

TUGAS AKHIR

ANALISA ENERGI DAN EXERGY ALAT DESALINASI AIR LAUT DENGAN VARIASI KETEBALAN KACA

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

Disusun Oleh:

SURYA DARMA
1607230036



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

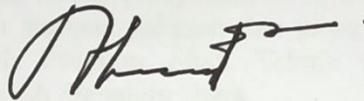
Nama : Surya Darma
NPM : 1607230036
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisa Energi Dan Exergy Alat Desalinasi Air
Laut Dengan Pariasasi Ketebalan Kaca
Bidang ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Pembanding dan diterima sebagai penelitian tugas akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 31 Januari 2022

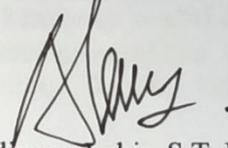
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembanding I



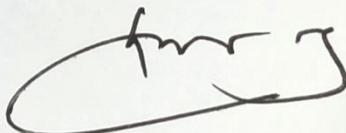
Ahmad Marabdi Siregar, S.T.,M.T

Dosen Pembanding II



Sudirman Lubis, S.T.,M.T

Dosen Pembimbing



Munawar Alfansury 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 : Surya Darma
Tempat /Tanggal Lahir : Simpang kolam /02 Februari 1996
NPM : 1607230036
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Analisa Energi Dan Exergy Alat Desalinasi Air Laut Dengan Pariasasi Ketebalan Kaca”

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, 31 Januari 2022

Saya yang menyatakan,



Surya Darma

ABSTRAK

Kebutuhan energi sudah menjadi kebutuhan utama dalam kehidupan sehari-hari, Permintaan energi terus bertambah dari berbagai sektor, seperti transportasi, industri, rumah tangga dan lain-lain. Meskipun energi tersedia banyak di alam, tetapi ada berbagai kendala untuk memperoleh energi tersebut, keterbatasan teknologi, dan keterbatasan sumber daya. Untuk itu dibutuhkan teknologi yang dapat di gunakan untuk menyerap Energi dan exergy yang diperoleh dari energi matahari tidak semuanya digunakan untuk menguapkan air pada sistem desalinasi, sehingga perlu dilakukan perhitungan energi dan exergy pada sistem desalinasi air laut dengan variasi ketebalan kaca yaitu kaca 4 mm dan kaca 5 mm. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data tentang energi, efisiensi energi, exergy, efisiensi exergy keseluruhan dan jumlah air. Hasil penelitian pada kaca 4 mm energi keseluruhan mencapai 6,664 kWh, untuk energi efisiensi mencapai 2897,19 % dan exergy keseluruhan mencapai 435,424 kWh, untuk efisiensi exergy mencapai 18,743 %, pada penelitian kaca 5 mm energi keseluruhan mencapai 3,390 kWh, Untuk efisiensi energi mencapai 1025,91 %, exergy keseluruhan mencapai 74,773 kWh, untuk efisiensi exergy keseluruhan mencapai 18,426%, dan total jumlah air yang dihasilkan dari alat desalinasi pada ketebalan kaca 4 mm selama pengujian menghasilkan air tawar 8,65 liter sedangkan untuk ketebalan kaca 5 mm 7,45 liter. Dari hasil data penelitian alat desalinasi air laut dengan variasi ketebalan kaca sebaiknya lebih efektif dengan ketebalan kaca 4 mm dibandingkan dengan ketebalan kaca 5 mm dikarenakan semakin tipis ketebalan kaca semakin tinggi hasil yang di peroleh.

Kata kunci : Efisiensi energi , Efisiensi exergy , Desalinasi, Jumlah air.

ABSTRACT

Energy needs have become a major need in daily life. Energy demand continues to grow from various sectors, such as transportation, industry, households and others. Although energy is widely available in nature, there are various obstacles to obtaining this energy, technological limitations, and limited resources. For that we need technology that can be used to absorb energy and exergy obtained from solar energy is not all used to evaporate water in the desalination system, so it is necessary to calculate energy and exergy in seawater desalination systems with variations in glass thickness, namely 4 mm glass and glass. 5mm. This study aims to obtain data on energy, energy efficiency, exergy, overall exergy efficiency and the amount of water. The research results on 4 mm glass the overall energy reaches 6,664 kWh, for energy efficiency it reaches 2897,19% and overall exergy reaches 435,424 kWh, for exergy efficiency it reaches 18,743%, in 5 mm glass research the overall energy reaches 3,390 kWh, For energy efficiency it reaches 1025,91%, the overall exergy reached 74,773 kWh, for the overall exergy efficiency reached 18,426%, and the total amount of water produced from the desalination device at a glass thickness of 4 mm during the test produced 8,65 liters of fresh water while for a glass thickness of 5 mm it was 7,45 liter. From the results of research data, seawater desalination tools with variations in glass thickness should be more effective with a glass thickness of 4 mm compared to a glass thickness of 5 mm because the thinner the glass thickness, the higher the results obtained.

Key words : Energy efficiency, Exergy efficiency, Desalination, 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 “Analisa Energi Dan Exergy Alat Desalinasi Air Laut Dengan Pariasi Ketebalan Kaca ” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

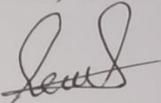
Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

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 Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Sudirman 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 Chandra A Siregar, S.T., M.T sebagai Ketua 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: Tukino dan Sumarni, 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 Septian Damanik S.T., M.T, Chairul Iskandar, Fadhil Mazruk, 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, 31 Januari 2022



Surya Darma

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	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Rumusan Masalah	2
1.3.Ruang Lingkup	3
1.4.Tujuan Penelitian	3
1.5.Manfaat penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1.Energi Matahari	5
2.2.Konsep Exergy	7
2.3.Desalinasi	8
2.4.Air Laut	10
2.5. Kaca	11
2.5.1 Sifat-sifat Dasar Pada Kaca	12
2.6. Penelitian Terdahulu	13
2.7. Temperatur Dan Koefisien Internal Dari Evaporator	15
2.7.1 Perpindahan Panas Konveksi	15
2.7.2 Perpindahan Panas Radiasi	16
2.7.3 Perpindahan Panas Evaporasi	17
2.8. Temperatur Dan Koefisien Eksternal Dari Evaporator	18
2.8.1 Transfer Panas Kerugian	19
2.8.2 Transfer Panas Kerugian Bagian Bawah Dan Samping	29
2.9. Persamaan Keseimbangan Energi Dari Alat Desalinasi	20
2.9.1 Kaca Penutup Permukaan Bagian Luar	20
2.9.2 Kaca Penutup Permukaan Bagian Dalam	21
2.10. Basin	21
2.11. Massa Air	21
2.12. Evaluasi Hasil Dari Desalinasi	22
2.13. Energi Dan Efisiensi Energi	22
2.14. Exergy Dan Efisiensi Exergy	22
BAB 3 METODOLOGI	
3.1.Tempat dan Waktu	23
3.1.1 Tempat	23
3.2.2 Waktu	23

3.2. Bahan dan Alat	24
3.2.1 Bahan	25
3.2.2 Alat	27
3.3. Bagian Alir Penelitian	30
3.4. Rancangan Alat Penelitian	31
3.5. Prosedur Penelitian	32
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Perancangan Alat Desalinasi Air Laut	33
4.2 Kembali Memeriksa Alat Desalinasi Air Laut	33
4.3 Data Hasil Pengujian	36
4.3.1 Data Temperatur Pada Evaporator	39
4.3.2 Data Intensitas Matahari	52
4.3.3 Data Kecepatan Angin	54
4.4 Pembahasan Data Hasil Pengujian	56
4.4.1 Koefisien Perpindahan Panas Didalam	56
4.4.2 Koefisien Perpindahan Panas Diluar	62
4.4.3 Hasil Energi	66
4.4.4 Pembahasan Efisiensi Energi	69
4.4.5 Hasil Exergy	73
4.4.6 Pembahasan Efisiensi Exergy	76
4.4.7 Jumlah Air Bersih Hasil Pengujian	80
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	83
5.2 Saran	86
DAFTAR PUSTAKA	87
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Karakteristik gelombang sinar matahari	7
Tabel 2.2	Kandungan jenis ion dalam air laut	10
Tabel 2.3	Unsur gas yang terkandung pada air laut	10
Tabel 2.4	Sifat kimia pada air laut	11
Tabel 2.5	Sifat fisik air laut	11
Tabel 3.1	Jadwal kegiatan penelitian	24
Tabel 4.1	Data hasil pengujian hari pertama kaca 4 mm	36
Tabel 4.2	Data hasil pengujian hari pertama kaca 5 mm	37
Tabel 4.3	Data hasil pengujian hari kedua kaca 4 mm	39
Tabel 4.4	Data hasil pengujian hari kedua kaca 5 mm	40
Tabel 4.5	Data hasil pengujian hari ketiga kaca 4 mm	41
Tabel 4.6	Data hasil pengujian hari ketiga kaca 5 mm	42
Tabel 4.7	Data hasil pengujian hari keempat kaca 4 mm	43
Tabel 4.8	Data hasil pengujian hari keempat kaca 5 mm	44
Tabel 4.9	Data hasil pengujian hari kelima kaca 4 mm	45
Tabel 4.10	Data hasil pengujian hari kelima kaca 5 mm	46
Tabel 4.11	Data hasil pengujian hari keenam kaca 4 mm	47
Tabel 4.12	Data hasil pengujian hari keenam kaca 5 mm	49
Tabel 4.13	Data hasil intensitas matahari setiap hari pengujian	50
Tabel 4.14	Data hasil kecepatan angin setiap hari pengujian	51
Tabel 4.15	Data koefisien perpindahan panas konduksi kaca 4 mm	53
Tabel 4.16	Data koefisien perpindahan panas konduksi kaca 5 mm	54
Tabel 4.17	Data koefisien perpindahan panas evaporasi kaca 4 mm	55
Tabel 4.18	Data koefisien perpindahan panas evaporasi kaca 5 mm	56
Tabel 4.19	Data koefisien perpindahan panas radiasi kaca 4 mm	57
Tabel 4.20	Data koefisien perpindahan panas radiasi kaca 5 mm	59
Tabel 4.21	Data hasil energi yang diterima kaca 4 mm	60
Tabel 4.22	Data hasil energi yang diterima kaca 5 mm	61
Tabel 4.23	Data hasil efisiensi energi pada kaca 4 mm	63
Tabel 4.24	Data hasil efisiensi energy pada kaca 5 mm	64
Tabel 4.25	Data hasil exergy yang diterima kaca 4 mm	66

Tabel 4.26 Data hasil exergy yang diterima kaca 5 mm	67
Tabel 4.27 Data hasil efisiensi exergy kaca 4 mm	69
Tabel 4.28 Data hasil efisiensi exergy kaca 5 mm	70
Tabel 4.29 Data perbandingan jumlah air hasil pengujian	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Spektrum matahari pada AM 0 dan AM 1.5	6
Gambar 2.2	Input, proses dan output utama desalinasi energi matahari	9
Gambar 2.3	Desalinasi Surya Tipe Tunggal permukaan kaca miring	9
Gambar 2.4	Kaca Bening	13
Gambar 2.5	Kaca Es	14
Gambar 3.1	Kaca Bening	25
Gambar 3.2	Susunan komposisi ACP (Aluminium Composit Panel)	25
Gambar 3.3	Pipa Tembaga	26
Gambar 3.4	Styrofoam	27
Gambar 3.5	Aluminium Foil	27
Gambar 3.6	Tangki masuknya air laut	27
Gambar 3.7	Tangki penampungan air tawar hasil desalinasi	27
Gambar 3.8	Thermometer data longger	28
Gambar 3.9	Thermocouple	28
Gambar 3.10	Thermo Anemometer	29
Gambar 3.11	Pyranometer	29
Gambar 3.12	Gelas ukur	30
Gambar 3.13	Diagram alir penelitian	31
Gambar 3.14	Rancangan alat penelitian	32
Gambar 4.1	Rancangan alat desalinasi air laut dengan menggunakan ketebalan Kaca 4 mm dan kaca 5 mm	33
Gambar 4.2	Pengisian air laut ke dalam tangki penampungan	33
Gambar 4.3	Memeriksa kembali sensor- sensor	34
Gambar 4.4	Pengujian dimulai	34
Gambar 4.5	Temperatur dibaca melalui termokopel	34
Gambar 4.6	Ketinggian air laut di dalam evaporator	35
Gambar 4.7	Pengukuran hasil air tawar	35
Gambar 4.8	Pengambilan data pengujian	35
Gambar 4.9	Data temperature evaporator, kecepatan angina dan intensitas Matahari pada saat pengujian	36
Gambar 4.10	Data hasil nilai koefisien didalam alat desalinasi (internal)	37

Gambar 4.11	Data hasil koefisien diluar alat desalinasi (Eksternal)	38
Gambar 4.12	Data hasil mencari nilai energy,exergi dan jumlah air desalinasi	38
Gambar 4.13	Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm hari pertama pengujian	39
Gambar 4.14	Grafik waktu terhadap temperature pada kaca ketebalan 5 mm Hari pertama pengujian	41
Gambar 4.15	Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm Hari kedua pengujian	42
Gambar 4.16	Grafik waktu terhadap temperature pada kaca ketebalan 5 mm hari kedua pengujian	43
Gambar 4.17	Grafik waktu terhadap temperature pada kaca ketebalan 4 mm hari ketiga pengujian	44
Gambar 4.18	Grafik waktu terhadap temperature pada kaca ketebalan 5 mm hari ketiga pengujian	45
Gambar 4.19	Grafik waktu terhadap temperature pada kaca ketebalan 4 mm hari keempat pengujian	46
Gambar 4.20	Grafik waktu terhadap temperature pada kaca ketebalan 5 mm hari keempat pengujian	47
Gambar 4.21	Grafik Waktu terhadap temperature pada kaca ketebalan 4 mm hari kelima pengujian	48
Gambar 4.22	Grafik waktu terhadap temperature pada kaca ketebalan 5 mm hari kelima pengujian	49
Gambar 4.23	Grafik waktu terhadap temperature pada kaca ketebalan 4 mm hari keenam pengujian	48
Gambar 4.24	Grafik waktu terhadap temperature pada kaca ketebalan 5 mm hari keenam pengujian	52
Gambar 4.25	Data intensitas matahari yang dihasilkan	53
Gambar 4.26	Grafik waktu terhadap intensitas matahari pada setiap hari Pengujian	54
Gambar 4.27	Data kecepatan angin yang dihasilkan thermo anemometer	54
Gambar 4.28	Grafik waktu terhadap kecepatan angin pada setiap hari pengujian	55

Gambar 4.29	Grafik waktu terhadap koefisien perpindahan panas Konduksi pada kaca 4 mm	53
Gambar 4.30	Grafik waktu terhadap koefisien perindahan panas Konduksi pada kaca 5 mm	59
Gambar 4.31	Grafik waktu terhadap koefisien perpindahan panas evaporator pada kaca 4 mm	60
Gambar 4.32	Grafik waktu terhadap koefisien perpindahan panas Evaporator pada kaca 5 mm	62
Gambar 4.33	Grafik waktu terhadap koefisien perpindahan panas Radiasi pada kaca 4 mm	64
Gambar 4.34	Grafik waktu terhadap koefisien perpindahan panas radiasi pada kaca 5 mm	65
Gambar 4.35	Grafik waktu terhadap energy yang diserap air pada Kaca 4 mm	67
Gambar 4.36	Grafik waktu terhadap energy yang diserap air pada Kaca 5 mm	69
Gambar 4.37	Grafik waktu terhadap efisiensi energy kaca 4 mm	71
Gambar 4.38	Grafik waktu terhadap efisiensi energy kaca 5 mm	72
Gambar 4.39	Grafik waktu terhadap exergy kaca 4 mm	74
Gambar 4.40	Grafik waktu terhadap exergy kaca 5 mm	76
Gambar 4.41	Grafik waktu terhadap efisiensi exergy kaca 4 mm	78
Gambar 4.42	Grafik waktu terhadap efisiensi exergy kaca 5 mm	80
Gambar 4.43	Grafik hubungan antara ketebalan kaca terhadap air pada alat desalinasi setiap hari	81

DAFTAR NOTASI

A	= Luas bak penguapan matahari	(m^2)
C_p	= Kapasitas panas spesifik dari udara lembab	J / kgK
h	= Koefisien perpindahan panas	$W / m^2 \text{ } ^\circ C$
h_b	= Koefisien perpindahan panas antara bak dan ambient	$W / m^2 \text{ } ^\circ C$
h_{fg}	= Panas laten penguapan	J/kg
$h_{C,go-a}$	= Koefisien perpindahan panas konvektif dari kaca penutup Luar permukaan ke ambient	$W / m^2 \text{ } ^\circ C$
$h_{C,w-g}$	= Koefisien perpindahan panas konvektif dari air ke kaca	$W / m^2 \text{ } ^\circ C$
h_{Cwgi}	= Koefisien perpindahan panas konvektif dari air ke kaca bagian dalam permukaan	$W / m^2 \text{ } ^\circ C$
$h_{E,w-co}$	= Koefisien perpindahan panas evaporative dari air ke Kondensasi	$W / m^2 \text{ } ^\circ C$
$h_{E,w-g}$	= Koefisien perpindahan panas evaporative dari air Permukaan kaca	$W / m^2 \text{ } ^\circ C$
$h_{E,w-gi}$	= Koefisien perpindahan panas evaporative antara Massa air dan permukaan bagian dalam penutup kaca	$W / m^2 \text{ } ^\circ C$
$h_{R,b-a}$	= Koefisien perpindahan panas radiasi dari bak ke ambient	$W / m^2 \text{ } ^\circ C$
$h_{R,w-gi}$	= Koefisien perpindahan panas radiasi dari penutup air ke Permukaan dalam kaca	$W / m^2 \text{ } ^\circ C$
$h_{T,b-a}$	= Koefisien perpindahan panas total antara liner dan Lingkungan	$W / m^2 \text{ } ^\circ C$
$h_{T,go-a}$	= Total koefisien kehilangan panas atas antara penutup Kaca bagian luar permukaan dan lingkungan	$W / m^2 \text{ } ^\circ C$
$h_{T,w-g}$	= Koefisien perpindahan panas total kaca penutup	$W / m^2 \text{ } ^\circ C$
$h_{T,w-gi}$	= Koefisien perpindahan panas total dari penutup air	

	Ke permukaan dalam kaca	$W / m^{\circ}C$
h_w	= Koefisien perpindahan panas konvektif antara Antra liner dan massa air	$W / m^2 \cdot ^{\circ}C$
$I(t)$	= Intensitas radiasi matahari	W / m^2
K	= Konduktivitas termal	$W / m^2 \cdot ^{\circ}C$
L	= Panas Laten penguapan	J/kg
P_w	= Tekanan uap parsial pada permukaan air	$^{\circ}C$
T_a	= Suhu lingkungan	$^{\circ}C$
T_{gi}	= Suhu permukaan bagian dalam kaca penutup	$^{\circ}C$
T_v	= Suhu uap	$^{\circ}C$
T_w	= Suhu fluida dasar	$^{\circ}C$
ϵ_{eff}	= Emisivitas efektif	
η_{th}	= Efisiensi termal	%

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan energi sudah menjadi kebutuhan utama dalam kehidupan sehari-hari, Permintaan energi yang terus meningkat tidak bisa terhindarkan dari masa kemasa. kebutuhan energi terus bertambah dari berbagai sektor, seperti transportasi, industri, rumah tangga dan lain-lain. Meskipun energi tersedia banyak di alam, tetapi ada berbagai kendala untuk memperoleh energi tersebut, keterbatasan teknologi, dan keterbatasan sumber daya.

Untuk itu dibutuhkan teknologi yang dapat di gunakan untuk menyerap energi yang tersedia seperti energi matahari. Salah satu bentuk pemanfaatan sumber energi matahari ialah teknologi desalinasi air laut. Dimana teknologi desalinasi air laut memanfaatkan radiasi matahari untuk menaikkan temperature air di dalam epavorator sehinga mengalami proses penguapan. Upaya ini dimaksud untuk memperoleh titik embun air tawar yang melekat pada permukaan kaca bagian dalam dan dikumpulkan di tangki air bersih. Proses desalinasi ini juga akan memisahkan kadar garam dari air laut. Untuk itu dibutuhkan energi panas untuk menaikkan temperature air.

Model alat desalinasi air laut telah banyak di kembangkan mulai dari lereng ganda sistem aktif dan passive, keduanya memiliki kekurangan dan kelebihan masing masing komponen alat desalinasi diantaranya kaca evaporator yang berfungsi sebagai jalannya energi panas masuk kedalam evaporator sehinga temperature air akan naik. Namun, energi yang diterima dari matahari tidak hanya diterima oleh kaca melainkan hampir semua permukaan yang bersentuhan dengan udara bebas mendapatkan rambatan panas dari sinar matahari baik secara konveksi, maupun radiasi. Dalam alat desalinasi, kaca berperan untuk menangkap energi matahari, yang energi itu sendiri tersimpan didalam kaca sehingga energi menimbulkan panas yang dapat menyebabkan air laut mengalami proses penguapan. Dimana semakin banyak energi yang diserap semakin banyak pula air tawar yang dihasilkan. Melimpah ruahnya tenaga matahari yang terus memancar di

seluruh Indonesia tak perlu menimbulkan rasa khawatir bahwa Indonesia akan kehabisan energi dan harus mengimpor dari negara lain. Persediaan alamiah energi panas matahari yang sustainable telah lebih dari cukup jika dimanfaatkan secara maksimal (Effendi et al., 2012)

Tiwari & Sahota, 2016, melakukan penelitian tentang alat desalinasi dengan ketebalan kaca 3mm model kemiringan tunggal memperoleh produksi air bersih 449,1 L / tahun, dan jumlah produksi air bersih pada model kemiringan ganda 464,68 L / tahun atau sekitar 1,3 liter per hari. Berbagai variasi kemiringan kaca juga telah dilakukan mulai dari 15°, 30°, dan 45° serta kedalaman air laut di dalam evaporator berkisar antara 0,01m, 0,002m, 0,03m, 0,04m, 0,04m, 0,05m, 0,12m, 0,16m, dan 0,18m. pada tahun yang sama, D.B. Singh (2016) melakukan percobaan pada desalinasi model kemiringan tunggal, dan energi total yang diserap yang oleh evaporator 1159,43 kWh dan jumlah produksi air bersih 1739,15 kg / tahun atau sekitar 1,73kg perhari.

Dari penjelasan di atas kaca penutup kolektor surya plat datar merupakan komponen terpenting dari desalinasi air laut yang berfungsi untuk mengurangi kehilangan panas dari plat penyerap ke lingkungan dan tempat kondensasi. Dengan demikian di butuhkan pengujian dari variasi ketebalan kaca untuk memperoleh kinerja alat desalinasi yang paling baik. Ketebalan kaca pada penelitian yaitu 4 mm dan 5 mm karena ketebalan kaca diyakini memiliki pengaruh terhadap nilai hambatan dari kehilangan energi untuk itu saya merasa perlu menganalisa energi dan exergy alat desalinasi air laut dengan variasi ketebalan kaca dengan harapan produktivitas air bersih semangkin meningkat.

1.2. Rumusan Masalah

Jika dilihat dari penjelasan latar belakang diatas maka disimpulkan beberapa masalah yang akan dijumpai pada penelitian ini yaitu sebagai berikut

1. Berapa kah ketebalan kaca yang paling baik digunakan pada alat desalinasi
2. Berapa besar energi panas yang diserap oleh air dan berapa besar efisiensi energi
3. Berapa besar energi yang digunakan (exergy) pada saat pengujian dan berapa besar efisiensinya
4. Berapa perbandingan produksi jumlah air.

1.3. Ruang Lingkup

Agar penelitian ini tidak melebar dan fokus terhadap tujuan maka dibuat ruang lingkup sebagai berikut;

1. Jenis kaca yang digunakan kaca bening dengan ketebalan 4mm dan 5mm dan luas 1m^3
2. Bahan dinding alat desalinasi menggunakan aluminium komposit panel (ACP).
3. Penelitian dilakukan di kampus Universitas Muhamadiyah Sumatera Utara yang beradad dikota medan dengan titik kordinat $3^{\circ}36'52.3''\text{N}$ $98^{\circ}40'32.1''\text{E}$.
4. Air yang di desalinasi berasal dari laut belawan kota medan.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui besar energi keseluruhan yang diterima oleh evaporator.
2. Mengetahui besar efisiensi energi keseluruhan yang diterima oleh evaporator.
3. Mengetahui besar exergy keseluruhan yang diterima oleh evaporator.
4. Mengetahui besar efisiensi exergy keseluruhan yang diterima oleh evaporator.

1.5. Manfaat Penelitian

Jika dilihat dari penjelasan latar belakang diatas maka disimpulkan beberapa masalah yang akan dijumpai pada penelitian ini yaitu sebagai berikut

1. Berapa kah ketebalan kaca yang paling baik digunakan pada alat desalinasi
2. Berapa besar energi panas yang diserap oleh air dan berapa besar efisiensi energi
3. Berapa besar energi yang digunakan (exergy) pada saat pengujian dan berapa besar efisiensinya
4. Berapa perbandingan produksi jumlah air.

BAB 2

DAFTAR PUSTAKA

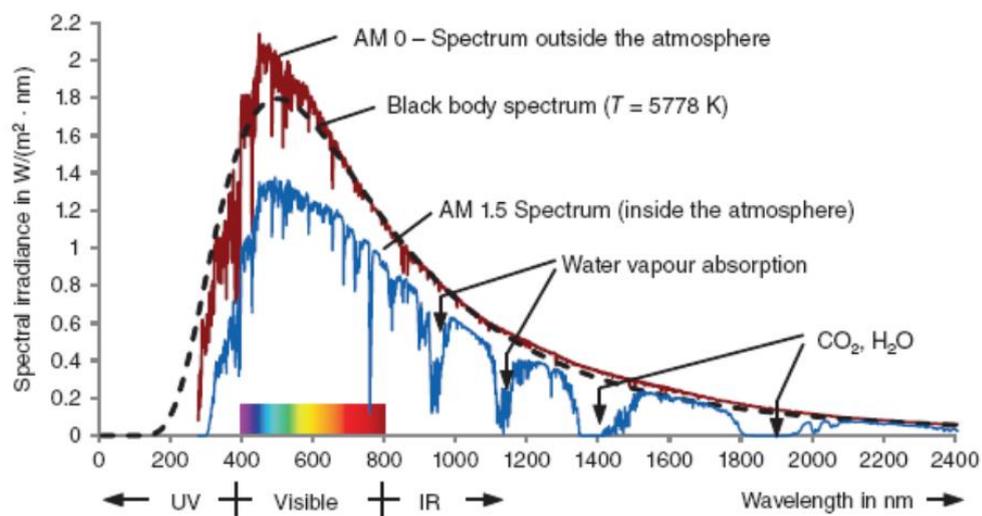
2.1 Energi matahari

Energi pertama kali diperkenalkan dalam mekanika oleh Newton ketika ia berhipotesis tentang energi kinetik dan energi potensial. Namun, munculnya energi sebagai konsep pemersatuan dalam fisika adalah tidak diadopsi sampai abad ke -19 dan dianggap sebagai salah satu karya ilmiah untuk prestasi di abad itu. Konsep energi begitu akrab bagi kita sehari ini sehingga secara intuitif jelas, namun mengalami kesulitan dalam mendefinisikannya dengan tepat. Energi merupakan besaran scalar yang tidak dapat diamati secara langsung tetapi dapat direkam dan dievaluasi dengan pengukuran tidak langsung. Nilai mutlak dari energi sistem sulit di ukur, sedangkan perubahan energinya agak mudah dihitung. Matahari adalah sumber utama energi bumi memancarkan spectrum energi yang bergerak melintasi ruang sebagai radiasi elektromagnetik, energi struktur materi dapat dilepaskan melalui reaksi kimia dan atom. Sepanjang sejarah yang muncul ditandai dengan penemuan dan penerapan yang efektif dari energi untuk kebutuhan masyarakat (Dincer & Cengel, 2001).

Energi pada saat ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Energi merupakan pendukung bagi kegiatan ekonomi nasional dan dipakai sebagai alat untuk mencapai tujuan social, ekonomi, dan lingkungan. Energi matahari merupakan salah satu energi yang sedang giat dikembangkan saat ini oleh pemerintah Indonesia karena sebagai Negara tropis, Indonesia mempunyai potensi energi matahari yang cukup besar. Dengan demikian, potensi penyinaran matahari rata-rata Indonesia sekitar 4,8 kWh/m² / hari dengan variasi bulanan sekitar 9 %. Matahari adalah sumber energi utama yang memancarkan energi yang luar biasa besarnya ke permukaan bumi. Pada keadaan cuaca cerah, permukaan bumi menerima sekitar 1000 watt energi matahari energi matahari per-meter persegi. Kurang dari 30% energi tersebut dipantulkan kembali ke angkasa, 47% dikonversikan menjadi panas, 23 % digunakan untuk seluruh sirkulasi kerja yang terdapat diatas permukaan bumi, sebaaian kecil 0,25% ditampung angin, gelombang dan arus dan masih ada bagian yang sangat kecil 0,025% disimpan melalui proses fotosintesis di dalam tumbuh-tumbuhan yang akhirnya digunakan

dalam proses pembentukan batu bara dan minyak bumi (bahan bakar fosil, proses fotosintesis yang memakan jutaan tahun) yang saat ini digunakan secara ekstensif dan eksploratif bukan hanya untuk bahan bakar tetapi juga untuk bahan pembuat plastic, formika, bahan sistesis lainnya. Sehingga bisa dikatakan bahwa sumber segala energi adalah energi matahari (Manan, 2009)

Mudahnya energi yang dipadatkan membuat para peneliti giat untuk terus melakukan penelitian, bahwa perkembangannya terjangkau tak habis dan bersih, teknologi energi matahari akan memiliki manfaat yang besar dan ini akan menghemat energi Negara melalui ketergantungan pada sumber daya impor yang tak habis-habisnya dan sebagai besar meningkat dan berkelanjutan, mengurangi polusi menurunkan angka mitigasi yang disebut persamaan global dan mungkin mengontrol harga bahan bakar fosil.



Gambar 2.1. Spektrum matahari pada AM 0 dan AM 1.5(Hamdani).

Intensitas radiasi matahari yang sampai ke bumi dapat dimanfaatkan sebagai penyedia energi alternatif dan berkesinambungan. Energi matahari dapat dimanfaatkan dengan cara konversi panas dan konversi pembangkit listrik tenaga matahari Fotovoltaik (PV) merupakan devais berbasis teknologi semikonduktor dengan kemampuan mengubah cahaya matahari yang mengenai permukaan modul PV menjadi energi listrik secara langsung. Ketika energi matahari dalam bentuk foton mengenai bahan semikonduktor, maka foton tersebut akan dipantulkan, diabsorpsi atau ditransmisikan, dimana untuk electron valensi atom yang mengabsorpsi foton akan mengalami penambahan energi dan akan melompat ke

pita konduksi sebagai electron bebas. Efek fotovoltaik dihasilkan dari absorpsi foton cahaya matahari pada daerah hubungan p-n yang menghasilkan electron-hole (lubang), akibat timbulnya medan listrik pada daerah hubungan p-n tersebut menyebabkan timbul beda potensial akibatnya akan terjadi pemisahan muatan listrik, di mana electron akan bergerak ke daerah tipe-n dan hole akan bergerak ke daerah tipe-p. Jika keduanya disambungkan dan dihubungkan dengan beban, maka akan terjadi aliran arus listrik selama cahaya matahari mengenai permukaan hubungan p-n (Hamdani 2019).

Spektrum matahari di atmosfer luar dan dipermukaan 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 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

Energy rasio setiap panjang gelombang range (warna range) di spectrum		
Panjang gelombang (nm)	Jumlah matahari 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 ini 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 174.000 terawatts (TW) dari radiasi matahari yang masuk dibagian atas atmosfer.

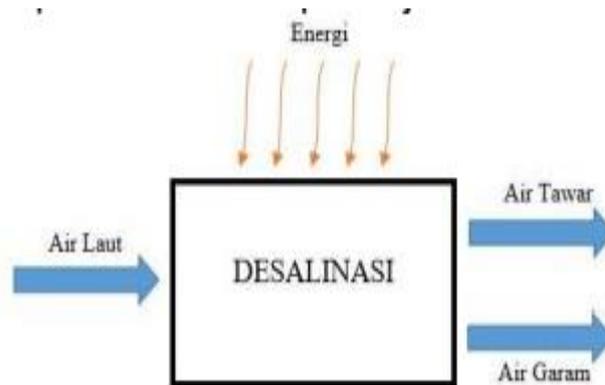
2.2. Konsep Exergy

Exergy biasanya ditunjukkan untuk menentukan kinerja maksimum sistem dan mengidentifikasi situs penghancuran exergy. Mengidentifikasi situs utama exergy kehancuran, penyebab kehancuran, besarnya kehancuran yang sebenarnya, menunjukkan arah untuk perbaikan potensial untuk sistem dan komponen, melaporkan hubungan antara energi dan exergy, exergy dan lingkungan, energi dan pembangunan berkelanjutan, dan energi pembuatan kebijakan secara rinci jadi dari diskusi diatas dan literature jelas bahwa analisis exergy sangat lah penting untuk perencanaan energi, optimalisasi sumber daya dan lingkungan global, pengurangan polusi regional, dan nasional. (Kanoğlu et al., 2005)

Konsumsi exergy selama suatu proses sebanding dengan entropi dibuat karena irreversibilities. Untuk analisis exergy, keadaan lingkungan referensi, atau keadaan referensi, harus ditentukan sama sekali. Ini biasanya dilakukan dengan menentukan suhu, tekanan dan komposisi kimia dari lingkungan referensi. Hasil analisis exergy, akibatnya, relative terhadap yang ditentukan lingkungan referensi, yang dalam sebagai besar aplikasi di modelkan setelah lingkungan sebenarnya. Metode exergy berguna untuk memajukan tujuan penggunaan sumber daya energi yang lebih efisiensi, karena memungkinkan lokasi, jenis, dan besaran sebenarnya dari limbah dan kehilangan yang harus ditentukan. Secara umum, lebih banyak efisiensi yang berarti dievaluasi dengan analisis exergy dari pada analisis energi. (Dincer & Cengel, 2001)

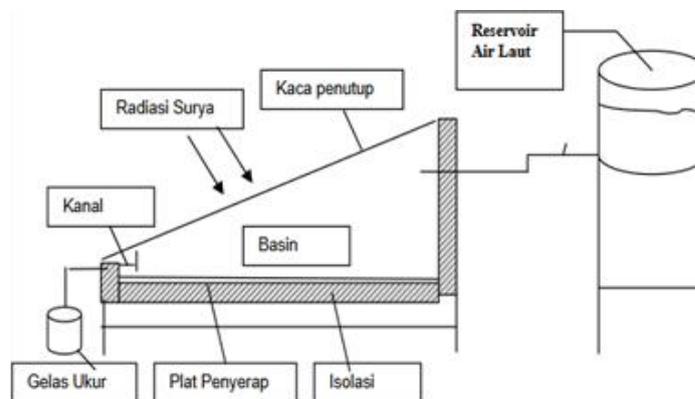
2.3. Desalinasi

Desalinasi adalah suatu 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 temperature menurun. Perubahan fasa yang terjadi ialah kondensasi yang dapat mengubah uap menjadi air kembali (Dewantara et al., 2018).



Gambar 2.2 Input, proses dan output utama desalinasi energi matahari

Desalinasi ialah proses pemurnian atau pengurangan garam terlarut didalam air laut yang lebih besar dari 1000 ppm hingga 40.000 ppm menjadi air tawar dengan konsentrasi garam terlarut di bawah 1000 ppm. Prinsip kerja desalinasi secara umum sebenarnya sangat sederhana. Air laut dipanaskan hingga menguap, dan kemudian uap yang dihasilkan dikondensasikan kembali dan ditampung di sebuah wadah . Air kondensat tersebut adalah air bersih. Sedangkan air laut yang tidak mendidih selama pemanasan adalah konsentrat garam. Berikut dapat dilihat proses desalinasi sederhana pada gambar.



Gambar 2.3 Desalinasi Surya Tipe Tunggal Permukaan Kaca Miring (Jamil, 2017)

Dengan menggunakan lereng tunggal maka proses desalinasi akan lebih efektif karena sinar matahari yang terpancar dapat di terima dengan baik. Proses desalinasi yang memanfaatkan panas matahari untuk menaikkan suhu temperature laut sehingga dapat menguap (evaporasi). Air laut yang sudah terevapolasi akan menghasilkan uap bersih atau air tawar. Sedangkan air laut yang tidak terevulasi akan membentuk Kristal-kristal garam pada ruang evaporator(Tiwari, 2016)

2.4. 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

Dari table 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 table berikut:

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 table berikut ini:

Tabel 2.5 Sifat fisik air laut

Density (kg/m ³)	Cp (kj/kg °C)	Panas Penguapan (kj/kg)	Titik beku (°C)	Titik Didih (°C)	Tekanan Uap (pa)	Tekanan Osmotic (pa)	Visicosita S dynamic (kg/m s)
1023.4	3.90	2436.3	- 1.91	100.56	0.9812 P ₀	-0.084T	0.96 x 10 ⁻³

2.5. Kaca

Kaca merupakan salah satu material padat, dipandang dari segi fisika kaca merupakan zat cair yang sangat dingin, karena struktur partikel-partikel penyusunannya yang saling berjauhan seperti dalam zat cair, namun kaca sendiri berwujud padat. Ditinjau dari segi kimia, kaca adalah gabungan dari berbagai oksida anorganik yang tidak mudah menguap. Kaca telah digunakan dalam pelbagai bidang diantaranya industri komunikasi, maklumat, dan elektronik seperti kaca laser, kaca superionik dan serbuk kaca (Subbalakshmi & Veeraiah, 2003)

Di dalam sistem kaca ini, bahan fosfor merupakan host dari kacanya karena kaca ini memiliki sifat khas yang menarik yaitu memiliki pengembangan termal yang besar, suhu lebur yang rendah, hantaran dalam kawasan sinar ultraviolet yang tinggi dibandingkan dengan kaca silika. Selain itu juga, kaca fosfat relatif lebih mudah dibuat dan mempunyai kemungkinan kawasan campuran komposisi kaca yang lebih luas (Khattak et al., 1996)

Massa jenis kaca bergantung pada komposisi dari bahan pembentukan kacanya. Massa jenis bagi kaca-kaca oksida biasanya lebih kecil dari pada massa jenis dari kaca dalam bentuk kristal. Rangkaian kaca dibentuk dari sistem kaca oksida primer, maka kaca tersebut mengandung banyak celah-celah kosong dan ini akan terisi jika ion-ion *modifier* ditambahkan kedalam bahan kaca tersebut. Proses seperti ini akan meningkatkan massa dari kaca berubah tetapi volume kaca tidak berubah. Hal ini akan dapat menyebabkan massa jenis dari kaca yang terbentuk meningkat (Budi Astuti, 2007)

2.5.1 Sifat-Sifat 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. 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.

c. Densitas dan Viskositas

Densitas adalah perbandingan antara massa suatu bahan dibagi dengan volumenya. Nilai densitas dari kaca adalah sekitar 2,49 g/cm³. Densitas dari kaca akan menurun seiring dengan kenaikan temperatur.

d. Optical Properties

Kaca memiliki sifat memantulkan cahaya yang jatuh pada permukaan kaca tersebut. Sebagai 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 Bening

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



Gambar 2.4 Kaca Bening

2. Kaca Es

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



Gambar 2.5 Kaca Es

2.6. Penelitian Terdahulu

Berdasarkan hasil penelusuran kepustakaan yang dilakukan untuk mencari energi dan exergy pada alat desalinasi dengan variasi ketebalan kaca. Berikut ini ada beberapa penelitian yang terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini:

1. Dari hasil penelitian (C. A. Siregar, 2018) yang berjudul “Pengaruh Jarak Kaca Terhadap Efisiensi Alat Destilasi Air Laut yang Memanfaatkan Energi Matahari di Kota Medan “ , menyimpulkan bahwa bahwa semakin kecil jarak antara kaca dengan fiber hitam maka semakin efektif kinerja alat destilasi air laut. Volume air tawar yang dihasilkan dengan jarak kaca 15 mm lebih banyak dari jarak 25 mm dan 35 mm. Jarak kaca 15 mm

menghasilkan air tawar sebanyak 450. Selain itu, penyerapan radiasi matahari terbesar juga terdapat dengan jarak kaca 15 mm.

2. Dari hasil penelitian (Saragi & Damanik, 2020) yang berjudul “Energy and Exergy Efficiency of Double Slope Passive Solar Still “, menyimpulkan bahwa jumlah energi dan efisiensi energi yang terjadi pada hari kedua adalah energi terendah dan efisiensi energi selama pengujian dengan besarnya energi 1,23 kWh dan efisiensi 30,20%. Pada hari keempat, energi yang dihasilkan terbesar sebesar 18,89 kWh, sedangkan efisiensi energi terbesar berada pada urutan kelima hari dengan efisiensi 55,15%. Exergy terbesar dalam sistem terjadi pada hari kelima dengan besaran 0,52 kWh dengan efisiensi eksergi 5,36% dan terendah terjadinpada hari kedua dengan besaran 2,01 kWh dengan efisiensi exergy sebesar 0,93%. Itu faktor-faktor yang mempengaruhi nilai energi dan efisiensi energi serta exergy dan exergy efisiensi pada solar still pasif lereng ganda adalah intensitas matahari, luas cekungan, luas tutupan cekungan, jumlah air yang dihasilkan dan suhu lingkungan.
3. Dari hasil penelitian (Damanik et al., 2020) yang berjudul “ Energy analysis of double slope aktive solar still “menyimpulkan bahwa Intensitas matahari menentukan besarnya energi yang diserap oleh alat destilasi, sedangkan semakin tinggi intensitas matahari maka semakin tinggi energi panas yang masuk dan diserap akan menjadi. Hal ini terbukti pada pengujian hari kedua diperoleh intensitas matahari 186,9 SR, W/mA² dengan jumlah energi yang diserap 20,9761 W/m²o C, dan pada hari ketujuh matahari intensitas 700,6 SR, W/mA² dengan jumlah energi yang diserap 1813,667 W/m²oC. Itu efisiensi energi diperoleh dari hasil pembahasan data hasil pengujian tertinggi pada hari ketujuh mencapai 77,92%, dan efisiensi terendah pada hari kedua adalah 66,1853%.
4. Dari hasil penelitian (M. A. Siregar et al., 2021) yang “ berjudul analisa energi pada alat desalinasi air laut tenaga surya model lereng tunggal ” menyimpulkan bahwa hasil pengujian diperoleh bahwa cuaca yang cerah akan menghasilkan intensitas matahari yang tinggi yang akan berpengaruh terhadap energi panas yang diserap oleh air, semangkin tinggi intensitas

maka energi panas yang diserap semakin banyak. Dengan intensitas matahari tertinggi 420,85 W/m² diperoleh koefisien perpindahan panas total didalam evaporator yaitu 18,44 W/m²C, dan total koefisien perpindahan panas di dalam evaporator terendah dengan intensitas matahari 96,89 W/m² yaitu 11,31 W/m²C. Sedangkan total koefisien perpindahan panas diluar yaitu 62,63 W/m²C dan total koefisien perpindahan panas diluar terendah yaitu 5,57 W/m²C. Energi yang diserap evaporator tertinggi diperoleh pada hari kelima yaitu 6,28 kWh dan energi terendah diserap evaporator pada hari kedua yaitu 1,37 kWh. Dan efisiensi tertinggi pada hari kelima yaitu mencapai 58,89 % dan efisiensi energi terendah pada hari kedua yaitu 34,05 %.

2.7. Temperatur Dan Koefisien Internal Dari Evaporator

Energi yang diterima dari matahari tidak hanya diterima oleh kaca melainkan hampir semua permukaan yang bersentuhan dengan udara bebas mendapatkan rambatan panas dari sinar matahari baik secara konveksi, radiasi dan konduksi. Proses perpindahan panas internal ini diatur terutam oleh tiga mode yaitu konveksi, radiasi dan konduksi. Tiga proses perpindahan panas internal adalah dijelaskan sebagai berikut (Sharshir et al., 2017).

2.7.1. Perpindahan panas konveksi dari evaporasi

Perpindahan panas konveksi diperumit oleh fenomena karena sangat terhubung dengan sifat fluida, karakteristik aliran, dan konduksi panas. Selain itu, perpindahan panas konveksi sangat erat tergantung pada geometrid an orientasi permukaan panas padat yang terlibat sebagai serta kekasarannya. Perpindahan konveksi terjadi antara permukaan air cekungan dan penutup kaca bagian dalam permukaan melalui udara lembab karena perbedaan suhu. Tingkat konveksi perpindahan panas didalam still di ekspresikan dalam hal suhu air (T_w) dan suhu bagian dalam kaca. Oleh hubungan berikut:

$$Q_{c,w-gi} = h_{c,w-gi} \times (T_w - T_{gi}) \quad (1.1)$$

Dimana, $h_{c,w-gi}$ adalah koefisien perindahan panas konveksi antara permukaan air dan permukaan bagian dalam penutup kaca dan dapat dihitung sebagai berikut:

$$h_{c,w-gi} = 0.884 \left[\left(T_w - T_{gi} + \frac{(p_w - p_{gi})(T_w + 273)}{(268900 - p_w)} \right) \right]^{1/3} \quad (1.2)$$

Dimana p_w dan p_{gi} ialah tekanan uap pada permukaan air, maka dapat dicari dengan persamaan berikut.

$$p_w = \exp \left[25.317 - \left(\frac{5144}{T_w + 273} \right) \right] \quad (1.3)$$

$$p_{gi} = \exp \left[25.317 - \left(\frac{5144}{T_g + 273} \right) \right] \quad (1.4)$$

2.7.2. Perpindahan panas radiasi dari evaporator

Perpindahan panas radiasi berlangsung oleh mekanisme yang mencakup emisi internal objek. Radiasi termal ditransmisikan dalam ruang hampa dengan kecepatan cahaya tanpa pelemahan selain itu, terjadi dalam padatan, cairan, dan gas. Radiasi termal juga dapat antara dua benda yang dipisahkan oleh medium lebih dingin dari kedua beban. Radiasi perpindahan panas terjadi didalam desalinasi air laut di antaranya massa air dan permukaan bagian dalam penutup kaca. Mengingat bahwa radiasi adalah fenomena permukaan, faktor tampilan berpengaruh signifikan tingkat perpindahan panas radiasi. Karena kecenderungan kecil kaca tutup sehubungan dengan cekungan air desalinasi.

Tingkat perpindahan panas radiasi antara permukaan kaca penutup bagian dalam dan air dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Q_{R,w-gi} = h_{R,w-gi} \times (T_w - T_{gi}) \quad (1.5)$$

Dimana, $h_{R,w-gi}$ adalah koefisiensi perpindahan panas radiasi antara kaca menutupi permukaan dalam dan massa air dan evaluasi dapat digunakan sebagai berikut.

$$h_{R,w-gi} = \varepsilon_{eff} \sigma \left[(T_w + 273)^2 + (T_{gi} + 273)^2 \right] \times (T_w + T_{gi} + 546) \quad (1.6)$$

Dimana daya efektif dari air ke permukaan kaca yaitu emisivitas efektif dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$\varepsilon_{eff} = \left[\frac{1}{\varepsilon_w} + \frac{1}{\varepsilon_g} - 1 \right]^{-1} \quad (1.7)$$

Dimana nilai konstanta akan menjadi $(\varepsilon_w = 0.95)$, $(\varepsilon_g = 0.94)$.

2.7.3. Perpindahan panas evaporasi pada evaporator

Evaporasi terjadi antara muka uap cair sedangkan uap tekanan lebih rendah dari tekanan saturasi pada waktu tertentu. Disaat penelitian dilakukan banyak terjadi kehilangan panas pada saat penguapan di evaporator. Hilangnya panas dapat mempengaruhi tinggi rendahnya kecepatan proses penguapan air yang berkaitan dengan efisiensi kerja alat dan hasil yang di dapat. Tingkat panas menguapkan perpindahan antara massa air dan permukaan bagian dalam penutup kaca sebagai berikut.

$$Q_{E,w-gi} = h_{E,w-gi} \times (T_w - T_{gi}) \quad (1.8)$$

Dimana koefisien perpindahan panas konduksi antara massa air dan permukaan bagian dalam ruang evaporator dapat di hitung dengan persamaan berikut.

$$Q_{E,w-gi} = 16.273 \times 10^{-3} \times h_{C,w-gi} \times \left[\frac{P_w - P_{gi}}{T_w - T_{gi}} \right] \quad (1.9)$$

Total laju perpindahan panas internal adalah penjumlahan tingkat konveksi, radiasi, dan evaporasi antara massa air dan permukaan bagian dalam penutup kaca dinyatakan sebagai berikut.

$$Q_{T,w-gi} = Q_{C,w-gi} + Q_{R,w-gi} + Q_{E,w-gi} \quad (1.10)$$

Dan

$$Q_{T,w-gi} = h_{T,w-gi} \times (T_w - T_{gi}) \quad (1.11)$$

Koefisien perpindahan panas total internal antara massa air dan permukaan bagian dalam evaporator. Ditentukan sebagai berikut.

$$h_{T,w-gi} = h_{C,w-gi} + h_{R,w-gi} + h_{E,w-gi} \quad (1.12)$$

Tingkat perpindahan panas konduksi melalui ketebalan penutup kaca dari permukaan bagian dalam kebagian luar dinyatakan sebagai berikut.

$$Q_{Cd,gi-go} = \frac{K_g}{L_g} (T_{gi} - T_{go}) \quad (1.13)$$

2.8. Temperatur dan koefisien eksternal dari evaporator

Perpindahan panas eksternal mewakili hilangnya energi panas dari evaporasi alat desalinasi. Ini melibatkan tiga mode perpindahan panas yaitu perpindahan panas konduksi, perpindahan panas konveksi, perpindahan panas radiasi yang independen satu sama lain. Kehilangan panas dari luar permukaan penutup kaca alat desalinasi ke sekelilingnya disebut sebagai top loss heat

(kehilangan panas atas) proses dan dari air evaporator kelingkungan melalui isolasi disebut sebagai proses panas kerugian sisi dan samping. Di jelaskan sebagai berikut.

2.8.1. Transfer panas atas kerugian

Energy panas dari permukaan luar penutup evaporator yang hilang oleh radiasi dan proses perpindahan panas konveksi. Kehilangan panas konveksi dari permukaan luar penutup evaporator alat desalinasi ke atmosfer dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$Q_{C,go-a} = h_{C,go-a} (T_{go} - T_a) \quad (1.14)$$

Besar $Q_{C,go-a}$ yang di dapat akan bervariasi jika besar kecepatan udara lingkungan tidak stabil maka diasumsiasikan kecepatan udara rata-rata pada lingkungan dan di tetapkan koefisien perpindahan panas konveksi sebagai berikut.

$$h_{C,go-a} = 2.8 + (3.0 \times v) \quad (1.15)$$

Kehilangan panas karena radiasi dari permukaan luar penutup evaporator desalinasi ke atmosfer di peroleh dengan:

$$Q_{R,go-a} = h_{R,go-a} (T_{go} - T_a) \quad (1.16)$$

Pada permukaan kaca besar koefisien perpindahan panas radiasi dan atmosfer dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$h_{R,go-a} = \varepsilon_g \sigma \left[\left(\frac{(T_{go} + 273)^4 - (T_{sky} + 273)^4}{(T_{go} - T_a)} \right) \right] \quad (1.17)$$

Untuk mencari temperature udara dengan persamaan berikut.

$$T_{sky} = T_a - 6 \quad (1.18)$$

Kehilangan panas atas total adalah penjumlahan dari radiasi dan konvektif kehilangan panas. Kehilangan panas radiasi dan konvektif ini dinyatakan sebagai berikut.

$$Q_{T,go-a} = Q_{C,go-a} + Q_{R,go-a} \quad (1.19)$$

Juga,

$$Q_{T,go-a} = h_{T,go-a} (T_{go} - T_a) \quad (1.20)$$

Total koefisien kehilangan panas atas antara permukaan luar kaca tutup dan sekitarnya dapat dihitung sebagai berikut.

$$h_{T,go-a} = h_{C,go-a} + h_{R,go-a} \quad (1.21)$$

Juga, total koefisien kehilangan panas atas dapat langsung diperoleh segi kecepatan angin (v) dengan mempertimbangkan efek keduanya bebas konveksi dan radiasi dari penutup kondensasi oleh yang berikut ini.

$$h_{T,go-a} = 5.7 + (3.8 \times v) \quad (1.22)$$

Untuk mendapatkan koefisien kehilangan panas dari permukaan bagian dalam kaca dengan udara dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$U_{T,gi-a} = \frac{(K_g / L_g) h_{T,go-a}}{(K / L) + h_{T,go-a}} \quad (1.23)$$

Selain itu, koefisien kehilangan panas keseluruhan dari permukaan atas kaca dinyatakan sebagai berikut.

$$U_T = \frac{h_{T,gi} \times U_{T,gi-a}}{h_{T,w-gi} + U_{T,gi-a}} \quad (1.24)$$

2.8.2. Transfer panas kerugian bagian bawah dan samping

Energi panas yang hilang dari air cekungan ke sekitarnya melalui basin alat desalinasi dan ketebalan isolasi oleh konveksi, konduksi, dan radiasi. Kehilangan panas dari bawah dan sisi keudara sekitar terjadi dalam urutan ini: konveksi, konduksi dan radiasi. Namun dalam kasus grounded alat desalinasi kehilangan panas bahwa terjadi dalam bentuk konveksi dan konduksi saja.

Tingkat perpindahan panas konvektif antara basin dan massa air diberikan oleh.

$$Q_w = h_b (T_b - T_a) \quad (1.25)$$

Diman h_w adalah koefisien perpindahan panas konvektif dari basin liner ke air. Laju perpindahan panas konduksi antara basin dan lingkungan dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$Q_b = h_b (T_b - T_a) \quad (1.26)$$

Koefisien perpindahan panas antara basin dan sekitarnya melalui isolasi adalah

$$h_b = \left[\frac{L_{ins}}{K_{ins}} + \frac{1}{h_{R,b-a}} \right]^{-1} \quad (1.27)$$

Dimana,

$$h_{R,b-a} = 5.7 + (3.8 \times v) \quad (1.28)$$

Keseluruhan koefisien kehilangan panas bawah antara massa air dan atmosfer sekitar diperoleh oleh.

$$U_b = \frac{h_w \times h_b}{h_w + h_b} \quad (1.29)$$

Keseluruhan sisi koefisien perpindahan panas antara massa air dan atmosfer sekitar dinyatakan sebagai.

$$U_{ss} = \left(\frac{A_{ss}}{A_b} \right) U_b \quad (1.30)$$

Total koefisien kehilangan perpindahan panas bagian bawah samping dari air massa ke atmosfer sekitarnya dapat diperoleh.

$$U_{bs} = U_b + U_{ss} \quad (1.31)$$

Koefisien kehilangan perpindahan panas eksternal keseluruhan dari massa air ke lingkungan melalui bagian atas dan bagian bawah, di ekspresikan sebagai berikut.

$$U_{is} = U_t + U_{bs} \quad (1.32)$$

2.9 Persamaan keseimbangan energi dari alat desalinasi

Persamaan keseimbangan energi disetiap bagian alat desalinasi air laut adalah dijelaskan sebagai berikut.

2.9.1. Kaca penutup permukaan bagian luar

Tingkat energi yang diterima dari permukaan bagian luar kaca dengan konduksi sama dengan laju energi yang hilang oleh konveksi dan radiasi dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$Q_{Cd,gi-go} = Q_{C,go-a} + Q_{R,go-a} \quad (1.33)$$

Atau,

$$Q_{Cd,gi-go} = Q_{T,go-a} \quad (1.34)$$

Keseimbangan energi kaca penutup permukaan luar menjadi.

$$\frac{K_g}{L_g} (T_{gi} - T_{go}) = h_{T,go-a} \times (T_{go} - T_a) \quad (1.35)$$

Diman keseimbangan energi kaca penutup permukaan bagian luar dapat disederhanakan:

$$T = \frac{\left[\left(\frac{K}{L} T_{gi} + h_{T,go-a} \times T_a \right) \right]}{\left[\left(\frac{K_g}{Lg} \right) + h_{T,go-a} \right]} \quad (1.36)$$

2.9.2. Kaca penutup permukaan bagian dalam

Tingkat energi yang diserap dari intensitas matahari di tambah tingkat energi yang di terima dari air melalui konveksi, penguapan dan radiasi sama dengan tingkat energi yang hilang ke permukaan kaca penutup luar oleh konduksi dapat dinyatakan sebagai.

$$\begin{aligned} a' gI(t)_s + Q_{C,w-gi} + Q_{E,w-gi} + Q_{R,w-gi} &= Q_{Cd.gi-go} \\ a' gI(t)_s + Q_{T,w-gi} &= Q_{Cd.gi-go} \\ a' gI(t)_s + h_{t,w-gi} \times (T_w - T_{gi}) &= \frac{K_g}{L_g} (T_{gi} - T_{go}) \end{aligned} \quad (1.37)$$

Dimana,

$$a' g = (1 - R_g) \times a_g \quad (1.38)$$

Dimana persamaan penutup permukaan bagian dalam dapat disederhanakan:

$$T_{gi} = \frac{a' gI(t)_s + h_{T,w-gi} \times T_w + U_{T,gi-a} \times T_a}{h_{T,w-gi} + U_{T,gi-a}} \quad (1.39)$$

2.10. Basin

Laju transfer energi yang diserap dari intensitas matahari dengan laju transfer energy hilang ke air karena konveksi plus laju transfer energi hilang ke ambien oleh konduksi dan konveksi dinyatakan sebagai berikut.

$$T_b = \frac{a' bI(t)_s + h_w \times T_w + h_b \times T_b}{h_w + h_b} \quad (1.40)$$

2.11. Massa air

Keseimbangan energi untuk massa air menyiratkan bahwa tingkat bersih transfer energi ke dalam massa air sama dengan laju kenaikan kandungan energi massa air di dalam cekungan. Massa air ialah penjumlahan dari laju energi yang diserap dari radiasi matahari, tingkat energi yang diterima evaporator oleh konveksi, dan laju energi yang di terima. Karenanya, energi keseimbangan massa air dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$T_w = \frac{f^-(t)}{a} \times [1 - e^{-at}] + T_{w0} \times e^{-at} \quad (1.41)$$

2.12. Evaluasi hasil dari desalinasi

Air tawar yang dihasilkan disaat proses penelitian sangat diharapkan termasuk didalam tujuan penelitian yang dilakukan. Persamaan dibawah ini dapat digunakan untuk menghitung jumlah air tawar yang dihasilkan.

$$M_{ew} = \frac{h_{E,w-i} \times (T_w - T_{gi})}{L} \quad (1.42)$$

2.13. Energi dan Efisiensi Energi

Per jam energi sistem yang digunakan untuk memperoleh air suling diberikan sebagai berikut.

$$E_{Hourly,En} [h_{ewgE} (T_w - T_{giE}) + h_{ewgW} (T_w - T_{giW})] \quad (1.43)$$

Dan efisiensi termal per jam dinyatakan sebagai berikut.

$$\eta_{th} = \frac{[M_{ewE} + M_{ewW}] \times L}{[A_{gE} I_{SE}(t) + A_{gW} I_{SW}(t)] \times 3600} \times 100\% \quad (1.44)$$

2.14. Exergy dan Efisiensi Exergy

Nilai exergy dapat diperoleh dengan konsep entropi yang diturunkan dari hukum kedua termodinamika. Efisiensi exergy adalah rasio keluaran exergy terhadap masukan exergy, dan dinyatakan sebagai berikut.

$$\eta_{Ex} = \frac{E_{xoutput}}{E_{xinput}} \quad (1.45)$$

$$E_{xinput} = E_{xsun} = [(A_{gE} I_{SE}(t)) + (A_{gW} I_{SW}(t))] \left[1 - \frac{4}{3} \left(\frac{T_a}{T_s} \right) + \frac{1}{3} \left(\frac{T_a}{T_s} \right)^4 \right] \quad (1.46)$$

Dimana T_s adalah suhu matahari 6000 K, sedangkan untuk keluaran exergy dapat ditulis sebagai berikut.

$$\eta_{xoutput} = E_{xevap} = h_{ewg} \frac{A_b}{2} \left[(T_w - T_{gi}) - (T_a + 273) \ln \left(\frac{T_w + 273}{T_{gi} + 273} \right) \right] \quad (1.47)$$

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Tempat dilaksanakannya kegiatan penelitian Alat Desalinasi Air Laut 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 kannya usulan judul penelitian oleh Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Table 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

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

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Adapun bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian alat desalinasi air laut sebagai berikut:

1. Kaca Kolektor

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

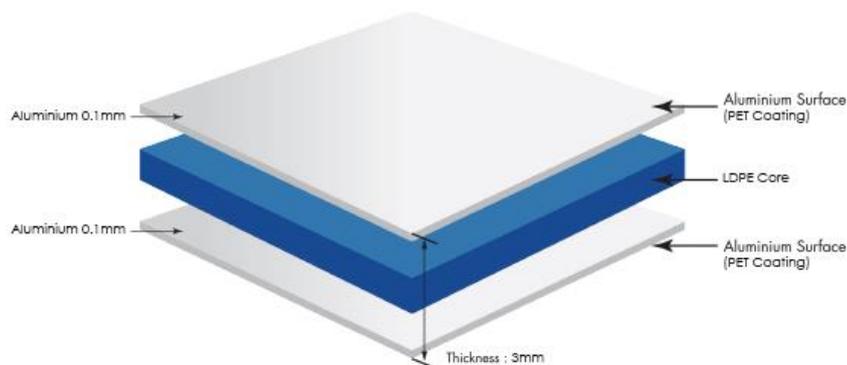


Gambar 3.1. Kaca Bening.

2. ACP (Alumunium Composit Panel)

Bahan yang digunakan untuk ruang kolektor haruslah yang berbahan tahan terhadap air laut agar tidak mudah terjadi korosi. Adapun bahan yang digunakan untuk ruang kolektor terbuat dari Alumunium Composit Panel (ACP).

Dengan ketebalan 3 mm, berikut susunan komposisi yang terdapat pada ACP.



Gambar 3.2. Susunan komposisi ACP (Alumunium Composit Panel).

3. 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 3.3. Pipa Tembaga.

4. Styrofoam

Digunakan untuk sebagai isolator pada dinding kolektor, agar temperature didalam ruang kolektor tetap terjaga. Pada alat desalinasi ini digunakan Styrofoam dengan ketebalan 2 cm.



Gambar 3.4. Styrofoam.

5. Alumunium Foil

Digunakan untuk melapisi Styrofoam dan untuk menyerap lebih banyak panas.



Gambar 3.5. Alumunium Foil.

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 temperature didalam kolektor serta mengukur temperature 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 Longger.

2. Termocouple

Berfungsi untuk mendeteksi temperature 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 energy matahari atau intensitas matahari, baik dalam satuan Watt secara akurat. Pengukuran daya energy matahari mampu hingga 1999 watt/m².



Gambar 3.11. Pyranometer.

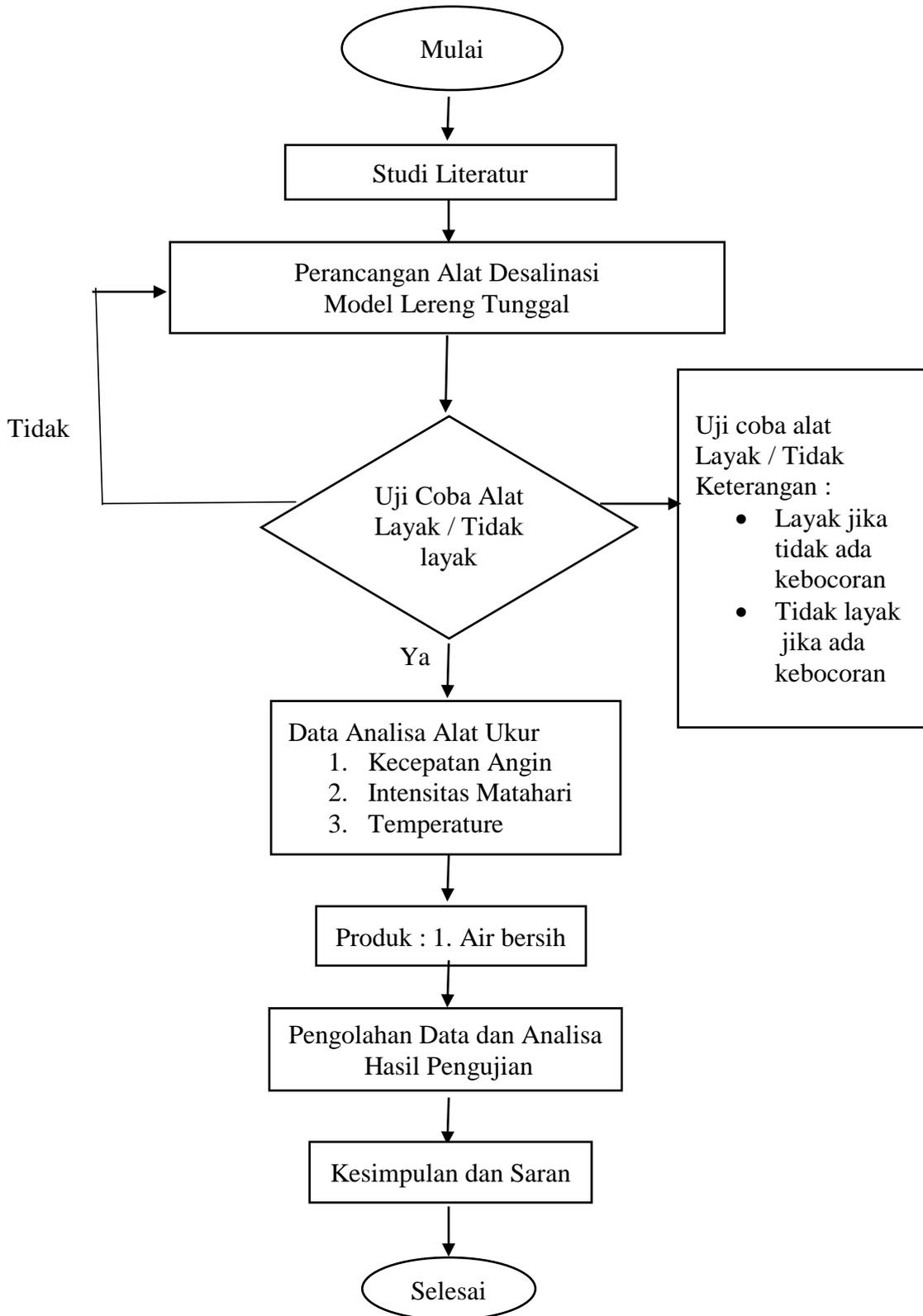
5. Gelas Ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur berapa banyak air tawar yang di hasilkan 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. Kaca evaporator
2. Tangki hasil air tawar
3. Tangki masuknya air laut ke dalam evaporator
4. Sensor suhu bagian luar kaca evaporator
5. Sensor suhu bagian luar kaca kolektor
6. Dinding bagian luar alat 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

Dimana dengan melakukan pengujian untuk mendapatkan data pengujian yang berupa temperatur kaca bagian dalam dan luar ,temperatur air , udara dalam evaporator, temperature lingkungan, kecepatan angin dan intensitas matahari.

2. Tahap Kedua

Mencari nilai koefisien didalam evaporator (Internal), koefisien konveksi, koefisien radiasi dan koefisien evaporasi lalu mencari total koefisien dan total energi yang terserap dan terbuang.

3. Tahap Ketiga

Mencari nilai koefisien diluar evaporator (Eksternal), koefisien radiasi gelas kelingkungan, koefisien perpindahan panas konveksi lalu mencari total koefisien dan total energi yang diterima oleh kaca penutup evaporator.

4. Tahap Keempat

Mencari nilai koefisien sisi bawah dan kesetimbangan energy, efisiensi energi lalu mencari exergy, efisiensi exergy keseluruhan pada alat desalinasi dan jumlah air yang didapat selama 6 hari pengujian.

3.5. Prosedur Penelitian

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

1. Proses perancangan alat desalinasi
2. Kembali memeriksa alat pengukur temperature dan sekaligus pengecekan terjadinya kebocoran pada daerah yang di isolasi atau diberi perekat lem.
3. Pengisian air laut kedalam tangki penampungan air laut dan mengalirkan ke dalam epavorator.
4. Memeriksa kembali sensor-sensor
5. Pengujian dilakukan dari jam 08:00 sampai jam 17:00 wib selama 6 hari
6. Temperatur dibaca melalui termokopel
7. Ketinggian air laut pada evaporator diamati dan di atur 0.002 m.
8. Hasil air tawar diukur dengan gelas ukur
9. Proses pengambilan data dengan cara merekam kejadian pada saat pengujian.
10. Ulangi pengujian keesokan harinya sampai selesainya pengujian.
11. Data dari hasil pengujian dianalisis.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan Alat Desalinasi Air Laut

Adapun hasil rancangan alat desalinasi air laut dengan menggunakan ketebalan kaca 4 mm dan ketebalan kaca 5 mm seperti gambar di bawah ini :



Gambar 4.1 Rancangan alat desalinasi air laut dengan menggunakan ketebalan kaca 4 mm dan kaca 5 mm

4.2 Kembali Memeriksa Alat Desalinasi Air Laut

Sebelum melakukan penelitian alat desalinasi air laut terlebih dahulu dilakukan pengujian alat, guna untuk memeriksa tiada kebocoran pada alat agar alat dapat bekerja secara efektif. Setelah memastikan tidak adanya kebocoran, maka alat telah siap untuk penelitian dan pengambilan data. Adapun proses pengujian alat desalinasi air laut meliputi :

- Pengisian air laut kedalam tangki penampungan.



Gambar 4.2 Pengisian air laut kedalam tangki penampungan.

- Memeriksa kembali sensor yang telah dipasang ke alat desalinasi air laut agar sensor dapat membaca temperatur dengan baik.



Gambar 4.3 Memeriksa kembali sensor- sensor

- Pengujian dimulai dari jam 08:00 sampai jam 17:00 wib

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	#####	08:00:00	30,6	T1 KTemp	28,8	T2 KTemp	32	T3 KTemp	25,9	T4 KTemp	C	
2	#####	08:00:24	30,6	T1 KTemp	28,8	T2 KTemp	32	T3 KTemp	25,9	T4 KTemp	C	
3	#####	08:00:25	30,6	T1 KTemp	28,8	T2 KTemp	32	T3 KTemp	25,9	T4 KTemp	C	
4	#####	08:00:26	30,6	T1 KTemp	28,8	T2 KTemp	32	T3 KTemp	25,9	T4 KTemp	C	
5	#####	08:00:27	30,5	T1 KTemp	28,7	T2 KTemp	31,9	T3 KTemp	25,9	T4 KTemp	C	
6	#####	08:00:28	30,4	T1 KTemp	28,6	T2 KTemp	31,9	T3 KTemp	25,8	T4 KTemp	C	
7	#####	08:00:29	30,4	T1 KTemp	28,5	T2 KTemp	31,8	T3 KTemp	25,7	T4 KTemp	C	
8	#####	08:00:30	30,4	T1 KTemp	28,5	T2 KTemp	31,7	T3 KTemp	25,7	T4 KTemp	C	
9	#####	08:00:31	30,4	T1 KTemp	28,4	T2 KTemp	31,7	T3 KTemp	25,6	T4 KTemp	C	
10	#####	08:00:32	30,4	T1 KTemp	28,4	T2 KTemp	31,7	T3 KTemp	25,6	T4 KTemp	C	
11	#####	08:00:33	30,5	T1 KTemp	28,4	T2 KTemp	31,7	T3 KTemp	25,6	T4 KTemp	C	
12	#####	08:00:34	30,6	T1 KTemp	28,4	T2 KTemp	31,7	T3 KTemp	25,6	T4 KTemp	C	
13	#####	08:00:35	30,7	T1 KTemp	28,4	T2 KTemp	31,7	T3 KTemp	25,7	T4 KTemp	C	

Gambar 4.4 Pengujian dimulai

- Temperatur dibaca melalui termokopel.



Gambar 4.5 Temperatur dibaca melalui termokopel

- Ketinggian air laut pada evaporator diamati dan diatur 0.002 m.



Gambar 4.6 Ketinggian air laut di dalam evaporator

- Hasil air tawar di ukur menggunakan gelas ukur.



Gambar 4.7 Pengukuran hasil air tawar

- Proses pengambilan data pengujian.



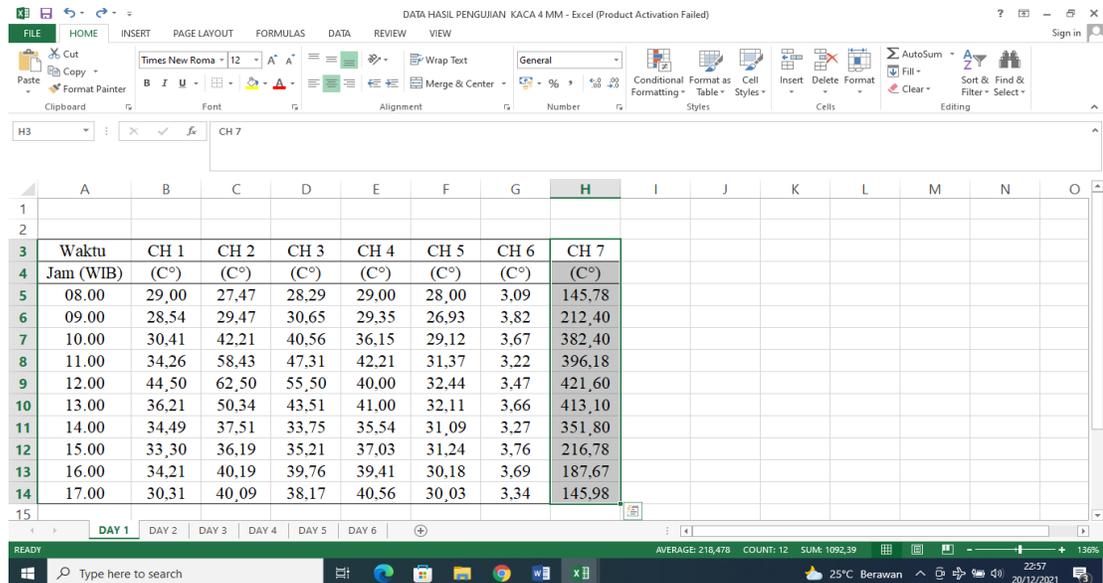
Gambar 4.8 Pengambilan data pengujian

4.3 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 6 hari untuk mendapatkan data pengujian yang berupa temperatur kaca bagian dalam dan luar, temperatur air, udara dalam evaporator, temperatur lingkungan, kecepatan angin dan intensitas matahari.



The screenshot shows an Excel spreadsheet titled "DATA HASIL PENGUJIAN KACA 4 MM - Excel (Product Activation Failed)". The spreadsheet contains a table with 7 columns and 14 rows of data. The columns are labeled "Waktu", "CH 1", "CH 2", "CH 3", "CH 4", "CH 5", "CH 6", and "CH 7". The rows represent hourly data from 08:00 to 17:00. The data values are as follows:

Waktu	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7
08.00	29,00	27,47	28,29	29,00	28,00	3,09	145,78
09.00	28,54	29,47	30,65	29,35	26,93	3,82	212,40
10.00	30,41	42,21	40,56	36,15	29,12	3,67	382,40
11.00	34,26	58,43	47,31	42,21	31,37	3,22	396,18
12.00	44,50	62,50	55,50	40,00	32,44	3,47	421,60
13.00	36,21	50,34	43,51	41,00	32,11	3,66	413,10
14.00	34,49	37,51	33,75	35,54	31,09	3,27	351,80
15.00	33,30	36,19	35,21	37,03	31,24	3,76	216,78
16.00	34,21	40,19	39,76	39,41	30,18	3,69	187,67
17.00	30,31	40,09	38,17	40,56	30,03	3,34	145,98

Gambar 4.9. Data temperatur evaporator, kecepatan angin dan intensitas matahari pada saat pengujian.

Keterangan :

1. CH 1 : Data temperatur kaca bagian luar evaporator.
2. CH 2 : Data temperatur kaca bagian dalam evaporator.
3. CH 3 : Data temperatur ruangan dalam evaporator.
4. CH 4 : Data temperatur air dalam evaporator.
5. CH 5 : Data temperatur lingkungan.
6. CH 6 : Data kecepatan angin.
7. CH 7 : Data intensitas matahari.

2. Tahap Kedua

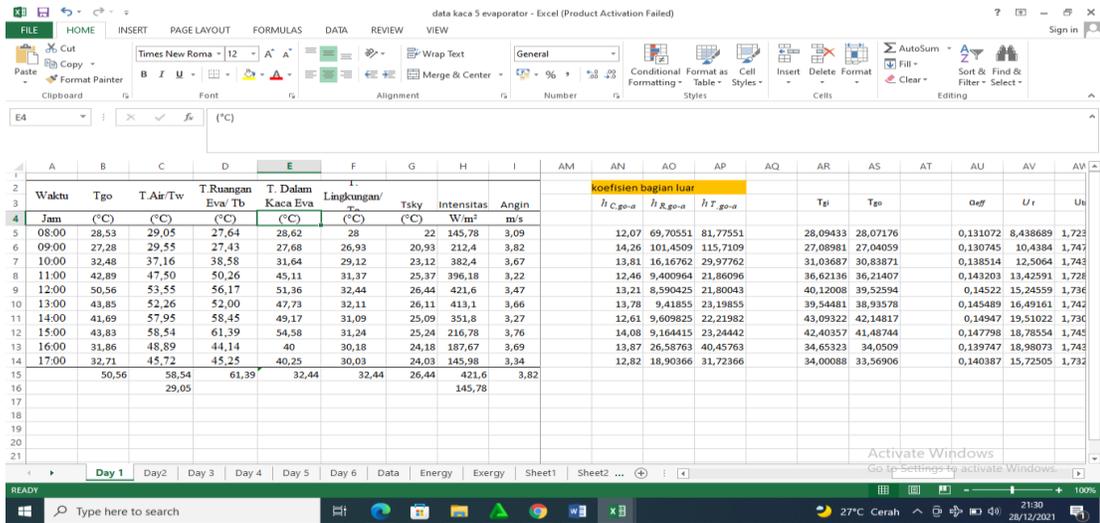
Mencari nilai koefisien didalam evaporator (Internal), mencari koefisien konveksi pada persamaan (1.2), dan mencari koefisien evaporasi pada persamaan (1.9). dilakukan selama 6 hari pengujian.

Waktu	T _g	T _{Air/Tw}	T _{Ruangan Eva/ Tb}	T _{Dalam Kaca Eva}	Lingkungan/ T _s	T _{sky}	Intensitas	Angin	L	P _w	P _g	h _{c,wg}	h _{e,wg}	h _{g,wg}	U _{T,g}	U _{T,g}	h _{c,g}	h _g
08:00	28,53	29,05	27,64	28,62	28	22	145,78	3,09	2428180	2970,737	3875,492	0,719236	2,592453	5,586096	8,897785	163,551	12,07	69,70
09:00	27,28	29,55	27,43	27,68	26,93	20,93	212,4	3,82	2428675	4084,079	3674,275	1,17331	4,184223	5,573941	10,93147	231,4219	14,26	101,4
10:00	32,48	37,16	38,58	31,64	29,12	23,12	382,4	3,67	2402523	6188,184	4589,36	1,724156	8,177369	5,901276	15,8028	59,95524	13,81	16,14
11:00	42,89	47,50	50,26	45,11	31,37	25,37	396,18	3,22	2375411	10583,78	9381,481	1,389293	11,37303	6,613367	19,37569	43,72193	12,46	9,40
12:00	50,56	53,55	56,17	51,36	32,44	26,44	421,6	3,47	2361839	14248,9	12811,24	1,407179	15,03252	7,002887	23,44259	43,60085	13,21	8,59
13:00	43,85	52,26	52,00	47,73	32,11	26,11	413,1	3,66	2371404	13385,93	10706,3	1,763649	16,97684	6,845546	25,58604	46,3971	13,78	9,41
14:00	41,69	57,95	58,45	49,17	31,09	25,09	351,8	3,27	2356634	17568,57	11501,98	2,262644	25,44098	7,075657	34,77928	44,43965	12,61	9,60
15:00	43,83	58,54	61,39	54,58	31,24	25,24	216,78	3,76	2349950	18061,3	14972,43	1,771136	22,48144	7,271408	31,52398	46,48883	14,08	9,16
16:00	31,86	48,89	44,14	40	30,18	24,18	187,67	3,69	2389574	11343,33	7204,746	2,133723	16,16427	6,49965	24,79765	80,91525	13,87	26,58
17:00	32,71	45,72	45,25	40,25	30,03	24,03	145,98	3,34	2386998	9676,367	7299,866	1,796414	12,70061	6,409605	20,90663	63,44732	12,82	18,90
	50,56	58,54	61,39	54,58	32,44	26,44	421,6	3,82										
		29,05					145,78											

Gambar 4.10. Data hasil nilai koefisien didalam alat desalinasi (Internal).

3. Tahap ketiga

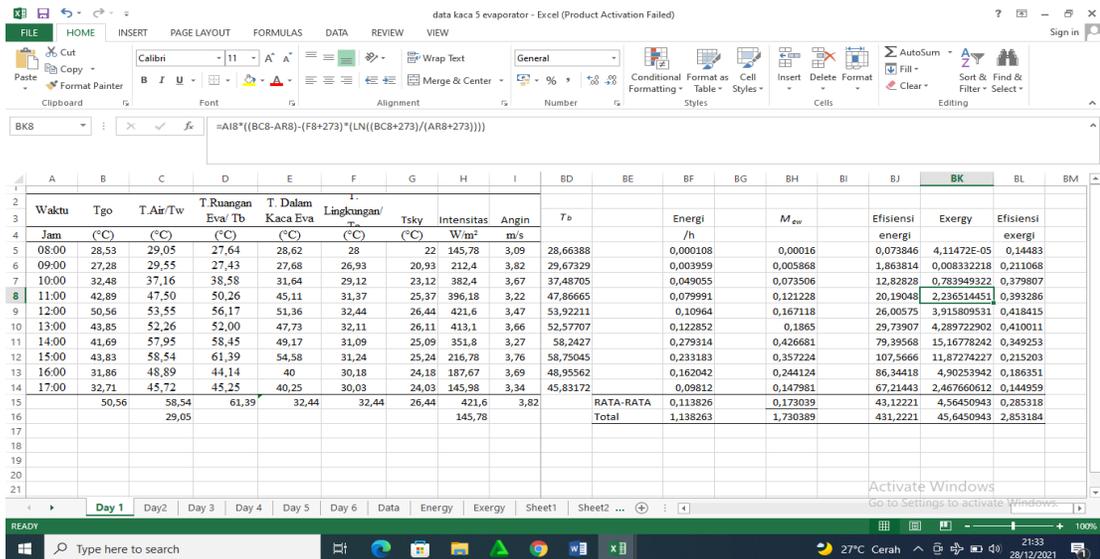
Mencari nilai koefisien diluar evaporator (Eksternal), mencari koefisien radiasi gelas kelingkungan pada persamaan (1.17) . Dilakukan selama 6 hari pengujian.



Gambar 4.11. Data hasil koefisien diluar alat desalinasi (Eksternal).

4. Tahap keempat

Mencari nilai energi dan efisiensi energi keseluruhan alat desalinasi pada persamaan (1.46) lalu mencari exergy dan efisiensi exergy keseluruhan alat desalinasi pada persamaan (1.47), setelah itu mencari jumlah air yang didapat melalui persamaan (1.44), Dilakukan selama 6 hari pengujian.



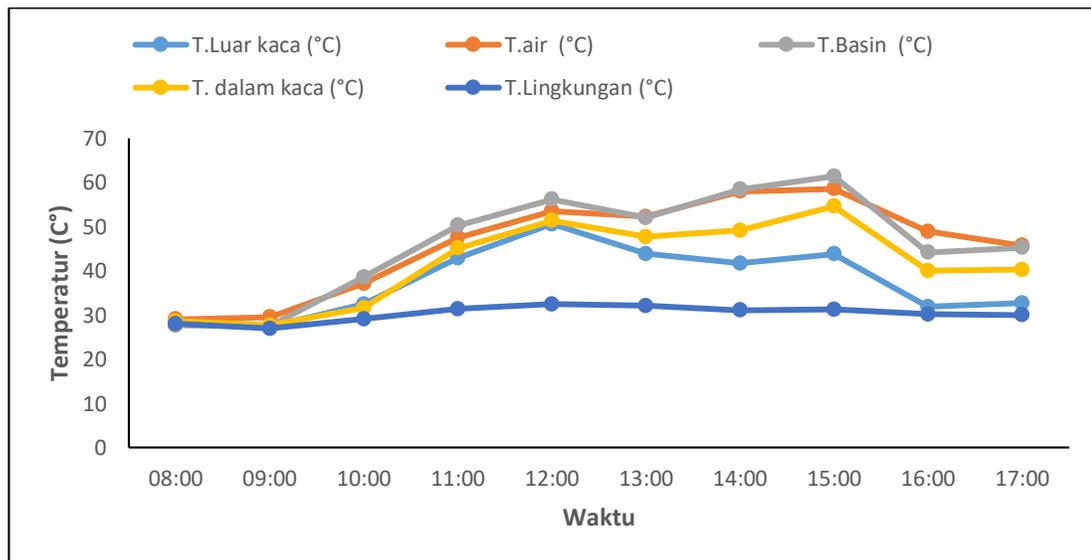
Gambar 4.12. Data hasil mencari nilai energi ,exergy dan jumlah air alat desalinasi.

4.3.1 Data Temperatur Pada evaporator

Tabel 4.1. Data hasil pengujian hari pertama kaca 4 mm

Waktu	T.Luar kaca	T.air	T.Basin	T. dalam kaca	T.Lingkungan
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
08:00	28,53	29,05	27,64	28,62	28,00
09:00	27,28	29,55	27,43	27,68	26,93
10:00	32,48	37,16	38,58	31,64	29,12
11:00	42,89	47,50	50,26	45,11	31,37
12:00	50,56	53,55	56,17	51,36	32,44
13:00	43,85	52,26	52,00	47,73	32,11
14:00	41,69	57,95	58,45	49,17	31,09
15:00	43,83	58,54	61,39	54,58	31,24
16:00	31,86	48,89	44,14	40,00	30,18
17:00	32,71	45,72	45,25	40,25	30,03

Pada tabel 4.1 data pengujian hari pertama dengan evaporator 4 mm dapat dilihat temperatur naik di mulai pada pukul 09.00 terus mengalami kenaikan sampai pukul 12.00 terjadi penurunan kembali pada pukul 13.00 kembali naik hingga pukul 15.00, Berikut di tampilkan dalam bentuk grafik dibawah ini.



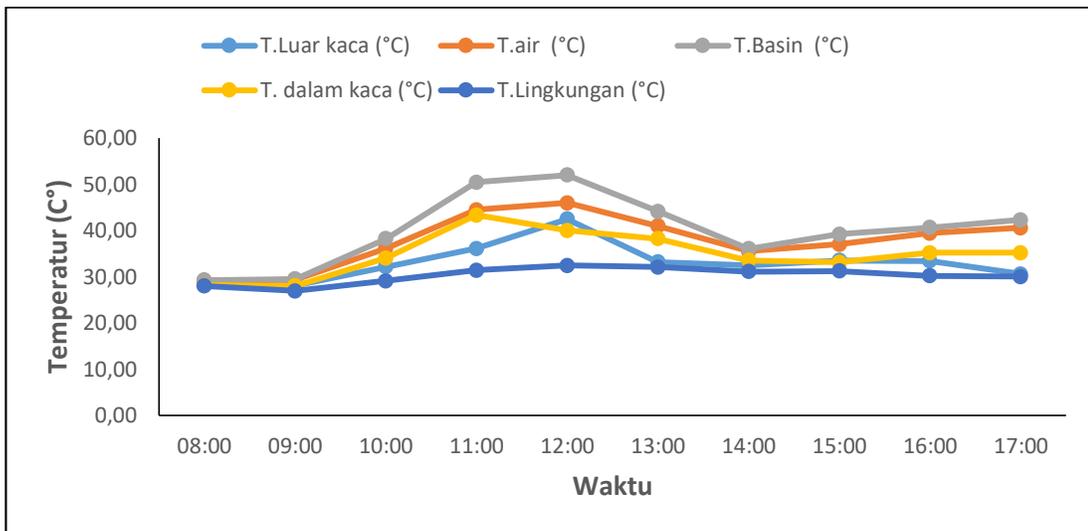
Gambar 4.13 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm hari pertama pengujian.

Pada evaporator dengan ketebalan kaca 4 mm hingga 1 jam penelitian masih stabil temperturnya dan pada pukul 10.00 temperatur pada evaporator 4 mm mengalami kenaikan yang cukup signifikan. Pada pukul 15.00 pada evaporator dengan ketebalan kaca 4 mm mengalami penurunan dikarenakan temperatur lingkungan pada saat penelitian juga mengalami penurunan sehingga mempengaruhi temperatur dari evaporator tersebut.

Tabel 4.2 Data hasil pengujian hari pertama kaca 5 mm

Waktu	T.Luar kaca	T.air	T.Basin	T. dalam kaca	T.Lingkungan
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
08:00	28,04	29,00	29,27	28,18	28
09:00	28,13	29,35	29,50	28,01	26,93
10:00	32,13	36,15	38,22	34,06	29,12
11:00	36,08	44,50	50,45	43,35	31,37
12:00	42,50	46,00	52,00	40,00	32,44
13:00	33,19	41,00	44,13	38,25	32,11
14:00	32,46	35,54	36,05	33,54	31,09
15:00	33,54	37,03	39,21	33,11	31,24
16:00	33,41	39,41	40,65	35,17	30,18
17:00	30,59	40,56	42,31	35,17	30,03

Dari tabel dapat dilihat dari data temperatur pada evaporator dengan ketebalan kaca 5 mm dihari pertama pengujian mengalami kenaikan dan penurunan setiap jam nya hal ini dikarenakan intensitas matahari, sehingga dapat mempengaruhi temperatur yang ada pada evaporator, berikut ditampilkan dalam grafik dibawah ini.



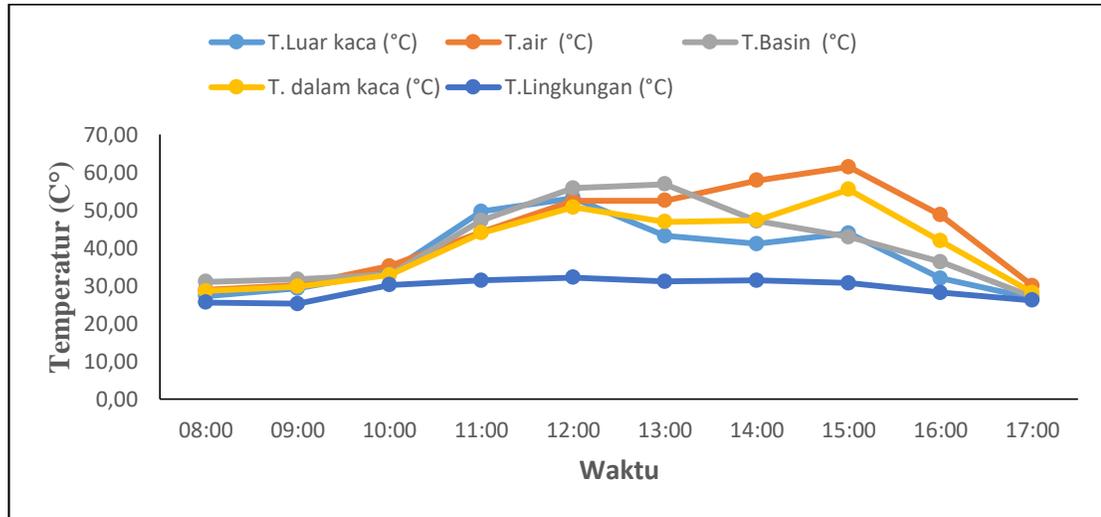
Gambar 4.14. Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 5 mm hari pertama pengujian.

Pada grafik hari pertama pengujian, pada evaporator dengan ketebalan kaca 5 mm mulai mengalami kenaikan temperatur pada pukul 09.00 terus naik sampai pukul 12.00 dan mengalami mendung pada pukul 14.00 mengalami penurunan suhu pada temperatur-temperatur alat pengujian desalinasi.

Tabel 4.3 Data hasil pengujian hari kedua kaca 4 mm

Waktu	T.Luar kaca	T.air	T.Basin	T.dalam kaca	T.Lingkungan
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
08:00	27,25	28,90	28,90	28,57	25,56
09:00	29,32	30,12	30,12	29,76	25,21
10:00	33,65	35,22	35,22	32,78	30,21
11:00	49,67	44,18	44,18	43,98	31,38
12:00	53,25	52,44	52,44	50,76	32,19
13:00	43,18	52,57	52,57	46,90	31,12
14:00	41,09	57,86	57,86	47,33	31,37
15:00	43,89	61,48	61,48	55,50	30,72
16:00	31,97	48,72	48,72	41,85	28,19
17:00	26,65	39,01	29,01	28,16	26,12

Pada tabel 4.3 diatas dapat dilihat pada evaporator dengan ketebalan kaca 4 mm, temperatur tertinggi pada pukul 15.00 dan temperatur terendah pada pukul 08.00, berikut dibawah ini di tempilkan grafik naik turun nya temperatur pada evaporator.



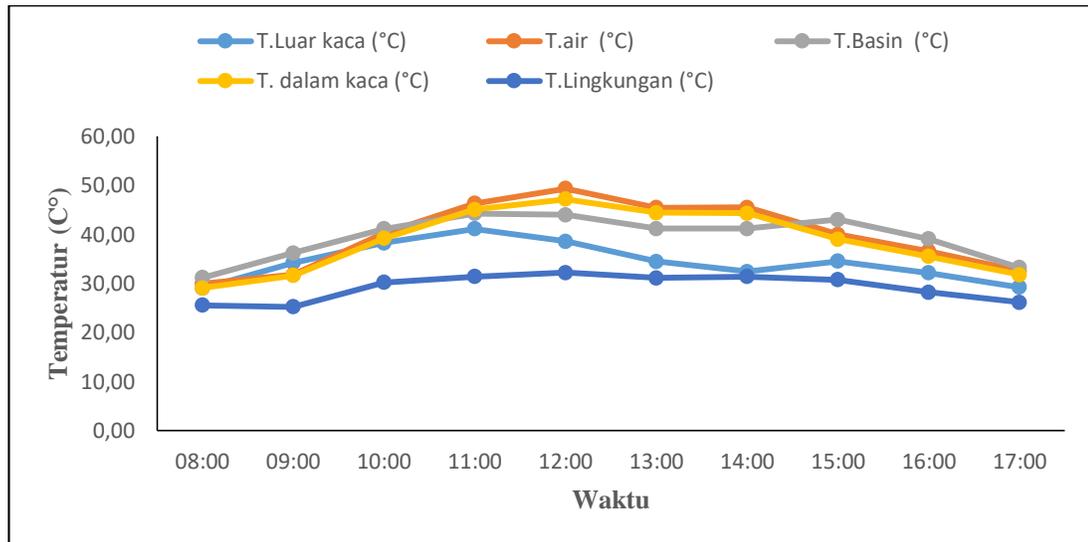
Gambar 4.15 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm hari kedua pengujian.

Pada grafik diatas menggambarkan ketebalan kaca 4 mm pada hari kedua sama dengan hari pertama terlihat kenaikan temperatur pada pukul 10.00 pada evaporator 4 mm mengalami penurunan temperatur pada evaporator pukul 15.00, hingga sore hari penelitian.

Tabel 4.4 Data hasil pengujian hari kedua kaca 5 mm

Waktu	T.Luar kaca	T.air	T.Basin	T. dalam kaca	T.Lingkungan
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
08:00	29,03	30,00	31,19	29,07	25,56
09:00	34,21	31,75	36,19	31,63	25,21
10:00	38,24	40,18	41,11	39,17	30,21
11:00	41,13	46,30	44,24	45,06	31,38
12:00	38,55	49,30	44,00	47,19	32,19
13:00	34,47	45,45	41,15	44,39	31,12
14:00	32,39	45,50	41,19	44,31	31,37
15:00	34,50	40,00	43,00	39,00	30,72
16:00	32,15	36,55	39,06	35,47	28,19
17:00	29,21	32,53	33,25	31,76	26,12

Pada hari kedua penelitian pada evaporator dengan ketebalan kaca 5 mm dilihat pada tabel 4.4 data temperatur pada hari kedua penelitian dimana temperatur tertinggi pada pukul 12.00 dan kembali menurun pada pukul 13.00 sampai sore hari, Berikut dijelaskan dalam bentuk grafik dibawah ini.



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

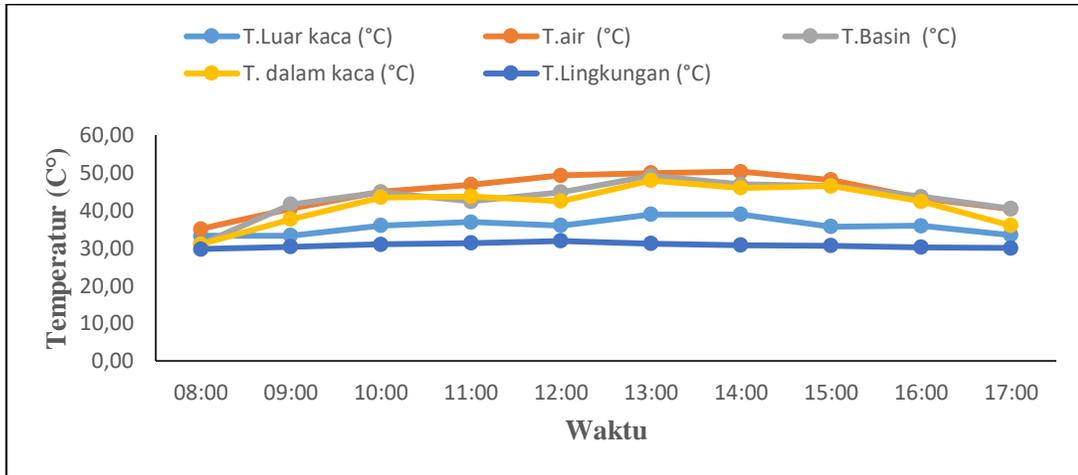
Dari grafik diatas penelitian hari kedua pada evaporator dengan ketebalan kaca 5 mm, berbeda dengan hari pertama penelitian, kenaikan temperatur pada hari kedua dimulai pada pukul 08.00 terus mengalami kenaikan hingga pukul 12.00 dan mengalami penurunan terus menerus hingga sampai pukul 17.00.

Tabel 4.5 Data hasil pengujian hari ketiga kaca 4 mm

Waktu	T.Luar kaca	T.air	T.Basin	T. dalam kaca	T.Lingkungan
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
08:00	33,18	35,06	31,02	30,96	29,71
09:00	33,26	40,43	41,56	37,68	30,35
10:00	35,98	44,91	44,76	43,44	30,95
11:00	36,89	46,83	42,33	43,72	31,28
12:00	35,97	49,26	44,80	42,43	31,85
13:00	38,94	49,90	49,11	47,89	31,19
14:00	38,92	50,24	46,87	45,96	30,75

15:00	35,67	48,05	46,48	46,43	30,59
16:00	35,92	43,28	43,66	42,37	30,16
17:00	33,39	40,29	40,44	35,95	29,96

Pada tabel 4.5 hari ketiga pengujian pada evaporator dengan ketebalan kaca penutup 4 mm temperatur mengalami kenaikan pada pukul 08.00 dan terus mengalami kenaikan secara bertahap. Dibawah ini ditampilkan dalam bentuk grafik.



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

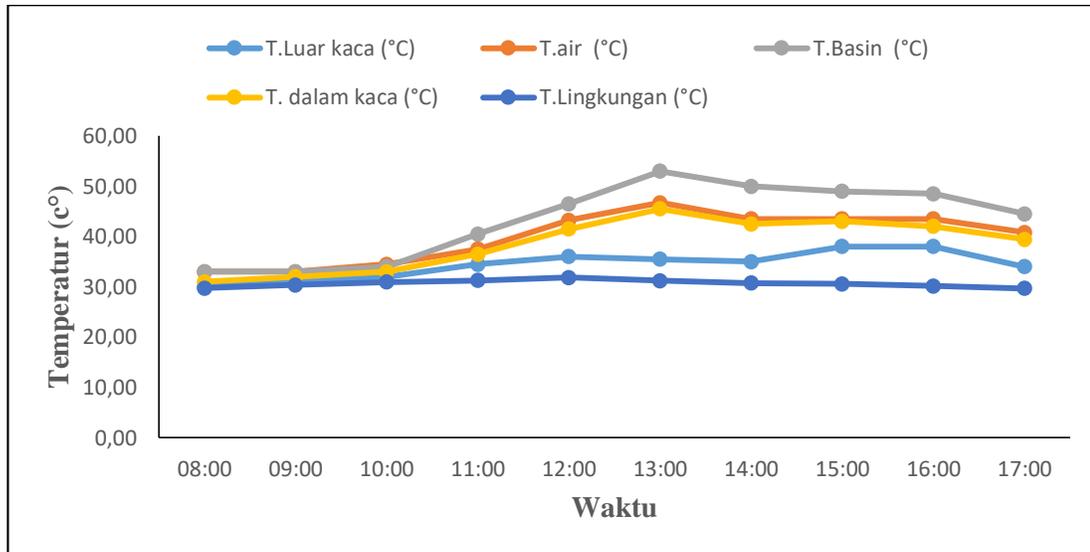
Dengan melihat grafik data hasil pengujian hari ketiga visualisasi dari tabel yang menyatakan kenaikan temperatur pada evaporator dengan ketebalan kaca 4 mm menunjukkan kenaikan yang baik secara bertahap dan mengalami penurunan temperatur secara bertahap.

Tabel 4.6 Data hasil pengujian hari ketiga kaca 5 mm

Waktu	T.Luar kaca	T.air	T.Basin	T. dalam kaca	T.Lingkungan
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
08:00	30,00	33,00	33,00	31,00	29,71
09:00	31,00	33,00	33,00	32,00	30,35
10:00	32,00	34,50	34,00	33,00	30,95
11:00	34,50	37,50	40,50	36,50	31,28
12:00	36,00	43,21	46,50	41,50	31,85
13:00	35,50	46,70	53,00	45,50	31,19
14:00	35,00	43,50	50,00	42,50	30,75

15:00	38,00	43,50	49,00	43,00	30,59
16:00	38,00	43,50	48,50	42,00	30,16
17:00	34,00	40,80	44,50	39,42	29,69

Dari tabel diatas jelas dilihat kenaikan temperatur di dalam evaporator dimulai pada pukul 10.00 terus mengalami kenaikan suhu hingga pukul 13.00 dan mengalami penurunan hingga sore hari. Berikut ditampilkan grafik perbandingan perharinya.



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

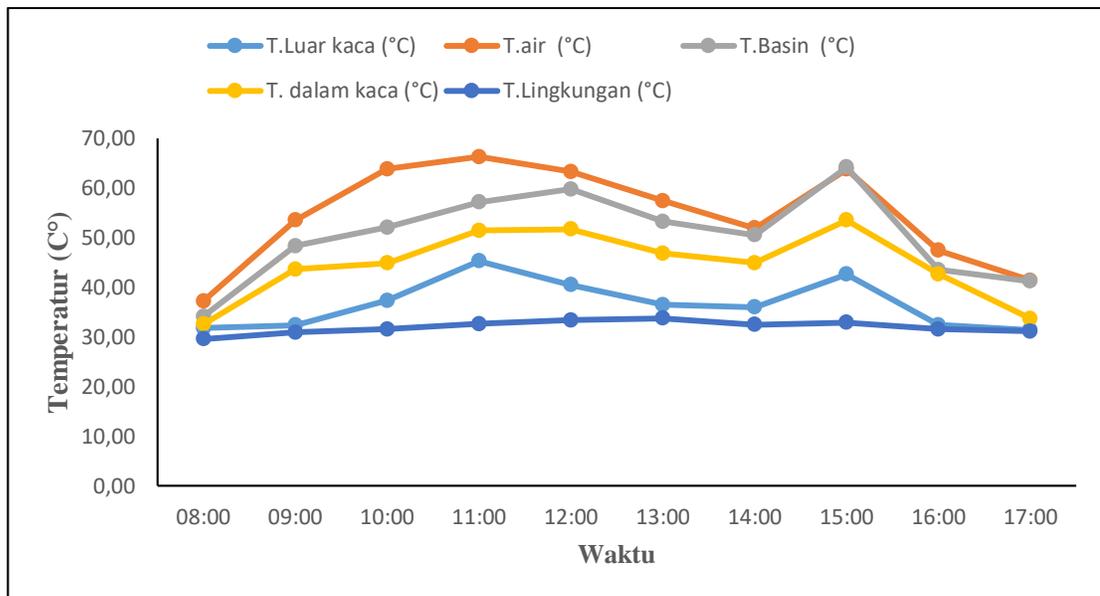
Grafik diatas menggambarkan kenaikan temperatur yang bertahap pada evaporator dengan ketebalan kaca 5 mm mulai mengalami kenaikan pada pukul 10.00 dan terus mengalami peningkatan secara bertahap hingga pukul 13.00 sampai sore hari mengalami penurunan secara bertahap.

Tabel 4.7 Data hasil pengujian hari keempat kaca 4 mm

Waktu	T.Luar kaca	T.air	T.Basin	T. dalam kaca	T.Lingkungan
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
08:00	31,78	37,21	34,12	32,56	29,61
09:00	32,39	53,54	48,34	43,65	30,95
10:00	37,32	63,83	52,05	44,85	31,57
11:00	45,27	66,29	57,13	51,46	32,62
12:00	40,49	63,27	59,78	51,68	33,36

13:00	36,47	57,44	53,26	46,82	33,78
14:00	35,98	51,89	50,55	44,93	32,47
15:00	42,61	63,76	64,22	53,54	32,91
16:00	32,41	47,44	43,55	42,68	31,55
17:00	31,39	41,39	41,23	33,68	31,12

Pada evaporator dengan ketebalan kaca 4 mm dilihat dari tabel diatas temperatur mengalami kenaikan dan penurunan, temperatur tertinggi pada pukul 15.00 sedangkan temperatur terendah pada pukul 08.00. Berikut ditampilkan grafik perbandingan perharinya.



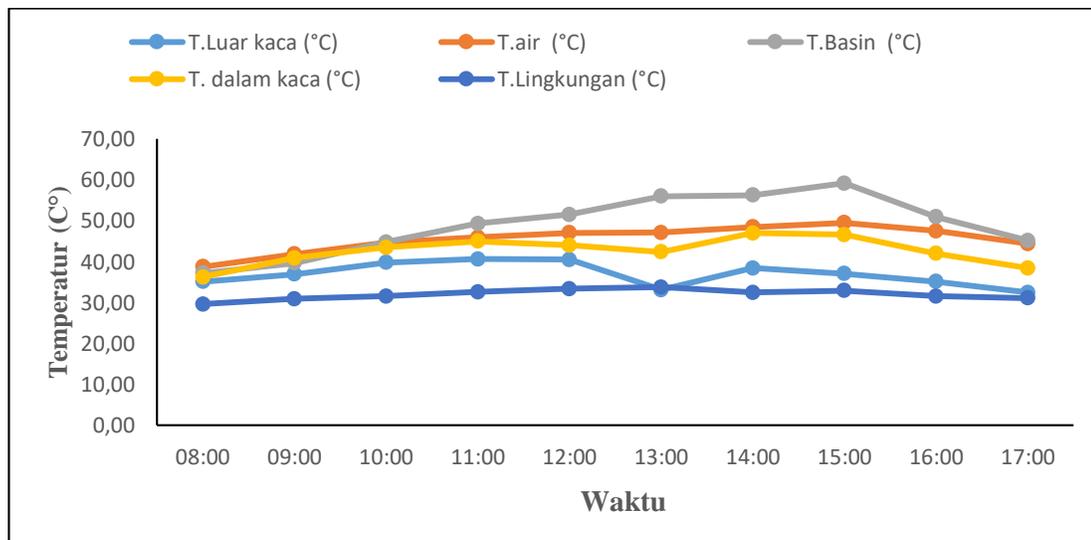
Gambar 4.19 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm hari keempat pengujian.

Melihat grafik diatas pada kaca dengan ketebalan 4 mm pada hari keempat pengujian kenaikan temperatur pada evaporator tersebut dimulai pada pukul 08.00 dan terus mengalami kenaikan temperatur secara bertahap dan pada pukul 14.00 temperatur yang ada pada evaporator mengalami penurunan hal tersebut dikarenakan intensitas terus menurun sehingga berpengaruh terhadap temperatur pada evaporator.

Tabel 4.8 Data hasil pengujian hari keempat kaca 5 mm

Waktu	T.Luar kaca	T.air	T.Basin	T. dalam kaca	T.Lingkungan
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
08:00	35,15	38,77	37,23	36,21	29,64
09:00	36,93	41,86	39,65	40,89	30,95
10:00	39,81	44,67	44,77	43,51	31,57
11:00	40,64	45,97	49,31	44,97	32,62
12:00	40,50	47,07	51,52	44,00	33,36
13:00	33,16	47,12	56,02	42,39	33,78
14:00	38,47	48,50	56,28	47,00	32,47
15:00	37,06	49,53	59,16	46,59	32,91
16:00	35,12	47,50	50,96	42,00	31,55
17:00	32,51	44,42	45,21	38,45	31,12

Jika dilihat pada tabel pengujian pada hari keempat, pada evaporator 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 4.20 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 5 mm hari keempat pengujian.

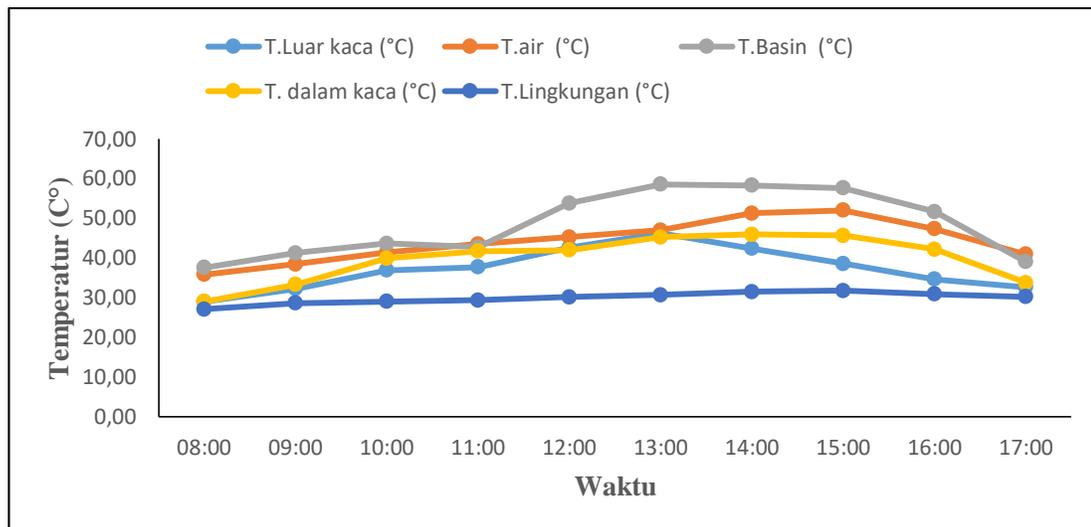
Dari grafik diatas dapat dilihat pada evaporator dengan ketebalan kaca 5 mm temperatur pada evaporator tersebut mengalami kenaikan temperatur secara bertahap

dari pukul 08.00 sudah mengalami kenaikan temperatur dan pada pukul 15.00 mengalami penurunan secara bertahap.

Tabel 4.9 Data hasil pengujian hari kelima kaca 4 mm

Waktu	T.Luar kaca	T.air	T.Basin	T. dalam kaca	T.Lingkungan
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
08:00	28,91	35,83	37,53	29,00	27,07
09:00	32,18	38,41	41,24	33,29	28,58
10:00	36,84	41,35	43,59	39,85	28,96
11:00	37,69	43,50	42,69	41,69	29,31
12:00	42,53	45,22	53,74	41,93	30,12
13:00	46,21	46,97	58,51	45,23	30,69
14:00	42,32	51,21	58,23	45,87	31,49
15:00	38,51	51,98	57,57	45,59	31,72
16:00	34,62	47,26	51,63	42,14	30,89
17:00	32,59	40,89	39,00	33,74	30,21

Dari tabel diatas dapat dilihat pada dihari kelima pengujian, temperatur pada evaporator dengan ketebalan kaca 4 mm ,mengalami kenaikan pada pukul 08.00 dan mengalami penurunan pada pukul 16.00 hunga sore hari. Berikut ditampilkan grafik perbandingan perharinya.



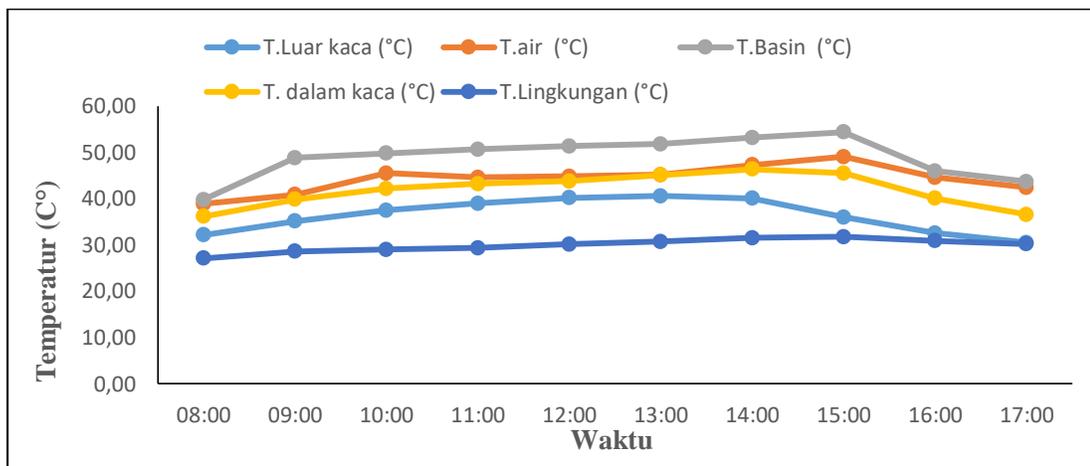
Gambar 4.21 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm hari kelima pengujian.

Pada hari kelima penelitian pada evaporator dengan ketebalan kaca 4 mm mengalami kenaikan pada pukul 08.00, hari kelima penelitian intensitas matahari lebih rendah dibandingkan dengan penelitian di hari keempat sehingga berpengaruh terhadap temperatur didalam evaporator.

Tabel 4.10 Data hasil pengujian hari kelima kaca 5 mm

Waktu	T.Luar kaca	T.air	T.Basin	T. dalam kaca	T.Lingkungan
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
08:00	32,11	38,83	39,77	36,13	27,07
09:00	35,13	40,87	48,82	39,84	28,58
10:00	37,47	45,50	49,79	42,14	28,96
11:00	38,97	44,55	50,63	43,21	29,31
12:00	40,14	44,80	51,32	43,75	30,12
13:00	40,57	45,13	51,79	45,11	30,69
14:00	40,03	47,25	53,19	46,35	31,49
15:00	36,00	49,05	54,39	45,47	31,72
16:00	32,51	44,59	45,97	40,04	30,89
17:00	30,45	42,39	43,65	36,53	30,21

Dari tabel diatas pada hari kelima pengujian temperatur pada evaporator lebih rendah dibandingkan hari ke empat pada kaca 5 mm, naik dan turunnya temperatur pada evaporator ini di pengaruhi oleh cuaca pada saat penelitian. Grafik kenaikan temperatur dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



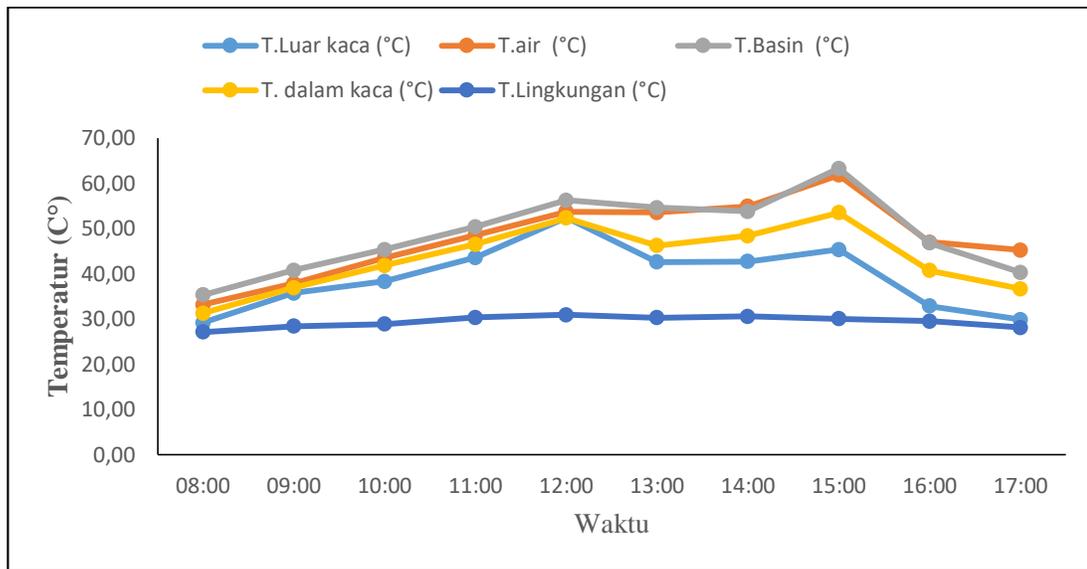
Gambar 4.22 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 5 mm hari kelima pengujian.

Grafik diatas menunjukkan adanya kenaikan secara bertahap pada temperatur evaporator dengan ketebalan kaca 5 mm, dimulai pada pukul 08.00 dapat dilihat kenaikan temperatur secara bertahap hingga pada pukul 15.00 temperatur pada evaporator dengan ketebalan 5 mm mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan intensitas matahari pada sore hari mengalami penurunan.

Tabel 4.11 Data hasil pengujian hari keenam kaca 4 mm

Waktu	T.Luar kaca	T.air	T.Basin	T. dalam kaca	T.Lingkungan
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
08:00	29,15	33,17	35,34	31,27	27,12
09:00	35,73	37,82	40,75	36,88	28,41
10:00	38,32	43,45	45,32	41,85	28,87
11:00	43,58	48,50	50,38	46,53	30,33
12:00	52,42	53,71	56,27	52,32	30,91
13:00	42,57	53,58	54,58	46,24	30,25
14:00	42,73	54,89	53,81	48,42	30,59
15:00	45,32	61,83	63,26	53,48	30,02
16:00	32,84	46,97	46,83	40,73	29,51
17:00	29,89	45,22	40,28	36,66	28,11

Dari tabel diatas hari keenam pengujian pada evaporator dengan ketebalan kaca 4 mm terlihat temperatur tertinggi berada pada pukul 15.00 dan temperatur terendah berada pada pukul 08.00. Berikut grafik temperatur hari keenam.



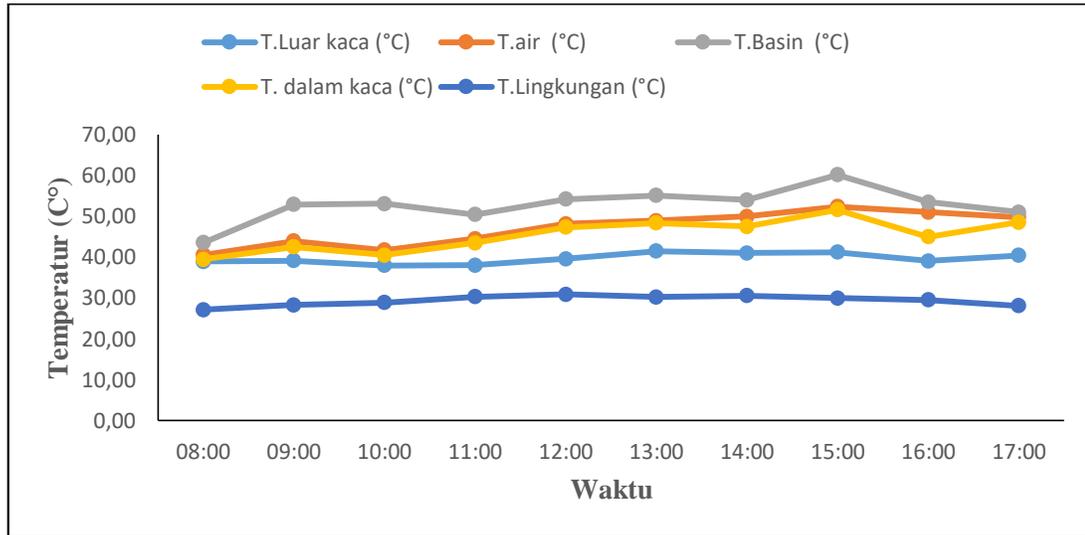
Gambar 4.23 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm hari keenam pengujian.

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

Tabel 4.12 Data hasil pengujian hari keenam kaca 5 mm

Waktu	T.Luar kaca	T.air	T.Basin	T. dalam kaca	T.Lingkungan
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
08:00	38,97	40,56	43,56	39,45	27,12
09:00	39,15	43,95	52,87	42,49	28,31
10:00	37,98	41,77	53,11	40,52	28,87
11:00	38,06	44,50	50,43	43,50	30,33
12:00	39,58	48,14	54,22	47,31	30,91
13:00	41,50	48,97	55,10	48,35	30,25
14:00	41,00	50,00	54,00	47,50	30,59
15:00	41,25	52,35	60,14	51,59	30,02
16:00	39,09	51,00	53,47	45,00	29,51
17:00	40,46	49,77	51,03	48,58	28,11

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

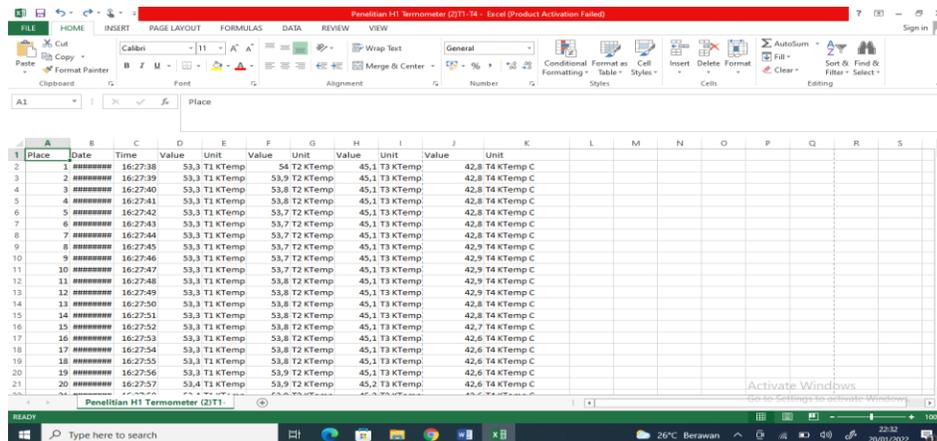


Gambar 4.24 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 5 mm hari keenam pengujian.

Dengan melihat grafik diatas dapat dilihat pada penelitian keenam dengan ketebalan kaca evaporator 5 mm mengalami kenaikan mulai pukul 08.00 dan mengalami kenaikan temperatur secara bertahap serta mengalami penurunan temperatur pada evaporator pukul 15.00 dikarenakan intensitas matahari pada sore hari mengalami penurunan sehingga mempengaruhi temperatur pada evaporator.

4.3.2. Data Intensitas Matahari

Pada penelitian ini posisi matahari berada diarah timur ke barat, sehingga peneliti meletakkan alat desalinasi air laut kearah selatan yang bertujuan pada sore hari sinar matahari tidak akan membelakangi alat desalinasi yang dapat menyebabkan berkurangnya kinerja pada alat desalinasi. Karna intensitas matahari sangat mempengaruhi temperatur permukaan kaca, berikut ini data yang di hasilkan saat pengujian.



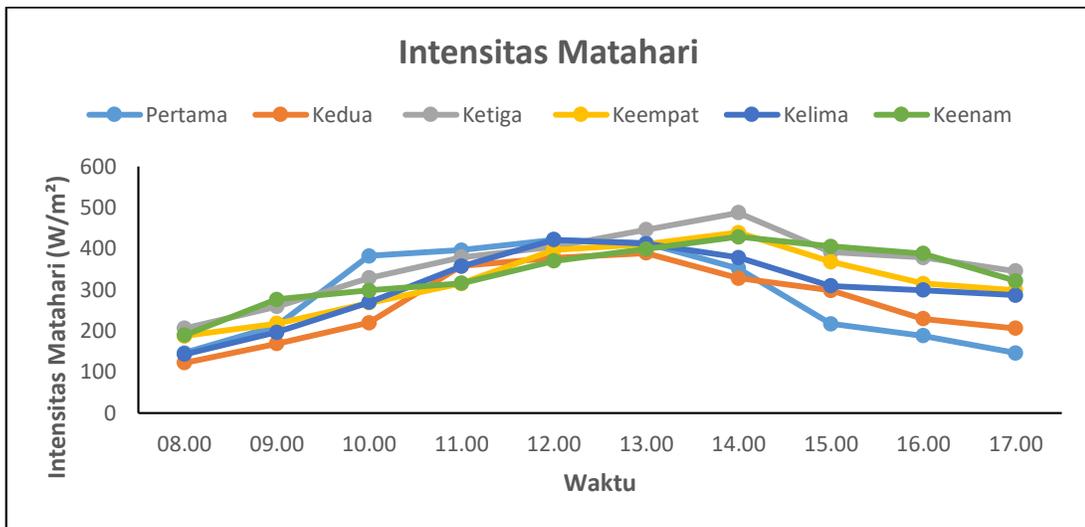
Gambar 4.25 Data intensitas matahari yang di hasilkan

Berikut akan ditampilkan data intensitas matahari hasil pengujian dalam bentuk tabel sampai 6 hari pengujian.

Tabel 4.13. Data Intensitas matahari setiap hari pengujian.

Intensitas Matahari W/m ²						
Waktu	Pertama	Kedua	Ketiga	Keempat	Kelima	Keenam
08.00	145,78	121,76	205,78	187,45	142,65	188,98
09.00	212,4	168,51	258,56	217,65	196,11	276,45
10.00	382,4	219,67	328,43	267,65	269,51	298,34
11.00	396,18	357,45	378,91	315,21	357,19	315,66
12.00	421,6	377,31	404,67	397,14	421,78	369,79
13.00	413,1	389,14	446,32	410,67	411,89	399,13
14.00	351,8	327,98	487,12	438,98	378,43	428,67
15.00	216,78	298,32	391,11	367,87	309,16	405,21
16.00	187,67	229,41	378,22	315,25	298,67	387,98
17.00	145,98	205,78	345,67	298,67	286,43	321,19

Dengan melihat tabel diatas maka jelas terlihat tinggi rendahnya intensitas matahari pada setiap pengujianya, hal ini sangat mempengaruhi panas dari evaporator 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.



Grafik 4.26 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 melintasi menutupi sinar matahari sehingga berpengaruh pada saat pengujian dan dapat mengurangi panas dari alat desalinasi.

4.3.3. Data Kecepatan Angin

Pada saat melakukan pengujian kecepatan angin yang terhembus pada lingkungan pengujian dapat mempengaruhi laju perpindahan panas pada permukaan evaporator. Berikut data yang dihasilkan selama pengujian

Place	Date	Time	Value	Unit	Value	Unit	Value	Unit	Value	Unit
1	#####	08:04:22	30,6	T1 KTemp	28,8	T2 KTemp	32	T3 KTemp	25,9	T4 KTemp C
2	#####	08:04:24	30,6	T1 KTemp	28,8	T2 KTemp	32	T3 KTemp	25,9	T4 KTemp C
3	#####	08:04:25	30,6	T1 KTemp	28,8	T2 KTemp	32	T3 KTemp	25,9	T4 KTemp C
4	#####	08:04:26	30,6	T1 KTemp	28,8	T2 KTemp	32	T3 KTemp	25,9	T4 KTemp C
5	#####	08:04:27	30,5	T1 KTemp	28,7	T2 KTemp	31,9	T3 KTemp	25,9	T4 KTemp C
6	#####	08:04:28	30,4	T1 KTemp	28,6	T2 KTemp	31,9	T3 KTemp	25,8	T4 KTemp C
7	#####	08:04:29	30,4	T1 KTemp	28,5	T2 KTemp	31,8	T3 KTemp	25,7	T4 KTemp C
8	#####	08:04:30	30,4	T1 KTemp	28,5	T2 KTemp	31,7	T3 KTemp	25,7	T4 KTemp C
9	#####	08:04:31	30,4	T1 KTemp	28,4	T2 KTemp	31,7	T3 KTemp	25,6	T4 KTemp C
10	#####	08:04:32	30,4	T1 KTemp	28,4	T2 KTemp	31,7	T3 KTemp	25,6	T4 KTemp C
11	#####	08:04:33	30,5	T1 KTemp	28,4	T2 KTemp	31,7	T3 KTemp	25,6	T4 KTemp C
12	#####	08:04:34	30,6	T1 KTemp	28,4	T2 KTemp	31,7	T3 KTemp	25,6	T4 KTemp C
13	#####	08:04:35	30,7	T1 KTemp	28,4	T2 KTemp	31,7	T3 KTemp	25,7	T4 KTemp C
14	#####	08:04:36	30,7	T1 KTemp	28,4	T2 KTemp	31,7	T3 KTemp	25,7	T4 KTemp C
15	#####	08:04:37	30,7	T1 KTemp	28,4	T2 KTemp	31,7	T3 KTemp	25,8	T4 KTemp C
16	#####	08:04:38	30,7	T1 KTemp	28,4	T2 KTemp	31,7	T3 KTemp	25,8	T4 KTemp C
17	#####	08:04:39	30,8	T1 KTemp	28,4	T2 KTemp	31,7	T3 KTemp	25,8	T4 KTemp C
18	#####	08:04:40	30,8	T1 KTemp	28,5	T2 KTemp	31,7	T3 KTemp	25,8	T4 KTemp C
19	#####	08:04:41	30,9	T1 KTemp	28,5	T2 KTemp	31,8	T3 KTemp	25,8	T4 KTemp C
20	#####	08:04:42	30,9	T1 KTemp	28,6	T2 KTemp	31,8	T3 KTemp	25,8	T4 KTemp C
21	#####	08:04:43	30,9	T1 KTemp	28,6	T2 KTemp	31,8	T3 KTemp	25,8	T4 KTemp C

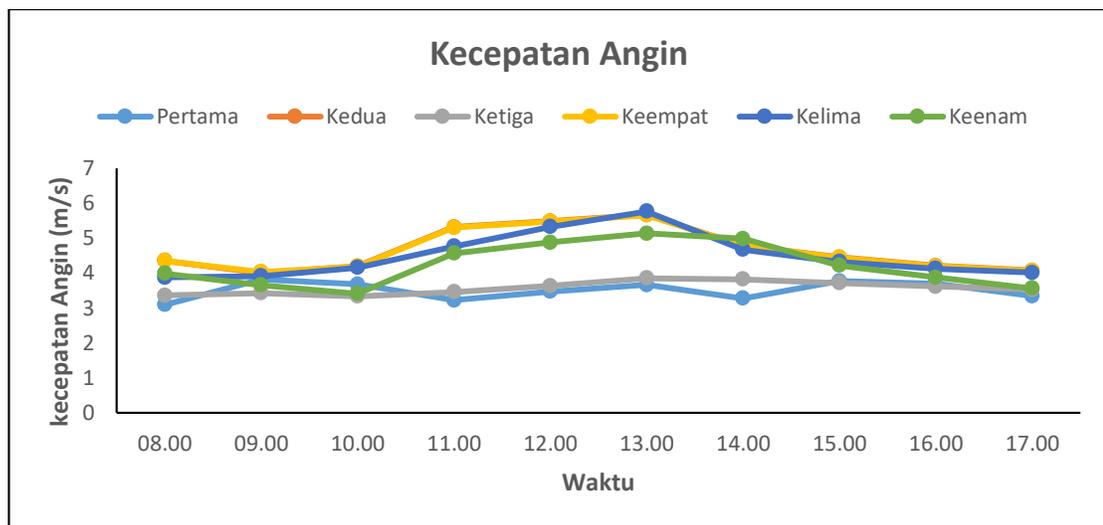
Gambar 4.27 Data kecepatan angin yang di hasilkan Thermo Anemometer.

Berikut akan ditampilkan data kecepatan angin hasil pengujian dalam bentuk tabel sampai 6 hari pengujian.

Tabel 4.14. Data kecepatan angin setiap hari pengujian.

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

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



Gambar 4.28 Grafik waktu terhadap kecepatan angin pada setiap hari pengujian.

Pada grafik diatas menggambarkan 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.

4.4 Pembahasan Data Hasil Pengujian.

4.4.1 Koefisien perpindahan panas didalam

Untuk mendapatkan nilai koefisien didalam evaporator (Internal), mencari koefisien konveksi antara permukaan air dan permukaan penutup kaca dengan persamaan (1.2), dan mencari koefisien evaporasi pada persamaan (1.9). dilakukan selama 6 hari pengujian.

- Perhitungan koefisien perpindahan panas konveksi ketebalan kaca 4 mm

$$\begin{aligned} h_{R,w-gi} &= \varepsilon_{eff} \sigma \left[(T_w + 273)^2 + (T_{gi} + 273)^2 \right] \times (T_w + T_{gi} + 546) \\ &= (0,895687) \times (29,05 + 273)^2 + (28,62 + 273)^2 \times (29,05 + 28,62 + 546) \\ &= 5,586 \text{ W/m}^2\text{C} \end{aligned}$$

Maka nilai koefisien perpindahan panas konveksi dihari pertama sebesar 5,586 W/m²C.

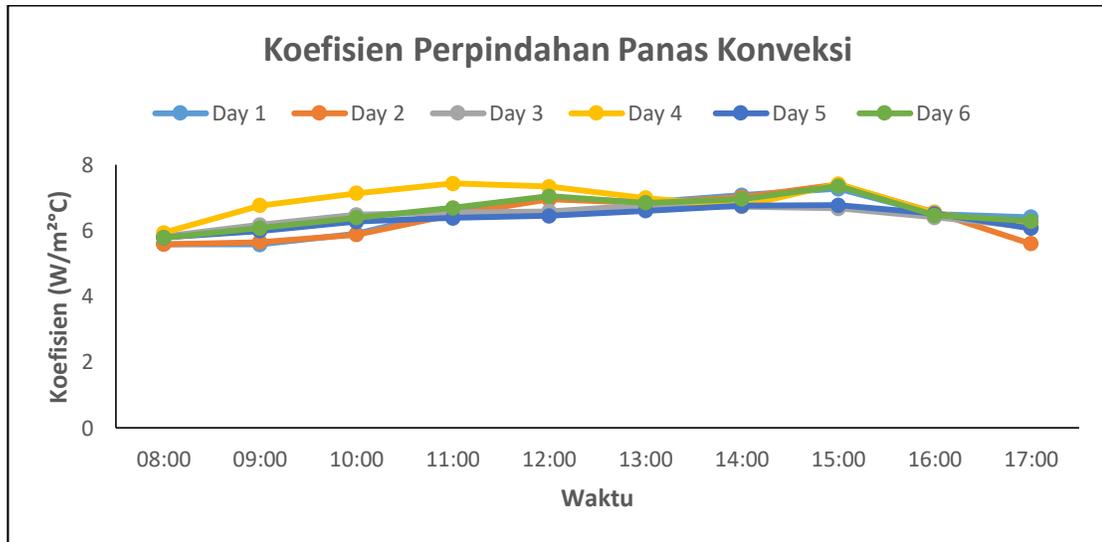
Berikut di tampilkan dalam bentuk tabel sampai hari keenam pengujian.

Tabel 4.15. Data koefisien perpindahan panas konveksi kaca 4 mm

Koefisien Perpindahan Panas didalam						
Waktu	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6
08:00	5,586	5,580	5,8213	5,929	5,787	5,776
09:00	5,573	5,647	6,1730	6,758	5,985	6,072
10:00	5,901	5,877	6,481	7,131	6,265	6,388
11:00	6,613	6,475	6,549	7,429	6,385	6,688
12:00	7,002	6,947	6,585	7,334	6,445	7,039
13:00	6,845	6,829	6,775	6,983	6,600	6,840
14:00	7,075	7,013	6,725	6,745	6,753	6,951
15:00	7,271	7,400	6,671	7,412	6,769	7,345
16:00	6,499	6,550	6,399	6,536	6,514	6,462
17:00	6,409	5,600	6,117	6,084	6,071	6,286

Pada tabel diatas hari pertama koefisien tertinggi ditunjukkan pada jam 15:00 wib yaitu 7,271 W/m²C, untuk hari kedua lebih tinggi dari hari pertama koefisien tertinggi pada pukul 15:00 wib yaitu 7,400 W/m²C, untuk hari ketiga lebih rendah dari pada hari kedua koefisien tertinggi hanya 6,775 W/m²C, pada hari keempat lebih tinggi dari hari ketiga koefisien tertinggi ditunjukkan pada jam 11:00 wib yaitu 7,429 W/m²C ,

untuk hari kelima koefisien tertinggi ditunjukkan pada jam 15:00 wib yaitu 6,769 W/m²C, dan pada hari keenam koefisien tertinggi ditunjukkan pada jam 12:00 wib yaitu 7,345 W/m²C. Dengan demikian dapat di ketahui koefisien perpindahan panas tertinggi terjadi tergantung pada besarnya nilai kecepatan angin. Berikut ditampilkan grafik perbandingan perharinya.



Gambar 4.29. Grafik waktu terhadap koefisien perpindahan panas konveksi pada kaca 4 mm.

Pada grafik diatas menggambarkan koefisien perpindahan panas konveksi pada kaca 4 mm setiap harinya, dan dilihat pada hari ke 4 mengalami kenaikan yang signifikan pada jam 13.00 mengalami penurunan hingga sore hari. Berikut di bawah ini tabel koefisien perpindahan panas konveksi kaca 5 mm.

- Perhitungan koefisien perpindahan panas konveksi ketebalan kaca 5 mm

$$h_{R,w-gi} = \varepsilon_{eff} \sigma [(T_w + 273)^2 + (T_{gi} + 273)^2] \times (T_w + T_{gi} + 546)$$

$$h_{R,w-gi} = 0,895687 [(29,00 + 273)^2 + (28,18 + 273)^2] \times (29,00 + 28,18 + 546)$$

$$= 5,572 \text{ W/m}^2\text{C}$$

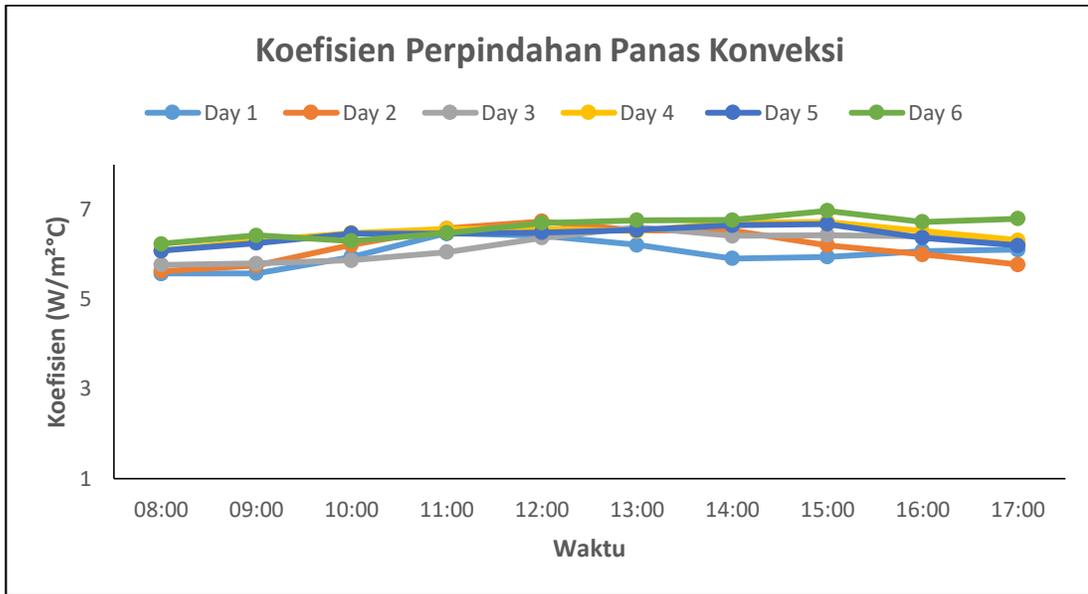
Maka nilai koefisien perpindahan panas konveksi dihari pertama sebesar 5,572 W/m²C.

Berikut di tampilkan dalam bentuk tabel sampai hari keenam pengujian.

Tabel 4.16. Data koefisien perpindahan panas konveksi kaca 5 mm

Koefisien Perpindahan Panas didalam						
Waktu	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6
08:00	5,572	5,625	5,763	6,080	6,08	6,229
09:00	5,577	5,746	5,792	6,311	6,25	6,423
10:00	5,941	6,209	5,863	6,476	6,46	6,297
11:00	6,466	6,574	6,051	6,561	6,463	6,471
12:00	6,412	6,734	6,370	6,565	6,487	6,701
13:00	6,206	6,527	6,600	6,517	6,539	6,760
14:00	5,908	6,526	6,410	6,703	6,644	6,766
15:00	5,939	6,199	6,425	6,723	6,672	6,971
16:00	6,069	5,994	6,394	6,517	6,368	6,719
17:00	6,103	5,771	6,235	6,315	6,197	6,793

Pada tabel diatas hari pertama koefisien tertinggi ditunjukkan pada jam 11:00 wib yaitu 6,466 W/m²°C , untuk hari kedua lebih tinggi dari hari pertama koefisien tertinggi pada pukul 12:00 wib yaitu 6,734 W/m²°C, untuk hari ketiga lebih rendah dari pada hari kedua koefisien tertinggi hanya 6,600 W/m²°C, pada hari keempat lebih tinggi dari hari ketiga koefisien tertinggi ditunjukkan pada jam 15:00 wib yaitu 6,723 W/m²°C , untuk hari kelima koefisien tertinggi ditunjukkan pada jam 15:00 wib yaitu 6,672 W/m²°C , dan pada hari keenam koefisien tertinggi ditunjukkan pada jam 17:00 wib yaitu 6,793 W/m²°C. Dengan demikian dapat di ketahui koefisien perpindahan panas tertinggi terjadi tergantung pada besarnya nilai kecepatan angin. Berikut ditampilkan grafik perbandingan perharinya.



Gambar 4.30. Grafik waktu terhadap koefisien perpindahan panas konveksi pada kaca 5 mm .

Pada grafik diatas menggambarkan koefisien perpindahan panas konveksi pada kaca 5 mm setiap harinya, dan dilihat pada setiap harinya mengalami kenaikan merata dikarenakan ketebalan kaca mempengaruhi perpindahan panas konveksi.

- Perhitungan koefisien perpindahan panas evaporasi ketebalan kaca 4 mm

$$Q_{E,w-gi} = 16.273 \times 10^{-3} \times h_{C,w-gi} \times \left[\frac{P_w - P_{gi}}{T_w - T_{gi}} \right]$$

$$Q_{E,w-gi} = 16.273 \times 10^{-3} \times 0,719236 \times \left[\frac{3970,737 - 3875,492}{29,05 - 28,62} \right]$$

$$= 2,592 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

Maka nilai koefisien perpindahan panas evaporasi dihari pertama sebesar 2,592 W/m²°C.

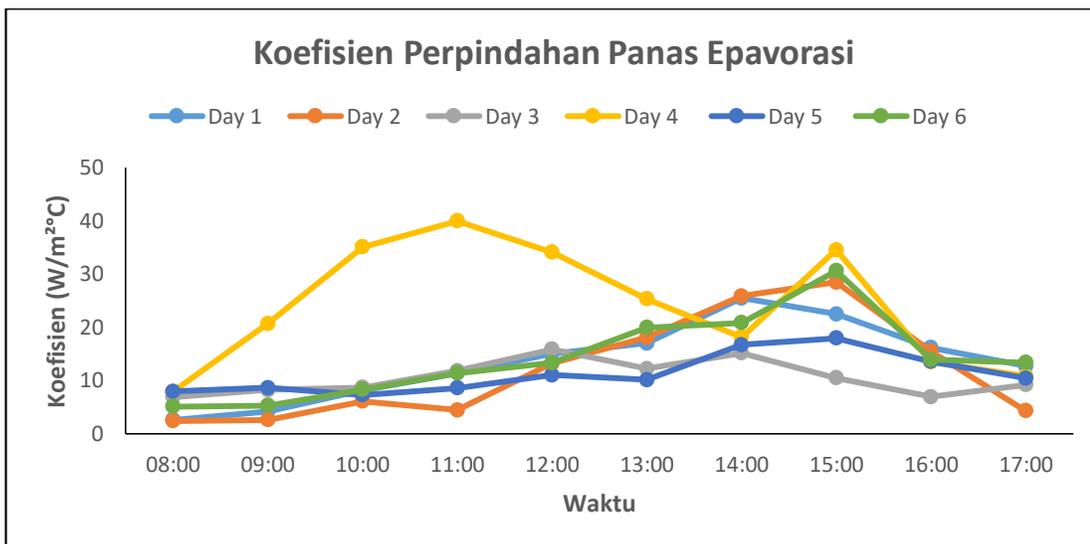
Berikut di tampilkan dalam bentuk tabel sampai hari keenam pengujian.

Tabel 4.17. Data koefisien perpindahan panas evaporasi kaca 4 mm

Koefisien Perpindahan Panas didalam						
Waktu	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6
08:00	2,592	2,360	6,874	7,913	7,922	5,094
09:00	4,184	2,591	8,235	20,694	8,598	5,266

10:00	8,177	6,083	8,678	35,089	7,279	8,260
11:00	11,373	4,439	11,792	39,954	8,584	11,331
12:00	15,032	13,182	15,842	34,072	11,023	13,276
13:00	16,976	18,083	12,226	25,331	10,121	19,927
14:00	25,440	25,847	15,143	18,147	16,686	20,822
15:00	22,481	28,437	10,467	34,521	17,959	30,619
16:00	16,164	15,430	6,903	13,463	13,550	13,881
17:00	12,700	4,275	9,147	10,794	10,398	13,339

Pada tabel diatas hari pertama koefisien tertinggi ditunjukkan pada jam 14:00 wib yaitu 25,440 W/m²°C, untuk hari kedua lebih tinggi dari hari pertama koefisien tertinggi pada pukul 15:00 wib yaitu 28,437 W/m²°C , untuk hari ketiga lebih rendah dengan hari kedua koefisien tertinggi hanya 15,842 W/m²°C, pada hari keempat lebih tinggi dari hari ketiga koefisien tertinggi ditunjukkan pada jam 11:00 wib yaitu 39,954 W/m²°C, untuk hari kelima koefisien tertinggi ditunjukkan pada jam 15:00 wib yaitu 17,959 W/m²°C , dan pada hari keenam koefisien tertinggi ditunjukkan pada jam 15:00 wib yaitu 30,619 W/m²°C . Dengan demikian dapat di ketahui koefisien perpindahan panas tertinggi terjadi tergantung pada besarnya nilai kecepatan angin. Berikut ditampilkan grafik perbandingan perharinya.



Gambar 4.31. Grafik waktu terhadap koefisien perpindahan panas evaporasi pada kaca 4 mm.

Pada grafik diatas menggambarkan koefisien perpindahan panas evaporasi pada

kaca 4 mm setiap harinya, dan dilihat pada hari keempat mengalami kenaikan tertinggi pada jam 11.00 yaitu 39,954 W/m²°C. kemudian mengalami penurunan hingga sore hari.

- Perhitungan koefisien perpindahan panas evaporasi ketebalan kaca 5 mm

$$Q_{E,w-gi} = 16.273 \times 10^{-3} \times h_{C,w-gi} \times \left[\frac{P_w - P_{gi}}{T_w - T_{gi}} \right]$$

$$Q_{E,w-gi} = 16.273 \times 10^{-3} \times 0,89117 \times \left[\frac{3959,557 - 3780,126}{29,00 - 28,18} \right]$$

$$= 3,173 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

Maka nilai koefisien perpindahan panas evaporasi dihari pertama sebesar 3,173 W/m²°C.

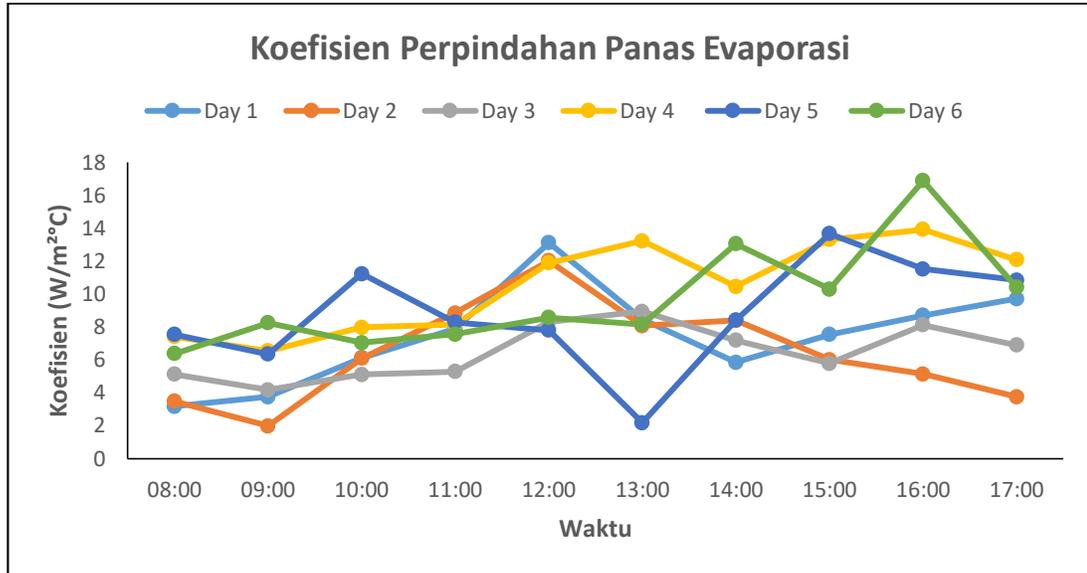
Berikut di tampilkan dalam bentuk tabel sampai hari keenam pengujian.

Tabel 4.18. Data koefisien perpindahan panas evaporasi kaca 5 mm.

Koefisien Perpindahan Panas didalam						
Waktu	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6
08:00	3,173	3,480	5,123	7,415	7,544	6,385
09:00	3,756	1,971	4,173	6,548	6,340	8,247
10:00	6,119	6,082	5,102	7,983	11,241	7,043
11:00	7,893	8,848	5,280	8,148	8,288	7,562
12:00	13,116	12,028	8,320	11,897	7,795	8,579
13:00	8,480	8,079	8,939	13,228	2,172	8,158
14:00	5,854	8,391	7,187	10,467	8,413	13,058
15:00	7,543	6,008	5,776	13,318	13,668	10,302
16:00	8,694	5,145	8,125	13,919	11,531	16,896
17:00	9,714	3,755	6,903	12,088	10,853	10,406

Pada tabel diatas hari pertama koefisien tertinggi ditunjukkan pada jam 12:00 wib yaitu 13,116 W/m²°C, untuk hari kedua lebih rendah dari hari pertama koefisien tertinggi pada pukul 12:00 wib yaitu 12,028 W/m²°C , untuk hari ketiga lebih rendah dari pada hari kedua koefisien tertinggi hanya 8,939 W/m²°C, pada hari keempat lebih tinggi dari hari ketiga koefisien tertinggi ditunjukkan pada jam 15:00 wib yaitu 13,919 W/m²°C, untuk hari kelima koefisien tertinggi ditunjukkan pada jam 15:00 wib yaitu 13,668 W/m²°C, dan pada hari keenam koefisien tertinggi ditunjukkan pada jam 16:00 wib yaitu

16,896 W/m²°C. Dengan demikian dapat di ketahui koefisien perpindahan panas tertinggi terjadi tergantung pada besarnya nilai kecepatan angin. Berikut ditampilkan grafik perbandingan perharinya.



Gambar 4.32. Grafik waktu terhadap koefisien perpindahan panas evaporasi pada kaca 5 mm.

Pada grafik diatas menggambarkan koefisien perpindahan panas evaporasi pada kaca 5 mm setiap harinya, dan dilihat pada setiap harinya koefisien perpindahan panas evaporasi mengalami naik dan turun ya di karenakan ketebalan kaca mempengaruhi peroses penguapan alat desalinasi.

4.4.2 Koefisien perpindahan panas diluar

Mencari nilai koefisien diluar evaporator (Eksternal), mencari koefisien radiasi gelas kelungkungan pada persamaan (1.17) . Dilakukan selama 6 hari pengujian. pada tabel berikut akan ditampilkan koefisien perpindahan panas diluar.

- Koefisien perindahan panas radiasi ketebalan kaca 4 mm

$$h_{R,go-a} = \epsilon_g \sigma \left[\left(\frac{(T_{go} + 273)^4 - (T_{sky} + 273)^4}{(T_{go} - T_a)} \right) \right]$$

$$h_{R,go-a} = 0,9400 \left[\left(\frac{(27,25 + 273)^4 - (19,56 + 273)^4}{(27,25 - 25,56)} \right) \right]$$

$$= 19,705 \text{ W/m}^2\text{C}.$$

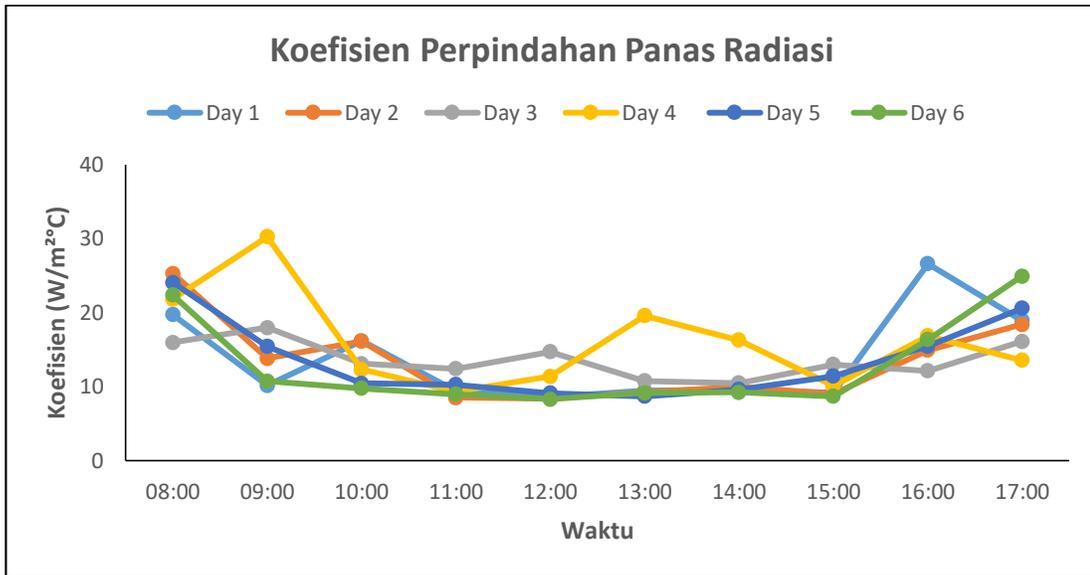
Maka nilai koefisien perpindahan panas radiasi dihari pertama sebesar 19,705 W/m²C.

Berikut di tampilkan dalam bentuk tabel sampai hari keenam pengujian.

Tabel 4.19. Data koefisien perpindahan panas radiasi kaca 4 mm

Koefisien Perpindahan Panas diluar						
Waktu	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6
08:00	19,705	25,266	15,941	21,826	24,040	22,351
09:00	10,145	13,779	17,948	30,244	15,412	10,697
10:00	16,167	16,106	13,069	12,297	10,441	9,759
11:00	9,400	8,490	12,410	9,276	10,233	8,966
12:00	8,590	8,393	14,703	11,356	9,098	8,270
13:00	9,418	9,259	10,744	19,568	8,685	9,128
14:00	9,609	9,908	10,479	16,268	9,584	9,194
15:00	9,164	9,014	12,956	10,065	11,411	8,654
16:00	26,587	14,908	12,117	16,836	15,431	16,321
17:00	18,903	18,395	16,095	13,537	20,556	24,912

Pada tabel diatas hari pertama koefisien tertinggi di tunjukan pada jam 16:00 wib yaitu 26,587 W/m²C, untuk hari kedua koefisien tertinggi berbeda dengan hari pertama terlihat pada jam 08:00 wib yaitu 25,266 W/m²C , untuk hari ketiga koefisien tertinggi pada jam 17:00 wib yaitu 16,095 W/m²C , pada hari keempat berbeda dengan hari ketiga koefisien tertinggi di tunjukan pada jam 09:00 wib yaitu 30,244 W/m²C, pada hari kelima koefisien tertinggi pada jam 17:00 wib yaitu 20,556 W/m²C , untuk hari keenam koefisien tertingi terlihat pada jam 08:00 wib yaitu 22,351 W/m²C. Dengan demikian dapat diketahui koefisien perpindahan panas diluar dengan ketebalan kaca 5 mm di dalam evaporator. Berikut ditampilkan grafik perbandingan koefisien perharinya.



Gambar 4,33. Grafik waktu terhadap koefisien perpindahan panas radiasi pada kaca 4 mm

Pada gambar di atas dapat dilihat naik turunnya besar koefisien perpindahan panas radiasi pada kaca 4 mm dan dapat dilihat perubahan besar koefisien perpindahan panas radiasi pada ketebalan kaca 4 mm di pengaruhi oleh kecepatan angin, semangkin tinggi kecepatan angin maka koefisien perpindahan panas diluar juga semakin tinggi.

- Koefisien perindahan panas radiasi ketebalan kaca 5 mm

$$h_{R,go-a} = \varepsilon_g \sigma \left[\left(\frac{(T_{go} + 273)^4 - (T_{sky} + 273)^4}{(T_{go} - T_a)} \right) \right]$$

$$h_{R,go-a} = 0,9400 \left[\left(\frac{(28,04 + 273)^4 - (22,00 + 273)^4}{(28,04 - 28,00)} \right) \right]$$

$$= 35,217 \text{ W/m}^2\text{°C}.$$

Maka nilai koefisien perpindahan panas radiasi dihari pertama sebesar 35,217 W/m²°C.

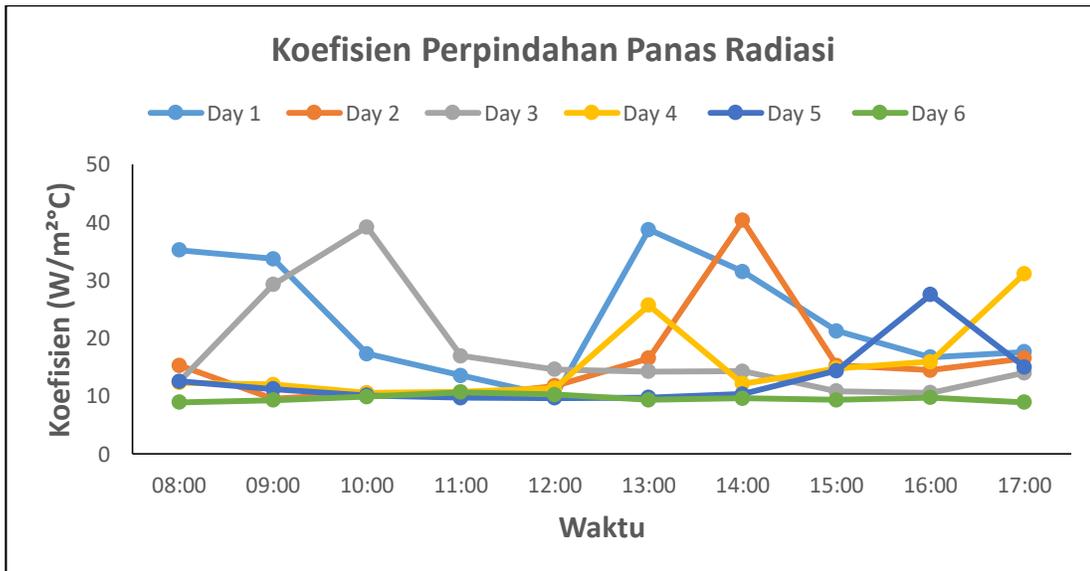
Berikut di tampilkan dalam bentuk tabel sampai hari keenam pengujian.

Tabel 4.20. Data koefisien perpindahan panas radiasi kaca 5 mm

Koefisien Perpindahan Panas diluar						
Waktu	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6
08:00	35,217	15,292	12,468	12,319	12,561	8,945

09:00	33,695	9,571	29,295	11,996	11,239	9,287
10:00	17,342	10,493	39,226	10,530	10,139	9,884
11:00	13,586	9,898	16,966	10,750	9,729	10,664
12:00	9,899	11,802	14,642	11,349	9,689	10,265
13:00	38,749	16,522	14,239	25,684	9,789	9,362
14:00	31,523	40,371	14,289	12,158	10,381	9,616
15:00	21,276	15,289	10,876	14,796	14,37	9,346
16:00	16,749	14,506	10,587	15,954	27,542	9,776
17:00	17,646	16,544	14,029	31,166	15,017	8,933

Pada tabel diatas hari pertama koefisien tertinggi ditunjukkan pada jam 13:00 wib yaitu 38,749 W/m²°C, untuk hari kedua lebih tinggi dari hari pertama koefisien tertinggi pada pukul 14:00 wib yaitu 40,371 W/m²°C, untuk hari ketiga lebih rendah dari pada hari kedua koefisien tertinggi hanya 39,226 W/m²°C, pada hari keempat lebih tinggi dari hari ketiga koefisien tertinggi ditunjukkan pada jam 17:00 wib yaitu 31,166 W/m²°C, untuk hari kelima koefisien tertinggi ditunjukkan pada jam 16:00 wib yaitu 27,542 W/m²°C , dan pada hari keenam koefisien tertinggi ditunjukkan pada jam 11:00 wib yaitu 10,664 W/m²°C. Dengan demikian dapat di ketahui koefisien perpindahan panas tertinggi terjadi tergantung pada besarnya nilai kecepatan angin. Berikut ditampilkan grafik perbandingan perharinya.



Gambar 4.34. Grafik waktu terhadap koefisien perpindahan panas radiasi pada kaca 5 mm.

Pada gambar di atas dapat dilihat naik turunnya besar koefisien perpindahan panas radiasi pada kaca 5 mm dan dapat dilihat perubahan besar koefisien perpindahan panas radiasi pada ketebalan kaca 5 mm mengalami naik turunnya dikarenakan ketebalan kaca 5 mm menghambat perindahan panas diluar.

4.4.3 Hasil Energi

Pada saat penelitian berlangsung energi panas yang diterima oleh air tidak Seluruhnya dimanfaatkan untuk menaikkan air agar menjadi uap, energi yang diterima ada yang kembali memantul ke kaca, dengan menggunakan persamaan (1.34).

- Energi panas yang diterima oleh air ketebalan kaca 4 mm

$$\begin{aligned}
 E\eta &= h_{e,wgi} \left(\frac{(T_w - T_{gi}) \times Ab}{1000} \right) \\
 &= 2,360811 \left(\frac{(27,34304 - 25,93989) \times 1,000}{1000} \right) \\
 &= 0,001 \text{ kWh.}
 \end{aligned}$$

Maka nilai energi panas yang diterima oleh air dihari pertama sebesar 0,001 kWh.

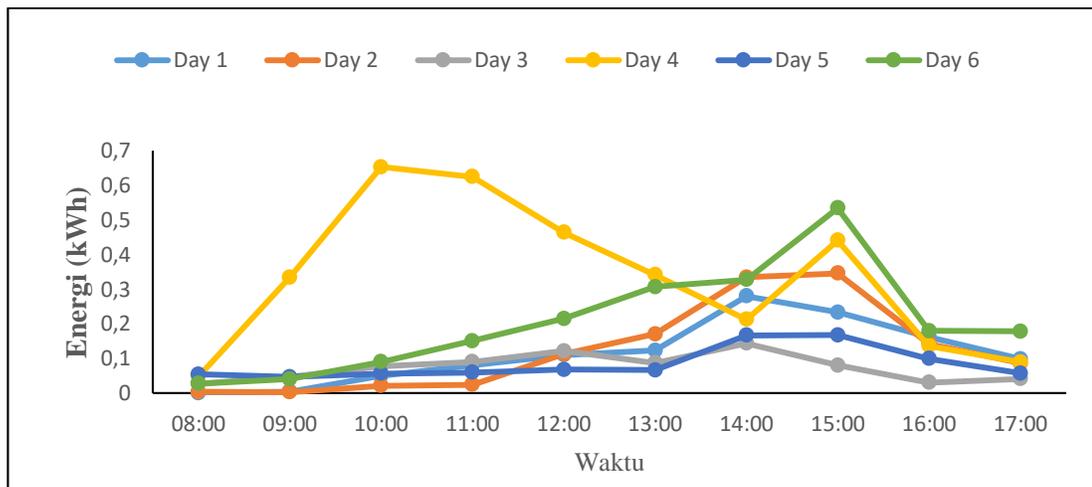
Berikut di tampilkan dalam bentuk tabel sampai hari keenam pengujian.

Tabel 4.21. Data hasil energi yang diterima kaca 4 mm

Waktu	Besar Energi Hari					
	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6
08:00	0,001	0,003	0,026	0,048	0,053	0,026
09:00	0,003	0,002	0,045	0,334	0,045	0,039
10:00	0,049	0,020	0,077	0,652	0,056	0,089
11:00	0,079	0,023	0,089	0,624	0,059	0,149
12:00	0,109	0,111	0,121	0,463	0,067	0,214
13:00	0,122	0,170	0,086	0,341	0,066	0,306
14:00	0,279	0,333	0,143	0,212	0,166	0,327
15:00	0,233	0,345	0,080	0,440	0,167	0,534
16:00	0,162	0,141	0,029	0,135	0,098	0,179
17:00	0,098	0,085	0,041	0,089	0,056	0,178

Pada tabel diatas dapat dilihat untuk energi pada evaporator hari pertama energi tertinggi pada pukul 14.00 wib dengan energi 0,279 kWh, untuk hari kedua energi

tertinggi pada pukul 15.00 wib yaitu 0,345 kWh, pada hari ketiga energi lebih rendah dari pada hari kedua pada pukul 14.00 yaitu 0,143 kWh, pada hari keempat energi tertinggi pada pukul 10.00 wib yaitu 0,652 kWh, untuk hari kelima energi tertinggi pada pukul 15.00 wib yaitu 0,167 kWh, pada penelitian hari keenam energi tertinggi pukul 15.00 wib dengan energi 0,534 kWh, dan besar energi keseluruhan yang diterima oleh evaporator pada kaca 4 mm sebesar 6,664 kWh. Berikut dibawah ini ditampilkan grafik perbandingan energi perharinya.



Gambar 4.35. Grafik waktu terhadap energi yang diserap air pada kaca 4 mm

Pada gambar grafik diatas dapat dilihat naik pada hari keempat mengalami kenaikan tertinggi pada pukul 10.00 WIB yaitu 0,652 kWh dikarenakan intensitas matahari mengalami kenaikan dibandingkan hari sebelumnya. Dan pada pada hari ketiga mengalami kenaikan yang sangat rendah di karenakan intensitas matahari rendah pada saat pengujian.

- Energi panas yang diterima oleh air ketebalan kaca 5 mm

$$\eta = h_{e,wgi} \left(\frac{(T_w - T_{gi}) \times A_b}{1000} \right)$$

$$\eta = 2,360811 \left(\frac{(27,34304 - 25,93989) \times 1,000}{1000} \right)$$

$$\eta = 0,001kWh$$

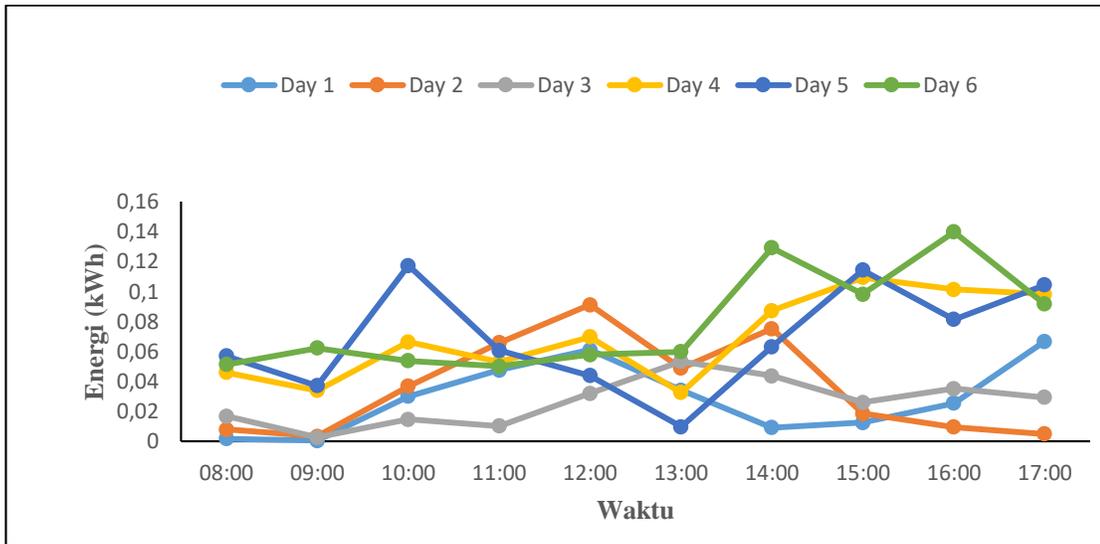
Maka nilai energi panas yang diterima oleh air dihari pertama sebesar 0,001 kWh.

Berikut di tampilkan dalam bentuk tabel sampai hari keenam pengujian.

Tabel 4.22. Data hasil energi yang diterima kaca 5 mm

Waktu	Besar Energi Hari					
	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6
08:00	0,001	0,008	0,016	0,046	0,057	0,051
09:00	0,006	0,003	0,002	0,033	0,037	0,062
10:00	0,030	0,036	0,014	0,066	0,117	0,053
11:00	0,047	0,065	0,010	0,052	0,060	0,050
12:00	0,061	0,091	0,032	0,069	0,043	0,057
13:00	0,034	0,048	0,053	0,032	0,009	0,059
14:00	0,009	0,075	0,043	0,087	0,063	0,129
15:00	0,012	0,018	0,026	0,109	0,114	0,098
16:00	0,025	0,009	0,035	0,101	0,081	0,139
17:00	0,066	0,005	0,029	0,098	0,104	0,091

Pada tabel diatas dapat dilihat untuk energi pada evaporator dengan ketebalan kaca 5 mm pada hari pertama energi tertinggi pada pukul 17.00 wib dengan energi 0,066 kWh, untuk hari kedua energi tertinggi pada pukul 12.00 wib yaitu 0,091 kWh, pada hari ketiga energi lebih rendah dari pada hari kedua yaitu 0,053 kWh, pada hari keempat energi tertinggi pada pukul 17.00 wib yaitu 0,098 kWh, untuk hari kelima energi tertinggi pada pukul 10.00 wib yaitu 0,117 kWh, pada penelitian hari keenam energi tertinggi pukul 16.00 wib dengan energi 0,139 kWh, dan besar energi keseluruhan yang diterima oleh evaporator pada kaca 5 mm sebesar 3,390 kWh. Berikut dibawah ini ditampilkan grafik perbandingan energi perharinya.



Gambar 4.36. Grafik waktu terhadap energi yang diserap air pada kaca 5 mm

Pada gambar grafik diatas dapat dilihat naik turunya energi yang terjadi pada evaporator pada ketebalan kaca 5 mm, kenaikan energi yang naik dan turunya secara signifikan hingga mencapai sore hari, dikarenakan ketebalan kaca 5 mm kurang efektif menghambat energi masuknya pada alat desalinasi.

4.4.4 Pembahasan Efisiensi Energi

Pengujian berlangsung energi panas yang diterima oleh air tidak seluruhnya dimanfaatkan untuk menaikkan temperatur air agar segera menjadi uap, energi yang diterima ada yang kembali memantulkan ke kaca.

- Efisiensi energi ketebalan kaca 4 mm

$$\begin{aligned} \eta_{th} &= \frac{M_{Ew} \times L}{[A_{gW} I_{SW}(t)] \times 3600} \times 100 \% \\ &= \frac{0,004927 \times 2420231,966}{121,76 \times 1,0000 \times 3600} 100 \% \\ &= 0,07 \% . \end{aligned}$$

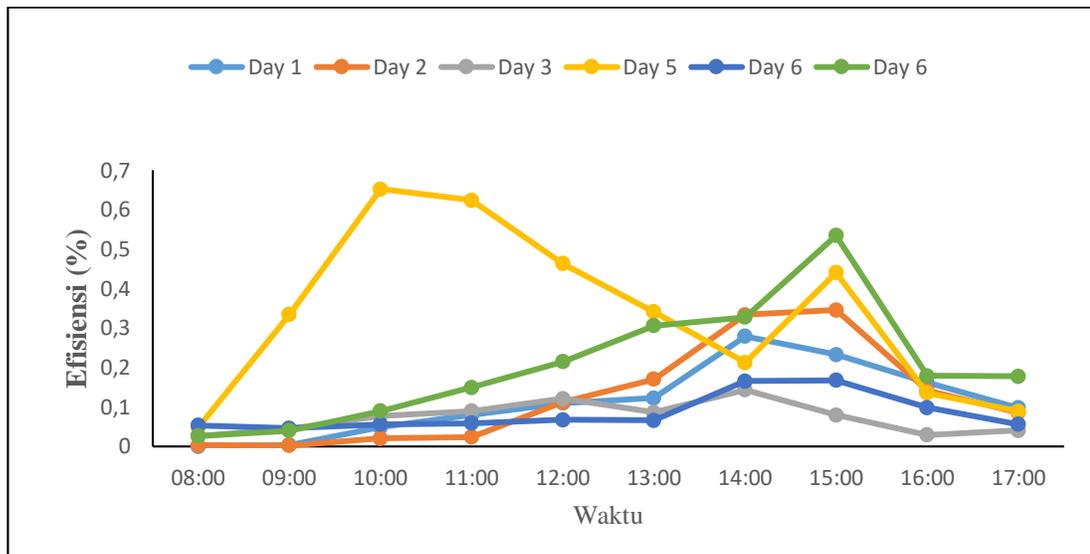
Maka nilai Efisiensi energi dihari pertama sebesar 0,07 %.

Berikut di tampilkan dalam bentuk tabel sampai hari keenam pengujian.

Tabel 4.23.Data hasil efisiensi energi pada kaca 4 mm

Besar Efisiensi Energi Hari						
Waktu	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6
08:00	0,07	2,72	12,91	25,76	37,44	14,25
09:00	1,86	1,61	17,69	153,61	23,42	14,42
10:00	12,82	9,50	23,69	243,77	20,90	30,05
11:00	20,19	6,65	23,69	198,00	16,56	47,51
12:00	26,00	29,60	30,01	116,69	16,05	58,01
13:00	29,73	43,80	19,44	83,11	16,04	76,75
14:00	79,39	101,75	29,45	48,40	43,88	76,37
15:00	107,56	115,83	20,46	119,69	54,16	131,88
16:00	86,34	61,67	7,84	42,97	33,06	46,17
17:00	67,21	1,58	11,88	29,84	19,73	55,45

Berdasarkan hasil pengujian dapat dilakukan perhitungan untuk memperoleh data efisiensi energi , dimana efisiensi energi tertinggi pada pengujian hari pertama pukul 15.00 wib sebesar 107,56%, efisiensi energi tertinggi pada pengujian hari kedua pukul 15.00 wib sebesar 115,83%, efisiensi energi tertinggi pada pengujian hari ketiga pukul 12.00 wib sebesar 30,01%, efisiensi energi tertinggi pada pengujian hari keempat pukul 11.00 wib sebesar 198,00%, efisiensi energi tertinggi pada pengujian hari kelima pukul 15.00 wib sebesar 43,88%, efisiensi energi tertinggi pada pengujian hari keenam pukul 15.00 wib sebesar 131,88%, dan besar efisiensi energi keseluruhan yang diterima oleh evaporator pada kaca 4 mm sebesar 2897,19%. Berikut ditampilkan dibawah ini grafik perbandingan efisiensi energi perharinya pada evaporator dengan ketebalan kaca 4 mm.



Gambar 4.37. Grafik waktu terhadap Efisiensi energi kaca 4 mm

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

- Efisiensi energi ketebalan kaca 5 mm

$$\begin{aligned} \eta_{th} &= \left[\frac{M_{Ew} \times L}{A_{gW} I_{SW}(t)} \right] \times 100 \% \\ &= \frac{0,002718 \times 2424345,228}{145,78 \times 1,0000 \times 3600} 100 \% \\ &= 1,25 \% \end{aligned}$$

Maka nilai Efisiensi energi dihari pertama sebesar 1,25 %.

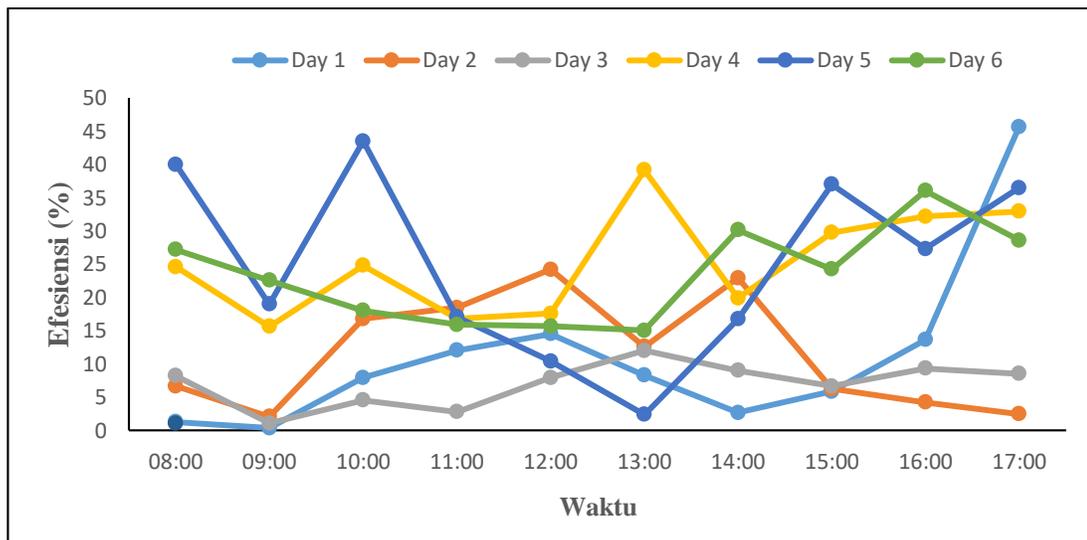
Berikut di tampilkan dalam bentuk tabel sampai hari keenam pengujian.

Tabel 4.24. Data hasil efisiensi energi pada kaca 5 mm.

Besar Efisiensi Energi Hari						
Waktu	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6
08:00	1,25	6,62	8,17	24,55	39,96	27,16

09:00	0,32	2,03	1,06	15,60	18,95	22,53
10:00	7,88	16,75	4,50	24,78	43,49	18,00
11:00	11,99	18,42	2,74	16,78	17,02	15,86
12:00	14,48	24,16	7,91	17,57	10,39	15,64
13:00	8,25	12,57	11,98	39,14	2,37	14,99
14:00	2,63	22,90	8,96	19,87	16,71	30,13
15:00	5,81	6,25	6,65	29,72	36,99	24,22
16:00	13,62	4,18	9,31	32,13	27,27	36,01
17:00	45,64	2,43	8,51	32,89	36,40	28,58

Berdasarkan hasil pengujian dapat dilakukan perhitungan untuk memperoleh data efisiensi energi termal, dimana efisiensi energi termal tertinggi pada pengujian hari pertama pukul 17.00 wib sebesar 45.64%, efisiensi energi termal tertinggi pada pengujian hari kedua pukul 12.00 wib sebesar 24,16%, efisiensi energi termal tertinggi pada pengujian hari ketiga pukul 13.00 wib sebesar 11,98%, efisiensi energi termal tertinggi pada pengujian hari keempat pukul 13.00 wib sebesar 30,14%, efisiensi energi termal tertinggi pada pengujian hari kelima pukul 10.00 wib sebesar 43,49%, efisiensi energi termal tertinggi pada pengujian hari keenam pukul 14.00 wib sebesar 30,13%, dan besar efisiensi energi keseluruhan yang diterima oleh evaporator pada kaca 5 mm sebesar 1025,91%. Berikut ditampilkan dibawah ini grafik perbandingan efisiensi energy perharinya pada evaporator dengan ketebalan kaca 4 mm.



Gambar 4.38. Grafik waktu terhadap Efisiensi energi kaca 5 mm.

Pada gambar grafik diatas dapat dilihat naik turunnya besar efisiensi energi yang terjadi pada alat desalinasi, efisiensi mulai mengalami kenaikan pada pukul 10.00 wib

hingga sore hari, pada ketebalan kaca 5 mm kenaikan efisiensinya lebih lama dibandingkan dengan ketebalan kaca 4 mm, hal ini disebabkan pengaruh ketebalan kaca terhadap efisiensi evaporator, semangkin tebal kaca maka radiasi yang masuk pada alat desalinasi lama sehingga mempengaruhi dari efisiensinya.

4.4.5 Hasil Exergy

Kerja maksimal yang mampu dihasilkan sistem desalinasi ketika mencapai kesetimbangan dipengaruhi oleh intensitas matahari, dengan suhu lingkungan. Besar intensitas matahari menaikkan koefisien penguapan air laut, menjadi titik embun dan menempel pada permukaan bagian dalam kaca baik sisi timur dan barat. Suhu lingkungan juga berpengaruh terhadap laju perpindahan panas. Pembahasan mengenai exergy dilakukan untuk mengetahui hubungan antara intensitas matahari dan suhu lingkungan dengan persamaan (1.35).

- Exergy ketebalan kaca 4 mm

$$\begin{aligned}
 E_{xevap} &= h_{ewg} \frac{A_b}{2} \left[(T_w - T_{gi}) - (T_a + 273) \ln \left(\frac{T_w + 273}{T_{gi} + 273} \right) \right] \\
 &= 2,592453 \frac{50,000}{2} \left[(28,13586 - 28,09433) - (28 + 273) \ln \left(\frac{28,13586 + 273}{28,09433 + 273} \right) \right] \\
 &= 0,004 \text{ kWh.}
 \end{aligned}$$

Maka nilai exergy dihari pertama sebesar 0,004 kWh.

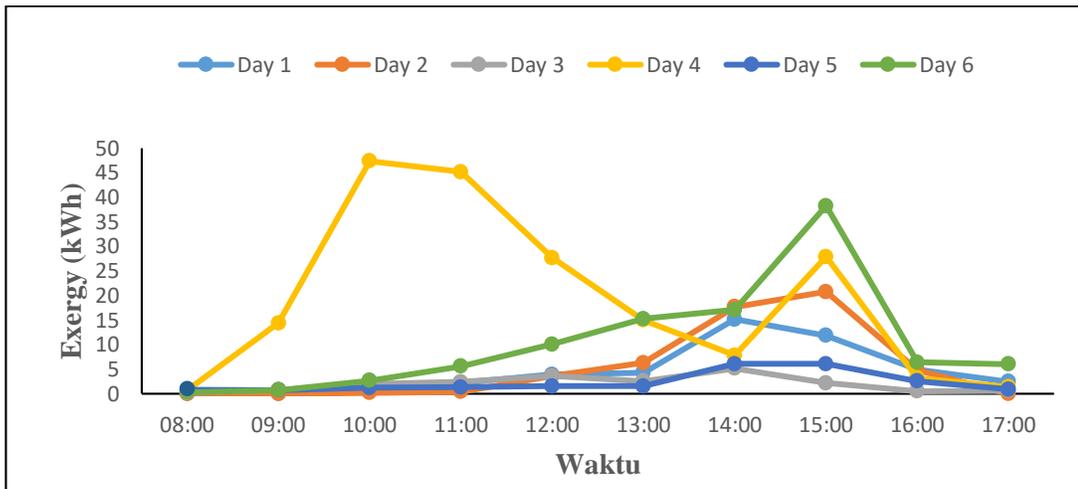
Berikut di tampilkan dalam bentuk tabel sampai hari keenam pengujian.

Tabel 4.25. Data hasil exergy pada kaca 4 mm.

Waktu	Besar Exergy Hari					
	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6
08:00	0,004	0,011	0,271	0,697	0,858	0,317
09:00	0,008	0,011	0,738	14,412	0,732	0,7627
10:00	0,783	0,185	2,006	47,375	1,241	2,704
11:00	2,236	0,396	2,410	45,118	1,324	5,609
12:00	3,915	3,580	3,591	27,660	1,564	10,083
13:00	4,289	6,305	2,555	15,006	1,569	15,274
14:00	15,167	17,691	5,154	7,783	6,078	17,062
15:00	11,872	20,760	2,183	27,873	6,086	38,232

16:00	4,902	4,768	0,506	3,244	2,566	6,431
17:00	2,467	0,007	0,635	1,374	0,928	6,031

Berdasarkan hasil pengujian dapat dilakukan perhitungan untuk memperoleh data exergy, dimana nilai exergy tertinggi pada pengujian hari pertama pada pukul 14.00 wib sebesar 15,167 kWh, nilai exergy tertinggi pada pengujian hari kedua pukul 14.00 wib sebesar 20,760 kWh, nilai exergy tertinggi pada pengujian hari ketiga pukul 14.00 wib sebesar 5,154 kWh, nilai exergy tertinggi pada pengujian hari keempat pukul 10.00 wib sebesar 47,375 kWh, nilai exergy tertinggi pada pengujian hari kelima pukul 15.00 wib sebesar 6,086 kWh, nilai exergy tertinggi pada pengujian hari keenam pukul 15.00 wib sebesar 38,232 kWh, dan besar exergy keseluruhan yang diterima oleh evaporator pada kaca 4 mm sebesar 435,424 kWh. Berikut ditampilkan dibawah ini grafik perbandingan exergy perharinya pada evaporator dengan ketebalan kaca 4 mm



Gambar 4.39. Grafik waktu terhadap Exergy kaca 4 mm

Pada gambar grafik diatas dapat dilihat naik pada hari keempat mengalami kenaikan tertinggi pada jam 10.00 wib yaitu 47,375 kWh dikarenakan intensitas matahari mengalami kenaikan dibandingkan hari sebelumnya. Dan pada pada hari ketiga mengalami kenaikan yang sangat rendah di karenakan hujan pada saat pengujian.

- Exergy ketebalan kaca 5 mm

$$\begin{aligned}
 E_{xevap} &= h_{ewg} \frac{A_b}{2} \left[(T_w - T_{gi}) - (T_a + 273) \ln \left(\frac{T_w + 273}{T_{gi} + 273} \right) \right] \\
 &= 2,592453 \frac{50,000}{2} \left[(28,58633 - 28,00953) - (28 + 273) \ln \left(\frac{28,58633 + 273}{28,00953 + 273} \right) \right]
 \end{aligned}$$

= 0,001 kWh.

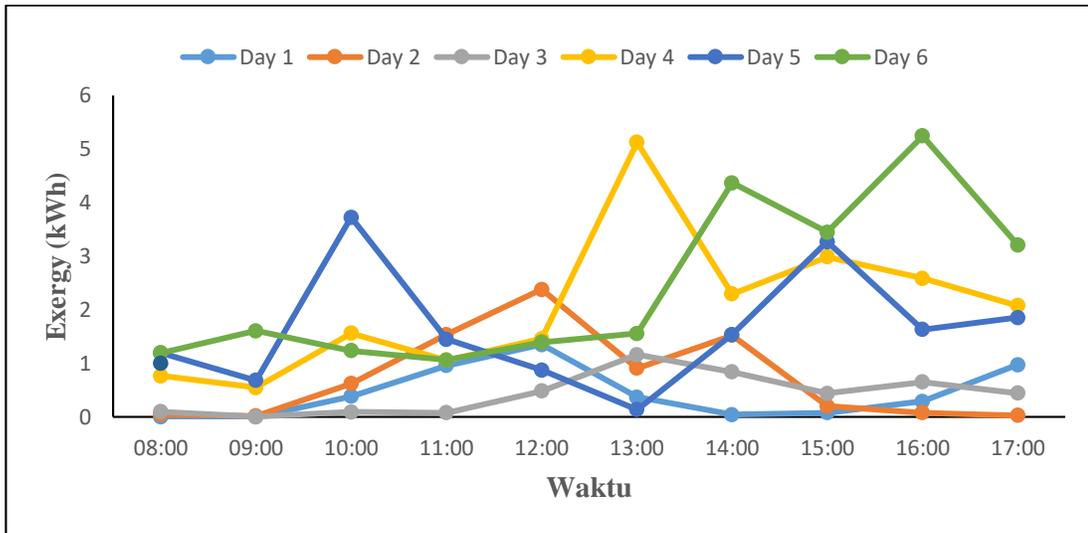
Maka nilai exergy dihari pertama sebesar 0,001 kWh.

Berikut di tampilkan dalam bentuk tabel sampai hari keenam pengujian.

Tabel 4.26. Data hasil exergy yang diterima kaca 5 mm.

Waktu	Besar Exergy Hari					
	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6
08:00	0,001	0,049	0,100	0,766	1,194	1,195
09:00	0,009	0,022	0,005	0,547	0,681	1,605
10:00	0,387	0,621	0,094	1,563	3,726	1,238
11:00	0,961	1,538	0,077	1,060	1,448	1,065
12:00	1,350	2,379	0,483	1,457	0,877	1,397
13:00	0,370	0,911	1,163	5,122	0,140	1,556
14:00	0,046	1,523	0,839	2,293	1,539	4,365
15:00	0,081	0,203	0,440	2,987	3,269	3,448
16:00	0,294	0,078	0,651	2,587	1,631	5,241
17:00	0,973	0,028	0,445	2,075	1,853	3,211

Berdasarkan hasil pengujian dapat dilakukan perhitungan untuk memperoleh data exergy, dimana nilai exergy tertinggi pada pengujian hari pertama pada pukul 12.00 wib sebesar 1,350 kWh , nilai exergy tertinggi pada pengujian hari kedua pukul 12.00 wib sebesar 2,379 kWh, nilai exergy tertinggi pada pengujian hari ketiga pukul 13.00 wib sebesar 1,163 kWh, nilai exergy tertinggi pada pengujian hari keempat pukul 13.00 wib sebesar 5,122 kWh ,nilai exergy tertinggi pada pengujian hari kelima pukul 10.00 wib sebesar 3,726 kWh, nilai exergy tertinggi pada pengujian hari keenam pukul 14.00 wib sebesar 4,3653 kWh, besar exergy keseluruhan yang diterima oleh evaporator pada kaca 5 mm sebesar 74,773 kWh. Berikut ditampilkan dibawah ini grafik perbandingan exergy perharinya pada evaporator dengan ketebalan kaca 5 mm.



Gambar 4.40. Grafik waktu terhadap exergy kaca 5 mm

Pada gambar grafik diatas dapat dilihat naik turunya exergy yang terjadi pada evaporator pada ketebalan kaca 5 mm, kenaikan energi yang naik dan turunya secara signifikan hingga mencapai sore hari, dikarenakan ketebalan kaca 5 mm kurang efektif menghambat energi masuknya pada alat desalinasi.

4.4.6 Pembahasan Efisiensi Exergy

Pengujian berlangsung exergy atau Kerja maksimal yang mampu dihasilkan sistem desalinasi ketika mencapai kesetimbangan dipengaruhi oleh intensitas matahari, dengan suhu lingkungan, maka perlu mencari rasio keluaran exergy terhadap masuknya exergy dengan persamaan (1.46).

- Efisiensi exergy ketebalan kaca 4 mm

$$\begin{aligned}
 E_{input} &= \left[(A_{gW} I_{SW}(t)) \left[1 - \frac{4}{3} \left(\frac{T_a}{T_s} \right) + \frac{1}{3} \left(\frac{T_a}{T_s} \right)^4 \right] \right] \\
 &= \left[(1,000 \times 145,78) \left[1 - \frac{4}{3} \left(\frac{28}{28} \right) + \frac{1}{3} \left(\frac{28}{28} \right)^4 \right] \right] \\
 &= 0,144 \% .
 \end{aligned}$$

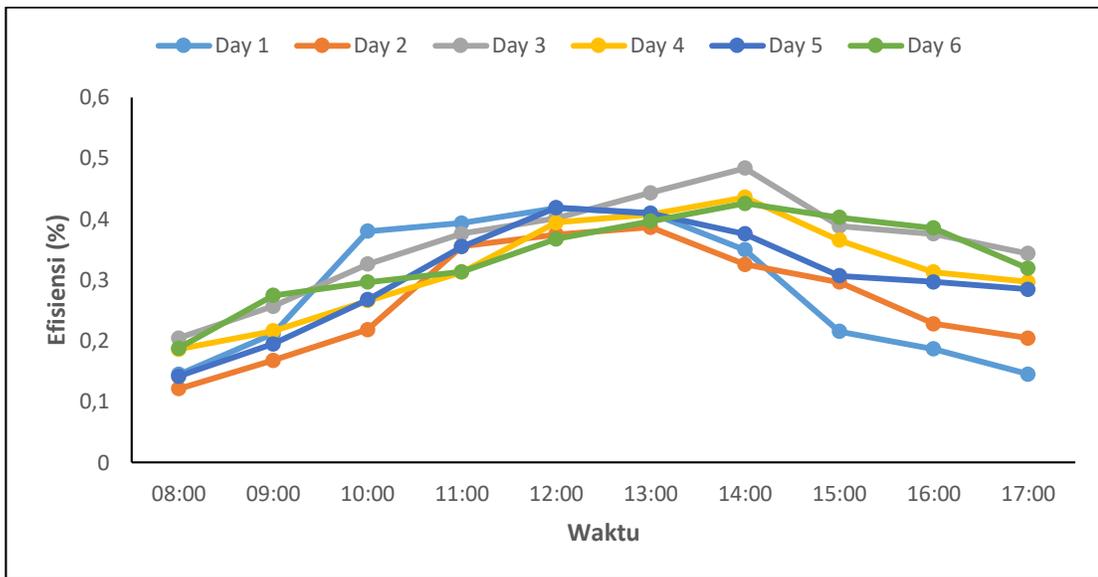
Maka nilai efisiensi exergy dihari pertama sebesar 0,144 %.

Berikut di tampilkan dalam bentuk tabel sampai hari keenam pengujian.

Tabel 4.27. Data hasil efisiensi exergy kaca 4 mm.

Waktu	Besar Efisiensi Exergy Hari					
	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6
08:00	0,144	0,121	0,204	0,186	0,141	0,187
09:00	0,211	0,167	0,256	0,216	0,194	0,274
10:00	0,379	0,218	0,326	0,265	0,267	0,296
11:00	0,393	0,354	0,376	0,312	0,354	0,313
12:00	0,418	0,374	0,401	0,394	0,418	0,367
13:00	0,410	0,386	0,443	0,407	0,408	0,396
14:00	0,349	0,325	0,483	0,435	0,375	0,425
15:00	0,215	0,296	0,388	0,365	0,306	0,402
16:00	0,186	0,227	0,375	0,312	0,296	0,385
17:00	0,144	0,204	0,343	0,296	0,284	0,319

Berdasarkan hasil pengujian dapat dilakukan perhitungan untuk memperoleh data efisiensi exergy, dimana nilai efisiensi exergy (Efisiensi energi yang dilakukan untuk melakukan kerja) tertinggi pada pengujian hari pertama pada pukul 12.00 wib sebesar 0,418 %, nilai efisiensi exergy tertinggi pada pengujian hari kedua pukul 13.00 wib sebesar 0,386 %, nilai exergy tertinggi pada pengujian hari ketiga pukul 14.00 wib sebesar 0,483 %, nilai efisiensi exergy tertinggi pada pengujian hari keempat pukul 14.00 wib sebesar 0,435 %, nilai efisiensi exergy tertinggi pada pengujian hari kelima pukul 12.00 wib sebesar 0,418 %, nilai efisiensi exergy tertinggi pada pengujian hari keenam pukul 14.00 wib sebesar 0,425 %, dan besar efisiensi exergy keseluruhan yang diterima oleh evaporator pada kaca 4 mm sebesar 18,743 %. Berikut ditampilkan dibawah ini grafik perbandingan efisiensi exergy perharinya pada evaporator dengan ketebalan kaca 4 mm



Gambar 4.41. Grafik waktu terhadap efisiensi exergy kaca 4 mm

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

- Efisiensi exergy ketebalan kaca 5 mm

$$\begin{aligned}
 E_{input} &= \left[(A_{gW} I_{SW}(t)) \left[1 - \frac{4}{3} \left(\frac{T_a}{T_s} \right) + \frac{1}{3} \left(\frac{T_a}{T_s} \right)^4 \right] \right] \\
 &= \left[(1,000 \times 145,78) \left[1 - \frac{4}{3} \left(\frac{28}{28} \right) + \frac{1}{3} \left(\frac{28}{28} \right)^4 \right] \right] \\
 &= 0,144 \% .
 \end{aligned}$$

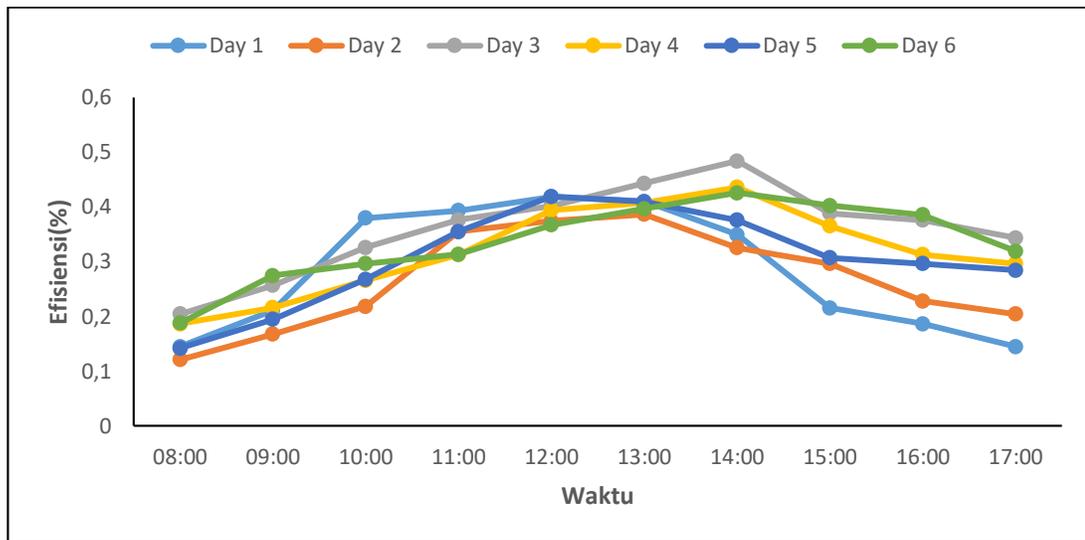
Maka nilai efisiensi exergy dihari pertama sebesar 0,144 %.

Berikut di tampilkan dalam bentuk tabel sampai hari keenam pengujian.

Tabel 4.28. Data hasil efisiensi exergy kaca 5 mm.

Waktu	Besarnya Efisiensi Exergy Hari					
	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6
08:00	0,144	0,121	0,204	0,186	0,141	0,187
09:00	0,211	0,167	0,256	0,216	0,194	0,274
10:00	0,379	0,218	0,326	0,265	0,267	0,296
11:00	0,393	0,354	0,376	0,312	0,354	0,313
12:00	0,418	0,374	0,401	0,394	0,418	0,367
13:00	0,410	0,386	0,443	0,407	0,409	0,396
14:00	0,349	0,325	0,483	0,435	0,375	0,425
15:00	0,215	0,296	0,388	0,365	0,306	0,402
16:00	0,186	0,227	0,375	0,313	0,296	0,385
17:00	0,145	0,204	0,343	0,296	0,284	0,319

Berdasarkan hasil pengujian dapat dilakukan perhitungan untuk memperoleh data efisiensi exergy, dimana nilai efisiensi exergy (Efisiensi energi yang dilakukan untuk melakukan kerja) tertinggi pada pengujian hari pertama pada pukul 12.00 wib sebesar 0,418 %, nilai efisiensi exergy tertinggi pada pengujian hari kedua pukul 13.00 wib sebesar 0,386 %, nilai efisiensi exergy tertinggi pada pengujian hari ketiga pukul 14.00 wib sebesar 0,483 %, nilai efisiensi exergy tertinggi pada pengujian hari keempat pukul 14.00 wib sebesar 0,435 %, nilai efisiensi exergy tertinggi pada pengujian hari kelima pukul 12.00 wib sebesar 0,418 %, nilai efisiensi exergy tertinggi pada pengujian hari keenam pukul 14.00 wib sebesar 0,425 %, dan besar efisiensi exergy keseluruhan yang diterima oleh evaporator pada ketebalan kaca 5 mm sebesar 18,426 %. Berikut ditampilkan dibawah ini grafik perbandingan efisiensi exergy perharinya pada evaporator dengan ketebalan kaca 5 mm



Gambar 4.42. Grafik waktu terhadap efisiensi exergy kaca 5 mm.

Pada gambar grafik diatas dapat dilihat naik turunnya besar efisiensi exergy yang terjadi pada alat desalinasi, efisiensi mulai mengalami kenaikan pada pukul 10.00 wib hingga sore hari, pada ketebalan kaca 5 mm kenaikan efisiensinya lebih lama dibandingkan dengan ketebalan kaca 4 mm, hal ini disebabkan pengaruh ketebalan kaca terhadap efisiensi evaporator, semangkin tebal kaca maka radiasi yang masuk pada alat desalinasi lama sehingga mempengaruhi dari efisiensinya.

4.4.7 Jumlah Air Bersih Hasil Pengujian

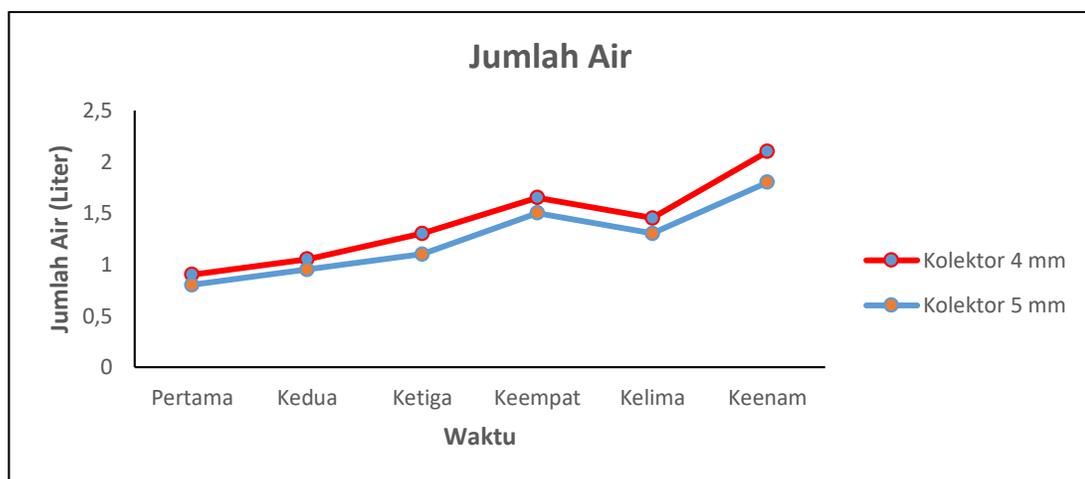
Air bersih yang dihasilkan dari alat desalinasi dilihat dan diukur setiap harinya, untuk mengetahui jumlah air yang dihasilkan dan dapat membandingkan jumlah air dari evaporator ketebalan kaca 4 mm dengan evaporator kaca 5 mm. Data perbandingan jumlah air dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.29. Data perbandingan jumlah air hasil pengujian.

Penelitian	Jumlah Air (Liter)	
	Epavorator 4 mm	Epavorator 5 mm
Pertama	1,0	0,8
Kedua	1,05	0,95
Ketiga	1,4	1,1
Keempat	1,65	1,5

Kelima	1,45	1,3
Keenam	2,1	1,8
Total	8,65	7,45

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 evaporator, ketika pengujian hari pertama air yang dihasilkan 1,0 liter dan 0,8 liter untuk ketebalan kaca 5 mm, untuk hari kedua 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 1,4 liter dan 1,05 pada kedua evaporator, 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 evaporator tersebut mengalami penurunan dibandingkan dengan hari keempat penelitian, pada hari keenam penelitian air yang dihasilkan dari kedua alat tersebut mengalami kenaikan yang cukup signifikan dibandingkan hari sebelumnya, Oleh karena itu jumlah air yang dihasilkan bergantung dengan kondisi cuaca pada hari pengujian, grafik data air yang dihasilkan dari kedua evaporator setiap harinya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.43. Grafik hubungan antara ketebalan kaca terhadap air pada alat desalinasi setiap harinya.

Berdasarkan gambar diatas grafik hubungan antara ketebalan kaca terhadap jumlah air pada alat desalinasi, penutup evaporator dengan ketebalan kaca 4 mm menghasilkan lebih banyak air tawar dibandingkan dengan ketebalan kaca 5 mm menghasilkan air yang sedikit. Hal ini di karenakan 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.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

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 8,65 liter dan pada ketebalan kaca kolektor 5 mm menghasilkan air 7,45 liter, jumlah tersebut didapatkan setelah 6 hari penelitian. Dari jumlah tersebut dapat disimpulkan semakin tebal kaca pada alat desalinasi yang digunakan maka jumlah air pada alat desalinasi yang dihasilkan akan mengalami penurunan.
2. Besar energi pada evaporator hari pertama energi tertinggi pada pukul 14.00 wib dengan energi 0,279 kWh, untuk hari kedua energi tertinggi pada pukul 15.00 wib yaitu 0,345 kWh, pada hari ketiga energi lebih rendah dari pada hari kedua pada pukul 14.00 yaitu 0,143 kWh, pada hari keempat energi tertinggi pada pukul 10.00 wib yaitu 0,652 kWh, untuk hari kelima energi tertinggi pada pukul 15.00 wib yaitu 0,167 kWh, pada penelitian hari keenam energi tertinggi pukul 15.00 wib dengan energi 0,534 kWh, dan besar energi keseluruhan yang diterima oleh evaporator pada kaca 4 mm sebesar 6,664 kWh. Dan untuk energi pada evaporator dengan ketebalan kaca 5 mm pada hari pertama energi tertinggi pada pukul 17.00 wib dengan energi 0,066 kWh, untuk hari kedua energi tertinggi pada pukul 12.00 wib yaitu 0,091 kWh, pada hari ketiga energi lebih rendah dari pada hari kedua yaitu 0,053 kWh, pada hari keempat energi tertinggi pada pukul 17.00 wib yaitu 0,098 kWh, untuk hari kelima energi tertinggi pada pukul 10.00 wib yaitu 0,117 kWh, pada penelitian hari keenam energi tertinggi pukul 16.00 wib dengan energi 0,139 kWh, dan besar energi

keseluruhan yang diterima oleh evaporator sebesar 3,390 kWh.

3. Besar efisiensi energi tertinggi pada pengujian hari pertama pukul 15.00 wib sebesar 107,56%, efisiensi energi tertinggi pada pengujian hari kedua pukul 15.00 wib sebesar 115,83%, efisiensi energi tertinggi pada pengujian hari ketiga pukul 12.00 wib sebesar 30,01%, efisiensi energi tertinggi pada pengujian hari keempat pukul 11.00 wib sebesar 198,00%, efisiensi energi tertinggi pada pengujian hari kelima pukul 15.00 wib sebesar 43,88%, efisiensi energi tertinggi pada pengujian hari keenam pukul 15.00 wib sebesar 131,88%, dan besar efisiensi energi keseluruhan yang diterima oleh evaporator pada kaca 4 mm sebesar 2897,19%. Dan pada kaca ketebalan 5 mm efisiensi energi termal tertinggi pada pengujian hari pertama pukul 17.00 wib sebesar 45.64%, efisiensi energi termal tertinggi pada pengujian hari kedua pukul 12.00 wib sebesar 24,16%, efisiensi energi tertinggi pada pengujian hari ketiga pukul 13.00 wib sebesar 11,98%, efisiensi energi termal tertinggi pada pengujian hari keempat pukul 13.00 wib sebesar 30,14%, efisiensi energi termal tertinggi pada pengujian hari kelima pukul 10.00 wib sebesar 43,49%, efisiensi energi termal tertinggi pada pengujian hari keenam pukul 14.00 wib sebesar 30,13%, dan besar efisiensi energi keseluruhan yang diterima oleh evaporator sebesar 1025,91%.
4. Besar nilai exergy tertinggi pada pengujian hari pertama pada pukul 14.00 wib sebesar 15,167 kWh, nilai exergy tertinggi pada pengujian hari kedua pukul 14.00 wib sebesar 20,760 kWh, nilai exergy tertinggi pada pengujian hari ketiga pukul 14.00 wib sebesar 5,154 kWh, nilai exergy tertinggi pada pengujian hari keempat pukul 10.00 wib sebesar 47,375 kWh, nilai exergy tertinggi pada pengujian hari kelima pukul 15.00 wib sebesar 6,086 kWh, nilai exergy tertinggi pada pengujian hari keenam pukul 15.00 wib sebesar 38,232 kWh, dan besar exergy keseluruhan yang diterima oleh evaporator pada kaca 4 mm sebesar 435,424 kWh. Dan pada ketebalan kaca 5 mm pengujian hari pertama exergy tertinggi pada pukul 12.00 wib sebesar 1,350 kWh, nilai exergy tertinggi pada pengujian hari kedua pukul 12.00 wib sebesar 2,379

kWh, nilai exergy tertinggi pada pengujian hari ketiga pukul 13.00 wib sebesar 1,163 kWh, nilai exergy tertinggi pada pengujian hari keempat pukul 13.00 wib sebesar 5,122 kWh, nilai exergy tertinggi pada pengujian hari kelima pukul 10.00 wib sebesar 3,726 kWh, nilai exergy tertinggi pada pengujian hari keenam pukul 14.00 wib sebesar 4,3653 kWh, besar exergy keseluruhan yang diterima oleh evaporator pada kaca 5 mm sebesar 74,773 kWh.

5. Besar nilai efisiensi exergy (Efisiensi energi yang dilakukan untuk melakukan kerja) tertinggi pada pengujian hari pertama pada pukul 12.00 wib sebesar 0,418 %, nilai efisiensi exergy tertinggi pada pengujian hari kedua pukul 13.00 wib sebesar 0,386 %, nilai exergy tertinggi pada pengujian hari ketiga pukul 14.00 wib sebesar 0,483 %, nilai efisiensi exergy tertinggi pada pengujian hari keempat pukul 14.00 wib sebesar 0,435 %, nilai efisiensi exergy tertinggi pada pengujian hari kelima pukul 12.00 wib sebesar 0,418 %, nilai efisiensi exergy tertinggi pada pengujian hari keenam pukul 14.00 wib sebesar 0,425 %, dan besar efisiensi exergy keseluruhan yang diterima oleh evaporator pada kaca 4 mm sebesar 18,743 %. Dan Pada ketebalan kaca 5 mm pada pengujian hari pertama pada pukul 12.00 wib sebesar 0,418 %, nilai efisiensi exergy tertinggi pada pengujian hari kedua pukul 13.00 wib sebesar 0,386 %, nilai efisiensi exergy tertinggi pada pengujian hari ketiga pukul 14.00 wib sebesar 0,483 %, nilai efisiensi exergy tertinggi pada pengujian hari keempat pukul 14.00 wib sebesar 0,435 %, nilai efisiensi exergy tertinggi pada pengujian hari kelima pukul 12.00 wib sebesar 0,418 %, nilai efisiensi exergy tertinggi pada pengujian hari keenam pukul 14.00 wib sebesar 0,425 %, dan besar efisiensi exergy keseluruhan yang diterima oleh evaporator pada ketebalan kaca 5 mm sebesar 18,426 %.

5.2 Saran

Dalam pembuatan tugas akhir ini, penulis sadar bahwa jauh lebih dari kata sempurna, baik itu dalam materi maupun cara penyampaiannya. 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 energi 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 evaporator sehingga kinerja alat desalinasi bisa lebih baik maksimal sehingga diharapkan bisa menghasilkan air tawar yang lebih banyak lagi.
3. 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.
4. Dan sebelum penelitian pastikan alat dari desalinasi di cek terlebih dahulu sebelum melakukan penelitian, karena jika ketika penelitian terhadap kebocoran uap panas akan terbuang sia-sia.

DAFTAR PUSTAKA

- Budi Astuti. (2007). Pembentukan dan Uji Massa Jenis Kaca Berasaskan. *Budi Astuti*.
- Damanik, W. S., Napitupulu, F. H., Nasution, A. H., & Ambarita, H. (2020). Energy analysis of double slope aktive solar still. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 725(1), 0–7. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/725/1/012007>
- 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>
- Dincer, I., & Cengel, Y. A. (2001). Energy, entropy and exergy concepts and their roles in thermal engineering. In *Entropy* (Vol. 3, Issue 3). <https://doi.org/10.3390/e3030116>
- Hamdani, D., & Subagio, L. (2016). *Analisis Eksergi Modul Pv Berdasarkan Spektrum Panjang Gelombang Cahaya Matahari*. V, SNF2016-ERE-7-SNF2016-ERE-12. <https://doi.org/10.21009/0305020602>
- Jamil, B., & Akhtar, N. (2017). Effect of specific height on the performance of a single slope solar still: An experimental study. *Desalination*, 414, 73–88. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2017.03.036>
- 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). *E-Proceeding of Engineering*, 3(2), 2047–2053.
- Kanoğlu, M., Kazim Işık, S., & Abuşoğlu, A. (2005). Performance characteristics of a Diesel engine power plant. *Energy Conversion and Management*, 46(11–12), 1692–1702. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2004.10.005>
- Khattak, G. D., Khawaja, E. E., Wenger, L. E., Thompson, D. J., Salim, M. A., Hallak, A. B., & Daous, M. A. (1996). Composition-dependent loss of phosphorus in the formation of transition-metal phosphate glasses. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 194(1–2), 1–12. [https://doi.org/10.1016/0022-3093\(95\)00470-X](https://doi.org/10.1016/0022-3093(95)00470-X)

- Manan, S. (2009). Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif yang Effisien, Handal dan Ramah Lingkungan di Indonesia. *Energi Matahari Sumber Energi Alternatif Yang Effisien, Handal Dan Ramah Lingkungan Di Indonesia*, 31–35. <http://eprints.undip.ac.id/1722>
- Saragi, J. F. H., & Damanik, W. S. (2020). Energy and Exergy Efficiency of Double Slope Passive Solar Still. *Journal of Mechanical Engineering Science and Technology*, 4(2), 82–90. <https://doi.org/10.17977/um016v4i22020p082>
- Sharshir, S. W., Elsheikh, A. H., Peng, G., Yang, N., El-Samadony, M. O. A., & Kabeel, A. E. (2017). Thermal performance and exergy analysis of solar stills – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73(January), 521–544. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.156>
- Siregar, C. A. (2018). Pengaruh Jarak Kaca Terhadap Efisiensi Alat Destilasi Air Laut yang Memanfaatkan Energi Matahari di Kota Medan. *Journal of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials and Energy*, 2(2), 51. <https://doi.org/10.31289/jmemme.v2i2.2115>
- Siregar, M. A., Damanik, W. S., & Lubis, S. (2021). Analisa Energi pada Alat Desalinasi Air Laut Tenaga Surya Model Lereng Tunggal. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 12(1), 193. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2021.012.01.21>
- Subbalakshmi, P., & Veeraiah, N. (2003). Optical absorption and fluorescence properties of Er³⁺ ion in MO-WO₃-P₂O₅ glasses. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 64(7), 1027–1035. [https://doi.org/10.1016/S0022-3697\(02\)00370-0](https://doi.org/10.1016/S0022-3697(02)00370-0)
- Tiwari, G. N., & Sahota, L. (2016). Review on the energy and economic efficiencies of passive and active solar distillation systems. *DES*, 1. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2016.08.023>

LAMPIRAN

Ketebalan kaca 4 mm pada hari pertama

Waktu	T _{go}	T _{Air/Tw}	T			T _{sky}	Intensitas	Angin	Appendix				
			T _{Ruangan} Eva/Tb	T _{Dalam} Kaca Eva	T _{Lingkungan} Ta				ew	eg	σ	ε _{eff}	q _g
08:00	28,53	29,05	27,64	28,62	28	22	145,78	3,09	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500
09:00	27,28	29,55	27,43	27,68	26,93	20,93	212,4	3,82	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500
10:00	32,48	37,16	38,58	31,64	29,12	23,12	382,4	3,67	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500
11:00	42,89	47,50	50,26	45,11	31,37	25,37	396,18	3,22	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500
12:00	50,56	53,55	56,17	51,36	32,44	26,44	421,6	3,47	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500
13:00	43,85	52,26	52,00	47,73	32,11	26,11	413,1	3,66	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500
14:00	41,69	57,95	58,45	49,17	31,09	25,09	351,8	3,27	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500
15:00	43,83	58,54	61,39	54,58	31,24	25,24	216,78	3,76	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500
16:00	31,86	48,89	44,14	40	30,18	24,18	187,67	3,69	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500
17:00	32,71	45,72	45,25	40,25	30,03	24,03	145,98	3,34	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500
	50,56	58,54	61,39	32,44	32,44	26,44	421,6	3,82					
		29,05					145,78						

R_g	d_g	d_w	d_b	A_s	L_g	K_g	L_{ins}	K_{ins}	h_b	h_w	h_{R-b-a}	C_w	M_w	Ab	L
					m	w/m K						J/Kg K	Kg		
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,753914	100,0000	17,442	4190,0000	50,0000	1,0000	2428180
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,7784535	100,0000	20,216	4190,0000	50,0000	1,0000	2428675
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,7739257	100,0000	19,646	4190,0000	50,0000	1,0000	2402523
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,7587851	100,0000	17,936	4190,0000	50,0000	1,0000	2375411
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,7675034	100,0000	18,886	4190,0000	50,0000	1,0000	2361839
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,7736154	100,0000	19,608	4190,0000	50,0000	1,0000	2371404
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,7605947	100,0000	18,126	4190,0000	50,0000	1,0000	2356634
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,7766706	100,0000	19,988	4190,0000	50,0000	1,0000	2349950
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,7745432	100,0000	19,722	4190,0000	50,0000	1,0000	2389574
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,7630715	100,0000	18,392	4190,0000	50,0000	1,0000	2386998

Koefisien bagian dalam

Koefisien bagian luar

P_w	P_{gl}	$h_{G,w-gl}$	$h_{E,w-gl}$	$h_{R,w-gl}$	$h_{T,w-gl}$	$U_{T,gl-a}$	$h_{C,80-a}$	$h_{R,80-a}$	$h_{T,80-a}$	T_{gl}	T_{80}	a_{eff}	U_c
3970,737	3875,492	0,719236	2,592453	5,586096	8,897785	163,551	12,07	69,70551	81,77551	28,09433	28,07176	0,131072	8,438689
4084,079	3674,275	1,17331	4,184223	5,573941	10,93147	231,4219	14,26	101,4509	115,7109	27,08981	27,04059	0,130745	10,4384
6198,184	4589,36	1,724156	8,177369	5,901276	15,8028	59,95524	13,81	16,16762	29,97762	31,03687	30,83871	0,138514	12,5064
10583,78	9381,481	1,389293	11,37303	6,613367	19,37569	43,72193	12,46	9,400964	21,86096	36,62136	36,21407	0,143203	13,42591
14248,9	12811,24	1,407179	15,03252	7,002887	23,44259	43,60085	13,21	8,590425	21,80043	40,12008	39,52594	0,14522	15,24559
13385,93	10706,3	1,763649	16,97684	6,845546	25,58604	46,3971	13,78	9,41855	23,19855	39,54481	38,93578	0,145489	16,49161
17568,57	11501,98	2,262644	25,44098	7,075657	34,77928	44,43965	12,61	9,609825	22,21982	43,09322	42,14817	0,14947	19,51022
18061,3	14972,43	1,771136	22,48144	7,271408	31,52398	46,48883	14,08	9,164415	23,24442	42,40357	41,48744	0,147798	18,78554
11343,33	7204,746	2,133723	16,16427	6,49965	24,79765	80,91525	13,87	26,58763	40,45763	34,65323	34,0509	0,139747	18,98073
9676,367	7299,866	1,796414	12,70061	6,409605	20,90663	63,44732	12,82	18,90366	31,72366	34,00088	33,56906	0,140387	15,72505

Ketebalan kaca 4 mm pada hari kedua

Waktu	Tgo	T.Air/T _w	T. Ruang		T. Dalam		T. Lingkungan	Tsky	Intensitas	Angin	Appendix		σ	ε _{eff}	q _g	R _g
			n Eval	Tb	Kaca	T _{gi}					an/	Ta				
08:00	27,25	28,90	31,02	28,57	25,56	19,56	121,76	4,35	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500		
09:00	29,32	30,12	31,71	29,76	25,21	19,21	168,51	4	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500		
10:00	33,65	35,22	32,94	32,78	30,21	24,21	219,67	4,19	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500		
11:00	49,67	44,18	47,28	43,98	31,38	25,38	357,45	5,31	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500		
12:00	53,25	52,44	55,85	50,76	32,19	26,19	377,31	5,48	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500		
13:00	43,18	52,57	56,93	46,90	31,12	25,12	389,14	5,66	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500		
14:00	41,09	57,86	47,16	47,33	31,37	25,37	327,98	4,78	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500		
15:00	43,89	61,48	42,95	55,50	30,72	24,72	298,32	4,45	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500		
16:00	31,97	48,72	36,29	41,85	28,19	22,19	229,41	4,2	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500		
17:00	26,65	30,01	27,11	28,16	26,12	20,12	205,78	4,07	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500		
	53,25	61,48	56,93	32,19	32,19	26,19	389,14									
		28,90					121,76									

d'_g	d'_w	d'_b	A_s	L_g	K_g	L_{ins}	K_{ins}	h_b	h_w	h_{b-a}	C_w	M_w	Ab	L	P_w
				m	w/m K						J/Kg K	Kg			
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,792742	100,0000	22,23	4190,0000	50,0000	1,0000	2420231,966	3937,28
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,783589	100,0000	20,9	4190,0000	50,0000	1,0000	2418611,467	4216,764
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,788686	100,0000	21,622	4190,0000	50,0000	1,0000	2415724,68	5583,786
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,813357	100,0000	25,878	4190,0000	50,0000	1,0000	2382294,817	8947,054
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,816457	100,0000	26,524	4190,0000	50,0000	1,0000	2362571,453	13503,54
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,81959	100,0000	27,208	4190,0000	50,0000	1,0000	2360102,437	13589,03
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,802696	100,0000	23,864	4190,0000	50,0000	1,0000	2382572,523	17494,44
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,795175	100,0000	22,61	4190,0000	50,0000	1,0000	2392339,381	20700,31
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,788945	100,0000	21,66	4190,0000	50,0000	1,0000	2407875,797	11247,95
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,785504	100,0000	21,166	4190,0000	50,0000	1,0000	2429428,234	4190,866

Koefisien bagian dalam

Koefisien bagian luar

P_{ij}	$h_{C_{i-wj}}$	$h_{E_{i-wj}}$	$h_{R_{i-wj}}$	$h_{T_{i-wj}}$	$U_{T_{i-wj}}$	$h_{C_{i-go}}$	$h_{R_{i-go}}$	$h_{T_{i-go}}$	T_{ij}	T_{go}	α_{eff}	U_r	U_b
3864,549	0,658249	2,360811	5,580544	8,599603	82,23243	15,9	25,26622	41,11622	25,93989	25,88802	0,133088	7,785428	1,761169
4132,528	0,680648	2,591688	5,647671	8,920007	57,15923	14,8	13,77962	28,57962	25,99393	25,91629	0,13501	7,715899	1,752334
4887,557	1,310089	6,083179	5,877888	13,27116	62,95361	15,4	16,1068	31,4768	31,21916	31,11018	0,136864	10,96057	1,757254
8855,967	0,599014	4,439435	6,475987	11,51444	54,44119	18,7	8,490597	27,2206	33,87203	33,63586	0,136868	9,504262	1,78106
12440,19	1,279884	13,18269	6,947808	21,41038	55,26609	19,2	8,393044	27,63304	38,07815	37,51247	0,141836	15,43196	1,784051
10269,92	1,89831	18,08311	6,829219	26,81064	58,07817	19,8	9,259086	29,03909	38,11235	37,40985	0,143572	18,34297	1,787072
10494,01	2,389217	25,84756	7,013682	35,25045	54,09602	17,1	9,908009	27,04801	41,99564	40,99441	0,147324	21,34286	1,770775
15645,58	2,067428	28,43774	7,400243	37,90541	50,32887	16,2	9,014433	25,16443	44,09508	42,91479	0,148995	21,62126	1,763517
7935,18	1,966387	15,43019	6,550862	23,94744	60,61772	15,4	14,90886	30,30886	34,13261	33,51219	0,142045	17,16592	1,757505
3775,841	1,171111	4,275311	5,600037	11,04646	166,8116	15	68,39582	83,40582	26,41656	26,34453	0,131547	10,36038	1,754183

U/s	d	-eAT	EXP-eAT	f(t)	T _w	T _b	Energi /h	M _{ew}	Efisiensi energi	Exergy Eva	Efisiensi Exergy
9,546597	0,0001	-0,21458	0,806877	0,001242	27,34304	28,4867	0,003313	0,004927	2,720581	0,01194975	0,121068403
9,468233	0,0001	-0,26532	0,766964	0,001248	27,04696	30,2832	0,002729	0,004062	1,619565	0,01193753	0,16756597
12,71783	0,0001	-0,22201	0,80244	0,001977	34,65171	35,3509	0,020881	0,031117	9,505532	0,18579992	0,218195282
11,28532	0,0001	-0,28556	0,75159	0,001924	39,23014	44,5046	0,023787	0,035946	6,654625	0,39677982	0,354957382
17,21601	0,0001	-0,33103	0,718182	0,002901	46,55157	52,7956	0,111702	0,170208	29,60497	3,58029523	0,374610976
20,13004	0,0001	-0,3357	0,714838	0,003257	47,53873	52,9519	0,170458	0,26001	43,80383	6,30555887	0,386448881
23,11363	0,0001	-0,28844	0,749432	0,003692	54,90701	57,9361	0,333727	0,504253	101,7523	17,6911553	0,325693615
23,38478	0,0001	-0,31232	0,731747	0,003641	56,24654	61,3908	0,34556	0,52	115,8353	20,7600853	0,296283469
18,92343	0,0001	-0,33021	0,71877	0,002702	43,3023	48,6841	0,14149	0,211541	61,67564	4,76860537	0,227972874
12,11456	0,0001	-0,30614	0,736283	0,00164	27,18055	30,1218	0,003266	0,00484	1,587289	0,00739115	0,204585561
RATA-RATA							0,115691	0,17469	37,47597	5,37195582	0,267738241
Total							1,156914	1,746904	374,7597	53,7195582	2,677382412

Ketebalan kaca 4 mm pada hari ketiga

Waktu	T _{go}	T _{Air/T_w}	T _{Ruangan}		T _{Dalam}		T _{sky}	Intensitas W/m ²	Angin m/s	Appendix ew	Appendix eg	α	ε _{eff}	q _g	R _g
			n Eval/ Tb	Tb	Kaca	T _{gri}									
08:00	33,18	35,06	31,02	30,96	29,71	23,71	205,78	3,35	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500	0,0500	
09:00	33,26	40,43	41,56	37,68	30,35	24,35	258,56	3,42	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500	0,0500	
10:00	35,98	44,91	44,76	43,44	30,95	24,95	328,43	3,33	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500	0,0500	
11:00	36,89	46,83	42,33	43,72	31,28	25,28	378,91	3,45	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500	0,0500	
12:00	35,97	49,26	44,80	42,43	31,85	25,85	404,67	3,63	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500	0,0500	
13:00	38,94	49,90	49,11	47,89	31,19	25,19	446,32	3,85	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500	0,0500	
14:00	38,92	50,24	46,87	45,96	30,75	24,75	487,12	3,82	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500	0,0500	
15:00	35,67	48,05	46,48	46,43	30,59	24,59	391,11	3,71	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500	0,0500	
16:00	35,92	43,28	43,66	42,37	30,16	24,16	378,22	3,61	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500	0,0500	
17:00	33,39	40,29	40,44	35,95	29,96	23,96	345,67	3,52	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500	0,0500	
	38,94	50,24	49,11	31,85	31,85	25,85	487,12								
		35,06					205,78								

d^i_s	d^i_w	d^i_b	A_s	L_g	K_g	Lins	K_{ins}	h_b	h_w	h_{Rb-a}	C_w	M_w	A_b	L	P_w
				m	w/mK						J/Kg K	Kg			
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,76342	100,0000	18,43	4190,0000	50,0000	1,0000	2420231,966	5535,594
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,76582	100,0000	18,696	4190,0000	50,0000	1,0000	2395573,779	7369,035
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,76272	100,0000	18,354	4190,0000	50,0000	1,0000	2388134,742	9286,527
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,76684	100,0000	18,81	4190,0000	50,0000	1,0000	2393781,494	10233,84
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,77268	100,0000	19,494	4190,0000	50,0000	1,0000	2388041,915	11553,38
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,77933	100,0000	20,33	4190,0000	50,0000	1,0000	2378064,753	11924,75
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,77845	100,0000	20,216	4190,0000	50,0000	1,0000	2383243,809	12126,25
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,77516	100,0000	19,788	4190,0000	50,0000	1,0000	2384146,932	10878,83
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,77205	100,0000	19,418	4190,0000	50,0000	1,0000	2390689,076	8543,535
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,76915	100,0000	19,076	4190,0000	50,0000	1,0000	2398183,195	7315,188

Koefisien bagian dalam

Koefisien bagian luar

P_{ij}	$h_{C,W-gi}$	$h_{E,W-gi}$	$h_{R,W-gi}$	$h_{T,W-gi}$	U_{T,g_i-a}	$h_{C,R-gi-a}$	$h_{R,R-gi-a}$	$h_{T,R-gi-a}$	T_{gi}	T_{go}	oeff	U_t	U_b
4419,229	1,551456	6,874314	5,821377	14,24715	57,58253	12,85	15,9412658	28,79127	30,90723	30,78787	0,138035	11,42128	1,732862
6372,65	1,396696	8,235004	6,17307	15,80477	62,01711	13,06	17,9485566	31,00856	32,55495	32,32	0,138259	12,595	1,735184
8614,083	1,165775	8,678033	6,481843	16,32565	51,71832	12,79	13,0691599	25,85916	34,52866	34,20493	0,140011	12,40867	1,732188
8738,771	1,507435	11,79256	6,549638	19,84964	51,12067	13,15	12,4103348	25,56033	35,88277	35,47078	0,141896	14,29791	1,73616
8177,182	1,969437	15,84226	6,585489	24,39719	56,78624	13,69	14,7031215	28,39312	37,31881	36,78039	0,142881	17,06536	1,741801
10792,26	1,333555	12,2269	6,775577	20,33603	50,18818	14,35	10,7440882	25,09409	36,88574	36,3844	0,142298	14,47203	1,748225
9794,594	1,708186	15,14342	6,725732	23,57734	49,47935	14,26	10,4796729	24,73967	37,35666	36,78264	0,143932	15,9683	1,747377
10029,79	1,227357	10,46761	6,671582	18,36655	53,77247	13,93	12,9562329	26,88623	35,29283	34,8521	0,140698	13,69044	1,744194
8151,85	0,98557	6,903206	6,399408	14,28818	51,49534	13,63	12,1176692	25,74767	33,28276	33,00138	0,138924	11,18479	1,741192
5808,378	1,619141	9,147889	6,117927	16,88496	58,9116	13,36	16,0957981	29,4558	32,4778	32,22159	0,139191	13,12355	1,738398

d^t_g	d^t_w	d^t_b	A_s	L_g m	K_g w/m K	Lins	K_{ins}	h_b	h_w	h_{Rb-a}	C_w J/Kg K	M_w Kg	Ab	L
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,792741935	100,0000	22,23	4190,0000	50,0000	1,0000	2412957,672
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,784414736	100,0000	21,014	4190,0000	50,0000	1,0000	2379843,47
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,788425257	100,0000	21,584	4190,0000	50,0000	1,0000	2371289,223
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,813170205	100,0000	25,84	4190,0000	50,0000	1,0000	2359645,648
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,816278661	100,0000	26,486	4190,0000	50,0000	1,0000	2353606,431
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,819419643	100,0000	27,17	4190,0000	50,0000	1,0000	2368508,286
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,802696211	100,0000	23,864	4190,0000	50,0000	1,0000	2374742,913
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,79493516	100,0000	22,572	4190,0000	50,0000	1,0000	2343545,794
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,788685729	100,0000	21,622	4190,0000	50,0000	1,0000	2390944,676
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,785232689	100,0000	21,128	4190,0000	50,0000	1,0000	2396342,326

Koefisien bagian dalam

Koefisien bagian luar

P_w	P_{gl}	h_{c_wgl}	h_{E_wgl}	h_{R_wgl}	h_{T_wgl}	$U_{T_{gl-a}}$	$h_{C_{gl-a}}$	$h_{R_{gl-a}}$	$h_{T_{gl-a}}$	T_{gl}	T_{go}	q_{eff}	U_r
6214,77496	4828,716	1,631534	7,913936	5,929113	15,47458	75,35379	15,85	21,8269	37,6769	31,00285	30,32656	0,136684	12,83815
14242,03241	8707,452	2,272425	20,69406	6,758182	29,72467	90,26863	14,89	30,24431	45,13431	36,63214	35,79166	0,140364	22,36129
23044,93235	9258,206	2,968549	35,08947	7,131181	45,1892	55,2757	15,34	12,29785	27,63785	46,20712	44,80071	0,14996	24,86306
25743,26582	12874,01	2,829352	39,95462	7,42916	50,21313	55,9536	18,7	9,2768	27,9768	48,68575	47,12497	0,151041	26,46409
22466,23082	13013,05	2,567109	34,07269	7,334132	43,97393	61,13285	19,21	11,35642	30,56642	46,05304	44,71778	0,148446	25,57639
17152,12541	10228,7	2,387793	25,33149	6,983712	34,703	78,63721	19,75	19,5686	39,3186	41,19643	40,22221	0,143114	24,07748
13146,99919	9295,984	2,015503	18,14751	6,745722	26,90873	66,81607	17,14	16,26803	33,40803	38,26803	37,60785	0,142221	19,18314
22971,89349	14242,03	2,483523	34,5217	7,41212	44,41734	52,37019	16,12	10,06509	26,18509	47,2481	45,9362	0,150388	24,03351
10552,02195	8283,474	1,736027	13,46372	6,536584	21,73633	124,4136	15,37	46,83679	62,20679	34,01572	33,53968	0,135659	18,50357
7747,739713	5134,903	1,957351	10,79429	6,084122	18,83576	300,7013	14,98	135,3706	150,3506	31,76978	31,53171	0,131397	17,72545

Ub	Uls	a	-eAT	EXP-eAT	f(t)	T _w	T _b	Energi /h	M _{ew}	Efisiensi energi	Exergy	Efisiensi Exergy
1,761169	14,59932	0,0001	-0,2146	0,806877	0,002186	37,106	36,702	0,0483	0,072055	25,76484	0,697455	0,186216579
1,753132	24,11442	0,0001	-0,2653	0,766964	0,003708	52,789	53,624	0,33435	0,505773	153,6182	14,41226	0,216153052
1,757003	26,62006	0,0001	-0,2201	0,802244	0,004203	64,801	63,831	0,65246	0,990534	243,7722	47,37508	0,265772287
1,78088	28,24497	0,0001	-0,2856	0,75159	0,004625	64,307	66,361	0,62414	0,952218	198,0071	45,11854	0,312925078
1,783878	27,36026	0,0001	-0,331	0,718182	0,004638	59,654	63,518	0,46343	0,708853	116,6928	27,66093	0,394195869
1,786908	25,86439	0,0001	-0,3357	0,714838	0,004451	54,671	57,686	0,34134	0,518822	83,11853	15,00608	0,407587237
1,770775	20,95391	0,0001	-0,2884	0,749432	0,003546	49,976	52,22	0,21248	0,322103	48,40215	7,783838	0,435812515
1,763285	25,7968	0,0001	-0,3123	0,731747	0,004316	60,003	64,062	0,44032	0,676385	119,6934	27,87364	0,365179644
1,757254	20,26082	0,0001	-0,3302	0,71877	0,003255	44,079	47,622	0,13549	0,204009	42,97953	3,243999	0,313039747
1,753921	19,47937	0,0001	-0,3061	0,736283	0,003081	40,029	41,623	0,08915	0,133932	29,84956	1,374145	0,296604531
RATA-RATA								0,33415	0,508468	106,1898	19,0546	0,319348654
Total								3,34145	5,084684	1061,898	190,546	3,193486539

Ketebalan kaca 4 mm pada hari kelima

Waktu	T _{go}	T _{Air/T_w}	T _{Ruangan}		T _{Dalam}		T _{sky}	Intensitas	Angin	Appendix				
			n Eval/ Tb	Eval/ Tb	Kaca	Lingkungan/ Ta				ew	eg	σ	e _{eff}	d _g
08:00	28,91	35,83	37,53	29,00	27,07	21,07	142,65	3,87	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500
09:00	32,18	38,41	41,24	33,29	28,58	22,58	196,11	3,91	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500
10:00	36,84	41,35	43,59	39,85	28,96	22,96	269,51	4,15	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500
11:00	37,69	43,50	42,69	41,69	29,31	23,31	357,19	4,76	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500
12:00	42,53	45,22	53,74	41,93	30,12	24,12	421,78	5,32	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500
13:00	46,21	46,97	58,51	45,23	30,69	24,69	411,89	5,76	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500
14:00	42,32	51,21	58,23	45,87	31,49	25,49	378,43	4,67	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500
15:00	38,51	51,98	57,57	45,59	31,72	25,72	309,16	4,32	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500
16:00	34,62	47,26	51,63	42,14	30,89	24,89	298,67	4,12	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500
17:00	32,59	40,89	39,00	33,74	30,21	24,21	286,43	4,01	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500
	46,21	51,98	58,51	31,72	31,72	25,72	421,78							
		35,83					142,65							

d'g	d'w	d'p	As	Lg	Kg	Lms	Kms	hb	hw	hR,b-a	Cw	Mw	Ab	L
m														
w/m K														
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,779911433	100,0000	20,406	4190,0000	50,0000	1,0000	2404975,944
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,781060068	100,0000	20,558	4190,0000	50,0000	1,0000	2396319,033
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,78763877	100,0000	21,47	4190,0000	50,0000	1,0000	2390851,727
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,802261248	100,0000	23,788	4190,0000	50,0000	1,0000	2392944,025
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,813543386	100,0000	25,916	4190,0000	50,0000	1,0000	2367406,382
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,82126752	100,0000	27,588	4190,0000	50,0000	1,0000	2356497,593
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,800271696	100,0000	23,446	4190,0000	50,0000	1,0000	2357135,789
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,791997008	100,0000	22,116	4190,0000	50,0000	1,0000	2358641,199
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,786844589	100,0000	21,356	4190,0000	50,0000	1,0000	2372255,568
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,783864907	100,0000	20,938	4190,0000	50,0000	1,0000	2401542,286

Koefisien bagian dalam

Koefisien bagian luar

P_w	P_{gi}	h_{c-w-gi}	h_{E-w-gi}	h_{R-w-gi}	h_{T-w-gi}	U_{T-gi-a}	h_{C-gi-a}	h_{R-gi-a}	h_{T-gi-a}	T_{Ei}	T_{Eo}	α_{eff}	U_i
5770,922	3959,557	1,83579	7,92275	5,78795	15,54649	76,90165	14,41	24,04082	38,45082	28,61641	28,41718	0,136589	12,93212
6624,855	5026,398	1,692472	8,598452	5,985108	16,27603	59,88432	14,53	15,41216	29,94216	30,80305	30,57348	0,138751	12,79772
7731,626	7148,197	1,150112	7,279541	6,265129	14,69478	51,38286	15,25	10,44143	25,69143	31,90911	31,6439	0,139158	11,42686
8640,67	7869,537	1,238167	8,584153	6,385476	16,2078	54,62612	17,08	10,23306	27,31306	32,7964	32,46497	0,139452	12,49922
9434,068	7968,181	1,520418	11,0239	6,445267	18,98958	55,71794	18,76	9,09897	27,85897	34,22638	33,82896	0,140649	14,1627
10306,12	9438,861	1,247902	10,12152	6,600594	17,97001	57,53136	20,08	8,685682	28,76568	34,82392	34,41211	0,139874	13,69299
12717,58	9750,111	1,845272	16,68679	6,753584	25,28565	52,7888	16,81	9,584398	26,3944	38,10687	37,49705	0,143969	17,09649
13204,77	9612,85	1,963327	17,95917	6,769234	26,69173	54,34354	15,76	11,41177	27,17177	38,57454	37,92597	0,144237	17,8999
10457,25	8055,383	1,775071	13,55069	6,514472	21,84023	61,18397	15,16	15,43199	30,59199	35,36714	34,89581	0,141091	16,09497
7548,419	5151,778	1,906323	10,39827	6,071071	18,37567	70,77323	14,83	20,55662	35,38662	32,56401	32,28201	0,138389	14,58801

U _b	U _{is}	α	-eΔT	EXP'-eΔT	f(t)	T _w	T _b	Energi /h	M _{ew}	Efisiensi energi	Exergy	Efisiensi Exergy
1,748785	14,68091	0,0001	-0,2146	0,806877	0,002	35,358	35,316	0,05341	0,07995	37,44152	0,85896	0,141791881
1,749893	14,54762	0,0001	-0,2653	0,766964	0,0021	36,145	38,613	0,045933	0,069005	23,42197	0,732352	0,194864484
1,756243	13,1831	0,0001	-0,2201	0,80244	0,002	39,648	41,598	0,056336	0,084827	20,90307	1,241148	0,267775553
1,770355	14,26958	0,0001	-0,2856	0,75159	0,0022	39,691	43,76	0,059181	0,089033	16,56849	1,324493	0,354863502
1,78124	15,94394	0,0001	-0,331	0,718182	0,0026	40,369	45,697	0,06772	0,102978	16,05575	1,564353	0,418956886
1,788691	15,48168	0,0001	-0,3357	0,714838	0,0025	41,352	47,496	0,066078	0,100946	16,04258	1,569061	0,40908091
1,768435	18,86492	0,0001	-0,2884	0,749432	0,0031	48,06	51,644	0,166077	0,253646	43,88592	6,07811	0,375781831
1,76045	19,66035	0,0001	-0,3123	0,731747	0,0032	47,899	52,326	0,167452	0,255582	54,16352	6,086497	0,306980766
1,755477	17,85045	0,0001	-0,3302	0,71877	0,0028	42,655	47,574	0,098761	0,149873	33,0668	2,566242	0,296619796
1,752601	16,34061	0,0001	-0,3061	0,736283	0,0025	38,001	41,083	0,056531	0,084743	19,73657	0,928699	0,2845071
RATA-RATA								0,083748	0,127059	28,12862	2,294991	0,305122271
Total								0,837479	1,270585	281,2862	22,94991	3,051222709

Ketebalan kaca 4 mm pada hari keenam

Waktu	T _{go}	T _{Air/T_w}	T _{Ruangan}		T _{Dalam}		T _{sky}	Intensitas	Angin	Appendix				
			n Eval/ Tb	Kaca	Lingkung	Tau/ Ta				W/m ²	m/s	ew	eg	σ
08:00	29,15	33,17	35,34	31,27	27,12	21,12	188,98	3,98	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500
09:00	35,73	37,82	40,75	36,88	28,41	22,41	276,45	3,65	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500
10:00	38,32	43,45	45,32	41,85	28,87	22,87	298,34	3,41	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500
11:00	43,58	48,50	50,38	46,53	30,33	24,33	315,66	4,56	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500
12:00	52,42	53,71	56,27	52,32	30,91	24,91	369,79	4,87	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500
13:00	42,57	53,58	54,58	46,24	30,25	24,25	399,13	5,13	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500
14:00	42,73	54,89	53,81	48,42	30,59	24,59	428,67	4,98	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500
15:00	45,32	61,83	63,26	53,48	30,02	24,02	405,21	4,21	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500
16:00	32,84	46,97	46,83	40,73	29,51	23,51	387,98	3,87	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500
17:00	29,89	45,22	40,28	36,66	28,11	22,11	321,19	3,56	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500	0,0500
	52,42	61,83	63,26	30,91	30,91	24,91	428,67							
		33,17					188,98							

d^i	d^w	d^b	A_s	L_g	K_g	L_{ins}	K_{ins}	h_b	h_w	$h_{R,b-a}$	C_w	M_w	Ab	L	P_w
				m	w/m K						J/Kg K	Kg			
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,783033	100,0000	20,824	4190,0000	50,0000	1,0000	2410099,5	4993,421
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,773304	100,0000	19,57	4190,0000	50,0000	1,0000	2397460,7	6420,353
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,765484	100,0000	18,658	4190,0000	50,0000	1,0000	2386835,5	8618,509
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,797766	100,0000	23,028	4190,0000	50,0000	1,0000	2375134,8	11125,56
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,804622	100,0000	24,206	4190,0000	50,0000	1,0000	2361610,8	14359,25
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,809914	100,0000	25,194	4190,0000	50,0000	1,0000	2365479,8	14269,54
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,806909	100,0000	24,624	4190,0000	50,0000	1,0000	2367245,7	15196,37
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,789204	100,0000	21,698	4190,0000	50,0000	1,0000	2345714,7	21035,78
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,779911	100,0000	20,406	4190,0000	50,0000	1,0000	2383336,4	10306,12
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,77045	100,0000	19,228	4190,0000	50,0000	1,0000	2398556,2	9434,068

Koefisien bagian dalam

Koefisien bagian luar

P_{gl}	$h_{c,w-gl}$	$h_{E,w-gl}$	$h_{R,w-gl}$	$h_{T,w-gl}$	$U_{T,gl-a}$	$h_{C,go-a}$	$h_{R,go-a}$	$h_{T,go-a}$	T_{gl}	T_{go}	α_{eff}	U_t	U_b
4496,086	1,196079	5,094741	5,776204	12,06702	74,18314	14,74	22,35157	37,09157	28,07051	27,95184	0,135244	10,37876	1,751798
6105,992	0,967814	5,266974	6,072333	12,30712	48,89577	13,75	10,69788	24,44788	30,51679	30,33571	0,138158	9,832316	1,742406
7935,18	1,188598	8,260618	6,388803	15,83802	45,57922	13,03	9,759611	22,78961	32,86056	32,53897	0,140861	11,75378	1,734856
10080,47	1,312564	11,33115	6,688805	19,33252	50,89357	16,48	8,966784	25,44678	35,54552	35,08057	0,141663	14,01047	1,766017
13425,04	1,213859	13,27606	7,03905	21,52897	51,36094	17,41	8,270472	25,68047	37,88525	37,25823	0,142612	15,17011	1,772633
9934,124	2,07326	19,92765	6,84069	28,8416	54,63629	18,19	9,128143	27,31814	38,53762	37,74964	0,144989	18,87683	1,777738
11081,34	2,011884	20,82282	6,951984	29,78669	53,86953	17,74	9,194765	26,93477	39,48567	38,65063	0,145493	19,18082	1,774839
14200,86	2,298706	30,61948	7,345035	40,26322	48,16871	15,43	8,654353	24,08435	44,72081	43,47449	0,150221	21,9313	1,757754
7485,594	1,88722	13,88146	6,46253	22,23121	61,46369	14,41	16,32185	30,73185	34,36795	33,85444	0,141218	16,32611	1,748785
6034,403	2,064061	13,3399	6,286661	21,69062	76,78503	13,48	24,91251	38,39251	32,03364	31,52881	0,139071	16,91296	1,739651

U _{LS}	a	-eΔT	EXP-eΔT	f(t)	T _w	T _b	Energi /h	M _{ew}	Efisiensi energi	Exergy	Efisiensi Exergy
12,13056	0,0001	-0,21458	0,806877	0,001692	33,35654958	32,73746	0,026931	0,040227	14,2567	0,317975	0,187841081
11,57472	0,0001	-0,26532	0,766964	0,001752	38,08835898	38,09225	0,039879	0,059882	14,42549	0,762712	0,274704679
13,48863	0,0001	-0,2201	0,80244	0,002059	43,71697319	43,72046	0,089681	0,135263	30,05988	2,704681	0,296425983
15,77649	0,0001	-0,28556	0,75159	0,002497	48,78126944	48,76529	0,149976	0,227319	47,51195	5,609915	0,313532452
16,94274	0,0001	-0,33103	0,718182	0,002751	54,04596739	54,04218	0,214551	0,327057	58,01958	10,08333	0,367249954
20,65457	0,0001	-0,3357	0,714838	0,003259	53,91140499	53,90857	0,306363	0,466251	76,75778	15,27465	0,396446959
20,95566	0,0001	-0,28844	0,749432	0,003358	55,20768117	55,20927	0,327377	0,497859	76,3703	17,0621	0,425755997
23,68906	0,0001	-0,31232	0,731747	0,003685	62,17360581	62,18461	0,534396	0,820144	131,8812	38,23225	0,402506799
18,0749	0,0001	-0,33021	0,71877	0,002808	47,27250775	47,27678	0,179134	0,27058	46,17095	6,431739	0,385435713
18,65261	0,0001	-0,30614	0,736283	0,002716	45,38654318	45,39029	0,178126	0,26735	55,45826	6,03109	0,319183633
RATA-RATA							0,204641	0,311193	55,09061	10,25104	0,336908325
Total							2,046414	3,111934	550,9061	102,5104	3,36908325

Ketebalan kaca 5 mm pada hari pertama

Waktu	T _{go}	T _{Air/Tw}	T _{Ruangan}		T _{Dalam Kaca}		T _{Impukungan/}		T _{sky}	Intensitas	Angin	Appendix	d _r	d _w
			T _{va}	T _b	T _{va}	T _{gr}	T _a	T _b						
Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	W/m ²	m/s	mm	d _r	d _w
08:00	28,04	29,00	29,27	28,18	28,01	26,93	28	22	145,78	3,09	0,9500	0,0475	0,0500	
09:00	28,13	29,35	29,50	28,01	28,06	29,12	29,12	20,93	212,4	3,82	0,9500	0,0475	0,0500	
10:00	32,13	36,15	38,22	34,06	34,06	31,37	25,37	23,12	382,4	3,67	0,9500	0,0475	0,0500	
11:00	36,08	44,50	50,45	43,35	43,35	32,44	26,44	25,37	396,18	3,22	0,9500	0,0475	0,0500	
12:00	42,50	46,00	52,00	40,00	40,00	32,11	26,11	26,44	421,6	3,47	0,9500	0,0475	0,0500	
13:00	33,19	41,00	44,13	38,25	38,25	31,09	25,09	26,11	413,1	3,66	0,9500	0,0475	0,0500	
14:00	32,46	35,54	36,05	33,54	33,54	31,24	25,24	25,24	351,8	3,27	0,9500	0,0475	0,0500	
15:00	33,54	37,03	39,21	33,11	33,11	30,18	24,18	24,18	216,78	3,76	0,9500	0,0475	0,0500	
16:00	33,41	39,41	40,65	35,17	35,17	30,03	24,03	24,18	187,67	3,69	0,9500	0,0475	0,0500	
17:00	30,59	40,56	42,31	35,17	35,17	32,44	26,44	24,03	145,98	3,34	0,9500	0,0475	0,0500	
	42,50	46,00	52,00	46,00	46,00	32,44	26,44	26,44	421,6	3,82				
		29,00							145,78					

															Koeffis	
α^b	As	L^g	K^g	Lins	Kins	h^b	h^w	h^{R-b-a}	C^w	M^w	Ab	L	P^w	P^{gr}		
		m	w/mK						J/KgK	Kg						
0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,75391	100,0000	17,442	4190,0000	50,0000	1,0000	2424345,23	3959,557	3780,126		
0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,75391	100,0000	17,442	4190,0000	50,0000	1,0000	2423804,37	4038,404	3743,839		
0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,77845	100,0000	20,216	4190,0000	50,0000	1,0000	2403363,66	5871,281	5242,605		
0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,77393	100,0000	19,646	4190,0000	50,0000	1,0000	2374973,4	9094,501	8574,337		
0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,75879	100,0000	17,936	4190,0000	50,0000	1,0000	2371404,24	9814,421	7204,746		
0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,7675	100,0000	18,886	4190,0000	50,0000	1,0000	2389597,31	7591,879	6568,839		
0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,77362	100,0000	19,608	4190,0000	50,0000	1,0000	2408437,41	5681,278	5095,717		
0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,76059	100,0000	18,126	4190,0000	50,0000	1,0000	2401052,14	6155,229	4977,004		
0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,77667	100,0000	19,988	4190,0000	50,0000	1,0000	2397693,71	6984,565	5568,686		
0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,77454	100,0000	19,722	4190,0000	50,0000	1,0000	2393828,03	7419,347	5568,686		

ien bagian dalam

koefisien bagian luar

$h_{c,w-g}$	$h_{E,w-g}$	$h_{S,w-g}$	$h_{T,w-g}$	$U_{T,g-a}$	$h_{C,g-a}$	$h_{R,g-a}$	$h_{T,g-a}$	T_{gl}	T_{go}	a_{eff}	U_{+}	U_{b}
0,89117	3,173301	5,572511	9,636982	1728,48956	12,07	852,1748	864,2448	28,0095	28	0,1289	9,58355026	1,723682
1,050105	3,756449	5,577519	10,38407	95,9119485	14,26	33,69597	47,95597	27,2613	27,21	0,1333	9,36965137	1,723682
1,250236	6,119843	5,941561	13,31164	62,3042248	13,81	17,34211	31,15211	30,5978	30,44	0,137	10,9682197	1,747377
1,072473	7,893978	6,466515	15,43297	52,0935305	12,46	13,58677	26,04677	34,6495	34,35	0,1395	11,9058105	1,743006
1,853199	13,11671	6,410616	21,38052	46,219436	13,21	9,899718	23,10972	37,025	36,65	0,1436	14,6182892	1,728386
1,400842	8,480405	6,206959	16,0882	105,058242	13,78	38,74912	52,52912	33,4526	33,23	0,1349	13,951697	1,736805
1,228877	5,85488	5,908929	12,99269	88,2666985	12,61	31,52335	44,13335	31,826	31,72	0,1347	11,3255822	1,742706
1,542226	7,543411	5,939709	15,02538	70,7134937	14,08	21,27675	35,35675	32,3748	32,24	0,1369	12,392245	1,730134
1,599959	8,69434	6,069081	16,36338	61,2394551	13,87	16,74973	30,61973	32,2411	32,02	0,1386	12,9129883	1,745656
1,738734	9,714906	6,103058	17,5567	160,933801	12,82	67,6469	80,4669	31,1046	30,85	0,1333	15,829784	1,743602

Uls	a	-eΔT	EXP-eΔT	f(t)	T _w	T _b	Energi /h	M _{ew}	Efisiensi energi	Exergy Eva	Efisiensi Exergy
11,30723	0,0001	-0,21458	0,806877	0,001601	28,58633	28,61475	0,00183	0,002718	1,255576	0,0018094	0,144872924
11,09333	0,0001	-0,26532	0,766964	0,001561	27,44656	29,51958	0,000696	0,001033	0,327602	0,0009821	0,211128904
12,7156	0,0001	-0,22201	0,80244	0,002017	35,52727	36,47753	0,030168	0,045188	7,889019	0,3879592	0,379925447
13,64882	0,0001	-0,28556	0,75159	0,002307	40,67185	44,91737	0,04754	0,072062	11,99966	0,9612003	0,393418185
16,34668	0,0001	-0,33103	0,718182	0,00282	41,67991	46,44289	0,061057	0,09269	14,48223	1,3501066	0,418560732
15,6885	0,0001	-0,3357	0,714838	0,002671	37,4752	41,37532	0,034114	0,051393	8,257961	0,3704342	0,410152302
13,06829	0,0001	-0,28844	0,749432	0,002166	33,40715	35,82326	0,009257	0,013837	2,631439	0,046221	0,349369453
14,12238	0,0001	-0,31232	0,731747	0,002248	34,04624	37,24316	0,012609	0,018905	5,816287	0,0811065	0,215275065
14,65864	0,0001	-0,33021	0,71877	0,002236	35,18183	39,57274	0,025568	0,038388	13,62369	0,2941912	0,18641136
17,57339	0,0001	-0,30614	0,736283	0,002612	37,96336	40,70615	0,066632	0,100206	45,64472	0,9731374	0,145005827
RATA-RATA							0,028947	0,043642	11,19282	0,4467148	0,28541202
Total							0,28947	0,436421	111,9282	4,4671479	2,8541202

Ketebalan kaca 5 mm pada hari kedua

Waktu	Tgo	T Air/Tw	T Ruang		T Dalam		T Lingkungan	Tsky	Intensitas	Angin	Appendix							
			Evap	Tb	Kaca	Tgi					Evap	Tgi	W/m ²	m/s	cw	eg	σ	eff
08:00	29,03	30,00	31,19	29,07	25,56	19,56	121,76	4,35	0,9500	0,9400	0,0000	0,8957	0,0500	0,0500				
09:00	34,21	31,75	36,19	31,63	25,21	19,21	168,51	4	0,9500	0,9400	0,0000	0,8957	0,0500	0,0500				
10:00	38,24	40,18	41,11	39,17	30,21	24,21	219,67	4,19	0,9500	0,9400	0,0000	0,8957	0,0500	0,0500				
11:00	41,13	46,30	44,24	45,06	31,38	25,38	357,45	5,31	0,9500	0,9400	0,0000	0,8957	0,0500	0,0500				
12:00	38,55	49,30	44,00	47,19	32,19	26,19	377,31	5,48	0,9500	0,9400	0,0000	0,8957	0,0500	0,0500				
13:00	34,47	45,45	41,15	44,39	31,12	25,12	389,14	5,66	0,9500	0,9400	0,0000	0,8957	0,0500	0,0500				
14:00	32,39	45,50	41,19	44,31	31,37	25,37	327,98	4,78	0,9500	0,9400	0,0000	0,8957	0,0500	0,0500				
15:00	34,50	40,00	43,00	39,00	30,72	24,72	298,32	4,45	0,9500	0,9400	0,0000	0,8957	0,0500	0,0500				
16:00	32,15	36,55	39,06	35,47	28,19	22,19	229,41	4,2	0,9500	0,9400	0,0000	0,8957	0,0500	0,0500				
17:00	29,21	32,53	33,25	31,76	26,12	20,12	205,78	4,07	0,9500	0,9400	0,0000	0,8957	0,0500	0,0500				
	41,13	49,30	44,24	49,30	32,19	26,19	389,14	5,66										
							121,76											
							30,00											

α/g	α/w	α/b	As	L/g	K/g	Lms	Kms	hb	hw	hrb-a	C_w	A/w	Ab	L	P_w
				m	w m K					J Kg K		Kg			
0.0475	0.0500	0.0800	1.0000	0.0030	0.7800	0.0200	0.0390	1.7927	100,0000	22.23	4190,0000	50,0000	1.0000	2419832.64	4188.518
0.0475	0.0500	0.0800	1.0000	0.0030	0.7800	0.0200	0.0390	1.7836	100,0000	20.9	4190,0000	50,0000	1.0000	2408109.79	4617.417
0.0475	0.0500	0.0800	1.0000	0.0030	0.7800	0.0200	0.0390	1.7887	100,0000	21.622	4190,0000	50,0000	1.0000	2396621.86	7273.122
0.0475	0.0500	0.0800	1.0000	0.0030	0.7800	0.0200	0.0390	1.8134	100,0000	25.878	4190,0000	50,0000	1.0000	2389341.87	9964.249
0.0475	0.0500	0.0800	1.0000	0.0030	0.7800	0.0200	0.0390	1.8165	100,0000	26.524	4190,0000	50,0000	1.0000	2389899.23	11576.29
0.0475	0.0500	0.0800	1.0000	0.0030	0.7800	0.0200	0.0390	1.8196	100,0000	27.208	4190,0000	50,0000	1.0000	2396528.68	9544.857
0.0475	0.0500	0.0800	1.0000	0.0030	0.7800	0.0200	0.0390	1.8027	100,0000	23.864	4190,0000	50,0000	1.0000	2396435.5	9569.092
0.0475	0.0500	0.0800	1.0000	0.0030	0.7800	0.0200	0.0390	1.7952	100,0000	22.61	4190,0000	50,0000	1.0000	2392223.12	7204.746
0.0475	0.0500	0.0800	1.0000	0.0030	0.7800	0.0200	0.0390	1.7889	100,0000	21.66	4190,0000	50,0000	1.0000	2401402.23	5998.887
0.0475	0.0500	0.0800	1.0000	0.0030	0.7800	0.0200	0.0390	1.7855	100,0000	21.166	4190,0000	50,0000	1.0000	2414997.52	4820.74

CLS	Q	QAT	EV-QAT	PH	PH	PH	Energy	M _{eq}	Efficiency	Energy	Efficiency
10.0000	0.0000	-0.215	0.806877	0.00133	28.57436	28.567	0.00807	0.012	6.62679	0.04979	0.121088463
8.796927	0.0000	-0.265	0.7969264	0.00116	28.03112	31.064	0.00343	0.00513	2.03529	0.02229	0.16786597
12.59451	0.0000	-0.22	0.80244	0.00192	38.45799	40.567	0.01679	0.05527	16.75	0.62199	0.218195282
16.61065	0.0000	-0.286	0.78159	0.00243	42.59555	46.533	0.065586	0.09922	18.4237	1.53825	0.354973582
16.61065	0.0000	-0.531	0.718782	0.00286	44.17404	49.501	0.09117	0.13733	24.1626	2.3795	0.374610978
14.42701	0.0000	-0.526	0.714538	0.00243	29.92012	45.678	0.04895	0.07384	12.8799	0.91163	0.386448881
15.52431	0.0000	-0.288	0.749432	0.00258	42.16727	45.658	0.07812	0.11285	22.9046	1.52334	0.325993615
12.61065	0.0000	-0.312	0.731747	0.00208	35.62046	40.291	0.01865	0.02806	6.25051	0.20319	0.296285469
11.81409	0.0000	-0.33	0.71877	0.00174	31.62015	36.777	0.00961	0.01441	4.18896	0.07897	0.227972874
10.61409	0.0000	-0.296	0.756283	0.00147	28.49681	32.705	0.00502	0.00748	2.43738	0.02848	0.204555861
RATA-RATA							0.03627	0.05453	11.636	0.75574	0.26735241
Total							0.36266	0.54529	116.36	7.35743	2.677382412

Ketebalan kaca 5 mm pada hari ketiga

Waktu	Tgo	T. Air/T _w	T. Ruang		T. Dalam		T. Lingkungan	Tsky	Intensitas	Angin	Appendix		
			n Eval	Tb	Kaca Eval	T _{gi}					an/Ta	ew	eg
08:00	30,00	33,00	33,00	31,00	29,71	23,71	205,78	3,35	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500
09:00	31,00	33,00	33,00	32,00	30,35	24,35	258,56	3,42	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500
10:00	32,00	34,50	34,00	33,00	30,95	24,95	328,43	3,33	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500
11:00	34,50	37,50	40,50	36,50	31,28	25,28	378,91	3,45	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500
12:00	36,00	43,21	46,50	41,50	31,85	25,85	404,67	3,63	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500
13:00	35,50	46,70	53,00	45,50	31,19	25,19	446,32	3,85	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500
14:00	35,00	43,50	50,00	42,50	30,75	24,75	487,12	3,82	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500
15:00	38,00	43,50	49,00	43,00	30,59	24,59	391,11	3,71	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500
16:00	38,00	43,50	48,50	42,00	30,16	24,16	378,22	3,61	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500
17:00	34,00	40,80	44,50	39,42	29,69	23,69	345,67	3,52	0,9500	0,9400	0,0000	0,895687	0,0500
	38,00	46,70	53,00	46,70	31,85	25,85	487,12	3,85					
		33,00					205,78						

R_g	a'_g	a'_w	a'_b	A_s	L_g m	K_g w/mK	L_{ins}	K_{ins}	h_b	h_w	$h_{R,b-a}$	C_w J/Kg K	M_w Kg	Ab	L
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,76342	100,0000	18,43	4190,0000	50,0000	1,0000	2415583,9
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,76582	100,0000	18,696	4190,0000	50,0000	1,0000	2415583,9
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,76272	100,0000	18,354	4190,0000	50,0000	1,0000	2413239
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,76684	100,0000	18,81	4190,0000	50,0000	1,0000	2398043,3
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,77268	100,0000	19,494	4190,0000	50,0000	1,0000	2384100,6
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,77933	100,0000	20,33	4190,0000	50,0000	1,0000	2369105,5
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,77845	100,0000	20,216	4190,0000	50,0000	1,0000	2376011
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,77516	100,0000	19,798	4190,0000	50,0000	1,0000	2378318,8
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,77205	100,0000	19,418	4190,0000	50,0000	1,0000	2379473,7
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,76915	100,0000	19,076	4190,0000	50,0000	1,0000	2388738,2

Koefisien bagian dalam

Koefisien bagian luar

P_w	P_{gi}	$h_{c,w-gi}$	$h_{E,w-gi}$	$h_{R,w-gi}$	$h_{T,w-gi}$	$U_{T,gi-a}$	$h_{C,gi-a}$	$h_{R,gi-a}$	$h_{T,gi-a}$	T_{ai}	T_{ao}	a_{eff}	U_i
4947,0291	4429,081	1,215632	5,12302	5,763729	12,10238	275,0648	12,85	124,6824	137,532	29,8827	29,823	0,13062	11,592
4947,0291	4681,745	0,966654	4,173009	5,792075	10,93174	144,7117	13,06	59,29584	72,3558	30,615	30,557	0,13195	10,164
5369,7934	4947,029	1,112526	5,10252	5,863483	12,07853	104,0338	12,79	39,2269	52,0169	31,4536	31,37	0,13356	10,822
6311,7756	5982,804	0,986323	5,280142	6,051814	12,31828	60,23371	13,15	16,96686	30,1169	32,5841	32,449	0,13668	10,227
8512,8306	7792,205	1,213237	8,320064	6,370913	15,90421	56,66459	13,69	14,6423	28,3323	34,6045	34,334	0,13902	12,419
10167,133	9569,092	1,102323	8,93977	6,600568	16,64266	57,17857	14,35	14,23929	28,5893	34,9738	34,599	0,13931	12,891
8640,6698	8206,822	1,018096	7,187759	6,410054	14,61591	57,09923	14,26	14,28961	28,5496	33,6712	33,382	0,13828	11,637
8640,6698	8421,296	0,809113	5,776863	6,425268	13,01124	49,61238	13,93	10,87619	24,8062	33,569	33,309	0,13847	10,308
8640,6698	7997,156	1,163931	8,125711	6,394872	15,68451	48,43431	13,63	10,58716	24,2172	33,7034	33,401	0,14023	11,848
7513,0234	6988,247	1,115624	6,903687	6,235801	14,25511	54,77827	13,36	14,02914	27,3891	32,222	31,981	0,13842	11,311

U _b	U _{is}	q	-eAT	EXP-eAT	f(t)	T _w	T _b	Energi /h	M _{sw}	Efisiensi energi	Eergy	Efisiensi Eergy
1,7329	13,3252	0,0001	-0,2146	0,8069	0,00202	33,165	32,5899	0,016816	0,025062	8,17193	0,100006	0,204421395
1,7352	11,8991	0,0001	-0,2653	0,767	0,00189	31,275	33,2025	0,0022756	0,004107	1,06584	0,005396	0,256816156
1,7322	12,5543	0,0001	-0,2201	0,8024	0,00206	34,354	34,7506	0,014798	0,022076	4,50579	0,094404	0,326171131
1,7362	11,963	0,0001	-0,2856	0,7516	0,00203	34,552	37,8483	0,010392	0,015601	2,74268	0,077533	0,3762276154
1,7418	14,1604	0,0001	-0,331	0,7182	0,00242	38,453	43,5827	0,032024	0,048356	7,9135	0,48368	0,401805836
1,7482	14,6389	0,0001	-0,3357	0,7148	0,00248	40,955	47,1575	0,053472	0,081255	11,9808	1,163318	0,443226506
1,7474	13,3845	0,0001	-0,2884	0,7494	0,00229	39,75	43,9969	0,04369	0,066197	8,96911	0,839444	0,483791347
1,7442	12,0521	0,0001	-0,3123	0,7317	0,00202	38,072	43,9049	0,026011	0,039373	6,65069	0,440088	0,388451321
1,7412	13,589	0,0001	-0,3302	0,7188	0,00221	38,041	43,8858	0,035243	0,053321	9,31825	0,651194	0,375685086
1,7384	13,0499	0,0001	-0,3061	0,7363	0,00208	36,484	41,1373	0,029422	0,044342	8,51172	0,445912	0,343389346
RATA- RATA								0,026463	0,039969	6,98302	0,430097	0,360003428
Total								0,264626	0,399689	69,8302	4,300974	3,600034279

Ketebalan kaca 5 mm pada hari keempal

Waktu	T _{go}	T _{Air/T_w}	T _{Ruangan}	T _{Dalam}	T _{Kaca Eval/}	T _{Lingkungan}	T _{sky}	Intensitas	Angin	Appendix	σ	ϵ_{eff}	α_g
Jam	(^o C)	(^o C)	(^o C)	(^o C)	(^o C)	(^o C)	(^o C)	W/m ²	m/s	ew	eg		
08:00	35,15	38,77	37,23	36,21	29,64	23,64	187,45	4,35	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500
09:00	36,93	41,86	39,65	40,89	30,95	24,95	217,65	4,03	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500
10:00	39,81	44,67	44,77	43,51	31,57	25,57	267,65	4,18	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500
11:00	40,64	45,97	49,31	44,97	32,62	26,62	315,21	5,3	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500
12:00	40,50	47,07	51,52	44,00	33,36	27,36	397,14	5,47	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500
13:00	33,98	47,12	56,02	42,39	33,38	27,38	410,67	5,65	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500
14:00	38,47	48,50	56,28	47,00	32,47	26,47	438,98	4,78	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500
15:00	37,06	49,53	59,16	46,59	32,91	26,91	367,87	4,44	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500
16:00	35,12	47,50	50,96	42,00	31,55	25,55	315,25	4,19	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500
17:00	32,51	44,42	45,21	38,45	31,12	25,12	298,67	4,06	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500
	40,64	49,53	59,16	49,53	33,38	27,38	438,98	5,65					
		38,77					187,45						

R _g	d _g	d _w	d _b	A _s	L _g m	K _g w/m K	L _{ins}	K _{ins}	h _b	h _w	h _{Rb-a}	C _w J/Kg K	M _w Kg	Ab	L
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,792742	100,0000	22,23	4190,0000	50,0000	1,0000	2405677,2
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,784415	100,0000	21,014	4190,0000	50,0000	1,0000	2400025,5
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,788425	100,0000	21,584	4190,0000	50,0000	1,0000	2388111,5
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,81317	100,0000	25,84	4190,0000	50,0000	1,0000	2377603
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,816279	100,0000	26,486	4190,0000	50,0000	1,0000	2372508,7
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,81942	100,0000	27,17	4190,0000	50,0000	1,0000	2362182,5
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,802696	100,0000	23,864	4190,0000	50,0000	1,0000	2361587,9
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,794935	100,0000	22,572	4190,0000	50,0000	1,0000	2355017,1
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,788686	100,0000	21,622	4190,0000	50,0000	1,0000	2373798,2
0,0500	0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,785233	100,0000	21,128	4190,0000	50,0000	1,0000	2387090,7

Koefisien bagian dalam

Koefisien bagian luar

P_w	P_{gi}	h_{C_w-gi}	h_{E_w-gi}	h_{R_w-gi}	h_{T_w-gi}	$U_{T_{gi}-a}$	$h_{C_{gi}-a}$	$h_{R_{gi}-a}$	$h_{T_{gi}-a}$	T_{gi}	T_{go}	α_{eff}	U_i
6752,43	5890,3	1,353	7,415	6,080644	14,84866	56,33801	15,85	12,31901	28,16901	31,66948	31,4711	0,138499	11,75141
7939,3	7548,4	0,99862	6,5485	6,311672	13,85878	53,77323	14,89	11,99662	26,88662	33,33848	33,11463	0,138331	11,01891
9173,69	8645,1	1,07663	7,9835	6,47662	15,53672	51,74022	15,34	10,53011	25,87011	34,78424	34,49337	0,139564	11,94872
9799,55	9314,9	1,0332	8,1481	6,561543	15,74285	58,90034	18,7	10,75017	29,45017	35,63621	35,32932	0,138593	12,42255
10358	8865	1,50334	11,897	6,565698	19,96604	61,11943	19,21	11,34972	30,55972	36,96852	36,58899	0,140269	15,04971
10384	8160,3	1,722912	13,229	6,517793	21,47564	170,8692	19,75	65,68458	85,43458	35,01551	34,61101	0,133874	19,07785
11125,6	10322	1,20019	10,467	6,703502	18,37079	58,59667	17,14	12,15834	29,29834	36,56699	36,15208	0,139921	13,986
11708,8	10111	1,50593	13,318	6,723061	21,54738	61,83201	16,12	14,79601	30,91601	37,41461	36,9359	0,140865	15,97898
10583,8	7997,2	1,81878	13,919	6,517613	22,25572	62,64952	15,37	15,95476	31,32476	35,90725	35,43873	0,141045	16,42196
9057,44	6638,9	1,83363	12,088	6,31584	20,23748	92,29301	14,98	31,1665	46,1465	33,63794	33,2584	0,137139	16,59797

U _b	U _{is}	q	-eΔT	EXP-eΔT	f(t)	T _w	T _b	Energ _i /h	M _{sw}	Eficiensi energ _i	Energ _y	Eficiensi Energ _y
1,761169	13,51258	0,0001	-0,2146	0,8069	0,00204	37,878	38,2345	0,04604	0,068893	24,55982	0,76639	0,186215329
1,753132	12,77204	0,0001	-0,2653	0,767	0,00203	38,526	41,9956	0,03397	0,050953	15,60704	0,54702	0,216153052
1,757003	13,70572	0,0001	-0,2201	0,8024	0,00224	43,095	44,8804	0,06635	0,100019	24,78942	1,56367	0,265772287
1,78088	14,20343	0,0001	-0,2856	0,7516	0,00242	42,129	46,2652	0,05291	0,080107	16,78438	1,0605	0,312925078
1,783878	16,83359	0,0001	-0,331	0,7182	0,00295	42,835	47,4599	0,06979	0,105904	17,57407	1,45716	0,394195869
1,786908	20,86476	0,0001	-0,3357	0,7148	0,00359	44,652	47,6	0,12748	0,194277	31,04126	2,61996	0,407623741
1,770775	15,75678	0,0001	-0,2884	0,7494	0,00274	44,902	48,992	0,08724	0,132987	19,87315	2,29303	0,435812515
1,763285	17,74227	0,0001	-0,3123	0,7317	0,00303	45,626	49,9934	0,10936	0,167179	29,72899	2,98792	0,365179644
1,757254	18,17921	0,0001	-0,3302	0,7188	0,00295	43,186	47,8117	0,10132	0,153653	32,13866	2,58779	0,313039747
1,753921	18,35189	0,0001	-0,3061	0,7363	0,00292	41,766	44,6701	0,09825	0,148173	32,89603	2,07586	0,296604531
RATA- RATA								0,07927	0,120214	24,49928	1,79593	0,319352179
Total								0,7927	1,202144	244,9928	17,9593	3,193521793

Ketebalan kaca 5 mm pada hari kelima

Waktu	Tgo	T. Air/Tw	T. Ruang n Eya/ Tb	T. Dalam		T. sky	Intensitas W/m ²	Angin m/s	Appendix ew	Appendix eg	σ	ε _{eff}	α _g	R _g
				T _{gi}	T _{an/ Ta}									
08:00	32,11	38,83	39,77	36,13	27,07	21,07	142,65	3,87	0,9500	0,9400	0,0000	0,8957	0,0500	0,0500
09:00	35,13	40,87	48,82	39,84	28,58	22,58	196,11	3,91	0,9500	0,9400	0,0000	0,8957	0,0500	0,0500
10:00	37,47	45,50	49,79	42,14	28,96	22,96	269,51	4,15	0,9500	0,9400	0,0000	0,8957	0,0500	0,0500
11:00	38,97	44,55	50,63	43,21	29,31	23,31	357,19	4,76	0,9500	0,9400	0,0000	0,8957	0,0500	0,0500
12:00	40,14	44,80	51,32	43,75	30,12	24,12	421,78	5,32	0,9500	0,9400	0,0000	0,8957	0,0500	0,0500
13:00	40,57	45,13	51,79	45,11	30,69	24,69	411,89	5,76	0,9500	0,9400	0,0000	0,8957	0,0500	0,0500
14:00	40,03	47,25	53,19	46,35	31,49	25,49	378,43	4,67	0,9500	0,9400	0,0000	0,8957	0,0500	0,0500
15:00	36,00	49,05	54,39	45,47	31,72	25,72	309,16	4,32	0,9500	0,9400	0,0000	0,8957	0,0500	0,0500
16:00	32,51	44,59	45,97	40,04	30,89	24,89	298,67	4,12	0,9500	0,9400	0,0000	0,8957	0,0500	0,0500
17:00	30,45	42,39	43,65	36,53	30,21	24,21	286,43	4,01	0,9500	0,9400	0,0000	0,8957	0,0500	0,0500
	40,57	49,05	54,39	49,05	31,72	25,72	421,78	5,76						
							142,65							
							38,83							

d ^e	d ^w	d ^b	A _s	L _g m	K _g w/m K	L _{ins}	K _{ins}	h _b	h _w	h _{R/b-a}	C _w J/Kg K	M _w Kg	Ab	L
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,7799	100,0000	20,406	4190,0000	50,0000	1,0000	2399745,5
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,7811	100,0000	20,558	4190,0000	50,0000	1,0000	2378734,5
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,7876	100,0000	21,47	4190,0000	50,0000	1,0000	2376495,4
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,8023	100,0000	23,788	4190,0000	50,0000	1,0000	2374558,5
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,8135	100,0000	25,916	4190,0000	50,0000	1,0000	2372969,2
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,8213	100,0000	27,588	4190,0000	50,0000	1,0000	2371887,4
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,8003	100,0000	23,446	4190,0000	50,0000	1,0000	2368669
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,792	100,0000	22,116	4190,0000	50,0000	1,0000	2365915,4
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,7868	100,0000	21,356	4190,0000	50,0000	1,0000	2385328,6
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,7839	100,0000	20,938	4190,0000	50,0000	1,0000	2390712,3

Koefisien bagian dalam

koefisien bagian luar

P_w	P_{gi}	h_{c_w-gi}	h_{E_w-gi}	h_{R_w-gi}	h_{T_w-gi}	U_{T-gi-a}	$h_{C_{g0-a}}$	$h_{R_{g0-a}}$	$h_{T_{g0-a}}$	T_{gi}	T_{ge}	α_{eff}	U_i
6773,8996	5864,96	1,3772	7,5446	6,0801	15,0019	53,9428	14,41	12,5614	26,971422	29,72717	29,47743	0,138937	11,73757
7540,5406	7144,44	1,0132	6,34061	6,2504	13,6043	51,5395	14,53	11,2397	25,769735	31,28957	31,04523	0,13852	10,76322
9569,0917	8055,38	1,5334	11,2414	6,4603	19,235	50,7787	15,25	10,1393	25,389332	33,68692	33,2664	0,141645	13,95055
9117,7307	8512,83	1,1283	8,28856	6,4638	15,8806	53,6192	17,08	9,72958	26,809576	33,03645	32,68812	0,139437	12,25193
9234,6623	8752,22	1,0426	7,79518	6,488	15,3257	56,8998	18,76	9,68991	28,449907	33,51237	33,17778	0,138654	12,07371
9391,0233	9381,48	0,2798	2,17206	6,5399	8,99175	59,7383	20,08	9,78916	29,86916	32,8638	32,63981	0,134783	7,815385
10452,002	9989,41	1,0059	8,41316	6,6441	16,0631	54,3832	16,81	10,3816	27,191615	35,33875	34,97434	0,139416	12,40042
11433,752	9554,54	1,6001	13,6682	6,673	21,9413	60,2606	15,76	14,3703	30,130276	36,52437	36,02543	0,14127	16,08474
9136,3521	7219,89	1,6824	11,5313	6,3688	19,5825	85,4053	15,16	27,5427	42,70267	33,58047	33,20092	0,137455	15,92993
8160,2865	5992,45	1,8028	10,8531	6,1976	18,8534	330,003	14,83	150,171	165,00141	30,90725	30,63655	0,131165	17,83454

U _b	U _{is}	α	-eΔT	EXP ⁻ eΔT	f(t)	T _w	T _b	Energi /h	M _{sw}	Efisiensi energi	E _{ergy}	Efisiensi E _{ergy}
1,748785	13,48636	0,0001	-0,2146	0,8069	0,001837	37,284	38,2631	0,05701	0,0855	39,9647	1,19414	0,141791881
1,749893	12,51311	0,0001	-0,2653	0,767	0,001837	37,153	41,1627	0,037181	0,0563	18,9591	0,681645	0,194864484
1,756243	15,70679	0,0001	-0,2201	0,8024	0,002353	44,116	45,7839	0,117235	0,1776	43,4994	3,726108	0,267775553
1,770355	14,02229	0,0001	-0,2856	0,7516	0,0022	40,371	44,9311	0,060796	0,0922	17,0206	1,448671	0,354863502
1,78124	13,85495	0,0001	-0,331	0,7182	0,002271	39,135	45,2419	0,043829	0,0665	10,3915	0,87784	0,418956886
1,788691	9,604075	0,0001	-0,3357	0,7148	0,001672	37,373	45,5688	0,009795	0,0149	2,3781	0,140614	0,40908091
1,768435	14,16886	0,0001	-0,2884	0,7494	0,002382	42,859	47,6634	0,063265	0,0962	16,7179	1,539361	0,375781831
1,76045	17,84519	0,0001	-0,3123	0,7317	0,00291	44,891	49,3914	0,11436	0,174	36,9905	3,26985	0,306980766
1,755477	17,68541	0,0001	-0,3302	0,7188	0,002804	40,646	44,8513	0,081472	0,123	27,2784	1,631472	0,296619796
1,752601	19,58714	0,0001	-0,3061	0,7363	0,003004	40,526	42,6385	0,104395	0,1572	36,447	1,853855	0,2845071
RATA- RATA								0,068934	0,1043	24,9647	1,636356	0,305122271
Total								0,689339	1,0432	249,647	16,36356	3,051222709

Ketebalan kaca 5 mm pada hari keenam

Waktu	Tgo	T. Air/Tw	T. Ruang		T. Dalam Kaca Eval/ Tgi	T. Lingkungan/ Ta	Tsky	Intensitas W/m ²	Angin m/s	Appendix ew	eg	σ	ε _{eff}	α _g	R _g
			n Eval/ Tb	Tb											
08:00	38,97	40,56	43,56	39,45	27,12	21,12	188,98	3,98	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500	0,0500	
09:00	39,15	43,95	52,87	42,49	28,31	22,31	276,45	3,65	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500	0,0500	
10:00	37,98	41,77	53,11	40,52	28,87	22,87	298,34	3,41	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500	0,0500	
11:00	38,06	44,50	50,43	43,50	30,33	24,33	315,66	4,56	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500	0,0500	
12:00	39,58	48,14	54,22	47,31	30,91	24,91	369,79	4,87	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500	0,0500	
13:00	41,50	48,97	55,10	48,35	30,25	24,25	399,13	5,13	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500	0,0500	
14:00	41,00	50,00	54,00	47,50	30,59	24,59	428,67	4,98	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500	0,0500	
15:00	41,25	52,35	60,14	51,59	30,02	24,02	405,21	4,21	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500	0,0500	
16:00	39,09	51,00	53,47	45,00	29,51	23,51	387,98	3,87	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500	0,0500	
17:00	40,46	49,77	51,03	48,58	28,11	22,11	321,19	3,56	0,9500	0,9400	0,0000	0,89569	0,0500	0,0500	
	41,50	52,35	60,14	52,35	30,91	24,91	428,67	5,13							
		40,56					188,98								

d'g	d'w	d'p	As	Lg	kg	Lins	Kins	hb	hw	hRb-a	Cw	Mw	Ab	L
				m	w/mK					J/KgK	Kg			
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,783033	100,0000	20,824	4190,0000	50,0000	1,0000	2390921,44
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,7773304	100,0000	19,57	4190,0000	50,0000	1,0000	2369404,12
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,765484	100,0000	18,658	4190,0000	50,0000	1,0000	2368852,78
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,797766	100,0000	23,028	4190,0000	50,0000	1,0000	2375019,5
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,804622	100,0000	24,206	4190,0000	50,0000	1,0000	2366305,22
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,809914	100,0000	25,194	4190,0000	50,0000	1,0000	2364288,35
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,806909	100,0000	24,624	4190,0000	50,0000	1,0000	2366809,82
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,789204	100,0000	21,698	4190,0000	50,0000	1,0000	2352787,95
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,779911	100,0000	20,406	4190,0000	50,0000	1,0000	2368026,11
0,0475	0,0500	0,0800	1,0000	0,0030	0,7800	0,0200	0,0390	1,77045	100,0000	19,228	4190,0000	50,0000	1,0000	2373636,99

Koefisien bagian dalam

Koefisien bagian luar

P_w	P_{si}	h_{c_w-si}	h_{E_w-si}	h_{R_w-si}	h_{T_w-si}	U_{Tg1-a}	$h_{C_{g0-a}}$	$h_{R_{g0-a}}$	$h_{T_{g0-a}}$	T_{g1}	T_{g0}	q_{eff}	U_i
7419,347	6999,303	1,03688	6,3851	6,2295	13,6515	47,37034	14,74	8,945172	23,68517	30,2738	30,0105	0,139225	10,59744
8842,375	8202,582	1,15661	8,2478	6,4235	15,8279	46,07421	13,75	9,287106	23,03711	32,5212	32,1784	0,140751	11,78083
7902,299	7403,834	1,08543	7,0436	6,2978	14,4268	45,82834	13,03	9,884171	22,91417	32,1938	31,9246	0,139985	10,97263
9094,501	8640,67	1,02406	7,5629	6,4711	15,0581	54,28894	16,48	10,66447	27,14447	33,6231	33,3118	0,138901	11,78834
10927,78	10483,5	0,98492	8,5794	6,7019	16,2662	55,35091	17,41	10,26546	27,67546	35,0687	34,6686	0,13937	12,5717
11388,46	11042,77	0,89913	8,158	6,7607	15,8178	55,10469	18,19	9,362344	27,55234	34,6924	34,2668	0,139172	12,28999
11983,71	10583,78	1,43303	13,058	6,7665	21,2579	54,71368	17,74	9,616841	27,35684	36,2892	35,7466	0,141871	15,30963
13444,62	12956,01	0,98474	10,302	6,9716	18,2587	49,55221	15,43	9,346104	24,7761	36,3164	35,7686	0,141384	13,34236
12587,47	9329,152	1,91203	16,897	6,7197	25,5286	48,37209	14,41	9,776046	24,18605	37,183	36,53	0,14501	16,70986
11848,48	11169,93	1,12152	10,407	6,7932	18,3214	44,82514	13,48	8,932568	22,41257	34,6361	34,1182	0,14239	13,00563

U _b	U _{is}	q	-eΔT	EXP-eΔT	f(θ)	T _w	T _b	Energi /h	M _{sw}	Efisiensi energi	Exergy	Efisiensi Exergy
1,7518	12,34924	0,0001	-0,2146	0,806877	0,00172	38,313	39,998	0,051333	0,07729	27,163	1,19547	0,187841081
1,74241	13,52324	0,0001	-0,2653	0,766964	0,00201	40,074	44,3278	0,062292	0,09464	22,5327	1,60562	0,274710822
1,73486	12,70748	0,0001	-0,2201	0,80244	0,00195	39,821	42,2053	0,05372	0,08164	18,0063	1,23813	0,296425983
1,76602	13,55436	0,0001	-0,2856	0,75159	0,00217	40,246	44,8368	0,050091	0,07593	15,8686	1,06557	0,313532452
1,77263	14,34433	0,0001	-0,3331	0,718182	0,00236	41,814	48,5347	0,057867	0,08804	15,6485	1,3971	0,367249954
1,77774	14,06773	0,0001	-0,3357	0,714838	0,0023	42,028	49,3897	0,059845	0,09112	14,9938	1,55613	0,396446959
1,77484	17,08447	0,0001	-0,2884	0,749432	0,00278	46,181	50,4094	0,129168	0,19647	30,1323	4,36537	0,425755997
1,75775	15,10011	0,0001	-0,3123	0,731747	0,00244	45,843	52,8159	0,098146	0,15017	24,221	3,44874	0,402506799
1,74878	18,45865	0,0001	-0,3302	0,71877	0,00287	45,452	51,353	0,139727	0,21242	36,0139	5,24123	0,385435713
1,73965	14,74528	0,0001	-0,3061	0,736283	0,0022	43,457	50,0491	0,0918	0,13923	28,5811	3,21152	0,319183633
RATA- RATA								0,079399	0,1207	23,3161	2,43249	0,336908939
Total								0,793987	1,20695	233,161	24,3249	3,051222709

LAMPIRAN GAMBAR



Proses Pembuatan Alat Desalinasi Air Laut



Pemotongan Plat ACP



Tahap Pemasangan kaca Pada Evaporator



Pemasangan Thermocouple Pada Alat Desalinasi



Proses Pengujian Pada Alat Desalinasi



Hasil Air Pada Saat Pengujian

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Analisa Energi Dan Exergy Alat Desalinasi Air Laut Dengan Variasi Ketebalan Kuca

Nama : Surya Darma
NPM : 1607230036

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

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	18/6-2021	Sementara lamp belahan dgn produk yg telah di probasi	A.
2.	21/6-2021	Perbaiki diagram dan sementara dgn pelaksanaan penelitian.	A.
3.	4/8-2021	Pembahasan harus mengaitkan hasil data penelitian	A.
4.	21/12-2021	Acc diseminasi hasil.	A.



UMSU

Bila menjawab surat ini agar dibubuhkan nomor dan tanggalnya

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

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

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 198/HIL3AU/UMSU-07/F/2021

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

Nama : SURYA DARMA
Npm : 1607230036
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : IX (SEMBILAN)
Judul Tugas Akhir : ANALISA ENERGI DAN EXERGI ALAT DESALINASI DENGAN PARIASI KETEBALAN KACA

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, 26 Jumadil Akhir 1442 H
8 Februari 2021 M



Dekan

Munawar Alfansury Siregar, ST, MT
NIDN: 0101017202





UMSU
Unggul | Cerdas | Terpadu

Bisa mengajut semua orang (Berkualitas)
tanpa dia sadari

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

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/M/2019
Pusat Administrasi: Jalan Mukhter Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622430 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
<http://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [umsumedan](https://www.instagram.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.facebook.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.youtube.com/umsumedan)

Nomor : 22 / IL.3-AU/ UMSU-07/ E/2022 26 Jum Akhir 1443 H
Lamp : - Medan -----
Hal : Undangan Sidang Tugas Akhir Prodi Teknik Mesin 23 Januari 2022 M

Kepada : Yth Sdr.

1. Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T (Dosen Penguji - I)
2. Sudirman Lubis.S.T.M.T (Dosen Penguji - II)
3. Munawar A Siregar.S.T.M.T (Dosen Penguji Pendamping - I)

di-
Medan.

Bismillahirrahmanairrahim.

Assalamu'alaikum Wr Wb Dengan hormat, sesuai dengan rekomendasi ka. Prodi Teknik Mesin Tanggal 26 Januari 2022 tentang dosen pembimbing Tugas Akhir maka melalui surat ini kami mengundang saudara untuk menghadiri sidang tugas Akhir Fakultas teknik Jurusan teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara atas nama mahasiswa yang tersebut dibawah ini:

Nama : Surya Darma
NPM : 1507230036
Jurusan : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisa Energi Dan Exergy Alat Desalinasi Air laut Dengan Variasi ketebalan Kaca.

Insha Allah akan dilaksanakan pada :

Hari / tanggal : Senin / 31 Januari 2022
Waktu : 10.00 Wib S/D 14.30
Tempat : Fakultas Teknik UMSU
Jalan Mukhter Basri No.: 03 Medan.

Demikian undangan ini kami sampaikan atas perhatian saudara kami ucapkan terima kasih .Akhirnya selamat dan Sejahteralah kita semua Amin.



Munawar A Siregar.S.T.M.T
NIDN : 0101017202

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : SURYA DARMA
NPM : 1607230036
Tempat / Tanggal Lahir : Simpang kolam, 02 februari 1996
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Status : Menikah
Agama : Islam
Alamat : Dusun bangun sari
No. Hp : 085371064657
Email : darma9526@gmail.com
Nama Orang Tua
Ayah : Tukino
Ibu : Sumarni

PENDIDIKAN FORMAL

2002-2008 : SD NEGERI NO : 050765 GEBANG
2008-2011 : MTS TELADAN GEBANG
2011-2014 : SMK YPT P.BRANDAN
2016-2021 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas
Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.