

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISA LAJU PERPINDAHAN PANAS KOLEKTOR SURYA TIPE PLAT DATAR PADA ALAT DESALINASI AIR LAUT**

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

**Disusun Oleh:**

**ADITYA DWI PRADANA**  
**1507230195**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**MEDAN**

**2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Aditya Dwi Pradana  
NPM : 1507230195  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Analisa Laju Perpindahan Panas Kolektor Surya Tipe Plat Datar 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, Oktober 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I

H. Muharnif M., S.T., M.Sc

Dosen Peguji II

Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Penguji III

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

Dosen Peguji IV

Chandra A. Siregar, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin



Chandra A. Siregar, S.T., M.T

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Aditya Dwi Pradana  
Tempat /Tanggal Lahir : Kisaran, 22 Juni 1997  
NPM : 1507230195  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

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

**“Analisa Laju Perpindahan Panas Kolektor Surya Tipe Plat Datar 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, November 2020

Saya yang menyatakan,



Aditya Dwi Pradana

## ABSTRAK

Alat desalinasi merupakan suatu alat yang digunakan untuk membantu mengubah air laut menjadi air tawar. Dengan menggunakan bantuan sinar matahari sebagai sumber energi utamanya, proses yang terjadi yaitu air laut di masukan kedalam tangki yang kemungkinan di alirkan kedalam evaporator. Didalam evaporator terdapat lubang yang terbuat dari tembaga yang berfungsi untuk mengalirkan air kedalam pipa tembaga. Pipa tembaga bertujuan agar panas yang dihasilkan untuk menguapkan air menjadi lebih besar. Nilai perpindahan panas yang dihasilkan pada kolektor surya selama tujuh hari yang dihitung per tiap jamnya, dimulai pada pukul 08.00 sampai dengan pukul 17.00 WIB memiliki nilai yang berbeda. Nilai temperatur lingkungan tertinggi selama tujuh hari sebesar  $40,31^{\circ}\text{C}$ , nilai temperatur kaca bagian atas tertinggi selama tujuh hari sebesar  $53,2^{\circ}\text{C}$ , nilai tertinggi temperatur kaca bagian dalam selama tujuh hari sebesar  $70,15^{\circ}\text{C}$ , nilai tertinggi temperatur pipa tembaga selama tujuh hari sebesar  $73,59^{\circ}\text{C}$ , nilai tertinggi temperatur alas bawah kolektor selama tujuh hari sebesar  $76,53^{\circ}\text{C}$ , nilai tertinggi temperatur radiasi panas selama tujuh hari sebesar 128,09 Watt. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi panas yang dihasilkan oleh matahari maka kolektor surya akan semakin panas.

Kata kunci : Desalinasi Air Laut, Kolektor Surya, Perpindahan Radiasi Panas.

## ABSTRACT

*Desalination tool is a tool used to convert sea water into fresh water. By using sunlight as its main energy source, the process that occurs is that sea water is input into a tank which is likely to be flowed into the evaporator. Inside the evaporator there is a hole made of copper that serves to flow water into the copper pipe. Copper pipe aims to make the heat generated to evaporate the water becomes greater. The value of heat transfer generated in the solar collector for seven days which is calculated per hour, starting at 08.00 until 17.00 WIB. The highest value of ambient temperature for seven days was 40.31 ° C, the highest value of glass top temperature for seven days was 53.2 ° C, the highest value of inner glass temperature for seven days was 70.15 ° C, the highest value of pipe temperature copper for seven days amounted to 73.59 ° C, the highest value of the bottom base temperature of the collector for seven days amounted to 76.53 ° C, the highest value of heat radiation temperature for seven days amounted to 128.09 Watt. So it can be concluded that the higher the heat produced by the sun, the solar collector will get hotter.*

*Keywords: Sea Water Desalination, Solar Collector, Heat Radiation Transfer.*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana ini dengan lancar. Tugas sarjana ini merupakan tugas akhir bagi mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dalam menyelesaikan studinya. Untuk memenuhi syarat tersebut penulis menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “Analisa Laju Perpindahan Panas Kolektor Surya Tipe Plat Datar 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 yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini untuk itu penulis mengucapkan terimakasih yang tulus dan dalam kepada :

1. Bapak Munawar Alfansury Siregar,S.T.,M.T selaku dekan dan dosen pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini
2. Bapak Chandra A. Siregar,S.T.M.T selaku dosen pembimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak H. Muharnif M., S.T.,M.Sc selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Khairul Umurani, S.T.,M.T selaku Dosen Pembanding II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Affandi, S.T.,M.T selaku ketua prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara yang juga banyak memberi arahan kepada penulis.

6. Orang tua penulis: Mansur dan Ngatiyem yang telah bersusah payah membesarkan penulis dan membiayai penulis hingga akhir.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Dan seluruh rekan rekan Fakultas Teknik, Teknik Mesin UMSU yang telah banyak membantu dan mendorong semangat kepada penulis dengan memberikan masukan-masukan yang bermanfaat bagi penulis.

Laporan tugas akhir ini tentunya masih jauh dari kata sempurna, 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 dunia konstruksi Teknik Mesin.

Medan, Mei 2021

Aditya Dwi Pradana

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<i>ABSTRACT</i>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>5</b>
2.1 Desalinasi	5
2.2 Air Laut	6
2.3 Energi Matahari	7
2.4 Kolektor Surya	9
2.5 Termodinamika Pada Kolektor Surya Plat Datar	10
2.5.1 Konduksi	11
2.5.2 Konveksi	12
2.5.3 Radiasi	14
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	<b>15</b>
3.1 Waktu Dan Tempat	15
3.1.1 Tempat	15
3.1.2 Waktu	15
3.2 Alat dan Bahan	16
3.2.1 Alat	16
3.2.2 Bahan	17
3.3 Bagan Alir Penelitian	20
3.4 Rancangan Alat Penelitian	21
3.5 Prosedur Penelitian	22



<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>23</b>
4.1 Data Hasil Pengujian	23
4.1.1 Data Temperatur Pada Saat Pengujian	23
4.1.2 Data Intensitas Matahari	34
4.2 Pembahasan Data Hasil Pengujian	35
4.2.1 Perpindahan Panas Radiasi Hasil Pembahasan	35
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>50</b>
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	51
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>52</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Jenis Ion dalam Air Laut	6
Tabel 2.2 Unsur Utama Air	6
Tabel 2.3 Unsur Gas Yang Terkandung Pada Air Laut	7
Tabel 2.4 Sifat Kimia Pada Air Laut	7
Tabel 2.5 Sifat Fisik Air Laut	7
Tabel 2.6 Konduktifitas Termal Bahan Dasar Plat Penyerap	10
Tabel 2.7 Konduktifitas Termal dari Beberapa Material Pada Temperatur	12
Tabel 2.8 Nilai dari Koefisien Perpindahan Panas Kalor Secara Konveksi	13
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	15
Tabel 4.1 Perpindahan Panas Radiasi Hari Pertama	36
Tabel 4.2 Perpindahan Panas Radiasi Hari Kedua	38
Tabel 4.3 Perpindahan Panas Radiasi Hari Ketiga	40
Tabel 4.4 Perpindahan Panas Radiasi Hari Keempat	42
Tabel 4.5 Perpindahan Panas Radiasi Hari Kelima	44
Tabel 4.6 Perpindahan Panas Radiasi Hari Keenam	46
Tabel 4.7 Perpindahan Panas Radiasi Hari Ketujuh	48

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Input, Proses, dan Output Desalinasi Sederhana Tenaga Surya	5
Gambar 2.2 Gambar Spektrum Matahari	8
Gambar 2.3 Kolektor Surya Tipe Plat Datar	9
Gambar 2.4 Skema Kolektor Surya Plat Datar	11
Gambar 2.5 Konduksi pada Bidang Datar	11
Gambar 3.1 Sensor Suhu DS18B20	16
Gambar 3.2 Alat Ukur Intensitas Matahari	16
Gambar 3.3 Kaca Penutup Kolektor	17
Gambar 3.4 Bahan Alas dan Dinding Kolektor	17
Gambar 3.5 Pipa Tembaga	18
Gambar 3.6 Sambungan Pipa Tembaga	18
Gambar 3.7 Isolator	19
Gambar 3.8 Lem Silikon	19
Gambar 3.9 Bagan Alir Penelitian	20
Gambar 3.10 Rancangan Alat Penelitian	21
Gambar 3.11 Tampak Depan Alat Terhadap Arah Matahari	22
Gambar 4.1 Grafik Pengujian Hari Pertama	24
Gambar 4.2 Grafik Pengujian Hari Kedua	26
Gambar 4.3 Grafik Pengujian Hari Ketiga	27
Gambar 4.4 Grafik Pengujian Hari Keempat	29
Gambar 4.5 Grafik Pengujian Hari Kelima	30
Gambar 4.6 Grafik Pengujian Hari Keenam	32
Gambar 4.7 Grafik Pengujian Hari Ketujuh	33
Gambar 4.8 Grafik Intensitas Matahari	35
Gambar 4.9 Grafik Radiasi Hari Pertama	37
Gambar 4.10 Grafik Radiasi Hari Kedua	39
Gambar 4.11 Grafik Radiasi Hari Ketiga	41
Gambar 4.12 Grafik Radiasi Hari Keempat	43
Gambar 4.13 Grafik Radiasi Hari Kelima	45
Gambar 4.14 Grafik Radiasi Hari Keenam	47
Gambar 4.15 Grafik Radiasi Hari Ketujuh	49

## DAFTAR NOTASI

$Q$	= Laju Perpindahan Panas	(kJ/det, W)
$k$	= Konduktifitas Thermal	(W/mK)
$A$	= Luas Penampang	( $m^2$ )
$dT$	= Perbedaan Temperatur	( $^{\circ}C, ^{\circ}F$ )
$dx$	= Perbedaan Jarak	(m/det)
$h$	= Koefisien Konveksi	( $W/m^2.K$ )
$T$	= Temperatur	( $^{\circ}C, K$ )
$T_w$	= Temperatur Dinding	(K)
$g$	= Gravitasi	( $m/s^2$ )
$L$	= Panjang Kolektor	(m)
$\mu$	= Viskositas	( $m^2/s$ )
$Gr_l$	= Bilangan Grashoff	-
$Re$	= Bilangan Reynold	-
$Pr$	= Bilangan Prandl	-
$Nux$	= Bilangan Nusselt	-
$\sigma$	= Konstanta Boltzman	

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### 1.1 Latar Belakang

Perpindahan panas dapat terjadi karena adanya perbedaan suhu. Panas bergerak dari daerah bersuhu tinggi ke daerah bersuhu rendah. Perpindahan energi panas dapat terjadi di benda padat, cair, maupun gas. Panas dapat berasal dari matahari, listrik, bahan bakar, dan gesekan. Perpindahan panas bisa melalui berbagai cara, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi.

Perpindahan panas secara konduksi (hantaran) adalah perpindahan panas yang melalui zat perantara tanpa disertai dengan perpindahan zat perantara tersebut dan umumnya terjadi pada benda padat yang berbahan logam. Perpindahan panas secara konveksi (aliran) adalah perpindahan panas yang disertai dengan perpindahan zat perantara. Perpindahan panas secara radiasi (pancaran) adalah perpindahan panas yang tidak membutuhkan zat perantara.

Matahari merupakan sumber energi panas terbesar yang terdapat di bumi. Oleh sebab itu, manusia memanfaatkannya dengan berbagai cara, seperti panel surya, pemanas air, serta alat yang disebut desalinasi surya. Desalinasi merupakan istilah yang dikenal sebagai proses pengolahan air laut menjadi air tawar. Yang artinya mengurangi kadar garam yang terkandung pada air laut sampai pada level tertentu sehingga air laut layak dipergunakan seperti air tawar. Ada beberapa metode didalam desalinasi seperti *multi-stageflash*, penyulingan multi-efek, kompresi uap, *osmosis reversal*, dan *electro-dialysis*. Diperlukan adanya metode alternatif pengolahan air laut yang memiliki efisiensi pengolahan yang tinggi dan biaya yang relatif terjangkau yaitu dengan cara penguapan menggunakan sinar matahari sebagai sumber energinya (desalinasi surya) yang menggunakan tambahan berupa kolektor surya.

Sistem kerja Kolektor Surya yaitu ketika cahaya matahari menimpa plat penyerap pada kolektor surya, sebagian cahaya akan dipantulkan kembali ke lingkungan, sedangkan sebagian besarnya akan diserap dan dikonversikan menjadi energi panas. Lalu panas tersebut dipindahkan kepada fluida yang bersirkulasi didalam kolektor surya untuk kemudian dimanfaatkan guna berbagai

aplikasi. Bagian yang sangat penting pada kolektor surya adalah kaca penutupnya karena berfungsi untuk meneruskan radiasi matahari ke dalam kolektor dan menjaga atau mengurangi kerugian panas yang terjadi pada bagian atas.

Kolektor surya dapat diklasifikasikan ke dalam Solar Thermal Collector System yang juga memiliki kolerasi dengan pengklasifikasian kolektor surya berdasarkan dimensi dan geometri dari *receiver* yang dimilikinya, yaitu : *Concentrating Collector* atau disebut kolektor surya konsentrator dan *Flat-Plate Collector* atau disebut kolektor surya plat datar. kolektor surya ini terdiri dari kaca penutup, plat penyerap, rangka, dan isolasi. Bagian penting pada kolektor surya ini adalah kaca penutupnya karena berfungsi untuk meneruskan radiasi matahari ke dalam kolektor, menjaga serta mengurangi kerugian panas yang terjadi pada bagian atas. Dikarenakan kurangnya pengetahuan orang banyak mengenai desalinasi dan iklim di kota Medan yang selalu berubah-ubah, serta pembuatan yang relatif murah, penulis memutuskan untuk menggunakan tipe plat datar untuk melakukan penelitian guna menganalisa panas yang dihasilkan setiap harinya untuk proses desalinasi air laut, dengan judul : ANALISA LAJU PERPINDAHAN PANAS KOLEKTOR SURYA TIPE PLAT DATAR PADA ALAT DESALINASI AIR LAUT.

### 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana proses kerja alat desalinasi air laut dengan memanfaatkan energi sinar matahari.
2. Bagaimana laju perpindahan panas yang dihasilkan oleh kolektor surya setiap harinya selama percobaan.

### 1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis laju perpindahan panas yang dihasilkan oleh kolektor surya yang digunakan.
2. Alat desalinasi yang digunakan adalah sistem pasif *single slope*.
3. Jenis plat penyerap yang digunakan adalah jenis tembaga.
4. Kaca penutup yang digunakan adalah kaca penutup dengan ketebalan 3mm.

5. Fluida yang digunakan pada pengujian ini adalah air laut.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Untuk dapat memahami bagaimana proses alat desalinasi air laut dengan memanfaatkan energi sinar matahari.
2. Untuk membandingkan nilai suhu panas yang masuk ke kolektor surya dengan suhu lingkungan lingkungan.
3. Untuk menghitung besar laju perpindahan panas yang diterima oleh kolektor surya.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian yang didapat diharapkan memberi manfaat sebagai berikut :

1. Dapat menambah ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang konversi energi dari proses desalinasi air laut.
2. Mengetahui cara kerja dari proses desalinasi air laut.
3. Meminimalisir pengeluaran bahan bakar karena menggunakan energi panas matahari sebagai sumber energi utamanya.
4. Alat yang ramah lingkungan, karena tidak menggunakan bahan bakar berpolusi sebagai sumber energi utamanya.
5. Sebagai peluang bisnis kedepan, apalagi dengan biaya yang relatif murah.
6. Teknologi yang berpotensi mengurangi polusi udara yang terjadi di Indonesia.

#### 1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas sarjana ini akan dibagi dalam beberapa bab. Secara garis besar yang dimuat dalam tugas sarjana ini adalah seperti yang tercakup dalam sistematika penulisan berikut :

## BAB 1 PENDAHULUAN

Meliputi latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Meliputi teori yang berhubungan dengan penelitian yaitu mengenai alat desalinasi beserta kolektor surya.

## BAB 3 METODE PENELITIAN

Berisi tentang waktu dan pengujian alat, urutan dan cara yang dilakukan. Yang dimulai dari alat, bahan, dan proses yang dilaksanakan.

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang hal-hal seperti hasil penelitian

## BAB 5 PENUTUP

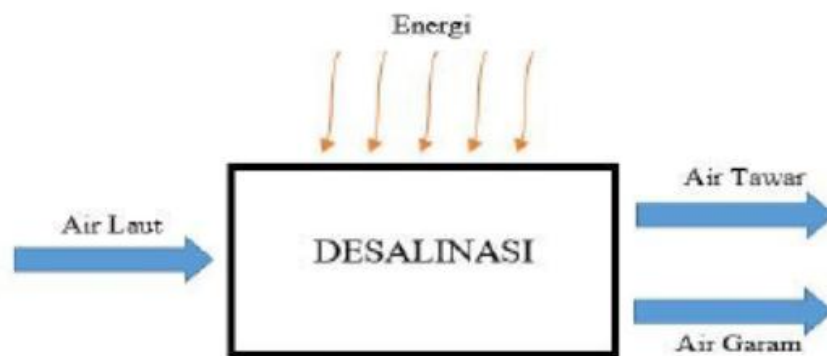
Bab ini berisikan tentang kesimpulan dari hasil dan saran yang dianggap perlu diketahui bagi pihak-pihak yang memerlukan.



## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Desalinasi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), desalinasi adalah suatu proses untuk membuat air laut menjadi air tawar. Proses ini dimanfaatkan untuk mendapatkan air yang dapat dikonsumsi oleh makhluk hidup. Hasil sampingan dari proses ini ialah garam. Ketika air laut dididihkan, garam akan terlarut dan air akan menguap. Air yang menguap akan menghasilkan uap yang dapat berubah fasa ketika suhu menurun. Perubahan fasa yang terjadi ialah kondensasi yang dapat merubah uap menjadi air kembali. Proses desalinasi sederhana dengan memanfaatkan energi matahari sebagai sumber utama dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Input, proses, dan output desalinasi sederhana dengan tenaga surya.

Produk proses desalinasi umumnya merupakan air dengan kandungan garam terlarut kurang dari 500 miligram/ liter, yang dapat digunakan untuk keperluan domestik, industri, dan pertanian. Hampir semua proyek desalinasi dalam skala besar, menggunakan air laut sebagai bahan utama. Produk air desalinasi biasanya lebih murni dari air minum standart. Jika ingin digunakan untuk kebutuhan sehari-hari biasanya dicampur dengan TDS yang lebih tinggi. Air hasil desalinasi murni masih sangat asam dan bisa menyebabkan korosi pada pipa, jadi harus dicampur

dengan sumber air lain yang diambil dari luar atau dengan cara mengatur pH (*Power of Hidrogen*), kesadahan dan alkalitas sebelum dialirkan keluar.

## 2.2. Air Laut

Air laut adalah sejenis cairan dengan komponen kompleks, memiliki kandungan lebih dari 80 unsur kimia yang sebagian besar dalam bentuk ion dan dari setiap unsur berkemungkinan mempengaruhi proses desalinasi. Sekitar 97% air di bumi merupakan air laut. Secara umum material yang terdapat dalam air laut digolongkan dalam 5 kategori, yaitu: garam-garam terlarut, gas-gas terlarut, unsur organik terlarut, unsur organik padat, dan unsur anorganik padat, dan yang paling mempengaruhi adalah garam-garam terlarut. Adapun jenis ion yang terkandung di dalam air laut seperti terlihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kandungan Jenis Ion dalam Air Laut

Unsur	Konsentrasi (ppm)
Na <sup>+</sup>	10,561
Mg <sup>2+</sup>	1,272
Ca <sup>2+</sup>	400
K <sup>+</sup>	380
Cl <sup>-</sup>	18,980
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2,649
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	142
Br <sup>-</sup>	65
Padatan lain	3

Tabel 2.2. Unsur utama air

Elements	Cl	Na	Mg	S	Ca	K	Br	Sr	B	Si	F
Bentuk (eksistensi)	Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	(SO <sub>2</sub> ) <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Br <sup>-</sup>	Sr <sup>2+</sup>	B(OH) <sub>3</sub>	Si(OH) <sub>4</sub>	F
Kadar (ppm)	19,000	10,500	13500	885	400	380	65	8.0	4.0	3.0	1.3

Dari Tabel 2.3. dibawah ini juga dapat dilihat unsur-unsur gas yang terkandung pada air laut.

Tabel 2.3. Unsur gas yang terkandung pada air laut

Gas	$CO_2$	$N_2$	$O_2$	Ar
Kadar (ppm)	102.5	12.82	8.05	0.479

Air laut tidak hanya memiliki unsur gas yang terkandung didalamnya tetapi ada sifat kimia yang mempengaruhi karakteristik sifat air. Untuk sifat kimia dari air laut dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Sifat kimia pada air laut

Nilai PH	Clorin	Salinitas	Total kadar garam
7.5-8.4	~19.38	~ 34.85	~ 35.07

Air laut memiliki sifat fisik umum yang berbeda dengan air tawar sifat fisik air laut dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Sifat fisik air laut

<i>Density</i> ( $kg/m^3$ )	$C_p$ ( $kJ/kg$ $^{\circ}C$ )	Panas penguapan ( $kJ/kg$ )	Titik beku ( $^{\circ}C$ )	Titik didih ( $^{\circ}C$ )	Tekanan uap (pa)	Tekanan osmotik (pa)	viscositas dynamic ( $kg/m$ $s$ )
1023.4	3.90	2436.3	-1.91	100.56	0.9812 $p_o$	-0.084T	0.96 $\times 10^{-3}$

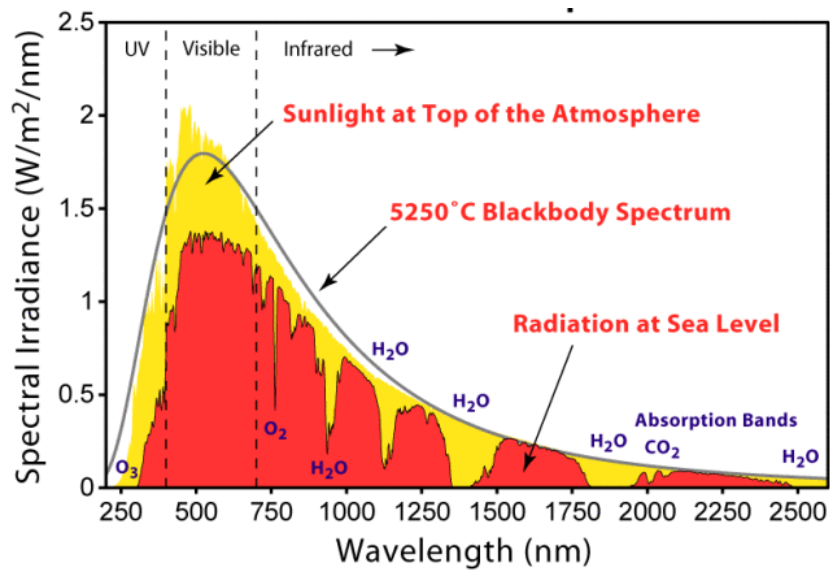
Air laut memiliki kadar garam karena bumi dipenuhi dengan garam mineral yang terdapat didalam batu-batuan dan tanah. Apabila air sungai mengalir ke lautan, air tersebut membawa garam. Ombak laut yang menerjang pantai juga dapat menghasilkan garam yang terdapat pada batu-batuan. Lama-kelamaan air laut menjadi asin karena banyak mengandung garam.

### 2.3. Energi Matahari

Energi surya atau energi matahari adalah energi yang berupa sinar dan panas yang berasal dari matahari. Energi ini dapat dimanfaatkan dengan menggunakan serangkaian teknologi seperti pemanas surya, arsitektur surya, listrik panas surya, dan fotosintesis buatan. Belakangan ini energi ini termasuk kedalam kategori energi terbarukan yang menjadi perhatian masyarakat dunia mengenai pemanfaatannya. Teknologi energi surya secara umum dapat dikategorikan menjadi dua kelompok, yaitu teknologi pemanfaatan aktif dan teknologi

pemanfaatan pasif. Contoh pemanfaatan energi surya secara aktif yaitu dengan penggunaan panel fotovoltaik dan panel penyerap panas. Contoh pemanfaatan energi surya secara pasif yaitu seperti mengarahkan bangunan ke arah matahari, merancang ruangan dengan sirkulasi udara alami, serta memilih bangunan dengan kemampuan dispersi cahaya yang baik.

Pada tahun 2011, Badan Energi Internasional menyatakan bahwa “perkembangan teknologi energi surya yang terjangkau, tidak habis, dan bersih akan memberikan keuntungan jangka panjang yang besar. Perkembangan ini akan meningkatkan keamanan energi negara-negara melalui pemanfaatan energi yang sudah ada, tidak habis, meningkatkan kesinambungan, mengurangi polusi, dan menjaga harga bahan bakar fosil tetap rendah dari sebelumnya”. Belakangan ini banyak peneliti yang mulai melakukan penelitian yang berkaitan dengan desalinasi maupun diluar desalinasi dengan memanfaatkan energi matahari. Seperti pada Gambar 2.2.



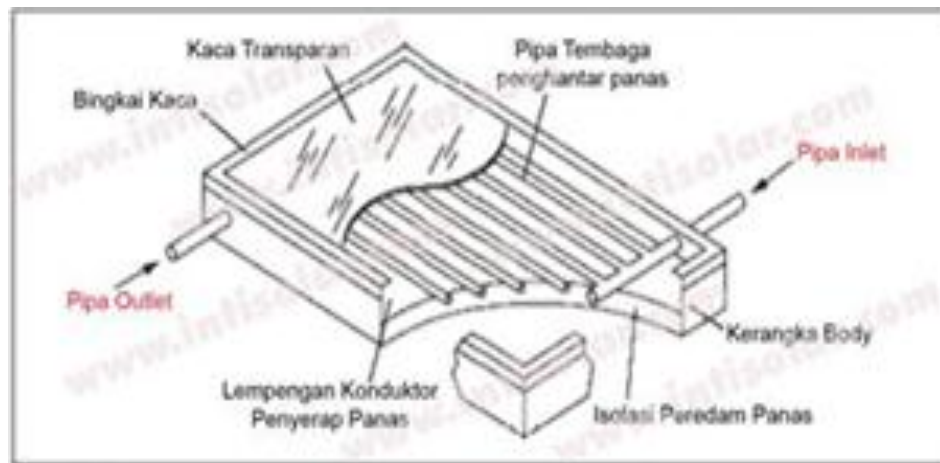
Gambar 2.2 Gambar spektrum matahari

Radiasi matahari yang sampai di permukaan atmosfer bumi tidak semuanya diterima oleh permukaan bumi. Hal ini dikarenakan telah terjadi proses proses pengaburan yang terjadi oleh awan atau partikel-partikel lainnya yang ada didalam atmosfer bumi. Umumnya penyerap cahaya pada area gelombang infrared yang merupakan alasan penurunan secara drastis pada spektra radiasi

adalah air ( $H_2O$ ) dan karbon dioksida ( $CO_2$ ). Besar aktual radiasi cahaya matahari yang diterima di tiap area berbeda-beda, dan tergantung pada musim dan variasi dari posisi matahari dan orientasi bumi.

#### 2.4. Kolektor Surya

Kolektor surya dapat diartikan sebagai pengumpul panas matahari. Alat ini dilengkapi oleh suatu alat penyerap panas yang bisa menyimpan panas dalam waktu yang lama. Kolektor surya terdiri dari kotak kolektor yang permukaannya dilapisi kaca sedangkan dasarnya di cat hitam. Kolektor surya merupakan suatu bagian dari peralatan yang dibutuhkan untuk mengubah energi radiasi matahari ke bentuk energi panas untuk berbagai keperluan, seperti pemanas air. Seperti terlihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Kolektor Surya Tipe Plat Datar

Sistem kerja dari kolektor ini yaitu sinar matahari akan melewati kaca transparan pada kolektor dan langsung menuju lempengan konduktor penyerap panas yang kemudian mengubah energi matahari yang diterima menjadi energi panas. Lalu panas ditransfer ke dalam pipa tembaga yang melekat pada lempengan konduktor penyerap panas. Lempengan konduktor penyerap panas ini biasanya dicat menggunakan cat hitam. Hal itu disebabkan karena benda hitam adalah penyerap radiasi matahari sempurna. Sebaiknya pilih cat hitam doff yang mengandung unsur chrome atau nickel konsentrasi tinggi agar bekerja secara optimal. Agar terjadi pindah panas yang baik, plat penyerap yang digunakan harus mempunyai konduktivitas termal yang baik. Beberapa bahan dasar yang dipakai

sebagai plat penyerap dapat dilihat pada tabel 2.6. ( Ilmiah & Energi, Sumarsono, 2005 ).

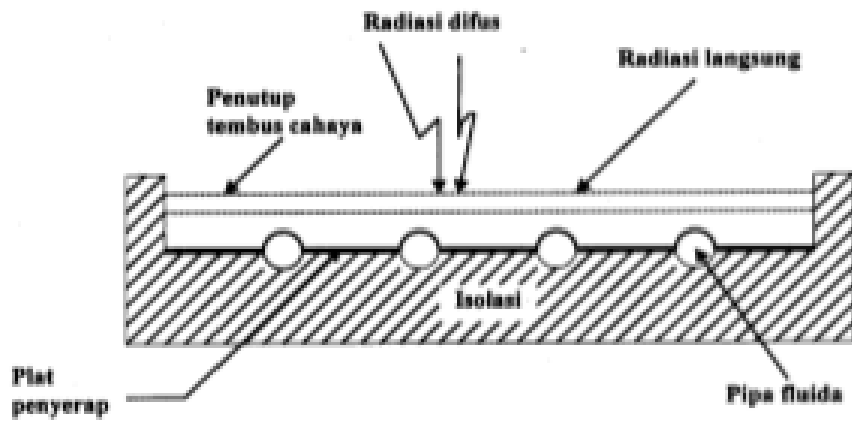
Tabel 2.6 Konduktivitas termal bahan dasar plat penyerap

Metal	Konduktivitas termal pada 100°C (W/m.K)
Tembaga	393,56
Aluminium	217,71
Brass (60/40)	121,42
Baja	66,99

Lembaran kaca transparan dipakai sebagai penutup permukaan kolektor. Bukan hanya sebagai pelindung dari luar, tetapi karena sifatnya sebagai penjebak panas atau gelombang inframerah. Karena kaca memiliki sifat transparan terhadap gelombang ultraviolet dan cahaya tampak.

## 2.5. Termodinamika Pada Kolektor Surya Plat Datar

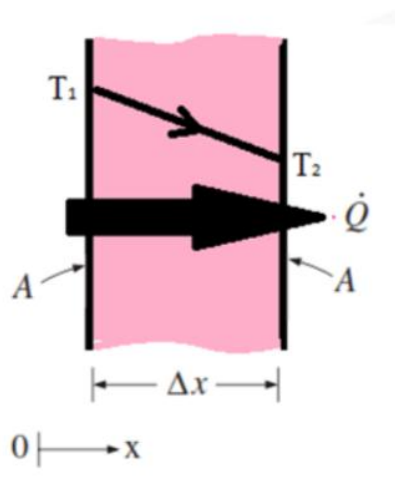
Termodinamika adalah ilmu yang membahas mengenai perubahan energi, salah satunya seperti laju perpindahan panas. Laju Perpindahan panas adalah perpindahan energi yang terjadi pada benda atau material dari temperatur yang tinggi ke temperatur yang rendah sehingga menyebabkan terjadinya kesetimbangan panas. Perpindahan panas yang termasuk kedalam hukum termodinamika yang pertama tentang energi yang tidak dapat diciptakan ataupun dihilangkan energi hanya dapat dipindahkan dan berubah dari suatu bentuk ke bentuk lainnya. Pada umumnya, ada tiga jenis mekanisme laju perpindahan panas, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi.



Gambar 2.4. Skema Kolektor Surya Plat Datar

### 2.5.1. Konduksi

Perpindahan kalor secara konduksi adalah proses perpindahan kalor dimana kalor mengalir dari daerah yang bersuhu tinggi ke daerah yang bersuhu rendah dalam suatu medium (padat, cair atau gas) atau antara medium-medium yang berlainan yang bersinggungan secara langsung sehingga terjadi pertukaran energi dan momentum.



Gambar 2.5. Konduksi pada bidang datar ketebalan  $\Delta x$  dan luas  $A$

Pada Gambar 2.5. laju konduksi yang melalui medium dipengaruhi oleh ketebalan dan bahan medium, serta perbedaan suhu antar dua sisi medium. Laju perpindahan panas konduksi dapat dinyatakan dengan persamaan umum Hukum

$$\text{Fourier : } q = -k A \left[ \frac{dT}{dx} \right] \quad (2.1)$$

Tabel 2.7. Konduktifitas Termal dari Beberapa Material pada Suhu

Material	Konduktifitas Termal, W/m.K
Copper	401
Silver	429
Gold	317
Aluminium	237
Steel	60,5
Limestone	2,15
Bakelite	1,4
Water	0,613
Air	0,0263

### 2.5.2. Konveksi

Perpindahan kalor secara konveksi adalah perpindahan kalor yang terjadi akibat adanya pergerakan molekul pada suatu zat, hal tersebut yang mengakibatkan perpindahan panas secara konveksi. Konveksi sangat penting sebagai mekanisme perpindahan energi antara permukaan benda padat dan cairan atau gas. (Anugrah, Ismardi, Sc, Ajiwiguna, & Eng, 2017). Perpindahan panas secara konveksi dapat terjadi secara alami dan buatan. Konveksi alami yaitu dimana perpindahan panas yang dipengaruhi oleh fluida yang terjadi tanpa adanya paksaan atau faktor kesengajaan hanya dipengaruhi dari perbedaan suhu antara permukaan benda dengan fluida pada permukaan benda. Konveksi paksa (buatan) merupakan peristiwa konveksi dengan mengalirkan fluida secara sengaja di sekitar permukaan benda. Pada umumnya laju perpindahan panas dapat dinyatakan dengan hukum persamaan pendinginan Newton sebagai berikut :

$$q = h A (T_w - T) \text{ watt} \quad (2.2)$$

Konveksi secara alami dipengaruhi oleh beberapa parameter bilangan tak berdimensi seperti bilangan Grashof, bilangan Prandtl, bilangan Rayleigh, dan bilangan Nusselt. Bilangan Grashof merupakan pendekatan rasio antara gaya apung dengan gaya viskos yang bekerja pada fluida. Bilangan Grashof merupakan



bilangan yang bertujuan untuk menentukan tipe aliran fluida pada konveksi alami bilangan tersebut dapat didefinisikan pada persamaan (2.3). Bilangan Prandtl merupakan rasio antara difusivitas momentum dengan difusitas termal dari fluida dinyatakan dengan persamaan (2.4). Bilangan Rayleigh menunjukkan besar gaya apung dan gaya viskositas pada konveksi alami dapat dihitung dengan perkalian antara bilangan Grashof dan bilangan Prandtl pada persamaan (2.5). Bilangan Nusselt adalah bilangan tak berdimensi yang merupakan rasio perpindahan panas antara konveksi dan konduksi dapat dinyatakan dengan persamaan (2.6).

$$Gr_L = \frac{g\beta(T_w - T_\infty)Lc^3}{\nu^2} \quad (2.3)$$

$$Pr = \frac{\text{difusivitas momentum}}{\text{difusitas termal}} = \frac{\nu}{\alpha} \quad (2.4)$$

$$Ra_L = Gr_L Pr = \frac{g\beta(T_w - T_\infty)Lc^3}{\nu^2} \frac{\nu}{\alpha} \quad (2.5)$$

$$Nu = \frac{hLc}{k} = C(Gr_L Pr)^n = C Ra_L^n \quad (2.6)$$

Tabel 2.8. Nilai dari koefisien perpindahan panas kalor secara konveksi

Proses	h (W/m <sup>2</sup> .K)
Konveksi Natural	
Gas	2 – 25
Liquid	50 - 1.000
Konveksi Paksa Gas	
Gas	25 – 250
Liquid	5 - 20.000
Konveksi dengan perubahan fasa	
Kondensasi dan Boiling	2.500 - 100.000

### 2.5.3. Radiasi

Pada laju perpindahan panas konduksi dan konveksi terjadi lewat suatu zat antara, maka radiasi tidak memerlukan zat antara karena terjadi dengan mekanisme yang berbeda. Radiasi merupakan suatu proses laju perpindahan panas yang terjadi karena pancaran/ sinar/ radiasi gelombang elektromagnetik tanpa memerlukan media perantara. Laju Perpindahan panas disebut juga dengan heat transfer Sama seperti konveksi,. Menurut sumbernya radiasi dapat dibedakan secara alam dan buatan Radiasi alam adalah radiasi yang berasal dari alam semesta, sedangkan radiasi buatan adalah radiasi yang ada karena dibuat oleh manusia. Laju Perpindahan panas radiasi bisa dilakukan dengan alat benda hitam (*black body*) yang merupakan benda untuk menyerap seluruh radiasi yang menyimpannya dengan persatuan luas. Laju Perpindahan panas radiasi ini terjadi pada absorber kolektor surya. Peristiwa radiasi yang dipancarkan oleh matahari, dan dikonversikan dalam bentuk panas terjadi pada plat absorber serta adanya pengaruh dari emisifitas permukaan benda hitam (plat absorber). Dasar dari proses radiasi adalah hukum Stefan-Boltzman.

$$Q = \sigma A(T_1^4 - T_2^4) \quad (2.7)$$

$\sigma$  adalah konstanta Boltzman yang memiliki nilai  $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$ . Adapun suatu sifat radiasi yang perlu diketahui yaitu apabila energi radiasi menimpa permukaan suatu bahan maka sebagian dari radiasi itu di pantulkan (refleksi) sebagian di serap (absorpsi) dan sebagian lagi diteruskan (transmisi). Sebelumnya mengenai hukum Stefan-Boltzman bahwa benda hitam (*black body*) yang memancarkan energi menurut hukum  $T^4$  akan tetapi jumlah radiasi yang dipancarkan oleh benda-benda itu masih mengikuti suhu absolut pangkat empat ( $T_1^4$ ). untuk memperhitungkan sifat permukaan benda kelabu, perlu beberapa faktor lain ke dalam persamaan hukum Stefan-Boltzman yang disebut dengan emisivitas atau kepancaran yang menghubungkan sinar dari permukaan kelabu dengan permukaan yang hitam sempurna dan juga perlu diperhitungkan bahwa radiasi dari suatu permukaan tidak seluruhnya sampai ke permukaan lain. Karena radiasi elektromagnetik berjalan menurut garis lurus dan sebagian lagi menghilang ke lingkungan. Sehingga dapat dimasukkan kedalam dua faktor yaitu faktor geometris dan faktor pandangan.

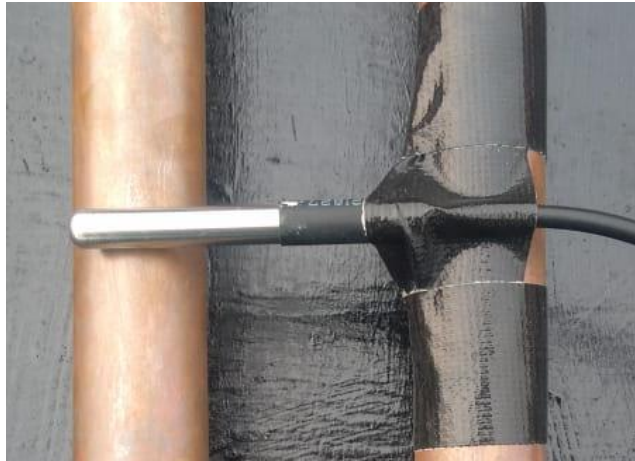


### 3.2. Alat dan Bahan

#### 3.2.1. Alat

##### 1. Sensor Suhu DS18B20

Berfungsi untuk mendeteksi suhu ruangan. Sensor ini dapat mendeteksi suhu dari  $-55^{\circ}\text{C}$ - $125^{\circ}\text{C}$  dengan tingkat keakurasian ( $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ) dan dengan resolusi 9-12 bit.



Gambar 3.1. Sensor Suhu DS18B20

##### 2. Alat Ukur Intensitas Matahari

Alat ukur intensitas matahari ini digunakan untuk mencatat kekuatan energi matahari dalam satuan Watt. Pengukuran daya energi matahari mampu hingga  $1999 \text{ watt/m}^2$ .



Gambar 3.2. Alat Ukur Intensitas Matahari

### 3.2.2. Bahan

#### 1. Kaca Penutup Kolektor

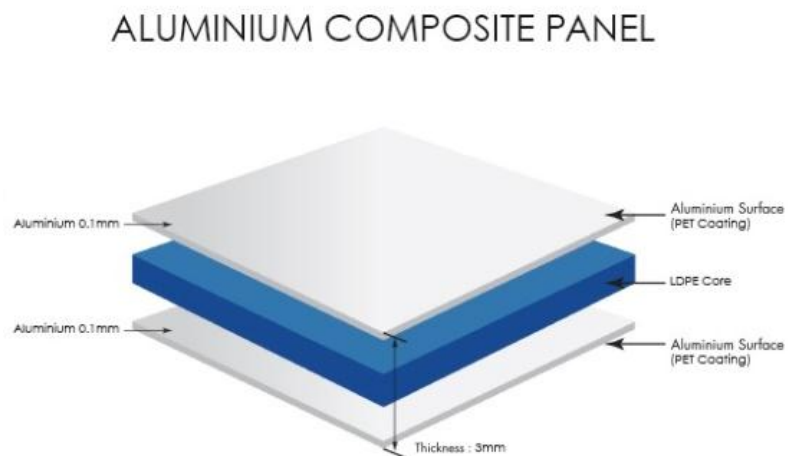
Kaca penutup menggunakan jenis clear glass (kaca bening) dengan ukuran panjang 1000 mm dan lebar 1000 mm dengan ketebalan kaca 3 mm.



Gambar 3.3. Kaca Penutup Kolektor

#### 2. Bahan Alas dan Dinding Kolektor

Bahan yang digunakan untuk ruang evaporator terbuat dari aluminium komposit panel (ACP). Dengan ketebalan 3 mm, berikut susunan komposisi yang terdapat pada ACP.



Gambar 3.4. Bahan Alas dan Dinding Kolektor

### 3. Pipa Tembaga

Pipa yang digunakan terbuat dari bahan tembaga dengan panjang 1200 mm dengan diameter 1 inci ini di produksi menggunakan bahan baku kelas tertinggi untuk air, gas, dan limbah. Fungsi tembaga untuk penghantar panas matahari yang baik.



Gambar 3.5. Pipa Tembaga

### 4. Sambungan Pipa Tembaga

Sambungan pipa tembaga berbentuk seperti huruf U ini berfungsi sebagai penyambung antara pipa satu dengan pipa lainnya.



Gambar 3.6. Sambungan Pipa Tembaga

## 5. Isolator

Berfungsi untuk meminimalisir kehilangan panas dari plat penyerap menuju lingkungan



Gambar 3.7. Isolator

## 6. Lem Silikon

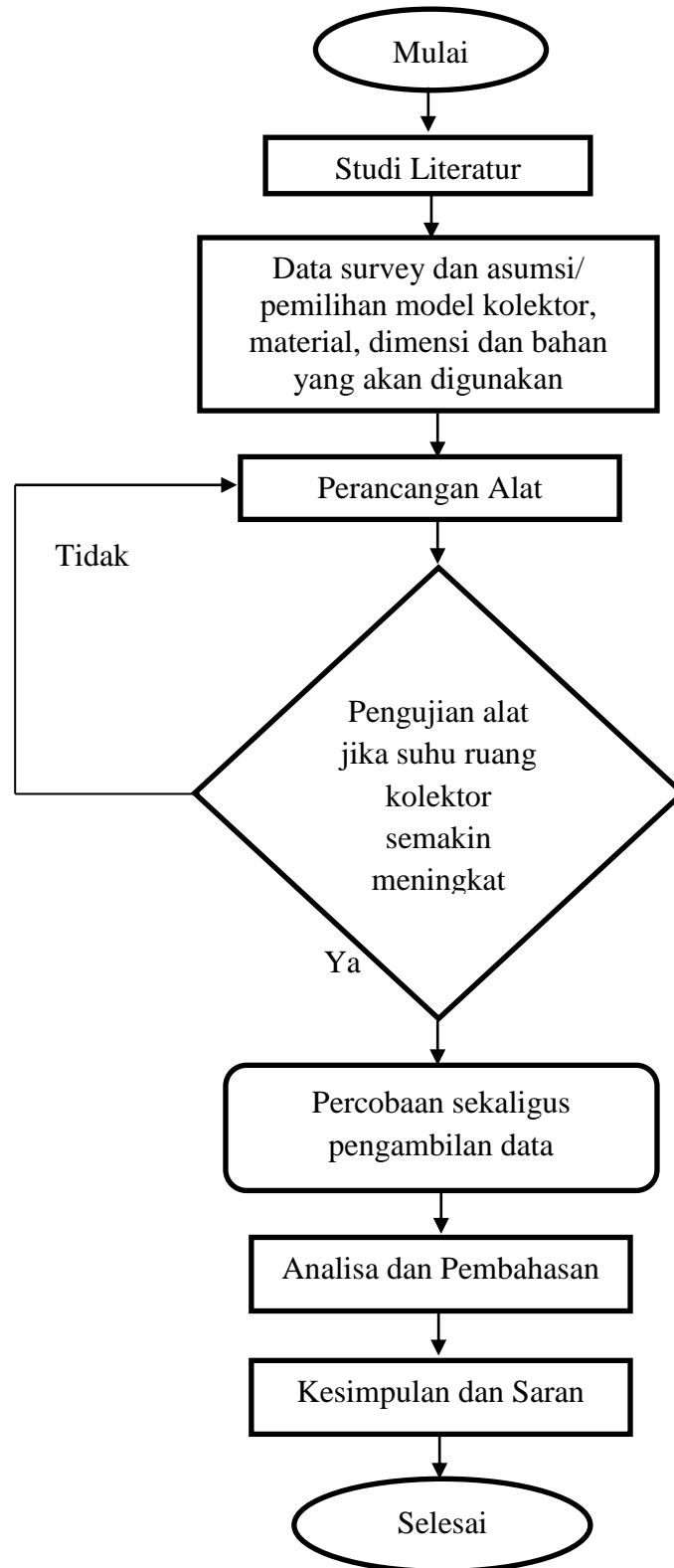
Lem silikon berfungsi untuk merekatkan antara dinding kaca dengan dinding kolektor agar tidak rembes atau bocor.



Gambar 3.8. Lem silikon

### 3.3. Bagan Alir Penelitian

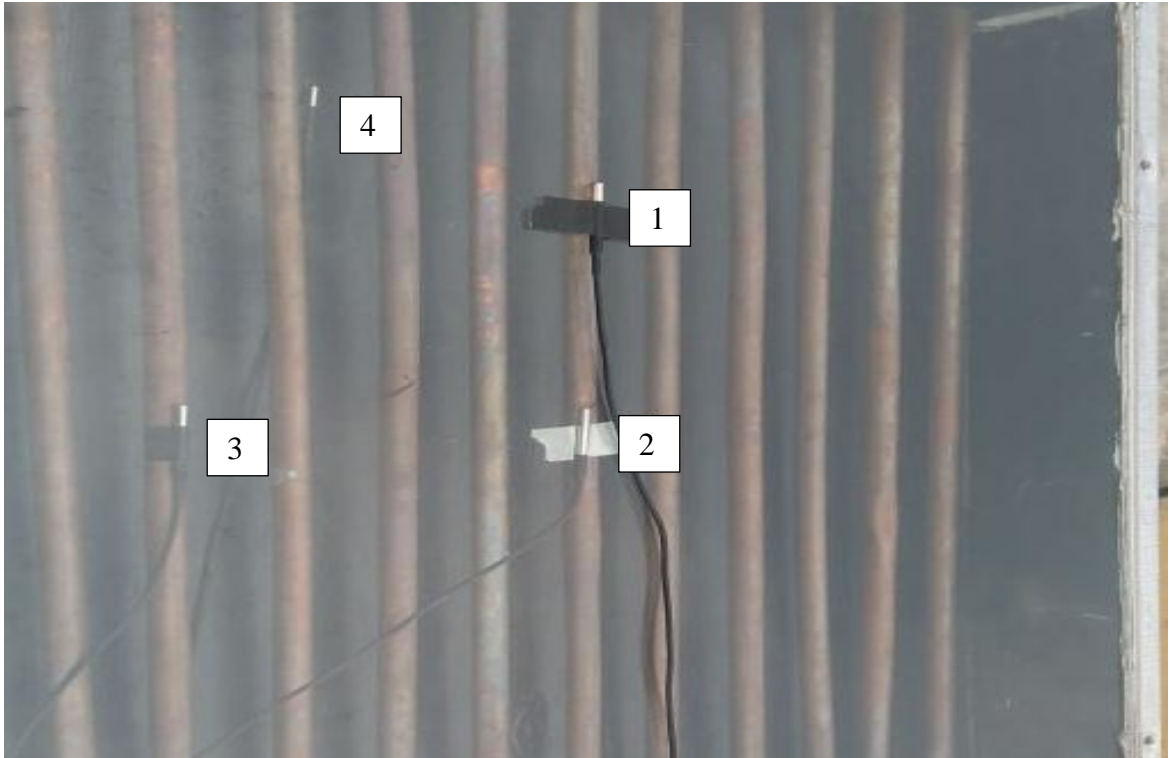
Berikut adalah proses dilakukannya penelitian dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini :



Gambar 3.9. Bagan Alir Penelitian



### 3.4. Rancangan Alat Penelitian



Gambar 3.10. Rancangan Alat Penelitian

Keterangan :

1. Sensor suhu bagian kaca luar
2. Sensor suhu bagian kaca dalam
3. Sensor suhu bagian pipa tembaga
4. Sensor suhu bagian alas bawah kolektor

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

#### 1. Tahap Pertama

Dimulai dengan melakukan pengujian untuk mendapatkan data pengujian yang berupa suhu kaca bagian dalam dan luar, suhu pipa tembaga, alas bawah kolektor, suhu lingkungan, dan intensitas matahari.

2. Tahap Kedua

Mencari nilai dari hasil laju perpindahan panas radiasi yang terjadi selama pengujian berlangsung yaitu selama tujuh hari berturut-turut.

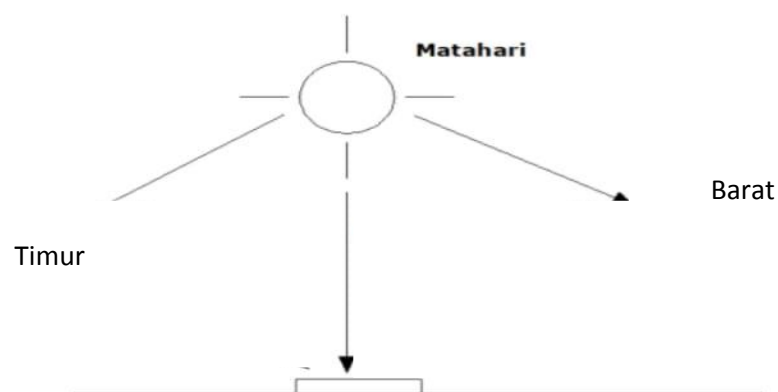
3. Tahap Ketiga

Mencari nilai panas tertinggi yang dihasilkan selama perhitungan.

3.5. Prosedur Penelitian

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

1. Proses instalasi alat desalinasi
2. Kembali memeriksa alat pengukur suhu dan sekaligus pengecekan terjadinya kebocoran pada daerah yang diisolasi atau diberi perekat lem.
3. Pengisian air laut ke dalam tangki penampungan air laut dan mengalirkan ke dalam evaporator.
4. Ketinggian air laut pada evaporator diperkirakan sampai air laut masuk kedalam pipa tembaga (tenggelam).
5. Mengoperasikan sistem sensor suhu dan sensor lainnya.
6. Pengujian dilakukan dari jam 08:00 sampai jam 17:00 WIB selama 7 hari, pada tanggal 25 s/d 2 Oktober 2019.
7. Proses pengambilan data dengan cara merekam kejadian pada saat pengujian.
8. Ulangi pengujian keesokan harinya sampai selesainya pengujian.
9. Data dari hasil pengujian dianalisis.



Gambar 3.11 Tampak Depan Alat Terhadap Arah Matahari

## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Data Hasil Pengujian**

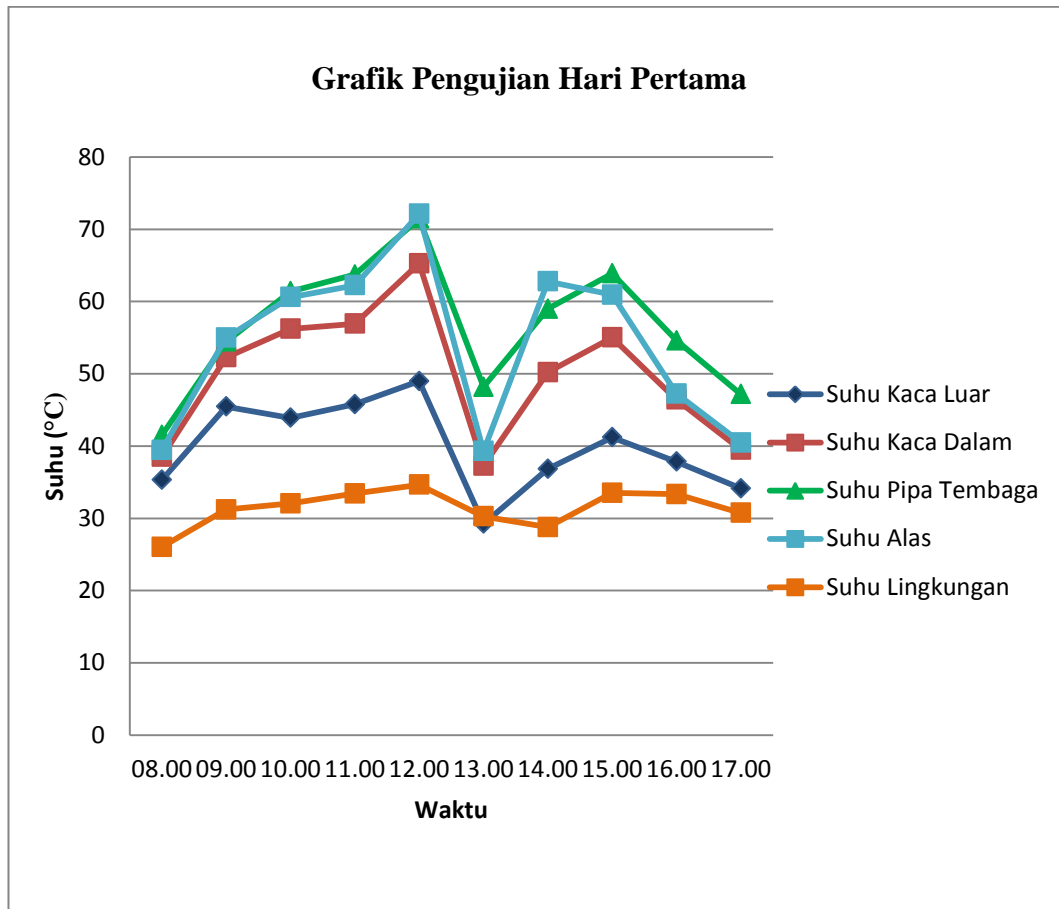
Alat desalinasi merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengubah air laut menjadi air tawar. Dengan menggunakan sinar matahari sebagai sumber energi utamanya, proses yang terjadi yaitu air laut dimasukkan kedalam tangki yang kemudian dialirkan kedalam evaporator. Didalam evaporator terdapat lubang yang terbuat dari tembaga yang berfungsi untuk mengalirkan air kedalam pipa tembaga. Pipa tembaga bertujuan agar panas yang dihasilkan untuk menguapkan air menjadi lebih besar. Air menguap menjadi embun-embun yang kemudian melekat pada bagian dalam dari kaca evaporator. Embun yang terkumpul banyak mengalir kebawah menuju bak penampungan, hingga terkumpul air tawar.

Pengambilan data dilakukan pada pagi hari sampai sore hari selama 7 hari dengan mengamati dari setiap sensor suhu yang melekat pada sisi-sisi yang telah ditentukan. Terdapat 4 titik yang akan diamati suhunya melalui sensor. Suhu lingkungan serta kecepatan angin sangat mempengaruhi mengenai kenaikan serta penurunan suhu melalui permukaan kaca bagian atas. Alat diletakkan menghadap ke arah selatan guna menghindari terhalangnya cahaya yang masuk disebabkan oleh alat itu sendiri menjelang sore hari. Naiknya suhu juga berbanding lurus dengan besar intensitas matahari dan lama penyinaran yang dibaca oleh sensor. Untuk melihat data yang didapatkan dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

##### **4.1.1. Data Suhu Pada Saat Pengujian**

Berikut ini merupakan data suhu pada saat pengujian dari hari pertama sampai hari ke tujuh yang dimulai dari pukul 08.00-17.00 WIB.

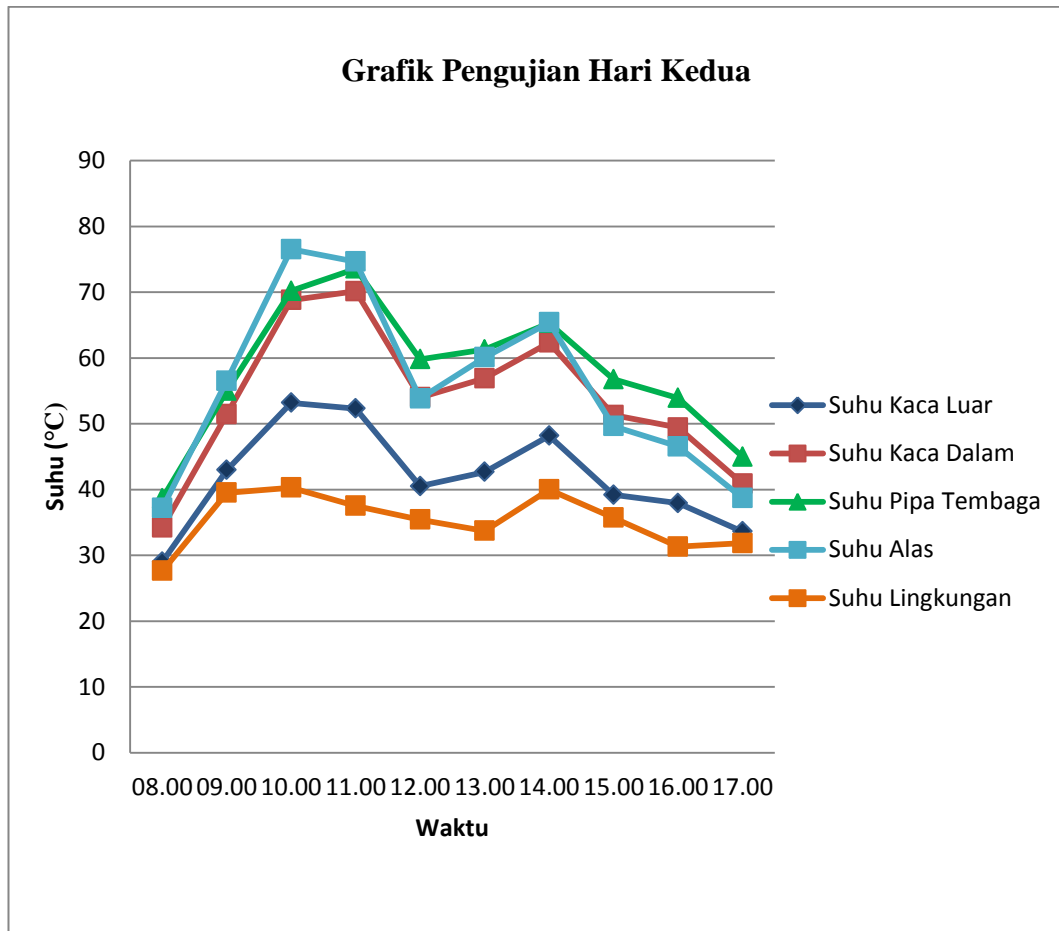
#### 4.1. Data Hasil Pengujian Hari Pertama



Gambar 4.1. Grafik Data Pengujian Hari Pertama

Pada grafik Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa grafik mengalami penurunan yang sangat drastis pada jam 13.00 dikarenakan hujan turun yang menyebabkan suhu disekitar lingkungan menjadi tidak stabil. Namun di jam 14.00 kembali meningkat dikarenakan hujan yang sudah selesai dan panas kembali meningkat. Dengan kecepatan angin rata-rata 4,57 m/s pada saat itu. Lain halnya pada hari kedua kondisi tidak sama dengan yang digambarkan pada hari pertama. Data hasil pengujian dihari kedua dapat dilihat pada Gambar 4.2.

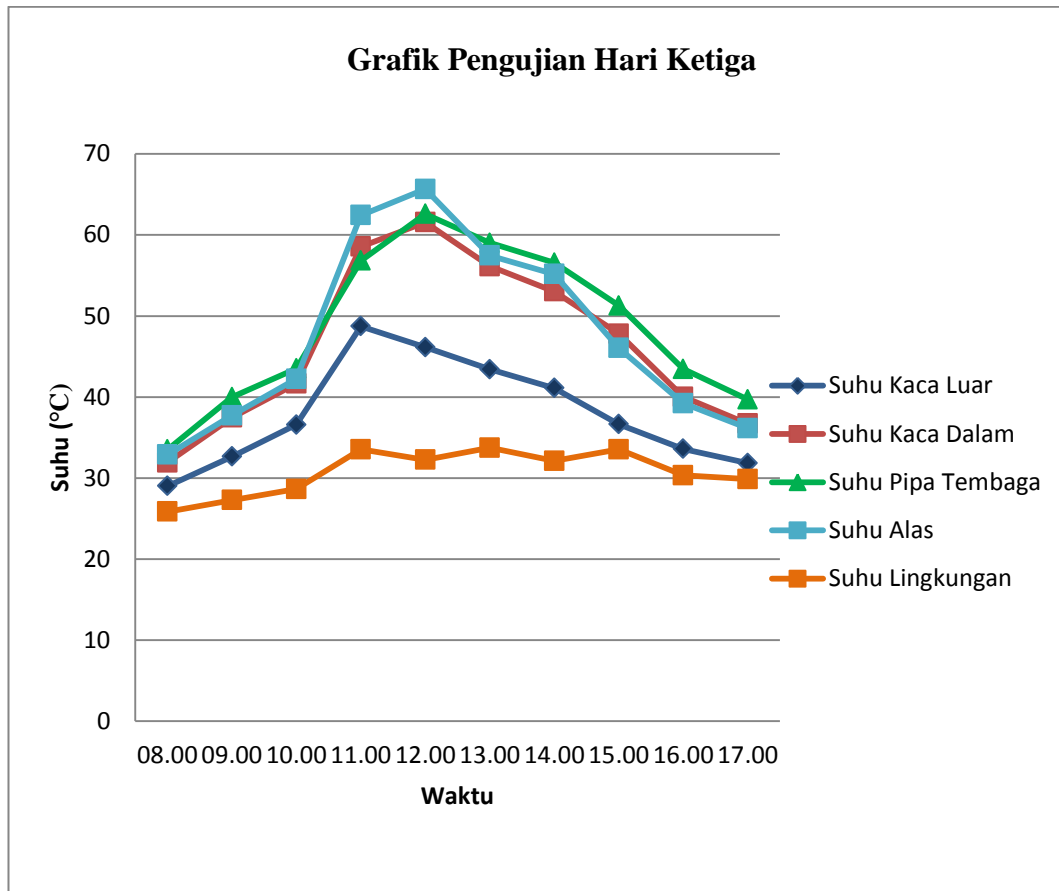
#### 4.2. Data Hasil Pengujian Hari Kedua



Gambar 4.2. Grafik Data Pengujian Hari Kedua

Dari Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa grafik pengujian mengalami ketidakstabilan dikarenakan cuaca yang mendung sehingga dari mulai pukul 10.00 sampai pukul 17.00 mengalami penurunan secara bertahap. Data hasil pengujian dihari ketiga dapat dilihat pada Gambar 4.3.

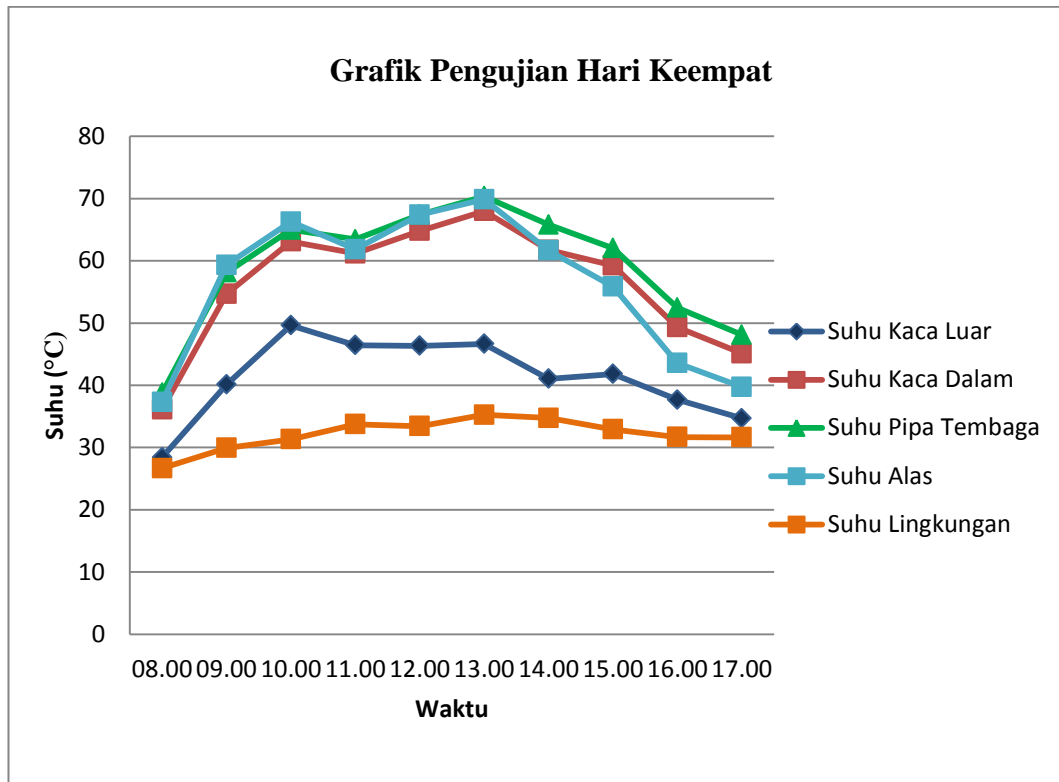
### 4.3. Data Hasil Pengujian Hari Ketiga



Gambar 4.3. Grafik Data Pengujian Hari Ketiga

Pada Gambar 4.3 terlihat grafik mengalami peningkatan hingga mencapai titik puncak pada pukul 12.00 dan juga mengalami penurunan secara bertahap sampai pukul 17.00 dikarenakan cuaca yang berawan dan juga panas matahari yang semakin menurun. Data hasil pengujian dihari keempat dapat dilihat pada Gambar 4.4.

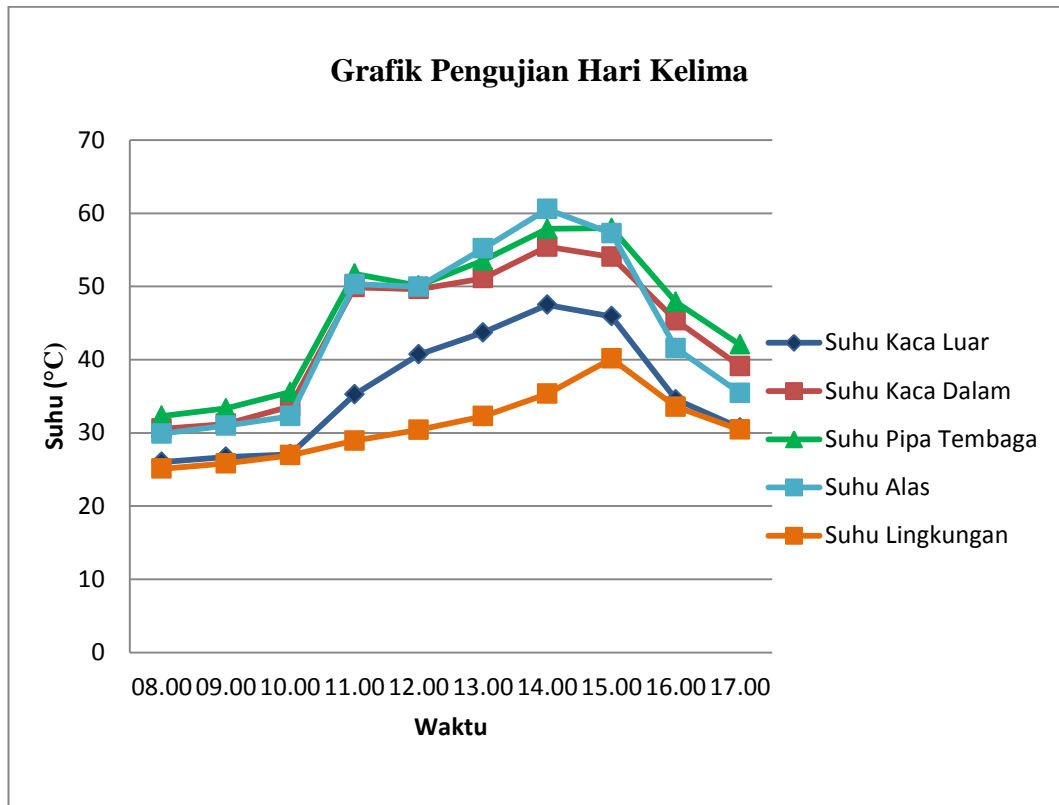
#### 4.4. Data Hasil Pengujian Hari Keempat



Gambar 4.4. Grafik Data Pengujian Hari Keempat

Pada Gambar 4.4 dapat dilihat grafik mengalami penurunan dan kenaikan yang berbeda dari hari sebelumnya. Cuaca yang cerah sangat mempengaruhi kestabilan dari pada grafik. Sehingga didapatlah puncak suhu tertinggi terdapat pada pipa tembaga hingga mencapai  $70,35^{\circ}\text{C}$  pada am 13.00. Data hasil pengujian dihari kelima dapat dilihat pada Gambar 4.5.

#### 4.5. Data Hasil Pengujian Hari Kelima

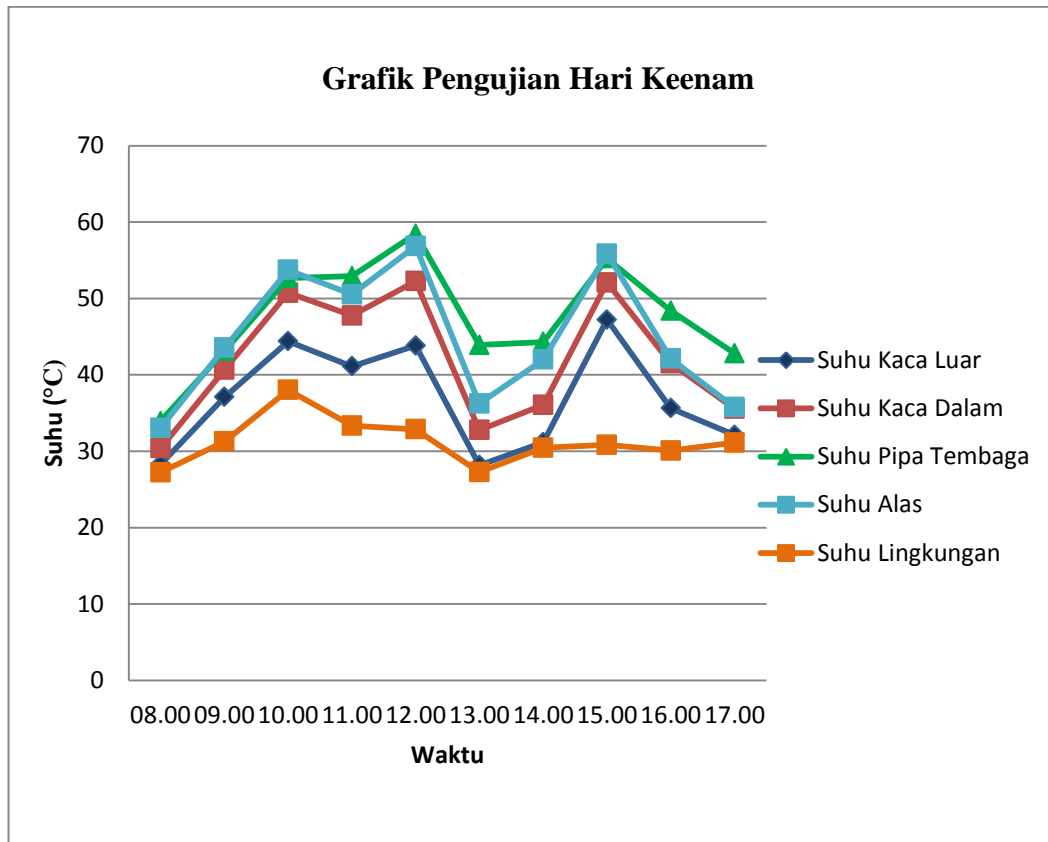


Gambar 4.5. Grafik Data Pengujian Hari Kelima

Pada Gambar 4.5 dapat dilihat dalam grafik pada pukul 11.00 baru terjadi peningkatan yang pesat. Dikarenakan awan yang cukup tebal pada pagi hari sehingga menyebabkan terhalangnya sinar matahari yang masuk kearah alat pengujian. Data hasil pengujian dihari keenam dapat dilihat pada Gambar 4.6.



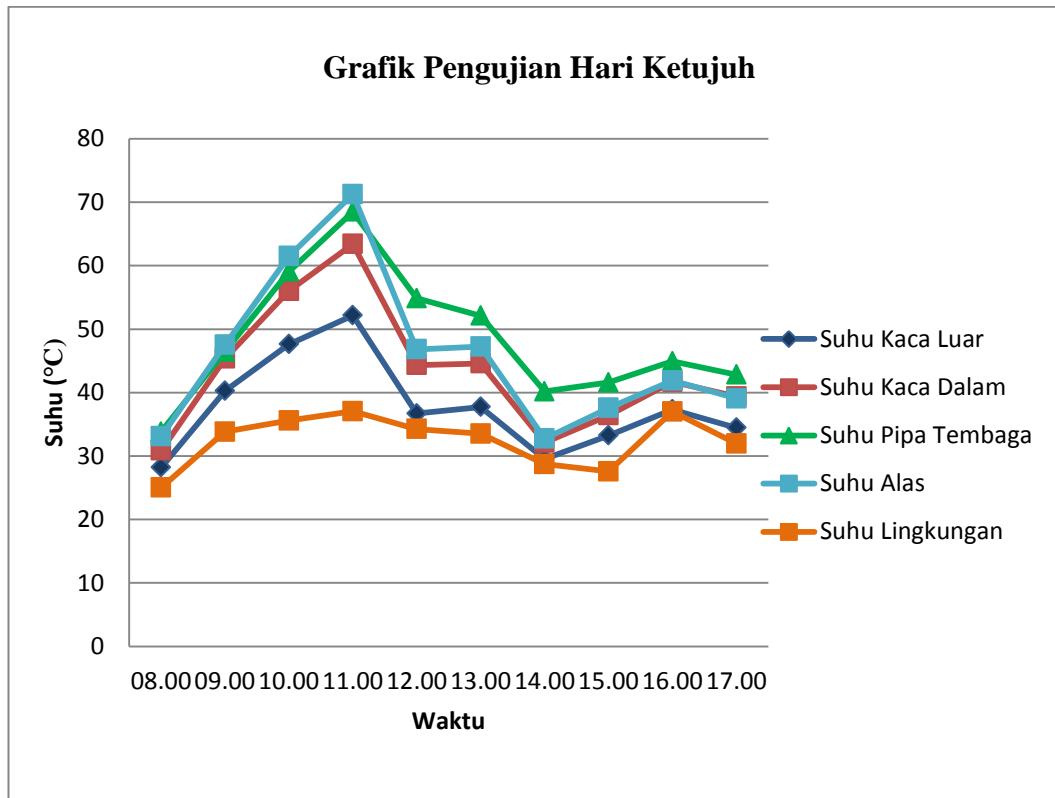
#### 4.6. Data Hasil Pengujian Hari Keenam



Gambar 4.6. Grafik Data Pengujian Hari Keenam

Dari Gambar 4.6 dapat dilihat suhu mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak stabil dikarenakan suhu lingkungan yang berubah ubah. Terjadi hujan pada waktu pengujian sehingga mengalami penurunan pada setiap bagian alatnya. Dan setelah hujan cuaca berubah menjadi cerah sehingga suhu pun dapat meningkat. Data hasil pengujian dihari ketujuh dapat dilihat pada Gambar 4.7.

#### 4.7. Data Hasil Pengujian Hari Ketujuh



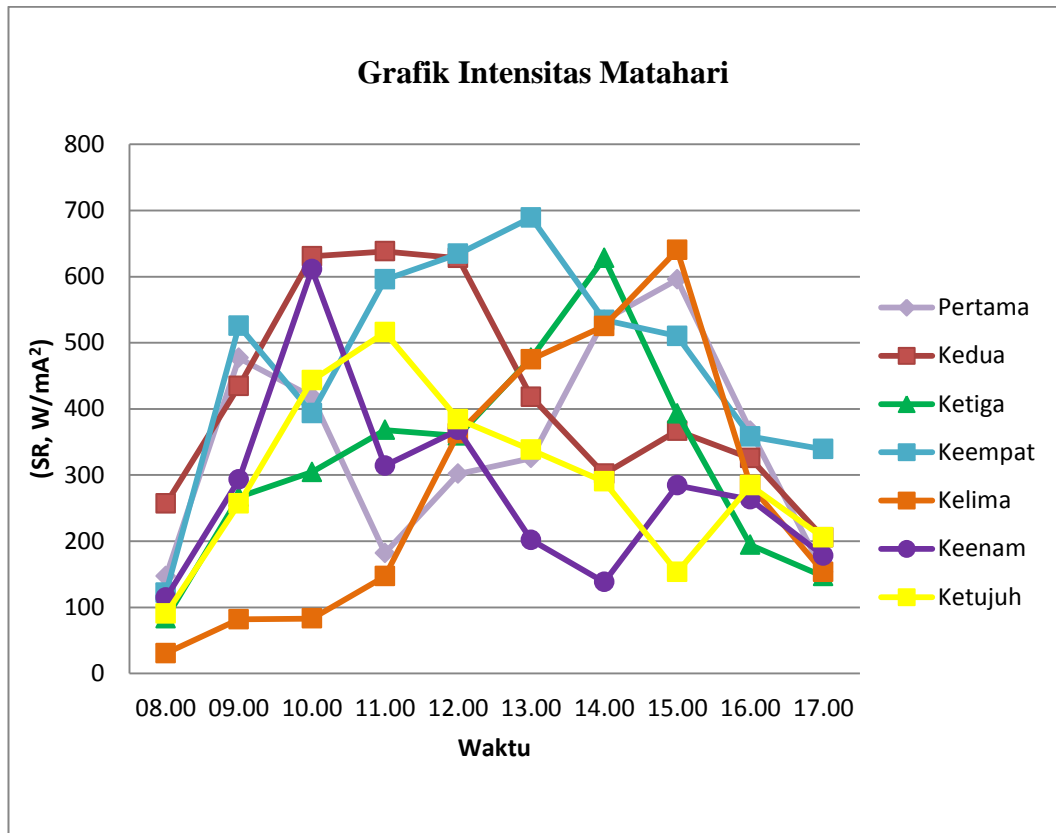
Gambar 4.7. Grafik Data Pengujian Hari Ketujuh

Untuk dihari ketujuh terlihat pada Gambar 4.7 didalam grafik yang menyatakan kenaikan suhu yang meningkat serta penurunan suhu yang bertahap. Kenaikan suhu terjadi secara dimulai pada pukul 08.00 dan sampai kepada puncaknya yaitu pada pukul 11.00. Dilanjutkan dengan penurunan yang bertahap pada pukul 12.00 hingga ke pukul 14.00. Dan di jam berikutnya suhu sudah terlihat kembali stabil.

#### 4.1.2. Data Intensitas Matahari

Intensitas matahari sangat mempengaruhi laju perpindahan panas yang terjadi pada alat desalinasi. Data intensitas matahari dapat dilihat pada Gambar 4.8.

#### 4.8. Data Intensitas Matahari Setiap Hari



Gambar 4.8. Grafik Intensitas Matahari

Pada Gambar 4.8 diatas terlihat jelas mengenai tinggi rendahnya intensitas matahari yang terjadi pada saat dilakukannya percobaan selama tujuh hari, mulai dari pukul 08.00 sampai dengan pukul 17.00. Dengan intensitas matahari tertinggi pada pukul 08.00 yaitu 256.90 SR, W/mA<sup>2</sup> pada hari kedua, dan intensitas matahari tertinggi pada pukul 17.00 yaitu 339.10 SR, W/mA<sup>2</sup> pada hari keempat. Dari grafik terlihat jelas naik turunnya intensitas matahari yang terjadi selama tujuh hari selama masa pengujian. Adanya hujan ataupun awan yang melintas menyebabkan naik turunnya intensitas matahari yang dapat menutupi proses terjadinya desalinasi.

## 4.2 Pembahasan Data Hasil Pengujian

Data yang diperoleh diatas digunakan untuk mencari nilai laju perpindahan panas radiasi yang terjadi pada saat pengujian yang dilakukan selama tujuh hari berturut-turut. Menghitung data hasil radiasi menggunakan persamaan yang ada untuk mengolah data dan menjawab tujuan dari penelitian.

### 4.2.1. Laju Perpindahan Panas Radiasi Hasil Pembahasan

Dari data yang tertera diatas, lanjut untuk melakukan perhitungan panas guna mendapatkan laju perpindahan panas radiasi. Dengan menggunakan persamaan (2.7) guna mencari nilai dari laju perpindahan panas radiasi yang terjadi pada saat dilakukannya pengujian. Berikut merupakan perhitungan dan tabel hasil perhitungan yang sudah dilakukan dengan menggunakan persamaan tersebut.

#### 4.2.1.1. Perhitungan Laju Perpindahan Panas Radiasi Hari Pertama

Pengujian hari pertama dilakukan pada pukul 08.00

$$\text{Diketahui : } \sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$$

$$A = 1 \text{ m}^2$$

$$T_1 = \text{Suhu Luar Kaca } 35,3 \text{ }^\circ\text{C} = 308,3 \text{ K}$$

$$T_1^4 = 308,3 \text{ K}^4$$

$$T_2 = \text{Suhu Lingkungan } 26,02 \text{ }^\circ\text{C} = 299,02 \text{ K}$$

$$T_2^4 = 299,02 \text{ K}^4$$

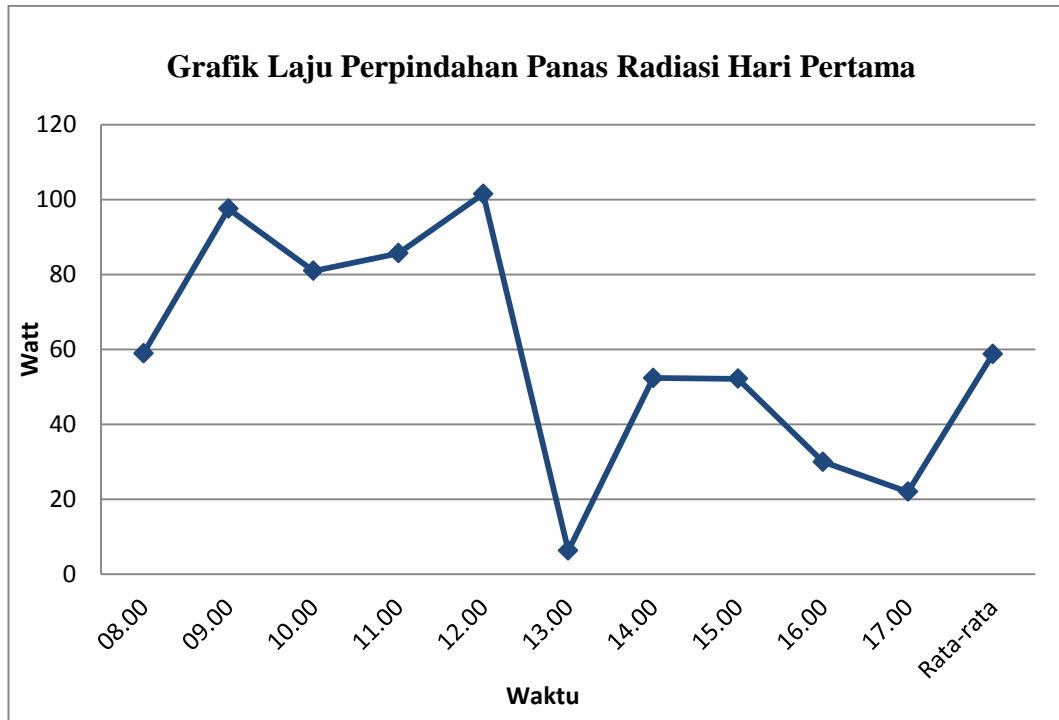
$$\begin{aligned} Q &= \sigma A (T_1^4 - T_2^4) \\ &= 5,67 \times 10^{-8} \cdot 1 (308,3^4 - 299,02^4) \\ &= 58,95 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan pada pukul 09.00 dan seterusnya dapat dilihat pada lampiran dibelakang.

Tabel 4.1. Laju Perpindahan Panas Radiasi Hari Pertama

Jam (WIB)	Q radiasi (Watt)
08.00	58,95
09.00	97,52
10.00	80,93
11.00	85,67
12.00	101,52
13.00	6,23
14.00	52,35
15.00	52,14
16.00	29,93
17.00	21,97
Q rata-rata	58,721

Pada Tabel 4.1. dapat terlihat data laju perpindahan panas radiasi yang terjadi pada hari pertama. Terlihat jelas pada tabel terdapat penurunan yang sangat tajam pada pukul 13.00 disebabkan cuaca yang buruk. Demikian dengan puncak radiasi tertinggi yang didapatkan pada hari pertama sebesar 101,52 Watt pada pukul 12.00. Berikut grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.9. berdasarkan data pada Tabel 4.1.



Gambar 4.9. Grafik Laju Perpindahan Panas Radiasi Hari Pertama

Pada Gambar 4.9. terlihat jelas naik turun yang terjadi pada saat pengujian pada hari pertama. Dengan nilai rata-rata 58,271 Watt, didapatkan pula air bersih dari hasil desalinasi sebesar 1,48 liter. Selanjutnya merupakan perhitungan dan tabel hasil perhitungan hari kedua yang sudah dilakukan dengan menggunakan persamaan tersebut.

#### 4.2.1.2. Perhitungan Laju Perpindahan Panas Radiasi Hari Kedua

Pengujian hari kedua dilakukan pada pukul 08.00

Diketahui :  $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$

$$A = 1 \text{ m}^2$$

$$T_1 = \text{Suhu Luar Kaca } 29,03 \text{ } ^\circ\text{C} = 302,03 \text{ K}$$

$$T_1^4 = 302,03 \text{ K}^4$$

$$T_2 = \text{Suhu Lingkungan } 27,64 \text{ } ^\circ\text{C} = 300,64 \text{ K}$$

$$T_2^4 = 300,64 \text{ K}^4$$

$$Q = \sigma A (T_1^4 - T_2^4)$$

$$= 5,67 \times 10^{-8} \cdot 1 (302,03^4 - 300,64^4)$$

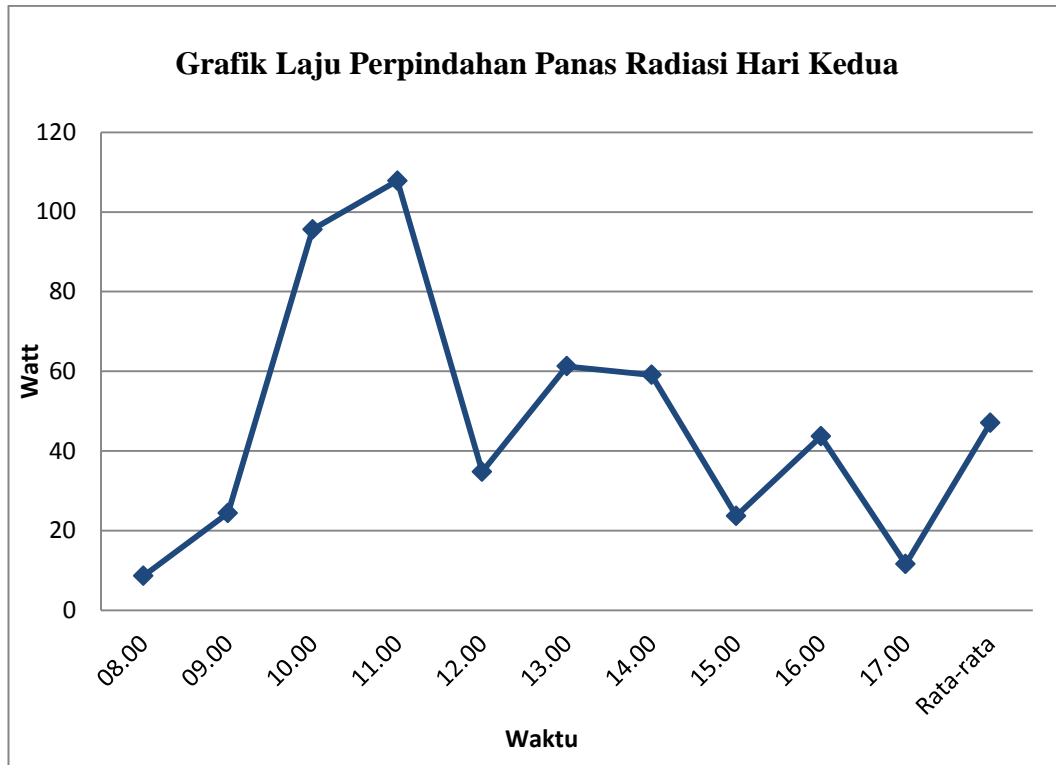
$$= 8,63 \text{ Watt}$$

Untuk perhitungan pada pukul 09.00 dan seterusnya dapat dilihat pada lampiran dibelakang.

Tabel 4.2. Laju Perpindahan Panas Radiasi Hari Kedua

Jam (WIB)	Q radiasi (Watt)
08.00	8,63
09.00	24,42
10.00	95,61
11.00	107,84
12.00	34,79
13.00	61,26
14.00	59,09
15.00	23,69
16.00	43,65
17.00	11,6
Q rata-rata	47,058

Tabel 4.2. diatas merupakan data laju perpindahan panas radiasi yang terjadi pada hari kedua. Dengan puncak radiasi tertinggi yang didapatkan pada hari kedua sebesar 107,84 Watt. Berikut grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.10. berdasarkan data pada Tabel 4.2.



Gambar 4.10. Grafik Laju Perpindahan Panas Radiasi Hari Kedua

Pada Gambar 4.10. memperlihatkan grafik yang berubah naik dan turun. Dengan peningkatan yang pesat pada pukul 10.00 dan penurunan yang sangat drastis ditunjukkan pada pukul 12.00 dikarenakan cuaca yang buruk. Dengan nilai rata-rata 47,058 Watt, pada hari kedua didapatkan pula air bersih dari hasil desalinasi sebesar 1,32 liter. Berikut merupakan perhitungan dan Tabel 4.3. hasil perhitungan hari ketiga yang sudah dilakukan dengan menggunakan persamaan tersebut.

#### 4.2.1.3. Perhitungan Laju Perpindahan Panas Radiasi Hari Ketiga

Pengujian hari ketiga dilakukan pada pukul 08.00

Diketahui :  $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$

$$A = 1 \text{ m}^2$$

$$T_1 = T. \text{ Luar Kaca } 29,02 \text{ }^\circ\text{C} = 302,02 \text{ K}$$

$$T_1^4 = 302,02 \text{ K}^4$$



$$T_2 = T. \text{Lingkungan } 25,85 \text{ }^\circ\text{C} = 298,85 \text{ K}$$

$$T_2^4 = 298,85 \text{ K}^4$$

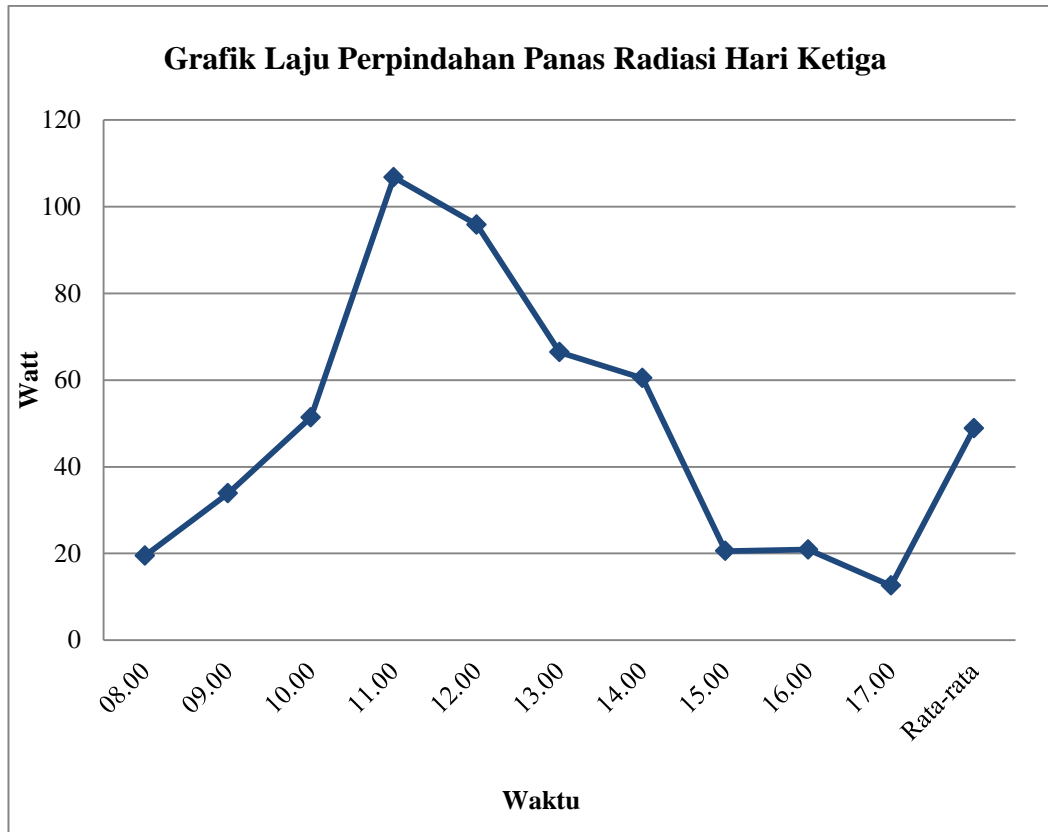
$$\begin{aligned} Q &= \sigma A (T_1^4 - T_2^4) \\ &= 5,67 \times 10^{-8} \cdot 1 (302,02^4 - 298,85^4) \\ &= 19,5 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan pada pukul 09.00 dan seterusnya dapat dilihat pada lampiran dibelakang.

Tabel 4.3. Laju Perpindahan Panas Radiasi Hari Ketiga

Jam (WIB)	Q radiasi (Watt)
08.00	19,5
09.00	33,87
10.00	51,41
11.00	106,78
12.00	95,84
13.00	66,42
14.00	60,46
15.00	20,56
16.00	20,9
17.00	12,6
Q rata-rata	48,834

Tabel 4.3. merupakan data laju perpindahan panas radiasi yang terjadi pada hari ketiga. Dengan puncak tertinggi yang didapatkan pada hari ketiga sebesar 106,78 Watt. Berikut grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.11. berdasarkan data pada Tabel 4.3.



Gambar 4.11. Grafik Laju Perpindahan Panas Radiasi Hari Ketiga

Pada Gambar 4.3. memperlihatkan grafik yang mengalami kenaikan dan penurunan secara bertahap. Berbeda dengan sebelumnya yang selalu menurun secara drastis. Dengan nilai rata-rata 48,834 Watt, pada hari ketiga didapatkan pula air bersih dari hasil desalinasi sebesar 1,44 liter. Berikutnya merupakan perhitungan dan tabel hasil sudah dilakukan dengan menggunakan persamaan tersebut.

#### 4.2.1.4. Perhitungan Laju Perpindahan Panas Radiasi Hari Keempat

Pengujian hari keempat dilakukan pada pukul 08.00

$$\text{Diketahui : } \sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$$

$$A = 1 \text{ m}^2$$

$$T_1 = \text{Suhu Luar Kaca } 28,42 \text{ }^\circ\text{C} = 301,42 \text{ K}$$

$$T_1^4 = 301,42 \text{ K}^4$$

$$T_2 = \text{Suhu Lingkungan } 26,67 \text{ }^\circ\text{C} = 299,67 \text{ K}$$

$$T_2^4 = 299,67 \text{ K}^4$$

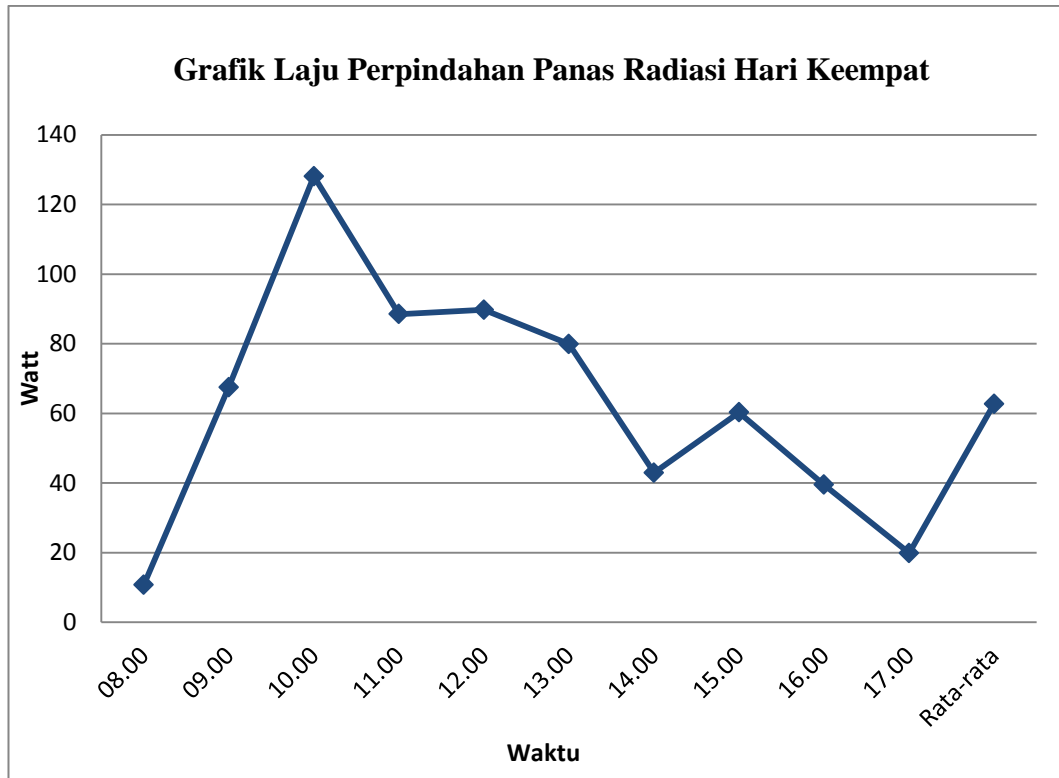
$$\begin{aligned} Q &= \sigma A (T_1^4 - T_2^4) \\ &= 5,67 \times 10^{-8} \cdot 1 (301,42^4 - 299,67^4) \\ &= 10,77 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan pada pukul 09.00 dan seterusnya dapat dilihat pada lampiran dibelakang.

Tabel 4.4. Laju Perpindahan Panas Radiasi Hari Keempat

Jam (WIB)	Q radiasi (Watt)
08.00	10,77
09.00	67,5
10.00	128,09
11.00	88,5
12.00	89,72
13.00	79,89
14.00	42,93
15.00	60,29
16.00	39,51
17.00	19,85
Q rata-rata	62,705

Tabel 4.4. merupakan data laju perpindahan panas radiasi yang terjadi pada hari keempat. Dengan puncak radiasi tertinggi yang didapatkan pada hari keempat sebesar 128,09 Watt. Berikut grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.12. berdasarkan data pada Tabel 4.4.



Gambar 4.12. Grafik Laju Perpindahan Panas Radiasi Hari Keempat

Pada Gambar 4.12. grafik keempat memperlihatkan kenaikan secara drastis sejak pagi hari. Agak berbeda dengan hari-hari yang sebelumnya. Dengan nilai rata-rata 62,705 Watt, pada hari ketiga didapatkan pula air bersih dari hasil desalinasi sebesar 1,86 liter. Selanjutnya merupakan perhitungan dan tabel hasil yang sudah dilakukan dengan menggunakan persamaan tersebut

#### 4.2.1.5. Perhitungan Laju Perpindahan Panas Radiasi Hari Kelima

Pengujian hari kelima dilakukan pada pukul 08.00

Diketahui :  $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$

$$A = 1 \text{ m}^2$$

$$T_1 = T. \text{ Luar Kaca } 26,01 \text{ }^\circ\text{C} = 299,01 \text{ K}$$

$$T_1^4 = 299,01 \text{ K}^4$$

$$T_2 = T. \text{ Lingkungan } 25,1 \text{ }^\circ\text{C} = 298,10 \text{ K}$$

$$T_2^4 = 298,10 \text{ K}^4$$

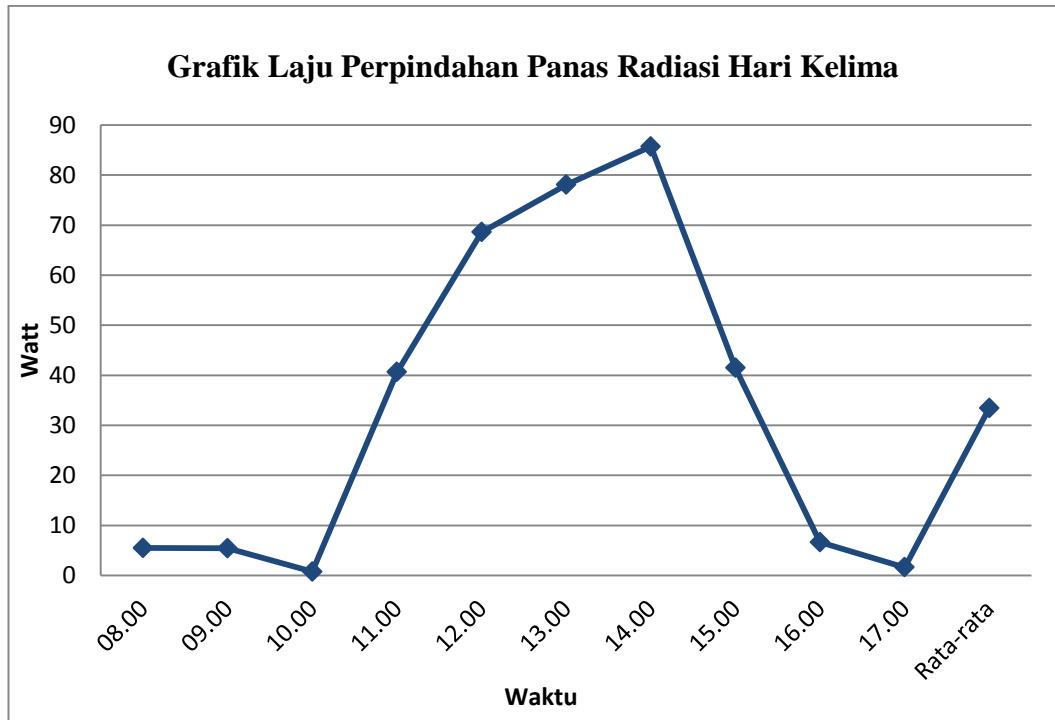
$$\begin{aligned}
 Q &= \sigma A (T_1^4 - T_2^4) \\
 &= 5,67 \times 10^{-8} \cdot 1 (299,01^4 - 298,10^4) \\
 &= 5,49 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan pada pukul 09.00 dan seterusnya dapat dilihat pada lampiran dibelakang.

Tabel 4.5. Laju Perpindahan Panas Radiasi Hari Kelima

Jam (WIB)	Q radiasi (Watt)
08.00	5,49
09.00	5,41
10.00	0,73
11.00	40,64
12.00	68,58
13.00	78,06
14.00	85,68
15.00	41,45
16.00	6,63
17.00	1,59
Q rata-rata	33,426

Tabel 4.5. diatas merupakan data laju perpindahan panas radiasi yang terjadi pada hari kelima. Dengan puncak radiasi tertinggi yang didapatkan pada hari kelima sebesar 85,68 Watt. Berikut grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.13. berdasarkan data pada Tabel 4.5.



Gambar 4.13. Grafik Laju Perpindahan Panas Radiasi Hari Kelima

Pada Gambar 4.13. grafik kelima memperlihatkan kenaikan yang terjadi dimulai pada pukul 11.00 sampai dengan tertingginya pada pukul 14.00. Berbeda dengan sebelumnya kenaikan terjadi pada pagi hari pada pukul 09.00. Dengan nilai rata-rata 33,426 Watt, pada hari kelima didapatkan pula air bersih dari hasil desalinasi sebesar 0,72 liter. Berikut merupakan perhitungan dan tabel hasil perhitungan keenam yang sudah dilakukan dengan menggunakan persamaan tersebut

#### 4.2.1.6. Perhitungan Laju Perpindahan Panas Radiasi Hari Keenam

Pengujian hari keenam dilakukan pada pukul 08.00

Diketahui :  $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$

$$A = 1 \text{ m}^2$$

$$T_1 = \text{Suhu Luar Kaca } 28,28 \text{ }^\circ\text{C} = 301,28 \text{ K}$$

$$T_1^4 = 301,28 \text{ K}^4$$

$$T_2 = \text{Suhu Lingkungan } 27,22 \text{ }^\circ\text{C} = 300,22 \text{ K}$$

$$T_2^4 = 300,22 \text{ K}^4$$

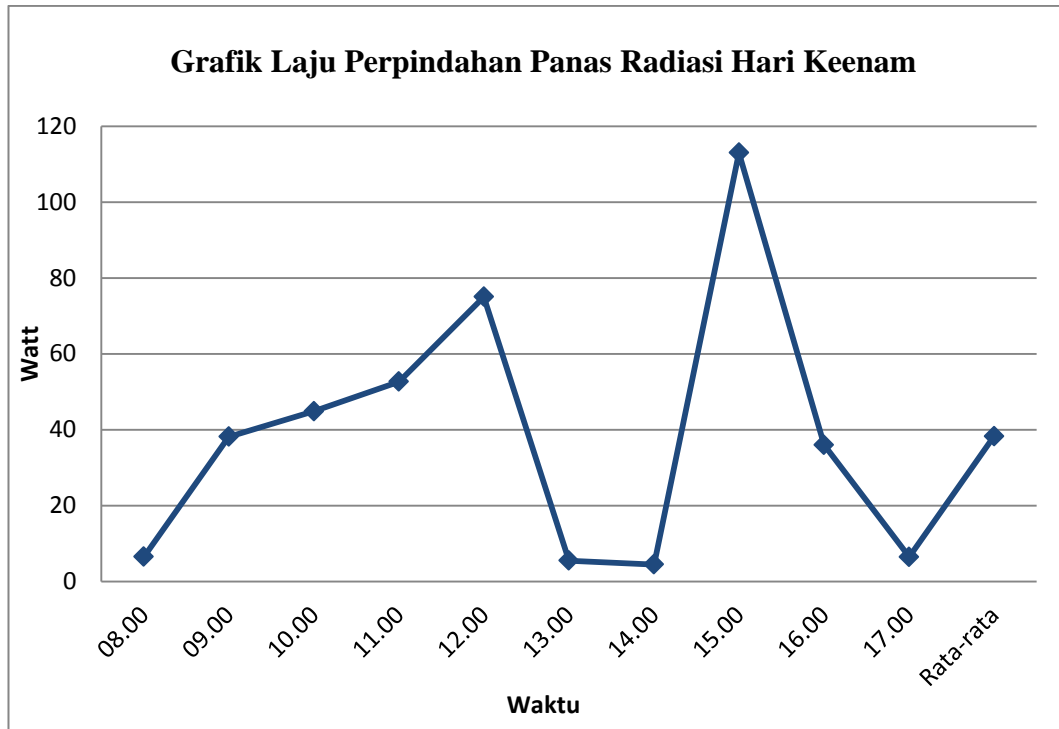
$$\begin{aligned}
 Q &= \sigma A (T_1^4 - T_2^4) \\
 &= 5,67 \times 10^{-8} \cdot 1 (301,28^4 - 300,22^4) \\
 &= 6,54 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan pada pukul 09.00 dan seterusnya dapat dilihat pada lampiran dibelakang.

Tabel 4.6. Laju Perpindahan Panas Radiasi Hari Keenam

Jam (WIB)	Q radiasi (Watt)
08.00	6,54
09.00	38,2
10.00	44,89
11.00	52,7
12.00	75,05
13.00	5,55
14.00	4,52
15.00	113
16.00	36,01
17.00	6,48
Q rata-rata	38,294

Tabel 4.6 diatas merupakan data laju perpindahan panas radiasi yang terjadi pada hari keenam. Dengan puncak radiasi tertinggi yang didapatkan pada hari keenam sebesar 75,05 Watt. Berikut grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.14. berdasarkan data padaTtabel 4.6.



Gambar 4.14. Grafik Laju Perpindahan Panas Radiasi Hari Keenam

Pada Gambar 4.14 grafik hari ke enam memperlihatkan radiasi tertinggi pada sore hari pukul 15.00. Dengan nilai rata-rata 38,294 Watt, pada hari keenam didapatkan pula air bersih dari hasil desalinasi sebesar 0,97 liter. Berikutnya merupakan hari terakhir atau ketujuh perhitungan dan tabel hasil perhitungan yang sudah dilakukan dengan menggunakan persamaan tersebut.

#### 4.2.1.7. Perhitungan Laju Perpindahan Panas Radiasi Hari Ketujuh

Pengujian hari ketujuh dilakukan pada pukul 08.00

$$\text{Diketahui : } \sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$$

$$A = 1 \text{ m}^2$$

$$T_1 = \text{Suhu Luar Kaca } 28,2 \text{ } ^\circ\text{C} = 301,20 \text{ K}$$

$$T_1^4 = 301,20 \text{ K}^4$$

$$T_2 = \text{Suhu Lingkungan } 25,02 \text{ } ^\circ\text{C} = 298,02 \text{ K}$$

$$T_2^4 = 298,02 \text{ K}^4$$



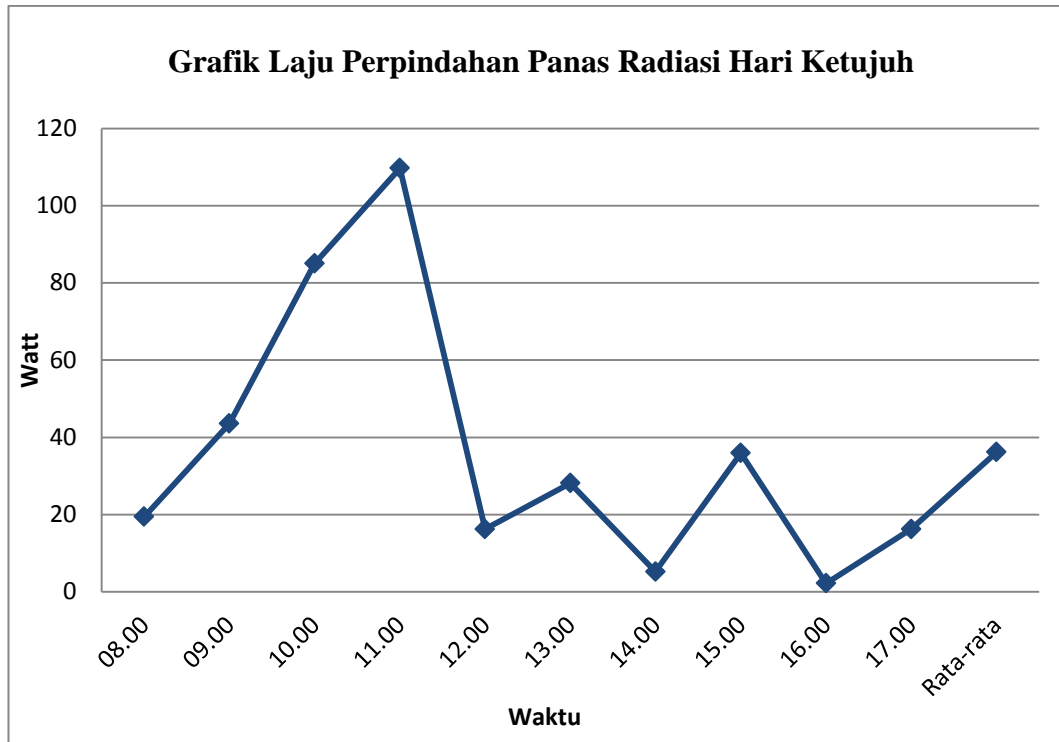
$$\begin{aligned}
 Q &= \sigma A (T_1^4 - T_2^4) \\
 &= 5,67 \times 10^{-8} \cdot 1 (301,20^4 - 298,02^4) \\
 &= 19,4 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan pada pukul 09.00 dan seterusnya dapat dilihat pada lampiran dibelakang.

Tabel 4.7. Laju Perpindahan Panas Radiasi Hari Ketujuh

Jam (WIB)	Q radiasi (Watt)
08.00	19,4
09.00	43,53
10.00	84,98
11.00	109,71
12.00	16,24
13.00	28,14
14.00	5,19
15.00	35,92
16.00	2,17
17.00	16,21
Q rata-rata	36,149

Tabel 4.7. diatas merupakan data laju perpindahan panas radiasi yang terjadi pada hari ketujuh. Dengan puncak radiasi tertinggi yang didapatkan pada hari ketujuh sebesar 109,71 Watt. Berikut grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.15. berdasarkan data pada Tabel 4.7.



Gambar 4.15. Grafik Laju Perpindahan Panas Radiasi Hari Ketujuh

Gambar 4.15. memperlihatkan bentuk dari laju perpindahan panas radiasi yang terjadi pada hari ketujuh. Memperlihatkan grafik naik dan turun, dengan rata-rata mencapai 36,149 Watt, dan didapatkan pula air bersih dari hasil desalinasi sebesar 0,95 liter. Maka setelah melakukan pengujian dan menghitung hasil dari laju perpindahan panas radiasi yang terjadi selama pengujian dapat disimpulkan untuk menjawab tujuan dari penelitian pada bab selanjutnya.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil data dari pembahasan yang didapat dari pengujian maka dapat disimpulkan tujuan-tujuan pada bab sebelumnya.

1. Dari hasil perhitungan yang didapat, suhu panas yang masuk ke dalam kolektor surya adalah 35,812 °C s/d 41,97 °C selama tujuh hari yang memiliki nilai rata-rata yang berbeda. Untuk nilai laju perpindahan panas radiasi hari pertama memiliki nilai rata-rata yaitu 58,721 Watt, hari kedua nilai rata-rata yaitu 47,058 Watt, hari ketiga nilai rata-rata yaitu 48,834 Watt, hari keempat nilai rata-rata yaitu 62,705 Watt, hari kelima nilai rata-rata yaitu 33,426 Watt, hari keenam nilai rata-rata yaitu 38,294 Watt dan hari ketujuh nilai rata-rata yaitu 36,149 Watt yang lebih besar dari suhu lingkungan yaitu 30,718 °C s/d 35,303 °C.
2. Pada setiap bagian kolektor surya memiliki nilai yang berbeda selama tujuh hari waktu pengujian yaitu :
  - Suhu kaca bagian atas pada pengujian memiliki nilai yang berbeda selama tujuh hari berturut-turut. Nilai rata-rata yang didapat selama pengujian berturut dari hari pertama sampai hari ketujuh yaitu 40,068 °C, 41,97 °C, 37,971 °C, 41,278 °C, 35,812 °C, 36,902 °C, 37,72 °C. Dengan nilai tertinggi pada hari kedua dan nilai terendah terjadi pada hari kelima.
  - Suhu kaca bagian dalam pada pengujian memiliki nilai yang berbeda selama tujuh hari berturut-turut. Nilai rata-rata yang didapat selama pengujian berturut dari hari pertama sampai hari ketujuh yaitu 49,766 °C, 53,961 °C, 46,488 °C, 56,33 °C, 43,995 °C, 41,98 °C, 43,419 °C. Dengan nilai tertinggi pada hari keempat dan nilai terendah terjadi pada hari keenam.
  - Suhu pipa tembaga memiliki nilai yang berbeda selama tujuh hari pada saat pengujian berlangsung. Nilai rata-rata yang didapat selama pengujian berturut dari hari pertama sampai hari ketujuh

yaitu 56,539 °C, 57,959 °C, 48,647 °C, 59,144 °C, 46,234 °C, 47,577 °C, 48,429 °C. Dengan nilai tertinggi pada hari keempat dan nilai terendah terjadi pada hari kelima.

- Suhu alas bawah kolektor memiliki nilai yang berbeda pada saat pengujian berlangsung. Nilai rata-rata yang didapat selama pengujian berturut dari hari pertama sampai hari ketujuh yaitu 54,017 °C, 55,922 °C, 47,495 °C, 56,274 °C, 44,338 °C, 44,971 °C, 45,867 °C. Dengan nilai tertinggi pada hari keempat dan nilai terendah terjadi pada hari kelima.
- Suhu lingkungan memiliki nilai yang berbeda pada saat pengujian berlangsung. nilai rata-rata yang didapat selama pengujian berturut dari hari pertama sampai hari ketujuh yaitu : 31,397 °C, 35,303 °C, 30,715 °C, 31,131 °C, 30,896 °C, 31,247 °C, 32,449 °C. dengan nilai tertinggi pada hari kedua dan nilai terendah terjadi pada hari kelima.

## 5.2. Saran

Dalam pembuatan tugas akhir ini, penulis sadar bahwa ada ketidak sempurnaan baik 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.

Pada akhir pembuatan tugas akhir ini, penulis ingin menyampaikan beberapa saran kepada penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Jika akan melakukan penelitian selanjutnya disarankan agar memvariasikan jumlah pipa tembaga karena akan berpengaruh pada panas yang dihasilkan oleh kolektor surya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anugrah, G. P., Ismardi, A., Sc, M., Ajiwiguna, T. A., & Eng, M. (2017). *RANCANG BANGUN PENDINGIN UNTUK PERANGKAT ELEKTRONIK PADA GREEN HOUSE*. 4(3), 3928–3935.
- Dewantara, I. G. Y., Suyitno, B. M., & Lesmana, I. G. E. (2018). Desalinasi Air Laut Berbasis Energi Surya Sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih. *Jurnal Teknik Mesin*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.22441/jtm.v7i1.2124>
- Eksperimental, S., Kemiringan, P., Terhadap, S., Air, D., Memanfaatkan, L., & Matahari, E. (2019). *Jurnal Rekayasa Material , Manufaktur dan Energi FT-UMSU Jurnal Rekayasa Material , Manufaktur dan Energi FT-UMSU*. 2(2), 165–170.
- Fisika, S. T., Elektro, F. T., & Telkom, U. (2017). 1 , 2 , 3. 4(1), 572–579.
- Handoyo, E. A., & Teknik, D. F. (2001). *Pengaruh Jarak Kaca Ke Plat Terhadap Panas Yang Diterima Suatu Kolektor Surya Plat Datar*. 3(2), 52–56.
- Kristanto, P., Teknik, D. F., Teknik, J., Universitas, M., & Petra, K. (2002). *Pengaruh Tebal Plat Dan Jarak Antar Pipa Terhadap Performansi Kolektor Surya Plat Datar*. 4(April), 47–51.
- Mukaddim, A., Wirawan, M., & Alit, I. B. (2013). Analisa Pengaruh Variasi Bentuk Absorber Pada Alat Destilasi Air Laut Terhadap Kenaikan Suhu Air Dalam Ruang Pemanas Dan Jumlah Penguapan Air Yang Dihasilkan. *Dinamika Teknik Mesin*, 3(2), 127–135. <https://doi.org/10.29303/d.v3i2.79>
- Sumarsono, M., (2005). Optimasi Jumlah Pipa-Pemanas Terhadap Kinerja Kolektor Surya Pemanas Air. *Jurnal Ilmiah Teknologi Energi*. Volume 1 Nomor 1. e-ISSN 1858-3466.
- Teknologi, P., Industri, K., Kimia, J. T., & Samarinda, P. N. (2016). *Makalah Perpindahan Panas Secara Konduksi*.
- Utara, U. S. (2019). *Kajian Alat Desalinasi Air Laut Tenaga Surya Sistem Aktif Kemiringan Ganda dengan Penambahan Kolektor Surya*.
- Wirawan, M., & Sutanto, R. (2011). Analisa Laju Perpindahan Panas Pada Kolektor Surya Tipe Pelat Datar Dengan Absorber Pasir. *Dinamika Teknik Mesin*, 1(2). <https://doi.org/10.29303/d.v1i2.115>

# LAMPIRAN

Tabel Data Hasil Pengujian Hari Pertama

Waktu	Suhu Kaca Bagian Luar	Suhu Kaca Bagian Dalam	Suhu Pipa Tembaga	Suhu Alas Bawah Kolektor	Suhu Lingkungan
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
08.00	35,3	38,5	41,52	39,46	26,02
09.00	45,46	52,28	54,44	55,01	31,22
10.00	43,91	56,23	61,4	60,6	32,05
11.00	45,79	56,93	63,73	62,24	33,43
12.00	48,98	65,27	71,46	72,13	34,64
13.00	31,23	37,29	48,18	39,29	30,25
14.00	36,84	50,21	58,98	62,78	28,77
15.00	41,2	55,02	63,89	60,95	33,51
16.00	37,83	46,44	54,6	47,24	33,34
17.00	34,14	39,49	47,19	40,47	30,74

Tabel Data Hasil Pengujian Hari Kedua

Waktu	Suhu Kaca Bagian Luar	Suhu Kaca Bagian Dalam	Suhu Pipa Tembaga	Suhu Alas Bawah Kolektor	Suhu Lingkungan
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
08.00	29,03	34,25	38,68	37,21	27,64
09.00	42,98	51,44	55	56,52	39,51
10.00	53,2	68,82	70,2	76,53	40,31
11.00	52,31	70,15	73,59	74,66	37,52
12.00	40,53	54,03	59,81	53,86	35,43
13.00	42,68	56,93	61,3	60,1	33,72
14.00	48,19	62,34	65,32	65,42	40,01
15.00	39,21	51,32	56,78	49,65	35,72
16.00	37,93	49,43	53,92	46,55	31,32
17.00	33,64	40,9	44,99	38,72	31,85

Tabel Data Hasil Pengujian Hari Ketiga

Waktu	Suhu Kaca Bagian Luar	Suhu Kaca Bagian Dalam	Suhu Pipa Tembaga	Suhu Alas Bawah Kolektor	Suhu Lingkungan
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
08.00	29,02	31,93	33,52	32,88	25,85
09.00	32,65	37,47	39,97	37,72	27,28
10.00	36,58	41,65	43,52	42,23	28,64
11.00	48,72	58,56	56,83	62,43	33,54
12.00	46,14	61,57	62,59	65,65	32,26
13.00	43,41	56,13	59,03	57,45	33,73
14.00	41,1	53,03	56,57	55,16	32,12
15.00	36,65	47,81	51,27	46,05	33,55
16.00	33,59	40,01	43,46	39,23	30,34
17.00	31,85	36,72	39,71	36,15	29,87

Tabel Data Hasil Pengujian Hari Keempat

Waktu	Suhu Kaca Bagian Luar	Suhu Kaca Bagian Dalam	Suhu Pipa Tembaga	Suhu Alas Bawah Kolektor	Suhu Lingkungan
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
08.00	28,42	36,14	38,78	37,3	26,67
09.00	40,12	54,67	58,12	59,31	29,94
10.00	49,63	63,09	64,98	66,25	31,31
11.00	46,44	61,17	63,43	61,84	33,73
12.00	46,33	64,79	67,41	67,39	33,42
13.00	46,64	67,99	70,35	69,86	35,26
14.00	41,03	61,74	65,8	61,66	34,73
15.00	41,81	59,25	62,02	55,84	32,92
16.00	37,67	49,33	52,45	43,57	31,69
17.00	34,69	45,13	48,1	39,72	31,64



Tabel Data Hasil Pengujian Hari Kelima

Waktu	Suhu Kaca Bagian Luar	Suhu Kaca Bagian Dalam	Suhu Pipa Tembaga	Suhu Alas Bawah Kolektor	Suhu Lingkungan
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
08.00	26,01	30,56	32,31	29,89	25,1
09.00	26,72	31,21	33,33	30,98	25,83
10.00	27,06	33,6	35,57	32,27	26,94
11.00	35,24	49,88	51,72	50,3	28,93
12.00	40,71	49,63	50,1	49,95	30,42
13.00	43,71	51,12	53,55	55,17	32,27
14.00	47,49	55,42	57,87	60,56	35,34
15.00	45,92	54,04	57,95	57,26	40,13
16.00	34,57	45,37	47,88	41,56	33,56
17.00	30,69	39,12	42,06	35,44	30,44

Tabel Data Hasil Pengujian Hari Keenam

Waktu	Suhu Kaca Bagian Luar	Suhu Kaca Bagian Dalam	Suhu Pipa Tembaga	Suhu Alas Bawah Kolektor	Suhu Lingkungan
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
08.00	28,28	30,38	33,94	33,06	27,22
09.00	37,09	40,69	43,14	43,55	31,28
10.00	44,39	50,73	52,66	53,74	38,01
11.00	41,13	47,76	52,91	50,54	33,35
12.00	43,83	52,26	58,45	56,85	32,87
13.00	28,16	32,77	43,91	36,24	27,26
14.00	31,17	36,06	44,3	41,99	30,46
15.00	47,22	52,08	55,25	55,86	30,83
16.00	35,62	41,51	48,4	42,13	30,07
17.00	32,13	35,56	42,81	35,75	31,12

Tabel Data Hasil Pengujian Hari Ketujuh

Waktu	Suhu Kaca Bagian Luar	Suhu Kaca Bagian Dalam	Suhu Pipa Tembaga	Suhu Alas Bawah Kolektor	Suhu Lingkungan
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
08.00	28,2	30,86	33,81	33,09	25,02
09.00	40,25	45,35	46,43	47,53	33,81
10.00	47,61	56,02	59,06	61,48	35,58
11.00	52,15	63,42	68,5	71,25	37,06
12.00	36,69	44,34	54,86	46,81	34,25
13.00	37,74	44,6	52,11	47,24	33,52
14.00	29,56	32,11	40,19	32,73	28,73
15.00	33,24	36,42	41,58	37,58	27,57
16.00	37,32	41,69	44,92	41,9	37
17.00	34,44	39,38	42,83	39,06	31,95

Tabel Data Intensitas Matahari Setiap Hari

Waktu	Intensitas Matahari (SR, W/mA <sup>2</sup> )						
	Pertama	Kedua	Ketiga	Keempat	Kelima	Keenam	Ketujuh
08.00	146,90	256,90	83,10	121,90	30,60	114,40	90,30
09.00	476,90	434,40	266,90	525,60	81,90	293,10	256,80
10.00	418,10	630,60	304,40	393,50	83,10	611,10	443,10
11.00	534,40	638,10	368,10	595,60	146,90	314,20	515,60
12.00	595,60	628,10	359,40	634,40	363,10	368,10	384,40
13.00	153,10	418,10	476,90	689,10	474,90	201,90	338,20
14.00	366,90	301,90	628,10	534,40	525,20	138,10	290,10
15.00	325,60	366,90	393,10	510,10	640,10	284,40	153,30
16.00	301,90	325,60	194,40	358,30	284,40	263,10	284,40
17.00	181,90	205,60	146,90	339,10	153,10	178,10	205,60



Pengecekan dan pemeriksaan alat desalinasi untuk menghindari kebocoran



Pemasangan thermokopel pada bagian-bagian kolektor serta melakukan pengujian



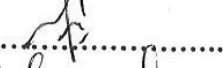
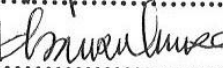
**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK mes  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2021 – 2022**

Peserta seminar

Nama : Aditya Dwi Pradana

NPM : 1507230195

Judul Tugas Akhir : Analisa laju Perpindahan Panas Kolektor Surya Tipe Plat Datar Pada –  
Alat Desalinasi Air Laut.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Munawar A Siregar.S.T.M.T		: 
Pembimbing-II	: Chandra A Siregar.S.T.M.T		: 
Pemanding – I	: H.Muharnif.S.T.M.Sc		: 
Pemanding – II	: Khairul Umurani.S.T.M.T		: 
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan 20 Shafar 1443 H

21 September 2021 M

Ketua Prodi T.Mesin

Chnadra A Siregar S.T.M.T



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

---

NAMA : Aditya dwi Pradana  
NPM : 1507230195  
Judul T.Akhir : Analisa Laju Perpindahan Panas Kolektor Surya Tipe Plat Datar Pada  
Alat Desalinasi Air Laut

Dosen Pembimbing – I : Munawar A Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing-II : Chandra A Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - I : H.Muharnif.S.T.M.Sc  
Dosen Pembanding - II : Khairul Umurani.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 :


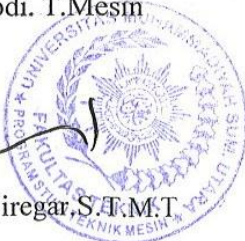
*tidak benar skripsi!*  
.....  
.....  
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

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

Medan 20 Shafar 1443 H  
21 September 2021M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin

  
Chandra A Siregar, S.T.M.T.  


Dosen Pembanding- I

  
H.Muharnif.S.T.M.Sc

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

---

NAMA : Aditya dwi Pradana  
NPM : 1507230195  
Judul T.Akhir : Analisa Laju Perpindahan Panas Kolektor Surya Tipe Plat Datar Pada  
Alat Desalinasi Air Laut

Dosen Pembimbing - I : Munawar A Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing-II : Chandra A Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - I : H.Muharnif.S.T.M.Sc  
Dosen Pembanding - II : Khairul Umurani.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 :

*Perbaiki tegangan, Metode (Prosedur)  
penelitian yang*

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

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

Medan 20 Shafar 1443 H  
21 September 2021M

Diketahui :  
Ketua Prodi T.Mesin



Chandra A Siregar.S.T.M.T

Dosen Pembanding- II

*Khairul Umurani*

Khairul Umurani.S.T.M.T



**UMSU**

Inggul | Cerdas | Terpercaya

Jawab surat ini agar disebutkan tanggalnya

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

Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12  
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUKUAN  
DOSEN PEMBIMBING**

**Nomor 829/HI.3AU/UMSU-07/E/2019**

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin pada Tanggal 15 Juli 2019 dengan ini Menetapkan :

Nama : ADITYA DWI PRADANA  
Npm : 1507230195  
Program Study : TEKNIK MESIN  
Semester : VIII ( Delapan )  
Judul Tugas Akhir : ANALISA LAJU PERPINDAHAN PANAS KOLEKTOR SURYA TIPE PLAT DATAR PADA ALAT DESALINASI AIR LAUT.

Pembimbing 1 : MUNAWAR ALFANSURY SIREGAR ST.MT

Pembimbing II : CHANDRA A. 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 12 Dzulqaidah 1440 H  
Juli 2019



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT

NIDN: 0101017202

Cc. File

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

ANALISA LAJU PERPINDAHAN PANAS KOLEKTOR SURYA TIPE  
PLAT DATAR PADA ALAT DESALINASI AIR LAUT

Nama : Aditya Dwi Pradana  
NPM : 1507230195

Dosen Pembimbing 1 : Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T

Dosen Pembimbing 2 : Chandra A Siregar, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	3/12 - 2019	Perbaiki cover beladeg	✓
2.	6/12 - 2019	Layiskan Tugasan dan Sasaran Semesta dgn judul	✓
3.	7/1 - 2020	Layiskan Tugasan Pustaka	✓
4.	13/1 - 2020	Perbaiki Sistematika Penulisan	✓
5.	15/1 - 2020	Layiskan ke pembimbing II	✓
6.	3/3 - 2020	Tempilkan pustaka laju perpindahan panas	✓
		- Sesuaikan format penulisan	✓
		- Aa	✓
	5/3 - 2020	daya di seminarikan	✓



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



### Data Pribadi

Nama : ADITYA DWI PRADANA  
Tempat /Tgl Lahir : Kisaran, 22 Juni 1997  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Agama : Islam  
Warga Negara : Indonesia  
Alamat : Dusun XIV Desa Perkebunan Sei Balai Kec. Sei Balai  
Anak Ke : 2 dari 2 bersaudara

### Nama Orang Tua

Ayah : H. Mansur  
Ibu : Ngatiyem  
Alamat : Dusun XIV Desa Perkebunan Sei Balai Kec. Sei Balai

### Pendidikan Formal

1. SD Negeri 010096 Kisaran Tahun 2009
2. SMP Negeri 2 Kisaran Tahun 2012
3. SMA Negeri 1 Kisaran Tahun 2015
4. Kuliah pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2022

Medan, 16 Februari 2022



ADITYA DWI PRADANA