,053 \text{ J/s}$$

2. Laju energi panas yang keluar (q_o)

$$q_o = \dot{m} \cdot C_p \cdot (T_i - T_o)$$

$$\dot{m} = \rho \cdot \dot{V}$$

$$\dot{V} = v \cdot A_p$$

$$\dot{V} = 3,27 \cdot 1$$

$$\dot{V} = 3,27 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\dot{m} = 1,2 \cdot 3,27$$

$$\dot{m} = 3,924 \text{ kg/s}$$

$$q_o = 3,924 \cdot 1.000 \cdot (45,21 - 35,54)$$

$$q_o = 37,945 \text{ J/s}$$

3. Efisiensi Kolektor (η)

$$\eta = \frac{\dot{m} C_p (T_i - T_o)}{A_p (\tau - \alpha) I_T}$$

$$\eta = \frac{3,924 \cdot 1.000 \cdot (45,21 - 35,54)}{1 \cdot (0,95 - 0,06) \cdot 351,80}$$

$$\eta = 11,88 \%$$

Jam 15.00

1. Laju energi panas yang masuk (q_i)

$$q_i = A_p \cdot I_T \cdot (\tau \cdot \alpha)$$

$$q_i = 1 \cdot 216,78 \cdot (0,95 \cdot 0,06)$$

$$q_i = 12,356 \text{ J/s}$$

2. Laju energi panas yang keluar (q_o)

$$q_o = \dot{m} \cdot C_p \cdot (T_i - T_o)$$

$$\dot{m} = \rho \cdot \dot{V}$$

$$\dot{V} = v \cdot A_p$$

$$\dot{V} = 3,76 \cdot 1$$

$$\dot{V} = 3,76 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\dot{m} = 1,2 \cdot 3,76$$

$$\dot{m} = 4,512 \text{ kg/s}$$

$$q_o = 4,512 \cdot 1.000 \cdot (43,03 - 37,03)$$

$$q_o = 27,072 \text{ J/s}$$

3. Efisiensi Kolektor (η)

$$\eta = \frac{\dot{m} C_p (T_i - T_o)}{A_p (\tau - \alpha) I_T}$$

$$\eta = \frac{4,512 \cdot 1.000 \cdot (43,03 - 37,03)}{1 (0,95 - 0,06) \cdot 216,78}$$

$$\eta = 5,22 \%$$

Jam 16.00

1. Laju energi panas yang masuk (q_i)

$$q_i = A_p \cdot I_T \cdot (\tau \cdot \alpha)$$

$$q_i = 1 \cdot 187,67 \cdot (0,95 \cdot 0,06)$$

$$q_i = 10,697 \text{ J/s}$$

2. Laju energi panas yang keluar (q_o)

$$q_o = \dot{m} \cdot C_p \cdot (T_i - T_o)$$

$$\dot{m} = \rho \cdot \dot{V}$$

$$\dot{V} = v \cdot A_p$$

$$\dot{V} = 3,69 \cdot 1$$

$$\dot{V} = 3,69 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\dot{m} = 1,2 \cdot 3,69$$

$$\dot{m} = 4,428 \text{ kg/s}$$

$$q_o = 4,428 \cdot 1.000 \cdot (42,78 - 39,41)$$

$$q_o = 14,922 \text{ J/s}$$

3. Efisiensi Kolektor (η)

$$\eta = \frac{\dot{m} C_p (T_i - T_o)}{A_p (\tau - \alpha) I_T}$$

$$\eta = \frac{4,428 \cdot 1.000 \cdot (42,78 - 39,41)}{1 \cdot (0,95 - 0,06) \cdot 187,67}$$

$$\eta = 2,49 \%$$

Jam 17.00

1. Laju energi panas yang masuk (q_i)

$$q_i = A_p \cdot I_T \cdot (\tau \cdot \alpha)$$

$$q_i = 1 \cdot 145,98 \cdot (0,95 \cdot 0,06)$$

$$q_i = 8,321 \text{ J/s}$$

2. Laju energi panas yang keluar (q_o)

$$q_o = \dot{m} \cdot C_p \cdot (T_i - T_o)$$

$$\dot{m} = \rho \cdot \dot{V}$$

$$\dot{V} = v \cdot A_p$$

$$\dot{V} = 3,34 \cdot 1$$

$$\dot{V} = 3,34 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\dot{m} = 1,2 \cdot 3,34$$

$$\dot{m} = 4,008 \text{ kg/s}$$

$$q_o = 4,008 \cdot 1.000 \cdot (44,65 - 40,56)$$

$$q_o = 16,393 \text{ J/s}$$

3. Efisiensi Kolektor (η)

$$\eta = \frac{\dot{m} C_p (T_i - T_o)}{A_p (\tau - \alpha) I_T}$$

$$\eta = \frac{4,008 \cdot 1.000 \cdot (44,65 - 40,56)}{1 \cdot (0,95 - 0,06) \cdot 145,98}$$

$$\eta = 2,12 \%$$

Perhitungan Rata Rata Efisiensi Kolektor 4 mm Hari Pertama

$$\text{Rata - rata Efisiensi} = \frac{\text{Nilai Efisiensi}}{\text{Banyak data}}$$

$$\text{Rata-rata Efisiensi} = \frac{1,23+3,54+7,07+8,17+10,65+12,39+11,88+5,22+2,49+2,13}{10}$$

$$\text{Rata-rata efisiensi} = \frac{64,77}{10}$$

$$\text{Rata-rata efisiensi} = 6,47 \%$$

Pada hari pertama pengujian pada kolektor dengan ketebalan kaca 4 mm didapatkan nilai rata – rata efisiensi 6,47%

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2020 – 2021**



Peserta seminar

Nama : Muhammad Syahrul
 NPM : 1607230175
 Judul Tugas Akhir : Pengaruh Ketebalan Kaca Penutup Terhadap Efisiensi Kolektor Surya Pada Alat Desilnasi Air Laut.

DAFTAR HADIR

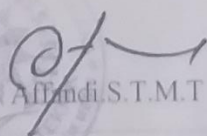
TANDA TANGAN

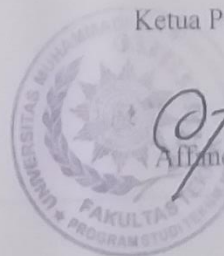
Pembimbing – I : Munawar A Siregar.S.T.M.T :
 Pembanding – I : H.Muharnif.S.T.M.Sc :
 Pembanding – II : Riadini Wanty Lubis.S.T.M.T :

| No | NPM | Nama Mahasiswa | Tanda Tangan |
|----|------------|-------------------------|---|
| 1 | 1602230031 | SAPTIAN PAULI TARBIN YS |  |
| 2 | 1607230038 | Gara Prasetyanda |  |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |

Medan, 10 Sya'ban 1442 H
 24 Maret 2021 M

Ketua Prodi. T. Mesin


 Alimndi.S.T.M.T



**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Muhammad Syahrul
NPM : 1607230175
Judul T.Akhir : Pengaruh Ketebalan Kaca Penutup Terhadap Efisiensi Kolektor Surya –
Pada Alat Desilnasi Air Laut.

Dosen Pembimbing – I : Munawar A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : H.Muharnif.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - II : Riadini Wanty Lubis.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....
Lihat buku scr p3i
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....

Medan 10 Sya'ban 1442H
24 Maret 2021M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Dosen Pembanding- I

H.Muharnif.S.T.M.Sc

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Muhammad Syahrul
NPM : 1607230175
Judul T.Akhir : Pengaruh Ketebalan Kaca Penutup Terhadap Efisiensi Kolektor Surya –
Pada Alat Desilnasi Air Laut.

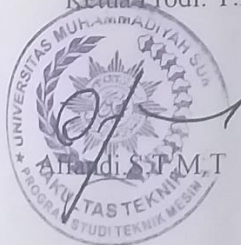
Dosen Pembimbing – I : Munawar A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : H.Muharnif.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - II : Riadini Wanty Lubis.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
Dapat Melanjutkan kesidang dgn Revisi : ① Sistematis tujuan ②
sertaka contoh hitungan dianalisis BAB (IV)
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 10 Sya'ban 1442H
24 Maret 2021M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Dosen Pembanding- II

Riadini Wanty Lubis.S.T.M.T



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Mochtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 9623400 - EXT. 12
 Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: fatek@umsu.ac.id

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
 DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 55/III.3AU/UMSU-07/F/2021

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 8 Januari 2021 dengan ini Menetapkan :

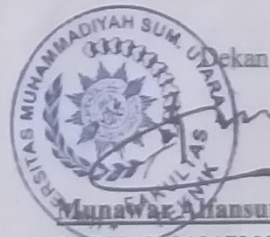
Nama : MUHAMMAD SYAHRUL
 Npm : 1607230175
 Program Studi : TEKNIK MESIN
 Semester : IX (SEMBILAN)
 Judul Tugas Akhir : PENGARUH PENUTUP BAHAN KACA TERHADAP EFISIENSI KOLEKTOR SURYA PADA PROSES DESALINASI AIR LAUT
 Pembimbing : MUNAWAR ALFANSURY SIREGAR, ST, MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
 Medan, 24 Jumadil Awwal 1442 H
 8 Januari 2021 M



Munawar Alfansury Siregar, ST, MT
 NIDN: 0101017202



LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Pengaruh Ketebalan Kaca Penutup Terhadap Efisiensi Kolektor Surya Pada Alat Desalinasi Air Laut

Nama : Muhammad Syahrul
NPM : 1607230175

Dosen Pembimbing : Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T

| No | Hari/Tanggal | Kegiatan | Paraf |
|----|--------------|--|-------|
| 1. | 13/1 - 2020 | Perbaikan kurva kelengkungan | A. |
| 2. | 15/1 - 2020 | Perbaikan Metode | A. |
| 3. | 18/1 - 2020 | Ace di seminar proposal | A. |
| 4. | 22/2 - 2021 | Perbaikan BAB I | A. |
| 5. | 1/3 - 2021 | Perbaikan diagram alir sesuai dgn yg di urutkan | A. |
| 6. | 11/3 - 2021 | tambahkan penjelasan setiap pembahasan pd BAB IV | A. |
| 7. | 15/3 - 2021 | Ace Seminar hasil | A. |

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : MUHAMMAD SYAHRUL
NPM : 1607230175
Tempat / Tanggal Lahir : Medan, 22 Februari 1998
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Status : Belum Menikah
Agama : Islam
Alamat : Jl. Setia Luhur Gg Sahir No.2
No. Hp : 081376915078
Email : mhdsyahrul98@gmail.com
Nama Orang Tua
Ayah : Samiin
Ibu : Siti Hadijah

PENDIDIKAN FORMAL

2003-2009 : SD DWIKORA MEDAN
2009-2012 : SMP RAHMAT ISLAMIYAH MEDAN
2012-2015 : SMK PANCA BUDI 1 MEDAN
2016-2021 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.