

**PENGARUH PERFORMA LIQUID PADA RADIATOR
TERHADAP PENURUNAN TEMPERATUR
UNTUK SISTEM KOMPRES AKTIF**

Skripsi



**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Strata-1 (S1)
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**

Disusun Oleh:

SYADADUL IQOM

NPM. 3331190017

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN**

2024

TUGAS AKHIR

Pengaruh Performa Fluida Pada Radiator Terhadap Penurunan Temperatur Rendah Untuk Sistem Kompres Aktif


Dipersiapkan dan disusun Oleh :

Syadadul Iqom
3331190017


telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 01 Juli 2024

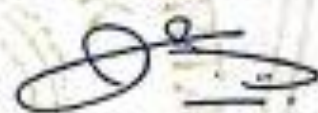
Pembimbing Utama

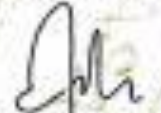

Dr. Erwin, ST., MT.
NIP.197310162009121001

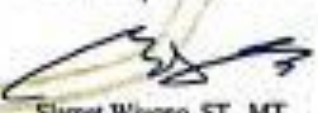

Slamet Wiyono, ST., MT.
NIP.197312182005011001

Anggota Dewan Penguji


Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng.
NIP.198305102012121006


Ir. Dedy Triawan Suprayogi, ST., M. Eng., Ph. D.
NIP. 198206212022031001


Dr. Erwin, ST., MT.
NIP.197310162009121001


Slamet Wiyono, ST., MT.
NIP.197312182005011001

Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal, 19 Juli 2024
Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA


Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng.
NIP. 198305102012121006

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini,

Nama : Syadadul Iqom

NPM : 3331190017

Judul : Pengaruh Performa Liquid pada Radiator Terhadap Penurunan Temperatur Rendah untuk Sistem Kompres Aktif

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

MENYATAKAN

Bahwa skripsi ini hasil karya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, Kecuali untuk yang telah disebutkan sumbernya.

Cilegon, 23 Juli 2024



STAMP: 3331190017
NPM/3331190017

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panajatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan nikmat, rahmat, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat berhasil menyelesaikan Laporan Tugas Akhir. Penulisan laporan ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan sarjana S1 di jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Adapun judul dari tugas akhir ini yaitu “Pengaruh Performa Liquid pada Radiator terhadap Penurunan Temperatur rendah untuk Sistem Kompres Aktif”.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan ucapan terimakasih kepada segenap pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung. Adapun ungkapan tersebut kami sampaikan kepada :

1. Orang tua, kakak dan adik saya atas bentuk *suport* dan arahan selama penulis menempuh pendidikan dari dulu sampai sekarang, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Dhimas Satria selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
3. Bapak Dr. Erwin S.T., MT. Selaku dosen pembimbing 1 yang telah banyak mengarahkan serta memberikan dukungan kepada penulis.
4. Bapak Slamet Wiyono, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan arahan terkait penyusunan dan tinjauan detail pelaksanaan penelitian ini.
5. Bapak Imron Rosyadi, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dari awal perkuliahan hingga tahap akhir serta memberikan dukungan kepada penulis.
6. Selfy Pertiwi. Terimakasih telah banyak mendoakan, membantu, mendukung dan menemani selama proses menjalani tugas akhir. Semoga Allah senantiasa memberikan kesehatan, keberuntungan, kesabaran dan keberkahan disetiap hari-harimu.

7. Teman-teman team Penelitian yang telah membantu menyelesaikan serta bersabar untuk berjuang bersama-sama.
8. Teman-teman Teknik Mesin UNTIRTA 2019, 2018 dan 2017, yang selalu membantu, mendukung dan memberikan semangat selama proses penelitian ini.
9. Himpunan Mahasiswa Mesin FT. UNTIRTA, yang telah memberikan pembelajaran yang sangat luar biasa terhadap proses pendewasaan diri dan cara berpikir selama penulis berkuliah.
10. Keluarga besar Renewable Energy and Design Laboratory yang telah menerima penulis ke dalam keluarga RED Lab. Terimakasih bantuan berupa tenaga, waktu, dan pengalaman yang membantu penulis dalam melakukan pengujian

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan masih banyak kesalahan baik dari isi maupun penyajian materi. Oleh karena itu penulis mengharapkan masukan berupa kritik dan saran untuk membangun kesempurnaan penelitian saya kedepannya.

Cilegon, 30 Juni 2024

Syadadul iqom

ABSTRAK

Pengaruh Performa Liquid pada Radiator Terhadap Penurunan Temperatur Rendah untuk Sistem Kompres Aktif

Disusun Oleh:

SYADADUL IQOM
3331190017

Temperatur atau suhu merupakan besaran yang memaparkan panas atau dinginnya suatu benda. Kalor merupakan energi panas yang mengalir dari suatu benda ke benda lain akibat adanya perbedaan suhu. Penelitian ini merujuk pada Pengaruh performa liquid pada radiator terhadap penurunan temperatur rendah untuk sistem kompres aktif. Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui performa penurunan temperatur pada *reservoir* dengan fluida air dan PC coolant didalam radiator dan mencari tahu hasil perbandingan performa penurunan temperatur pada *reservoir* dengan fluida air dan PC coolant yang terdapat pada radiator. Pengambilan data dilakukan dengan menganalisis pengaruh perbedaan fluida pada radiator terhadap fluida didalam *peltier*. Hasil analisis yang didapat yaitu performa penurunan temperatur fluida air dan PC coolant di ketahui dari temperatur akhir fluida didalam *reservoir* secara data dengan waktu (240 Menit) pada air Terhadap perubahan suhu akhir (T_1 8,5°C) dengan rata-rata 11,82592°C dan PC coolant (T_1 11,3°C) dengan rata-rata 12,91923°C. Maka di temukan hasil perbandingan fluida air lebih baik dalam menyerap dan membuang panas pada *reservoir*, temperatur awal air pada radiator (T_0 32,3°C) temperatur akhir (T_1 46,2°C) dimana fluida air hanya menghasilkan temperature tertinggi pada radiator yaitu 48,4°C dan menghasilkan temperature rendah pada *reservoir* yaitu 8,5°C. Sedangkan untuk fluida PC coolant memiliki temperature awal (T_0 30,1°C) temperatur akhir (T_1 51,4°C) dimana PC coolant menghasilkan temperature tertinggi pada radiator yaitu (52,4°C) dan menghasilkan temperatur rendah pada reservoir yaitu 11,3°C

Kata kunci : temperatur, kompres aktif, radiator, *reservoir*

ABSTRACT

The Influence of Liquid Performance in Radiators on Low Temperature Reduction for Active Compression Systems

Prepared By:

**SYADADUL IQOM
3331190017**

Temperature or heat is a quantity that describes the warmth or coldness of an object. Heat is thermal energy that flows from one object to another due to temperature differences. This study focuses on the influence of liquid performance in radiators on low temperature reduction for active compression systems. The aim of this research is to determine the temperature reduction performance in the reservoir using water and PC coolant fluids inside the radiator, and to compare the performance of temperature reduction between water and PC coolant fluids present in the radiator. Data collection was conducted by analyzing the impact of different fluids in the radiator on the fluid inside the Peltier device. The analysis results indicate that the temperature reduction performance of water and PC coolant fluids in the reservoir can be determined from the final fluid temperatures after 240 minutes. Water achieved a final temperature (T_1) of 8.5°C with an average of 11.82592°C, while PC coolant reached a final temperature (T_1) of 11.3°C with an average of 12.91923°C. It was found that water performs better in absorbing and dissipating heat in the reservoir compared to PC coolant. The initial temperature of water in the radiator (T_o) was 32.3°C, and it reached a maximum temperature (T_1) of 46.2°C, with water achieving a peak radiator temperature of 48.4°C and a minimum reservoir temperature of 8.5°C. In contrast, PC coolant started with an initial temperature (T_o) of 30.1°C, reached a maximum temperature (T_1) of 51.4°C, with PC coolant achieving a peak radiator temperature of 52.4°C and a minimum reservoir temperature of 11.3°C.

Keywords: *temperature, active compression, radiator, reservoir*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Dasar Penelitian (<i>State of the Art</i>).....	5
2.2 Sistem Pendingin.....	5
2.3 Kompres Aktif.....	6
2.3.1 <i>Peltier</i>	7
2.3.2 <i>HeatPipe</i>	7
2.3.3 <i>WaterBlock</i>	8
2.4 Fluida	9
2.5 Aliran Fluida	11
2.6 Radiator	13
2.7 Rumus yang digunakan.....	14

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian.....	16
3.2 <i>Set Up Experiment</i>	17
3.3 Alat dan Bahan yang Digunakan	19
3.3.1 Alat yang Digunakan.....	19
3.3.2Bahan yang Digunakan	24
3.4 Prosedur penelitian	25

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penngujian	27
4.1.1 Data pengujian menggunakan 3 peltier	27
4.1.2 Data perbandingan penurunan temperature pada fluida air dan pc coolant	29
4.2 Grafik Performa Penurunan Temperature Fluida	31
4.3 Hasil dan Pembahasan pengaruh performa liquid	33

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran.....	35

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Sistem pendingin.....	6
Gambar 2.2 <i>Peltier</i>	7
Gambar 2.3 <i>Heatpipe</i>	8
Gambar 2.4 <i>Waterblock</i>	9
Gambar 2.5 Radiator	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	16
Gambar 3.2 <i>Set Up Eksperimen</i>	18
Gambar 3.3 Kompres aktif	19
Gambar 3.4 <i>Thermocouples Pt100</i>	20
Gambar 3.5 Multimeter	20
Gambar 3.6 Inverter	21
Gambar 3.7 <i>Data Logger</i>	21
Gambar 3.8 Radiator	22
Gambar 3.9 Kipas.....	22
Gambar 3.10 Pompa.....	23
Gambar 3.11 Power Supply	24
Gambar 3.12 Air	24
Gambar 3.13 PC Coolant	25
Gambar 4.1 Grafik Penurunan Temperatur Kompres Aktif dengan Fluida Air pada Radiator	32
Gambar 4.2 Grafik Penurunan Temperatur Kompres Aktif dengan Fluida PC Coolant pada Radiator	33
Gambar 4.3 Grafik perbandingan temperatur pada reservoir	34
Gambar 4.4 Grafik perbandingan temperatur pada Radiator	34

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 hasil pengujian fluida air pada Radiator.....	27
Tabel 4.2 hasil pengujian fluida PC Coolant pada Radiator.....	28
Tabel 4.3 Perbandingan temperature pada reservoir	29
Tabel 4.4 Perbandingan temperatur pada Radiator	30

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Temperatur atau suhu merupakan besaran yang memaparkan panas atau dinginnya suatu benda. Kalor merupakan energi panas yang mengalir dari suatu benda ke benda lain akibat adanya perbedaan suhu. Tentu saja kalor selalu mengalir dari benda yang lebih panas ke benda yang lebih dingin, tetapi tidak harus berpindah dari benda yang energi panasnya lebih banyak ke benda yang energi panasnya lebih kecil. Sebagian besar panas yang diproduksi di dalam tubuh merupakan hasil oksidasi, maka sumber utama panas adalah jaringan yang paling aktif, yaitu hati, kelenjar se-kresi, dan otot. (Yondry K, Wenny S & Lintong F, 2009)

Suhu tubuh manusia dapat diukur dengan menggunakan termometer. Termometer yang tersedia saat ini antara lain thermometer analog dan thermometer digital. Alat ini biasanya memerlukan waktu hingga 1-2 menit untuk mendeteksi pembacaan suhu tubuh. Oleh karena itu, diperlukan metode baru untuk memperoleh nilai suhu tubuh dalam waktu yang lebih singkat tanpa mengorbankan keakuratan. Bahkan, masih banyak perawat yang menggunakan kompres air es atau alkohol untuk menurunkan suhu tubuh pasien. (Purwanti & Ambarwati, n.d.)

Salah satu upaya untuk meningkatkan efisiensi kerja rumah sakit terdapat inovasi baru yang diciptakan berupa alat kompres suhu tubuh, alat ini bekerja dengan memindahkan suhu panas maupun dingin pada manusia ke alat kompres tersebut sehingga dapat menurunkan atau menstabilkan suhu tubuh pada manusia. Prinsip alat ini menggunakan sistem refrigasi, refrigerasi merupakan suatu proses penarikan kalor dari suatu benda/ruangan ke lingkungan sehingga temperatur benda/ruangan tersebut lebih rendah dari temperatur lingkungannya. Kinerja mesin refrigerasi kompresi uap ditentukan oleh beberapa parameter, di antaranya adalah kapasitas pendinginan, kapasitas pemanasan, daya kompresi,

koefisien kinerja dan faktor kinerja. Kinerja sistem refrigerasi ditentukan oleh COP (*coefficient of performance*). (Pramacakra, I, Adi N, dkk. 2010)

Penelitian ini merujuk pada Pengaruh performa liquid pada radiator terhadap penurunan temperatur rendah untuk sistem kompres aktif. Sistem kompres aktif menggunakan cara yang sama dengan kerja dispenser yaitu sebagai pemanas dan pendingin air yang mengalir, kemudian ada juga untuk memanaskan biasanya menggunakan elemen panas sedangkan untuk dingin menggunakan kipas atau sistem refrigran yang mendinginkan air. (Oktariawan I. 2013)

1.2 Rumusan Masalah

Berikut ini adalah rumusan permasalahan yang ke bahas didalam penelitian yaitu :

1. Bagaimana performa penurunan temperature pada *reservoir* dengan fluida berjenis air dan PC coolant pada radiator?
2. Bagaimana hasil perbandingan performa penurunan temperature pada *reservoir* yang terjadi pada perbedaan fluida air dan PC coolant yang terdapat pada radiator.

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut merupakan beberapa tujuan yang terdapat dalam penelitian kali ini yaitu :

1. Mengetahui performa penurunan temperatur pada reservoir dengan fluida air dan PC coolant didalam radiator
2. Mencari tahu hasil perbandingan performa penurunan temperatur pada reservoir dengan fluida air dan PC coolant yang terdapat pada radiator.

1.4 Manfaat Penelitian

Pada Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi penelitian selanjutnya guna memaksimalkan aspek penelitian sistem panas & dingin, yaitu :

1. Memberikan inovasi terbaru pada bidang medis yaitu alat kompres portable.

2. Meningkatkan nilai ekonomis karna alat yang mudah dibawah kemana-mana.
3. Berperan aktif untuk membantu ilmu medis dengan membuat prototipe alat kompres yang dapat menurunkan atau menaikkan suhu pada tubuh manusia.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah telah dibatasi ruang lingkup penelitian agar peneliti tetap fokus pada tujuan penelitian, yaitu :

1. Alat kompres aktif ini digunakan untuk menurunkan suhu tubuh manusia dengan sistem penurunan temperature.
2. Proses pengambilan data pada alat kompres ini untuk mencari performa liquid didalam radiator terhadap penurunan suhu pada reservoir.
3. Penelitian ini menggunakan fluida berjenis air dan PC coolant.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memahami lebih jelas pada penelitian ini materi-materi yang tertera pada laporan ini dikelompokkan menjadi beberapa sub bab dengan sistematika penyampaian sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan pada penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tentang dasar penelitian (state of the art), sistem pendingin, kompres aktif, pengertian peltier, pengertian heatpipe, pengertian fluida, aliran fluida dan rumus yang digunakan

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan diagram alir penelitian, set up experiment, alat dan bahan yang digunakan, dan prosedur pengujian.

BAB IV PEMBAHASAN

Berisi Pengaruh Performa liquid pada radiator terhadap penurunan temperatur rendah untuk sistem kompres aktif

BAB V KESIMPULAN

Berisi kesimpulan tentang penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya

DAFTAR PUSTAKA

Berisi tentang sumber literatur yang digunakan sebagai referensi penulis

BAB II

PENDAHULUAN

2.1 Dasar Penelitian (*State of the Art*)

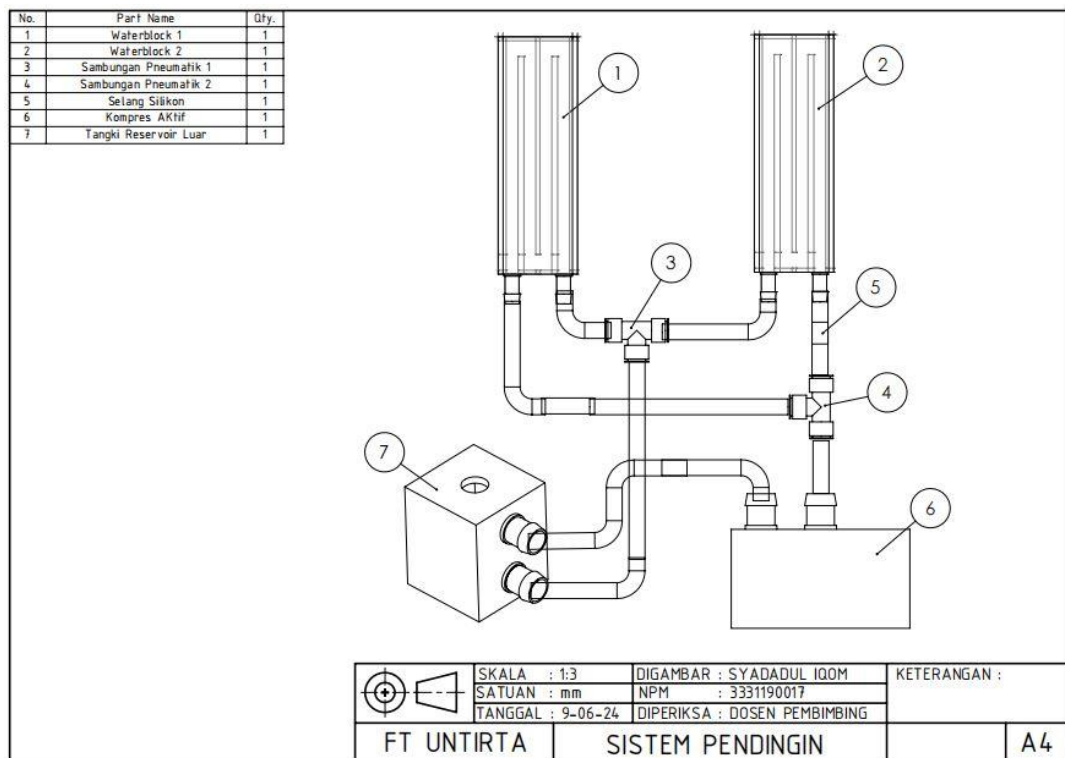
Dispenser merupakan barang elektronik rumah tangga yang banyak disukai karena praktis dalam penggunaannya. Dispenser mempunyai 2 fungsi yaitu menghasilkan air dingin dan air panas, sehingga untuk mendapatkan air panas tidak perlu merebus air dengan waktu yang relatif lama (Imran O, Martinus, & Sugiyanto, 2013). Oleh sebab itu penelitian ini membuat inovasi terbaru dalam penggunaan sistem yang ada pada dispenser yaitu Pengaruh performa liquid pada radiator terhadap penurunan temperatur rendah untuk sistem kompres aktif yang berfungsi sebagai menurunkan dan menaikkan suhu pada tubuh manusia. Model pemanas yang digunakan pada penelitian ini adalah *heatpipe*, dan model pendingin yang digunakan ialah *peltier*.

Dalam sebuah penelitian sebelumnya Performa penurunan suhu setiap fluida di ketahui dari temperatur akhir fluida secara data dengan waktu (60 Menit) pada air Terhadap perubahan suhu akhir (20.4964°C), alkohol (20.6668°C), air garam 50 gram (20.1862°C), PC coolant (20.22634°C). (Daman Huri, 2023)

2.2 Sistem Pendingin

Menurut Kusnandar (2016), Pada dasarnya sistem mesin pendingin (refrigerator) merupakan suatu sistem *heatpump*, dimana kalor/energi termal dipindahkan dari suatu daerah ke daerah lain. Sistem pendingin adalah sistem yang dirancang untuk mengurangi atau mempertahankan suhu yang sesuai di dalam ruangan, perangkat, atau proses. Tujuannya untuk mencegah overheating (peningkatan suhu berlebihan) yang dapat merusak peralatan atau mempengaruhi kenyamanan manusia. Sistem pendingin refrigerasi adalah sistem yang menggunakan siklus kompresi dan dekompresi zat pendingin untuk mentransfer panas dari ruangan atau benda ke lingkungan luar dan

mempertahankan suhu yang diinginkan. Ini adalah sistem yang umum digunakan untuk mendinginkan udara dalam berbagai aplikasi, termasuk ruang pendingin, kendaraan, dan pabrik industri. Siklus ini berulang terus menerus untuk menjaga suhu ruangan atau benda yang didinginkan pada suhu yang diinginkan.



Gambar 2.1 Sistem Pendingin

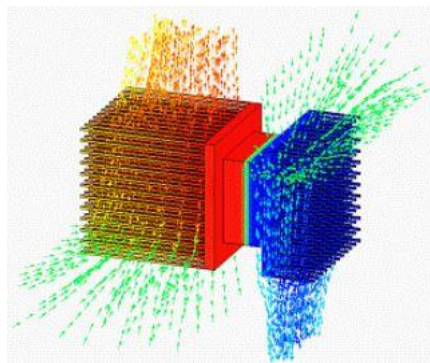
2.3 Kompres Aktif

Kompres merupakan metode pemeliharaan suhu tubuh dengan menggunakan cairan atau alat yang dapat menimbulkan hangat atau dingin pada bagian tubuh yang memerlukan. Ada dua tipe kompres yang digunakan yaitu kompres dingin dan kompres hangat. Suhu adalah pengukuran keseimbangan antara panas yang dihasilkan oleh tubuh dan panas yang hilang dari tubuh. Suhu tubuh mencerminkan keseimbangan antara produksi dan pengeluaran panas dari tubuh yang diukur dalam unit panas yang disebut derajat (Kozier, 2011). Suhu tubuh yang terlalu rendah atau terlalu tinggi (melebihi batas normal) mengakibatkan gangguan yang berdampak serius dan harus segera di stabilkan. Secara konsep kerja pada alat kompres aktif ialah memindahkan fluida dari *reservoir* ke *peltier*

dan ke *heatsink* dan di tarik kembali kedalam *reservoir* yang mana fluida akan berputar bolak-balik oleh pompa yang ada pada mesin kompres aktif. (Sugara, F., & Karsid, K. 2017).

2.3.1 Peltier

Termoelektrik merupakan perangkat atau alat yang mampu mengubah energi listrik menjadi suatu gradient temperatur. Perubahan tersebut dikenal dengan efek *Peltier* (Pangaribuan, P., & Rahayu, R. F. 2016). Konsep *peltier* adalah arus listrik searah yang melalui sambungan dua bahan termoelektrik dapat menghasilkan perbedaan temperature di ujung sambungan. Elemen termoelektrik berfungsi sebagai alat pengkonversi energi listrik menjadi panas. Komponen pendingin termoelektrik hanya terdiri dari penyerap panas dan pembuang panas. Bagian pembuang panas berperan sebagai pompa kalor, sementara bagian penyerap panas berperan sebagai pendingin.



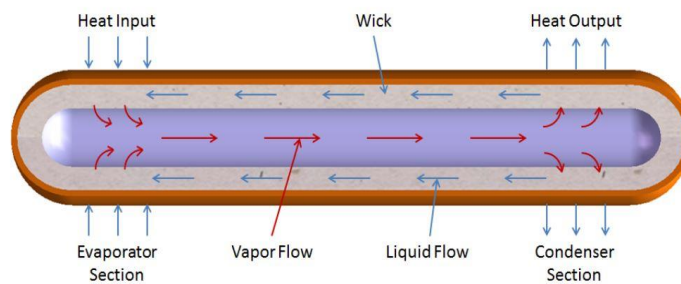
Gambar 2.2 Peltir (Termoelektrik)

(Sumber : Wikipedia.Org)

2.3.2 HeatPipe

Heatpipe, HP adalah perangkat pengubah fase secara pasif yang kinerja termalnya sangat tergantung pada penguapan dan kondensasi dalam sumbu mereka. Kebasahan permukaan memberikan pengaruh yang signifikan pada proses penguapan/ pendidihan dan kondensasi. *Heatpipe* biasanya terdiri dari kapsul, *wick*/sumbu dan fluida kerja yang merupakan sistem dua fase tertutup. *Heatpipe* sangat vakum yang

mentransfer kalor dari sumber kalor ke *heatsink* dengan bantuan kalor laten selama penguapan dan kondensasi. Ketika kalor diterapkan ke *evaporator*, penguapan terjadi di meniskus pada antar muka *wick-liquid* dan mengarah pada peningkatan tekanan uap, yang mendorong uap ke kondensor dimana kalor laten dilepaskan. Selanjutnya cairan kondensat disedot kembali ke *evaporator* melalui sumbu di bawah tekanan kapiler. Selain itu, cairan bersirkulasi tanpa henti selama tekanan kapiler cukup besar untuk mengatasi kehilangan tekanan total selama operasi *heatpipe*. *Heatpipe* memanfaatkan sumbu kapiler yang terbuat dari media berpori untuk mensirkulasikan kondensat dari bagian kondensor menuju bagian *evaporator* dimana sirkulasi fluida akibat sistem pompa kapiler dari sumbu kapiler tersebut (atau lebih dikenal dengan sistem pasif). (Iwan S,dkk. 2022)



Gambar 2.3 *HeatPipe*

(Sumber : Myheatsinks.com)

2.3.3 *WaterBlock*

Menurut Gunawan G.A. (2023), *Waterblock* adalah alat penukar panas *watercooling* yang mirip dengan heatsink, yang berfungsi untuk mentransfer panas dari sumber ke fluida yang mengalir melalui water block. Komponen terdiri dari dua bagian, aluminium dan tembaga, yang mana disatukan untuk membentuk blok pendingin berisi rongga tempat cairan mengalir. Ujung masing-masing rongga memiliki lubang masuk dan keluar untuk sambungan ke selang atau tabung yang digunakan untuk mengangkut cairan pendingin ke semua sistem pendingin air lainnya. Rongga yang terdapat dalam blok air biasanya berbentuk zigzag untuk

memungkinkan luas permukaan efektif yang lebih besar untuk penyebaran panas.

Fungsi utama *waterblock* adalah memberikan kontak maksimal antara cairan pendingin dan komponen yang perlu didinginkan (seperti CPU atau GPU) sehingga panas dapat berpindah secara efisien dari komponen ke cairan pendingin. Hal ini membuat komponen-komponen ini tetap dingin, sehingga menghasilkan peningkatan kinerja dan umur panjang. *Waterblock* biasanya dipasang langsung di atas komponen yang memerlukan pendinginan, seperti CPU atau GPU, dan dihubungkan ke sistem pendingin air yang lebih besar melalui pipa fleksibel atau kaku. Menggunakan blok air dalam sistem pendingin air Anda dapat memberikan pendinginan yang lebih efisien dan efektif dibandingkan AC tradisional.

Waterblock merupakan alat penukar panas *watercooling* yang mirip dengan *heatsink*, yang berfungsi untuk mentransfer panas dari sumber ke fluida yang mengalir melalui *waterblock*.



Gambar 2.4 *Waterblock*

2.4 Fluida

Fluida adalah zat yang akan mengalami perubahan bentuk dan posisi dari posisi semula ke posisi terkini secara berkelanjutan apabila terkena tegangan geser. Pada fluida berupa zat cair, permukaan yang berhubungan langsung dengan udara disebut sebagai permukaan bebas. Dinamakan demikian, karena bentuk permukaan ini dapat berubah sesuai dengan kondisi pada fluida tersebut. (Uray A, Evi N & Yudhi. 2023)

A. Sifat Fluida

Sifat utama suatu fluida, baik cair maupun gas, mempengaruhi perilaku aliran dan interaksinya dengan lingkungan. Beberapa sifat cairan yang paling penting adalah:

1. **Viskositas:** Viskositas adalah ukuran kekentalan suatu zat cair, atau kemampuannya mengalir. Fluida dengan viskositas lebih tinggi cenderung mengalir lebih lambat dibandingkan fluida dengan viskositas lebih rendah. Sifat ini mempengaruhi gesekan antar lapisan fluida dalam suatu aliran.
2. **Massa jenis:** Massa jenis adalah massa per satuan volume suatu zat cair. Cairan dengan kepadatan tinggi memiliki partikel yang lebih padat dan lebih berat per satuan volume, sedangkan cairan dengan kepadatan lebih rendah memiliki partikel yang lebih jarang dan lebih ringan.
3. **Tekanan:** Tekanan adalah gaya per satuan luas yang dikerjakan oleh suatu fluida pada permukaan tempat ia berada. Tekanan dalam cairan ditentukan oleh kedalaman, kepadatan, dan gravitasi.
4. **Elastisitas:** Sifat elastisitas mengacu pada kemampuan zat cair untuk meregang dan kembali ke bentuk semula ketika diberi gaya. Gas seringkali memiliki sifat elastis yang lebih nyata dibandingkan cairan.
5. **Kompresibilitas:** Kompresibilitas adalah kemampuan suatu fluida untuk mengalami perubahan volume ketika diberikan tekanan. Gas adalah cairan yang dapat dikompresi. Ini berarti bahwa ketika tekanan meningkat, ia menyusut dan volumenya berkurang, tetapi cairan cenderung tidak terkompresi pada tekanan normal.
6. **Aliran Laminar vs. Turbulen:** Jenis aliran, apakah laminar (beraturan) atau turbulen (tidak teratur), juga merupakan sifat penting dari fluida. Aliran laminar terjadi ketika fluida mengalir pada lapisan-lapisan yang teratur, sedangkan aliran turbulen ditandai dengan adanya pusaran atau turbulensi yang menyebabkan terjadinya pencampuran yang kuat antar lapisan fluida yang berbeda.

2.5 Aliran Fluida

Aliran fluida adalah pergerakan suatu fluida (zat fluida seperti cairan atau gas) melalui suatu medium seperti pipa, saluran, atau ruang terbuka. Ketika suatu fluida mengalir, ia membawa energi dan memiliki sifat-sifat yang dapat diukur seperti kecepatan, tekanan, dan arah aliran. Ilmu yang mempelajari aliran fluida, yang dikenal dengan istilah hidrodinamika (untuk zat cair dalam zat cair) dan aerodinamika (untuk zat cair berbentuk gas), digunakan dalam bidang teknik, sains, dan teknik, mulai dari perancangan pesawat terbang hingga pengembangan sistem perpipaan dalam industri diterapkan secara luas di bidang teknologi.

A. Jenis-Jenis Aliran Fluida

Berbagai jenis aliran fluida diamati tergantung pada kondisi aliran dan jenis fluida yang terlibat. Jenis aliran fluida yang paling umum adalah:

1. **Aliran laminar:** Aliran ini terjadi jika fluida mengalir dalam lapisan yang teratur dan berurutan dan tidak tercampur secara signifikan. Kecepatan dan arah aliran tetap stabil dalam jangka waktu yang lama.
2. **Turbulensi:** Sebaliknya, aliran turbulen adalah aliran tidak teratur dengan pusaran atau turbulensi yang menyebabkan pencampuran kuat berbagai lapisan cairan. Karakteristik aliran ini mencakup variasi acak dalam kecepatan dan tekanan.
3. **Aliran Steady:** Dalam aliran tunak, parameter seperti kecepatan, tekanan, dan densitas fluida tidak berubah terhadap waktu atau posisi. Artinya kondisi aliran selalu tetap sama.
4. **Aliran Tidak-Steady (Unsteady):** Sebaliknya, aliran tak tunak terjadi ketika parameter aliran berubah seiring berjalannya waktu. Misalnya aliran yang dimulai atau diakhiri dengan percepatan atau perlambatan.
5. **Aliran internal :** Aliran fluida yang terjadi pada saluran tertutup seperti pipa atau saluran disebut aliran internal. Contohnya adalah aliran air dalam pipa.

6. **Aliran Eksternal** : Aliran fluida yang terjadi disekitar benda padat atau permukaan terbuka, seperti : Aliran luar meliputi aliran udara di sekitar pesawat terbang dan aliran air di sepanjang permukaan sungai.
7. **Aliran kompresibel**: Aliran yang memerlukan pertimbangan perubahan densitas fluida. Misalnya saja aliran gas dalam pipa bertekanan tinggi.
8. **Aliran inkompresibel**: aliran yang perubahan massa jenis fluidanya dapat diabaikan, seperti aliran suatu zat cair seperti air pada kondisi kecepatan rendah.

Masing-masing jenis aliran ini memiliki karakteristik unik dan memerlukan pendekatan analitis atau numerik yang berbeda untuk memahami dan memodelkannya dengan tepat.

B. Jenis-Jenis Fluida

Pembahasan kali ini membahas tentang sifat-sifat jenis cairan berikut: air garam, dan pendingin PC coolant. Mari kita bandingkan beberapa elemen kunci dari masing-masing cairan ini.

1. Air

Air merupakan zat penting bagi kehidupan di Bumi. Secara kimia, air merupakan senyawa yang terdiri dari dua atom hidrogen yang terikat pada satu atom oksigen dan memiliki rumus kimia H_2O . Air memiliki sifat unik, termasuk kemampuannya melarutkan berbagai zat, menyerap panas secara efisien, dan berubah wujud (dari padat ke cair ke gas) pada rentang suhu yang luas. Air merupakan pelarut universal karena dapat melarutkan berbagai macam zat. Hal ini memungkinkan nutrisi, mineral, dan bahan kimia lainnya diangkut ke seluruh tubuh organisme dan ke lingkungan. Pada tekanan atmosfer normal, titik beku air adalah $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan titik didihnya adalah $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Hal ini sangat penting bagi kehidupan karena memungkinkan air berada dalam fase cair pada suhu dan tekanan tertentu.

2. Pc Coolant

Menurut Abdillah (2021), PC Coolant adalah cairan yang memiliki fungsi utama sebagai pendingin. Cairan ini biasa digunakan pada operasi permesinan berbahan besi atau baja. Fungsi lain dari cairan ini dapat digunakan untuk melakukan pelumasan terhadap proses khusus. Ini adalah bagian penting dari sistem pendingin cair dan membantu menjaga suhu optimal untuk komponen-komponen ini, terutama selama penggunaan secara terus menerus.

Pendingin PC biasanya merupakan campuran air yang diencerkan dengan bahan kimia seperti etilen glikol atau propilen glikol. Beberapa formulasi khusus mungkin juga mengandung bahan tambahan lain seperti penghambat korosi, biosida (untuk mencegah pertumbuhan alga dan bakteri), dan pewarna (untuk efek estetika). Fungsi utama cairan pendingin PC adalah menyerap panas dari komponen panas (seperti CPU dan GPU) dan memindahkannya ke radiator di bagian luar casing komputer Anda. Di dalam pendingin, panas ini dilepaskan ke udara sekitar melalui proses pendinginan. Pendingin yang efisien membantu menjaga suhu komponen utama pada tingkat yang aman, sehingga memperpanjang kinerja dan masa pakai komponen.

Pendingin coolant memiliki konduktivitas termal yang tinggi, memungkinkannya menyerap panas secara efisien dari komponen yang memerlukan pendinginan. Cairan coolant stabil secara kimia dan mencegah korosi dan reaksi kimia yang dapat merusak komponen dalam sistem pendingin. Coolant juga dapat beroperasi pada rentang temperatur yang luas tanpa membeku atau mendidih dalam kondisi pengoperasian normal.

2.6 Radiator

Radiator merupakan bagian penting pada sistem pendingin. Fungsinya untuk menghilangkan panas yang dihasilkan mesin saat beroperasi. Radiator bekerja dengan memaksa cairan pendingin (biasanya campuran air dan cairan pendingin) mengalir melalui jaringan pipa di dalam inti radiator. Saat cairan

pendingin mengalir melalui pipa-pipa ini, panas dari mesin diserap oleh cairan pendingin. Dan udara luar yang mengalir melalui radiator selama pengoperasian atau dengan bantuan kipas membantu membuang panas dari cairan pendingin ke udara. Radiator biasanya terbuat dari logam seperti aluminium atau kuningan yang memiliki konduktivitas termal yang baik. Selain itu, radiator memiliki tangki atas dan bawah untuk menampung air pendingin, serta saluran pipa yang dilalui air pendingin. Dengan cara ini, radiator menjaga suhu mesin agar tetap stabil, mencegah panas berlebih, dan memastikan performa mesin tetap optimal.

Radiator adalah alat yang berfungsi sebagai alat untuk mendinginkan air yang telah menyerap panas dari mesin dengan cara membuang panas air tersebut melalui sirip-sirip pendinginnya (Hadi, B., & Muttaqin, A. Z., 2014).



Gambar 2.5 Radiator

2.7 Rumus yang digunakan

Berikut merupakan rumus yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

1. Menentukan energi yang dibutuhkan :

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T$$

Keterangan :

Q = banyaknya kalor yang diterima (J)

M = berat dari produk yang diinginkan (Kg)

Cp = kalor jenis dari produk (J/Kg°C)

ΔT = perubahan temperature (°C)

2. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *set point* (temperature yang diinginkan)

$$t = \frac{Q}{P}$$

Keterangan :

T = waktu yang dibutuhkan (s)

Q = besar energi yang dipakai (joule)

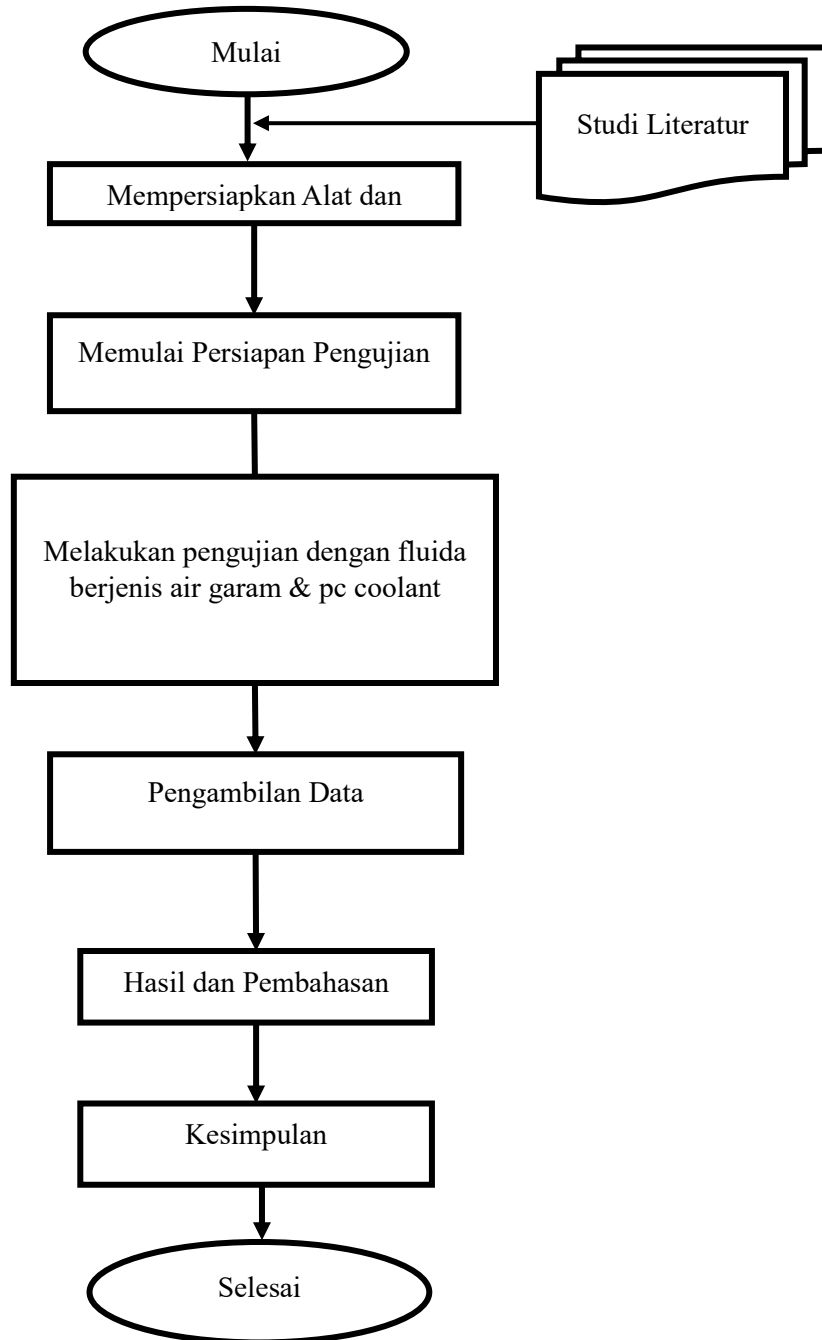
P = daya maksimal peltier (watt)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Berikut ini merupakan tahapan proses yang dilakukan pada penelitian seperti dibawah ini :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Set Up Experiment

Set Up Eksperimen menjelaskan simulasi fase atau proses pengujian yang ditunjukkan pada gambar di bawah. Penjelasan dibawah menjelaskan bagaimana cairan dalam *reservoir* mengalir ke *Peltier* dan disirkulasikan oleh pompa menurut sistem AC. Tujuan dari sistem ini adalah untuk menurunkan suhu cairan pada mesin kompresi aktif yang digunakan pada manusia.

1. *Reservoir*

Fungsi *reservoir* pada penelitian ini ialah sebagai penampung atau wadah masuk keluar nya fluida.

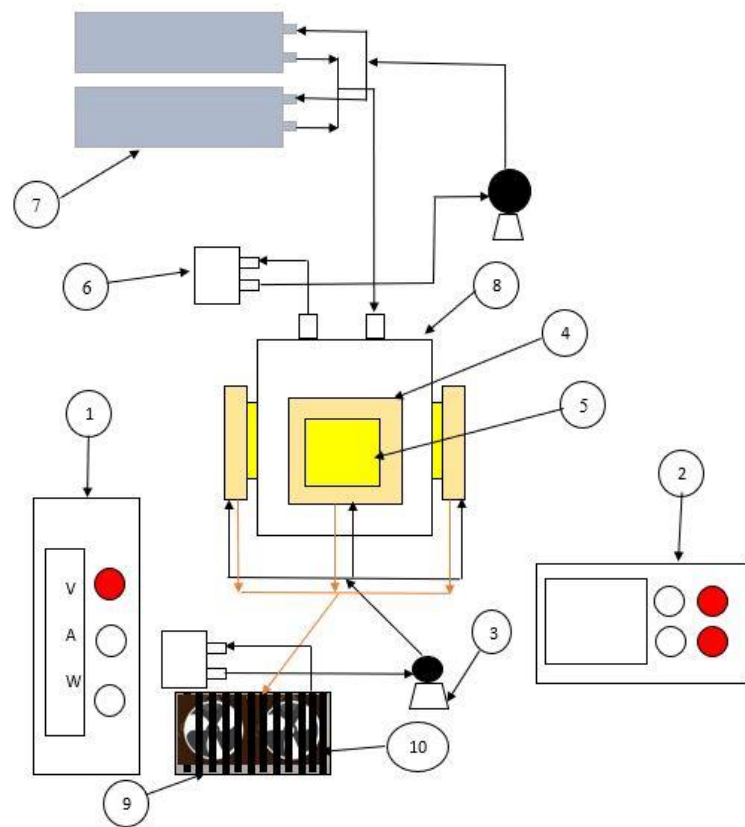
2. *Peltier*

Fungsi *Peltier* ialah sebagai alat pendingin yang digunakan untuk mendinginkan fluida pada *Reservoir*.

3. *Waterblock*

Fungsi *Waterblock* ialah salah satu bagian dari komponen *Heatpipe* sebagai media pendingin yang langsung menempel pada komponen yang ingin di dinginkan.

Penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.2 sebagai berikut:



Gambar 3.2 *Set Up Eksperimen*

Keterangan :

1. Inverter
2. *Data logger*
3. Pompa 1&2
4. *Waterblock* 1,2&3
5. *Peltier* 1,2&3
6. Penampung luar 1&2
7. *Waterblock* luar 1&2
8. *Reservoir*
9. *Double Radiator*
10. *Fan scythe* 1&2

3.3 Alat dan Bahan yang Digunakan

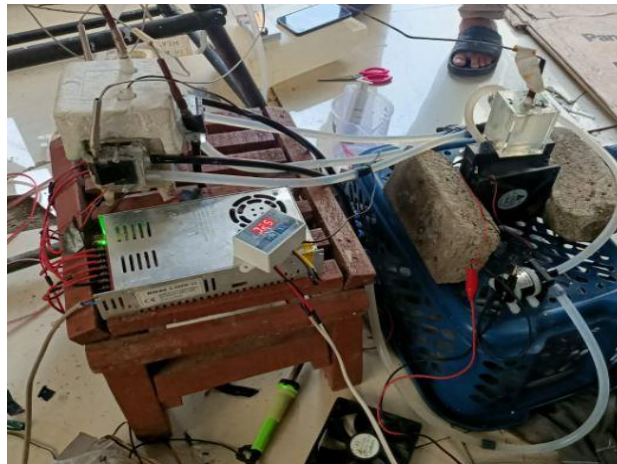
Adapun alat dan bahan yang digunakan pada pelaksanaan penelitian, alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

3.3.1 Alat yang Digunakan

Berikut adalah daftar alat yang digunakan:

1. Mesin kompres aktif

Secara konsep kerja pada alat kompresi aktif adalah mengalirkan fluida dari *reservoir* ke *peltier* dan ke *headsink*, kemudian menariknya kembali ke dalam *reservoir*. Proses ini memungkinkan fluida untuk bergerak bolak-balik melalui pompa yang terdapat dalam mesin kompresi aktif.



Gambar 3.3 Kompres aktif

2. *Thermocouples Pt100*

Thermocouples berfungsi sebagai sensor suhu yang ditempatkan di berbagai titik dalam sistem. Berikut ini spesifikasi alat dari *thermocouples pt100* :

Ukuran kepala	: 50mm
<i>Temperatur range</i>	: -50°C – 400°C
<i>Accuracy</i>	: +/- 2,2°C



Gambar 3.4 *Thermocouples Pt100*

3. Power Monitor:

Fungsi adalah untuk mengukur daya yang dikonsumsi oleh *Peltier (termoelektrik)*. Berikut ini spesifikasi alat dari power monitor :

Tipe	:Meteran daya AC dengan layer LCD dan Transformator Arus AC
Daya Maksimal	: 4400Watt
Arus Maksimal	: 20A
Tegangan Operasi	: AC 110-250V
Akurasi Tegangan	: 1%



Gambar 3.5 Power Monitor

4. *Inverter*

Inverter adalah komponen dalam sistem kelistrikan kendaraan atau mobil yang mampu mengubah arus DC menjadi AC. Berikut ini spesifikasi alat *Inverter* :

Digital Voltage : 30V 5A – DPS305U
 Voltase Input : AC 115-230V +/- 10%, 50/60 Hz
 Volttase Output : 0-30V
 Arus Daya : 150W



Gambar 3.6 *Inverter*

5. *Data Logger*

Berfungsi untuk merekam data selama satu jam dan data akan tersimpan dalam pencatat dengan tingkat pengindeksan data per menit. Berikut ini spesifikasi *Data Logger* :

Tipe : 6 Channel input, Current Transmitter, Temperatur, pressure, electrical current, Voltage Universal
 Voltase Input : 220V AC 3A
 Software : PLR.EXE



Gambar 3.7 *Data Logger*

6. Radiator

Berfungsi sebagai penampung fluida yang terdapat pada *waterblock* di bagian luar *peltier*. Berikut ini spesifikasi radiator :

Bahan : Aluminium

Ukuran : 270x120x30mm

Sistem : Sirip Aluminium murni, 1inch 15-18 Sirip

Nomor tabung : 10

Aplikasi : Heat Raiating dan Heat Exchanging

Kapasitas : 600 ml



Gambar 3.8 Radiator

7. Kipas

Berfungsi mendinginkan bagian radiator saat terjadinya aliran fluida didalam radiator. Berikut ini spesifikasi dari kipas :

Speed Fan : 1000-1300 Rpm

Daya : 12V

Ukuran : 12x12cm



Gambar 3.9 Kipas

8. Pompa

fungsi utama pompa adalah untuk menggerakkan fluida dari satu tempat ke tempat lain

Berikut ini spesifikasi alat yang digunakan :

Voltage : DC 12Volt

Power : 8W

Flow : 600L/H

Size : 56mmx52mmx47mm

Temperatur Resistance range : 10°C-60°C



Gambar 3.10 Pompa

9. Power Supply

Fungsi utama power supply adalah mengubah tegangan listrik dari sumber daya yang tersedia (seperti listrik AC dari jaringan listrik atau DC dari baterai) menjadi tegangan yang sesuai dengan kebutuhan perangkat elektronik yang akan digunakan. Berikut ini spesifikasi dari Power Supply :

AC Input : 110/220V, 16%

DC Output : 12V 40A



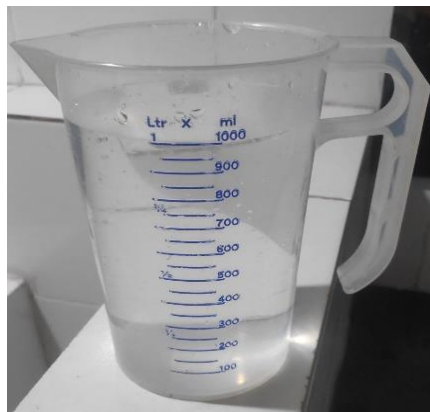
Gambar 3.11 Power Supply

3.3.2 Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

1. Air

Air adalah senyawa kimia dengan rumus H_2O , yang terdiri dari dua atom hidrogen (H) dan satu atom oksigen (O).



Gambar 3.12 Air

2. PC Coolant

PC (*Personal Computer*) biasanya merujuk pada cairan yang digunakan dalam sistem pendinginan komputer, terutama dalam sistem pendinginan cair (*liquid cooling*).



Gambar 3.13 PC Coolant

3.4 Prosedur penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Energi Baru Terbarukan Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Penelitian ini dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat dan bahan pengujian ialah alat kompres aktif dan bahan fluida berupa air.
2. Memasukan fluida air kedalam *reservoir*
3. Menyalahkan pompa air dan Kipas agar fluida dalam *reservoir* menyalaur kedalam sistem mesin kompres aktif
4. Menyalakan alat input data *recorder* agar siap menyimpan atau merekam data permenit pada *recorder*
5. Menempatkan *Termocouple* pada titik pengujian.
6. Mengkalibrasi komponen pengambilan titik pengujian yang di mana ialah *Reservoir, Peltier, Waterblock* sesuai dengan suhu ruangan
7. Menyalakan peltier dengan menggunakan *Power supplay Max 12 Volt*
8. Menyalakan pemanas pada *Waterblock*
9. Mencatat kebutuhan atau pemkaian Voltase, Amper, Watt pada Power Supplay
10. Menunggu pengujian hingga 4 jam
11. Pengambilan data menggunakan USB pada *recorder*
12. Mengolah data dan pembuatan grafik

13. Mengulangi proses pada pengambilan data selanjutnya pada point ke 2 untuk pergantian fluida jenis yang lainya.
14. Selesai dan rapihkan alat Pengujian dan bahan.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penngujian

Pada pengujian yang telah dilakukan pada pengukuran perubahan temperature fluida air dan PC coolant pada *radiator* dengan temperature awal (T^o), Hasil yang telat didapat dari pengujian ialah air ($31,1^{\circ}\text{C}$) dan PC coolant ($29,4^{\circ}\text{C}$) dimana terdapat 5 sensor suhu pada *peltier* 1,2&3, *reservoir*, dan *radiator*. Untuk menentukan baik atau tidak nya kualitas hasil dari perancangan alat yang di buat untuk menurunkan suhu tubuh didasarkan pada nilai COP dan efisiensi kompres aktif di ketahui dari hasil pengambilan data sebagai berikut.

4.1.1 Data pengujian menggunakan 3 peltier

1. Air

Pengujian pada pengukuran penurunan temperature air pada *reservoir* dengan temperature awal (T_o) sebesar $31,1^{\circ}\text{C}$, Temperature akhir (T_1) sebesar $8,5^{\circ}\text{C}$ dan temperatur awal radiator (T_o $32,3^{\circ}\text{C}$) didapatkan temperatur akhir (T_1 $46,2^{\circ}\text{C}$) dengan waktu (240 menit) berikut ini data yang didapatkan :

Tabel 4.1 Hasil pengujian fluida air pada Radiator

No.	<i>RESERVOIR</i> ($^{\circ}\text{C}$)	<i>PLTR1</i> ($^{\circ}\text{C}$)	<i>PLTR2</i> ($^{\circ}\text{C}$)	<i>PLTR3</i> ($^{\circ}\text{C}$)	<i>Radiator</i> ($^{\circ}\text{C}$)
1	31,1	32,1	31,6	32	32,3
2	30,8	31,2	30,7	31,1	30,2
3	20,5	44,2	44,6	42,4	47,4
4	16	45,8	46,6	43,6	48,4
5	13,5	45,8	46,7	43,6	48,2
6	12,1	45,1	46,2	44,2	48
7	11,1	44,6	46,1	45,5	48,2
8	10,4	44,6	45,9	45,2	48
9	10,1	44,5	45,7	45,1	47,9
10	9,8	44,4	45,5	44,9	47,8
11	9,7	44,4	45,7	45,2	48,1
12	9,8	44	45,1	44,4	47,5
13	9,7	43,9	45,3	44,6	47,5

14	9,5	43,9	45,2	44,6	47,6
15	9,3	43,8	45	44,5	47,4
16	9,1	43,6	44,8	44,2	47,1
17	9	43,5	44,8	44	47
18	8,9	43,4	44,6	43,9	46,9
19	8,9	43,5	44,8	43,9	47,1
20	8,9	43,3	44,5	43,6	46,7
21	8,8	43,5	44,8	43,9	47
22	8,9	43,5	44,8	43,7	47
23	8,8	43,3	44,5	43,3	46,7
24	8,8	43,2	44,5	43	46,5
25	8,7	43	44,2	42,6	46,3
26	8,6	42,8	43,9	42,3	46,2
27	8,5	42,8	43,9	42,3	46,2
rata-rata	11,82592	43,02592	44,07407	43,02222	46,11851

2. PC Coolant

Pengujian pada pengukuran penurunan temperature PC Coolant pada *reservoir* dengan temperature awal (T_0) sebesar $29,4^{\circ}\text{C}$, Temperature akhir (T_1) sebesar $11,3^{\circ}\text{C}$ dan temperatur awal radiator (T_0 $30,1^{\circ}\text{C}$) didapatkan temperatur akhir (T_1 $41,4^{\circ}\text{C}$) dengan waktu (240 menit) berikut ini data yang didapatkan :

Tabel 4.2 hasil pengujian fluida PC Coolant pada Radiator

No.	RESERVOIR ($^{\circ}\text{C}$)	PLTR1 ($^{\circ}\text{C}$)	PLTR2 ($^{\circ}\text{C}$)	PLTR3 ($^{\circ}\text{C}$)	Radiator ($^{\circ}\text{C}$)
1	29,4	29,3	29,9	30,3	30,1
2	20,5	44,6	46,1	44,8	50,8
3	16,5	45,5	48,4	46,1	52,4
4	14,6	45,8	48,8	46	52,5
5	13,2	45,6	48,3	46,2	51,9
6	12,4	45,3	48	46,4	51,1
7	11,9	45,2	48	46,2	51,3
8	11,6	45,1	47,8	45,5	51,6
9	11,6	45	47,6	45,5	51,5
10	11,4	44,9	47,6	45,3	51,3
11	11,4	45	47,8	46,1	51,2
12	11,4	45	47,8	45,7	51,8

13	11,4	44,9	47,6	45,8	51,2
14	11,4	45,1	48,2	46,3	52
15	11,4	45,2	48,4	46,6	51,9
16	11,4	44,8	48,1	46,2	51,8
17	11,3	44,7	47,9	46,6	51,8
18	11,4	44,5	48	46,8	52,2
19	11,5	44,5	48,1	47	52,4
20	11,6	44,5	48,1	47,2	52,3
21	11,6	44,3	48	46,6	52,2
22	11,5	44,1	47,8	46,8	51,9
23	11,4	43,9	47,6	46,5	51,9
24	11,4	43,8	47,4	46,1	51,8
25	11,4	43,5	47,2	46,5	51,3
26	11,3	43,5	47,2	46,3	51,4
rata-rata	12,91923	44,13846	47,14230	45,59230	50,90769

4.1.2 Data perbandingan penurunan temperature pada fluida air dan pc coolant

1. Reservoir

Berdasarkan Tabel 4.3 diketahui bahwa penggunaan fluida air didalam radiator terhadap penurunan suhu pada reservoir memiliki temperature awal (T_0) sebesar $31,1^{\circ}\text{C}$, Temperature akhir (T_1) sebesar $8,5^{\circ}\text{C}$ sedangkan penggunaan fluida PC coolant didalam radiator terhadap penurunan suhu pada reservoir memiliki temperature awal (T_0) sebesar $29,4^{\circ}\text{C}$, Temperature akhir (T_1) sebesar $11,3^{\circ}\text{C}$

Tabel 4.3 Perbandingan temperature pada reservoir

RESERVOIR ($^{\circ}\text{C}$) (AIR)	RESERVOIR ($^{\circ}\text{C}$) (PC COOLANT)
31,1	29,4
30,8	20,5
20,5	16,5
16	14,6
13,5	13,2
12,1	12,4
11,1	11,9

10,4	11,6
10,1	11,6
9,8	11,4
9,7	11,4
9,8	11,4
9,7	11,4
9,5	11,4
9,3	11,4
9,1	11,4
9	11,3
8,9	11,4
8,9	11,5
8,8	11,6
8,9	11,6
8,8	11,5
8,8	11,4
8,7	11,4
8,6	11,4
8,5	11,3
11,82592	12,91923

2. Radiator

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pengaruh penggunaan fluida air terhadap kenaikan temperatur pada radiator yaitu memiliki temperature awal (T_0) sebesar 32,3°C , Temperature akhir (T_1) sebesar 46,2°C. Sedangkan untuk penggunaan PC coolant terhadap kenaikan temperatur pada radiator yaitu memiliki temperature awal (T_0) sebesar 30,1°C , Temperature akhir (T_1) sebesar 51,4°C.

Tabel 4.4 Perbandingan temperatur pada Radiator

<i>Radiator</i> (°C) <i>(Air)</i>	<i>Radiator</i> (°C) <i>(Pc Coolant)</i>
32,3	30,1
30,2	50,8
47,4	52,4
48,4	52,5
48,2	51,9
48	51,1
48,2	51,3
48	51,6
47,9	51,5
47,8	51,3
48,1	51,2

47,5	51,8
47,5	51,2
47,6	52
47,4	51,9
47,1	51,8
47	51,8
47,1	52,2
46,7	52,4
47	52,3
47	52,2
46,7	51,9
46,5	51,9
46,3	51,8
46,2	51,3
46,2	51,4
46,11851	50,90769

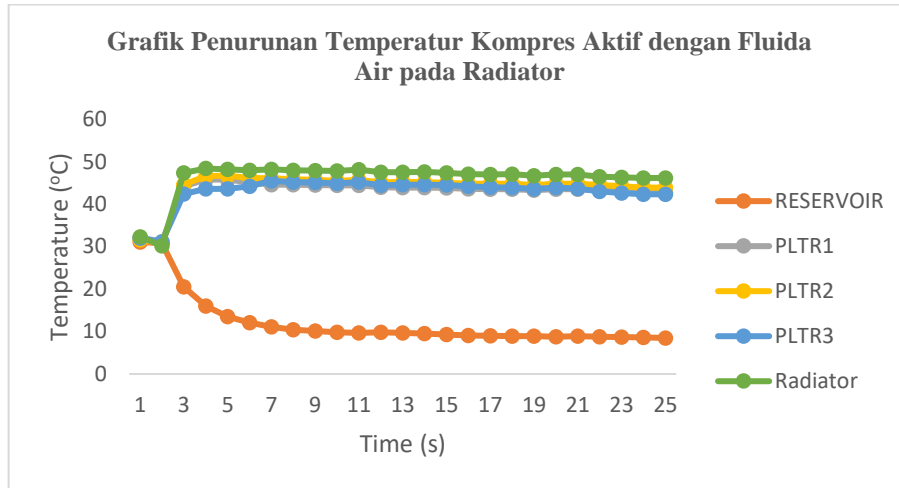
4.2 Grafik Performa Penurunan Temperature Fluida

Setelah melakukan pengambilan data menggunakan sistem kompres aktif, Penulis menyajikan 2 grafik tentang perbandingan penurunan temperature pada *reservoir* menggunakan dua jenis fluida yaitu air dan PC coolant yang terdapat pada *radiator*. Tujuan dari analisis pengambilan data ini yaitu untuk menarik kesimpulan mengenai penurunan temperatur mana yang lebih efektif untuk temperatur yang lebih rendah. Data yang diperoleh mencakup performa penurunan temperatur dari suhu ruangan.

1. Grafik Penurunan Temperatur Fluida Air pada Radiator

Berdasarkan penurunan suhu yang terjadi pada Grafik gambar 4.1 diketahui bahwa waktu saling berhubungan dengan penurunan temperatur di *reservoir* dan kenaikan temperatur pada *radiator*. Maka dapat diketahui bahwa air yang terdapat pada *reservoir* memiliki temperatur awal (T_0 31,1°C) dengan waktu (t 240 menit) maka didapatkan temperatur akhir (T_1 8,5°C). Grafik pada *peltier* 1 (T_0 32,1°C) dengan waktu (t 240 menit) maka didapatkan temperatur akhir (T_1 42,8°C). Grafik pada *peltier* 2 (T_0 31,6°C) dengan waktu (t 240 menit) maka didapatkan temperatur akhir (T_1 43,9°C). Grafik pada *peltier* 3 (T_0 32°C) dengan waktu (t 240 menit) maka didapatkan temperatur akhir

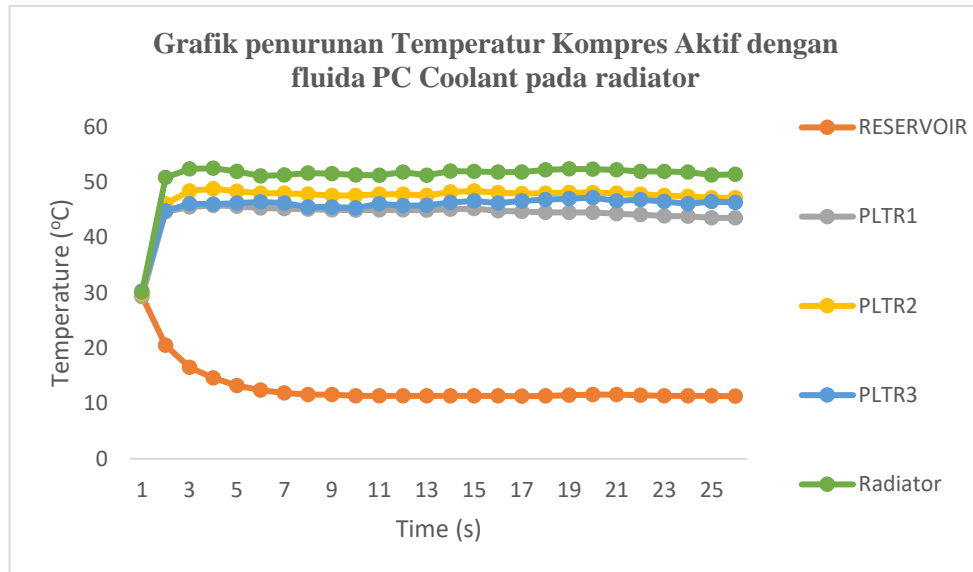
(T_1 42,3°C). Grafik radiator (T_0 32,3°C) dengan waktu (t 240 menit) maka didapatkan temperatur akhir (T_1 46,2°C).



Gambar 4.1 Grafik Penurunan Temperatur Kompres Aktif dengan Fluida Air pada Radiator

2. Grafik Penurunan Temperatur Fluida PC Coolant pada Radiator

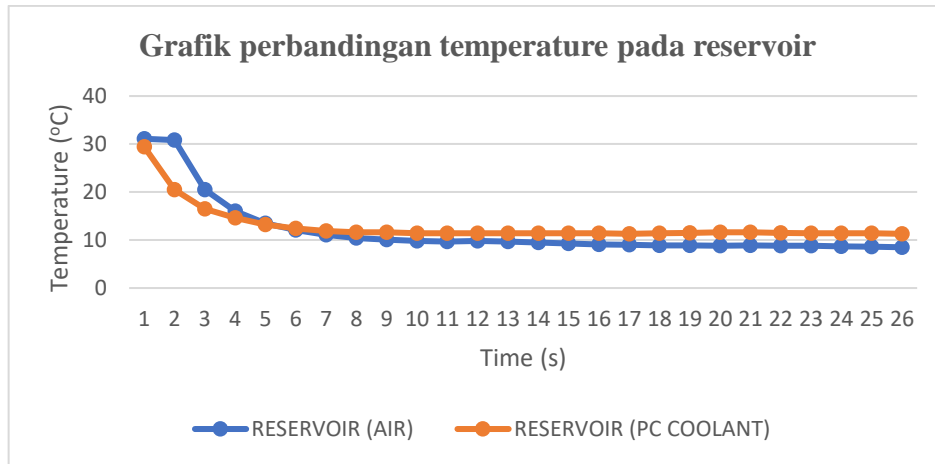
Berdasarkan penurunan suhu yang terjadi pada Grafik gambar 4.2 diketahui bahwa waktu saling berhubungan dengan penurunan temperatur di *reservoir* dan kenaikan temperatur pada *radiator*. Maka dapat diketahui bahwa air yang terdapat pada *reservoir* memiliki temperatur awal (T_0 39,4°C) dengan waktu (t 240 menit) maka didapatkan temperatur akhir (T_1 11,3°C). Grafik pada *peltier* 1 (T_0 29,3°C) dengan waktu (t 240 menit) maka didapatkan temperatur akhir (T_1 43,°C). Grafik pada *peltier* 2 (T_0 29,9°C) dengan waktu (t 240 menit) maka didapatkan temperatur akhir (T_1 47,2°C). Grafik pada *peltier* 3 (T_0 30,3°C) dengan waktu (t 240 menit) maka didapatkan temperatur akhir (T_1 46,3°C). Grafik pada radiator (T_0 30,1°C) dengan waktu (t 240 menit) maka didapatkan temperatur akhir (T_1 51,4°C).



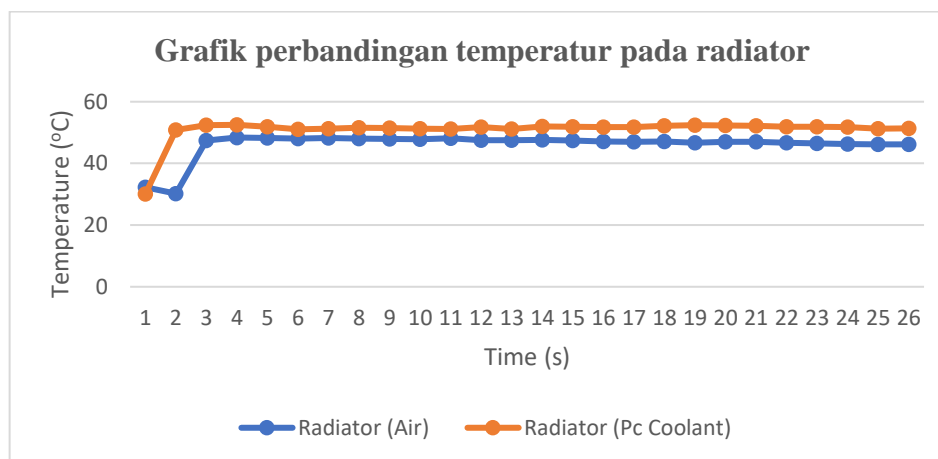
Gambar 4.2 Grafik Penurunan Temperatur Kompres Aktif dengan Fluida PC Coolant pada Radiator

4.3 Hasil dan Pembahasan pengaruh performa liquid

Dari hasil pengambilan data dan eksperimen pada Pengaruh Performa liquid pada radiator terhadap penurunan temperature rendah untuk sistem kompres aktif diketahui bahwa penurunan temperature terendah dialami oleh pengaruh air pada radiator yang memiliki temperatur akhir (T_1 8,5°C) karena Air adalah salah satu cairan pendingin yang paling umum digunakan dalam sistem pendinginan, termasuk dalam konteks pendinginan. Meskipun sederhana, air memiliki sifat-sifat yang membuatnya efektif dalam menurunkan suhu komponen-komponen elektronik. Air memiliki konduktivitas panas yang baik, artinya dapat menyerap panas dari komponen-komponen elektronik dengan efisien. Ini memungkinkan suhu komponen untuk tetap stabil dan mencegah overheating. Air juga memiliki kapasitas kalor yang tinggi, yang dapat menyerap energi panas dalam jumlah besar tanpa mengalami kenaikan suhu yang signifikan. Ini menjadikannya pilihan yang efektif untuk menyerap panas yang dihasilkan oleh komponen-komponen elektronik yang bekerja keras.



Gambar 4.3 Grafik perbandingan temperatur pada *reservoir*



Gambar 4.4 Grafik perbandingan temperatur pada Radiator

Sedangkan, Pengaruh penurunan temperature pada reservoir terhadap penggunaan Pc coolant didalam radiator memiliki akhir temperatur akhir (T_1 11,3°C). Hal ini karena Pc coolant memiliki titik didih yang lebih tinggi dibandingkan air murni yaitu 106 °C, Oleh karena itu, siklus yang dialami didalam radiator memiliki suhu yang tinggi yang menyebabkan pembuangan temperature pada reservoir memiliki gangguan karena temperature yang sudah tinggi diluar sebesar (T_0 30,1°C) dengan waktu (t 240 menit) maka didapatkan temperatur akhir (T_1 51,4°C). pada 10 menit pertama kenaikan temperatur yang terjadi didalam radiator langsung mencapai titik 50,8°C dan terus mengalami penstabilan suhu diangka 50-52 °C. Sedangkan untuk penggunaan

air didalam radiator memiliki suhu yang stabil pada 46-48 °C. Maka, air merupakan cairan yang efektif untuk menyerap dan membuang panas

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Adapun hasil kesimpulan dari pengaruh performa liquid pada radiator terhadap penurunan temperatur rendah untuk sistem kompres aktif ialah sebagai berikut :

1. Performa penurunan temperatur fluida air dan PC coolant di ketahui dari temperatur akhir fluida didalam *reservoir* secara data dengan waktu (240 Menit) pada air Terhadap perubahan suhu akhir (T_1 $8,5^{\circ}\text{C}$) dengan rata-rata $11,82592^{\circ}\text{C}$ dan PC coolant (T_1 $11,3^{\circ}\text{C}$) dengan rata-rata $12,91923^{\circ}\text{C}$.
2. Maka di temukan hasil perbandingan fluida air lebih baik dalam menyerap dan membuang panas pada *reservoir*, temperatur awal air pada radiator (T_0 $32,3^{\circ}\text{C}$) temperatur akhir (T_1 $46,2^{\circ}\text{C}$) dimana fluida air hanya menghasilkan temperature tertinggi pada radiator yaitu $48,4^{\circ}\text{C}$ dan menghasilkan temperature rendah pada *reservoir* yaitu $8,5^{\circ}\text{C}$. Sedangkan untuk fluida PC coolant memiliki temperature awal pada radiator (T_0 $30,1^{\circ}\text{C}$) temperatur akhir (T_1 $51,4^{\circ}\text{C}$) dimana PC coolant menghasilkan temperature tertinggi pada radiator yaitu ($52,4^{\circ}\text{C}$) dan menghasilkan temperatur rendah pada *reservoir* yaitu $11,3^{\circ}\text{C}$

5.2 Saran

Adapun saran pada penelitian alat kompres aktif yaitu sebagai berikut :

1. Pastikan selalu *maintenance* kebocoran pada *reservoir* karna *reservoir* merupakan wadah dari fluida yang merupakan komponen penting agar penelitian dapat berjalan dengan lancar tanpa hambatan.

2. Mengkalibrasi dan mengecek setiap *probe* agar data yang didapat sesuai dan akurat
3. Pastikan antara kabel satu dengan yang lain tidak saling terhubung agar kelistrikan saat berjalannya alat tidak terjadi konsleting.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, W. B., Farid, I. W., & Priananda, C. W. (2021). Implementasi Kontrol Sudut Buka Valve Menggunakan Metode Fuzzy Logic pada Proses Pencampuran Water Coolant. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2), F190-F196.
- Gunawan, G. A. (2023). *Analisis Pengaruh Laju Aliran Massa Air pada Water Block dan Udara pada Fan Inlet Atmospheric Water Generator Berbasis Thermoelectric Cooler= Analysis of the Effect of Mass Flow Rate of Water on Water Block and Air on Fan Inlet Atmospheric Water Generator Based on Thermoelectric Cooler* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Hadi, B., & Muttaqin, A. Z. (2014). Efektivitas Variasi Campuran Radiator Coolant dengan Air Terhadap Laju Pembuangan Panas. *ROTOR*, 7(1), 35-38.
- Haryadi, S. (2020). Analisa Pengaruh Pemeliharaan Terhadap Kinerja Sistem Pendingin Refrigerasi Kapal. *Jurnal Sains Teknologi Transportasi Maritim*, 2(1), 30-35.
- HURI, D. (2023). INVESTIGASI PERFORMA SISTEM WATERBLOCK KOMPRES AKTIF UNTUK BERBAGAI CAIRAN PENDINGIN PADA TEMPERATUR RENDAH (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa).
- Iwan Setyawan , Riski Mekasyah Putra² , Ridwan , Tri Mulyanto (2022). ANALISIS KINERJA TERMAL DARI STRAIGHT HEAT PIPE DENGAN SUMBU SCREEN MESH PADA SUDUT KEMIRINGAN YANG BERBEDA
- Kukus, Y., Supit, W., & Lintong, F. (2009). Suhu tubuh: homeostasis dan efek terhadap kinerja tubuh manusia. *Jurnal Biomedik: JBM*, 1(2).
- Oktariawan, I. (2013). Pembuatan sistem otomasi dispenser menggunakan mikrokontroler arduino mega 2560. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1(2).
- Pangaribuan, P., & Rahayu, R. F. (2016). Rancang Bangun Alat Kompres Panas Berbasis Modul Termoelektrik. *eProceedings of Engineering*, 3(3).

- Pramacakrayuda, I., Adinugraha, I. B., Wijaksana, H., & Suarnadwipa, N. (2010). Analisis Performansi Sistem Pendingin Ruangan Dikombinasikan dengan Water Heater. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CakraM Vol, 4(1)*, 57-61.
- Purnomo, D. (2017). Model prototyping pada pengembangan sistem informasi. *JIMP (Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan)*, 2(2).
- Purwanti, S., & Ambarwati, W. N. (n.d.). PENGARUH KOMPRES HANGAT TERHADAP PERUBAHAN SUHU TUBUH PADA PASIEN ANAK HIPERTERMIA DI RUANG RAWAT INAP RSUD Dr. MOEWARDI SURAKARTA.
- Saputra, D. P., & Arsana, I. M. (2019). Perencanaan Sistem Instrumentasi Pada Rancang Bangun Trainer Perpindahan Panas Pada Kulkas. *Jurnal*, Surabaya: Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Surabaya.
- Sugara, F., & Karsid, K. (2017). Rancang Bangun Alat Penurun Suhu Tubuh Berbasis Pada Sistem Refrigerasi Kompresi Uap. *Dinamika Rekayasa*, 13(2), 97-103.
- Uray Agustian, Evi Noviani, Yudhi. (2023). Rekonstruksi Permukaan Bebas Fluida Menggunakan Metode Volume of Fluid. Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura.

LAMPIRAN

A. DATA PENGARUH PERFORMA LIQUID AIR

Index	Time	RESERVOIR(°C)	PLTR1(°C)	PLTR2(°C)	PLTR3(°C)	Radiator(°C)
1	2024-05-29 12:04:25	31,1	32,1	31,6	32,0	32,3
2	2024-05-29 12:05:25	31,1	32,1	31,7	32,0	33,4
3	2024-05-29 12:06:25	31,1	32,2	31,7	32,0	26,9
4	2024-05-29 12:07:25	31,2	31,7	31,3	31,4	28,9
5	2024-05-29 12:08:25	31,1	31,0	30,5	30,7	29,1
6	2024-05-29 12:09:25	31,1	30,8	30,3	30,5	28,8
7	2024-05-29 12:10:25	30,9	30,8	30,2	30,6	29,2
8	2024-05-29 12:11:25	30,9	31,0	30,4	30,7	29,7
9	2024-05-29 12:12:25	30,8	31,1	30,5	30,9	30,1
10	2024-05-29 12:13:25	30,8	31,2	30,7	31,1	30,2
11	2024-05-29 12:14:25	30,6	33,2	32,3	32,3	32,6
12	2024-05-29 12:15:25	30,1	36,2	35,5	35,0	39,5
13	2024-05-29 12:16:25	28,0	38,9	38,0	37,2	42,7
14	2024-05-29 12:17:25	26,4	40,7	39,9	38,7	44,3
15	2024-05-29 12:18:25	23,9	41,5	41,4	39,9	45,1
16	2024-05-29 12:19:25	22,6	42,8	42,6	40,8	46,3
17	2024-05-29 12:20:25	22,0	43,6	43,3	41,4	46,8
18	2024-05-29 12:21:25	21,2	43,9	44,0	41,9	47,2
19	2024-05-29 12:22:25	20,5	44,2	44,6	42,4	47,4
20	2024-05-29 12:23:25	19,9	44,5	45,1	42,6	47,6
21	2024-05-29 12:24:25	19,4	44,6	45,4	42,9	47,8
22	2024-05-29 12:25:25	18,5	45,2	45,7	43,0	48,2

23	2024-05-29 12:26:25	18,2	45,1	45,9	43,3	48,1
24	2024-05-29 12:27:25	17,6	45,5	46,1	43,4	48,4
25	2024-05-29 12:28:25	17,5	45,4	46,4	43,5	48,3
26	2024-05-29 12:29:25	17,0	45,5	46,4	43,5	48,4
27	2024-05-29 12:30:25	16,4	45,6	46,5	43,5	48,6
28	2024-05-29 12:31:25	16,3	45,6	46,6	43,6	48,4
29	2024-05-29 12:32:25	16,0	45,8	46,6	43,6	48,4
30	2024-05-29 12:33:25	15,6	45,7	46,6	43,6	48,4
31	2024-05-29 12:34:25	15,3	45,7	46,7	43,6	48,3
32	2024-05-29 12:35:25	15,1	45,9	46,6	43,6	48,3
33	2024-05-29 12:36:25	14,8	45,9	46,6	43,6	48,4
34	2024-05-29 12:37:25	14,5	45,9	46,6	43,6	48,3
35	2024-05-29 12:38:25	14,4	45,6	46,6	43,5	48,2
36	2024-05-29 12:39:25	14,0	45,8	46,7	43,5	48,4
37	2024-05-29 12:40:25	13,9	45,8	46,7	43,6	48,5
38	2024-05-29 12:41:25	13,6	45,7	46,7	43,6	48,4
39	2024-05-29 12:42:25	13,5	45,8	46,7	43,6	48,4
40	2024-05-29 12:43:25	13,3	45,9	46,7	44,4	48,2
41	2024-05-29 12:44:25	13,1	45,9	46,6	44,5	48,3
42	2024-05-29 12:45:25	13,0	45,8	46,5	44,6	48,4
43	2024-05-29 12:46:25	12,9	45,7	46,5	44,7	48,3
44	2024-05-29 12:47:25	12,7	45,7	46,5	44,7	48,3
45	2024-05-29 12:48:25	12,6	45,6	46,5	44,7	48,2

46	2024-05-29 12:49:25	12,5	45,6	46,4	45,1	48,2
47	2024-05-29 12:50:25	12,3	45,7	46,4	44,9	48,2
48	2024-05-29 12:51:25	12,2	45,4	46,4	44,8	47,9
49	2024-05-29 12:52:25	12,1	45,6	46,2	44,6	48,0
50	2024-05-29 12:53:25	12,1	45,1	46,2	44,2	48,0
51	2024-05-29 12:54:25	12,0	44,9	46,2	44,5	47,8
52	2024-05-29 12:55:25	11,8	45,1	46,2	45,4	48,2
53	2024-05-29 12:56:25	11,7	45,0	46,2	45,5	48,1
54	2024-05-29 12:57:25	11,6	45,0	46,2	45,7	48,2
55	2024-05-29 12:58:25	11,5	44,8	46,2	45,7	48,1
56	2024-05-29 12:59:25	11,5	44,7	46,2	45,6	48,0
57	2024-05-29 13:00:25	11,3	44,7	46,1	45,5	48,0
58	2024-05-29 13:01:25	11,2	44,6	46,1	45,5	48,2
59	2024-05-29 13:02:25	11,1	44,8	46,1	45,5	48,3
60	2024-05-29 13:03:25	11,1	44,6	46,1	45,5	48,2
61	2024-05-29 13:04:25	11,0	44,7	46,2	45,5	48,3
62	2024-05-29 13:05:25	10,9	44,8	46,2	45,5	48,3
63	2024-05-29 13:06:25	10,8	44,8	46,2	45,6	48,2
64	2024-05-29 13:07:25	10,8	44,8	46,2	45,6	48,2
65	2024-05-29 13:08:25	10,8	44,6	46,2	45,6	48,2
66	2024-05-29 13:09:25	10,7	44,7	46,2	45,6	48,2
67	2024-05-29 13:10:25	10,6	44,7	46,1	45,5	48,1
68	2024-05-29 13:11:25	10,7	44,5	46,1	45,4	47,9

69	2024-05-29 13:12:25	10,6	44,4	46,0	45,3	47,8
70	2024-05-29 13:13:25	10,4	44,6	45,9	45,2	48,0
71	2024-05-29 13:14:25	10,5	44,4	45,9	45,2	47,9
72	2024-05-29 13:15:25	10,4	44,5	45,9	45,2	48,0
73	2024-05-29 13:16:25	10,4	44,6	45,9	45,2	48,0
74	2024-05-29 13:17:25	10,4	44,4	45,9	45,2	47,9
75	2024-05-29 13:18:25	10,3	44,5	45,9	45,2	48,1
76	2024-05-29 13:19:25	10,3	44,5	45,8	45,1	47,9
77	2024-05-29 13:20:25	10,3	44,4	45,8	45,1	47,9
78	2024-05-29 13:21:25	10,2	44,6	45,8	45,1	47,9
79	2024-05-29 13:22:25	10,3	44,3	45,7	45,1	47,8
80	2024-05-29 13:23:25	10,1	44,5	45,7	45,1	47,9
81	2024-05-29 13:24:25	10,2	44,2	45,7	45,1	47,8
82	2024-05-29 13:25:25	10,1	44,2	45,7	45,1	47,8
83	2024-05-29 13:26:25	10,1	44,4	45,7	45,1	47,8
84	2024-05-29 13:27:25	10,0	44,4	45,7	44,9	47,8
85	2024-05-29 13:28:25	10,0	44,2	45,6	44,9	47,6
86	2024-05-29 13:29:25	10,1	44,2	45,5	44,9	47,6
87	2024-05-29 13:30:25	10,0	44,1	45,5	44,8	47,7
88	2024-05-29 13:31:25	9,9	44,1	45,5	44,9	47,8
89	2024-05-29 13:32:25	10,0	44,1	45,5	45,0	47,7
90	2024-05-29 13:33:25	9,8	44,4	45,5	44,9	47,8
91	2024-05-29 13:34:25	9,9	44,2	45,5	44,8	47,7

92	2024-05-29 13:35:25	9,9	44,1	45,5	44,9	47,6
93	2024-05-29 13:36:25	9,9	44,1	45,5	44,9	47,7
94	2024-05-29 13:37:25	9,8	44,2	45,5	45,0	47,7
95	2024-05-29 13:38:25	9,8	44,1	45,5	44,9	47,6
96	2024-05-29 13:39:25	9,7	44,3	45,5	44,9	47,8
97	2024-05-29 13:40:25	9,8	44,2	45,5	45,0	47,8
98	2024-05-29 13:41:25	9,8	44,2	45,5	45,1	47,8
99	2024-05-29 13:42:25	9,8	44,3	45,6	45,1	48,0
100	2024-05-29 13:43:25	9,7	44,4	45,7	45,2	48,1
101	2024-05-29 13:44:25	9,8	44,5	45,7	45,2	48,0
102	2024-05-29 13:45:25	9,7	44,4	45,7	45,1	48,0
103	2024-05-29 13:46:25	9,7	44,2	45,7	45,1	47,8
104	2024-05-29 13:47:25	9,7	44,4	45,6	44,8	47,7
105	2024-05-29 13:48:25	9,7	44,2	45,4	44,7	47,6
106	2024-05-29 13:49:25	9,7	44,0	45,4	44,5	47,2
107	2024-05-29 13:50:25	9,8	43,8	45,2	44,2	46,9
108	2024-05-29 13:51:25	9,8	43,9	45,1	44,2	47,4
109	2024-05-29 13:52:25	9,8	43,9	45,1	44,4	47,4
110	2024-05-29 13:53:25	9,8	44,0	45,1	44,4	47,5
111	2024-05-29 13:54:25	9,7	44,1	45,1	44,5	47,8
112	2024-05-29 13:55:25	9,7	44,1	45,2	44,6	47,8
113	2024-05-29 13:56:25	9,7	44,1	45,2	44,7	47,8
114	2024-05-29 13:57:25	9,7	44,0	45,3	44,7	47,7

115	2024-05-29 13:58:25	9,7	43,9	45,3	44,6	47,6
116	2024-05-29 13:59:25	9,7	44,0	45,3	44,6	47,8
117	2024-05-29 14:00:25	9,6	44,2	45,3	44,7	47,8
118	2024-05-29 14:01:25	9,7	43,9	45,3	44,7	47,7
119	2024-05-29 14:02:25	9,7	43,9	45,3	44,6	47,6
120	2024-05-29 14:03:25	9,7	43,9	45,3	44,6	47,5
121	2024-05-29 14:04:25	9,7	44,0	45,3	44,6	47,7
122	2024-05-29 14:05:25	9,7	44,0	45,3	44,6	47,6
123	2024-05-29 14:06:25	9,5	44,0	45,2	44,5	47,6
124	2024-05-29 14:07:25	9,7	43,8	45,2	44,6	47,4
125	2024-05-29 14:08:25	9,7	43,7	45,2	44,6	47,4
126	2024-05-29 14:09:25	9,6	43,8	45,2	44,5	47,3
127	2024-05-29 14:10:25	9,6	43,9	45,2	44,5	47,4
128	2024-05-29 14:11:25	9,5	43,8	45,2	44,5	47,4
129	2024-05-29 14:12:25	9,5	43,9	45,1	44,5	47,5
130	2024-05-29 14:13:25	9,5	43,9	45,2	44,6	47,6
131	2024-05-29 14:14:25	9,5	43,9	45,2	44,5	47,5
132	2024-05-29 14:15:25	9,5	43,7	45,2	44,5	47,4
133	2024-05-29 14:16:25	9,5	43,8	45,1	44,4	47,4
134	2024-05-29 14:17:25	9,5	43,9	45,1	44,5	47,4
135	2024-05-29 14:18:25	9,5	43,6	45,1	44,4	47,2
136	2024-05-29 14:19:25	9,4	43,8	45,1	44,4	47,4
137	2024-05-29 14:20:25	9,4	43,7	45,0	44,4	47,2

138	2024-05-29 14:21:25	9,4	43,6	45,0	44,4	47,2
139	2024-05-29 14:22:25	9,3	43,7	45,0	44,4	47,3
140	2024-05-29 14:23:25	9,3	43,8	45,0	44,5	47,4
141	2024-05-29 14:24:25	9,3	43,8	45,0	44,4	47,4
142	2024-05-29 14:25:25	9,3	43,8	45,0	44,5	47,3
143	2024-05-29 14:26:25	9,3	43,8	45,1	44,5	47,3
144	2024-05-29 14:27:25	9,2	43,7	45,0	44,4	47,1
145	2024-05-29 14:28:25	9,2	43,7	44,9	44,2	47,0
146	2024-05-29 14:29:25	9,2	43,6	44,9	44,2	47,0
147	2024-05-29 14:30:25	9,2	43,6	44,9	44,2	47,1
148	2024-05-29 14:31:25	9,2	43,6	44,8	44,3	47,1
149	2024-05-29 14:32:25	9,2	43,7	44,8	44,2	47,1
150	2024-05-29 14:33:25	9,1	43,6	44,8	44,2	47,1
151	2024-05-29 14:34:25	9,1	43,6	44,8	44,0	47,1
152	2024-05-29 14:35:25	9,1	43,6	44,8	44,1	47,1
153	2024-05-29 14:36:25	9,1	43,6	44,8	44,1	47,1
154	2024-05-29 14:37:25	9,1	43,6	44,8	44,0	47,0
155	2024-05-29 14:38:25	9,1	43,6	44,7	43,9	47,0
156	2024-05-29 14:39:25	9,1	43,6	44,7	44,0	47,1
157	2024-05-29 14:40:25	9,1	43,6	44,8	44,0	47,1
158	2024-05-29 14:41:25	9,1	43,5	44,8	43,9	47,0
159	2024-05-29 14:42:25	9,1	43,5	44,8	44,0	47,0
160	2024-05-29 14:43:25	9,0	43,5	44,8	44,0	47,0

161	2024-05-29 14:44:25	9,0	43,5	44,8	44,0	47,1
162	2024-05-29 14:45:25	9,0	43,5	44,8	44,0	47,1
163	2024-05-29 14:46:25	9,0	43,5	44,8	44,0	47,1
164	2024-05-29 14:47:25	8,9	43,6	44,8	44,0	47,1
165	2024-05-29 14:48:25	8,9	43,6	44,8	44,0	47,2
166	2024-05-29 14:49:25	8,9	43,5	44,8	43,8	46,9
167	2024-05-29 14:50:25	8,9	43,5	44,7	43,8	46,8
168	2024-05-29 14:51:25	9,0	43,4	44,6	43,7	46,8
169	2024-05-29 14:52:25	9,0	43,4	44,6	43,8	46,9
170	2024-05-29 14:53:25	8,9	43,4	44,6	43,9	46,9
171	2024-05-29 14:54:25	8,9	43,4	44,7	43,9	47,0
172	2024-05-29 14:55:25	8,9	43,4	44,7	43,9	47,0
173	2024-05-29 14:56:25	8,9	43,4	44,7	43,8	46,9
174	2024-05-29 14:57:25	8,9	43,4	44,7	43,9	47,0
175	2024-05-29 14:58:25	8,9	43,5	44,7	43,9	47,1
176	2024-05-29 14:59:25	8,9	43,5	44,8	44,0	47,1
177	2024-05-29 15:00:25	8,9	43,5	44,8	43,9	47,1
178	2024-05-29 15:01:25	8,9	43,4	44,8	43,9	47,0
179	2024-05-29 15:02:25	8,9	43,5	44,8	43,9	47,0
180	2024-05-29 15:03:25	8,9	43,5	44,8	43,9	47,1
181	2024-05-29 15:04:25	8,9	43,5	44,8	43,8	47,1
182	2024-05-29 15:05:25	8,9	43,4	44,8	43,8	47,0
183	2024-05-29 15:06:25	8,9	43,4	44,7	43,8	47,0

184	2024-05-29 15:07:25	8,9	43,4	44,7	43,8	46,9
185	2024-05-29 15:08:25	8,9	43,4	44,7	43,7	46,9
186	2024-05-29 15:09:25	8,9	43,3	44,6	43,6	46,7
187	2024-05-29 15:10:25	8,9	43,3	44,5	43,6	46,7
188	2024-05-29 15:11:25	8,9	43,3	44,5	43,5	46,7
189	2024-05-29 15:12:25	8,9	43,3	44,5	43,5	46,7
190	2024-05-29 15:13:25	8,9	43,3	44,5	43,6	46,7
191	2024-05-29 15:14:25	8,9	43,3	44,5	43,6	46,7
192	2024-05-29 15:15:25	8,8	43,3	44,5	43,7	47,0
193	2024-05-29 15:16:25	8,8	43,4	44,6	43,9	47,2
194	2024-05-29 15:17:25	8,8	43,5	44,7	43,9	47,2
195	2024-05-29 15:18:25	8,8	43,5	44,7	43,9	47,1
196	2024-05-29 15:19:25	8,8	43,5	44,7	43,9	47,1
197	2024-05-29 15:20:25	8,8	43,5	44,7	43,8	47,0
198	2024-05-29 15:21:25	8,8	43,5	44,7	43,8	47,1
199	2024-05-29 15:22:25	8,8	43,5	44,8	43,9	47,1
200	2024-05-29 15:23:25	8,8	43,5	44,8	43,9	47,0
201	2024-05-29 15:24:25	8,8	43,5	44,8	43,8	47,1
202	2024-05-29 15:25:25	8,8	43,5	44,8	43,9	47,2
203	2024-05-29 15:26:25	8,8	43,5	44,8	43,9	47,1
204	2024-05-29 15:27:25	8,9	43,5	44,8	43,8	47,0
205	2024-05-29 15:28:25	8,8	43,5	44,8	43,7	46,9
206	2024-05-29 15:29:25	8,8	43,5	44,7	43,7	47,0

207	2024-05-29 15:30:25	8,9	43,5	44,7	43,7	47,0
208	2024-05-29 15:31:25	8,9	43,5	44,7	43,7	47,1
209	2024-05-29 15:32:25	8,9	43,5	44,8	43,7	47,1
210	2024-05-29 15:33:25	8,9	43,5	44,8	43,7	47,0
211	2024-05-29 15:34:25	8,9	43,5	44,8	43,6	47,0
212	2024-05-29 15:35:25	8,9	43,5	44,8	43,7	47,0
213	2024-05-29 15:36:25	8,9	43,5	44,8	43,6	47,0
214	2024-05-29 15:37:25	8,9	43,5	44,7	43,6	46,8
215	2024-05-29 15:38:25	8,8	43,5	44,7	43,6	47,0
216	2024-05-29 15:39:25	8,9	43,4	44,7	43,6	46,9
217	2024-05-29 15:40:25	8,8	43,5	44,7	43,5	46,7
218	2024-05-29 15:41:25	8,8	43,4	44,6	43,4	46,6
219	2024-05-29 15:42:25	8,8	43,3	44,5	43,3	46,7
220	2024-05-29 15:43:25	8,8	43,3	44,5	43,3	46,7
221	2024-05-29 15:44:25	8,8	43,4	44,5	43,2	46,7
222	2024-05-29 15:45:25	8,8	43,4	44,5	43,3	46,8
223	2024-05-29 15:46:25	8,8	43,4	44,5	43,3	46,9
224	2024-05-29 15:47:25	8,8	43,5	44,5	43,4	46,8
225	2024-05-29 15:48:25	8,8	43,4	44,5	43,2	46,8
226	2024-05-29 15:49:25	8,8	43,4	44,5	43,2	46,9
227	2024-05-29 15:50:25	8,8	43,4	44,6	43,3	46,9
228	2024-05-29 15:51:25	8,8	43,3	44,6	43,3	46,7
229	2024-05-29 15:52:25	8,8	43,4	44,5	43,1	46,6

230	2024-05-29 15:53:25	8,8	43,2	44,5	43,0	46,5
231	2024-05-29 15:54:25	8,8	43,2	44,4	42,9	46,5
232	2024-05-29 15:55:25	8,8	43,2	44,3	42,8	46,4
233	2024-05-29 15:56:25	8,8	43,0	44,2	42,8	46,2
234	2024-05-29 15:57:25	8,8	43,2	44,2	42,8	46,4
235	2024-05-29 15:58:25	8,8	43,2	44,2	42,8	46,5
236	2024-05-29 15:59:25	8,7	43,1	44,2	42,8	46,5
237	2024-05-29 16:00:25	8,7	43,1	44,2	42,8	46,4
238	2024-05-29 16:01:25	8,7	43,1	44,2	42,7	46,4
239	2024-05-29 16:02:25	8,7	43,0	44,2	42,6	46,4
240	2024-05-29 16:03:25	8,7	43,0	44,2	42,6	46,3
241	2024-05-29 16:04:25	8,7	42,9	44,2	42,5	46,3
242	2024-05-29 16:05:25	8,7	42,9	44,2	42,5	46,3
243	2024-05-29 16:06:25	8,7	42,9	44,1	42,5	46,3
244	2024-05-29 16:07:25	8,7	42,9	44,0	42,4	46,1
245	2024-05-29 16:08:25	8,7	42,8	44,0	42,3	46,2
246	2024-05-29 16:09:25	8,6	42,8	44,0	42,3	46,2
247	2024-05-29 16:10:25	8,6	42,8	44,0	42,3	46,2
248	2024-05-29 16:11:25	8,6	42,8	43,9	42,3	46,1
249	2024-05-29 16:12:25	8,6	42,8	43,9	42,4	46,2
250	2024-05-29 16:13:25	8,6	42,8	43,9	42,3	46,2
251	2024-05-29 16:14:25	8,5	42,8	43,9	42,3	46,2

B. DATA PERFORMA LIQUID PC COOLANT

Index	Time	RESERVOIR(°C)	PLTR1(°C)	PLTR2(°C)	PLTR3(°C)	Radiator(°C)
1	2024-06-01 13:47:36	29,4	29,3	29,9	30,3	30,1
2	2024-06-01 13:48:36	29,4	31,3	31,5	31,0	32,1
3	2024-06-01 13:49:36	28,7	35,2	35,1	34,2	37,4
4	2024-06-01 13:50:36	26,7	38,1	37,8	37,1	41,5
5	2024-06-01 13:51:36	25,2	40,2	40,2	38,8	44,6
6	2024-06-01 13:52:36	23,9	41,7	42,0	40,8	46,8
7	2024-06-01 13:53:36	23,0	42,8	43,5	42,3	48,2
8	2024-06-01 13:54:36	22,0	43,5	44,6	43,3	49,3
9	2024-06-01 13:55:36	21,2	44,0	45,4	43,8	50,2
10	2024-06-01 13:56:36	20,5	44,6	46,1	44,8	50,8
11	2024-06-01 13:57:36	20,0	44,9	46,6	45,3	51,1
12	2024-06-01 13:58:36	19,4	45,1	47,1	45,2	51,5
13	2024-06-01 13:59:36	19,0	45,3	47,4	45,9	51,6
14	2024-06-01 14:00:36	18,5	45,4	47,6	45,8	51,9
15	2024-06-01 14:01:36	18,1	45,6	47,8	46,0	52,0
16	2024-06-01 14:02:36	17,7	45,5	48,0	46,4	51,8
17	2024-06-01 14:03:36	17,4	45,5	48,2	46,3	51,7
18	2024-06-01 14:04:36	17,1	45,5	48,2	46,5	51,8
19	2024-06-01 14:05:36	16,8	45,5	48,4	46,7	51,8
20	2024-06-01 14:06:36	16,5	45,5	48,4	46,1	52,4
21	2024-06-01 14:07:36	16,3	45,5	48,5	46,2	52,4
22	2024-06-01 14:08:36	16,0	45,6	48,6	46,3	52,4

23	2024-06-01 14:09:36	15,7	45,6	48,6	46,1	52,6
24	2024-06-01 14:10:36	15,5	45,6	48,6	46,7	52,0
25	2024-06-01 14:11:36	15,4	45,6	48,6	46,7	52,0
26	2024-06-01 14:12:36	15,1	45,5	48,6	46,6	51,9
27	2024-06-01 14:13:36	15,0	45,5	48,6	46,6	51,8
28	2024-06-01 14:14:36	14,8	45,7	48,6	46,3	52,1
29	2024-06-01 14:15:36	14,7	45,7	48,6	46,1	52,4
30	2024-06-01 14:16:36	14,6	45,8	48,8	46,0	52,5
31	2024-06-01 14:17:36	14,4	45,8	48,8	46,7	52,0
32	2024-06-01 14:18:36	14,2	45,8	48,7	46,5	51,9
33	2024-06-01 14:19:36	14,0	45,8	48,6	46,7	51,7
34	2024-06-01 14:20:36	13,9	45,7	48,6	46,0	52,2
35	2024-06-01 14:21:36	13,8	45,7	48,5	46,6	51,6
36	2024-06-01 14:22:36	13,6	45,7	48,4	46,5	51,6
37	2024-06-01 14:23:36	13,5	45,7	48,4	46,0	52,3
38	2024-06-01 14:24:36	13,3	45,7	48,4	46,1	52,2
39	2024-06-01 14:25:36	13,3	45,7	48,4	46,6	51,5
40	2024-06-01 14:26:36	13,2	45,6	48,3	46,2	51,9
41	2024-06-01 14:27:36	13,1	45,6	48,3	46,0	52,0
42	2024-06-01 14:28:36	13,0	45,5	48,3	46,3	51,5
43	2024-06-01 14:29:36	12,9	45,5	48,2	46,0	51,8
44	2024-06-01 14:30:36	12,8	45,5	48,2	45,9	51,9
45	2024-06-01 14:31:36	12,7	45,5	48,2	46,2	51,6

46	2024-06-01 14:32:36	12,7	45,4	48,1	46,2	51,6
47	2024-06-01 14:33:36	12,6	45,4	48,1	46,3	51,4
48	2024-06-01 14:34:36	12,5	45,4	48,1	45,7	51,8
49	2024-06-01 14:35:36	12,5	45,3	48,1	45,7	51,8
50	2024-06-01 14:36:36	12,4	45,3	48,0	46,4	51,1
51	2024-06-01 14:37:36	12,3	45,3	48,0	46,0	51,5
52	2024-06-01 14:38:36	12,3	45,3	48,0	45,8	51,6
53	2024-06-01 14:39:36	12,2	45,3	48,0	46,3	51,2
54	2024-06-01 14:40:36	12,2	45,2	47,9	46,1	51,3
55	2024-06-01 14:41:36	12,1	45,2	47,9	45,7	51,7
56	2024-06-01 14:42:36	12,1	45,2	47,9	45,9	51,5
57	2024-06-01 14:43:36	12,1	45,2	47,9	46,1	51,4
58	2024-06-01 14:44:36	12,0	45,2	48,0	45,6	51,7
59	2024-06-01 14:45:36	11,9	45,2	48,0	46,0	51,6
60	2024-06-01 14:46:36	11,9	45,2	48,0	46,2	51,3
61	2024-06-01 14:47:36	11,9	45,2	48,0	45,9	51,6
62	2024-06-01 14:48:36	11,8	45,2	48,0	45,8	51,6
63	2024-06-01 14:49:36	11,8	45,2	48,0	46,2	51,2
64	2024-06-01 14:50:36	11,8	45,2	47,9	45,6	51,6
65	2024-06-01 14:51:36	11,8	45,1	47,8	46,2	51,3
66	2024-06-01 14:52:36	11,7	45,1	47,8	45,5	51,6
67	2024-06-01 14:53:36	11,7	45,1	47,8	45,7	51,6
68	2024-06-01 14:54:36	11,7	45,1	47,8	45,9	51,3

69	2024-06-01 14:55:36	11,6	45,1	47,8	45,8	51,4
70	2024-06-01 14:56:36	11,6	45,1	47,8	45,5	51,6
71	2024-06-01 14:57:36	11,6	45,1	47,8	46,3	50,8
72	2024-06-01 14:58:36	11,6	45,1	47,7	46,1	50,8
73	2024-06-01 14:59:36	11,6	45,0	47,6	46,1	50,9
74	2024-06-01 15:00:36	11,6	45,0	47,6	45,4	51,5
75	2024-06-01 15:01:36	11,6	45,0	47,6	45,9	51,1
76	2024-06-01 15:02:36	11,6	45,0	47,6	45,4	51,5
77	2024-06-01 15:03:36	11,6	45,0	47,6	45,4	51,4
78	2024-06-01 15:04:36	11,6	45,0	47,6	46,1	51,0
79	2024-06-01 15:05:36	11,6	45,0	47,6	46,2	51,0
80	2024-06-01 15:06:36	11,6	45,0	47,6	45,5	51,5
81	2024-06-01 15:07:36	11,5	45,0	47,6	45,5	51,4
82	2024-06-01 15:08:36	11,5	45,0	47,6	45,4	51,6
83	2024-06-01 15:09:36	11,5	45,0	47,6	46,3	51,1
84	2024-06-01 15:10:36	11,5	45,0	47,6	46,1	50,9
85	2024-06-01 15:11:36	11,5	44,9	47,6	45,5	51,4
86	2024-06-01 15:12:36	11,5	44,9	47,6	46,1	50,9
87	2024-06-01 15:13:36	11,5	45,0	47,6	45,4	51,6
88	2024-06-01 15:14:36	11,5	45,0	47,6	45,5	51,5
89	2024-06-01 15:15:36	11,4	45,0	47,6	46,4	50,8
90	2024-06-01 15:16:36	11,4	44,9	47,6	45,3	51,3
91	2024-06-01 15:17:36	11,4	44,9	47,5	46,1	50,9

92	2024-06-01 15:18:36	11,4	44,9	47,5	45,3	51,6
93	2024-06-01 15:19:36	11,4	44,9	47,6	45,8	51,5
94	2024-06-01 15:20:36	11,4	45,0	47,7	45,6	51,7
95	2024-06-01 15:21:36	11,4	45,0	47,8	45,6	51,8
96	2024-06-01 15:22:36	11,4	45,1	47,8	46,3	51,4
97	2024-06-01 15:23:36	11,4	45,1	47,8	46,5	51,2
98	2024-06-01 15:24:36	11,4	45,1	47,8	46,0	51,4
99	2024-06-01 15:25:36	11,4	45,1	47,8	46,4	51,2
100	2024-06-01 15:26:36	11,4	45,0	47,8	46,1	51,2
101	2024-06-01 15:27:36	11,4	45,0	47,8	45,8	51,6
102	2024-06-01 15:28:36	11,4	45,0	47,8	45,5	51,6
103	2024-06-01 15:29:36	11,4	45,1	47,8	46,5	51,2
104	2024-06-01 15:30:36	11,4	45,1	47,8	45,9	51,6
105	2024-06-01 15:31:36	11,4	45,1	47,8	45,7	51,7
106	2024-06-01 15:32:36	11,4	45,1	47,8	46,3	51,3
107	2024-06-01 15:33:36	11,4	45,1	47,8	45,7	51,6
108	2024-06-01 15:34:36	11,4	45,0	47,8	45,9	51,4
109	2024-06-01 15:35:36	11,4	45,0	47,8	45,8	51,6
110	2024-06-01 15:36:36	11,4	45,0	47,8	45,7	51,8
111	2024-06-01 15:37:36	11,4	45,1	47,8	45,6	51,7
112	2024-06-01 15:38:36	11,4	45,0	47,8	46,3	51,2
113	2024-06-01 15:39:36	11,4	45,0	47,7	46,3	51,2
114	2024-06-01 15:40:36	11,4	45,0	47,7	46,2	51,2

115	2024-06-01 15:41:36	11,4	45,0	47,7	46,4	51,3
116	2024-06-01 15:42:36	11,4	45,0	47,6	46,0	51,3
117	2024-06-01 15:43:36	11,4	44,9	47,6	46,3	51,1
118	2024-06-01 15:44:36	11,4	44,9	47,6	45,5	51,4
119	2024-06-01 15:45:36	11,4	44,9	47,6	45,5	51,3
120	2024-06-01 15:46:36	11,4	44,9	47,6	45,8	51,2
121	2024-06-01 15:47:36	11,4	44,9	47,6	45,5	51,6
122	2024-06-01 15:48:36	11,4	44,9	47,6	45,5	51,6
123	2024-06-01 15:49:36	11,4	44,8	47,6	46,0	51,3
124	2024-06-01 15:50:36	11,4	44,9	47,6	46,2	51,3
125	2024-06-01 15:51:36	11,4	44,9	47,6	45,9	51,6
126	2024-06-01 15:52:36	11,4	44,9	47,7	45,5	51,6
127	2024-06-01 15:53:36	11,4	44,9	47,8	45,5	52,0
128	2024-06-01 15:54:36	11,4	45,0	48,0	45,7	52,0
129	2024-06-01 15:55:36	11,4	45,1	48,1	45,8	52,2
130	2024-06-01 15:56:36	11,4	45,1	48,2	46,3	52,0
131	2024-06-01 15:57:36	11,4	45,1	48,2	45,8	52,1
132	2024-06-01 15:58:36	11,4	45,1	48,3	46,3	51,9
133	2024-06-01 15:59:36	11,4	45,1	48,3	46,5	52,0
134	2024-06-01 16:00:36	11,4	45,1	48,4	46,1	52,3
135	2024-06-01 16:01:36	11,4	45,2	48,4	46,5	52,1
136	2024-06-01 16:02:36	11,4	45,2	48,4	46,4	52,2
137	2024-06-01 16:03:36	11,4	45,2	48,4	46,0	52,4

138	2024-06-01 16:04:36	11,4	45,2	48,4	46,3	52,3
139	2024-06-01 16:05:36	11,4	45,2	48,4	46,0	52,2
140	2024-06-01 16:06:36	11,4	45,2	48,4	46,6	51,9
141	2024-06-01 16:07:36	11,4	45,1	48,4	46,4	52,0
142	2024-06-01 16:08:36	11,4	45,1	48,4	46,1	52,1
143	2024-06-01 16:09:36	11,4	45,1	48,4	46,6	51,8
144	2024-06-01 16:10:36	11,4	45,1	48,4	46,6	51,8
145	2024-06-01 16:11:36	11,4	45,1	48,4	46,1	51,9
146	2024-06-01 16:12:36	11,4	45,1	48,4	45,7	52,0
147	2024-06-01 16:13:36	11,4	45,1	48,4	46,4	51,7
148	2024-06-01 16:14:36	11,4	45,1	48,2	45,9	51,8
149	2024-06-01 16:15:36	11,4	44,8	48,2	46,5	51,6
150	2024-06-01 16:16:36	11,4	44,8	48,1	46,2	51,8
151	2024-06-01 16:17:36	11,4	44,8	48,1	45,8	52,0
152	2024-06-01 16:18:36	11,4	44,8	48,1	46,4	51,8
153	2024-06-01 16:19:36	11,4	44,8	48,1	46,3	51,8
154	2024-06-01 16:20:36	11,4	44,8	48,1	46,1	51,9
155	2024-06-01 16:21:36	11,4	44,7	48,1	46,4	51,7
156	2024-06-01 16:22:36	11,3	44,7	48,0	46,5	51,7
157	2024-06-01 16:23:36	11,3	44,7	48,0	46,3	51,8
158	2024-06-01 16:24:36	11,3	44,7	48,0	46,1	51,9
159	2024-06-01 16:25:36	11,3	44,7	48,0	46,2	51,9
160	2024-06-01 16:26:36	11,3	44,7	47,9	46,6	51,8

161	2024-06-01 16:27:36	11,3	44,7	47,9	46,3	52,0
162	2024-06-01 16:28:36	11,3	44,7	47,8	46,1	51,9
163	2024-06-01 16:29:36	11,3	44,6	47,9	46,9	51,8
164	2024-06-01 16:30:36	11,3	44,5	47,9	46,8	52,0
165	2024-06-01 16:31:36	11,3	44,5	47,9	46,8	52,0
166	2024-06-01 16:32:36	11,3	44,5	47,9	47,2	51,9
167	2024-06-01 16:33:36	11,3	44,5	47,9	46,6	52,2
168	2024-06-01 16:34:36	11,4	44,5	48,0	46,9	52,0
169	2024-06-01 16:35:36	11,4	44,5	48,0	47,1	52,0
170	2024-06-01 16:36:36	11,4	44,5	48,0	46,8	52,2
171	2024-06-01 16:37:36	11,4	44,5	48,0	47,1	52,0
172	2024-06-01 16:38:36	11,4	44,5	48,0	46,6	52,2
173	2024-06-01 16:39:36	11,4	44,5	48,0	46,8	52,4
174	2024-06-01 16:40:36	11,4	44,5	48,0	47,2	52,1
175	2024-06-01 16:41:36	11,4	44,5	48,0	46,8	52,3
176	2024-06-01 16:42:36	11,4	44,5	48,1	47,1	52,2
177	2024-06-01 16:43:36	11,4	44,5	48,1	46,7	52,2
178	2024-06-01 16:44:36	11,5	44,5	48,1	47,2	52,2
179	2024-06-01 16:45:36	11,5	44,5	48,1	46,6	52,5
180	2024-06-01 16:46:36	11,5	44,5	48,1	47,0	52,4
181	2024-06-01 16:47:36	11,5	44,5	48,1	47,1	52,3
182	2024-06-01 16:48:36	11,5	44,5	48,2	47,2	52,3
183	2024-06-01 16:49:36	11,5	44,5	48,2	47,4	52,2

184	2024-06-01 16:50:36	11,5	44,5	48,2	47,3	52,2
185	2024-06-01 16:51:36	11,5	44,5	48,2	46,7	52,4
186	2024-06-01 16:52:36	11,5	44,5	48,1	47,2	52,2
187	2024-06-01 16:53:36	11,5	44,5	48,1	46,6	52,4
188	2024-06-01 16:54:36	11,6	44,5	48,1	46,9	52,3
189	2024-06-01 16:55:36	11,6	44,5	48,1	47,2	52,3
190	2024-06-01 16:56:36	11,6	44,5	48,1	47,2	52,3
191	2024-06-01 16:57:36	11,6	44,5	48,1	47,2	52,4
192	2024-06-01 16:58:36	11,6	44,5	48,1	46,9	52,4
193	2024-06-01 16:59:36	11,6	44,5	48,1	47,4	52,2
194	2024-06-01 17:00:36	11,6	44,5	48,1	47,2	52,3
195	2024-06-01 17:01:36	11,6	44,5	48,1	47,2	52,1
196	2024-06-01 17:02:36	11,6	44,4	48,0	46,8	52,2
197	2024-06-01 17:03:36	11,6	44,4	48,0	46,6	52,2
198	2024-06-01 17:04:36	11,6	44,4	48,0	46,7	52,2
199	2024-06-01 17:05:36	11,6	44,3	48,0	46,8	52,2
200	2024-06-01 17:06:36	11,6	44,3	48,0	46,6	52,2
201	2024-06-01 17:07:36	11,6	44,3	48,0	46,5	52,2
202	2024-06-01 17:08:36	11,6	44,3	48,0	46,5	52,2
203	2024-06-01 17:09:36	11,6	44,3	48,0	47,0	52,0
204	2024-06-01 17:10:36	11,6	44,2	48,0	46,5	52,2
205	2024-06-01 17:11:36	11,6	44,2	48,0	46,9	52,1
206	2024-06-01 17:12:36	11,6	44,2	47,9	46,6	52,0

207	2024-06-01 17:13:36	11,5	44,2	47,8	47,0	51,9
208	2024-06-01 17:14:36	11,5	44,2	47,8	46,8	52,0
209	2024-06-01 17:15:36	11,5	44,2	47,8	46,7	52,0
210	2024-06-01 17:16:36	11,5	44,1	47,8	46,8	51,9
211	2024-06-01 17:17:36	11,5	44,1	47,8	46,7	52,0
212	2024-06-01 17:18:36	11,5	44,1	47,8	46,8	51,8
213	2024-06-01 17:19:36	11,5	44,1	47,7	46,8	51,9
214	2024-06-01 17:20:36	11,5	44,0	47,7	46,4	52,0
215	2024-06-01 17:21:36	11,5	44,0	47,7	46,5	51,9
216	2024-06-01 17:22:36	11,5	44,0	47,7	46,9	51,8
217	2024-06-01 17:23:36	11,5	44,0	47,6	46,4	51,9
218	2024-06-01 17:24:36	11,5	44,0	47,6	46,3	51,9
219	2024-06-01 17:25:36	11,5	43,9	47,6	46,7	51,8
220	2024-06-01 17:26:36	11,4	43,9	47,6	46,5	51,9
221	2024-06-01 17:27:36	11,4	43,9	47,6	46,3	51,9
222	2024-06-01 17:28:36	11,4	43,9	47,6	46,7	51,8
223	2024-06-01 17:29:36	11,4	43,9	47,6	46,8	51,9
224	2024-06-01 17:30:36	11,4	43,9	47,6	46,7	51,7
225	2024-06-01 17:31:36	11,4	43,9	47,6	46,6	51,7
226	2024-06-01 17:32:36	11,4	43,9	47,6	46,7	51,7
227	2024-06-01 17:33:36	11,4	43,9	47,6	46,7	51,7
228	2024-06-01 17:34:36	11,4	43,9	47,6	46,3	51,8
229	2024-06-01 17:35:36	11,4	43,8	47,6	46,7	51,6

230	2024-06-01 17:36:36	11,4	43,8	47,4	46,1	51,8
231	2024-06-01 17:37:36	11,4	43,8	47,4	46,4	51,5
232	2024-06-01 17:38:36	11,4	43,7	47,3	46,1	51,5
233	2024-06-01 17:39:36	11,4	43,6	47,2	46,1	51,5
234	2024-06-01 17:40:36	11,4	43,6	47,2	46,1	51,5
235	2024-06-01 17:41:36	11,4	43,6	47,2	46,1	51,5
236	2024-06-01 17:42:36	11,4	43,6	47,2	46,4	51,5
237	2024-06-01 17:43:36	11,4	43,6	47,2	46,1	51,5
238	2024-06-01 17:44:36	11,4	43,5	47,2	46,1	51,6
239	2024-06-01 17:45:36	11,4	43,5	47,2	46,3	51,6
240	2024-06-01 17:46:36	11,4	43,5	47,2	46,5	51,3
241	2024-06-01 17:47:36	11,3	43,5	47,2	46,2	51,5
242	2024-06-01 17:48:36	11,3	43,5	47,2	46,3	51,4
243	2024-06-01 17:49:36	11,3	43,9	47,2	46,2	51,2

C. LAMPIRAN PENGAMBILAN DATA



D. LAMPIRAN PERHITUNGAN

Diketahui kalor jenis air dan pc coolant yaitu $4.186 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$

3. Menentukan energi yang dibutuhkan :

$$Q = m. cp. \Delta T$$

- Pada *reservoir* menggunakan liquid air:

$$M = 1100 \text{ ml} = 1,1 \text{ kg}$$

$$Cp = 4.186 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 31,1 - 8,5 = 22,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = 1,1.4186.22,6 = 104.063,9 \text{ J}$$

- Pada Radiator menggunakan liquid air:

$$M = 600 \text{ ml} = 0,6 \text{ kg}$$

$$Cp = 4.186 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 46,2 - 32,3 = 13,9 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = 0,6.4186.13,9 = 34.911,24 \text{ J}$$

- Pada *Reservoir* menggunakan liquid Pc Coolant:

$$M = 1100 \text{ ml} = 1,1 \text{ kg}$$

$$Cp = 4.186 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 29,4 - 11,3 = 18,1 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = 1,1.4186.18,1 = 83.343,26 \text{ J}$$

- Pada Radiator menggunakan liquid Pc Coolant:

$$M = 600 \text{ ml} = 0,6 \text{ kg}$$

$$Cp = 4.186 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 51,3 - 30,1 = 21,3 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = 0,6.4186.21,3 = 53.497,08 \text{ J}$$

4. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *set point* (temperature yang diinginkan)

$$t = \frac{Q}{P}$$

- Pada *reservoir* menggunakan liquid air:

$$Q = 104.063,9 J$$

$$P = 12V$$

$$t = \frac{104.063,9}{12} = 8.672 s$$

- Pada Radiator menggunakan liquid air:

$$Q = 34.911,24 J$$

$$P = 12V$$

$$t = \frac{34.911,24}{12} = 2.909 s$$

- Pada *Reservoir* menggunakan liquid Pc Coolant:

$$Q = 83.343,26 J$$

$$P = 12V$$

$$t = \frac{83.343,26}{12} = 6.945 s$$

- Pada Radiator menggunakan liquid Pc Coolant:

$$Q = 53.497,08 J$$

$$P = 12V$$

$$t = \frac{53.497,08}{12} = 4.458 s$$