

TUGAS AKHIR

KAJIAN PEMBUANGAN ENERGI PANAS PADA TANGKI AIR PENDINGIN ATAP BERONGGA

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

Disusun oleh :

AGUNG ARWANA
1807230155



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:


Nama : Agung Arwana
NPM : 1807230155
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Kajian Pembuangan Energi Panas Pada Tangki
Air Pendingin Atap Berongga
Bidang ilmu : Konversi Energi

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

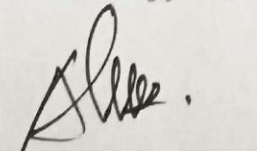
Medan, 15 September 2022

Mengetahui dan menyetujui:

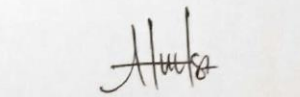
Dosen Penguji I


(Affandi S.T., M.T)

Dosen Penguji III


(Sudirman Lubis S.T., M.T)

Dosen Penguji II


(Arya Rudi Nasution 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 : Agung Arwana
Tempat /Tanggal Lahir : Margosono / 13 November 1999
NPM : 1807230155
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Kajian Pembuangan Energi Panas Pada Tangki Air Pendingin Atap Berongga”.

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, 15 September 2022

Saya yang menyatakan,


Agung Arwana

ABSTRAK

Tangki pendingin didefinisikan sebagai alat penukar kalor yang material fluida kerjanya adalah air, dan udara yang berfungsi mendinginkan air dengan kontak langsung dengan udara yang mengakibatkan sebagian kecil air menguap. Air ini yang nantinya mengalir didalam atap berongga yang diharapkan dapat menyerap panas saat melewati rongga. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai efektivitas dari laju perpindahan panas pada atap berongga, serta mengetahui jumlah energi pada tangki air pendingin atap berongga yang mampu dibuang setiap jam'nya dan mengetahui debit air yang diperlukan untuk mensuplai atap berongga. selama penelitian didapatkan hasil yang bervariasi dengan volume air yang masuk sekitar 0,0055 m³ pada setiap rongganya, dengan kapasitas pompa 5.5 LPM. Dari data pengujian yang diperoleh jika intensitas cahaya matahari rendah maka panas akan diserap kelingkungan dan sebaliknya jika intensitas cahaya matahari tinggi maka panas akan diserap oleh air. Itu sebabnya intensitas cahaya matahari sangat mempengaruhi proses pengambilan data. Dari hasil yang diperoleh dilapangan pada saat penelitian selama 7 hari didapatkan temperatur air rata-rata 28,4°C. Hasil ini dapat dikategorikan aman sebab temperatur air tidak melebihi atau tidak jauh dari temperatur pada tangki air yang bertemperatur rata-rata 40,5°C.

Kata Kunci : Tangki Pendingin, Nilai Efektivitas, Konduksi, Konveksi

ABSTRACT

Cooling tank is defined as a heat exchanger whose working fluid material is water, and air which functions to cool water by direct contact with air which causes a small portion of the water to evaporate. This water will flow in the hollow roof which is expected to absorb heat as it passes through the cavity. This study aims to obtain the effectiveness value of the heat transfer rate on the hollow roof, and determine the amount of energy in the hollow roof cooling water tank that can be discharged every hour and determine the water flow required to supply the hollow roof. during the study, the results obtained varied with the volume of water entering about 0.0055 m³ in each cavity, with a pump capacity of 5.5 LPM. From the test data obtained, if the intensity of sunlight is low, the heat will be absorbed by the environment and vice versa if the intensity of sunlight is high, the heat will be absorbed by the water. That is why the intensity of sunlight greatly affects the data collection process. From the results obtained in the field at the time of the study for 7 days, the average water temperature was 28.4°C. This result can be categorized as safe because the water temperature does not exceed or is not far from the temperature in the water tank with an average temperature of 40.5°C.

Keywords: Cooling Tank, Effectiveness Value, Conduction, Convection

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 Penelitian Tugas Akhir ini yang berjudul “Kajian Pembuangan Energi Panas Pada Tangki Air Pendingin Atap Berongga” 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 Penelitian Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada :

1. Bapak Sudirman Lubis, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan laporan Penelitian Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra A Siregar dan Bapak Ahmad Marabdi, S.T.,M.T sebagai Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T.,M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekmesinan kepada penulis.
5. Orang tua penulis : Muliono dan Ngaliyem, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Sahabat-sahabat penulis : Baihaqi Azuir, Teddy Aditia Darmawan, Budi Kurniawan, Angga, Juanda serta Fitri Setiani.

Laporan Penelitian 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 penelitian Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 15 September 2022

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, positioned above the printed name.

Agung Arwana

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.4.1 Tujuan Umum	2
1.4.2 Tujuan Khusus	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Tangki Pendingin	4
2.2. Prinsip Kerja Tangki Pendingin	5
2.2.1 Langkah Kerja Tangki Pendingin	6
2.3. Komponen Tangki Pendingin	7
2.4. Jenis - jenis Tangki Pendingin	7
2.5. Parameter Yang Diujikan Pada Tangki Pendingin Atap Berongga	9
BAB 3 METODE PENELITIAN	11
3.1 Tempat dan Waktu	11
3.1.1 Tempat	11
3.1.2 Waktu	11
3.2 Alat Dan Bahan	12
3.2.1 Alat Yang Digunakan	12
3.2.1.1 Pompa Air	12
3.2.2 Alat Yang Digunakan	12
3.3 Bagan Alir	18
3.4 Rancangan Alat Penelitian	19
3.5 Prosedur Pengujian Alat	20
3.6 Metodologi Pengujian	21
BAB 4 HASIL PENELITIAN	22
4.1. Data Hasil Pengujian	22
4.1.1. Data Pengujian Hari Pertama	22

4.1.2. Data Pengujian Hari Kedua	23
4.1.3. Data Pengujian Hari Ketiga	24
4.1.4. Data Pengujian Hari Keempat	25
4.1.5. Data Pengujian Hari Kelima	26
4.1.6. Data Pengujian Hari Keenam	27
4.1.7. Data Pengujian Hari Ketujuh	28
4.2. Pembahasan Data Hasil Pengujian	29
4.2.1. Pembahasan Energi Total Hari Pertama	30
4.2.2. Pembahasan Energi Total Hari Kedua	31
4.2.3. Pembahasan Energi Total Hari Ketiga	32
4.2.4. Pembahasan Energi Total Hari Keempat	33
4.2.5. Pembahasan Energi Total Hari Kelima	34
4.2.6. Pembahasan Energi Total Hari Keenam	34
4.2.7. Pembahasan Energi Total Hari Ketujuh	35
4.3 Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan	36
4.3.1. Data Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Pertama	37
4.3.2. Data Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Kedua	38
4.3.3. Data Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Ketiga	39
4.3.4. Data Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Keempat	40
4.3.5. Data Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Kelima	41
4.3.6. Data Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Keenam	42
4.3.7. Data Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Ketujuh	43
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1. Kesimpulan	44
5.2. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	
LAMPIRAN 1	
LAMPIRAN 2	
LEMBAR ASISTENSI	
SK PEMBIMBINGAN	
BERITA ACARA PENENTUAN JUDUL	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Timeline Kegiatan	11
Tabel 4.1. Data Pengujian Hari Pertama	22
Tabel 4.2. Data Pengujian Hari Kedua	23
Tabel 4.3. Data Pengujian Hari Ketiga	24
Tabel 4.4. Data Pengujian Hari Keempat	25
Tabel 4.5. Data Pengujian Hari Kelima	26
Tabel 4.6. Data Pengujian Hari Keenam	27
Tabel 4.7. Data Pengujian Hari Ketujuh	28
Tabel 4.8. Energi Total Hari Pertama	30
Tabel 4.9. Energi Total Hari Kedua	31
Tabel 4.10. Energi Total Hari Ketiga	32
Tabel 4.11. Energi Total Hari Keempat	33
Tabel 4.12. Energi Total Hari Kelima	34
Tabel 4.13. Energi Total Hari Keenam	34
Tabel 4.14. Energi Total Hari Ketujuh	35
Tabel 4.15. Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Pertama	36
Tabel 4.16. Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Kedua	37
Tabel 4.17. Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Ketiga	38
Tabel 4.18. Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Keempat	39
Tabel 4.19. Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Kelima	40
Tabel 4.20. Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Keenam	41
Tabel 4.21. Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Ketujuh	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Range dan Approac</i> Temperatur Pada Tangki Pendingin	4
Gambar 2.2. Prinsip Kerja Tangki Pendingin	6
Gambar 2.3. Tangki Pendingin Forced Draft	8
Gambar 2.4. Cooling Tower Induced Draft Dengan Aliran Berlawanan	9
Gambar 3.1. Pompa Air	12
Gambar 3.2. Anemometer	12
Gambar 3.3. Thermometer	13
Gambar 3.4. Arduino	13
Gambar 3.5. Layar Monitor LCD	14
Gambar 3.6. Power Supply	14
Gambar 3.7. Relay	15
Gambar 3.8. Selenoid Valve	15
Gambar 3.9. Sensor Suhu DS18B20	16
Gambar 3.10. Thermometer	16
Gambar 3.11. Sensor Intensitas Cahaya	17
Gambar 3.12. Solar Power Meter	17
Gambar 3.13. Bagan Diagram Alir	18
Gambar 3.14. Perancangan Alat Penelitian	19
Gambar 3.15 Atap Berongga	19
Gambar 3.16 Bangunan	20
Gambar 3.17 Pipa	20
Gambar 4.1. Data Pengujian Hari Pertama	23
Gambar 4.2. Data Pengujian Hari Kedua	24
Gambar 4.3. Data Pengujian Hari Ketiga	25
Gambar 4.4. Data Pengujian Hari Keempat	26
Gambar 4.5. Data Pengujian Hari Kelima	27
Gambar 4.6. Data Pengujian Hari Keenam	28
Gambar 4.7. Data Pengujian Hari Ketujuh	29
Gambar 4.8. Energi Total Hari Pertama	30
Gambar 4.9. Energi Total Hari Kedua	31
Gambar 4.10. Energi Total Hari Ketiga	32
Gambar 4.11. Energi Total Hari Keempat	33
Gambar 4.12. Energi Total Hari Kelima	34
Gambar 4.13. Energi Total Hari Keenam	35
Gambar 4.14. Energi Total Hari Ketujuh	36
Gambar 4.15. Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Pertama	37
Gambar 4.16. Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Kedua	38
Gambar 4.17. Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Ketiga	39
Gambar 4.18. Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Keempat	40
Gambar 4.19. Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Kelima	41
Gambar 4.20. Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Keenam	42
Gambar 4.21. Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Ketujuh	43

DAFTAR NOTASI

Q = Laju Perpindahan Panas	(J/s)
k = Konduktivitas Thermal	(W/m.k)
A = Luas Permukaan	(m ²)
ΔT = Perbedaan Suhu	(°C)
d = Ketebalan Benda	(m)
e = Emisivitas	-
σ = Konstanta Boltzman	-
T = Suhu	(°C)
h = Koefisien Konveksi	(W/m ² K)
Nu = Bilangan Nusselt	-
Pr = Bilangan Prandl	-
Pr = Bilangan Reynold	-
T_r = Temperatur Atap	(°C)
T_u = Temperatur Udara	(°C)
$T_{sky} = T_u - 6$	(°C)
q = kapasitas pendingin	(kJ/ s)
\dot{m} = Laju aliran massa air	(kg/s)
C_p = Kalor jenis air	(Kj/kg°C)
Q = Debit air	(m ³ / s)
ρ = massa jenis air	(kg/m ³)
K = konduksi termal bahan	(w/mk)
A = Luas Penampang	(m ²)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia mempunyai iklim tropis dengan kelembaban udara yang tinggi (dapat mencapai angka 80%) dan temperatur udara relatif tinggi hingga mencapai 35°C (Talarosha, 2005). Kondisi termal yang tinggi membuat manusia merasa tidak nyaman dalam melakukan aktivitas harian. manusia membutuhkan kenyamanan termal berkisar antar 22,5°C- 29°C dengan kelembaban udara berkisar antara 20% - 50% (Lippsmeir, 1994).

Dengan keadaan iklim tersebut, maka perlu diciptakan kondisi termal yang nyaman pada ruangan untuk beraktivitas. Kenyamanan termal yang menyangkut kondisi temperatur ruangan yang nyaman dan dapat membantu tubuh manusia mempertahankan temperatur badan idealnya yang berkisar 37°C. temperatur badan ideal ini dibutuhkan agar organ tubuh dapat berfungsi dengan baik (Rilatupa, 2008).

Pada hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan (Keyan Ma, Mingsheng Liu, Jili Zhang, 2021) tentang “Metode optimasi online sistem air pendingin berdasarkan model perpindahan panas untuk menara pendingin” masih dimungkinkan adanya pengembangan variasi dari perpindahan panas untuk tangki air pendingin. Maka dari itu, penulis tertarik melanjutkan penelitian dengan menggunakan atap berongga yang dirancang khusus untuk dilewati fluida (air) disepanjang dalam rongga atap agar panas yang diserap lebih maksimal. atap berongga sebagai penukar kalor yang dibuat secara custom dan akan melakukan uji coba, serta melakukan perhitungan dan analisa pengujian pada penukar kalor yang akan dibuat terhadap nilai efektivitas. penukar kalor yang akan dibuat adalah atap berongga pada penelitian ini, untuk mendapatkan efektivitas dari laju perpindahan panas, dilakukan dengan aliran fluida seri dan paralel. Untuk fluida yang digunakan dalam eksperimen ini adalah berupa air yang bersumber dari PDAM. Variasi yang dilakukan adalah dengan mengetahui laju aliran fluida (air) dengan temperatur dingin yang masuk serta temperatur fluida (air) panas (hangat) yang keluar dari atap berongga setiap jam'nya. Perpindahan energi panas dari cahaya matahari tidak semuanya akan terserap dan diubah menjadi energi yang menaikkan temperatur air,

melainkan sebahagian akan terbang ke lingkungan melalui proses konveksi, radiasi dan konduksi., semakin sedikit nilai koefisien perpindahan panas akan merugikan proses pendinginan karena kurangnya energi yang terbang (Wawan Septiawan Damanik, 2021).

Tangki air pendingin diidentifikasi sebagai wadah air untuk penukar kalor yang material fluida kerjanya adalah air, dan udara yang berfungsi mendinginkan air dengan kontak langsung dengan udara yang mengakibatkan sebagian kecil air menguap. Pada kebanyakan Tangki air pendingin yang dipakai pada sistem pompa sentrifugal untuk menggerakkan air vertikal melintasi menara (El Wakil. 1992). Fungsi tangki air pendingin digunakan untuk menurunkan temperatur aliran fluida (air), dengan cara mengekstraksi panas dari fluida dan mengemisikannya ke atmosfer.

Dari uraian di atas maka penulis mencoba melakukan penelitian sebagai tugas akhir yang berjudul “Kajian Pembuangan Energi Panas Pada Tangki Air Pendingin Atap Berongga”

1.2 Rumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang dapat diketahui bahwa rumusan masalah yang diperoleh dalam tugas akhir sarjana ini adalah bagaimana cara mengetahui nilai efektivitas dari laju perpindahan panas pada atap berongga, serta mengetahui jumlah energi pada tangki air pendingin atap berongga yang mampu dibuang setiap jam'nya dan mengetahui debit air yang diperlukan untuk mensuplai atap berongga.

1.3 Ruang Lingkup

Pada proses pengkajian pembuangan energi panas pada tangki air pendingin ini. Penulis perlu membatasi masalah pada efektivitas penukar kalor yang menggunakan atap berongga, jumlah energi yang dibuang pada atap berongga serta debit air yang diperlukan untuk atap berongga.

1.4 Tujuan penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari tugas akhir ini adalah untuk mengetahui kondisi termal yang nyaman pada ruangan untuk beraktivitas dengan menggunakan instalasi atap berongga yang dialiri fluida (air) didalamnya.

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui efektivitas metode yang digunakan untuk mendinginkan ruangan dari tangki pendingin.
2. Mengetahui jumlah energi panas pada temperatur air yang mampu dibuang setiap jam'nya.
3. Mengetahui debit air yang diperlukan untuk menyuplai setiap atap bangunan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini, sebagai berikut :

1. Dapat dijadikan referensi Bagi mahasiswa yang lain untuk pengembangan penelitian lanjutan.
2. Untuk mengaplikasikan ilmu yang telah didapat di bangku perkuliahan.

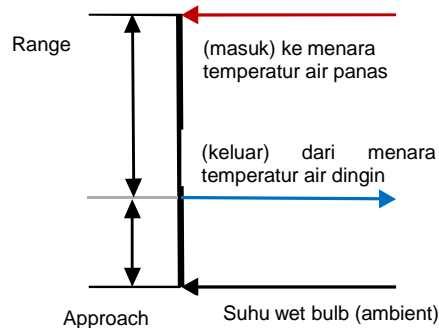
BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tangki Pendingin

Sistem pendingin merupakan sistem pengondisian udara yang mana dari sistem tersebut mensirkulasikan udara dalam ruangan, dalam sistem tersebut terdapat kondensor yang melepaskan energi panas dari sirkulasi sistem pendingin tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pemanas air, guna menghemat energi. (A.P. Dermawan, F. Ariskyawan, G.L. Rahino, 2020).

Menurut (EL.Wakil, 2015) tangki pendingin didefinisikan sebagai alat penukar kalor yang material fluida kerjanya adalah air, dan udara yang berfungsi mendinginkan air dengan kontak langsung dengan udara yang mengakibatkan sebagian kecil air menguap. Pada kebanyakan menara pendingin yang dipakai pada sistem pendinginan udara menggunakan sistem pompa sentrifugal untuk menggerakkan air vertikal melintasi menara. Prestasi menara pendingin biasanya dinyatakan dalam *range* dan *approach*.



Gambar 2.1 *range* dan *approach* temperatur pada tangki pendingin (EL.Wakil, 2015)

Tangki pendingin juga dimanfaatkan dalam upaya peningkatan produktifitas serta efisiensi pada proses produksi mesin di industri. Karena dalam beberapa hal di industri dibutuhkan tingkat efisiensi dan temperatur yang sesuai agar dapat bekerja secara optimal. Untuk dapat menghasilkan suhu yang diinginkan, maka peralatan yang akan digunakan harus memenuhi kapasitas yang sesuai dengan beban pendinginan yang dimiliki oleh mesin yang digunakan.

2.2 Prinsip Kerja Tangki Pendingin

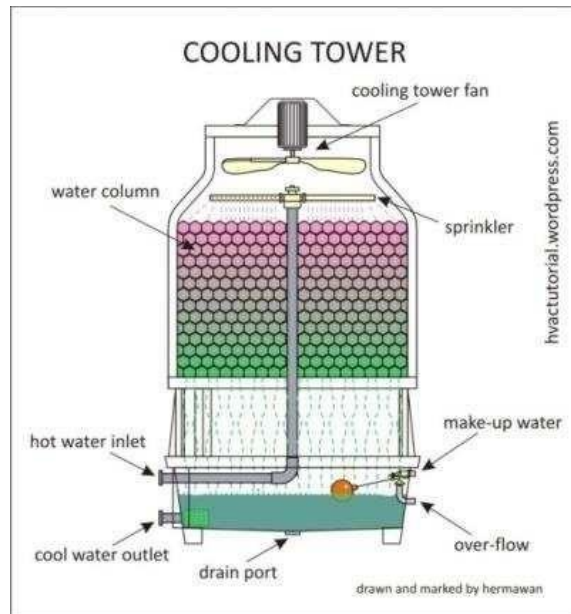
Fluida yang keluar dari hasil proses pendinginan pada mesin injeksi plastik, mempunyai suhu panas atau besar. Sehingga diperlukannya pendinginan agar fluida dari proses mesin tersebut dapat digunakan kembali dengan suhu yang stabil. Fluida disini merupakan air yang mana pada sistem refrigerasi berkapasitas sedang dan besar air sebagai media pendingin kondenser.

Hal ini dikarenakan air memiliki kemampuan pemindahan kalor yang lebih baik. Kondenser berpendingin air berdasarkan cara kerjanya memiliki dua klasifikasi. Fungsi dari tangki pendingin adalah untuk menurunkan suhu aliran fluida baik itu air, ataupun oil dengan cara mengekstraksi panas dari fluida dan mengemisikannya ke atmosfer. Setelah melalui kondenser, temperatur air akan naik karena menyerap sejumlah kalor dari refrigerant di Kondenser, temperatur air akan naik karena menyerap sejumlah kalor dari refrigerant di kondenser.

Air panas ini lalu masuk melalui hot water inlet port pada tangki pendingin untuk seterusnya naik kebagian atas tangki pendingin tersebut. Air kemudian keluar melalui lubang-lubang yang ada pada sprinkler. Sprinkler akan berputar sambil melepaskan air dan mendistribusikannya secara merata dibagian atastangki pendingin. Air yang keluar dari sprinkler ini kemudian masuk ke water column dan bersinggungan dengan aliran udara yang arahnya berlawanan (air panas turun kebagian bawah tangki pendingin, sementara udara masuk dari bagian bawah untuk seterusnya keluar dari bagian atas). Pada saat persinggungan antara air dan udara, sejumlah kalor akan dilepaskan oleh air yang bertemperatur lebih tinggi ke udara yang bertemperatur lebih rendah.

Sehingga mengakibatkan temperatur air akan turun. Temperatur air yang sudah dingin ini kemudian ditampung dibagian bawah tangki pendingin (basin) untuk kemudian disirkulasikan lagi menuju kondenser agar dapat menyerap kalor lagi.

Pada saat persinggungan air dan udara, sejumlah air akan ikut terbang ke udara, sehingga volume air akan berkurang. Untuk mengatasinya, maka make-up water yang dihubungkan dengan jalur air domestik (PAM) dengan dilengkapi pelampung akan tetap menjaga agar level air di penampung tidak berkurang.



Gambar 2.2 prinsip kerja tangki pendingin (Raden Suhardi Putra, 2015)

2.2.1 Langkah Kerja Menara Pendingin

1. Langkah pertama adalah memompa air panas dari kondensor menuju menara tangki pendingin melalui system pemipaan yang pada ujungnya memiliki banyak nozzle untuk tahap spraying atau semburan.
2. Air panas yang keluar dari nozzle (spray) secara langsung melakukan kontak dengan udara sekitar. yang bergerak secara paksa karena pengaruh dorongan dari pompa.
3. Kemudaiian air yang sudah mengalami penurunan temperature ditampung dalam bak/basin untuk kemudian dipompa kembali menuju kondensor yang berada di dalam chiller.
4. Pada tangki pendingin juga dipasang katup make up water yang dihubungkan ke sumber air terdekat untuk menambah kapasitas air jika terjadi kehilangan air ketika proses evaporative dan blowdown.

5. Prestasi menara pendingin biasanya dinyatakan dalam “range” dan “approach”, dimana range adalah penurunan suhu air yang melewati tangki pendingin dan approach adalah selisih antara suhu udara wet-bulb dan suhu air yang keluar.
6. Perpindahan kalor yang terjadi pada tangki pendingin berlangsung dari air ke udara tak jenuh. Ada dua penyebab terjadinya perpindahan kalor yaitu perbedaan suhu dan perbedaan tekanan parsial antara air dan udara. Suhu pengembunan yang rendah pada tangki pendingin membuat sistem ini lebih hemat energi jika digunakan untuk system refrigerasi pada skala besar seperti chiller.

2.3 Komponen Menara Pendingin

1. Pipa sprinkler

Merupakan pipa yang berfungsi untuk mensirkulasikan air secara merata pada menara pendingin, sehingga perpindahan kalor air dapat efektif dan efisien. Pipa sprinkler dilengkapi lubang-lubang kecil untuk menyalurkan air

2. Penampung air (water basin)

Water basin berfungsi untuk pengumpul air sementara yang jatuh dari filling material sebelum disirkulasikan kembali ke kondenser. Water basin terbuat dari seng.

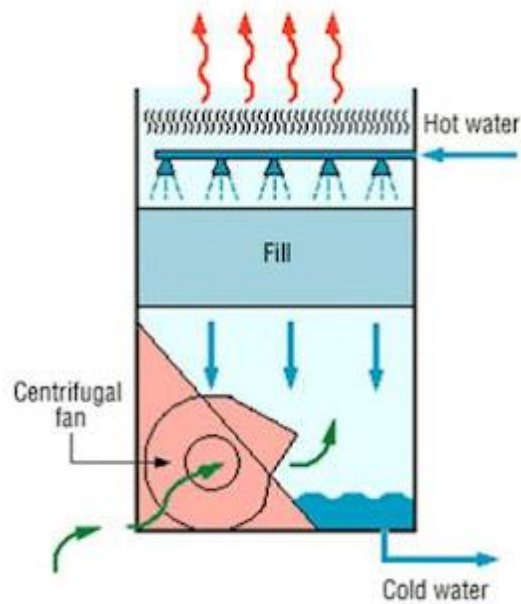
3. Lubang udara (inlet louver)

Berfungsi sebagai tempat masuknya udara melalui lubang-lubang yang ada. Melalui inlet louver akan terlihat kualitas dan kuantitas air yang akan didistribusikan. Inlet louver terbuat dari seng.

2.4 Jenis- Jenis Menara Pendingin

1. Menara Pendingin Forced Draft

Prinsip kerjanya adalah udara dihembuskan ke menara oleh sebuah fan yang terletak pada saluran udara masuk sehingga terjadi kontak langsung dengan air yang jatuh.



Gambar 2.3. Tangki Pendingin *Forced Draft* (Raden Suhardi Putra, 2015)

2. Menara Pendingin Aliran Angin Mekanik (*Mechanical- Draft Cooling Tower*)

Menara pendingin. Pada pendingin ini udara mengalir karena adanya kipas yang digerakkan secara mekanik. Fungsi kipas adalah mendorong udara (*forced-draft*) atau menarik udara melalui menara (*induced-draft*) yang dipasang diatas atau dibawah menara. Berdasarkan fungsi kipas, menara pendingin aliran angin mekanik terbagi menjadi 2 jenis, yaitu:

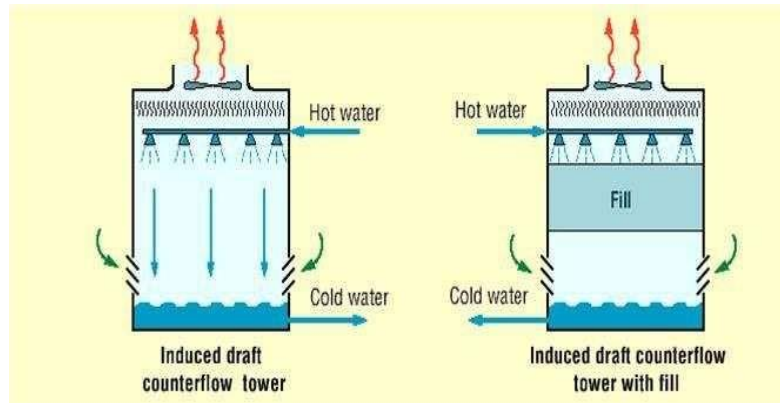
a. Tipe aliran angin dorong (*forced-draft*)

Tipe aliran angin dorong, kipas yang dipasang di bagian bawah, sehingga mendorong udara melalui menara. Aliran angin ini secara teoritis banyak disukai karena kipas beroperasi dengan udara yang lebih dingin, sehingga konsumsi daya menjadi lebih kecil. Tetapi berdasarkan beberapa kasus jenis ini memiliki masalah yang berkaitan dengan distribusi udara, kebocoran, dan resirkulasi udara kalor dan lembab kembali ke menara. Seiring dengan banyaknya permasalahan yang timbul maka saat ini banyak

digunakan pada instalasi adalah tipe aliran angin tarik (induced draft).

b. Tipe aliran angin tarik (induced-draft)

menara aliran angin tarik, udara masuk dari sisi menara melalui buka- bukaan yang cukup besar pada kecepatan rendah dan bergerak melalui bahan pengisi (filling material). Pemasangan kipas pada puncak menara dan membuang udara kalor dan lembab ke atmosfer.



Gambar 2.4 *Cooling Tower induced draft* dengan aliran berlawanan (Raden Suhardi Putra, 2015)

2.5 Parameter Yang Diujikan Pada Tangki Pendingin Atap Berongga

Sistem pendingin untuk menara pendingin dapat ditentukan kinerjanya dengan menentukan parameter-parameter yang akan diukur dengan alat ukur portable, beberapa parameter yang akan diukur :

1. Temperatur air masuk dari atap setiap jam
2. Temperatur air keluar dari atap setiap jam
3. Temperatur lingkungan
4. Jumlah total air dalam tangki
5. Debit aliran air masuk ke atap
6. Laju aliran air masuk

Parameter terukur diatas kemudian digunakan untuk menentukan kinerja dari menara pendingin dengan mensubtitusikan nilai dari parameter tersebut kedalam beberapa persamaan :

a. Range

Merupakan perbedaan antara temperatur air masuk dan keluar menara pendingin.

b. Approach

Merupakan perbedaan temperatur air dingin menara pendingin dan temperatur wet bulb ambient.

c. Kapasitas pendingin

Perbandingan antara range dan range ideal(dalam persentase), range ideal yaitu perbedaan antara temperatur masuk air pendingin dan temperatur wet bulbambien.

$$\text{Efektifitas} = \frac{\text{Range}}{\text{Range ideal}} \times 100 \% = \frac{\text{Range}}{\text{Range Approach}} \times 100 \%$$

d. Kapasitas pendingin

Kemampuan menara pendingin dalam membuang panas ke lingkungan.

$$q = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T = Q \cdot \rho \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Keterangan :

q = kapasitas pendingin (kJ/ s)

\dot{m} = Laju aliran massa air (kg/s)

C_p = Kalor jenis air (Kj/kg°C)

Q = Debit air (m^3 / s)

ρ = massa jenis air (kg/m^3)

K = konduksi termal bahan (w/mk)

A = Luas Penampang (m^2)

Diperoleh :

$$V = \pi \times r \times r \times t$$

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Tempat pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanikal Kekuatan Material, Laboratorium Prestasi Mesin dan Lantai 8 Gedung Teknik. Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan.

3.1.2 Waktu

Adapun waktu penelitian ini adalah :

Tabel 3.1 *Timeline* Kegiatan

NO	Kegiatan	Bulan												
		11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	pengajuan judul	■												
2	studi literatur	■	■											
3	penulisan proposal		■	■										
4	seminar proposal			■										
5	penyediaan alat dan bahan				■	■	■							
6	pembuatan atap berongga					■	■	■	■					
7	pengujian spesimen									■	■			
8	analisis data										■	■		
9	penulisan laporan akhir											■	■	■
10	seminar hasil												■	■
11	sidang													■

3.2 Alat Dan Bahan

3.2.1 Alat Yang Digunakan

3.2.1.1 Pompa Air

Pompa air merupakan alat bantu yang digunakan untuk memompakan air dari tangki air pendingin dan menyedotnya untuk disirkulasikan kedalam atap berongga secara terus menerus.



gambar 3.1 Pompa Air

3.2.2 Alat Yang Digunakan

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Anemometer

Anemometer merupakan alat pengukur kecepatan angin yang banyak digunakan didalam bidang meteorologi dan geofisika.



Gambar. 3.2. Anemometer

2. Thermokopel

Thermokopel digunakan sebagai pengukur suhu untuk mengubah perbedaan suhu benda menjadi perubahan tegangan listrik.



Gambar. 3.3 thermokopel

3. Arduino

Merupakan papan mikrokontroler open-Source hardware dan menjadi satu proyek yang paling populer, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang.



Gambar. 3.4 Arduino

4. Layar monitor LCD

Merupakan teknologi yang menggunakan kristal air pada layar monitornya untuk menampilkan grafis.



Gambar. 3.5 layar monitor LCD

5. Power Suplly

Power suplly merupakan salah satu komponen perangkat keras yang berperan sebagai penyedia listrik dan daya yang digunakan untuk menyalakan komputer dan perangkat lainnya.



Gambar.3.6 power supply

6. Relay

Relay merupakan suatu peranti yang menggunakan elektromagnet untuk mengoperasikan, mengendalikan atau mengalirkan seperangkat kontak saklar listrik.



Gambar. 3.7 Relay

7. Selenoid valve

Digunakan untuk mengendalikan aliran output air supaya lebih mudah untuk dikontrol.



Gambar. 3.8 Selenoid valve

8. Sensor suhu DS18B20

Digunakan untuk mengambil data suhu ruangan dll sesuai dengan schedule pekerjaan yang diinginkan dengan mengubah suhu atau temperatur menjadi beda potensial listrik.



Gambar. 3.9 Sensor suhu DS18B20

9. Thermometer

Merupakan alat untuk mengukur suhu atau temperatur, serta perubahan suhu.



Gambar. 3.10 Thermometer

10. Sensor Intensitas Cahaya

Digunakan untuk mengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik,, prinsip kerjanya mengubah foton menjadi elektron.



Gambar. 3.11 Sensor Intensitas Cahaya

11. Solar Power Meter

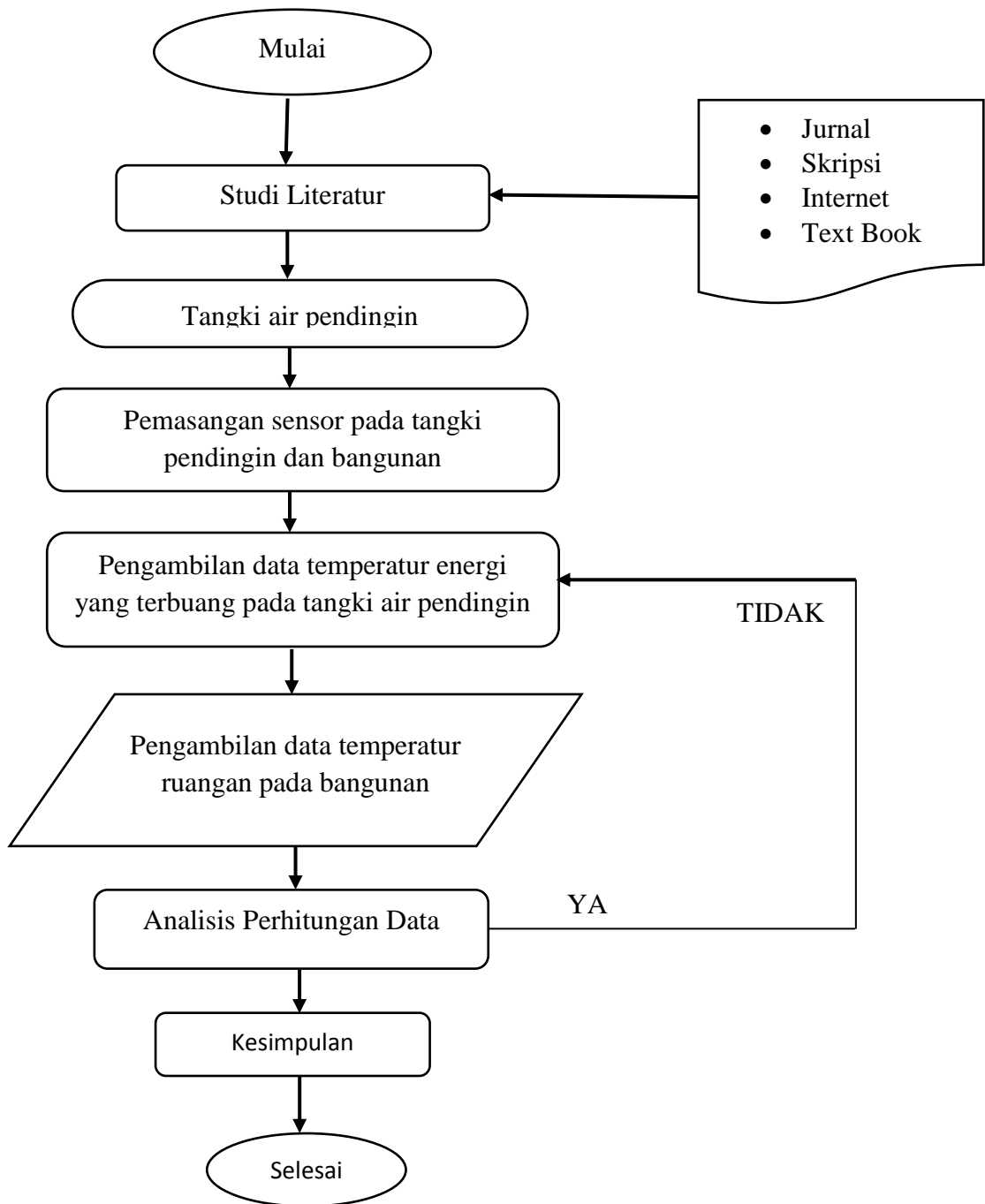
Merupakan alat ukur radiasi matahari yang mengukur kerapatan fluks radiasi gelombang pendek matahari (W/m^2).



Gambar. 3.12 Solar Power Meter

3.3 Bagan Diagram Alir

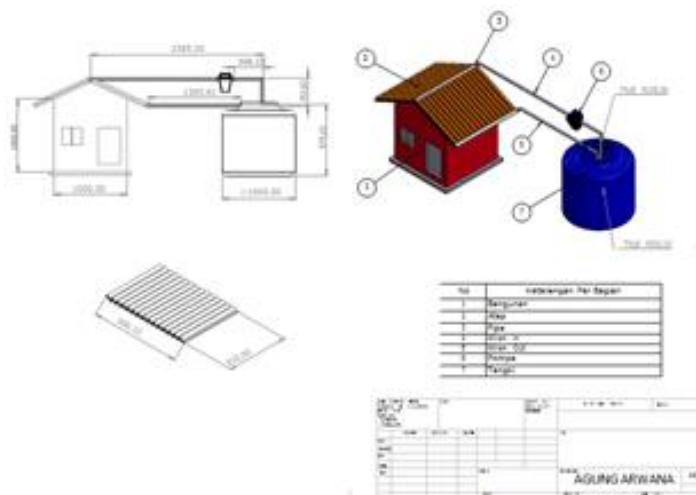
Bagan alir pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar.3.13 Bagan Diagram Alir

3.4 Perancangan Alat Penelitian

Dalam penelitian tugas akhir ini dapat dilihat rancangan penelitian yang telah kami teliti :

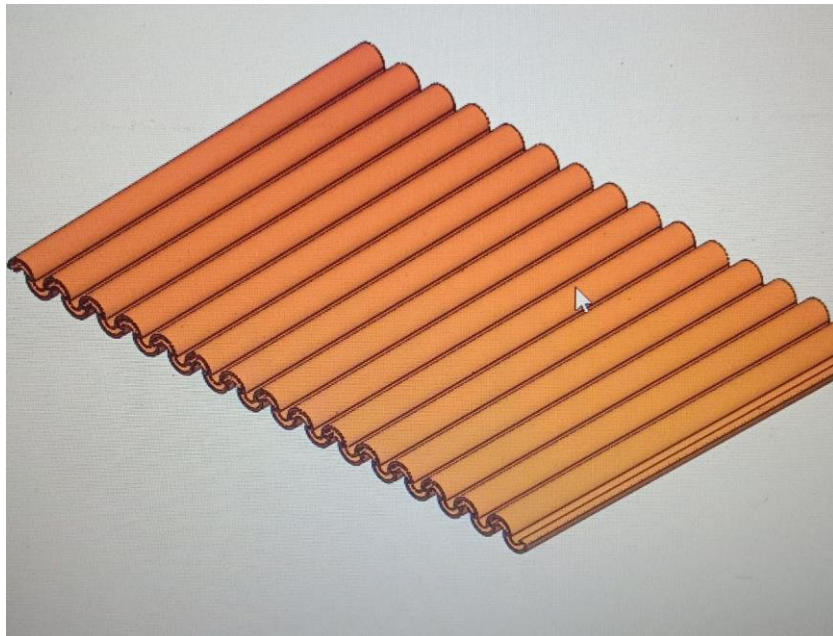


Gambar.3.14 Perancangan Alat Penelitian

Bagian dari rangkain penelitian terdiri dari beberapa komponen sebagai berikut :

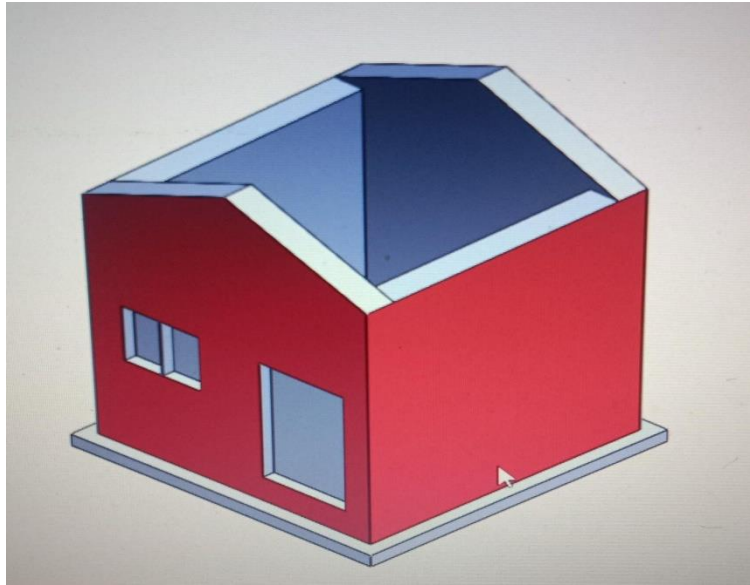
1. Atap Bangunan

Atap berongga inilah yang dialiri air didalam rongganya untuk menyerap panas dari radiasi matahari.



Gambar.3.15 Atap Berongga

2. Bangunan rumah



Gambar. 3.16 Bangunan Rumah

3. Pipa

Sebagai penghubung untuk menyalurkan air dari tangki kedalam rongga atap dan kembali ketangki lagi.



Gambar.3.17 Pipa

3.5 Prosedur Pengujian Alat

Pada penelitian kali ini terdapat beberapa prosedur pengujian yang harus dilakukan antara lain :

1. Mengisi air pada tangki.
2. Mencolokkan kabel kelistrik.
3. Menyetting kontrol dikomputer untuk dihubungkan pada kotak kontrol yang telah di rakit.

4. Memasang thermokopel untuk mengukur temperatur air masuk dan temperatur air yang keluar, temperatur ruangan, dalam tangki, luar tangki serta memasang anemometer.
5. Mecolokan kabel thermokopel yang telah dipasang di poin 4 pada thermometer dan solar power meter.
6. Selanjutnya program dihidupkan pada komputer, thermometer, dan solar power meter dengan settingan pembacaan 5 menit sekali selama kurang lebih < atau > dari 8 jam.
7. Data yang didapat akan otomatis tersave pada excel.
8. Melakukan pengujian selama 7 hari.
9. Semua pengujian jika telah selesai dilakukan, maka matikan semua peralatan yang telah digunakan.
10. Merapikan/mengembalikan kembali peralatan yang telah digunakan.

3.6 Metodologi Pengujian

Dalam penelitian yang akan saya lakukan berkaitan dengan judul saya “Kajian Pembuangan Energi Panas Pada Tangki Air Pendingin Atap Berongga” pengujian dilakukan selama 7 hari dengan letak atap menghadap timur dan barat atau kearah matahari terbit dan tenggelam supaya mendapatkan data penelitian yang maksimal dan mengetahui perbedaan temperatur pada setiap atap. dan saya akan menggunakan metode eksperimental, yakni dengan melakukan pengujian pada tangki air pendingin dengan 3 variasi waktu pengujian yang berbeda-beda pada pagi, siang, dan sore hari (Keyan Ma, Mingsheng Liu, Jili Zhang, 2021).

BAB 4

HASIL PENELITIAN

4.1 Data Hasil Pengujian

Secara praktek yang telah dilakukan dilapangan dalam penelitian ini, untuk mengetahui efektivitas metode yang digunakan maka dipergunakan air tawar yang berasal dari PDAM sebagai metode pendinginan atap berongga yang mana air tersebut dialirkan kedalam rongga-rongga atap atas bantuan dari pompa dengan kecepatan laju alirannya 5.5 LPM yang dimaksudkan untuk menyerap panas secara langsung dari radiasi matahari.

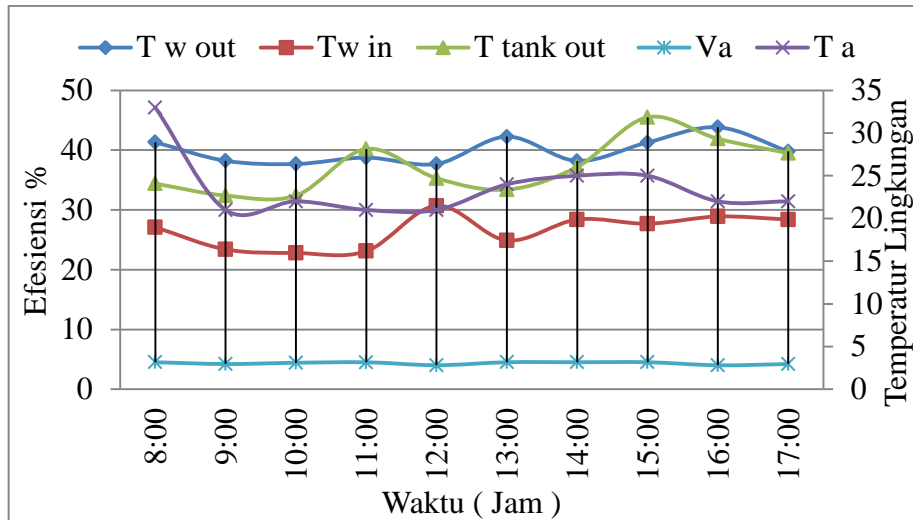
Penelitian ini dilakukan selama 7 hari dengan rentan waktu pengambilan data mulai pukul 08:00 – 17:00 WIB dengan media atap berongga yang akan di aliri air, yang mana volume air yang masuk pada setiap atapnya sebesar 0,0055 m³. Maka untuk mengalir keseluruhan atap diperlukan 0,033 m³ untuk mengalir 6 atap yang diuji atau 33 Ltr.. Untuk melihat data pengujian yang diperoleh dapat di liat pada tabel dibawah ini :

4.1.1 Data Pengujian Hari Pertama

Berikut dibawah ini merupakan data hasil pengujian hari pertama :

Tabel. 4.1 Data Hari Pertama

Time	T w out	Tw in	T tank out	T a	Va
8:00	41,32	27,1	34,4	33	4,52
9:00	38,22	23,4	32,4	21	4,22
10:00	37,685	22,8	32,4	22	4,43
11:00	38,755	23,1	40,2	21	4,51
12:00	37,695	30,7	35,3	21	4,02
13:00	42,26	24,9	33,4	24	4,52
14:00	38,195	28,4	37,2	25	4,52
15:00	41,295	27,7	45,5	25	4,52
16:00	43,825	28,9	41,9	22	4,01
17:00	39,79	28,4	39,5	22	4,22



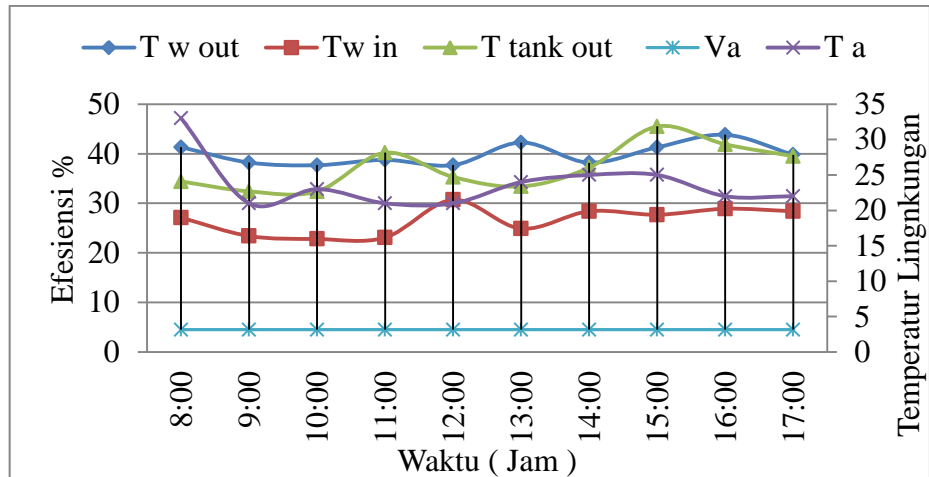
Gambar 4.1 Grafik Data Hari Pertama

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa keadaan temperatur lingkungan dihari kamis pada pukul 08:00 paling tinggi dan memiliki kecepatan angin yang rendah sedangkan temperatur air masuk di hari kamis paling tinggi 30,7 °C pada pukul 12:00 wib dan temperatur air keluar paling tinggi 43,8 °C pada pukul 16:00 wib. Dan temperatur air masuk terendah dihari kamis pada pukul 10:00 wib dan temperatur terendah keluar 37,6 °C pada pukul 10:00 wib. Untuk mendapatkan hasil yang diinginkan atau keberhasilan dalam penelitian akan dibahas lebih lanjut pada 4.2 dan 4.3 melanjutkan dari penjelasan 4.1.

4.1.2 Data Pengujian Hari Kedua

Tabel 4.2 Data Hari Kedua

Time	T w out	Tw in	T tank out	T a	Va
8:00:00	41,32	27,1	34,4	33	4,52
9:00:00	38,22	23,4	32,4	21	4,52
10:00:00	37,685	22,8	32,4	23	4,52
11:00:00	38,755	23,1	40,2	21	4,52
12:00:00	37,695	30,7	35,3	21	4,52
13:00:00	42,26	24,9	33,4	24	4,52
14:00:00	38,195	28,4	37,2	25	4,52
15:00:00	41,295	27,7	45,5	25	4,52
16:00:00	43,825	28,9	41,9	22	4,52
17:00:00	39,79	28,4	39,5	22	4,52



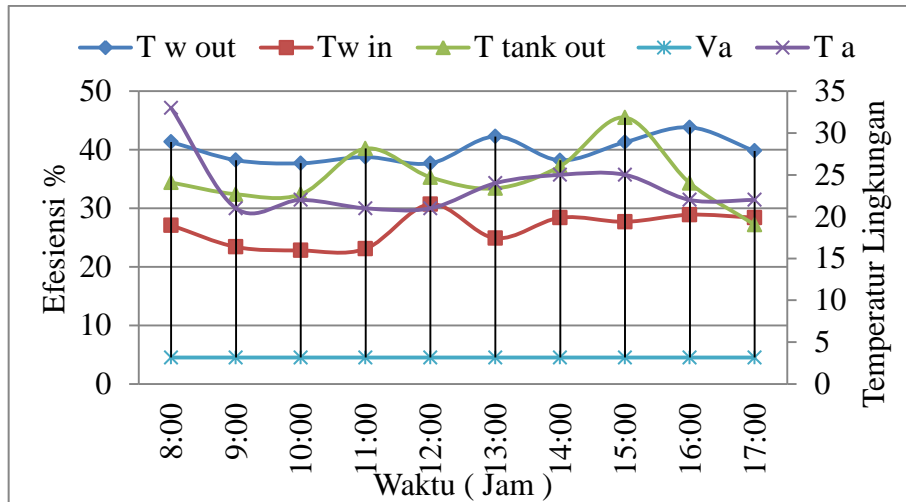
Gambar 4.2 Grafik data hari kedua

Pada hari kedua grafik diatas dapat dilihat bahwa keadaan temperatur lingkungan dihari kamis pada pukul 08:00 paling tinggi dan memiliki kecepatan angin yang rendah sedangkan temperatur masuk di hari kamis paling tinggi 30,7 °C pada pukul 12:00 wib dan temperatur keluar paling tinggi 43,8 °C pada pukul 16:00 wib. Dan temperatur masuk terendah dihari kamis 22,8°C pada pukul 10:00 wib dan temperatur terendah keluar 37,6 °C pada pukul 10:00 wib. Dan memiliki kecepatan angin rata-rata 4,52 km/h dan berpengaruh terhadap kelembaban temperatur lingkungan sekitar.

4.1.3 Data Pengujian Hari Ketiga

Tabel 4.3 Data Hari Ketiga

Time	T w out	Tw in	T tank out	T a	Va
8:00:00	41,32	27,1	34,4	33	4,52
9:00:00	38,22	23,4	32,4	21	4,52
10:00:00	37,685	22,8	32,4	22	4,52
11:00:00	38,755	23,1	40,2	21	4,52
12:00:00	37,695	30,7	35,3	21	4,52
13:00:00	42,26	24,9	33,4	24	4,52
14:00:00	38,195	28,4	37,2	25	4,52
15:00:00	41,295	27,7	45,5	25	4,52
16:00:00	43,825	28,9	34,3	22	4,52
17:00:00	39,79	28,4	27,2	22	4,52



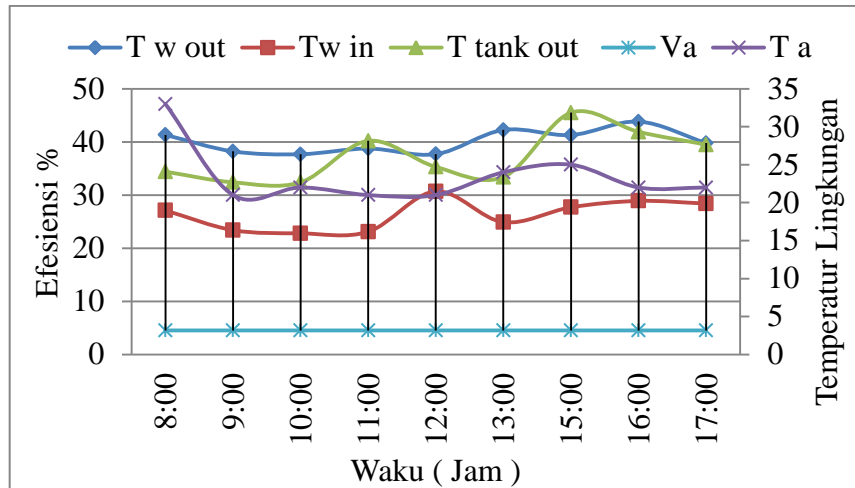
Gambar 4.3 Grafik Harian Ketiga

Masuk hari ketiga pada penelitian maka grafik penelitian menunjukkan bahwasanya temperatur lingkungan cukup tinggi pada pukul 08:00 wib dengan 33 °C dan kembali turun perlahan ke 22°C hingga pukul 17:00 wib dengan pengaruh yang diberikan oleh kecepatan angin maka temperatur air masuk terendah terjadi pada pukul 10:00 wib dengan 22,8 C dan tertinggi pada pukul 16:00 wib dengan 43,82°C.

4.1.4 Data Pengujian Hari Keempat

Tabel 4.4 Data Hari Keempat

Time	T w out	Tw in	T tank out	T a	Va
8:00:00	41,32	27,1	34,4	33	4,52
9:00:00	38,22	23,4	32,4	21	4,52
10:00:00	37,685	22,8	32,4	22	4,52
11:00:00	38,755	23,1	40,2	21	4,52
12:00:00	37,695	30,7	35,3	21	4,52
13:00:00	42,26	24,9	33,4	24	4,52
15:00:00	41,295	27,7	45,5	25	4,52
16:00:00	43,825	28,9	41,9	22	4,52
17:00:00	39,79	28,4	39,5	22	4,52



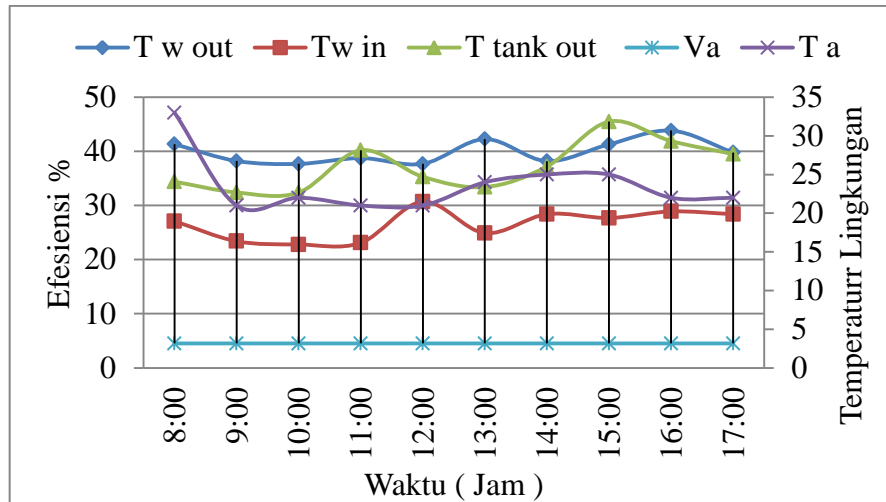
Gambar 4.4 Grafik Hari Keempat

Dihari keempat ini didapatkan grafik pengujian yang tidak jauh berbeda hasilnya dengan hari pertama sampai hari ketiga dengan hasil yang didapat temperatur keluar lebih besar dengan temperatur masuk yang membuat ruangan tetap terjaga temperatur kenyamanannya bagi tubuh manusia.

4.1.5 Data Pengujian Hari Kelima

Tabel 4.5 Data Hari Kelima

Time	T w out	Tw in	T tank out	T a	Va
8:00:00	41,32	27,1	34,4	33	4,52
9:00:00	38,22	23,4	32,4	21	4,52
10:00:00	37,685	22,8	32,4	22	4,52
11:00:00	38,755	23,1	40,2	21	4,52
12:00:00	37,695	30,7	35,3	21	4,52
13:00:00	42,26	24,9	33,4	24	4,52
14:00:00	38,195	28,4	37,2	25	4,52
15:00:00	41,295	27,7	45,5	25	4,52
16:00:00	43,825	28,9	41,9	22	4,52
17:00:00	39,79	28,4	39,5	22	4,52



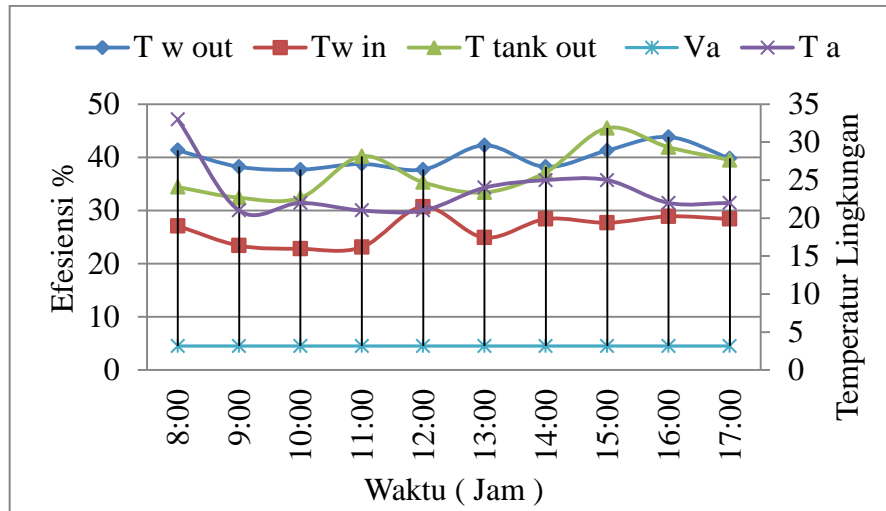
Gambar 4.5 Grafik Hari Kelima

Berikutnya pada hari kelima didapatkan hasil temperatur lingkungan tertinggi pada pukul 08:00 wib karna cuaca pada hari rabu ini lebh cerah dari hari sebelumnya yang membuat temperatur lingkungan naik dan turun kembali pada pukul 09:00 wib dan stabil sampai pukul 17:00 wib.

4.1.6 Data Pengujian Hari Keenam

Tabel 4.6 Data Hari Keenam

Time	T w out	Tw in	T tank out	T a	Va
8:00:00	41,32	27,1	34,4	33	4,52
9:00:00	38,22	23,4	32,4	21	4,52
10:00:00	37,685	22,8	32,4	22	4,52
11:00:00	38,755	23,1	40,2	21	4,52
12:00:00	37,695	30,7	35,3	21	4,52
13:00:00	42,26	24,9	33,4	24	4,52
14:00:00	38,195	28,4	37,2	25	4,52
15:00:00	41,295	27,7	45,5	25	4,52
16:00:00	43,825	28,9	41,9	22	4,52
17:00:00	39,79	28,4	39,5	22	4,52



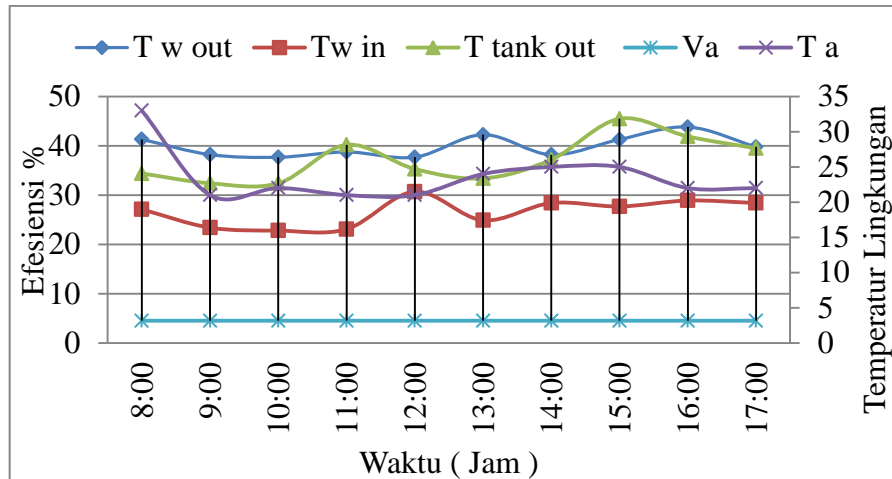
Gambar 4.6 Grafik Hari Keenam

Dihari kamis memasuki enam hari penelitian hasil yang didapat pada tabel dan grafik tidak terlalu signifikan dan masih dalam kondisi aman untuk tetap dilanjutkan penelitiannya samapai hari ketujuh berikutnya.

4.1.7 Data Pengujian Hari Ke Tujuh

Tabel 4.7 Data Hari Ke tujuh

Time	T w out	Tw in	T tank out	T a	Va
8:00:00	41,32	27,1	34,4	33	4,52
9:00:00	38,22	23,4	32,4	21	4,52
10:00:00	37,685	22,8	32,4	22	4,52
11:00:00	38,755	23,1	40,2	21	4,52
12:00:00	37,695	30,7	35,3	21	4,52
13:00:00	42,26	24,9	33,4	24	4,52
14:00:00	38,195	28,4	37,2	25	4,52
15:00:00	41,295	27,7	45,5	25	4,52
16:00:00	43,825	28,9	41,9	22	4,52
17:00:00	39,79	28,4	39,5	22	4,52



Gambar 4.7 Grafik Hari Ketujuh

Pada hari terakhir penelitian di hari ketujuh ini hasil yang didapat cukup memuaskan dan bisa disimpulkan dari data yang diperoleh bahwasanya temperatur air yang masuk dan keluar kembali kedalam tangki penampungan masih dalam hal yang aman tidak melebihi temperatur keluar dari atap. Dengan demikian akan kita bahas lebih dalam di 4.2 tentang pembahasan data hasil pengujian untuk mengetahui total energi dari setiap atap.

4.2 Pembahasan Data Hasil Pengujian

Data yang sudah diperoleh selama 7 hari akan dikerjakan menggunakan persamaan laju perpindahan panas. Terdapat tiga perpindahan panas yang akan di hitung yaitu konduksi, konveksi dan radiasi. Hasil perhitungan akan di tampilkan dalam bentuk tabel dan grafik yang mana sebelumnya telah dihitung oleh teddy untuk mendapatkan nilai laju perpindahan panas tersebut dengan menggunakan rumus dibawah ini :

- a. Laju perpindahan panas konduksi :

$$Q = \frac{kA \Delta T}{d}$$

- b. Laju perpindahan panas konveksi :

$$h = Nu \frac{k}{D}$$

$$Q_{west} = h \times A \times \Delta T$$

$$Q_{east} = h \times A \times \Delta T$$

c. Laju perpindahan panas radiasi :

$$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4}$$

$$Q = \epsilon \times \sigma \frac{(Tr^4 - Tsky^4)}{(Tr - Tu)}$$

$$e = 0,97$$

Setelah didapat hasilnya maka saya akan melanjutkan untuk menghitung energi total pembuangan energi panas pada atap berongga selama 7 hari kedepan.

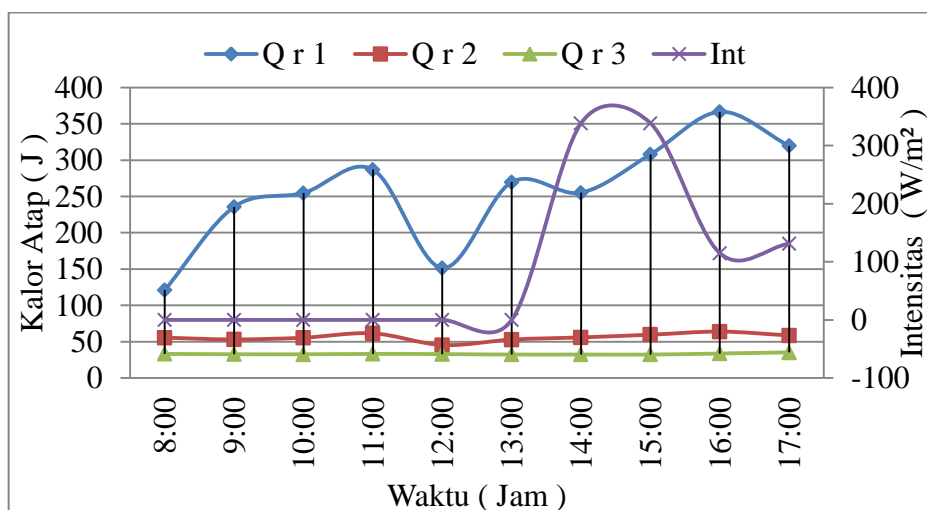
4.2.1 Pembahasan Energi Total Hari Pertama

Penggunaan rumus :

$$Q_{total} = Q_{r1} + Q_{r2} + Q_{r3}$$

Tabel 4.8 Energi Total Hari Pertama

Time	Q r 1	Q r 2	Q r 3	Int
8:00:00	121,0925	55,5	33,13	525.5
9:00:00	235,6347	53,1	32,69	353.5
10:00:00	254,8061	55,5	32,63	603.5
11:00:00	286,8558	61,5	33,13	338.6
12:00:00	151,309	45,4	32,88	389.9
13:00:00	269,7103	52,9	32,25	434.4
14:00:00	255,1922	55,9	32,31	338,5
15:00:00	307,8152	59,6	32,25	338,5
16:00:00	366,5607	63,9	33,69	114,9
17:00:00	319,6695	58,6	35,31	131,1



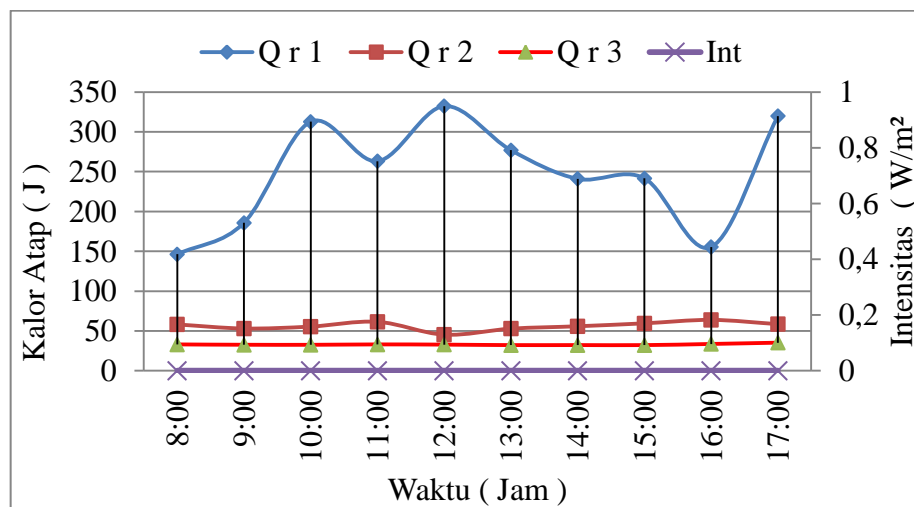
Gambar 4.8 Grafik Energi Total Hari Pertama

Di hari pertama penelitian didapatkan hasil dari grafik pengujian yang menunjukkan bahwasanya intensitas cahaya matahari sangat berpengaruh terhadap panas didalam ruangan. Yang mana Kalor Total dari setiap rumah menunjukkan rumah 1 paling tinggi dari rumah 2 dan 3 dapat kita lihat pada tabel 4.8 dan grafik 4.8 juga.

4.2.2 Pembahasan Energi Total Hari Kedua

Tabel 4.9 Energi Total Hari Kedua

Time	Q r 1	Q r 2	Q r 3	Int
8:00:00	146,2971	58,2	33,13	418.3
9:00:00	185,7371	53,1	32,69	418.7
10:00:00	312,6429	55,5	32,63	603.5
11:00:00	263,1179	61,5	33,13	338.6
12:00:00	332,2414	45,4	32,88	103.9
13:00:00	276,9204	52,9	32,25	357.7
14:00:00	240,9609	55,9	32,31	319.2
15:00:00	241,6404	59,6	32,25	391.6
16:00:00	155,4401	63,9	33,69	175.4
17:00:00	319,6695	58,6	35,31	031.8



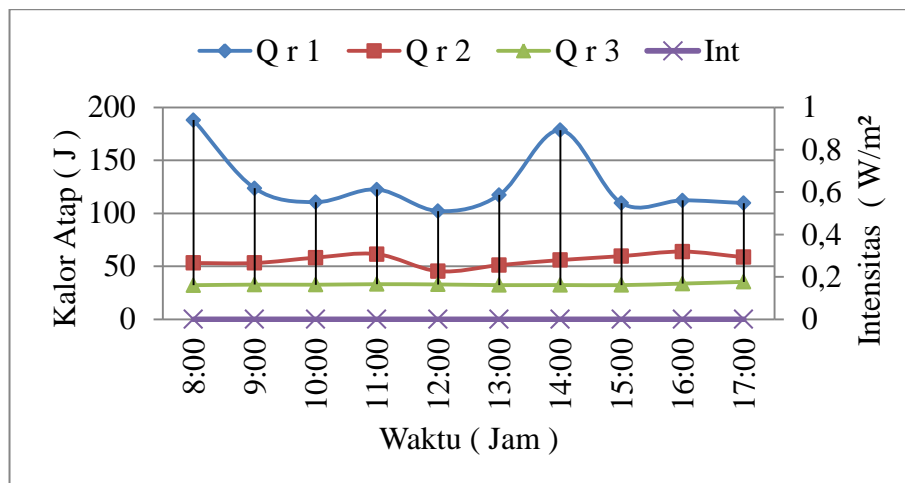
Gambar 4.9 Grafik Energi Total Hari Kedua

Memasuki hari kedua pengambilan data dimana intensitas cahaya sedikit menurun akibat pengaruh cuaca yang kurang cerah. Dari total kalor rumah 1 memiliki nilai tertinggi pada pukul 17:00 wib dengan 319°C dan terendah pada pukul 13:00 wib dengan 32,5°C.

4.2.3 Pembahasan Energi Total Hari Ketiga

Tabel 4.10 Eneri Total Hari Ketiga

Time	Q r 1	Q r 2	Q r 3	Int
8:00:00	188,0983	53,1	32,2	418.3
9:00:00	123,7097	53,1	32,69	418.7
10:00:00	110,5618	58,2	32,63	603.5
11:00:00	122,5511	61,5	33,13	338.6
12:00:00	102,1392	45,4	32,88	103.9
13:00:00	117,3063	51,1	32,25	103.21
14:00:00	178,459	55,9	32,31	319.2
15:00:00	109,6699	59,6	32,25	391.6
16:00:00	112,2775	63,9	33,69	175.4
17:00:00	109,6699	58,6	35,31	031.8



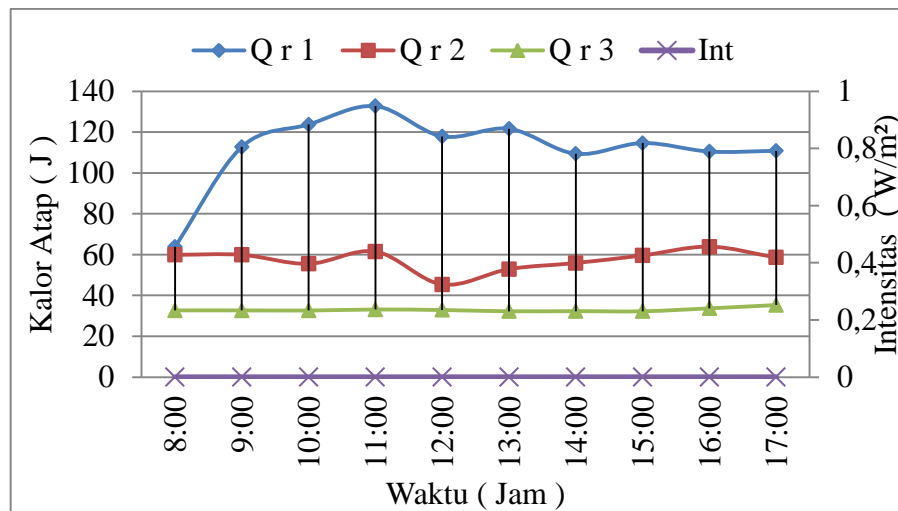
Gambar 4.10 Grafik Energi Total Hari Ketiga

Hari keempat data yang diperoleh juga tidak jauh berbeda dengan hari sebelumnya tetap rumah pertama dengan temperatur tertinggi dan rumah ketiga dengan temperatur terendah yang dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari, sebab faktor cuaca sangat mempengaruhi proses pengambilan data.

4.2.4 Pembahasan Energi Total Hari Keempat

Tabel 4.11 Energi Total Hari Keempat

Time	Q r 1	Q r 2	Q r 3	Int
8:00:00	63,87425	59,9	32,69	525.5
9:00:00	112,7418	59,9	32,69	525.9
10:00:00	123,7446	55,5	32,63	603.5
11:00:00	132,7251	61,5	33,13	338.6
12:00:00	117,8745	45,4	32,88	103.9
13:00:00	121,6526	52,9	32,25	103.21
14:00:00	109,3679	55,9	32,31	319.2
15:00:00	114,6515	59,6	32,25	246.6
16:00:00	110,4817	63,9	33,69	175.4
17:00:00	110,8281	58,6	35,31	031.8



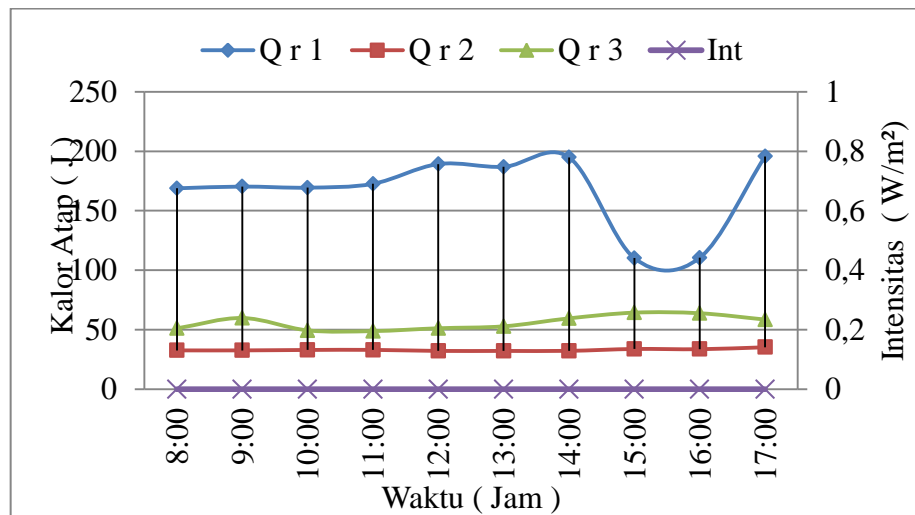
Gambar 4.11 Grafik Energi Total Hari Keempat

Pada hari keempat temperatur rumah satu menunjukkan tertinggi pada pukul 11:00 wib dengan temperatur 132,2 °C dan terendah pada pukul 15:00 wib tepat pada rumah 3 dengan temperatur 32,5°C. Dengan intensitas cahaya rata—rata 241,8 J.

4.2.5 Pembahasan Energi Total Hari Kelima

Tabel 4.12 Energi Total Hari Kelima

Time	Q r 1	Q r 2	Q r 3	Int
8:00:00	168,8397	32,69	51,2	525.7
9:00:00	170,3118	32,69	59,9	591.4
10:00:00	169,4071	33,06	49,5	588.1
11:00:00	172,6277	33,13	48,9	357.2
12:00:00	189,2207	32,25	51,3	103.15
13:00:00	186,898	32,25	52,9	103.21
14:00:00	194,8754	32,31	59,6	246.4
15:00:00	110,195	33,88	64,4	175.3
16:00:00	110,4817	33,69	63,9	175.4
17:00:00	195,5935	35,31	58,6	031.8

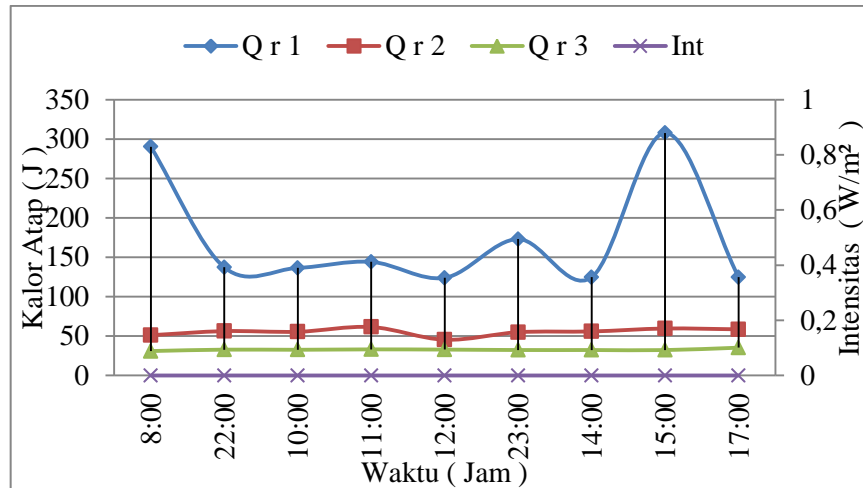


Gambar 4.12 Grafik Energi Total Hari Kelima

4.2.6 Pembahasan Energi Total Hari Keenam

Tabel 4.13 Energi Total Hari Keenam

Time	Q r 1	Q r 2	Q r 3	Int
8:00:00	290,3705	51,1	31	634.5
9:00:00	137,3089	56,3	32,81	474.6
10:00:00	136,5516	55,5	32,63	603.5
11:00:00	144,2306	61,5	33,13	338.6
12:00:00	123,9715	45,4	32,88	103.9
13:00:00	173,0689	54,9	32,31	319.1
14:00:00	124,702	55,9	32,31	000.0
15:00:00	307,8152	59,6	32,25	391.6
17:00:00	124,702	58,6	35,31	031.8



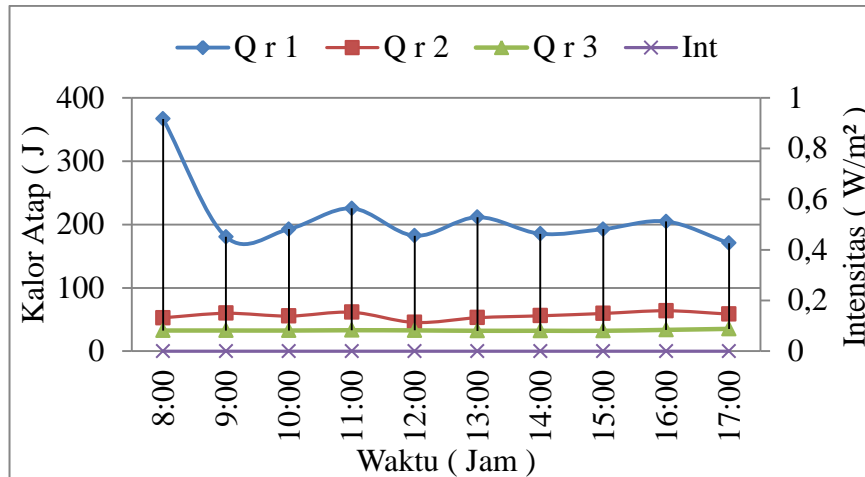
Gambar 4.13 Grafik Energi Total Hari Keenam

Temperatur tertinggi terjadi pada pukul 15:00 wib dengan 307,8°C dan terendah terjadi pada pukul 17:00 wib dengan 31°C. Dengan intensitas cahaya rata—rata 241,8 J.

4.2.7 Pembahasan Energi Total Hari Ketujuh

Tabel 4.14 Energi Total Hari Ketujuh

Time	Q r 1	Q r 2	Q r 3	Int
8:00:00	366,8225	52,8	32,69	353.5
9:00:00	180,6452	59,9	32,69	591.4
10:00:00	192,8301	55,5	32,63	603.5
11:00:00	225,555	61,5	33,13	338.6
12:00:00	182,3742	45,4	32,88	103.9
13:00:00	211,6223	52,9	32,25	103.21
14:00:00	185,4552	55,9	32,31	319.2
15:00:00	192,7924	59,6	32,25	391.6
16:00:00	204,9353	63,9	33,69	175.4
17:00:00	170,6801	58,6	35,31	031.8



Gambar 4.14 Grafik Energi Total Hari Ketujuh

Pada hari ketujuh ini peneliti telah selesai mengambil data dan hasil grafik menunjukkan bahwasanya rumah 1 memiliki kalor paling tinggi diantara rumah 2 dan 3 yang mana berpengaruh terhadap kenyamanan didalam ruangan. Dapat dilihat pada tabel 4.14 dan grafik 4.14 lebih jelasnya.

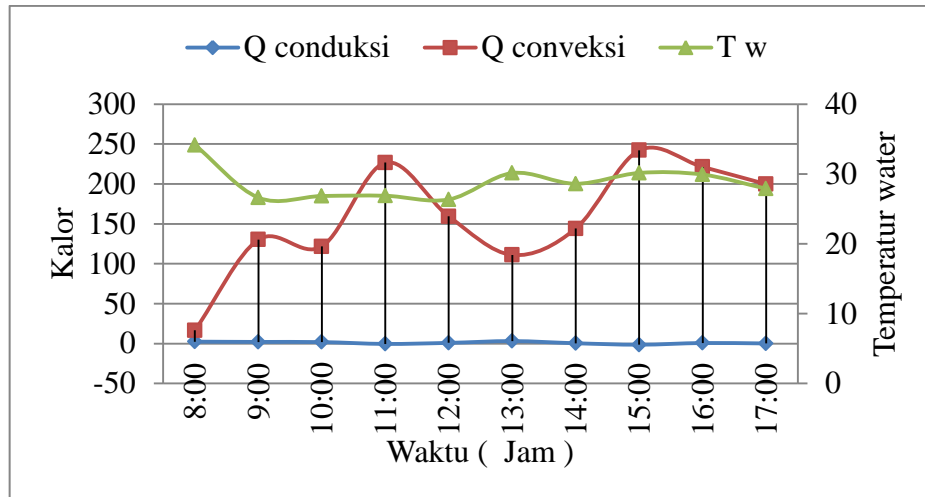
4.3 Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan

Dari uraian dan serangkaian penjelasan diatas maka dapat disimpulkan dengan fakta dan data yang telah didapat dilapangan bahwasanya untuk mendapatkan panas konduksi dapat digunakan rumus $Q_{konduksi} = K_{tank} \cdot A(T_{wout} - T_{tank\ out})$ dan untuk mendapatkan panas konveksi diperlukan rumus $Q_{konveksi} = H_{udara} \cdot A(T_{tankout} - T_a)$. Dan untu mendapatkan nilai $T_w = (Q_{konduksi} / (K_{tank} \times A)) + T_{tankout} - ((T_{wout} - T_{sky}) / 2)$. Hasil dari penelitian dapat dilihat ditabel dan grafik dibawah ini :

4.3.1 Data Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Pertama

Tabel 4.15 Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Pertama

Time	Q konduksi	Q konveksi	T w
8:00:00	2,384193	16,536723	34,16
9:00:00	2,005202	130,19261	26,61
10:00:00	1,820875	121,70537	26,8425
11:00:00	-0,497855	226,67555	26,8775
12:00:00	0,825165	159,29502	26,3475
13:00:00	3,052593	111,04447	30,13
14:00:00	0,342814	144,12879	28,5975
15:00:00	-1,448776	242,13301	30,1475
16:00:00	0,663233	221,32223	29,9125
17:00:00	0,099916	199,73542	27,895



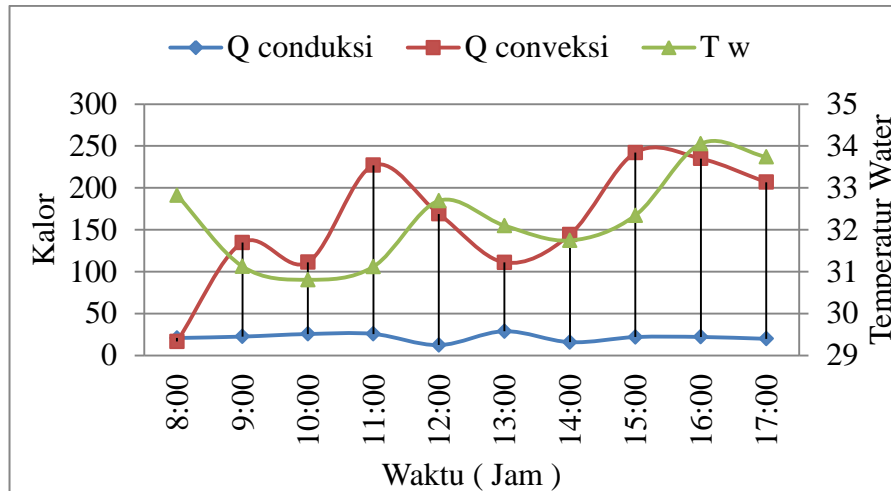
Gambar 4.15 Grafik Pengurangan Energi Panas Dari Tangki Kelingkungan Hari Pertama

Dari penjumlahan konduksi dan konveksi tersebut maka dapat diketahui temperatur air, dari grafik tersebut nilai konduksi lebih rendah daripada konveksi. Pada pukul 08:00 wib menunjukkan nilai temperatur 2,38°C dan pada konveksi 16,3°C dan didapat temperatur air 34,16°C. Dapat disimpulkan nilai temperatur masuk dan keluar air kedalam tangki menyebabkan air yang masuk didalamnya mengalami pendinginan paksa dengan pengaruh dari intensitas cahaya matahari dan kelembaban lingkungan yang menyerap air jika intensitas tinggi.

4.3.2 Data Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Kedua

Tabel 4.16 Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Kedua

Time	Q konduksi	Q konveksi	T w
8:00:00	20,74085	16,536723	32,825
9:00:00	22,45102	134,74086	31,125
10:00:00	25,51343	111,11472	30,8063
11:00:00	25,61835	226,92672	31,1188
12:00:00	12,29293	168,91118	32,6938
13:00:00	28,83548	111,04447	32,1
14:00:00	15,76855	144,12879	31,7438
15:00:00	21,88557	242,13301	32,3438
16:00:00	22,02662	234,97522	34,0563
17:00:00	19,74961	206,71314	33,7375



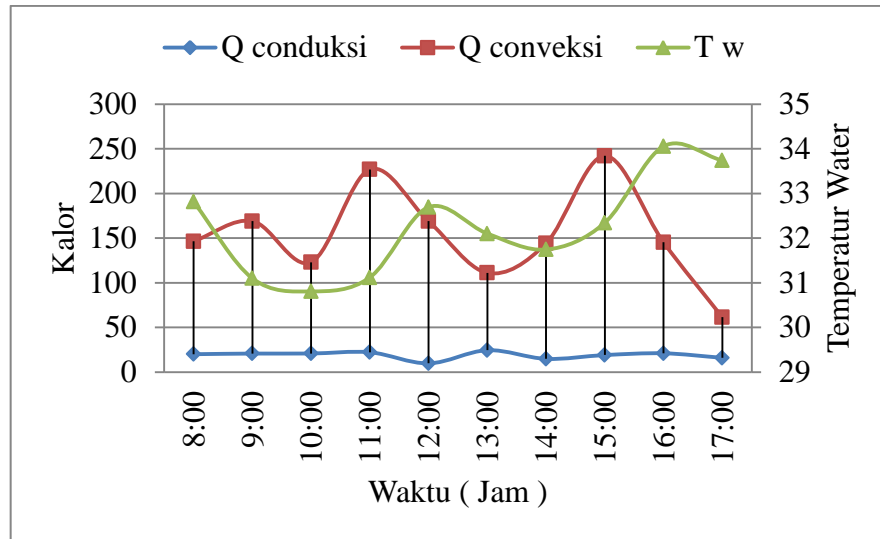
Gambar 4.16 Grafik Pengurangan Energi Panas Dari Tangki Kelingungan Hari Kedua

Dari grafik pengujian hari kedua dapat diketahui temperatur konduksi pada pukul 08:00 wib menunjukkan temperatur 20,7°C dan konduksi menunjukkan 16,5°C dengan temperatur air 32,8°C. Hingga sore hari pukul 17:00 wib temperatur konduksi menunjukkan hasil 19,7°C dan konveksi 206,7°C dan temperatur air 33,7°C. Yang mana terdapat perbedaan temperatur dari konduksi dan konveksi yang dipengaruhi oleh kelembaban lingkungan dan intensitas cahaya.

4.3.3 Data Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingungan Hari Ketiga

Tabel 4.17 Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingungan Hari Ketiga

Time	Q konduksi	Q konveksi	T w
8:00:00	19,98455	146,46875	32,8125
9:00:00	20,73007	169,01872	31,1
10:00:00	20,77131	122,93544	30,8063
11:00:00	22,14911	226,92672	31,1188
12:00:00	9,755428	168,91118	32,6938
13:00:00	24,46711	111,04447	32,1
14:00:00	14,8034	144,12879	31,7438
15:00:00	19,05708	242,13301	32,3438
16:00:00	21,01103	145,23594	34,0563
17:00:00	15,97875	61,423332	33,7375



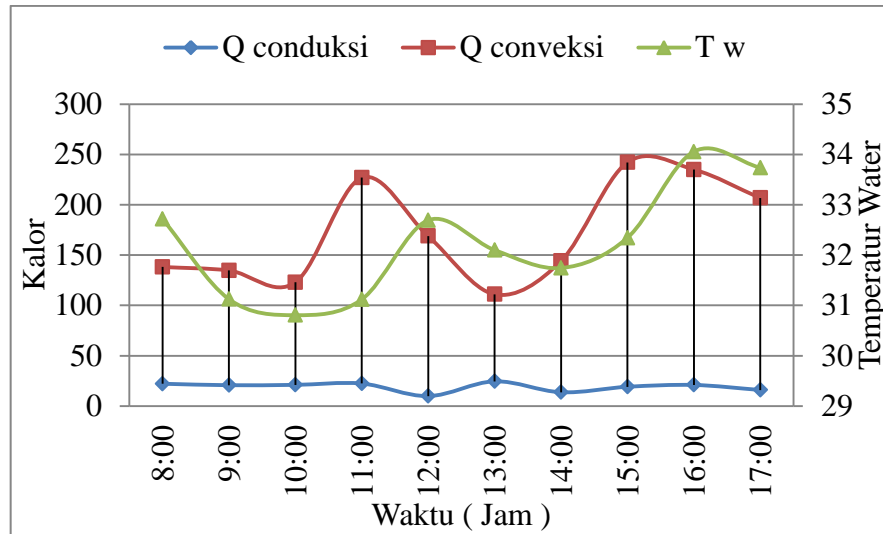
Gambar 4.17 Grafik Pengurangan Energi Panas Dari Tangki Kelingkungan Hari Ketiga

Memasuki hari ketiga kita dapat melihat grafik 4.17 yang mana memberikan informasi bahwa temperatur dari konduksi tertinggi tepat pada pukul 13:00 wib dengan temperatur 24,4°C dan terendah pada pukul 14:00 wib dengan temperatur 14,8°C. Sedangkan grafik konveksi menunjukkan suhu tertinggi pada pukul 15:00 wib dengan temperatur 245,1°C dan temperatur terendah pada pukul 17:00 wib dengan temperatur 61,4. Dan memiliki temperatur air rata-rata 32,2°C.

4.3.4 Data Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Keempat

Tabel 4.18 Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Keempat

Time	Q konduksi	Q konveksi	T w
8:00:00	22,19936	138,20315	32,7188
9:00:00	20,74556	134,74086	31,125
10:00:00	21,08066	122,93544	30,8063
11:00:00	22,40021	226,92672	31,1188
12:00:00	9,928952	168,91118	32,6938
13:00:00	24,58607	111,04447	32,1
14:00:00	13,7365	144,12879	31,7438
15:00:00	19,16385	242,13301	32,3438
16:00:00	20,96877	234,97522	34,0563
17:00:00	15,99954	206,71314	33,7375



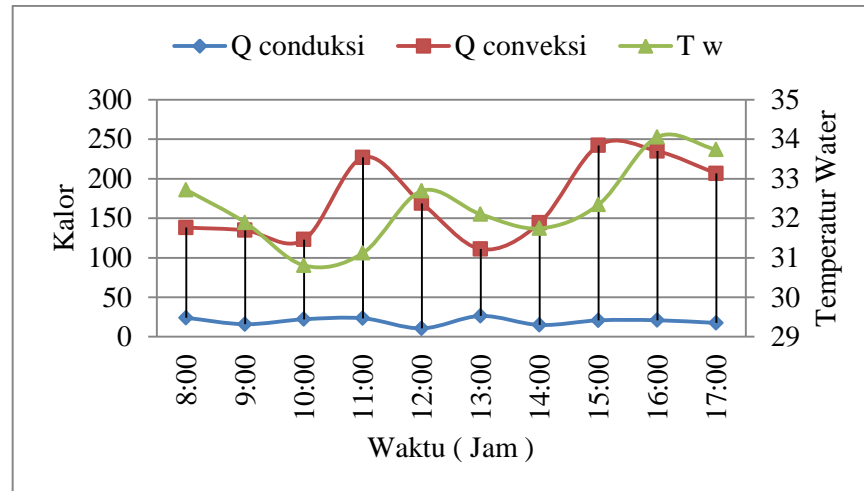
Gambar 4.18 Grafik Pengurangan Energi Panas Dari Tangki Kelingkungan Hari Keempat

Hari keempat tidak jauh berbeda dengan hari ketiga yang memiliki nilai temperatur air bekisar 32,2°C. Dengan temperatur konveksi lebih tinggi dari konduksi.

4.3.5 Data Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Kelima

Tabel 4.19 Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Kelima

Time	Q konduksi	Q konveksi	T w
8:00:00	24,06045	138,20315	32,7188
9:00:00	15,91451	134,69933	31,8938
10:00:00	22,19959	122,93544	30,8063
11:00:00	23,46319	226,92672	31,1188
12:00:00	10,67344	168,91118	32,6938
13:00:00	26,37172	111,04447	32,1
14:00:00	14,98812	144,12879	31,7438
15:00:00	20,82971	242,13301	32,3438
16:00:00	20,96877	234,97522	34,0563
17:00:00	17,52163	206,71314	33,7375



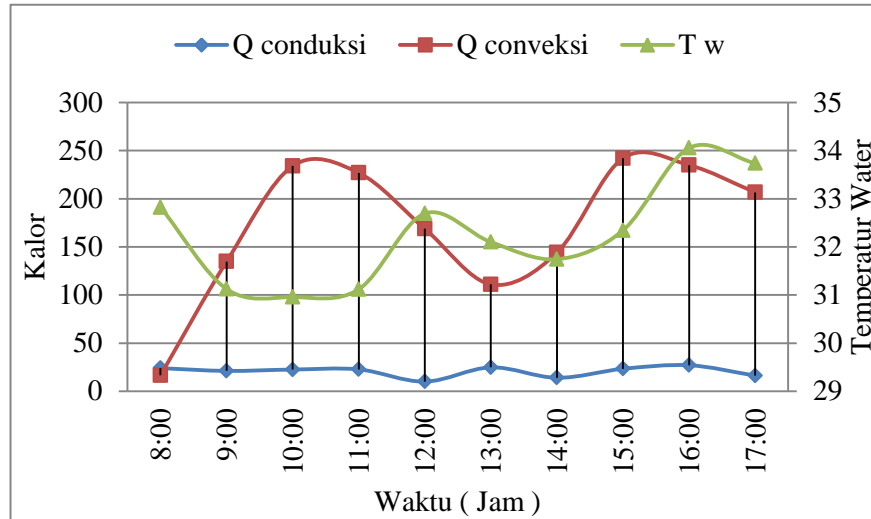
Gambar 4.19 Grafik Pengurangan Energi Panas Dari Tangki Kelingkungan Hari Kelima

Begitu juga padahari kelima temperatur konduksi dan konveksi masih stabil dikarenakan cuaca juga cerah yang mana nilai intensitas sangat mempengaruhi perubahan perpindahan panas pada tangki air.

4.3.6 Data Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Keenam

Tabel 4.20 Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Keenam

Time	Q konduksi	Q konveksi	T w
8:00:00	23,97069	16,536723	32,825
9:00:00	21,12506	134,74086	31,125
10:00:00	21,3812	122,93544	30,8063
10:00:00	21,59586	215,12147	30,9563
11:00:00	22,68417	226,92672	31,1188
12:00:00	9,996188	168,91118	32,6938
13:00:00	24,79334	111,04447	32,1
14:00:00	13,97328	144,12879	31,7438
15:00:00	23,30388	242,13301	32,3438
16:00:00	26,99418	234,97522	34,0563
17:00:00	16,24867	206,71314	33,7375



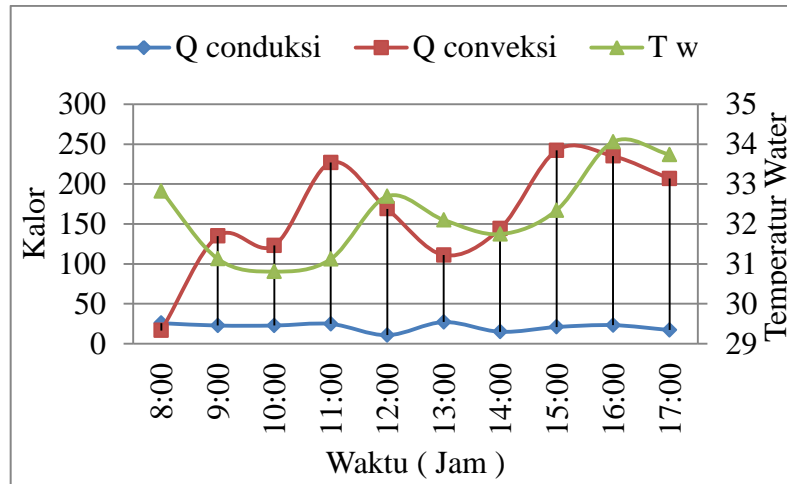
Gambar 4.20 Grafik Pengurangan Energi Panas Dari Tangki Kelingkungan Hari Keenam

Memasuki hari kelima grafik menunjukkan pada pukul 12:00 wib temperatur konduksi menunjukkan temperatur terendah pada pukul 12:00 wib dengan T 9,9°C dan tertinggi pada pukul 16:00 wib dengan temperatur 26,9°C. Dan pada konveksi terendah pukul 08:00 wib dengan 16,53°C dan tertinggi pukul 15:00 wib 242,1°C. Yang menentukan temperatur ini ialah cuaca. Jika cuaca cerah maka intensitas matahari akan lebih maksimal yang membuat air menyerap panasnya.

4.3.7 Data Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Ketujuh

Tabel 4.21 Pengurangan Energi Dari Tangki Kelingkungan Hari Ketujuh

Time	Q konduksi	Q konveksi	T w
8:00:00	25,6846	16,536723	32,825
9:00:00	22,69321	134,74086	31,125
10:00:00	22,70185	122,93544	30,8063
11:00:00	24,69129	226,92672	31,1188
12:00:00	10,64024	168,91118	32,6938
13:00:00	27,04838	111,04447	32,1
14:00:00	14,91143	144,12879	31,7438
15:00:00	20,83862	242,13301	32,3438
16:00:00	23,19122	234,97522	34,0563
17:00:00	17,07428	206,71314	33,7375



Gambar 4.21 Grafik Pengurangan Energi Panas Dari Tangki Kelingungan Hari Ketujuh

Pada akhirnya peneliti memasuki hari ketujuh dalam penelitiannya yang mana hasil pengujian yang telah dilakukan selama 7 hari mendapatkan hasil yang cukup memuaskan. Dengan temperatur dari air yang masih dalam kondisi aman dengan rata-rata 32,2 °C. Dapat kita perhatikan pada tabel 4.21 dan grafik 4.21.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilaksanakan selama 7 hari pengambilan data dilapangan manusia membutuhkan kenyamanan termal berkisar antar 22,5°C-29°C (Lippsmeir, 1994) dari data yang diperoleh dilapangan didapatkan hasil temperatur ruangan sebesar 26,5°C yang bisa membuat manusia nyaman didalam ruangan dalam menjalankan aktivitasnya. maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Secara praktek yang telah dilakukan dilapangan dalam penelitian ini, untuk mengetahui efektivitas metode yang digunakan maka dipergunakan air tawar yang berasal dari PDAM sebagai metode pendinginan atap berongga yang mana air tersebut dialirkan kedalam rongga-rongga atap atas bantuan dari pompa dengan kecepatan laju alirannya 5.5 LPM yang dimaksudkan untuk menyerap panas secara langsung dari radiasi matahari.
2. Dari hasil yang diperoleh dilapangan pada saat penelitian selama 7 hari didapatkan temperatur air rata-rata yang terbangun kelingkungan 28,4°C. Hasil ini didapat dari nilai rata-rata keseluruhan data yang diambil selama 7 hari. Dan dikategorikan aman sebab temperatur air tidak melebihi atau tidak jauh dari temperatur pada tangki air yang bertemperatur rata-rata 40,5°C. temperatur ini dipengaruhi jika intensitas cahaya matahari rendah maka panas akan diserap kelingkungan dan sebaliknya jika intensitas cahaya matahari tinggi maka panas akan diserap oleh air. Itu sebabnya intensitas cahaya matahari sangat mempengaruhi proses pengambilan data.
3. volume air yang masuk pada setiap atapnya sebesar 0,0055 m³. Maka untuk mengalir keseluruhan atap diperlukan 0,033 m³ untuk mengalir 6 atap yang diuji atau 33 Ltr pada setiap kali Pengujian.

5.2 SARAN

1. Untuk penelitian selanjutnya pendinginan bisa menggunakan cairan pendingin lain selain air untuk memperoleh pendinginan yang lebih maksimal dari penelitian yang dilakukan saat ini.
2. Pendinginan ini kedepannya dapat menggunakan kipas untuk mendinginkan air didalam tangki agar tidak terfokus mengandalkan temperatur lingkungan dan intensitas cahaya matahari.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat dipergunakan sensor didalam tangki untuk mengetahui volume air maximal dan minimal didalam tangki agar lebih mudah mengetahui pengurangan volume air dalam penelitian akibat adanya penguapan ataupun kebocoran.

DAFTAR PUSTAKA

- Keyan ma, Ming Sengliu., (2021). Metode optimasi online sistem air pendingin berdasarkan model perpindahan panas untuk menara pendingin.
- Munawar Alfansury Siregar, W. S. Damanik, Sudirman Lubis, (2021). Analisa energi pada alat desalinasi air laut tenaga surya model lereng tunggal .
- W. S. DAMANIK, F. H. NAPITUPULU, A. H. NASUTION, and H. AMBARITA,. *Energy analysis of double slope aktive solar still," in IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 725, no. 1, March. 2020
- Khamis Mansour M, Hassab MA. Korelasi inovatif untuk menghitung termal kinerja menara pendingin basah *counterflow*. *Energi* 2014;74:855e62.
- Asvapoositkul W, Treeutok S. Metode yang disederhanakan pada evaluasi kapasitas kinerja termal menara pendingin aliran balik. *Appl Therm Eng* 2012;38: 160e7.
- Bornman W, Dirker J, Arndt DC, Meyer JP. Minimisasi energi operasional untuk draft paksa, menara pendingin udara curah kontak langsung melalui kombinasi pemodelan maju dan prinsip pertama, ditambah dengan platform pengoptimalan. *Energi* 2016;114:995e1006.
- Wakil,EL.1992.(Judul Asli : *Power Plant Technology/ Instalasi Pembangkit Daya*). Jakarta:Erlangga.
- Raden Suhardi, (2015).,Analisa Perhitungan Beban Cooling TowerPada Fluida Di Mesin Injeksi Plastik.
- Hensley,Jhon-C.2009.(*Cooling Tower Fundamentals,Secon Edition*).Overland Park,Kansas,USA: *SPX Cooling Technologies Inc*.
- Ramarao dan Shivaraman.2004.(Ministry of Power India. *Cooling Tower In Energy Efficiency in Electricity Utilitas*. Chapter 7, 135-151) India:*Bureau Of Energy Efficiency*.

- Indra Mamad, (2011).,Studi Reduksi Beban Termal ke Dalam Ruangan Secara Konveksi dengan Sistem *Underground Thermal Storage* Sebagai Alternatif untuk Mendinginkan Ruangan Rumah Hunian.
- Koestoer, R. A. (2002). Perpindahan Kalor untuk Mahasiswa Teknik. *Salemba Teknika*.
- Lapisa, R. A. (2019). Passive Cooling Strategies in Roof Design to Improve the Residential Building Thermal Performance in Tropical Region. *Asian Journal of Civil Engineering*.
- Muhammad Munthaha, G. R. (2020). Pengaruh Variasi Kecepatan Udara Terhadaplaju Perpindahan Panas Pada Pendinginan Panel Surya. *Jurnal POROS TEKNIK*, 29-34.
- Nugroho, A. (2009). Laju Perpindahan Panas Pada Radiator Dengan Fluida Campuran 80% Air Dan 20% Radiator Coolant Pada Putaran Konstan. *JURNAL TEKNIK-UNISFAT*, 65-75.
- Rilatupa, J. (2008). Aspek Kenyamanan Termal pada Pengkondisian Ruang Dalam. *EMAS Jurnal Sain dan Teknologi*

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

Data Penelitian Hari Pertama

													Propertis Water East										Analisis kehilangan Energi								
													kg/m ³	W/mC	W/mC	W/mC	J/kgK		m ²	m											
Time	Qr1	Qr2	Qr3	Tw out	Tw in	T tank out	Va	Int	Ta	T film	Tsky	rho water	K w	K Tank	Ka	Cp	V water	A	L	Visko air	Reynold	Pr	h udara	Q Total	Q konduksi	Q konveksi	Q akhir	T w			
8:00:00	121,09	55,5	33,13	41,32	27,1	34,4	4,52	525,5	33	34,21	27	981,06	0,6795	0,1650	0,0272	4176,24	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	600087,94	0,700158	5,656791	209,722498	2,3842	16,53672346	190,8016	34,16			
9:01:25	235,63	53,1	32,69	38,22	23,4	32,4	4,22	353,5	21	30,81	15	962,93	0,7632	0,1650	0,0275	4169,31	0,0055	2,0881	2,198	1,69E-05	549427,09	0,700838	5,46928	321,424663	2,0052	130,1926101	189,2269	26,61			
10:01:25	254,81	55,5	32,63	37,685	22,8	32,4	4,43	603,5	22	30,243	16	959,89	0,7772	0,1650	0,0275	4168,15	0,0055	2,0881	2,198	1,69E-05	574912,97	0,700952	5,604348	342,936131	1,8209	121,705371	219,4099	26,8425			
11:01:25	286,86	61,5	33,13	38,755	23,1	40,2	4,51	338,6	21	30,928	15	954,60	0,8016	0,1650	0,0275	4166,13	0,0055	2,0881	2,198	1,69E-05	587576,52	0,700815	5,653953	381,48581	-0,4979	226,6755522	155,3081	26,8775			
12:01:25	151,31	45,4	32,88	37,695	30,7	35,3	4,02	389,9	21	34,198	15	975,52	0,7050	0,1650	0,0272	4174,12	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	533667,85	0,700161	5,33476	229,589048	0,8252	159,2950231	69,4689	26,3475			
13:01:25	269,71	52,9	32,25	42,26	24,9	33,4	4,52	434,4	24	33,58	18	957,11	0,7900	0,1650	0,0273	4167,09	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	597903,75	0,700284	5,657412	354,860314	3,0526	111,0444717	240,7632	30,13			
14:01:25	255,19	55,9	32,31	38,195	28,4	37,2	4,52	338,5	25	33,298	19	958,91	0,7817	0,1650	0,0273	4167,78	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	596929,48	0,700341	5,657696	343,402196	0,3428	144,1287867	198,9306	28,5975			
15:01:25	307,82	59,6	32,25	41,295	27,7	45,5	4,52	338,5	25	34,498	19	950,42	0,8209	0,1650	0,0272	4164,53	0,0055	2,0881	2,198	1,65E-05	601090,01	0,700101	5,656514	399,665232	-1,4488	242,1330055	158,9810	30,1475			
16:01:25	366,56	63,9	33,69	43,825	28,9	41,9	4,01	114,9	22	36,363	16	940,61	0,8662	0,1650	0,0270	4160,78	0,0055	2,0881	2,198	1,63E-05	539107,72	0,699728	5,326239	464,150661	0,6632	221,3222316	242,1652	29,9125			
17:01:25	319,67	58,6	35,31	39,79	28,4	39,5	4,22	131,1	22	34,095	16	948,36	0,8304	0,1650	0,0272	4163,75	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	559885,75	0,700181	5,465951	413,57953	0,0999	199,7354183	213,7442	27,895			
													40,59109										rata-rata Tw 28,49685644								

Tabel K		rho		K air		w/Mk	
Temp	K	rho		30	0,02675	16	0,701
20	0,5978	26	996,79				
40	0,628			40	0,02756	16,96	0,699
60	0,6513	40	992,21				

Property Values of Dry Air at One Atm. Pressure							
Temperature t °C	Density kg/m ³	Coefficient of Viscosity μ × 10 ⁶ Ns/m ² s	Kinematic Viscosity ν × 10 ⁶ m ² /s	Thermal Diffusivity α × 10 ⁶ m ² /s	Prandtl Number Pr	Specific Heat c J/kgK	Thermal Conductivity k W/mK
-50	1.584	14.61	9.23	12.644	0.728	1013	0.02035
-40	1.515	15.20	10.04	13.778	0.728	1013	0.02117
-30	1.453	15.69	10.80	14.917	0.723	1013	0.02198
-20	1.395	16.18	11.61	16.194	0.716	1009	0.02279
-10	1.342	16.67	12.43	17.444	0.712	1009	0.02361
0	1.293	17.16	13.28	18.806	0.707	1005	0.02442
10	1.247	17.65	14.16	20.006	0.705	1005	0.02512
20	1.205	18.14	15.06	21.417	0.703	1005	0.02593
30	1.165	18.63	16.00	22.861	0.701	1005	0.02675

40	1.128	19.12	16.96	24.306	0.699	1005	0.02756
50	1.093	19.61	17.95	25.722	0.698	1005	0.02826
60	1.060	20.10	18.97	27.194	0.696	1005	0.02966
70	1.029	20.59	20.02	28.556	0.694	1009	0.03047
80	1.000	21.08	21.09	30.194	0.692	1009	0.03074
90	0.972	21.48	22.10	31.889	0.690	1009	0.03128
100	0.946	21.87	23.13	33.639	0.688	1009	0.03210
120	0.898	22.85	25.45	36.833	0.686	1009	0.03338
140	0.854	23.73	27.80	40.333	0.684	1013	0.03489
160	0.815	24.52	30.09	43.894	0.682	1017	0.03640
180	0.779	25.30	32.49	47.500	0.681	1022	0.03780
200	0.746	25.99	34.85	51.361	0.680	1026	0.03931
250	0.674	27.36	40.61	58.500	0.677	1038	0.04268
300	0.615	29.71	48.20	71.556	0.674	1047	0.04605

Q R 1	Energi total dari rumah 1
Q R 2	Energi total dari rumah 2
Q R 3	Energi total dari rumah 3
T w in	Temperatur air masuk ke rumah
T tank o	Temperatur luar tangki
Va	Kecepatan angin
Int	Intensitas
Ta	Temperatur lingkungan
T sky	Temperatur lingkungan tertentu
Qr1 = Qrad + Qconv + Qcond	

Data Penelitian Hari Kedua

													Propertis Water East								Analisis kehilangan Energi							
Time	Qr1	Qr2	Qr3	T wout	Tw in	T tankout	Va	Int	Ta	T film	Tsky	kg/m ³	W/mC	W/mC	W/mC	J/kgK	m ²	m					Q Total	Q konduksi	Q konveksi	Q akhir	T w	
8:00:00	146,3	58,2	33,13	41,32	27,1	34,4	4,52	418.3	33	34,21	27	976,93	0,6985	0,1650	0,0272	4174,66	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	600087,94	0,700158	5,656791	237,627131	20,7408	16,53672346	200,3496	32,825
9:01:25	185,74	53,1	32,69	38,22	23,4	32,4	4,52	418.7	21	30,81	15	971,09	0,7255	0,1650	0,0275	4172,43	0,0055	2,0881	2,198	1,69E-05	588485,89	0,700838	5,660349	271,527056	22,4510	134,7408634	114,3352	31,125
10:56:25	303,94	59,9	33,13	38,405	22,8	40,8	4,52	356.1	21	30,603	15	951,85	0,8143	0,1650	0,0275	4165,08	0,0055	2,0881	2,198	1,69E-05	587792,33	0,70088	5,660582	396,966717	26,5334	234,0332506	136,4001	30,95625
11:01:25	263,12	61,5	33,13	38,755	23,1	40,2	4,52	338.6	21	30,928	15	958,48	0,7837	0,1650	0,0275	4167,61	0,0055	2,0881	2,198	1,69E-05	588879,35	0,700815	5,660217	357,747898	25,6184	226,9267163	105,2028	31,11875
12:01:25	332,24	45,4	32,88	37,695	30,7	35,3	4,52	103.9	21	34,198	15	945,93	0,8416	0,1650	0,0272	4162,82	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	600044,45	0,700161	5,656803	410,521382	12,2929	168,9111809	229,3173	32,69375
13:01:25	276,92	52,9	32,25	42,26	24,9	33,4	4,52	357.7	24	33,58	18	955,93	0,7955	0,1650	0,0273	4166,64	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	597903,75	0,700284	5,657412	362,070394	28,8355	111,0444717	222,1904	32,1
14:01:25	240,96	55,9	32,31	38,195	28,4	37,2	4,52	319.2	25	33,298	19	961,24	0,7710	0,1650	0,0273	4168,66	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	596929,48	0,700341	5,657696	329,170861	15,7686	144,1287867	169,2735	31,74375
15:01:25	241,64	59,6	32,25	41,295	27,7	45,5	4,52	391.6	25	34,498	19	961,24	0,7710	0,1650	0,0272	4168,67	0,0055	2,0881	2,198	1,65E-05	601090,01	0,700101	5,656514	333,490425	21,8856	242,1330055	69,4718	32,34375
16:01:25	155,44	63,9	33,69	43,825	28,9	41,9	4,52	175.4	22	36,363	16	975,14	0,7068	0,1650	0,0270	4173,98	0,0055	2,0881	2,198	1,63E-05	607672,55	0,699728	5,654806	253,030115	22,0266	234,9752237	-3,9717	34,05625
17:01:25	319,67	58,6	35,31	39,79	28,4	39,5	4,52	031.8	22	34,095	16	948,36	0,8304	0,1650	0,0272	4163,75	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	599688,05	0,700181	5,656903	413,57953	19,7496	206,7131359	187,1168	33,7375

Property Values of Dry Air at One Atm. Pressure							
Temperature t °C	Density kg/m ³	Coefficient of Viscosity μ × 10 ⁶ Ns/m ² s	Kinematic Viscosity ν × 10 ⁶ m ² /s	Thermal Diffusivity α × 10 ⁶ m ² /s	Prandtl Number Pr	Specific Heat c J/kgK	Thermal Conductivity k W/mK
-50	1.584	14.61	9.23	12.644	0.728	1013	0.02035
-40	1.515	15.20	10.04	13.778	0.728	1013	0.02117
-30	1.453	15.69	10.80	14.917	0.723	1013	0.02198
-20	1.395	16.18	11.61	16.194	0.716	1009	0.02279
-10	1.342	16.67	12.43	17.444	0.712	1009	0.02361
0	1.293	17.16	13.28	18.806	0.707	1005	0.02442
10	1.247	17.65	14.16	20.006	0.705	1005	0.02512
20	1.205	18.14	15.06	21.417	0.703	1005	0.02593
30	1.165	18.63	16.00	22.861	0.701	1005	0.02675

40	1.128	19.12	16.96	24.306	0.699	1005	0.02756
50	1.093	19.61	17.95	25.722	0.698	1005	0.02826
60	1.060	20.10	18.97	27.194	0.696	1005	0.02966
70	1.029	20.59	20.02	28.556	0.694	1009	0.03047
80	1.000	21.08	21.09	30.194	0.692	1009	0.03074
90	0.972	21.48	22.10	31.889	0.690	1009	0.03128
100	0.946	21.87	23.13	33.639	0.688	1009	0.03210
120	0.898	22.85	25.45	36.833	0.686	1009	0.03338
140	0.854	23.73	27.80	40.333	0.684	1013	0.03489
160	0.815	24.52	30.09	43.894	0.682	1017	0.03640
180	0.779	25.30	32.49	47.500	0.681	1022	0.03780
200	0.746	25.99	34.85	51.361	0.680	1026	0.03931
250	0.674	27.36	40.61	58.500	0.677	1038	0.04368
300	0.615	29.71	48.20	71.556	0.674	1047	0.04605

Tabel K	Temp	K	rho	K air	w/Mk
	20	0,5978	26	996,79	30
	40	0,628			40
	60	0,6513	40	992,21	

Q R 1	Energi total dari rumah 1				
Q R 2	Energi total dari rumah 2				
Q R 3	Energi total dari rumah 3				
T w in	Temperatur air masuk ke rumah			Qr1 =	Qrad + Qconv + Qcond
T tank o	Temperatur luar tangki				
Va	Kecepatan angin				
Int	Intensitas				
Ta	Temperatur lingkungan				
T sky	Temperatur lingkungan tertentu				

Data Pengujian Hari Ketiga

													Propertis Water East										Analisis kehilangan Energi								
													kg/m ³	W/mC	W/mC	W/mC	J/kgK		m ²	m											
Time	Qr1	Qr2	Qr3	Tw out	Twin	T tank out	Va	Int	Ta	T film	Tsky	rho water	Kw	K Tank	Ka	Cp	V water	A	L	Visko air	Reynold	Pr	h udara	Q Total	Q conduksi	Q conveksi	Q akhir	T w			
8:56:25	128,41	52,8	32,75	41,17	27,2	33,4	4,52	418.6	21	34,185	15	979,84	0,6851	0,1650	0,0272	4175,77	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	600000,97	0,700163	5,656815	213,964106	19,9846	146,4687512	47,5108	32,8125			
9:06:25	130,31	54,5	32,69	38,02	23,5	35,3	4,52	418.8	21	30,76	15	980,14	0,6837	0,1650	0,0275	4175,89	0,0055	2,0881	2,198	1,69E-05	588318,62	0,700848	5,660405	217,501039	20,7301	169,0187216	27,7522	31,1			
10:01:25	110,56	58,2	32,63	37,685	22,8	32,4	4,52	603.5	22	30,243	16	983,48	0,6683	0,1650	0,0275	4177,16	0,0055	2,0881	2,198	1,69E-05	586592,92	0,700952	5,660991	201,391808	20,7713	122,9354397	57,6851	30,80625			
11:01:25	122,55	61,5	33,13	38,755	23,1	40,2	4,52	338.6	21	30,928	15	981,47	0,6776	0,1650	0,0275	4176,40	0,0055	2,0881	2,198	1,69E-05	588879,35	0,700815	5,660217	217,181051	22,1491	226,9267163	-31,8948	31,11875			
12:01:25	102,14	45,4	32,88	37,695	30,7	35,3	4,52	103.9	21	34,198	15	983,57	0,6679	0,1650	0,0272	4177,20	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	600044,45	0,700161	5,656803	180,419245	9,7554	168,9111809	1,7526	32,69375			
13:01:25	117,31	51,1	32,25	42,26	24,9	33,4	4,52	103.21	24	33,58	18	982,03	0,6750	0,1650	0,0273	4176,61	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	597903,75	0,700284	5,657412	200,656304	24,4671	111,0444717	65,1447	32,1			
14:01:25	178,46	55,9	32,31	38,195	28,4	37,2	4,52	319.2	25	33,298	19	971,46	0,7238	0,1650	0,0273	4172,57	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	596929,48	0,700341	5,657696	266,669022	14,8034	144,1287867	107,7368	31,74375			
15:01:25	109,67	59,6	32,25	41,295	27,7	45,5	4,52	391.6	25	34,498	19	982,83	0,6713	0,1650	0,0272	4176,91	0,0055	2,0881	2,198	1,65E-05	601090,01	0,700101	5,656514	201,519936	19,0571	242,1330055	-59,6702	32,34375			
16:01:25	112,28	63,9	33,69	43,825	28,9	34,3	4,52	175.4	22	36,363	16	982,20	0,6742	0,1650	0,0270	4176,68	0,0055	2,0881	2,198	1,63E-05	607672,55	0,699728	5,654806	209,867511	21,0110	145,2359423	43,6205	34,05625			
17:01:25	109,67	58,6	35,31	39,79	28,4	27,2	4,52	031.8	22	34,095	16	982,71	0,6718	0,1650	0,0272	4176,87	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	599688,05	0,700181	5,656903	203,579936	15,9787	61,42333181	126,1779	33,7375			

Tabel K	K	rho	K air	w/Mk
Temp	K	rho		
20	0,5978	26	996,79	
40	0,628	40	922,21	
60	0,6513	40	992,21	
Q R 1	Energi total dari rumah 1			
Q R 2	Energi total dari rumah 2			
Q R 3	Energi total dari rumah 3			
T w in	Temperatur air masuk ke rumah		Qr1 = Qrad + Qconv + Qcond	
T tank o	Temperatur luar tangki			
Va	Kecepatan angin			
Int	Intensitas			
Ta	Temperatur lingkungan			
T sky	Temperatur lingkungan tertentu			

Property Values of Dry Air at One Atm. Pressure

Temp-erature t °C	Density kg/m ³	Coefficient of Viscosity μ × 10 ⁶ N/m ² s	Kinematic Viscosity ν × 10 ⁶ m ² /s	Thermal Diffusivity α × 10 ⁶ m ² /s	Prandtl Number Pr	Specific Heat c J/kgK	Thermal Conductivity k W/mK
-50	1.584	14.61	9.23	12.444	0.728	1013	0.02035
-40	1.515	15.20	10.04	13.778	0.728	1013	0.02117
-30	1.453	15.69	10.80	14.917	0.723	1013	0.02198
-20	1.395	16.18	11.61	16.194	0.716	1009	0.02279
-10	1.342	16.67	12.43	17.444	0.712	1009	0.02361
0	1.293	17.16	13.28	18.806	0.707	1005	0.02442
10	1.247	17.65	14.16	20.006	0.705	1005	0.02512
20	1.205	18.14	15.06	21.417	0.703	1005	0.02593
30	1.165	18.63	16.00	22.861	0.701	1005	0.02675

40	1.128	19.12	16.96	24.306	0.699	1005	0.02756
50	1.093	19.61	17.95	25.722	0.698	1005	0.02826
60	1.060	20.10	18.97	27.194	0.696	1005	0.02966
70	1.029	20.59	20.02	28.556	0.694	1009	0.03047
80	1.000	21.08	21.09	30.194	0.692	1009	0.03074
90	0.972	21.48	22.10	31.889	0.690	1009	0.03128
100	0.946	21.87	23.13	33.639	0.688	1009	0.03210
120	0.898	22.85	25.45	36.833	0.686	1009	0.03338
140	0.854	23.73	27.80	40.333	0.684	1013	0.03489
160	0.815	24.52	30.09	43.894	0.682	1017	0.03649
180	0.779	25.30	32.49	47.500	0.681	1022	0.03790
200	0.746	25.99	34.85	51.361	0.680	1026	0.03931
250	0.674	27.36	40.61	58.500	0.677	1038	0.04268
300	0.615	29.71	48.20	71.556	0.674	1047	0.04605

Data Pengujian Hari Keempat

													Propertis Water East							Analisis kehilangan Energi										
													kg/m ³	W/mC	W/mC	W/mC	J/kgK		m ²	m										
Time	Qr1	Qr2	Qr3	Twout	Tw in	T tank out	Va	Int	Ta	T film	Tsky	rho water	K w	K Tank	K a	Cp	V water	A	L	Visko air	Reynold	Pr	h udara	Q Total	Q konduksi	Q konveksi	Q akhir	T w		
8:51:25	113,95	59,8	32,69	41,17	26,1	34,3	4,52	525.7	21	33,635	15	982,39	0,6733	0,1650	0,0273	4176,75	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	598093,80	0,700273	5,657357	206,443734	21,1885	157,1145894	28,1407	32,5375		
9:01:25	112,74	59,9	32,69	38,22	23,4	32,4	4,52	525.9	21	30,81	15	983,03	0,6704	0,1650	0,0275	4176,99	0,0055	2,0881	2,198	1,69E-05	588485,89	0,700838	5,660349	205,331792	20,7456	134,7408634	49,8454	31,125		
10:01:25	123,74	55,5	32,63	37,685	22,8	32,4	4,52	603.5	22	30,243	16	981,33	0,6782	0,1650	0,0275	4176,34	0,0055	2,0881	2,198	1,69E-05	586592,92	0,700952	5,660991	211,874633	21,0807	122,9354397	67,8585	30,80625		
11:01:25	132,73	61,5	33,13	38,755	23,1	40,2	4,52	338.6	21	30,928	15	979,81	0,6852	0,1650	0,0275	4175,76	0,0055	2,0881	2,198	1,69E-05	588879,35	0,700815	5,660217	227,355109	22,4002	226,9267163	-21,9718	31,11875		
12:01:25	117,87	45,4	32,88	37,695	30,7	35,3	4,52	103.9	21	34,198	15	980,99	0,6798	0,1650	0,0272	4176,21	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	600044,45	0,700161	5,656803	196,154544	9,9290	168,9111809	17,3144	32,69375		
13:01:25	121,65	52,9	32,25	42,26	24,9	33,4	4,52	103.21	24	33,58	18	981,32	0,6782	0,1650	0,0273	4176,34	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	597903,75	0,700284	5,657412	206,802639	24,5861	111,0444717	71,1721	32,1		
14:01:25	109,37	55,9	32,31	38,195	28,4	37,2	4,52	319.2	25	33,298	19	982,76	0,6716	0,1650	0,0273	4176,89	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	596929,48	0,700341	5,657696	197,577855	13,7365	144,1287867	39,7126	31,74375		
15:01:25	114,65	59,6	32,25	41,295	27,7	45,5	4,52	246.6	25	34,498	19	982,01	0,6751	0,1650	0,0272	4176,60	0,0055	2,0881	2,198	1,65E-05	601090,01	0,700101	5,656514	206,50152	19,1639	242,1330055	-54,7953	32,34375		
16:01:25	110,48	63,9	33,69	43,825	28,9	41,9	4,52	175.4	22	36,363	16	982,50	0,6728	0,1650	0,0270	4176,79	0,0055	2,0881	2,198	1,63E-05	607672,55	0,699728	5,654806	208,071691	20,9688	234,9752237	-47,8723	34,05625		
17:01:25	110,83	58,6	35,31	39,79	28,4	39,5	4,52	031.8	22	34,095	16	982,52	0,6727	0,1650	0,0272	4176,80	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	599688,05	0,700181	5,656903	204,73812	15,9995	206,7131359	-17,9746	33,7375		

Temp-erature t °C	Density kg/m ³	Coefficient of Viscosity $\mu \times 10^6$ Nalm ² /s	Kinematic Viscosity $\nu \times 10^6$ m ² /s	Thermal Diffusivity $\alpha \times 10^6$ m ² /s	Prandtl Number Pr	Specific Heat c J/kgK	Thermal Conductivity k W/mK
-50	1.584	14.61	9.23	12.644	0.728	1013	0.02035
-40	1.515	15.20	10.04	13.778	0.728	1013	0.02117
-30	1.453	15.69	10.80	14.917	0.723	1013	0.02198
-20	1.395	16.18	11.61	16.194	0.716	1009	0.02279
-10	1.342	16.67	12.43	17.444	0.712	1009	0.02361
0	1.293	17.16	13.28	18.806	0.707	1005	0.02442
10	1.247	17.65	14.16	20.006	0.703	1005	0.02512
20	1.205	18.14	15.06	21.417	0.703	1005	0.02593
30	1.165	18.63	16.00	22.861	0.701	1005	0.02675

40	1.128	19.12	16.96	24.306	0.699	1005	0.02756
50	1.093	19.61	17.95	25.722	0.698	1005	0.02826
60	1.060	20.10	18.97	27.194	0.696	1005	0.02966
70	1.029	20.59	20.02	28.556	0.694	1009	0.03047
80	1.000	21.08	21.09	30.194	0.692	1009	0.03074
90	0.972	21.48	22.10	31.889	0.690	1009	0.03128
100	0.946	21.87	23.13	33.839	0.688	1009	0.03210
120	0.898	22.85	25.45	36.833	0.686	1009	0.03338
140	0.854	23.73	27.80	40.333	0.684	1013	0.03489
160	0.815	24.52	30.09	43.894	0.682	1017	0.03640
180	0.779	25.30	32.49	47.500	0.681	1022	0.03780
200	0.746	25.99	34.85	51.361	0.680	1026	0.03951
250	0.674	27.36	40.61	58.500	0.677	1038	0.04268
300	0.615	29.71	48.20	71.556	0.674	1047	0.04605

QR1	Energi total dari rumah 1
QR2	Energi total dari rumah 2
QR3	Energi total dari rumah 3
Tw in	Temperatur air masuk ke rumah
T tank o	Temperatur luar tangki
Va	Kecepatan angin
Int	Intensitas
Ta	Temperatur lingkungan
Tsky	Temperatur lingkungan tertentu

Qr1 =	Qrad + Qconv + Qcond
-------	----------------------

Data Pengujian Hari Kelima

													Propertis water east										Analisis kemungkinan energi									
													kg/m ³	W/mC	W/mC	W/mC	J/kgK		m ²	m												
Time	Qr1	Qr2	Qr3	Tw out	Tw in	T tank out	Va	Int	Ta	T film	Tsky	rho water	K w	K Tank	K a	Cp	V water	A	L	Visko air	Reynold	Pr	h udara	Q Total	Q konduksi	Q konveksi	Q akhir	T w				
1:51:25	113,95	59,8	32,69	41,17	26,1	34,3	4,52	525,7	21	33,635	15	982,39	0,6733	0,1650	0,0273	4176,75	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	598093,80	0,700273	5,657357	206,443734	21,1885	157,1145894	28,1407	32,5375				
2:01:25	112,74	59,9	32,69	38,22	23,4	32,4	4,52	525,9	21	30,81	15	983,03	0,6704	0,1650	0,0275	4176,99	0,0055	2,0881	2,198	1,69E-05	588485,89	0,700838	5,660349	205,331792	20,7456	134,7408634	49,8454	31,125				
3:01:25	123,74	55,5	32,63	37,685	22,8	32,4	4,52	603,5	22	30,243	16	981,33	0,6782	0,1650	0,0275	4176,34	0,0055	2,0881	2,198	1,69E-05	586592,92	0,700952	5,660991	211,874633	21,0807	122,9354397	67,8585	30,80625				
4:01:25	132,73	61,5	33,13	38,755	23,1	40,2	4,52	338,6	21	30,928	15	979,81	0,6852	0,1650	0,0275	4175,76	0,0055	2,0881	2,198	1,69E-05	588879,35	0,700815	5,660217	227,355109	22,4002	226,9267163	-21,9718	31,11875				
5:01:25	117,87	45,4	32,88	37,695	30,7	35,3	4,52	103,9	21	34,198	15	980,99	0,6798	0,1650	0,0272	4176,21	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	600044,45	0,700161	5,656803	196,154544	9,9290	168,9111809	17,3144	32,69375				
6:01:25	121,65	52,9	32,25	42,26	24,9	33,4	4,52	103,21	24	33,58	18	981,32	0,6782	0,1650	0,0273	4176,34	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	597903,75	0,700284	5,657412	206,802639	24,5861	111,0444717	71,1721	32,1				
7:01:25	109,37	55,9	32,31	38,195	28,4	37,2	4,52	319,2	25	33,298	19	982,76	0,6716	0,1650	0,0273	4176,89	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	596929,48	0,700341	5,657696	197,577855	13,7365	144,1287867	39,7126	31,74375				
8:01:25	114,65	59,6	32,25	41,295	27,7	45,5	4,52	246,6	25	34,498	19	982,01	0,6751	0,1650	0,0272	4176,60	0,0055	2,0881	2,198	1,65E-05	601090,01	0,700101	5,656514	206,50152	19,1639	242,1330055	-54,7953	32,34375				
9:01:25	110,48	63,9	33,69	43,825	28,9	41,9	4,52	175,4	22	36,363	16	982,50	0,6728	0,1650	0,0270	4176,79	0,0055	2,0881	2,198	1,63E-05	607672,55	0,699728	5,654806	208,071691	20,9688	234,9752237	-47,8723	34,05625				
10:01:25	110,83	58,6	35,31	39,79	28,4	39,5	4,52	031,8	22	34,095	16	982,52	0,6727	0,1650	0,0272	4176,80	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	599688,05	0,700181	5,656903	204,73812	15,9995	206,7131359	-17,9746	33,7375				
													Property Values of Dry Air at One Atm. Pressure																			
													Temp-erature t °C	Density kg/m ³	Coefficient of Viscosity μ × 10 ⁶ Ns/m ² s	Kinematic Viscosity ν × 10 ⁶ m ² /s	Thermal Diffusivity α × 10 ⁶ m ² /s	Prandtl Number Pr	Specific Heat c J/kgK	Thermal Conduc- tivity k W/mK												
													-50	1,584	14,61	9,23	12,644	0,728	1013	0,02035												
													-40	1,515	15,20	10,04	13,778	0,728	1013	0,02117												
													-30	1,453	15,69	10,80	14,917	0,723	1013	0,02198												
													-20	1,395	16,18	11,61	16,194	0,716	1009	0,02279												
													-10	1,342	16,67	12,43	17,444	0,712	1009	0,02361												
													0	1,293	17,16	13,28	18,806	0,707	1005	0,02442												
													10	1,247	17,65	14,16	20,006	0,705	1005	0,02512												
													20	1,205	18,14	15,06	21,417	0,703	1005	0,02593												
													30	1,165	18,63	16,00	22,861	0,701	1005	0,02675												
													40	1,128	19,12	16,96	24,306	0,699	1005	0,02756												
													50	1,093	19,61	17,95	25,722	0,698	1005	0,02826												
													60	1,060	20,10	18,97	27,194	0,696	1005	0,02966												
													70	1,029	20,59	20,02	28,556	0,694	1009	0,03047												
													80	1,000	21,08	21,09	30,194	0,692	1009	0,03074												
													90	0,972	21,48	22,10	31,889	0,690	1009	0,03128												
													100	0,946	21,87	23,13	33,639	0,688	1009	0,03210												
													120	0,898	22,85	25,45	36,833	0,686	1009	0,03338												
													140	0,854	23,73	27,80	40,333	0,684	1013	0,03489												
													160	0,815	24,52	30,09	43,894	0,682	1017	0,03640												
													180	0,779	25,30	32,49	47,500	0,681	1022	0,03780												
													200	0,746	25,99	34,85	51,361	0,680	1026	0,03931												
													250	0,674	27,36	40,61	58,500	0,677	1038	0,04268												
													300	0,615	29,71	48,20	71,556	0,674	1047	0,04605												
abel K													K air		w/Mk																	
Temp	K	rho			30	0,02675	16	0,701																								
20	0,5978	26	996,79																													
40	0,628			40	0,02756	16,96	0,699																									
60	0,6513	40	992,21																													
Q R 1	Energi total dari rumah 1																															
Q R 2	Energi total dari rumah 2																															
Q R 3	Energi total dari rumah 3																															
T w in	Temperatur air masuk ke rumah						Qr 1 = Qrad + Qconv + Qcond																									
T tank o	Temperatur luar tangki																															
Va	Kecepatan angin																															
Int	Intensitas																															
Ta	Temperatur lingkungan																															
T sky	Temperatur lingkungan tertentu																															

Data Pengujian Hari Keenam

Time	Qr 1	Qr 2	Qr 3	T w out	T w in	T tank out	Va	Int	T a	T film	Tsky	Propertis water east									Analisis kemungkinan energi							
												kg/m^3	W/mC	W/mC	W/mC	J/kgK		m^2	m									
												rho water	K w	K Tank	K a	Cp	V water	A	L	Visko air	Reynold	Pr	h udara	Q Total	Q conduksi	Q conveksi	Q akhir	T w
4:51:25	113,95	59,8	32,69	41,17	26,1	34,3	4,52	525.7	21	33,635	15	982,39	0,6733	0,1650	0,0273	4176,75	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	598093,80	0,700273	5,657357	206,443734	21,1885	157,1145894	28,1407	32,5375
5:01:25	112,74	59,9	32,69	38,22	23,4	32,4	4,52	525.9	21	30,81	15	983,03	0,6704	0,1650	0,0275	4176,99	0,0055	2,0881	2,198	1,69E-05	588485,89	0,700838	5,660349	205,331792	20,7456	134,7408634	49,8454	31,125
6:01:25	123,74	55,5	32,63	37,685	22,8	32,4	4,52	603.5	22	30,243	16	981,33	0,6782	0,1650	0,0275	4176,34	0,0055	2,0881	2,198	1,69E-05	586592,92	0,700952	5,660991	211,874633	21,0807	122,9354397	67,8585	30,80625
7:01:25	132,73	61,5	33,13	38,755	23,1	40,2	4,52	338.6	21	30,928	15	979,81	0,6852	0,1650	0,0275	4175,76	0,0055	2,0881	2,198	1,69E-05	588879,35	0,700815	5,660217	227,355109	22,4002	226,9267163	-21,9718	31,11875
8:01:25	117,87	45,4	32,88	37,695	30,7	35,3	4,52	103.9	21	34,198	15	980,99	0,6798	0,1650	0,0272	4176,21	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	600044,45	0,700161	5,656803	196,154544	9,9290	168,9111809	17,3144	32,69375
9:01:25	121,65	52,9	32,25	42,26	24,9	33,4	4,52	103.21	24	33,58	18	981,32	0,6782	0,1650	0,0273	4176,34	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	597903,75	0,700284	5,657412	206,802639	24,5861	111,0444717	71,1721	32,1
10:01:25	109,37	55,9	32,31	38,195	28,4	37,2	4,52	319.2	25	33,298	19	982,76	0,6716	0,1650	0,0273	4176,89	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	596929,48	0,700341	5,657696	197,577855	13,7365	144,1287867	39,7126	31,74375
11:01:25	114,65	59,6	32,25	41,295	27,7	45,5	4,52	246.6	25	34,498	19	982,01	0,6751	0,1650	0,0272	4176,60	0,0055	2,0881	2,198	1,65E-05	601090,01	0,700101	5,656514	206,50152	19,1639	242,1330055	-54,7953	32,34375
12:01:25	110,48	63,9	33,69	43,825	28,9	41,9	4,52	175.4	22	36,363	16	982,50	0,6728	0,1650	0,0270	4176,79	0,0055	2,0881	2,198	1,63E-05	607672,55	0,699728	5,654806	208,071691	20,9688	234,9752237	-47,8723	34,05625
13:01:25	110,83	58,6	35,31	39,79	28,4	39,5	4,52	031.8	22	34,095	16	982,52	0,6727	0,1650	0,0272	4176,80	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	599688,05	0,700181	5,656903	204,73812	15,9995	206,7131359	-17,9746	33,7375

Temp-erature t °C	Density kg/m ³	Coefficient of Viscosity μ × 10 ⁶ Ns/m ² s	Kinematic Viscosity ν × 10 ⁶ m ² /s	Thermal Diffusivity α × 10 ⁶ m ² /s	Prandtl Number Pr	Specific Heat c J/kgK	Thermal Conductivity k W/mK
-50	1.584	14.61	9.23	12.644	0.728	1013	0.02035
-40	1.515	15.20	10.04	13.778	0.728	1013	0.02117
-30	1.453	15.69	10.80	14.917	0.723	1013	0.02198
-20	1.395	16.18	11.61	16.194	0.716	1009	0.02279
-10	1.342	16.67	12.43	17.444	0.712	1009	0.02361
0	1.293	17.16	13.28	18.806	0.707	1005	0.02442
10	1.247	17.65	14.16	20.006	0.705	1005	0.02512
20	1.205	18.14	15.06	21.417	0.703	1005	0.02593
30	1.165	18.63	16.00	22.861	0.701	1005	0.02675
40	1.128	19.12	16.96	24.306	0.699	1005	0.02756
50	1.093	19.61	17.95	25.722	0.698	1005	0.02836
60	1.060	20.10	18.97	27.194	0.696	1005	0.02966
70	1.029	20.59	20.02	28.556	0.694	1009	0.03047
80	1.000	21.08	21.09	30.194	0.692	1009	0.03074
90	0.972	21.48	22.10	31.889	0.690	1009	0.03128
100	0.946	21.87	23.13	33.639	0.688	1009	0.03210
120	0.898	22.85	25.45	36.833	0.686	1009	0.03338
140	0.854	23.73	27.80	40.333	0.684	1013	0.03489
160	0.815	24.52	30.09	43.894	0.682	1017	0.03640
180	0.779	25.30	32.49	47.500	0.681	1022	0.03780
200	0.746	25.99	34.85	51.361	0.680	1026	0.03931
250	0.674	27.36	40.61	58.500	0.677	1038	0.04268
300	0.615	29.71	48.20	71.566	0.674	1047	0.04605

Temp	K	rho		K air	w/Mk		
20	0,5978	26	996,79	30	0,02675	16	0,701
40	0,628			40	0,02756	16,96	0,699
60	0,6513	40	992,21				

Q R 1	Energi total dari rumah 1
Q R 2	Energi total dari rumah 2
Q R 3	Energi total dari rumah 3
T w in	Temperatur air masuk ke rumah
T tank o	Temperatur luar tangki
Va	Kecepatan angin
Int	Intensitas
Ta	Temperatur lingkungan
Tsky	Temperatur lingkungan tertentu

Q r 1 =	Q rad + Q conv + Q cond
---------	-------------------------

Data Pengujian Hari Ke Tujuh

													Propertis water east									Analisis kemungkinan energi						
													kg/m ³	W/mC	W/mC	W/mC	J/kgK											
Time	Qr1	Qr2	Qr3	T w out	Tw in	T tank out	Va	Int	Ta	T film	Tsky	rho water	K w	K Tank	Ka	Cp	V water	A	L	Visko air	Reynold	Pr	h udara	Q Total	Q konduksi	Q konveksi	Q akhir	T w
1:51:25	113,95	59,8	32,69	41,17	26,1	34,3	4,52	525,7	21	33,635	15	982,39	0,6733	0,1650	0,0273	4176,75	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	598093,80	0,700273	5,657357	206,443734	21,1885	157,1145894	28,1407	32,5375
2:01:25	112,74	59,9	32,69	38,22	23,4	32,4	4,52	525,9	21	30,81	15	983,03	0,6704	0,1650	0,0275	4176,99	0,0055	2,0881	2,198	1,69E-05	588485,89	0,700838	5,660349	205,331792	20,7456	134,7408634	49,8454	31,125
3:01:25	123,74	55,5	32,63	37,685	22,8	32,4	4,52	603,5	22	30,243	16	981,33	0,6782	0,1650	0,0275	4176,34	0,0055	2,0881	2,198	1,69E-05	586592,92	0,700952	5,660991	211,874633	21,0807	122,9354397	67,8585	30,80625
4:01:25	132,73	61,5	33,13	38,755	23,1	40,2	4,52	338,6	21	30,928	15	979,81	0,6852	0,1650	0,0275	4175,76	0,0055	2,0881	2,198	1,69E-05	588879,35	0,700815	5,660217	227,355109	22,4002	226,9267163	-21,9718	31,11875
5:01:25	117,87	45,4	32,88	37,695	30,7	35,3	4,52	103,9	21	34,198	15	980,99	0,6798	0,1650	0,0272	4176,21	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	600044,45	0,700161	5,656803	196,154544	9,9290	168,9111809	17,3144	32,69375
6:01:25	121,65	52,9	32,25	42,26	24,9	33,4	4,52	103,21	24	33,58	18	981,32	0,6782	0,1650	0,0273	4176,34	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	597903,75	0,700284	5,657412	206,802639	24,5861	111,0444717	71,1721	32,1
7:01:25	109,37	55,9	32,31	38,195	28,4	37,2	4,52	319,2	25	33,298	19	982,76	0,6716	0,1650	0,0273	4176,89	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	596929,48	0,700341	5,657696	197,577855	13,7365	144,1287867	39,7126	31,74375
8:01:25	114,65	59,6	32,25	41,295	27,7	45,5	4,52	246,6	25	34,498	19	982,01	0,6751	0,1650	0,0272	4176,60	0,0055	2,0881	2,198	1,65E-05	601090,01	0,700101	5,656514	206,50152	19,1639	242,1330055	-54,7953	32,34375
9:01:25	110,48	63,9	33,69	43,825	28,9	41,9	4,52	175,4	22	36,363	16	982,50	0,6728	0,1650	0,0270	4176,79	0,0055	2,0881	2,198	1,63E-05	607672,55	0,699728	5,654806	208,071691	20,9688	234,9752237	-47,8723	34,05625
10:01:25	110,83	58,6	35,31	39,79	28,4	39,5	4,52	031,8	22	34,095	16	982,52	0,6727	0,1650	0,0272	4176,80	0,0055	2,0881	2,198	1,66E-05	599688,05	0,700181	5,656903	204,73812	15,9995	206,7131359	-17,9746	33,7375

Property Values of Dry Air at One Atm. Pressure							
Temperature t °C	Density kg/m ³	Coefficient of Viscosity μ × 10 ⁶ Ns/m ² s	Kinematic Viscosity ν × 10 ⁶ m ² /s	Thermal Diffusivity α × 10 ⁶ m ² /s	Prandtl Number Pr	Specific Heat c J/kgK	Thermal Conductivity k W/mK
-50	1.584	14.61	9.23	12.644	0.728	1013	0.02035
-40	1.515	15.20	10.04	13.778	0.728	1013	0.02117
-30	1.453	15.69	10.80	14.917	0.723	1013	0.02198
-20	1.395	16.18	11.61	16.194	0.716	1009	0.02279
-10	1.342	16.67	12.43	17.444	0.712	1009	0.02361
0	1.293	17.16	13.28	18.806	0.707	1005	0.02442
10	1.247	17.65	14.16	20.006	0.705	1005	0.02512
20	1.205	18.14	15.06	21.417	0.703	1005	0.02593
30	1.165	18.63	16.00	22.861	0.701	1005	0.02675

40	1.128	19.12	16.96	24.306	0.699	1005	0.02756
50	1.093	19.61	17.95	25.722	0.698	1005	0.02826
60	1.060	20.10	18.97	27.194	0.696	1005	0.02966
70	1.029	20.59	20.02	28.556	0.694	1009	0.03047
80	1.000	21.08	21.09	30.194	0.692	1009	0.03074
90	0.972	21.48	22.10	31.889	0.690	1009	0.03128
100	0.946	21.87	23.13	33.639	0.688	1009	0.03210
120	0.898	22.85	25.45	36.833	0.686	1009	0.03338
140	0.854	23.73	27.80	40.333	0.684	1013	0.03489
160	0.815	24.52	30.09	43.894	0.682	1017	0.03640
180	0.779	25.30	32.49	47.500	0.681	1022	0.03780
200	0.746	25.99	34.85	51.361	0.680	1026	0.03931
250	0.674	27.36	40.61	58.500	0.677	1038	0.04268
300	0.615	29.71	48.20	71.556	0.674	1047	0.04605

Q R 1	Energi total dari rumah 1		
Q R 2	Energi total dari rumah 2		
Q R 3	Energi total dari rumah 3		
T w in	Temperatur air masuk ke rumah	Q r 1 =	Qrad + Qconv + Qcond
T tank o	Temperatur luar tangki		
Va	Kecepatan angin		
Int	Intensitas		
Ta	Temperatur lingkungan		
T sky	Temperatur lingkungan tertentu		

Lampiran 2

1. Pembuatan Rangka Pondasi Bangunan



2. Pembuatan Atap Berongga





3. Finishing







LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

KAJIAN PEMBUANGAN ENERGY PANAS PADA TANGKI AIR PENDINGIN ATAP BERONGGA

Nama : AGUNG ARWANA

NPM : 1807230155

Dosen Pembimbing : Sudirman Lubis, S.T.,M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	Sabtu / 6-11-2021	Perbaikan Sistemasi Pita.	Sh
2.	Kamis / 11-11-2021	Perbaiki Latar belakang	Sh
3.	Jumat / 3-12-2021	Perbaiki gambar.	Sh
4.	Rabu / 5-1-2022	Perbaiki Timjara Pustaka	Sh
5.	Sabtu / 15-01-2022	Tambahkan daftar isi	Sh
6.	Sabtu / 29-01-2022.	Acc Sampul	Sh
7.	Selasa / 23-08-2022	Perbaiki grafik.	Sh
		Acc Semhas	Sh
8.	Senin / 29/8/2022		
9.	Selasa / 13/9/2022	Perbaiki alur penelitian	Sh
10.	Sabtu / 17/9/2022	Acc Sidang	Sh



Bila menjawab surat ini agar disebutkan 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 : 1407/II.3AU/UMSU-07/F/2021

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 29 Oktober 2021 dengan ini Menetapkan :

Nama : AGUNG ARWANA
Npm : 1807230155
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : VII (TUJUH)
Judul Tugas Akhir : KAJIAN PEMBUANGAN ENERGY PANAS PADA TANGKI AIR
PENDINGIN ATAP BERONGGA
Pembimbing : SUDIRMAN LUBIS, 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, 22 Rabi'ul Awwal 1443 H
29 Oktober 2021 M

Wakil Dekan 3



Khairul Umurani
Khairul Umurani, ST., MT
NIDN: 0114017102



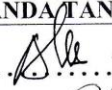









**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2021 – 2022**

Peserta seminar

Nama : Agung Arwana

NPM : 1807230155

Judul Tugas Akhir : Kajian Pembuangan Energy Panas Pada Tangki Air Pendingin Atap Berongga

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Sudirman Lubis, ST, MT		 
Pembimbing – II : Munawar Alfansury Siregar, ST, MT		 
Pembimbing – II : Arya Rudi Nst, ST, MT		 
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1807230111	FAUZI SIDIQ W	
2	1807230013	IRHAM ROSYADI	
3	1807230023	FAHMU FADILLAH WST	
4	1807230090	Muzanab Ma'chirru	
5	1807230155	AGUNG ARWANA	
6	1807230130	BACHAQI ADUF	
7	1807230142	YUSUF LUBIS	
8			
9			
10			

Medan, 15 Shafar 1444 H
12 September 2022 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

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

Nama : Agung Arwana
NPM : 1807230155
Judul Tugas Akhir : Kajian Pembuangan Energy Panas Pada Tangki Air Pendingin Atap Berongga

Dosen Pembanding – I : ~~Munawar Alfansury Siregar, ST, MT~~ *Affandi*
Dosen Pembanding – II : Arya Rudi Nst, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Sudirman Lubis, ST, MT

KEPUTUSAN

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

.....
Lihat buku skripsi
di baca dan diperbaiki
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :

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

Medan, 15 Shafar 1444 H
12 September 2022 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- I



Chandra A Siregar, ST, MT



~~Munawar Alfansury Siregar, ST, MT~~
Affandi

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

Nama : Agung Arwana
NPM : 1807230155
Judul Tugas Akhir : Kajian Pembuangan Energy Panas Pada Tangki Air Pendingin Atap Berongga

Dosen Pembanding – I : Munawar Alfansury Siregar, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Arya Rudi Nst, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Sudirman Lubis, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
... Tambahkan puyutan jurnal dari Desain Internal PT Unsu.
.....
.....
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

Medan 15 Shafar 1444 H
12 September 2022 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar, ST, MT



Arya Rudi Nst, ST, MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Agung Arwana
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat, Tanggal Lahir : Margosono, 13 November 1999
Alamat : HUTA I MARGOSONO
Agama : Islam
E-mail : agungarwana1999@gmail.com
No.Hp : 082294369724

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SDN 094175 Margosono Tahun 2006-2012
2. MtsN Tanah Jawa Tahun 2012-2015
3. SMK Swasta Persiapan Pematang Siantar Tahun 2015-2018
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2018-2022

C. RIWAYAT ORGANISASI

1. SEKRETARIS BIDANG SENI BUDAYA DAN OLAHRAGA PK IMM FATEK UMSU P.A 2018-2019
2. SEKRETARIS BIDANG SENI DAN BUDAYA DAN OLAHRAGA PK IMM FATEK UMSU P.A 2019-2020
3. SEKRETARIS UKM VOLLY UMSU P.A 2019-2020