

TUGAS AKHIR

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

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelara 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:

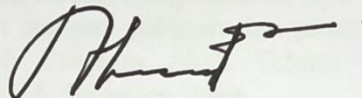
Nama : Surya Darma
NPM : 1607230036
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisa Energi Dan Exergy Alat Desalinasi Air
Laut Dengan Variasi Ketebalan Kaca
Bidang ilmu : Konversi Energi

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

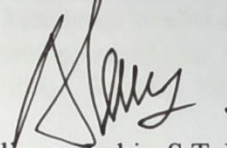
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembanding I



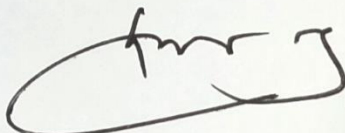
Ahmad Marabdi Siregar, S.T.,M.T

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 semangkin 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.

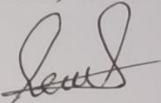
Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

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 | $W / m^2 \text{ } ^\circ C$ |
| $h_{R,b-a}$ | = Koefisienperpindahan 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

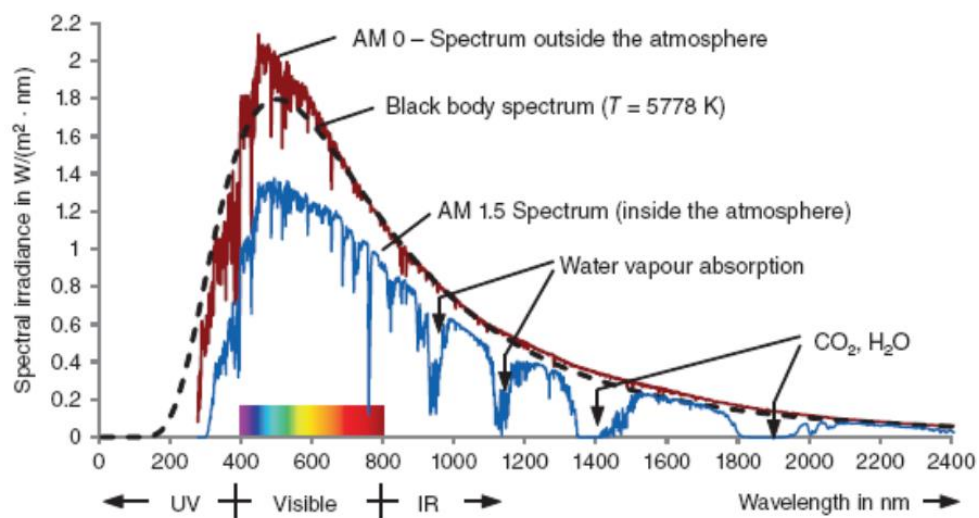
2.1 Energi matahari

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, sebageian 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.

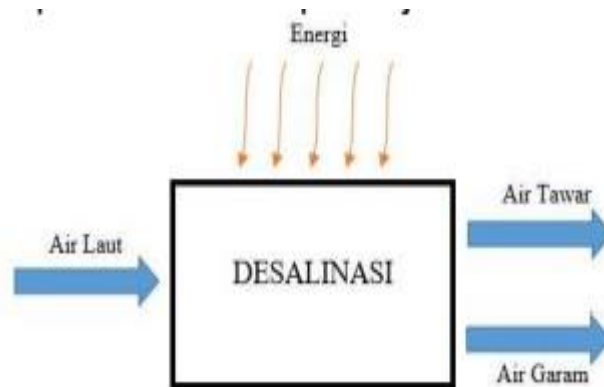
2.2. Konsep Exergy

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)

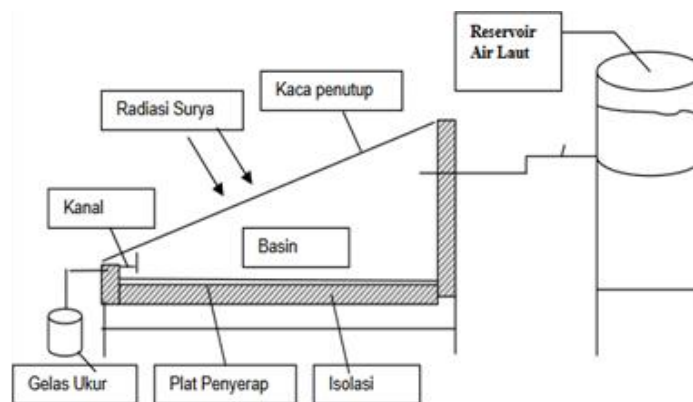
2.3. Desalinasi

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 terevolasi 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.

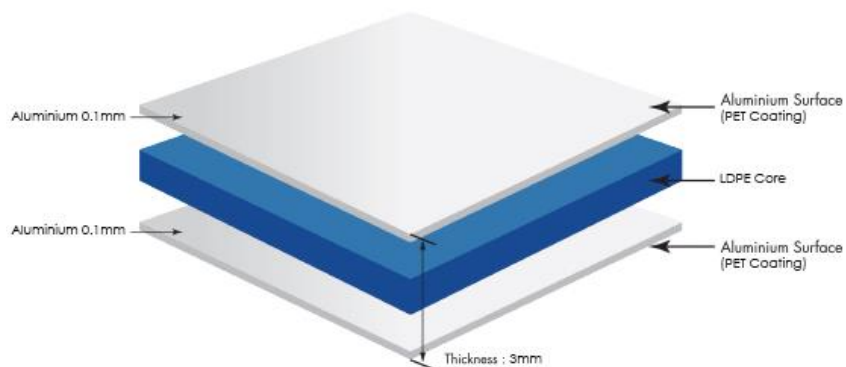


Gambar 3.1. Kaca Bening.

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

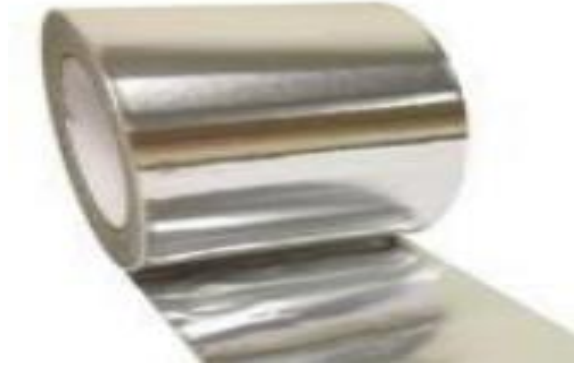
Digunakan untuk sebagai isolator pada dinding kolektor, agar temperature didalam ruang kolektor tetap terjaga. Pada alat desalinasi ini digunakan Styrofoam dengan ketebalan 2 cm.



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.

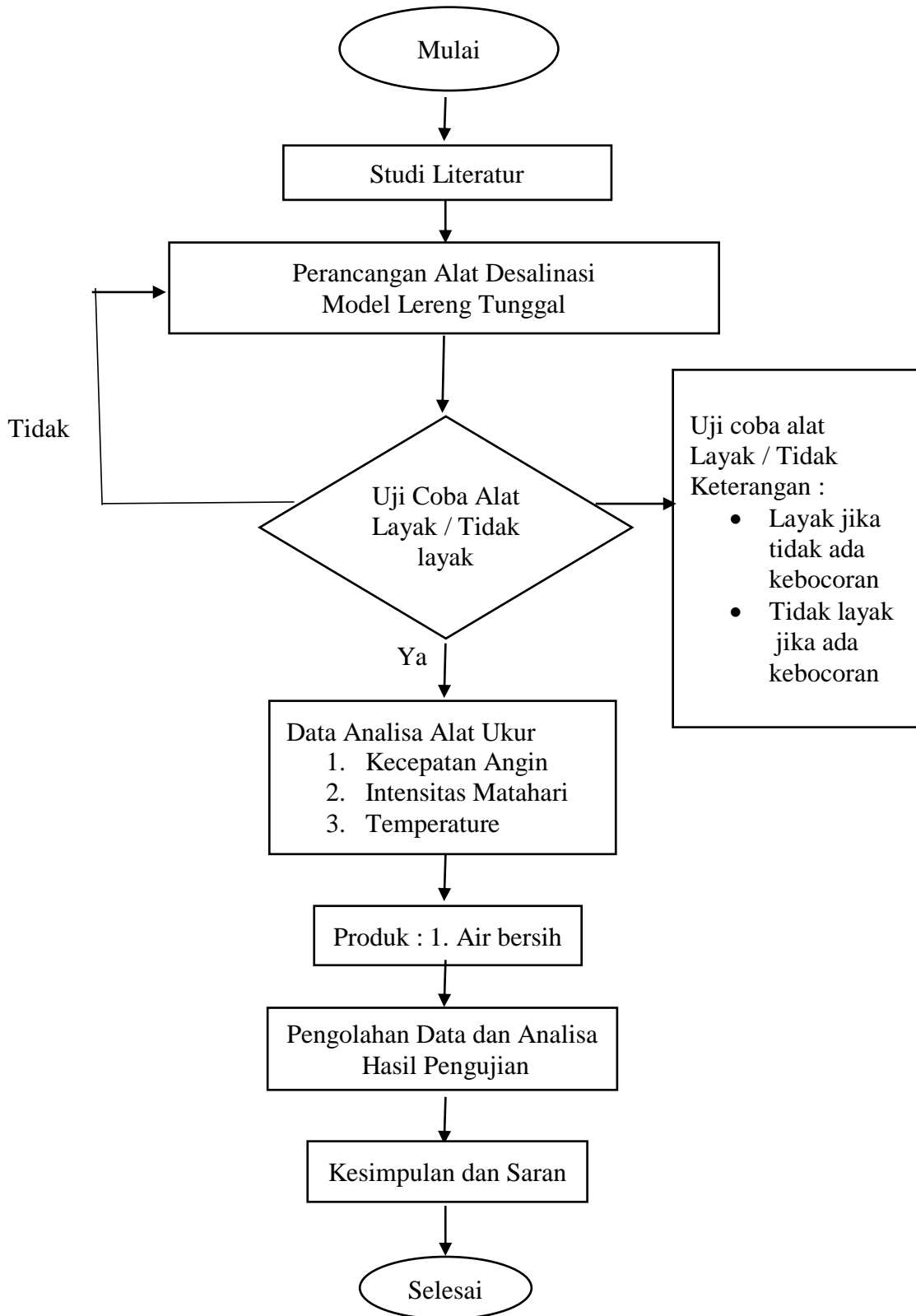
5. Gelas Ukur

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 | ##### | 08:00:34 | 30,6 T1 KTemp | 28,4 T2 KTemp | 31,7 T3 KTemp | 25,6 T4 KTemp | C | | | | | |
| 14 | ##### | 08:00:45 | 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.



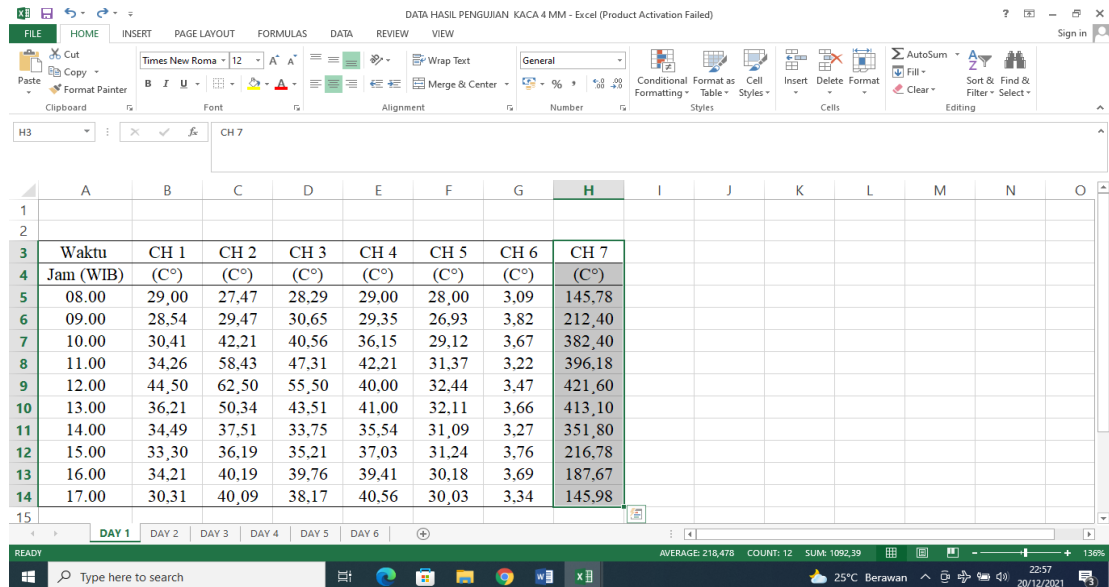
Gambar 4.8 Pengambilan data pengujian

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

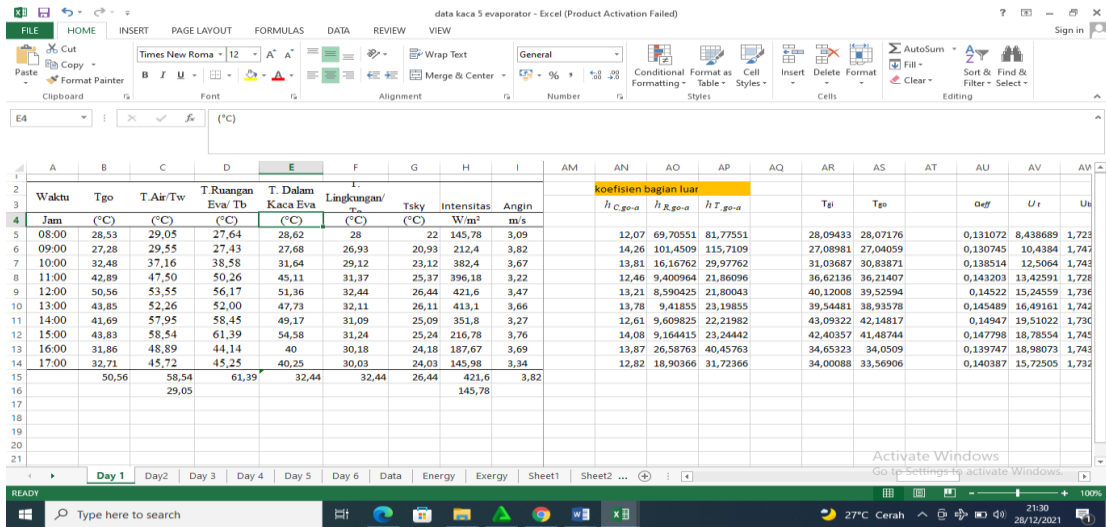
Mencari nilai koefisien didalam evaporator (Internal), mencari koefisien konveksi pada persamaan (1.2), dan mencari koefisien evaporasi pada persamaan (1.9). dilakukan selama 6 hari pengujian.

| 1 | A | B | C | D | E | F | G | H | I | AE | AF | AG | AH | AI | AJ | AK | AL | AM | AN | AC | |
|----|-------|-----------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------|------------------|-------|------------------------|----------------|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|-------------------|------------------|-------|
| 2 | Waktu | T _{go} | T _{Air/Tw} | T _{Ruangan Eva/ Tb} | T _{Dalam Kaca Eva} | Lingkungan/ T _s | T _{sky} | Intensitas | Angin | Koefisien bagian dalam | | | | | | | | | | koefisien bagian | |
| 3 | Jam | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | (°C) | W/m ² | m/s | L | P _w | P _g | h _{c,wpi} | h _{e,wpi} | h _{a,wpi} | h _{T,wpi} | U _{T,go} | h _{c,go-a} | h _{R,go} | | |
| 4 | 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 |
| 5 | 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 |
| 6 | 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 |
| 7 | 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 |
| 8 | 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 |
| 9 | 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 |
| 10 | 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 |
| 11 | 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 |
| 12 | 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 |
| 13 | 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 |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | 50,56 | 58,54 | 61,39 | 32,44 | 32,44 | 26,44 | 421,6 | 3,82 | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | 29,05 | | | | | 145,78 | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

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

3. Tahap ketiga

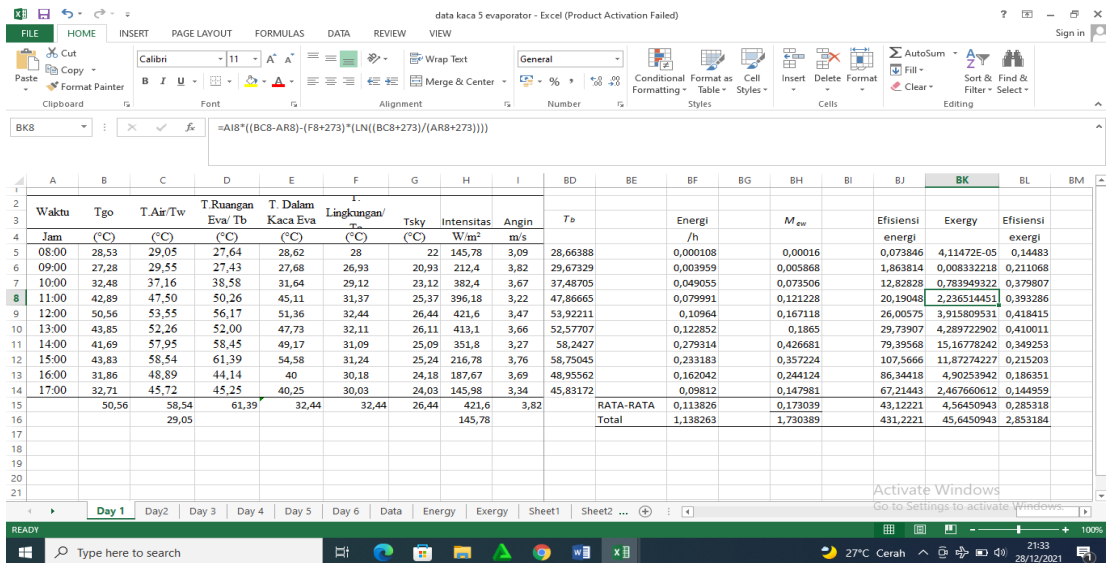
Mencari nilai koefisien diluar evaporator (Eksternal), mencari koefisien radiasi gelas kelilingungan pada persamaan (1.17) . Dilakukan selama 6 hari pengujian.



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.



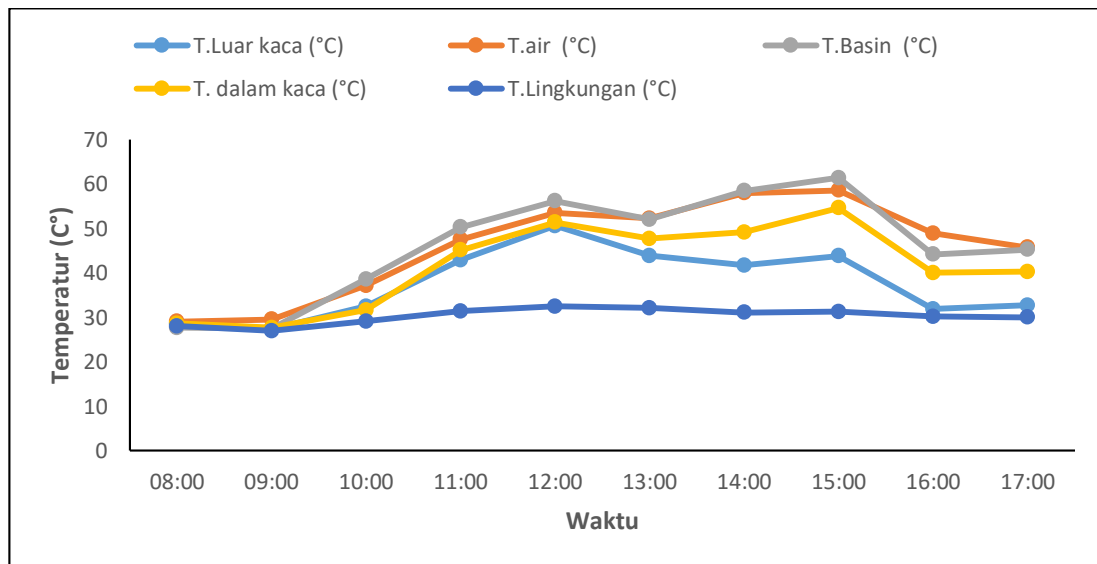
Gambar 4.12. Data hasil mencari nilai energi ,exergy dan jumlah air alat desalinasi.

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.



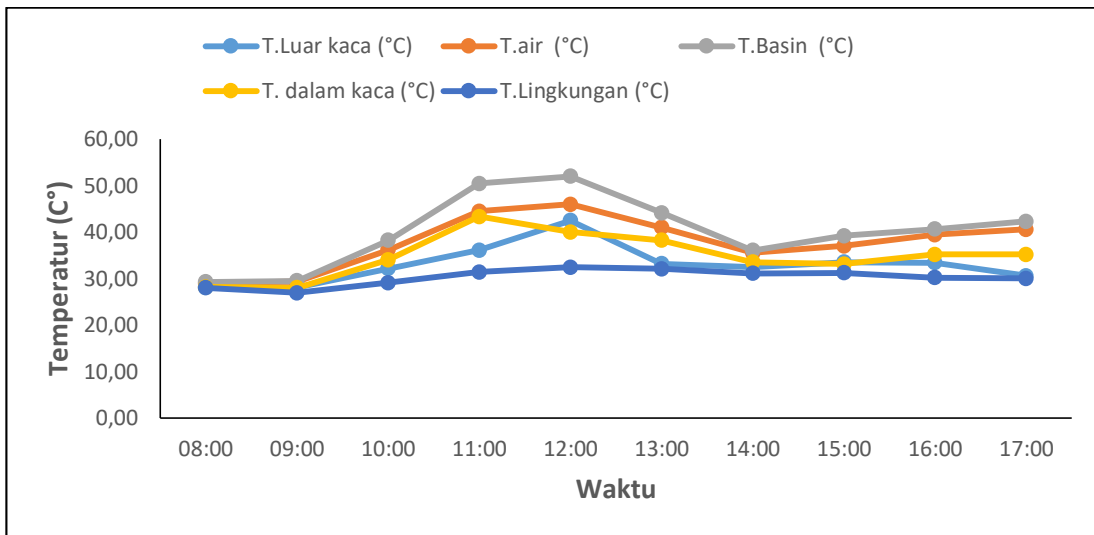
Gambar 4.13 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm hari pertama pengujian.

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.



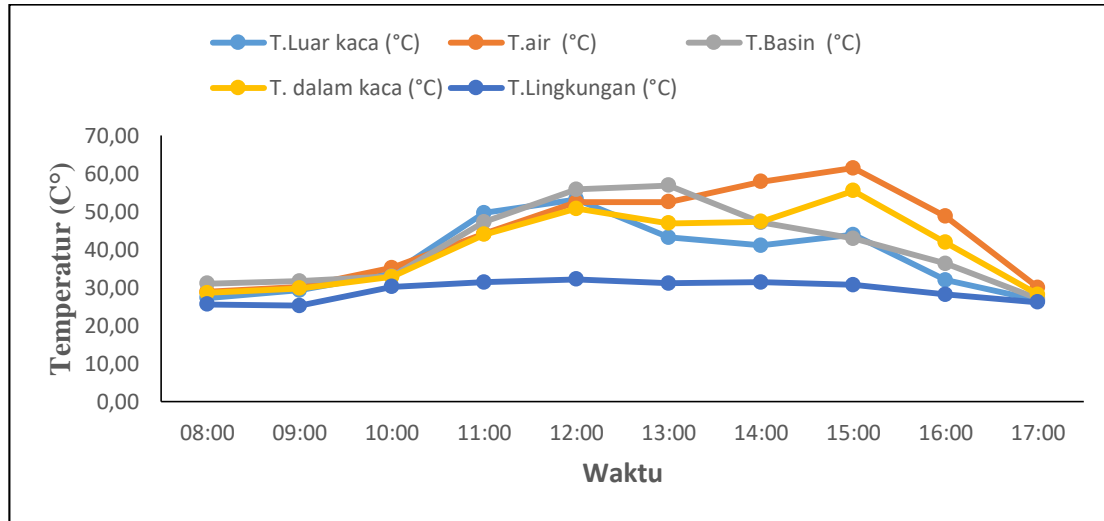
Gambar 4.14. Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 5 mm hari pertama pengujian.

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.



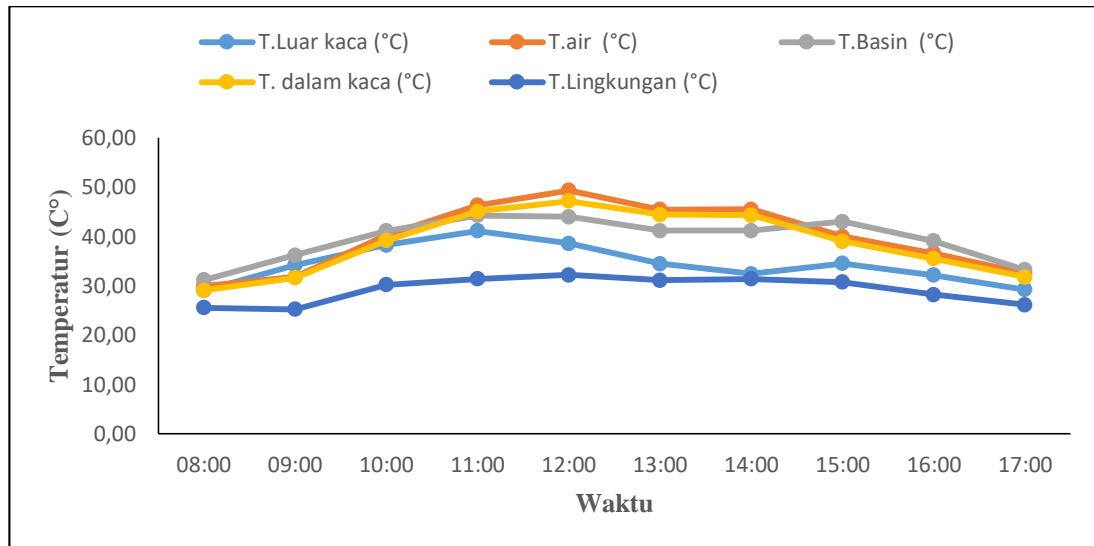
Gambar 4.15 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm hari kedua pengujian.

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.

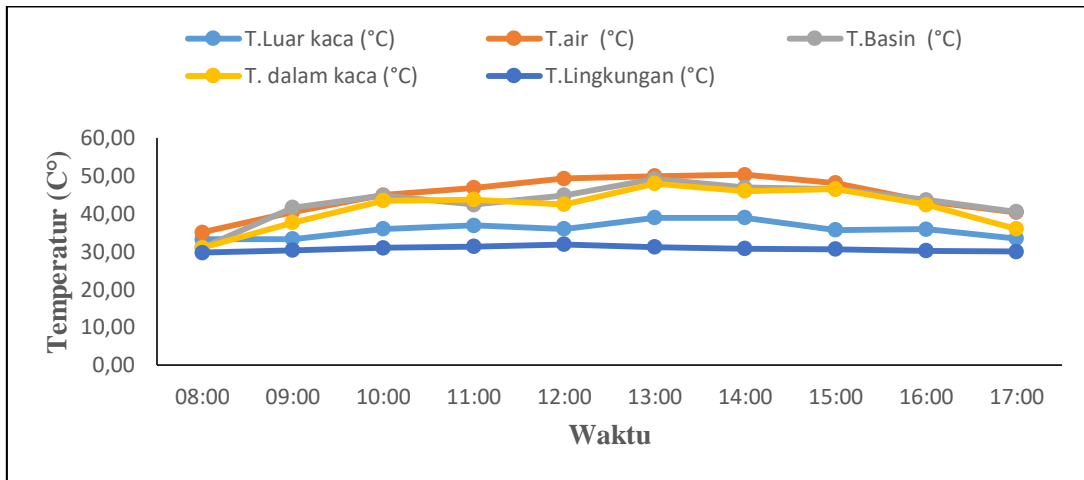
Dari grafik diatas penelitian hari kedua pada evaporator dengan ketebalan kaca 5 mm, berbeda dengan hari pertama penelitian, kenaikan temperatur pada hari kedua dimulai pada pukul 08.00 terus mengalami kenaikan hingga pukul 12.00 dan mengalami penurunan terus menerus hingga sampai pukul 17.00.

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.

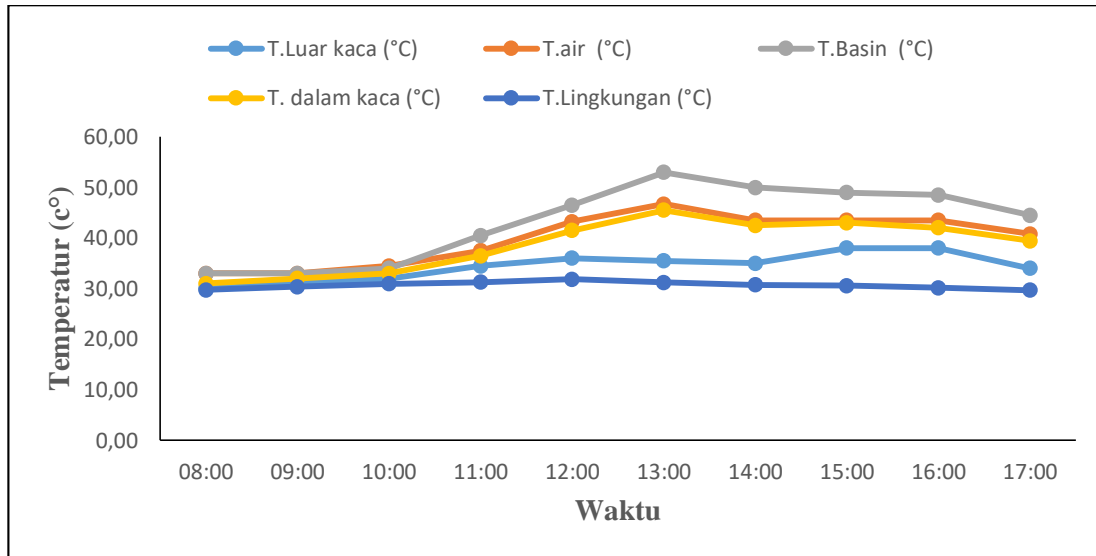
Dengan melihat grafik data hasil pengujian hari ketiga visualisasi dari tabel yang menyatakan kenaikan temperatur pada evaporator dengan ketebalan kaca 4 mm menunjukkan kenaikan yang baik secara bertahap dan mengalami penurunan temperatur secara bertahap.

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.

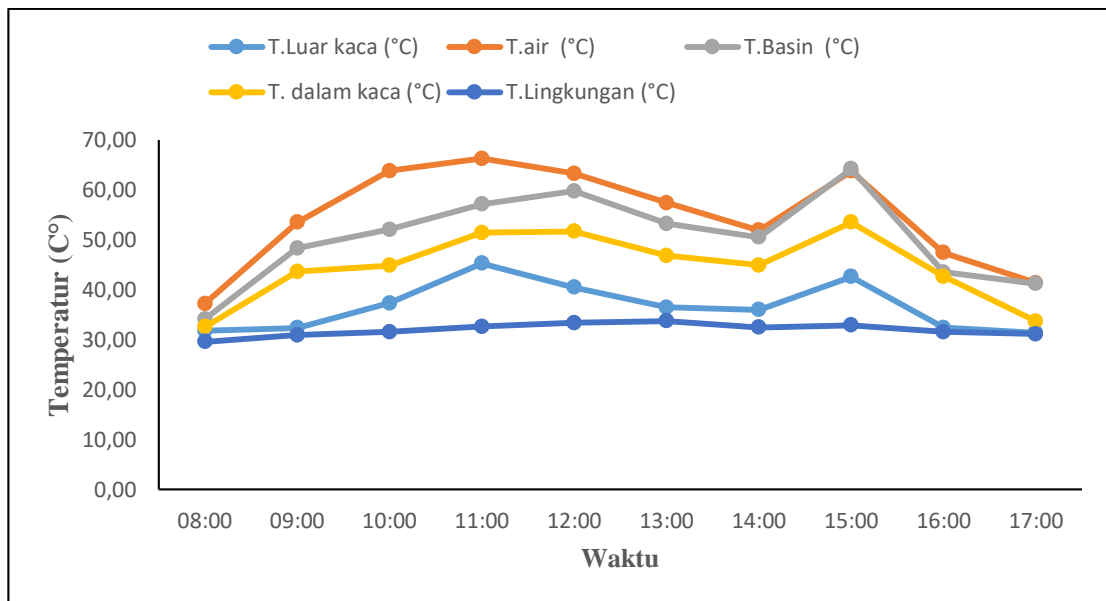
Grafik diatas menggambarkan kenaikan temperatur yang bertahap pada evaporator dengan ketebalan kaca 5 mm mulai mengalami kenaikan pada pukul 10.00 dan terus mengalami peningkatan secara bertahap hingga pukul 13.00 sampai sore hari mengalami penurunan secara bertahap.

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.



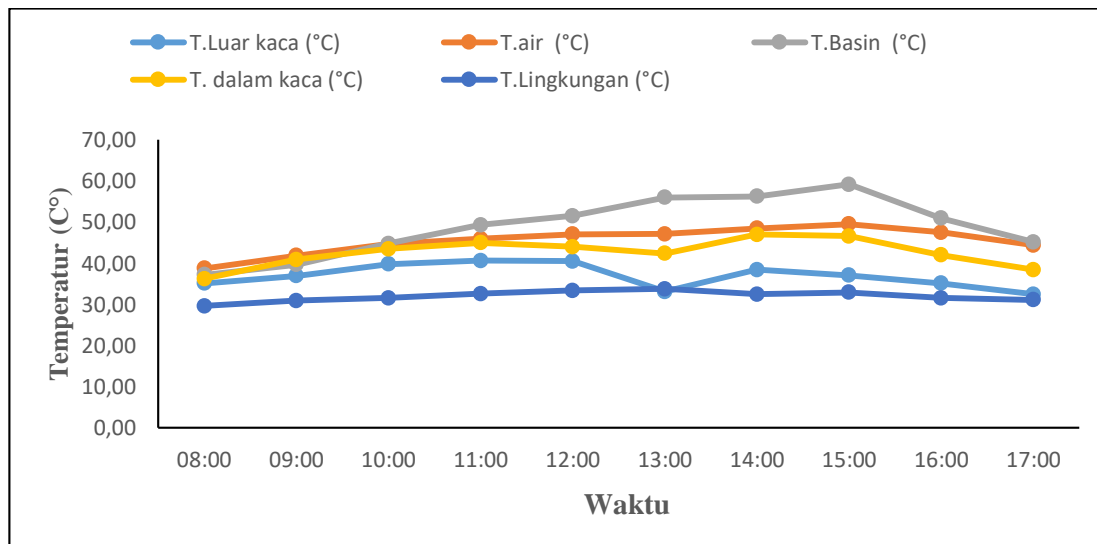
Gambar 4.19 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm hari keempat pengujian.

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.

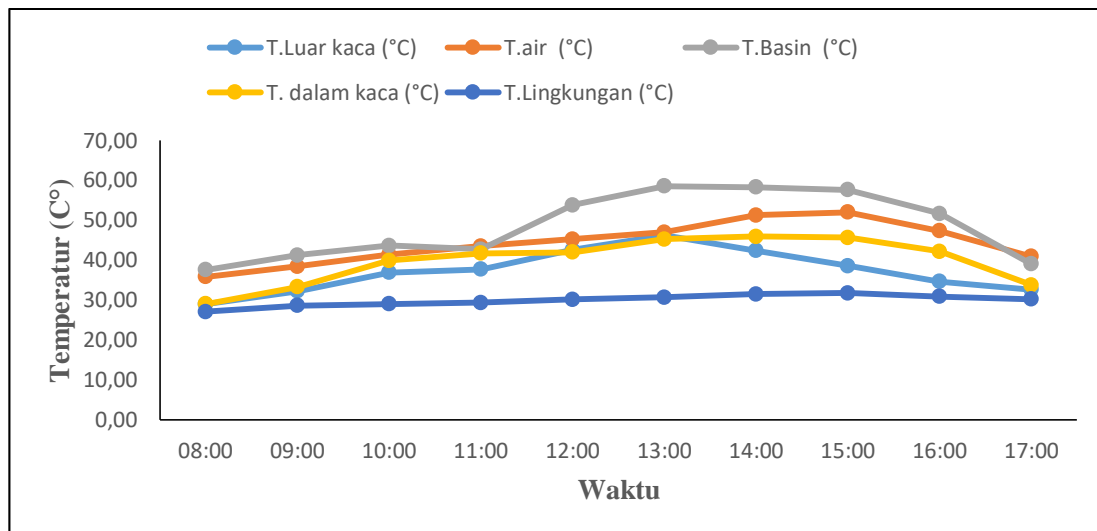
Dari grafik diatas dapat dilihat pada evaporator dengan ketebalan kaca 5 mm temperatur pada evaporator tersebut mengalami kenaikan temperatur secara bertahap

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.



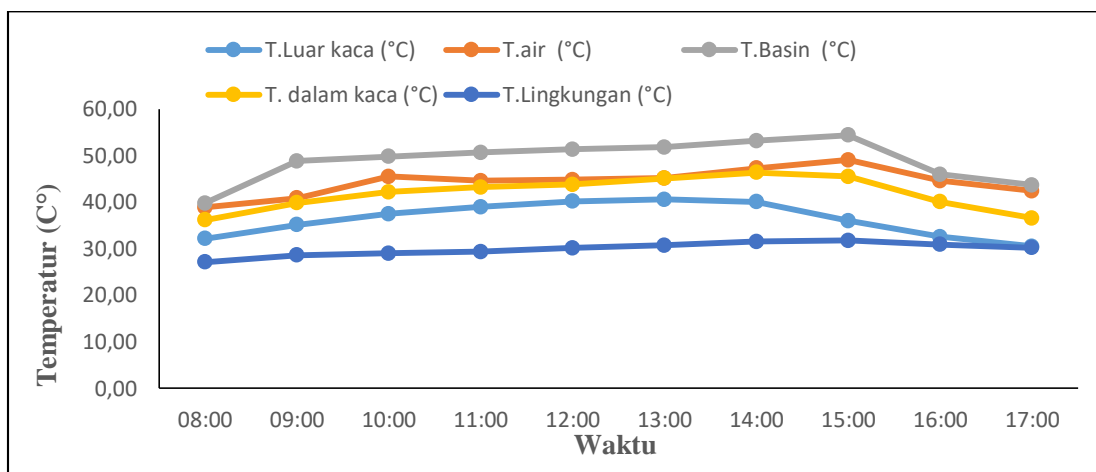
Gambar 4.21 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm hari kelima pengujian.

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.



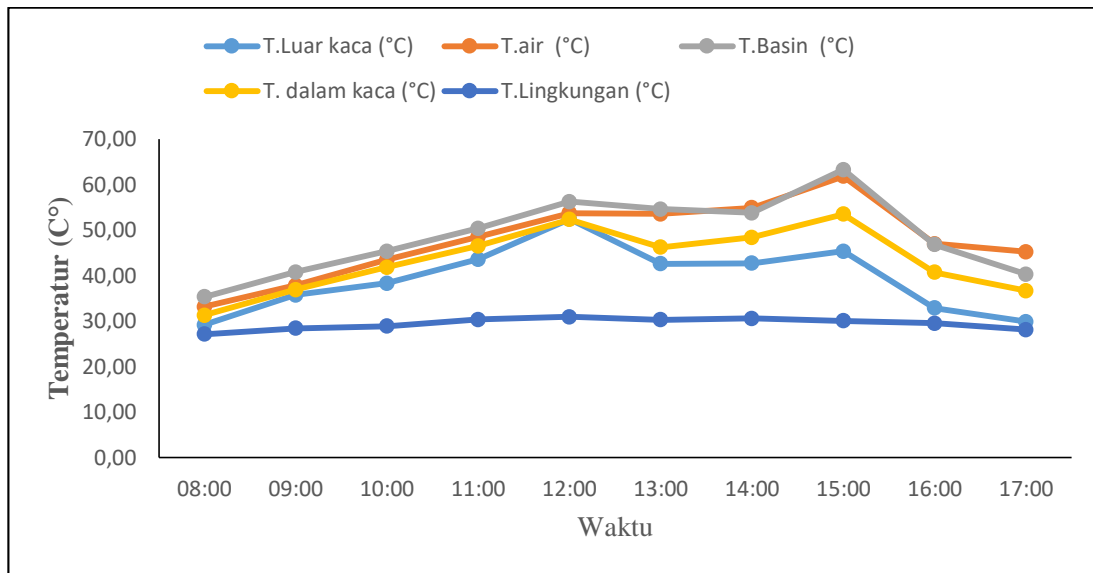
Gambar 4.22 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 5 mm hari kelima pengujian.

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.



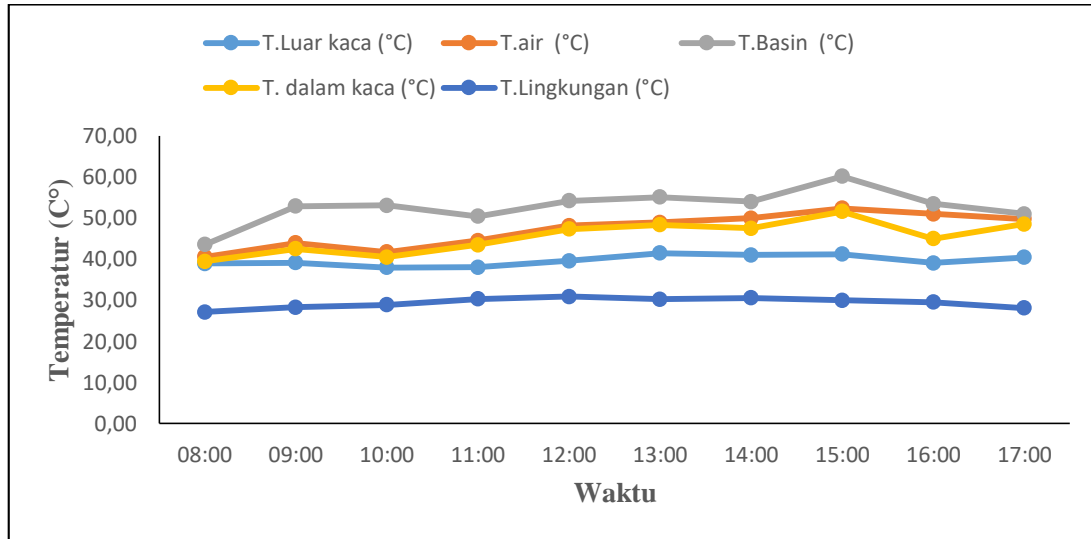
Gambar 4.23 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 4 mm hari keenam pengujian.

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.

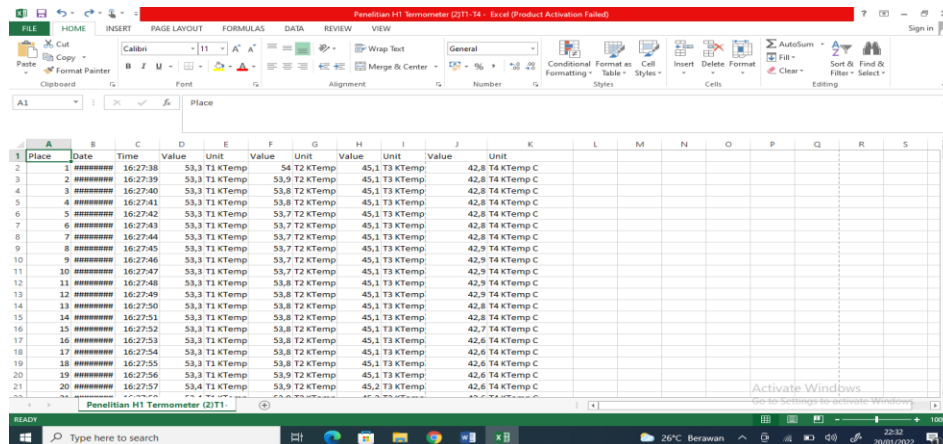


Gambar 4.24 Grafik waktu terhadap temperatur pada kaca ketebalan 5 mm hari keenam pengujian.

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.



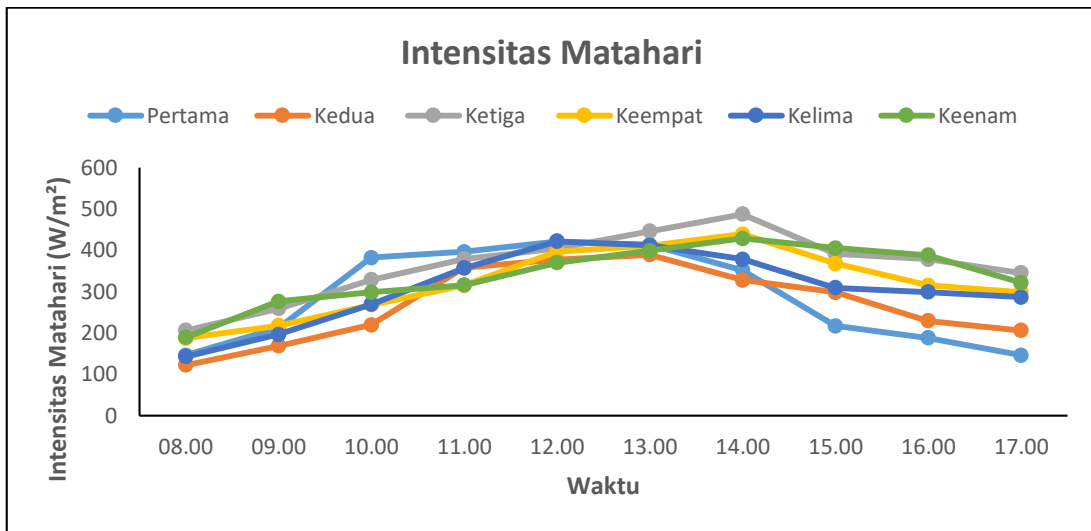
Gambar 4.25 Data intensitas matahari yang di hasilkan

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 |

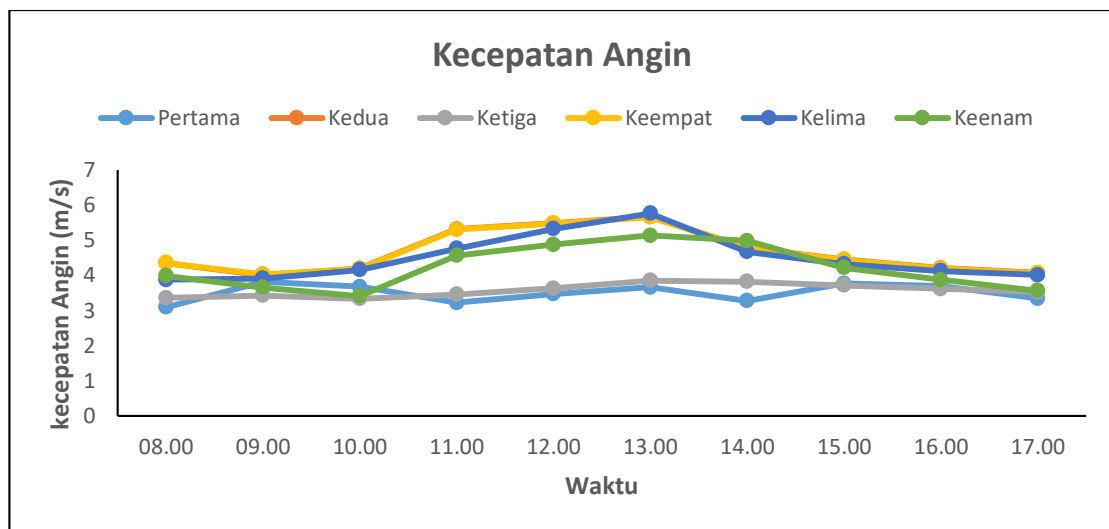
Gambar 4.27 Data kecepatan angin yang di hasilkan Thermo Anemometer.

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.

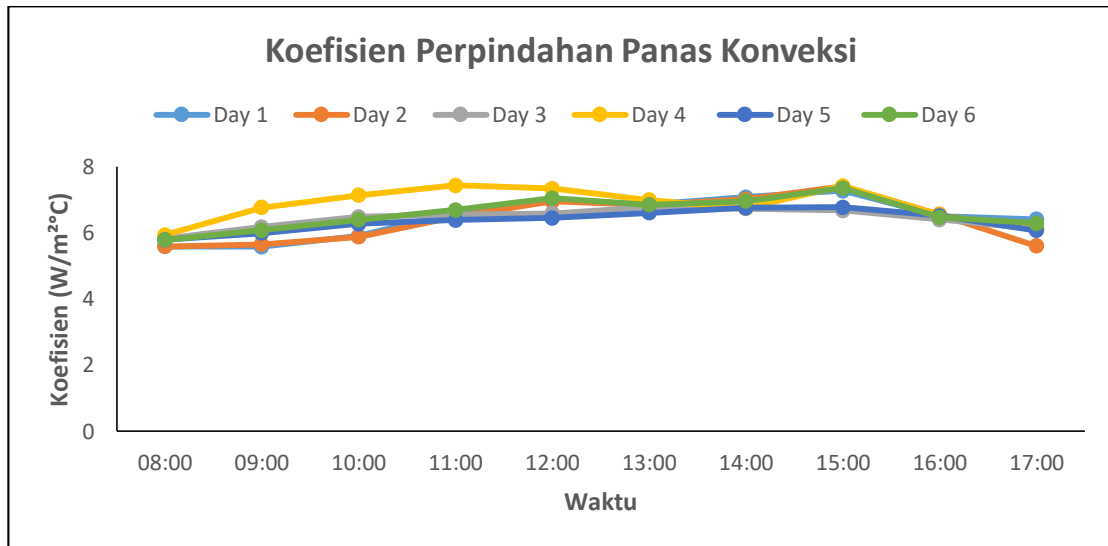
Berikut di tampilkan dalam bentuk tabel sampai hari keenam pengujian.

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

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

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

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

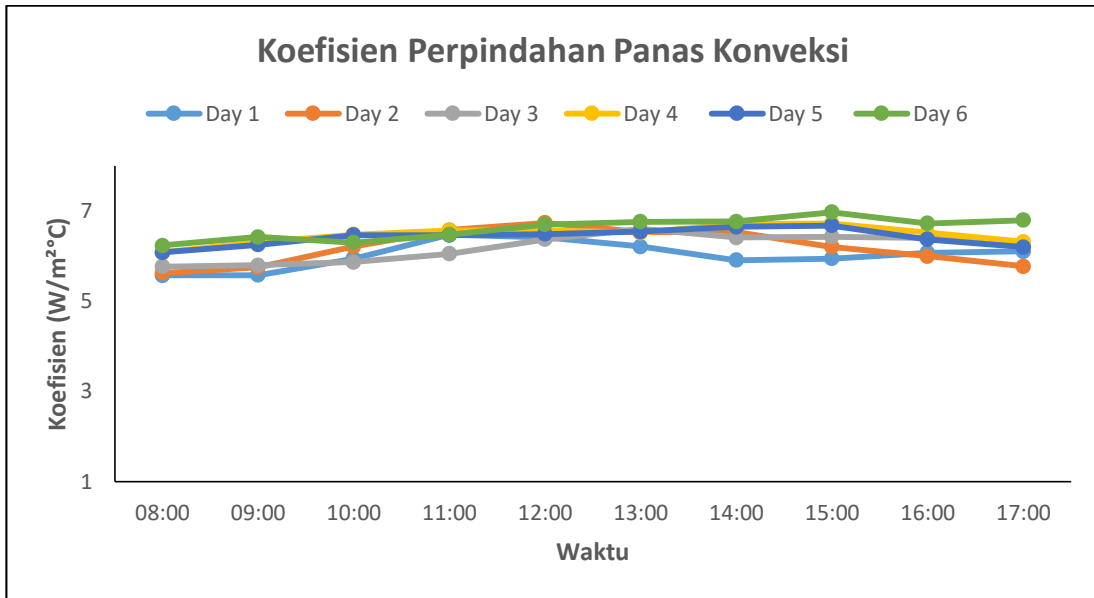
Maka nilai koefisien perpindahan panas konveksi dihari pertama sebesar 5,572 W/m²C.

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/m²C , untuk hari kedua lebih tinggi dari hari pertama koefisien tertinggi pada pukul 12:00 wib yaitu 6,734 W/m²C, untuk hari ketiga lebih rendah dari pada hari kedua koefisien tertinggi hanya 6,600 W/m²C, pada hari keempat lebih tinggi dari hari ketiga koefisien tertinggi ditunjukkan pada jam 15:00 wib yaitu 6,723 W/m²C , untuk hari kelima koefisien tertinggi ditunjukkan pada jam 15:00 wib yaitu 6,672 W/m²C , dan pada hari keenam koefisien tertinggi ditunjukkan pada jam 17:00 wib yaitu 6,793 W/m²C. Dengan demikian dapat di ketahui koefisien perpindahan panas tertinggi terjadi tergantung pada besarnya nilai kecepatan angin. Berikut ditampilkan grafik perbandingan perharinya.



Gambar 4.30. 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.

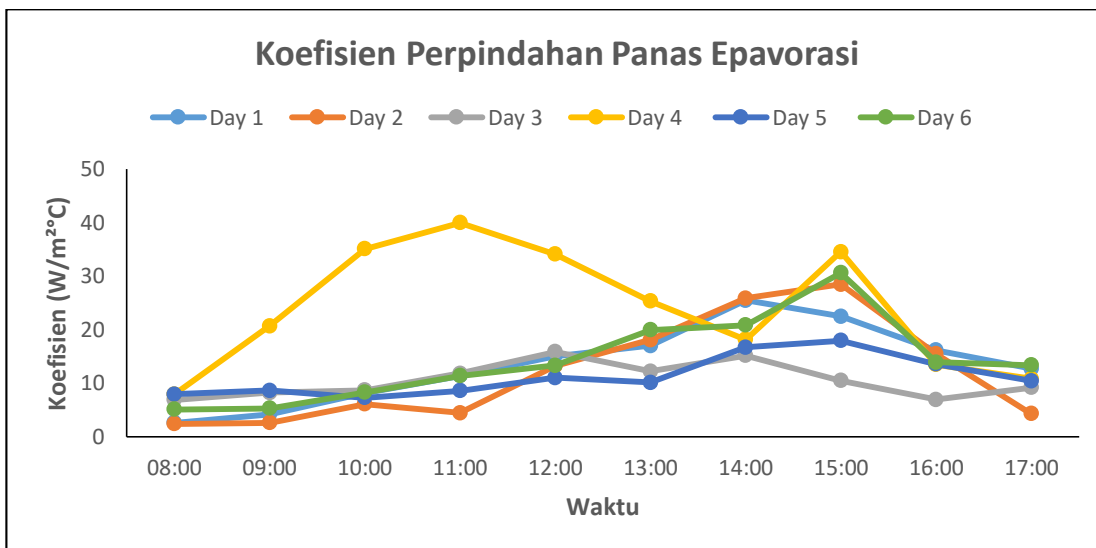
Berikut di tampilkan dalam bentuk tabel sampai hari keenam pengujian.

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.

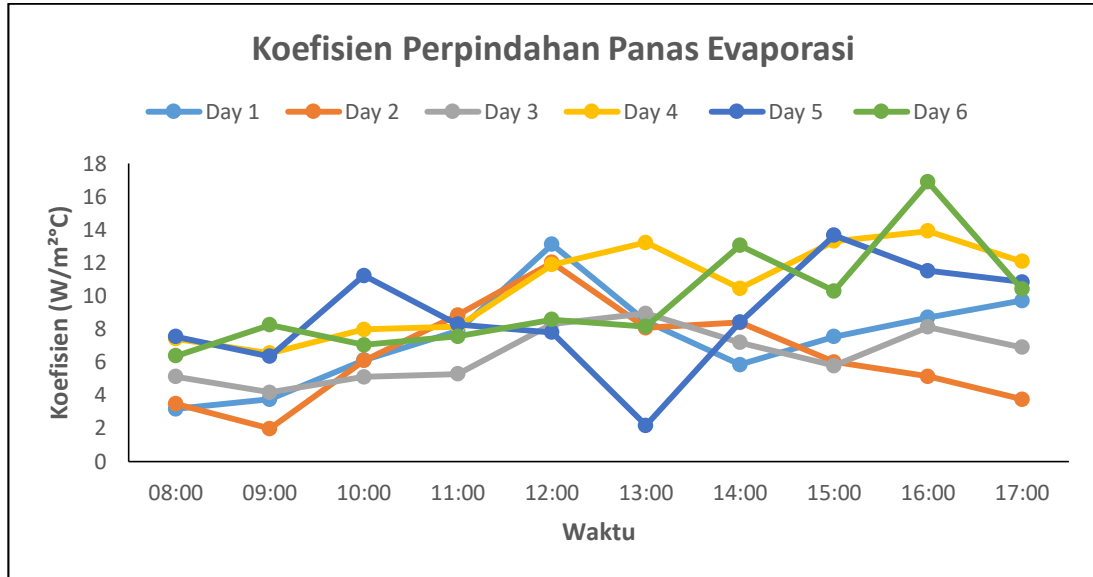
Berikut di tampilkan dalam bentuk tabel sampai hari keenam pengujian.

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 kelingkungan 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

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

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

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

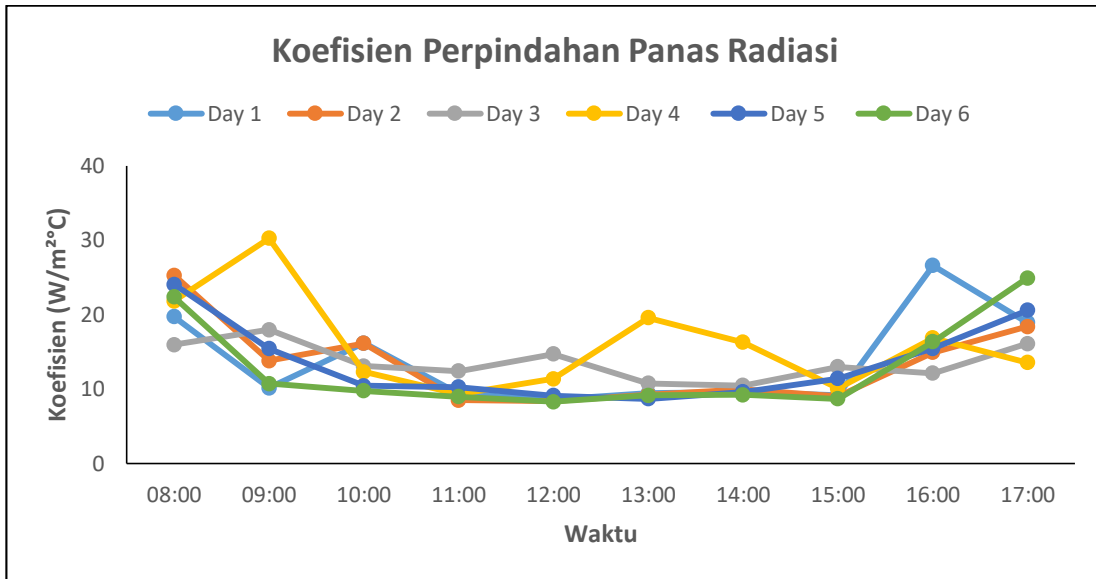
Maka nilai koefisien perpindahan panas radiasi dihari pertama sebesar 19,705 W/m²C.

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.

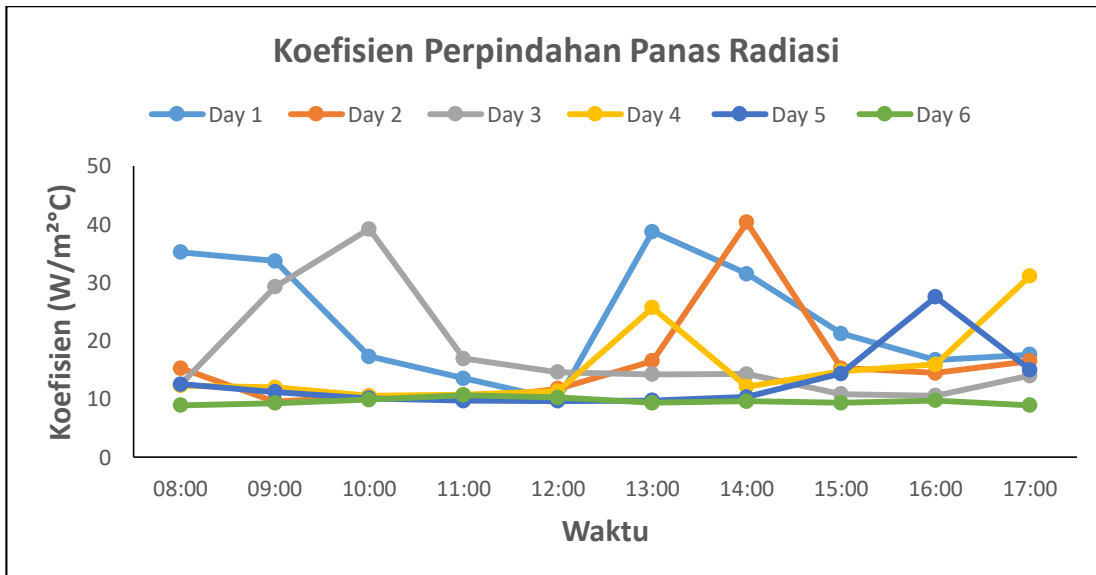
Berikut di tampilkan dalam bentuk tabel sampai hari keenam pengujian.

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

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

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

$$= 0,001 \text{ kWh.}$$

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

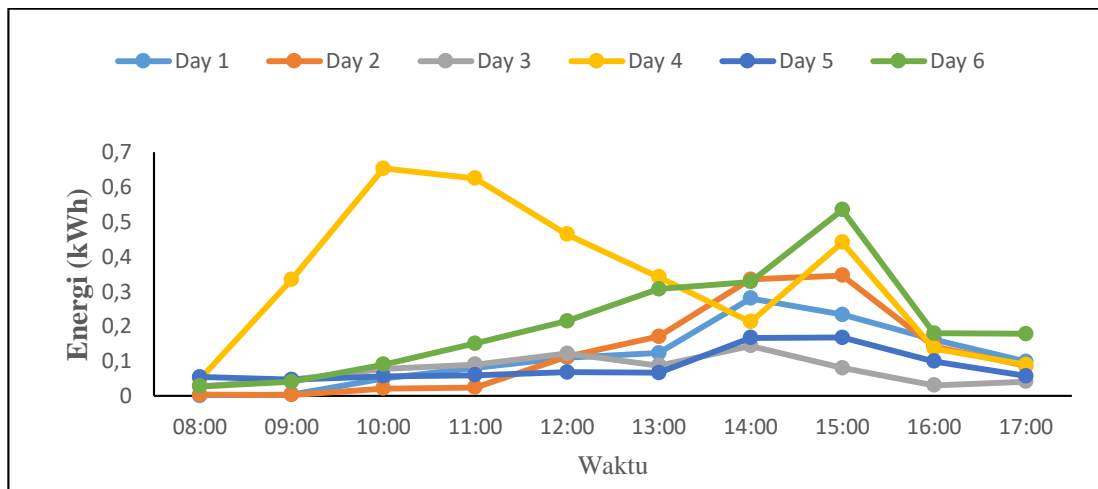
Berikut di tampilkan dalam bentuk tabel sampai hari keenam pengujian.

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

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

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

$$\eta = 0,001kWh$$

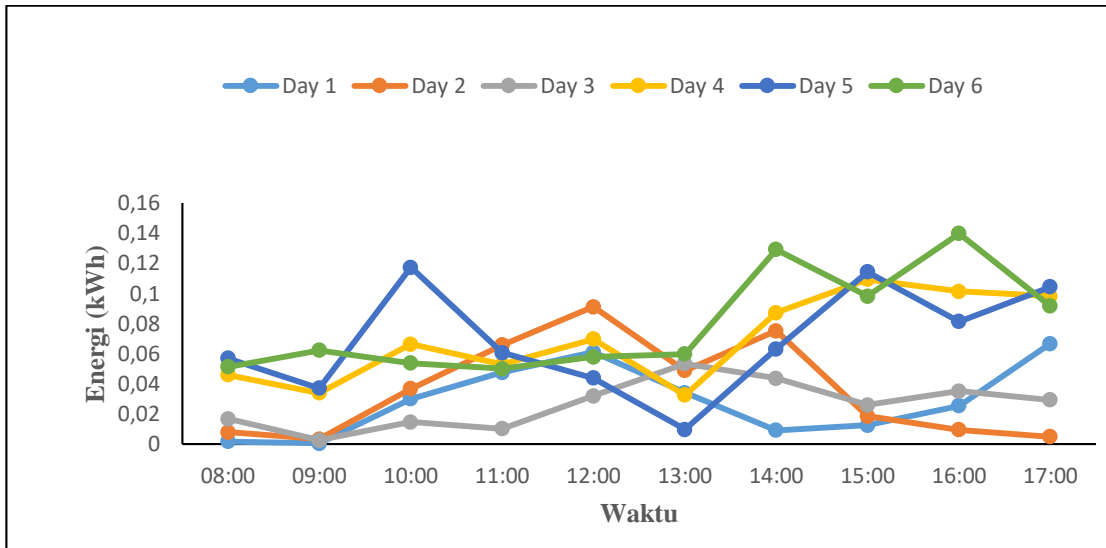
Maka nilai energi panas yang diterima oleh air dihari pertama sebesar 0,001 kWh.

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

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

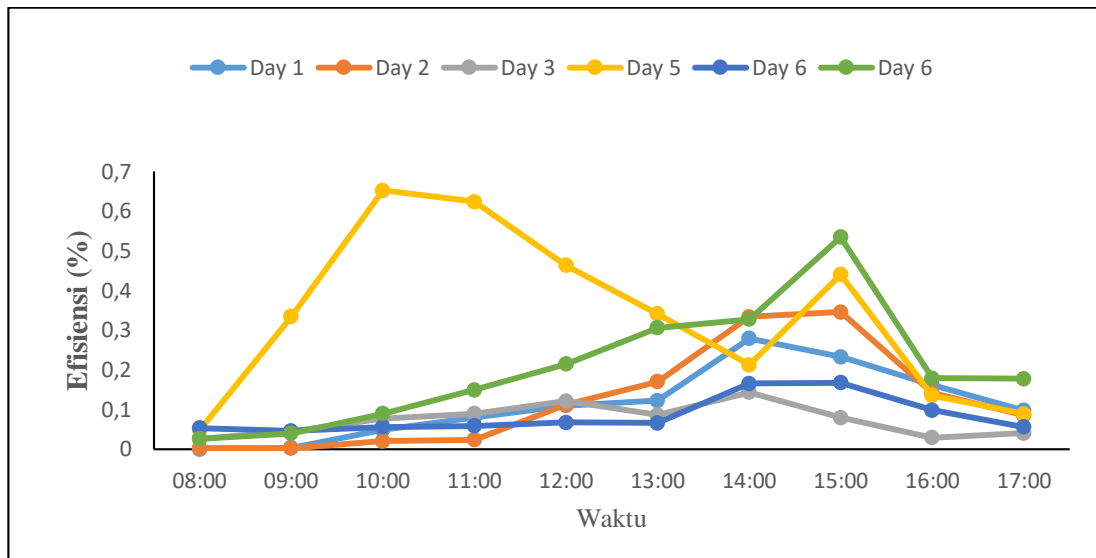
Maka nilai Efisiensi energi dihari pertama sebesar 0,07 %.

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 %.

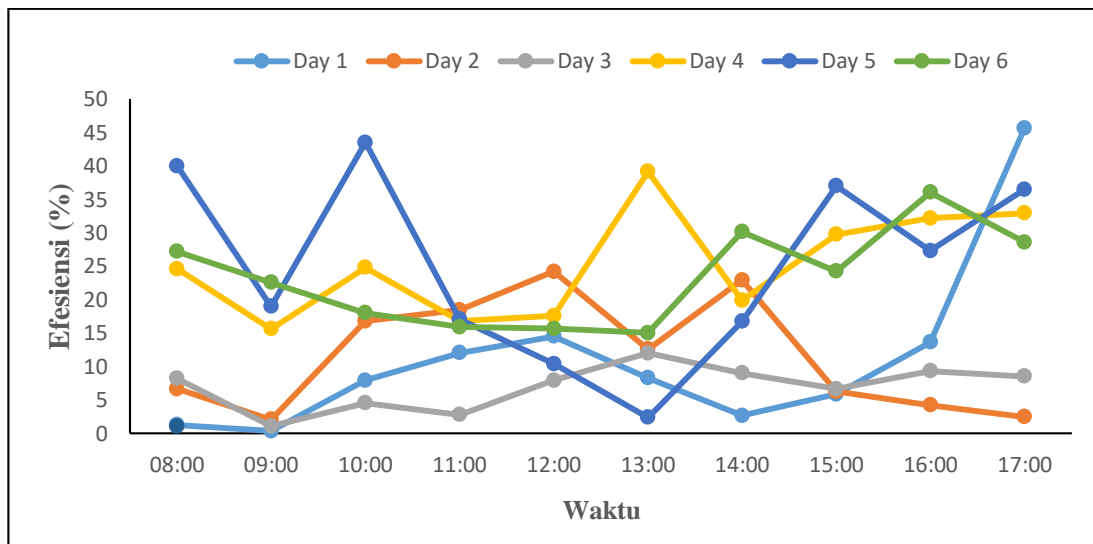
Berikut di tampilkan dalam bentuk tabel sampai hari keenam pengujian.

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.

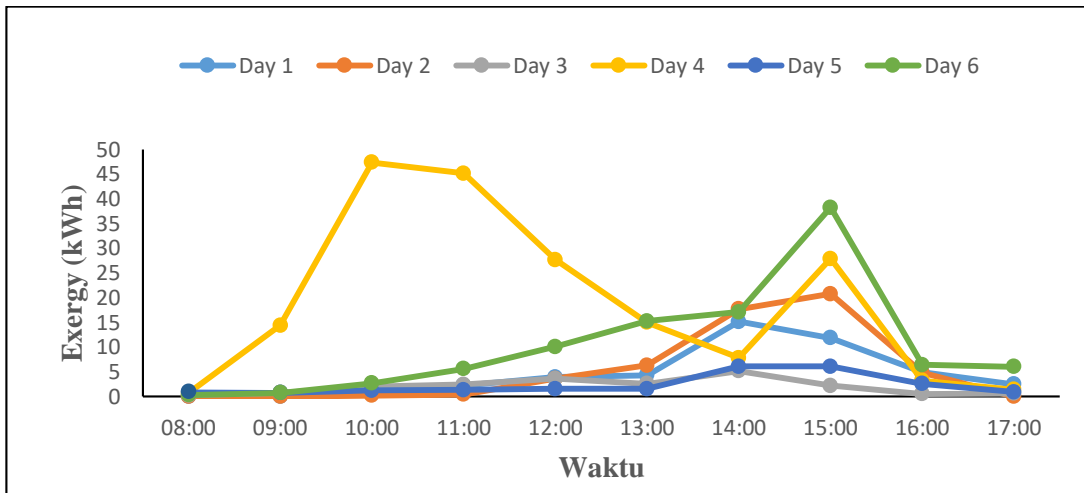
Berikut di tampilkan dalam bentuk tabel sampai hari keenam pengujian.

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.

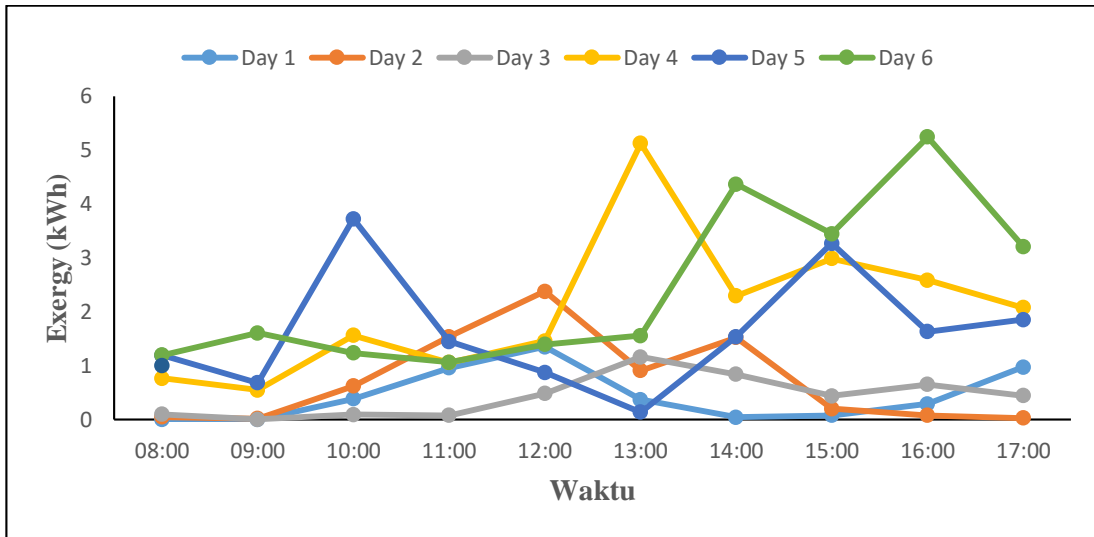
Maka nilai exergy dihari pertama sebesar 0,001 kWh.

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

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

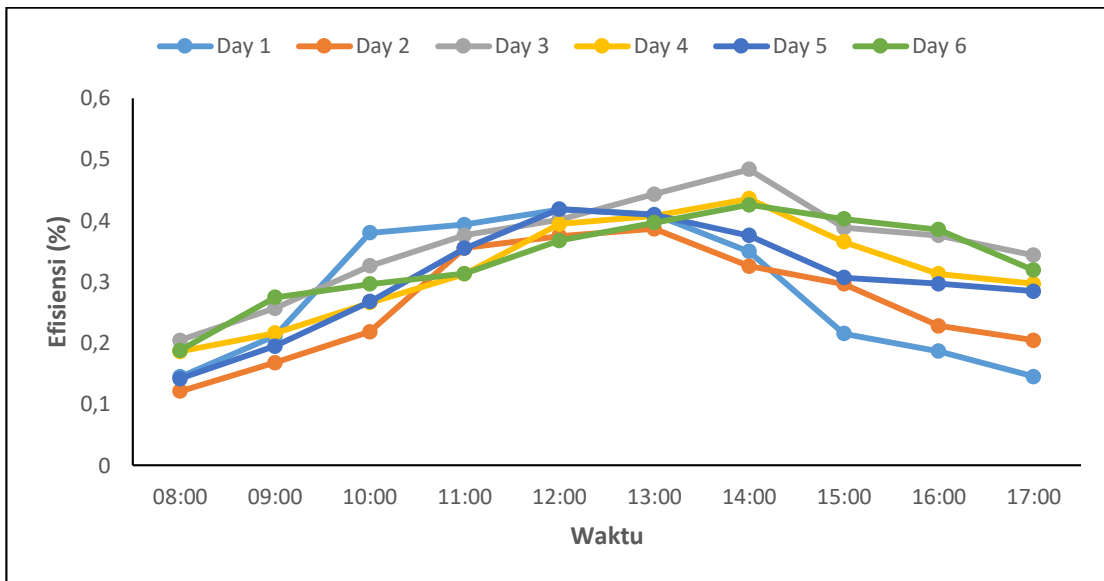
Maka nilai efisiensi exergy dihari pertama sebesar 0,144 %.

Berikut di tampilkan dalam bentuk tabel sampai hari keenam pengujian.

Tabel 4.27. Data hasil efisiensi exergy kaca 4 mm.

| Besarnya Efisiensi Exergy Hari | | | | | | |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Waktu | 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

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

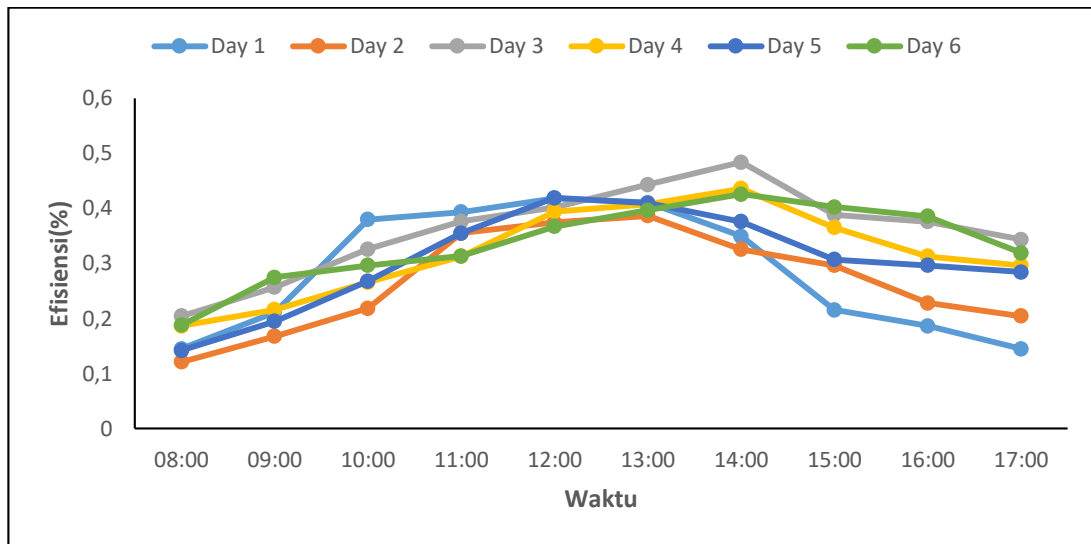
Maka nilai efisiensi exergy dihari pertama sebesar 0,144 %.

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

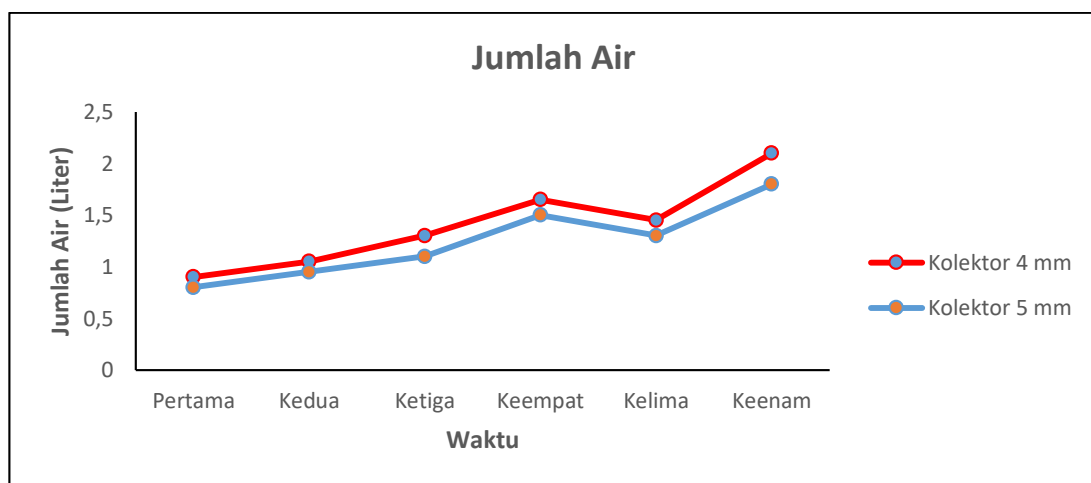
Air bersih yang dihasilkan dari alat desalinasi dilihat dan diukur setiap harinya, untuk mengetahui jumlah air yang dihasilkan dan dapat membandingkan jumlah air dari evaporator ketebalan kaca 4 mm dengan evaporator kaca 5 mm. Data perbandingan jumlah air dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

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_{ge} | 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 | A_b | 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} | $h_{C,W-gi}$ | $h_{E,W-gi}$ | $h_{R,W-gi}$ | $h_{T,W-gi}$ | $U_{T,gi-a}$ | $h_{C,Ro-a}$ | $h_{R,Ro-a}$ | $h_{T,Ro-a}$ | 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 |

| Uls | a | -eΔT | EXP-eΔT | f(t) | T _w | T _b | Energi /h | M _{ew} | Efisiensi energi | Exergy | Efisiensi Exergy |
|-----------|--------|----------|----------|----------|----------------|----------------|--------------|-----------------|---------------------|----------|---------------------|
| 13,15414 | 0,0001 | -0,21458 | 0,806877 | 0,002001 | 34,77235 | 34,61423 | 0,02657 | 0,039522 | 12,91187 | 0,271553 | 0,204421395 |
| 14,33018 | 0,0001 | -0,26532 | 0,766964 | 0,002247 | 38,1122 | 40,65188 | 0,045764 | 0,068773 | 17,69956 | 0,738462 | 0,256816156 |
| 14,14086 | 0,0001 | -0,2201 | 0,80244 | 0,002309 | 43,49737 | 45,16696 | 0,077831 | 0,117326 | 23,6978 | 2,006073 | 0,326171131 |
| 16,03407 | 0,0001 | -0,28556 | 0,75159 | 0,002651 | 43,49776 | 47,04803 | 0,0898 | 0,13505 | 23,69962 | 2,41099 | 0,376276154 |
| 18,80716 | 0,0001 | -0,33103 | 0,718182 | 0,003135 | 44,98645 | 49,49784 | 0,121473 | 0,183122 | 30,01774 | 3,591178 | 0,401805836 |
| 16,22025 | 0,0001 | -0,3357 | 0,714838 | 0,002718 | 43,98217 | 50,23379 | 0,086767 | 0,131352 | 19,44063 | 2,555392 | 0,443226506 |
| 17,71568 | 0,0001 | -0,28844 | 0,749432 | 0,002935 | 46,82995 | 50,5644 | 0,143458 | 0,2167 | 29,45024 | 5,154044 | 0,483791347 |
| 15,43463 | 0,0001 | -0,31232 | 0,731747 | 0,002516 | 42,9411 | 48,33155 | 0,080059 | 0,120887 | 20,46972 | 2,183301 | 0,388451321 |
| 12,92598 | 0,0001 | -0,33021 | 0,71877 | 0,002112 | 37,58266 | 43,58526 | 0,029683 | 0,044698 | 7,848094 | 0,506965 | 0,375685086 |
| 14,86195 | 0,0001 | -0,30614 | 0,736283 | 0,002355 | 36,96809 | 40,56549 | 0,041077 | 0,061662 | 11,88318 | 0,635067 | 0,343368606 |
| RATA-RATA | | | | | | | 0,074248 | 0,111909 | 19,71185 | 2,005302 | 0,360001354 |
| Total | | | | | | | 0,742482 | 1,119091 | 197,1185 | 20,05302 | 3,600013539 |

| 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 | Kaca Eval/ Tgi | Lingkungan/ Ta | T _{sky} | | | | W/m ² | m/s | ew | eg | σ | e _{eff} |
| 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 _s | 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/ T _b | Kaca Eval/ T _{gi} | Lingkung an/ T _a | T _{sky} | | | | W/m ² | m/s | e _w | e _g | 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 _{Impulsi/Temp} | | T _{sky} | Intensitas W/m ² | Angin m/s | Appendix ew | α _r | α _w |
|-------|-----------------|---------------------|----------------------|----------------|-------------------------|-----------------|---------------------------|----------------|------------------|--------------------------------|--------------|----------------|----------------|----------------|
| | | | T _{va} | T _b | T _{va} | T _{gr} | T _a | T _u | | | | | | |
| 08:00 | 28,04 | 29,00 | 29,27 | | 28,18 | | 28 | 22 | 145,78 | 3,09 | 0,9500 | 0,0475 | 0,0500 | |
| 09:00 | 28,13 | 29,35 | 29,50 | | 28,01 | | 26,93 | 20,93 | 212,4 | 3,82 | 0,9500 | 0,0475 | 0,0500 | |
| 10:00 | 32,13 | 36,15 | 38,22 | | 34,06 | | 29,12 | 23,12 | 382,4 | 3,67 | 0,9500 | 0,0475 | 0,0500 | |
| 11:00 | 36,08 | 44,50 | 50,45 | | 43,35 | | 31,37 | 25,37 | 396,18 | 3,22 | 0,9500 | 0,0475 | 0,0500 | |
| 12:00 | 42,50 | 46,00 | 52,00 | | 40,00 | | 32,44 | 26,44 | 421,6 | 3,47 | 0,9500 | 0,0475 | 0,0500 | |
| 13:00 | 33,19 | 41,00 | 44,13 | | 38,25 | | 32,11 | 26,11 | 413,1 | 3,66 | 0,9500 | 0,0475 | 0,0500 | |
| 14:00 | 32,46 | 35,54 | 36,05 | | 33,54 | | 31,09 | 25,09 | 351,8 | 3,27 | 0,9500 | 0,0475 | 0,0500 | |
| 15:00 | 33,54 | 37,03 | 39,21 | | 33,11 | | 31,24 | 25,24 | 216,78 | 3,76 | 0,9500 | 0,0475 | 0,0500 | |
| 16:00 | 33,41 | 39,41 | 40,65 | | 35,17 | | 30,18 | 24,18 | 187,67 | 3,69 | 0,9500 | 0,0475 | 0,0500 | |
| 17:00 | 30,59 | 40,56 | 42,31 | | 35,17 | | 30,03 | 24,03 | 145,98 | 3,34 | 0,9500 | 0,0475 | 0,0500 | |
| | 42,50 | 46,00 | 52,00 | | 46,00 | | 32,44 | 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 | σ | ε _{eff} | α _g | R _g |
|-------|-------|----------|---------|-------|---------|---------|--------------|------|------------|--------|----------|--------|------------------|----------------|----------------|
| | | | n | Evap | Kaca | Eva/Tgi | | | | | | | | | |
| 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 | | | | | | | | |

| αg | αw | αb | 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 |

| Pgr | h_{w-g} | h_{E-w-g} | h_{R-w-g} | h_{T-w-g} | U_{T-g} | h_{g-w} | h_{R-g} | h_{T-g} | T_{gr} | T_{go} | au_{Tg} | U_{h} | U_{b} |
|----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| 3975,217 | 0,9326 | 3,48075 | 5,62506 | 10,0384 | 62,28401 | 15,85 | 15,292 | 31,142 | 26,25624 | 26,18177 | 0,135184 | 8,645066 | 1,761169 |
| 4586,817 | 0,47515 | 1,97168 | 5,74611 | 8,192944 | 48,74367 | 14,8 | 9,571836 | 24,37184 | 26,29166 | 26,19896 | 0,135433 | 7,014013 | 1,752334 |
| 6896,705 | 1,00299 | 6,0829 | 6,20983 | 13,29572 | 51,7274 | 15,37 | 10,4937 | 25,8637 | 32,4091 | 32,21014 | 0,138307 | 10,57705 | 1,757254 |
| 9357,663 | 1,11154 | 8,84834 | 6,57454 | 16,53442 | 57,25764 | 18,73 | 9,898821 | 28,62882 | 34,95318 | 34,59876 | 0,139218 | 12,82959 | 1,78106 |
| 10420,59 | 1,34949 | 12,0282 | 6,73462 | 20,11229 | 62,08583 | 19,24 | 11,80291 | 31,04291 | 36,59452 | 36,12473 | 0,140195 | 15,1912 | 1,784051 |
| 9043,577 | 1,04995 | 8,07995 | 6,52761 | 15,6575 | 72,60588 | 19,78 | 16,52294 | 36,30294 | 33,87149 | 33,53438 | 0,136997 | 12,87993 | 1,787077 |
| 9006,699 | 1,09117 | 8,39175 | 6,52669 | 16,00961 | 115,022 | 17,14 | 40,37101 | 57,51101 | 33,21532 | 32,88107 | 0,134387 | 14,05554 | 1,770775 |
| 6835,06 | 0,99875 | 6,00838 | 6,19941 | 13,20654 | 62,87815 | 16,15 | 15,28907 | 31,43907 | 32,51704 | 32,32318 | 0,136834 | 10,91419 | 1,763517 |
| 5659,825 | 1,00723 | 5,1458 | 5,99402 | 12,14706 | 59,81259 | 15,4 | 14,50629 | 29,90629 | 29,75263 | 29,59143 | 0,136612 | 10,09659 | 1,757505 |
| 4619,975 | 0,88467 | 3,7536 | 5,7719 | 10,41017 | 63,10955 | 15,01 | 16,54477 | 31,55477 | 27,16059 | 27,04797 | 0,135523 | 8,936122 | 1,754183 |

| CLS | Q | QAT | EV-QAT | PH | PH | PH | Energy | M _{eq} | Efficiency | Energy | Efficiency |
|-----------|--------|--------|----------|---------|----------|--------|----------|-----------------|------------|---------|-------------|
| 10.40625 | 0.0001 | -0.215 | 0.806877 | 0.00135 | 28.57436 | 28.567 | 0.00807 | 0.012 | 6.62679 | 0.04979 | 0.121088463 |
| 8.796947 | 0.0001 | -0.265 | 0.796964 | 0.00116 | 28.03112 | 31.064 | 0.00343 | 0.00513 | 2.03529 | 0.02229 | 0.16786597 |
| 12.59481 | 0.0001 | -0.22 | 0.80244 | 0.00192 | 38.45799 | 40.567 | 0.01679 | 0.05527 | 16.75 | 0.62199 | 0.218195282 |
| 14.610165 | 0.0001 | -0.286 | 0.78159 | 0.00243 | 42.59555 | 46.533 | 0.065586 | 0.09922 | 18.4237 | 1.53825 | 0.254973582 |
| 16.611115 | 0.0001 | -0.331 | 0.718782 | 0.00286 | 44.17404 | 49.501 | 0.09117 | 0.13733 | 24.1626 | 2.3795 | 0.324610978 |
| 14.42701 | 0.0001 | -0.526 | 0.714538 | 0.00243 | 29.92012 | 45.678 | 0.04895 | 0.07384 | 12.8799 | 0.91163 | 0.386448881 |
| 15.524631 | 0.0001 | -0.288 | 0.749432 | 0.00258 | 42.16727 | 45.658 | 0.07812 | 0.11285 | 22.9046 | 1.52334 | 0.325993615 |
| 12.611111 | 0.0001 | -0.312 | 0.731747 | 0.00208 | 35.62046 | 40.291 | 0.01865 | 0.02806 | 6.25051 | 0.20319 | 0.296285469 |
| 11.81409 | 0.0001 | -0.33 | 0.71877 | 0.00174 | 31.62015 | 36.777 | 0.00961 | 0.01441 | 4.18896 | 0.07897 | 0.227972874 |
| 10.61403 | 0.0001 | -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_{gi} | T_{go} | 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_{Tgi-a} | $h_{C_{g0-a}}$ | $h_{R_{g0-a}}$ | $h_{T_{g0-a}}$ | T_{gi} | T_{g0} | 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} | $h_{c,w-gi}$ | $h_{E,w-gi}$ | $h_{R,w-gi}$ | $h_{T,w-gi}$ | $U_{T,gi-a}$ | $h_{c,go-a}$ | $h_{R,go-a}$ | $h_{T,go-a}$ | T_{gi} | T_{go} | 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} | $U_{T_{g1-a}}$ | $h_{C_{g0-a}}$ | $h_{R_{g0-a}}$ | $h_{T_{g0-a}}$ | 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 ke seluruh negeri (Indonesia)
tanpa dia kunjungi

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/10/2019
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.