



TUGAS AKHIR – ME184834

STUDI ANALISIS PENGGUNAAN *HEATSINK* TEMBAGA TERHADAP JUMLAH AIR TAWAR YANG DIHASILKAN PADA *ATMOSPHERIC WATER GENERATOR* MENGGUNAKAN *THERMOELECTRIC COOLER* UNTUK KEBUTUHAN AIR MINUM DI *LIFEBOAT*

Bella Puji Darma Samodra
NRP. 04211745000032

Dosen Pembimbing
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.
Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019



TUGAS AKHIR – ME184834

STUDI ANALISIS PENGGUNAAN *HEATSINK* TEMBAGA TERHADAP JUMLAH AIR TAWAR YANG DIHASILKAN PADA *ATMOSPHERIC WATER GENERATOR* MENGGUNAKAN *THERMOELECTRIC COOLER* UNTUK KEBUTUHAN AIR MINUM DI *LIFEBOAT*

Bella Puji Darma Samodra
NRP. 04211745000032

Dosen Pembimbing
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.
Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BACHELOR THESIS – ME184834

**STUDY OF ANALYSIS WITH COPPER HEATSINK ON THE AMOUNT
OF FRESHWATER PRODUCED ON ATMOSPHERIC WATER
GENERATORS USING THERMOELECTRIC COOLER FOR
DRINKING WATER NEEDS IN LIFEBOAT**

Bella Puji Darma Samodra
NRP. 04211745000032

Supervisors

Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.

Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.

DEPARTEMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2019

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN**STUDI ANALISIS PENGGUNAAN HEATSINK TEMBAGA TERHADAP
JUMLAH AIR TAWAR YANG DIHASILKAN PADA ATMOSPHERIC
WATER GENERATOR MENGGUNAKAN THERMOELECTRIC
COOLER UNTUK KEBUTUHAN AIR MINUM DI LIFEBOAT****SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine Machinery and Sistem* (MMS)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

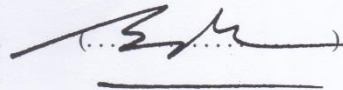
Bella Puji Darma Samodra
NRP. 04211745000032

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.
NIP 196801291992031001



Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.
NIP 197708022008011007



SURABAYA
Juli 2019

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN**STUDI ANALISIS PENGGUNAAN *HEATSINK* TEMBAGA TERHADAP
JUMLAH AIR TAWAR YANG DIHASILKAN PADA *ATMOSPHERIC
WATER GENERATOR* MENGGUNAKAN *THERMOELECTRIC
COOLER* UNTUK KEBUTUHAN AIR MINUM DI *LIFEBOAT*****SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine Machinery and Sistem* (MMS)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Bella Puji Darma Samodra
NRP. 04211745000032

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan :

Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.
NIP. 197708022008011007



SURABAYA
Juli 2019

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Studi Analisis Penggunaan *Heatsink* Tembaga Terhadap Jumlah Air Tawar yang Dihasilkan pada *Atmospheric Water Generator* Menggunakan *Thermoelectric Cooler* untuk Kebutuhan Air Minum di *Lifeboat*

Nama Mahasiswa : Bella Puji Darma Samodra
NRP : 0421174500032
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan ITS
Dosen pembimbing 1 : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.
Dosen pembimbing 2 : Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.

Abstrak

Air menjadi kebutuhan utama makhluk hidup. Di laut terdapat banyak air namun sulit mendapatkan air tawar. Hal ini menjadi keterbatasan utama pelaut yang bertahan hidup diatas lifeboat. Dalam keadaan serius, kemungkinan menemukan daratan pun sangat kecil. Oleh karena itu perlu dikembangkan alat penghasil air tawar dengan memanfaatkan disiplin ilmu refrigerasi. Menggunakan perangkat sederhana dengan memanfaatkan sitem pendingin, menjadi alternatif untuk membuat alat tersebut. Heatsink sebuah perangkat yang digunakan untuk menurunkan tahanan thermal dan temperature operasi komponen. Sebagai peredam panas, alat ini memiliki kemampuan menyimpan kalor dan mampu melepaskannya ke lingkungan, hal ini akan meningkatkan kinerja thermoelectric cooler untuk membuat temperature menjadi rendah. Terdapat hal yang dapat dilakukan untuk memaksimalkan kinerja heatsink itu sendiri, yaitu dapat memaksimalkan luas permukaan dan meningkatkan nilai konduktivitas thermalnya, namun tugas akhir ini tidak meneliti tentang analisa luas permukaan heatsink, melainkan melihat peforma penggantian material heatsink alumunium dan tembaga. Percobaan dengan variasi heatsink diuji coba pada empat model alat Athmospheric Water Generator (AWG) dimana peforma variasi model dikatakan lebih optimal apabila dapat membuat temperature Thermoelectric Cooler (TEC) menjadi lebih rendah, hasil ini berbanding lurus dengan temperature pipa tembaga yang juga menghasilkan temperature lebih rendah dan akan membuat proses kondensasi lebih cepat. Volume kondensat menjadi fokus utama penelitian ini. Dilakukan juga perhitungan untuk analisa hasil air yang diperoleh pada ke-4 model. Berdasarkan penelitian ini diperoleh kenaikan laju perpindahan panas yang berbanding lurus dengan dilakukannya variasi penggantian material heatsink dengan konduktivitas thermal yang lebih tinggi.

Kata Kunci : *Atmospheric Water Generator, Fresh Water, Heatsink, Lifeboat, Thermal Analysist, Thermoelectric Cooler*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Studi of Analysis with Copper Heatsink on the Amount of Freshwater Produced on Atmospheric Water Generators Using Thermoelectric Cooler for Drinking Water Needs in Lifeboat

Student : Bella Puji Darma Samodra
NRP : 0421174500032
Departement : Teknik Sistem Perkapalan ITS
Supervisor 1 : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.
Supervisor 2 : Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.

Abstract

Water is the main need for living things. There is a lot of water but it is difficult to get fresh water. This is the main limitation of sailors who survive on a lifeboat. In a serious situation, it is difficult to find a very small land. Therefore it is necessary to develop air interfaces by utilizing the disciplines of refrigeration. Using a simple device using a cooling system, becomes an alternative to making the tool. Heatsink is a device used to release thermal resistance and component operating temperature. As a heat sink, this tool has the ability to store heat and be able to release it to the environment, this will increase the performance of thermoelectric coolers to make the temperature low. There are things that can be done to maximize the performance of the heatsink itself, which is to maximize the area and increase the value of thermal conductivity, but this final project does not discuss the analysis of the surface area of the heatsink, see the replacement materials for aluminum and copper heatsinks. Experiments with Heatsink variations Experiments on four Atmospheric Water Generator (AWG) models where the performance of model variations discussed more optimally can make the Thermoelectric Cooler (TEC) temperature cheaper, this result is directly proportional to the temperature of copper pipes which can also find temperatures faster and will make the condensation process faster. The volume of condensate is the main focus of this research. Also needed to analyze water yield obtained in the 4th model. Based on the research obtained, heat transfer is directly proportional to the renewal of heatsink replacement materials with higher thermal conductivity.

Key Words : Atmospheric Water Generator, Fresh Water, Heatsink, Lifeboat, Thermal Analyst, Thermoelectric Cooler

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur selalu dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **Studi Analisis Penggunaan Heatsink Tembaga Terhadap Jumlah Air Tawar yang Dihasilkan pada Atmospheric Water Generator Menggunakan Thermoelectric Cooler untuk Kebutuhan Air Minum di Lifeboat** dengan baik dan tepat waktu. Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana pada program studi Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Terselesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga dalam kesempatan kali ini dengan kerendahaan hati dan penuh rasa hormat penulis haturkan terimakasih kepada :

1. Orang tua terkasih dan tercinta Papa dan Mama atas doa dan upayanya demi membantu penulis menyelesaikan gelar sarjananya.
2. Saudara ku, kakak ku, tersayang Denny Kristianto Bangonan
3. Bapak Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc. dan Bapak Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T. selaku bapak dosen pembimbing skripsi yang setia mendengar keluh kesah masalah penulis dan memberikan solusi terbaik, serta membantu penulis dalam memberi arahan pengerjaan tugas akhir.
4. Sahabat saya, Uzlifatul Fitriyah, Retno Dewi Anggraini, Nurur Rohmah yang menemani dan mengajari saya menjalani kehidupan yang lebih berwarna.
5. Grup tugas akhir TEC, Alfaatan Muhammad, Diar Ayu Yolanda, dan Prima Atmaditza, tetap semangat, jangan kasih kendor. TEC Club “meluber, meluber, meluber, hiyaaaa”
6. Keluarga Kos Muslimah, Jl. Perintis 1 No.42B. Tika, mbak ipit, vinka yang senantiasa memberi semangat dalam mengerjakan skripsi.
7. Teman seperjuangan dalam mengambil gelar sarjana teknik di kota Pahlawan (Surabaya), LJ Teknik Sistem Perkapalan ITS 2017 Gasal
8. Keluarga pertama perantauan penulis di Semarang yang membantu penulis untuk *survive* di kota orang, Naval Undip’14.
9. Teman main, foto, makan dini hari Geng Soto Kertajaya di laboratoriu MMS.
10. Dan pihak-pihak lain yang takdapat penulis sebutkan satu persatu

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih ditemukan banyak kekurangan karena keterbatasan penulis sebagai manusia. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi kita semua yang membacanya.

Surabaya, 16 Juli 2019

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	v
LEMBAR PENGESAHAN KEPALA DEPARTEMEN	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR SIMBOL.....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Kebutuhan Air.....	3
2.2 Lifeboat.....	3
2.3 Atmospheric Water Generator (AWG).....	5
2.4 Heatsink	6
2.4.1 Prinsip Kerja Heatsink.....	7
2.4.2 Konsep Perpindahan Kalor/ Panas	7
2.5 Analisa Thermal Heatsink.....	10
2.5.1 Total Area yang Dialiri Udara.....	10
2.5.2 Parameter Perpindahan Panas.....	10
2.5.3 Koefisien Gesek Heatsink (Cf) (Inman , 2014).....	11
2.5.4 Perpindahan Panas Konduksi	11
2.5.5 Perpindahan Panas Konveksi	12
2.5.6 Total Perpindahan Panas (Q_T)	12
BAB III METODOLOGI	13

3.1	Diagram Alir (<i>Flow Chart</i>).....	13
3.2	Metodologi.....	14
3.3	Identifikasi Masalah.....	14
3.4	Studi Literatur.....	15
3.5	Pengumpulan Data.....	15
3.6	Analisa dan Perancangan Alat AWG.....	16
3.7	Persiapan Alat.....	16
3.8	Pembuatan Model.....	22
3.9	Uji Model dan Percobaan.....	22
3.9.1	Prosedur percobaan.....	22
3.9.2	Variasi percobaan.....	23
3.10	Pengambilan Data.....	24
3.11	Analisa Data.....	25
3.12	Kesimpulan.....	26
BAB IV PEMBAHASAN		27
4.1	Dew Point Temperature.....	27
4.2	Data Hasil Eksperimen.....	27
	4.2.1 Geometri Heatsink.....	28
	4.2.2 Kapasitas Air.....	29
4.3	Analisa Thermal Heatsink.....	29
	4.3.1 Total Area yang Dialiri Udara.....	29
	4.3.2 Parameter Perpindahan Panas.....	30
	4.3.3 Perpindahan Panas Konduksi.....	31
	4.3.4 Perpindahan Panas Konveksi.....	32
	4.3.5 Total Perpindahan Panas (Q_T).....	33
	4.3.6 Hasil Perhitungan Model.....	33
4.4	Analisa Perbandingan Presentase Air (%).....	35
	4.4.1 Data Temperatur, Kelembapan, dan Volume Air.....	35
	4.4.2 Kecepatan Kipas.....	36
	4.4.3 Massa Udara yang Dihisap Kipas.....	36
	4.4.4 Kapasitas Air dalam Udara.....	37
	4.4.5 Presentase Air yang Berkumpul (%).....	37
4.5	Analisa Data Hasil Eksperimen.....	38

4.4.1 Analisa Eksperimen Model 1	38
4.4.2 Analisa Eksperimen Model 2	40
4.4.3 Analisa Eksperimen Model 3	42
4.4.4 Analisa Eksperimen Model 4	44
BAB V PENUTUP	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	51
1. Data Hasil Percobaan.....	51
2. Spesifikasi <i>Thermoelectric Cooler</i>	55
3. Spesifikasi <i>Heatsink</i>	57
4. Spesifikasi <i>Fan Inlet</i>	59
5. Spesifikasi Solar Panel.....	60
6. Spesifikasi MPPT	62
7. Spesifikasi Baterai	66
8. Spesifikasi <i>Lifeboat</i>	68
BIODATA PENULIS	71

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kebutuhan air untuk bertahan hidup (per orang) (WHO, 2013)	3
Tabel 2. 2 Spesifikasi Lifeboat.....	4
Tabel 2. 3 Konduktivitas thermal berbagai material pada 0°C	8
Tabel 3. 1 Temperatur dan Kelembapan Udara Juanda	15
Tabel 3. 2 Komponen-komponen alat AWG.....	16
Tabel 4. 1 Data hasil eksperimen (dalam rata-rata).....	28
Tabel 4. 2 Geometri heatsink	29
Tabel 4. 3 Hasil analisa thermal pada ke-4 model.....	33
Tabel 4. 4 Data temperature lingkungan, kelembapan, dan volume air	35
Tabel 4. 5 Hasil perhitungan presentase air alat AWG	37

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Lifeboat dengan kapasitas 25 orang	4
Gambar 2. 2 Alat AWG (Setiyawan, 2017)	5
Gambar 2. 3 Profile persegi heatsink (kiri), heatsink dengan heatpipe (kanan).....	7
Gambar 3. 1 Diagram Alir Tahapan Pengerjaan Skripsi	13
Gambar 3. 2 Lanjutan Diagram Alir Tahapan Pengerjaan Skripsi.....	14
Gambar 3. 3 Alat <i>Atmospheric Water Generator</i> (AWG)	22
Gambar 3. 4 Pengujian 1	23
Gambar 3. 5 Pengujian 2	23
Gambar 3. 6 Pengujian 3	24
Gambar 3. 7 Pengujian 4	24
Gambar 4. 1 Diagram Psikometri (ASHRAE)	27
Gambar 4. 2 Geometri Heatsink.....	28
Gambar 4. 3 Perpindahan panas total setiap model.....	34
Gambar 4. 4 Diagram psikometri model 4	36

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR SIMBOL

A_c	: area heatsink (m^2)
$A_{f,T}$: total flow area (m^2)
$A_{s,T}$: total luas permukaan (m^2)
b	: tinggi heatsink (m)
c	: kalor jenis udara ($J/kg^\circ C$)
C_f	: koefisien gesek heatsink
h	: koefisien perpindahan panas konveksi ($W/m.\circ C$)
k	: konduktivitas thermal logam ($W/m.\circ C$)
L	: lebar heatsink (m)
\dot{m}	: laju aliran udara (kg/s)
m_{udara}	: massa udara (kg/min)
Nu	: bilangan nusselt
Pe	: bilangan pecelet
Pr	: bilangan prandtl
Q_{cond}	: perpindahan panas konduksi
Q_{conv}	: perpindahan panas konveksi
Q_T	: total perpindahan panas
Re	: bilangan reynolds
RH	: tingkat kelembapan (%)
t	: tebal heatsink (m)
T	: temperature ($^\circ C$)
T_{dp}	: saturation temperature ($^\circ C$)
ϑ	: kecepatan rata-rata udara (m/s)
ν	: viskositas udara (m^2/s)
V_{air}	: volume air (ml)
w	: panjang heatsink (m)
z	: jarak antar fin (m)
G	: <i>humidity ratio</i> (gr/kg)
ΔT	: perbedaan suhu ($^\circ C$)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan hidup utama bagi manusia. Fungsi tubuh akan berjalan dengan baik seiring dengan banyaknya kandungan air pada tubuh kita. Namun, kandungan air tawar jauh lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah air laut. Selain itu sebanyak dua per tiga wilayah Indonesia ditutupi dengan lautan, keberadaan jumlah laut yang besar membuat segi maritime di Indonesia begitu menonjol. Laut yang dulunya menjadi mata pencaharian nelayan sekarang mulai berkembang, transportasi laut pun melaju dengan cepat. Tak hanya kapal nusantara, kapal asing pun mengirimkan ekspedisinya ke dalam negeri.

Pelayaran antar Negara terkadang melintasi benua yang berbeda. Tingkat resiko yang dihadapi pun semakin tinggi dan membuat tanggung jawab pelaut pun semakin tinggi. Kondisi laut yang ancap kali tak bisa diprediksi membuat kekhawatiran tersendiri, namun kekhawatiran tersebut dapat diredam dengan perlengkapan keselamatan yang terdapat di kapal. Jumlah alat keselamatan dan perlindungan diri perwira dan anak buah kapal (ABK) disesuaikan dan diatur oleh SOLAS (Safety of Life at Sea) tentang LSA (Life Saving Appliance) and Arrangements Code yang diterbitkan oleh badan dunia PBB-IMO (International Maritime Organization).

Lifeboat merupakan salah satu alat keselamatan paling krusial yang digunakan ketika kapal sudah tak dapat melakukan fungsinya. Alat keselamatan ini digunakan dalam keadaan gawat dan cocok menjadi alternative penyelamatan diri. Meskipun persyaratannya sudah diatur oleh regulasi, lifeboat tetap memiliki kekurangan. Kekurangan ini terletak dengan jumlah ketersediaan konsumsi. Kondisi paling buruk mungkin saja dapat dialami pelaut kemudian hari.

Menurut sumber yang dilansir dari Kompas.com, “Manusia bisa bertahan tanpa makan hingga tiga minggu. Namun, tanpa minum hanya bisa bertahan 4-7 hari tergantung situasi, misalnya temperature”. Selain itu dibentuklah *World Health Organization* (WHO), sebuah organisasi dunia yang berkomitmen untuk membantu menciptakan kehidupan sehat yang lebih baik untuk semua orang membahas tentang kebutuhan air. Kebutuhan air yang dibutuhkan untuk bertahan hidup dikelompokkan dengan tingkat yang berbeda seperti yang dilansir pada *WHO Technical Notes on Drinking Water, Sanitation, and Hygiene in Emergencies. 2013*. Kebutuhan air untuk bertahan hidup berdasarkan pengaruh iklim dan fisiologi individu membutuhkan sebanyak 2.5 sampai 3 liter per hari.

Keterbatasan yang berdampingan dengan kebutuhan hidup ini dinilai menjadi problematika pelaut. Oleh karena itu perlu dirancang alat *Atmospheric Water Generator* (AWG) untuk menyelesaikan problema tersebut. Dalam perancangannya, AWG memanfaatkan uap air di udara untuk dirubah menjadi air tawar. Dengan memanfaatkan disiplin ilmu refrigerasi, diharapkan mampu menghasilkan kapasitas air yang optimal. Selain itu, alat membutuhkan komponen-komponen utama seperti, *thermoelectric cooler* (TEC), *heatsink*, *photovoltaic* (PV), *solar charge controller*, dan baterai.

Seperti prinsipnya, TEC akan memberikan efek peltier ketika dialirkan arus listrik. Arus tersebut akan memberikan perbedaan suhu pada kedua sisinya. Sisi dingin

akan disinggungkan dengan waterblock yang disambungkan lagi dengan koil tembaga sebagai media penghasil kondensat. Dan untuk sisi panas akan bersinggungan langsung dengan heatsink yang mana fungsinya untuk membantu melepas panas. Semakin tinggi kemampuan heatsink untuk melakukan fungsinya, semakin baik kalor yang dilepas ke lingkungan. Dalam kasus ini konduktor panas yang baik terbuat dari lempengan logam. Jenis logam beragam dan kemampuan penghantar panas yang dimilikinya pun berbeda.

Oleh karena itu, tugas akhir ini disusun sebagai upaya melihat model optimal penghasil air dengan memvariasikan jenis logam heatsink. Akan dilakukan 4 kali percobaan alat AWG. Dan analisa akan difokuskan pada jumlah air tawar yang dapat dihasilkan oleh tiap model.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang telah disusun dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana metode yang lebih efisien dalam menghasilkan air pada alat *Atmospheric Water Generator (AWG)*?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan material berbeda untuk meningkatkan sistem kerja pendinginan alat AWG?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan rujukan alat AWG milik (Setiyawan, 2017).
2. *Lifeboat* yang digunakan memiliki kapasitas untuk 25 orang.
3. Pengujian dilakukann dalam skala laboratorium.
4. Tidak dilakukan analisa ekonomi.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk melakukan studi perancangan sistem pendingin yang efisien.
2. Untuk melakukan analisa kinerja dan efisiensi perpindahan panas pada heatsink.
3. Untuk melakukan evaluasi dan perbandingan kinerja variasi sistem pelepas panas.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Sebagai bahan kajian keilmuan untuk meningkatkan kinerja sistem pendingin.
2. Mengetahui peformansi dari sistem pendingin pada alat AWG.
3. Sebagai bahan referensi dalam pengembangan penelitian tentang sistem pendingin.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kebutuhan Air

Air tawar memiliki peran penting dalam keberlangsungan hidup manusia. Didalam tubuh manusia mengandung air sebanyak 60 – 70 % dari berat tubuh. Kandungan air yang begitu banyak berfungsi untuk mencegah dehidrasi, membantu kerja ginjal, kerja organ pencernaan, dan lainnya. Menurut Techno.id, menyatakan bahwa manusia dapat bertahan hidup tanpa makanan selama tiga minggu dan bertahan tanpa minum selama 10 hari. Karena fungsi air sangat penting, maka dibentuklah organisasi dunia bernama *World Health Organization* (WHO) yang berkomitmen untuk membantu menciptakan kehidupan sehat yang lebih baik untuk semua orang. Dalam mencapai tujuannya, WHO juga membahas tentang kebutuhan air.

Tabel 2. 1 Kebutuhan air untuk bertahan hidup (per orang) (WHO, 2013)

Type of need	Quantity	Comments
Survival (drinking and food)	2.5 to 3 lpd	Depends on climate and individual physiology
Basic hygiene practices	2 to 6 lpd	Depends on social and cultural norms
Basic cooking needs	3 to 6 lpd	Depends on food type, social, and cultural norms
Total	7.5 to 15 lpd	lpd : Liters per day

(Sumber : *World Health Organization (WHO) Technical Notes On Drinking-Water, Sanitation and Hygiene in Emergencies update July 2013*)

2.2 Lifeboat

Lifeboat merupakan suatu alat keselamatan berbentuk perahu kecil yang menggantikan fungsi kapal pada saat terjadi keadaan bahaya. Lifeboat biasanya dilengkapi dengan davits (alat penurunnya). Umumnya terdapat tiga tipe lifeboat yang dapat digunakan yaitu, open lifeboat (lifeboat terbuka), closed lifeboat (lifeboat tertutup), dan free fall lifeboat (lifeboat yang dapat diturunkan jatuh bebas). Perbedaan tipe lifeboat dapat dilihat pada konstruksinya namun masing-masing tipe tetap memegang tujuan utama yaitu sebagai alat keselamatan. Karena fungsinya untuk menyelamatkan awak kapal maka, persyaratan lifeboat diatur oleh SOLAS (Safety of Life at Sea) pada Chapter III tentang LSA (Life Saving Appliance) and Arrangements Code yang diterbitkan oleh badan dunia PBB-IMO (International Maritime Organization).

Meskipun persyaratan telah diatur, lifeboat memiliki keterbatasan dengan barang fasilitas yang diangkut. Terbatasnya makanan serta minuman membuat hidup pelaut tidak stabil. Oleh karena itu, peran alat Atmospheric Water Generator (AWG) pada Lifeboat sangat diperlukan. Untuk melihat keefektifan dan efisiensi alat AWG maka perlu dilakukan perhitungan perancangan terhadap lifeboat. Perhitungan tersebut mempertimbangkan beberapa hal antara lain, spesifikasi alat AWG, spesifikasi lifeboat,

dan persyaratan peralatan yang ada pada lifeboat. Dimana dalam eksperimen ini diadakan penelitian pada lifeboat dengan spesifikasi berikut :

Tabel 2. 2 Spesifikasi Lifeboat

Type	Fully enclosed lifeboat- CFL-C66E
Kapasitas maksimal	25 Person
Dimensi	6.73 x 2.93 x 3.35 m
Berat (tanpa orang)	3700 kg
Berat orang (82.5kg/org)	2063 kg
Berat maksimal	5763 kg
Fasilitas	Makanan, minuman, obat-obatan, dan sarana bantu mencari bantuan ke kapal lain

Sumber: <http://www.fassmer-marland.com/en/Product.aspx?c=0101&id=13>



Gambar 2. 1Lifeboat dengan kapasitas 25 orang

Sumber: <http://www.fassmer-marland.com/en/Product.aspx?c=0101&id=13>

Adapun persyaratan peralatan yang harus dimiliki di dalam sebuah lifeboat menurut SOLAS :

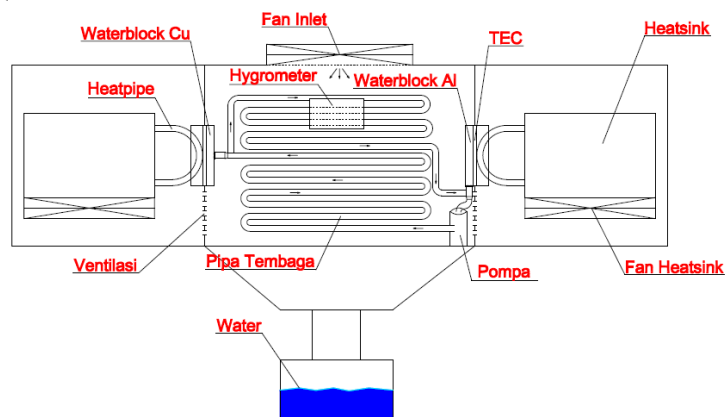
- Dua pengait
- Dayung dan dua ember
- Buku manual bertahan hidup
- Kompas operasional
- Binnacle (pelindung dari cuaca)
- Hawser/jangkar (penahan guncangan)
- Dua tali penambat perahu dengan panjang tidak kurang dari jarak antara posisi tempat penyimpan lifeboat ke garis air pada kondisi laut paling dangkal/ 15 m.
- Dua kapak pada ujung lifeboat
- Air minum 3 liter, 1 liter per orang dapat digantikan dengan peralatan desalting untuk menghasilkan air tawar dalam jumlah yang sama dalam waktu 2 hari atau 2 liter per orang dapat diganti dengan desalinator osmosis terbalik bertenaga manual yang dapat memproduksi sejumlah air tawar dalam 2 hari
- Makanan dengan jumlah minimal 10,000 kJ untuk setiap orang
- Empat flare roket parasut
- Enam handflare
- Dua sinyal asap yang dapat mengambang

- 1 senter tahan air dengan satu set baterai cadangan dan satu bola lampu cadangan
- Satu cermin
- Satu peluit
- Pakaian keselamatan
- Peralatan P3K dan obat anti mabuk laut untuk setidaknya 48 jam
- Pisau
- Pembuka kaleng
- Satu set alat pancing
- Peralatan pemadam api portable
- Lampu sorot dan radar
- Pakaian pelindung panas berjumlah 10% dari jumlah penumpang atau dua buah

2.3 Atmospheric Water Generator (AWG)

Atmospheric Water Generator (AWG) merupakan sebuah alat yang dapat mengubah uap air di udara menjadi air siap minum. Alat ini menggunakan pendekatan dengan mendinginkan udara sampai dibawah dew point temperature dan mengkondensasikannya agar didapatkan butiran-butiran air (Esiami, et. al., 2018). AWG dinilai mampu untuk memenuhi kebutuhan air tawar para anak buah kapal (ABK) saat kondisi emergency yang mengharuskan untuk mengoperasikan lifeboatnya.

Pada tahun 2017, Setyawan telah membuat prototype dengan melakukan percobaan dalam skala lab. Percobaan dilakukan dengan empat kali permodelan yang dimana didapatkan hasil yang optimal pada model ke-empat. Pada model ini baterai menjadi sumber listrik DC bagi thermoelectric untuk menciptakan efek Peltier dengan perbedaan panas pada kedua sisi thermoelectric. Dengan perbedaan panas yang timbul akan member efek panas dan efek dingin. Efek dingin yang timbul di rekatkan pada waterblock yang kemudian disambungkan pada pipa tembaga untuk mempercepat proses kondensasi, serta terdapat instalasi tambahan berupa pompa untuk mengalirkan fluida didalam rangkaian tersebut. Sedangkan pada sisi lain yang menghasilkan efek panas akan disambungkan dengan *heatsink* dan kipas untuk mempercepat proses pelepasan panas. Hal ini dilakukan untuk membuat sisi panas TEC menjadi semakin dingin, agar sisi dingin TEC dapat menjadi lebih dingin untuk mengoptimalkan kapasitas air yang didapatkan.



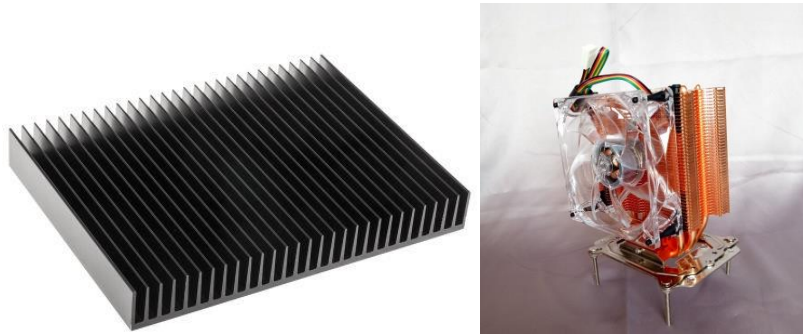
Gambar 2. 2 Alat AWG (Setyawan, 2017)

Keterangan :

1. Thermoelectric cooler : sebuah teknologi berbentuk kotak yang dapat memberikan sisi dingin dan sisi panas bila diberi arus masukan.
2. Waterblock tembaga : system pendingin TEC yang terbuat dari tembaga dan media pendinginnya menggunakan fluida.
3. Fan : berguna untuk mensuplai udara kedalam ruang pendingin.
4. Hygrometer : sebuah alat yang berguna untuk pengukur tingkat kelembapan dan suhu udara
5. Waterblock alumunium : system pendingin TEC yang terbuat dari alumunium dan media pendinginnya menggunakan fluida.
6. Heatpipe : sebuah pipa unntuk mempercepat penghantaran panas yang terbuat dari logam (umumnya tembaga) yang biasanya berisi cairan kimia atau bubuk halus.
7. Heatsink : lempengan logam yang bertujuan untuk menyerap dan melepaskan kelebihan panas yang ditimbulkan oleh thermoelectric cooler.
8. Pipa tembaga : berguna untuk condenser dengan dialirkan fluida pendingin.
9. Pompa : untuk mensirkulasi fluida pendingin yang terdapat pada pipa tembaga
10. Fan heatsink : berguna untuk mensirkulasikan udara sebagai peredam kelebihan panas pada heatsink.
11. Reservoir tank : sebagai tempat untuk menampung air yang dihasilkan oleh alat AWG.
12. Lubang udara : sebagai tempat untuk mensirkulasikan udara agar kinerja heatsink lebih optimal.

2.4 Heatsink

Heatsink merupakan perangkat yang efektif untuk melepas panas berbentuk sirip/ *fin/ sink*. Material yang digunakan biasanya terbuat dari logam untuk mengoptimalkan fungsinya. Heatsink berguna untuk refrigerasi, heat engine, serta pendingin elektronik. Terdapat dua jenis heatsink, antara lain heastink dengan konveksi alami dan heatsink dengan konveksi paksa. Karakteristik heatsink dengan konveksi alami berbentuk profile persegi, sedangkan heatsink dengan konveksi paksa dilengkapi dengan heatpipe dan kipas untuk mengoptimalkan pendinginan.



Gambar 2. 3 Profile persegi heatsink (kiri), heatsink dengan heatpipe (kanan)

Sumber : <https://uk.rs-online.com/web/p/heatinks/1898606/>

2.4.1 Prinsip Kerja Heatsink

Prinsip kerja heatsink sesuai dengan hukum kedua termodinamika yang berbunyi “kalor mengalir secara spontan dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah dan tidak mengalir secara spontan dalam arah kebalikannya”, hal ini berkaitan dengan mekanisme perpindahan panas pada heatsink, yaitu konduksi thermal dan konveksi thermal. Sink akan dipasang berderet dan menempel pada heatpipe yang mana didalam heatpipe berisi fluida penyerap panas. Panas dari sumber panas akan menginduksi heatpipe terlebih dahulu, lalu energy panas akan dialirkan oleh fluida di dalam heatpipe menuju ujung heatpipe. Selama proses perpindahan panas dalam heatpipe, panas juga akan diinduksi ke sink yang bersinggungan. Selain itu, konveksi paksa juga melibatkan fungsi kipas. Kipas yang diletakkan dibawah heatsink membuat proses pelepasan panas menjadi lebih optimal.

2.4.2 Konsep Perpindahan Kalor/ Panas

Menurut (Holman, Buku Perpindahan Kalor, 1955) perpindahan kalor adalah suatu ilmu untuk meramalkan perpindahan energy yang terjadi karena adanya perbedaan suhu diantara benda atau material. Energi tersebut dinamakan kalor/ panas. Energy dapat berpindah dari dari suatu benda berenergi tinggi ke benda berenergi rendah. Ilmu yang digunakan untuk mempelajari perpindahan kalor yaitu ilmu termodinamika. Terdapat 3 jenis perpindahan kalor, antara lain:

1. Perpindahan panas secara konduksi

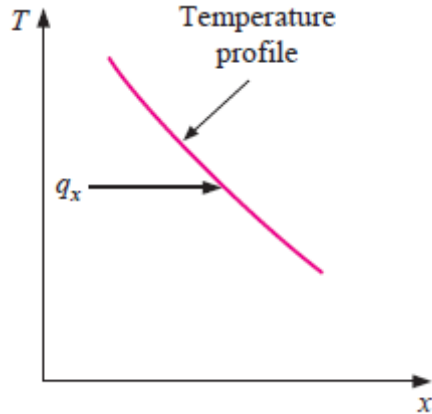
Perpindahan panas secara konduksi adalah perpindahan panas melalui zat padat yang tidak ikut mengalami perpindahan. Umumnya terjadi pada benda padat. Contoh penerapan ilmu ini adalah perpindahan panas pada heatsink, dimana perpindahan panas pada suatu zat tidak disertai dengan perpindahan partikelnya.

Laju perpindahan panas dirumuskan dengan hukum Fourier :

$$Q = -k A \frac{\Delta T}{x} \quad (1)$$

Dimana :

Q = Laju perpindahan panas (W/m^2)
 k = konduktivitas thermal ($\text{W/m}^2\text{°C}$)
 ΔT = temperature (°C or K)
 x = jarak kedua titik (m)



Grafik 2. 1 Sketsa diagram aliran panas

Sumber : (Holman, Book Heat Transfer Tenth Edition, 2010)

a). Konduktivitas Thermal

Konduktivitas thermal merupakan kemampuan (energy) yang dimiliki benda untuk dapat memindahkan kalor melalui benda tersebut. Semakin tinggi nilai konduktivitas thermal, artinya sifat penghantar kalornya semakin baik.

Tabel 2. 3 Konduktivitas thermal berbagai material pada 0°C

Material	Thermal Conductivity	
	k	
	$\text{W/m}\cdot\text{°C}$	$\text{Btu/h}\cdot\text{ft}\cdot\text{°F}$
Metals :		
Silver (pure)	410	237
Copper (pure)	385	23
Aluminium (pure)	202	117
Nickel (pure)	93	54
Iron (pure)	73	42
Carbon steel, 1% C	43	25
Lead (pure)	35	20.3
Chrome-nickel steel (18% Cr, 8% Ni)	16.3	9.4
Nonmetallic solids:		
Diamond	2300	1329
Quartz, parallel to axis	41.6	24
Magnesite	4.15	2.4
Marble	2.08-2.94	1.2-1.7
Sandstone	1.83	1.06

(tabel dilanjutkan pada halaman selanjutnya)

(tabel lanjutan dari halaman sebelumnya)

Material	Thermal Conductivity k	
	W/m.°C	Btu/h.ft.°F
Glass, window	0.78	0.45
Maple or oak	0.17	0.096
Hard rubber	0.15	0.087
Polyvinyl chloride	0.09	0.052
Styrofom	0.033	0.019
Sawdust	0.059	0.034
Glass wool	0.038	0.022
Ice	2.22	1.28
Liquids:		
Mercury	8.21	4.74
Water	0.556	0.327
Ammonia	0.540	0.312
Lubricating oil, SAE 50	0.147	0.085
Freon 12, CCl ₂ F ₂	0.073	0.04
Gasses:		
Hydrogen	0.175	0.101
Helium	0.141	0.081
Air	0.024	0.0139
Water vapor (saturated)	0.0206	0.0119
Carbon dioxide	0.0146	0.00844

Sumber : (Holman, Book Heat Transfer Tenth Edition, 2010)

2. Perpindahan panas secara konveksi

Perpindahan panas secara konveksi adalah perpindahan panas melalui aliran yang zat perantaranya ikut berpindah. Gradient suhu bergantung pada laju fluida pembawa kalor. Semakin tinggi kecepatan fluida mengakibatkan gradient suhu yang tinggi pula.

Hukum newton tentang pendingin :

$$Q = h A (T_w - T_\infty) \quad (2)$$

Dimana :

- Q = Laju perpindahan panas (W/m²)
- h = koefisien perpindahan panas konveksi (W/m²°C)
- A = luas permukaan (m²)
- T_w = Temperatur material (°C or K)
- T_∞ = Temperature lingkungan (°C or K)

3. Perpindahan panas secara radiasi

Perpindahan panas secara radiasi adalah perpindahan panas tanpa zat perantara. Hal ini terjadi pada radiasi dari panas matahari.

2.5 Analisa Thermal Heatsink

Perpindahan panas pada heatsink berlangsung secara konduksi dan konveksi paksa. Perhitungan digunakan untuk mengetahui besar perpindahan panas yang terjadi, nilai perpindahan panas akan diketahui dengan persamaan dibawah ini :

2.5.1 Total Area yang Dialiri Udara

2.5.1.1 Area Heatsink (Inman , 2014)

Perhitungan area heatsink diketahui dengan menghitung tinggi heatsink (b) dengan jarak fin (z).

$$A_c = b \times z \quad m^2$$

2.5.1.2 Total Flow Area (Inman , 2014)

Total flow area ($A_{f,T}$) adalah luasan heatsink yang dialiri aliran konveksi paksa oleh fan.

$$A_{f,T} = A_c \times n \quad m^2$$

2.5.1.3 Total Luas Permukaan (Inman , 2014)

Total luas permukaan ($A_{s,T}$) merupakan keseluruhan area yang dapat digunakan untuk mengkonveksikan panas ke lingkungan

$$A_{s,T} = 2 \times b \times L \times n \quad m^2$$

2.5.2 Parameter Perpindahan Panas

Perhitungan parameter digunakan untuk menghitung perpindahan panas pada heatsink. Parameter tersebut yaitu, Bilangan Peclet (Pe), Bilangan Reynolds (Re), Bilangan prandtl (Pr), Bilangan Nusselt (Nu).

2.5.2.1 Bilangan Peclet (Pe)

Bilangan ini menyatakan hubungan antara jumlah perpindahan panas yang disebabkan oleh konveksi dan jumlah perpindahan panas yang disebabkan oleh konduksi.

$$Pe = (\vartheta \times A_{f,T}) / v$$

Dimana :

$$\begin{aligned} A_{f,T} &= 0.0039 \quad m^2 \\ \vartheta &= \text{kecepatan rata-rata udara (m/s)} \\ v &= \text{viskositas udara (m}^2/\text{s)} \\ &= \mu / \rho \\ &= 1.983 \times 10^{-5} \times 1.1855 \\ &= 1.6727 \times 10^{-5} \quad m^2/\text{s} \end{aligned}$$

2.5.2.2 Bilangan Reynolds (Re)

Bilangan ini menyatakan mengklasifikasikan jenis aliran fluida yang melewati heatsink.

$$Re = (\rho \times v \times A_{f,T}) / \mu$$

Pada $Re \leq 2000$, laju aliran udara pada heatsink adalah aliran laminar.

Dimana:

$$\begin{aligned} \rho_{udara} &= 1.1855 && \text{kg/m}^3 \text{ (Sugiarto, Handayani, \& Iskandar)} \\ \mu &= 1.983 \times 10^{-5} && \text{kg/ms} \end{aligned}$$

2.5.2.3 Bilangan Prandtl (Pr)

Bilangan prandtl (Pr) menjadi bagian untuk menghitung koefisien perpindahan panas secara konveksi.

$$Pr = Pe / Re$$

2.5.2.4 Bilangan Nusselt (Nu)

Bilangan Nusselt (Nu) digunakan untuk menunjukkan proses perpindahan panas pada fin.

$$Nu = (h \times A_{f,T}) / k$$

Dimana :

$$h = \text{koefisien perpindahan panas konveksi}$$

2.5.3 Koefisien Gesek Heatsink (Cf) (Inman, 2014)

Koefisien Gesek Heatsink (Cf) merepresentasikan koefisien gesekan fluida dengan fin pada heatsink.

$$Cf = 1.328 Re^{0.5}$$

2.5.4 Perpindahan Panas Konduksi

2.5.4.1 Laju Aliran Udara (\dot{m}) (Inman, 2014)

Laju aliran udara (\dot{m}) digunakan untuk menghitung aliran laminar pada penampang heatsink.

$$\dot{m} = \rho \times v \times A_{s,T} \quad \text{kg/s}$$

2.5.4.2 Kapasitas Kalor

Kapasitas kalor atau kapasitas panas (C_p) merupakan besaran yang digunakan untuk menggambarkan banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu zat (benda) sebesar jumlah tertentu.

$$C_p = m \times c \quad \text{J/K}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} m &= \text{massa heatsink} \\ &= 0.587 && \text{kg} \\ c &= \text{kalor jenis udara} && \text{J/kg}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

2.5.4.3 Perpindahan Panas Konduksi (Inman , 2014)

Perpindahan panas konduksi (Q_{cond}) adalah energy yang ditransfer melalui electron bebas pada heatsink

$$Q_{\text{cond}} = \dot{m} \times C_p \times \Delta T \quad \text{Watt}$$

2.5.5 Perpindahan Panas Konveksi

2.5.5.1 Koefisien Perpindahan Panas Konveksi (Inman , 2014)

Koefisien perpindahan panas konveksi (h) merupakan parameter yang menginterpretasikan variabel yang dapat mempengaruhi proses konveksi. Nilai variabel diperoleh dari hasil percobaan

$$h = (k/L) 0.644 \text{Re}^{0.5} \text{Pr}^{1/3} \quad \text{W/m}^2\text{K}$$

2.5.5.2 Perbedaan Temperatur

Perbedaan temperatur (ΔT) digunakan untuk menghitung selisih temperatur panas heatsink dengan temperature lingkungan.

$$\Delta T = T_{\text{heatsink}} - T_{\text{lingkungan}} \quad \text{K}$$

2.5.5.3 Perpindahan Panas Konveksi (Inman , 2014)

Perpindahan panas konveksi merupakan (Q_{conv}) perpindahan energy yang diakibatkan oleh aliran udara pada heatsink

$$Q_{\text{conv}} = A_{s,T} \times h \times \Delta T \quad \text{Watt}$$

2.5.6 Total Perpindahan Panas (Q_T)

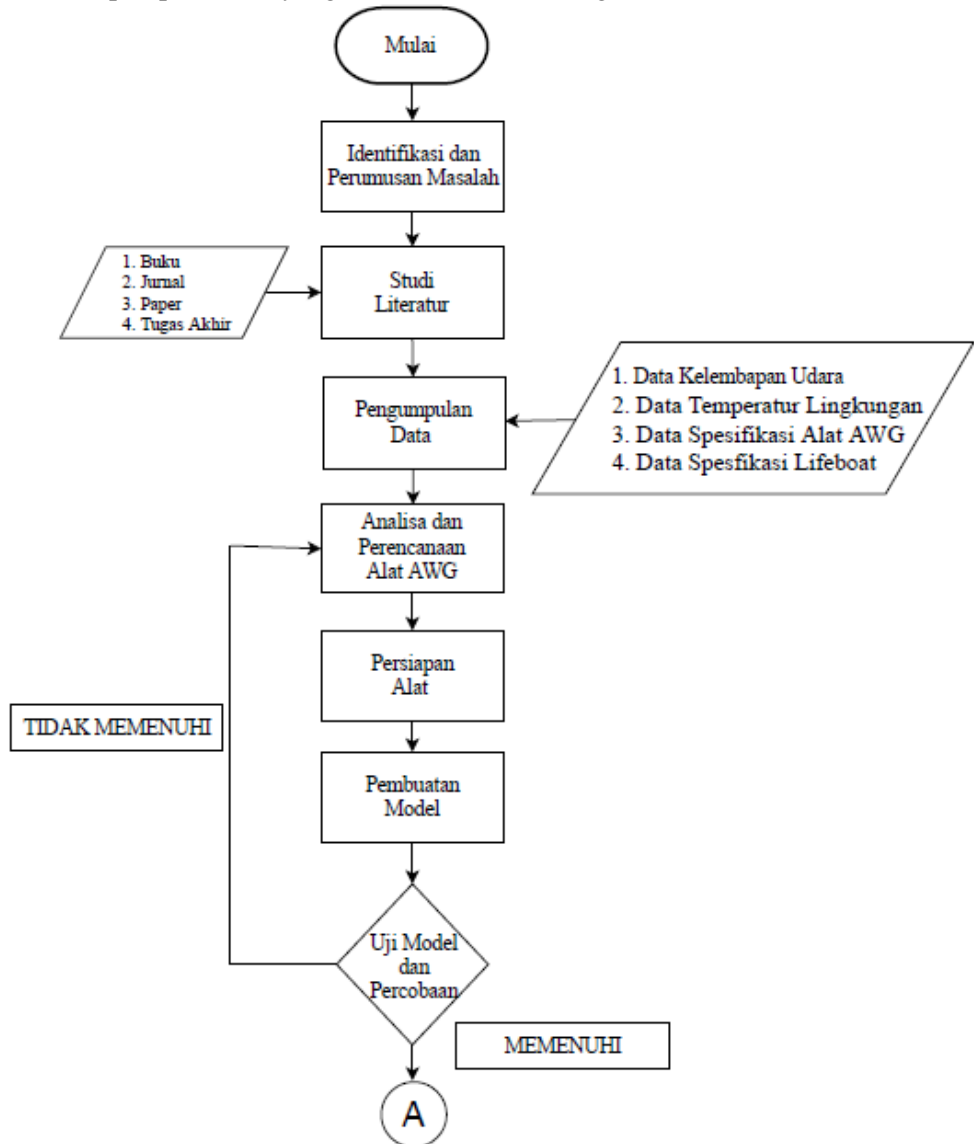
Total perpindahan panas digunakan untuk membandingkan lahu perpindahan panas yang terjadi di setiap model.

$$Q_T = Q_{\text{cond}} + Q_{\text{conv}} \quad \text{Watt}$$

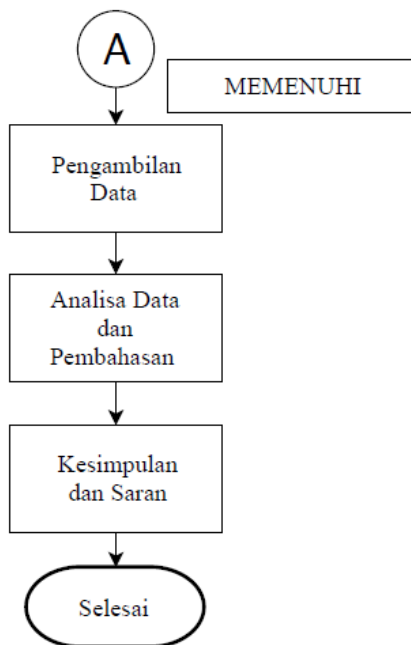
BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir (*Flow Chart*)

Skripsi ini menggunakan metode eksperimental terhadap variasi media perpindahan kalor pada alat *Atmospheric Water Generator* (AWG) dengan menganalisa sistem pendinginan guna mendapat jumlah air yang lebih banyak. Berikut merupakan urutan atau tahapan penelitian yang diuraikan melalui diagram alir dibawah ini :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Tahapan Pengerjaan Skripsi



Gambar 3. 2 Lanjutan Diagram Alir Tahapan Pengerjaan Skripsi

3.2 Metodologi

Penyusunan skripsi ini menggunakan metode eksperimental. Metode ini merupakan suatu pendekatan dengan melakukan percobaan yang dilakukan dengan melakukan perubahan-perubahan terencana terhadap variabel input pada alat AWG untuk menghasilkan air. Dengan adanya percobaan akan diketahui penyebab dan faktor-faktor yang berkaitan dengan output yang dihasilkan.

3.3 Identifikasi Masalah

Tahapan pertama dilakukan perumusan terhadap masalah pada pengujian alat AWG. Untuk meninjau adanya permasalahan yang akan muncul, dilakukan beberapa studi keilmuan yang membahas tentang penggunaan alat AWG dalam menghasilkan air. Terdapat suatu permasalahan dengan media perpindahan kalor untuk sistem pendinginnya. Sebagai media perpindahan kalor, heatsink terbuat dari logam konduktor yang memiliki andil cukup besar untuk membantu menurunkan temperatur pada sisi panas *Thermoelectric Cooler* (TEC). Penurunan temperatur pada TEC akan mempengaruhi temperatur yang ada pada ruang pendingin. Suhu yang semakin rendah pada tingkat kelembapan tertentu akan menghasilkan titik-titik embun, sehingga dengan kajian lebih mendalam pada media perpindahan kalor diharapkan akan mendapat jumlah air yang lebih banyak. Selain itu, juga terdapat batasan masalah. Hal ini dimaksudkan agar topik bahasan lebih mendetail dan tidak terlalu meluas sehingga memudahkan dalam menganalisa masalah dan pembuatan model.

3.4 Studi Literatur

Tahap kedua yaitu dilakukan studi keilmuan yang berguna untuk menyelesaikan masalah yang telah diidentifikasi sebelumnya yang mengacu pada teori-teori tentang sistem pendingin, perpindahan panas, hukum kesetimbangan energi (hukum termodinamika), perubahan fase dan karakteristik air, serta komponen sistem alat AWG yang mendukung adanya perubahan fase. Referensi yang digunakan nantinya diharapkan memiliki nilai keilmuan yang tinggi. Oleh sebab itu studi literature dapat diambil dari sumber terpercaya keilmuannya, seperti :

- a. Buku
- b. Jurnal
- c. *Paper*
- d. Tugas akhir

3.5 Pengumpulan Data

Pengumpulan data penunjang sebelum dilakukannya percobaan bertujuan untuk mempermudah dalam mengolah data hasil percobaan. Berikut merupakan beberapa hal yang dibutuhkan sebagai data penunjang, antara lain :

- a. Data kelembapan udara
Data ini dapat diperoleh melalui website resmi Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Surabaya. disajikan dalam bentuk tabel.

Tabel 3. 1 Temperatur dan Kelembapan Udara Juanda

Bulan	Temperatur Minimum (°C)	Temperatur Maksimum (°C)	Temperatur Rata-Rata (°C)	RH_avg (%)
Januari	24.8	32.3	27.8	82.1
Februari	24.6	32.3	28.0	82
Maret	24.6	32.4	27.7	83.7
April	25.6	32.6	28.4	83.3
Mei	24.9	33.0	19.6	77.5
Juni	23.2	32.1	27.2	76.3
Rata-rata	24.6	32.4	26.4	80.8

Sumber : BMKG Surabaya, ID 96935.

- b. Data temperatur lingkungan
Daa dapat diperoleh melalui website resmi Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Surabaya yang di sajikan dalam bentuk tabel.
- c. Data komponen alat AWG
Data komponen alat ini dapat diperoleh melalui tugas akhir (Setiyawan, 2017) mengenai eksperimen penghasil air tawar dengan menggunakan alat AWG.
- d. Data spesifikasi *lifeboat*
Data ini berisi data fisik *lifeboat* dan barang apa saja yang ada didalamnya.


3.6 Analisa dan Perancangan Alat AWG

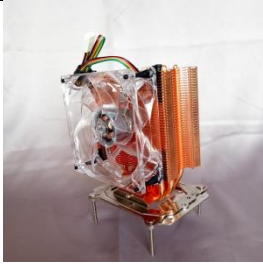


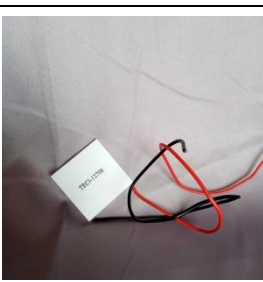
Analisa variasi perancangan model alat berguna sebagai penentu variabel input yang akan diteliti pada penelitian ini. Variabel input diperoleh dengan mengubah peletakkan dari heatsink tembaga dan aluminium, sehingga dapat dibandingkan hasil yang diperoleh. Perancangan ini dilakukan dengan menggunakan data perhitungan sistematis, dimana hasilnya akan dianalisa laju perpindahan panas dengan melakukan penggantian material heatsink untuk menghasilkan jumlah air.

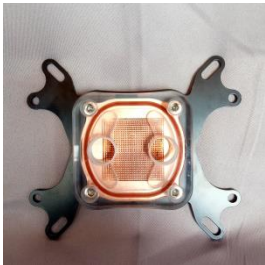
3.7 Persiapan Alat


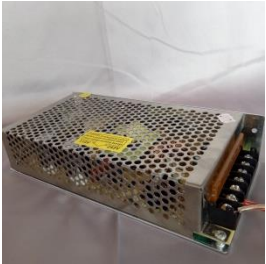



Persiapan alat merupakan awal penting yang harus dilakukan sebelum perakitan alat. Komponen ini berguna untuk menunjang dalam pengambilan data hasil percobaan. Berikut merupakan komponen-komponen yang dibutuhkan, antara lain :

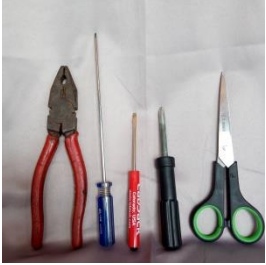




Tabel 3. 2 Komponen-komponen alat AWG

No	Alat	Gambar	Fungsi
1	<i>Heatsink</i> Alumunium		<p>Lempengan logam alumunium yang bertujuan untuk menyerap dan melepaskan kelebihan panas yang ditimbulkan oleh TEC.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3 Heatpipe Dimension : 121 x 75.5 x 135.7 mm Weight : 429 gr Rated voltage : 12 VDC Rated current : 0.13 A Power input 1.56W Fan Speed : 1600 RPM Max. air flow : 55.50 CFM • 4 heatpipe Dimension : 135 x 80 x 154.5 mm Weight : 602 gr Rated voltage : 12 VDC Rated current : 0.19 A Power input 2.28 W Fan Speed : 1500 RPM Max. air flow : 74.34 CFM

2	<i>Heatsink Tembaga</i>		<p>Lempengan logam tembaga yang bertujuan untuk menyerap dan melepaskan kelebihan panas yang ditimbulkan oleh TEC.</p> <p>Dimension (mm) = 97.5 (L) x 93 (W) x 124 (H)</p> <p>Weight : 587 gr</p> <p>Rated voltage : 12 VDC</p> <p>Rated current : 0.03~ 0.1 ±0.02 A</p> <p>Air flow : 20~45 CFM</p> <p>Speed : 900 ~ 2000 RPM</p>
3	<i>Fan</i>		<p>Berguna untuk mensirkulasikan udara.</p> <p>Overall Dimension: 120x120x25 mm</p> <p>Weight: 150g</p> <p>Rated Voltage: 12 VDC</p> <p>Operating Voltage: 10.8-13.2 VDC</p> <p>Starting Voltage: 7 VDC</p> <p>Rated Current: 0.25A</p> <p>Power Input: 3 W</p> <p>Fan Speed: 700-1800 RPM</p> <p>Max. Air Flow: 74.5 CFM</p>
4	Selang fleksibel		<p>Sebagai penghubung antara pipa tembaga dengan <i>waterblock</i>.</p>
5	<i>Thermoelectric cooler (TEC)</i>		<p>sebuah teknologi berbentuk kotak yang dapat memberikan sisi dingin dan sisi panas bila diberi arus masukan.</p> <p>Hot Side T(°C) : 50 °C</p> <p>Delta Tmax (°C) : 75 °C</p> <p>Qmax (Watts) : 92 W</p>

			<p>Imax (Amps) : 6 A Vmax (Volts) : 15.4 Module Resistance (Ω) : 1.98</p>
6	Waterblock aluminium		<p>Sistem pendingin TEC yang terbuat dari aluminium dan media pendinginnya menggunakan fluida. Overall Dimension: 40 mm x 40 mm x 12 mm Dimension of fitting: 7 mm</p>
7	Waterblock tembaga		<p>Sistem pendingin TEC yang terbuat dari tembaga dan media pendinginnya menggunakan fluida. Overall Dimension (cm): 10,5 x 9,0 x 4.0 Dimension of copper box (cm): 5 x 5 Dimension of fitting (mm): 10</p>
8	Pipa Tembaga		<p>berguna untuk <i>condenser</i> dengan dialirkan fluida pendingin</p>
9	Hygrometer		<p>sebuah alat yang berguna untuk pengukur tingkat kelembapan dan suhu udara</p>

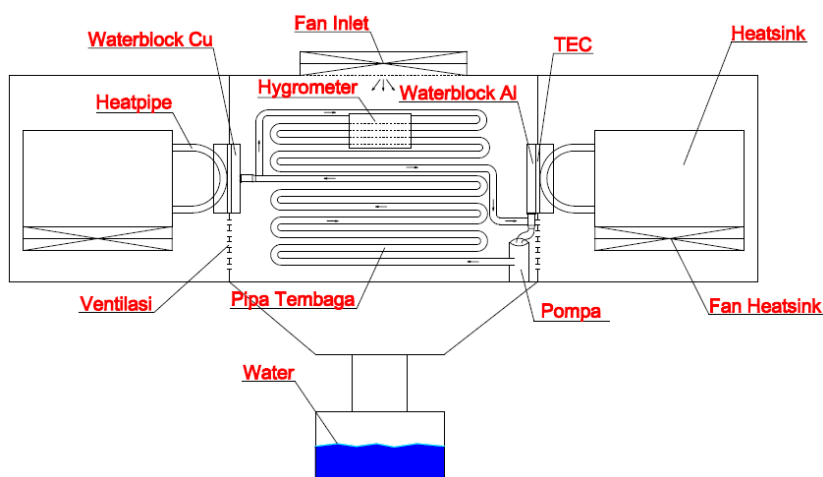
10	Pompa Air		<p>Untuk mensirkulasi fluida pendingin yang terdapat pada pipa tembaga. Brushless DC Pump Hmax: 300cm Qmax: 240 L/H Input: DC 12V , 4.2W Max. Liquid T(°C) :60°C</p>
11	Powersupply		<p>Sebagai supply sumber listrik yang dapat mengubah arus AC PLN menjadi arus DC untuk kebutuhan alat listrik desain model AWG Model : S-360-12 AC Input : 110- 220 V ±15% DC Output : 12 V = 30 A</p>
12	Thermal pasta		<p>Sebagai penghubung antara alat listrik yang bersinggungan</p>
13	Coolant		<p>Sebagai refrigerant yang dimasukkan kedalam pipa tembaga.</p>
14.	Suntik		<p>Untuk membantu pengisian cairan coolant</p>

15	Tang, obeng, gunting		Membantu untuk pemasangan dan juga fitting dalam perakitan alat
16	Kabel dan isolasi		Sebagai media penghantar arus listrik
17	Perekat		Untuk merekatkan sambungan dan mencegah kebocoran
18	Gelas ukur		Sebagai wadah ukur hasil air yang dihasilkan
19	Termometer		Sebuah alat untuk mengukur suhu lingkungan sekitar. Satuan suhu dalam ($^{\circ}\text{C}$)

20	Termometer laser		Sebuah alat untuk mengukur suhu sisi panas, sisi dingin, <i>heatsink</i> , <i>heat pipe</i> , <i>copper pipe</i> . Satuan suhu dalam ($^{\circ}\text{C}$)
21	Tachometer		Sebuah alat untuk mengukur putaran baling-baling fan dengan satuan (rpm)
22	Anemometer		Sebuah alat untuk mengukur kecepatan angin pada setiap fan. Output satuan anemometer dalam (m/s)
23	Multimeter		Sebuah alat untuk mengukur besar tegangan yang masuk pada alat
24	Chasing akrilik		Sebagai wadah atau tempat sebuah prototype alat AWG

3.8 Pembuatan Model

Dalam pembuatan model perlu dilakukan perakitan komponen-komponen dan alat listrik. Perangkat listrik ini akan dihubungkan dengan sumber listrik dari PLN. Perakitan bertujuan untuk memberikan suplai energi pada komponen alat AWG. Alat-alat yang memerlukan listrik antara lain TEC dan *Fan*. Selain itu dibuat *chasing* sebagai wadah agar sistem pendinginan dapat bekerja secara maksimal. Berikut merupakan contoh perakitan model alat AWG.



Gambar 3. 3 Alat *Atmospheric Water Generator* (AWG)

3.9 Uji Model dan Percobaan

Pengujian model dilakukan dengan memvariasikan peletakkan *heatsink* tembaga sebagai media pelepas panas. Melalui variasi ini dapat dibandingkan dengan melihat jumlah air yang didapat selama percobaan berlangsung. Untuk mendapat hasil yang maksimal, pengujian dilakukan pada :

Waktu	: Malam hari
Durasi	: 7 jam
Voltase	: 12 V
Pengamatan	: Setiap 15 menit
Lokasi	: Workshop MMS

3.9.1 Prosedur percobaan

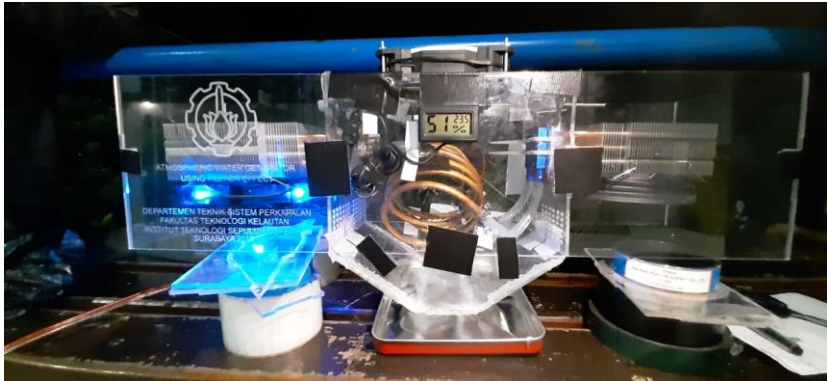
Langkah-langkah sistematis yang dilakukan peneliti dalam melakukan percobaan adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan komponen alat untuk dilakukan perakitan.
2. Mempersiapkan alat ukur yang dibutuhkan untuk mengambil data.
3. Merangkai alat AWG dengan variasi percobaan seperti pada Gambar 3.4, Gambar 3.5, Gambar 3.6, Gambar 3.7, dan Gambar 3.8.
4. Memberikan suplai energi listrik dari sumber listrik (PLN).
5. Melakukan pengujian dengan mengoperasikan alat AWG.
6. Mengamati serta mengambil data percobaan.

3.9.2 Variasi percobaan

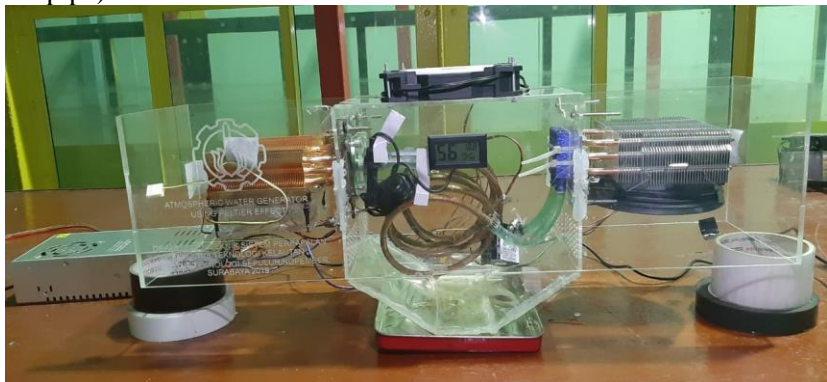
Variasi percobaan yang dilakukan dalam eksperimen ini berfokus pada variasi material *heatsink* yang digunakan. Terdapat 4 variasi pengujian yang dilakukan dalam percobaan ini, yaitu:

1. Pengujian 1 dengan heatsink aluminium (4 heatpipe) dan heatsink aluminium (3 heatpipe)



Gambar 3. 4 Pengujian 1

2. Pengujian 2 dengan heatsink tembaga (3 heatpipe) dan heatsink aluminium (3 heatpipe)



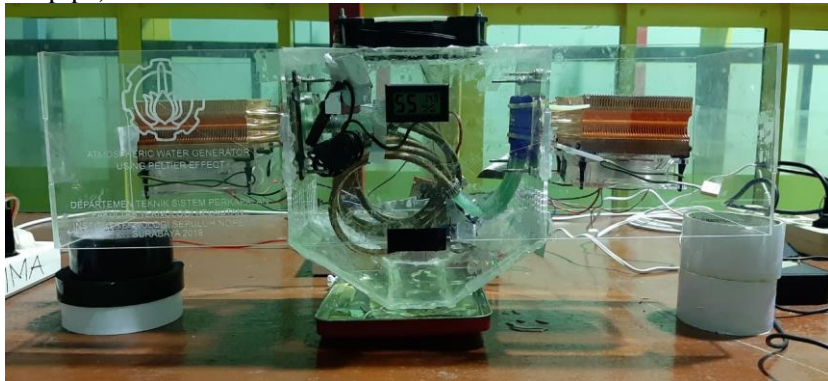
Gambar 3. 5 Pengujian 2

3. Pengujian 3 dengan heatsink tembaga (3 heatpipe) dan heatsink aluminium (4 heatpipe)



Gambar 3. 6 Pengujian 3

4. Pengujian 4 dengan heatsink tembaga (3 heatpipe) dan heatsink tembaga (4 heatpipe)



Gambar 3. 7 Pengujian 4

3.10 Pengambilan Data

Pada tahap ini dilakukan pengambilan data hasil yang berguna sebagai parameter pada kinerja sistem pendingin pada alat AWG. Adapun data-data yang diambil, antara lain :

1. Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)

Data temperatur dapat diperoleh menggunakan 2 alat ukur, yaitu termometer dan termometer laser. Hasil pengukuran akan ditunjukkan dengan satuan suhu ($^{\circ}\text{C}$). Termometer digunakan untuk mengukur suhu lingkungan sekitar sedangkan termometer digital digunakan untuk mengukur temperatur suhu sisi panas, sisi dingin, *heatsink*, *heatpipe*, *copper pipe*.

2. Kelembapan udara (RH)

Data ini dapat diperoleh dari pengukuran menggunakan hygrometer pada ruang pendingin. Hasil pengukuran ditunjukkan dalam bentuk (%).

3. Tegangan (Volt)
 Besar tegangan diperoleh melalui pengukuran pada powersupply menggunakan multimeter. Hasil pengukuran tegangan ditunjukkan dalam satuan (V).
4. Putaran fan (rpm)
Fan berputar karena adanya arus listrik yang masuk, sehingga dari putaran *fan* dapat dilakukan pengukuran menggunakan tachometer. Pengukuran ini dilakukan pada *fan* inlet yang terletak di *chasing* bagian atas. Dan hasil pengukurannya ditunjukkan dalam satuan (rpm).
5. Kecepatan angin (m/s)
 Pengukuran ini berhubungan dengan putaran baling-baling pada fan inlet, dan 2 *fan* yang tersambung pada *heatsink*. Data akan diambil menggunakan anemometer yang diletakkan di bagian sisi atas fan. Hasil pengukuran akan ditunjukkan dalam satuan (m/s)
6. Volume Air (ml)
 Data volume air diperoleh setelah melakukan percobaan, dimana hasil ini didapatkan melalui proses kondensasi pada pipa tembaga didalam ruang pendingin selama kurun waktu 7 jam. Titik-titik embun tersebut dapat diukur volumenya menggunakan gelas ukur. Hasil pengukuran akan ditunjukkan dalam satuan (ml).

3.11 Analisa Data

Setelah melakukan percobaan dan pengambilan data, selanjutnya dilakukan analisa pada ke-4 model. Analisa ini bertujuan untuk mengetahui peforma alat pelepas panas terhadap alat AWG untuk menghasilkan jumlah air.

Berikut adalah data yang akan dianalisa, yaitu :

- a). Analisa dew point temperatur
 Analisa yang berguna untuk mengetahui berapa batas temperature yang dibutuhkan untuk membuat kondensai.
- b). Data hasil percobaan
 Data ini murni diperoleh dari hasil eksperimen dan data geometri alat yang digunakan.
 1. Geometri *heatsink*
 2. *Water capacity*
- c). Analisa thermal heatsink
 Analisa ditujukan untuk mengidentifikasi pengaruh panas heatsink pada kinerja alat AWG.
 1. Total area yang Dialiri Udara
 2. Parameter Perpindahan Panas
 3. Koefisien Gesek

4. Perpindahan panas konduksi
 5. Perpindahan panas konveksi
 6. Total perpindahan panas
- d). Presentase air
- Presentase air berhubungan dengan jumlah air yang dipengaruhi oleh kerja system pendingin.
1. Data kelembapan dan volume air
 2. Kecepatan fan
 3. Massa udara yang dihisap kipas
 4. Kapasitas air dalam udara
 5. Presentase air yang terkumpul
- e). Analisa data hasil percobaan
- Analisa dilakukan dengan melakukan pembacaan grafik hasil eksperimen daar setiap model. Terdapat data yang dipeerbandingkan, yaitu :
1. Kelembapan dan temperatur lingkungan terhadap waktu
 2. Temperatur terhadap waktu
 3. Flowrate dan putaran kipas terhadap waktu

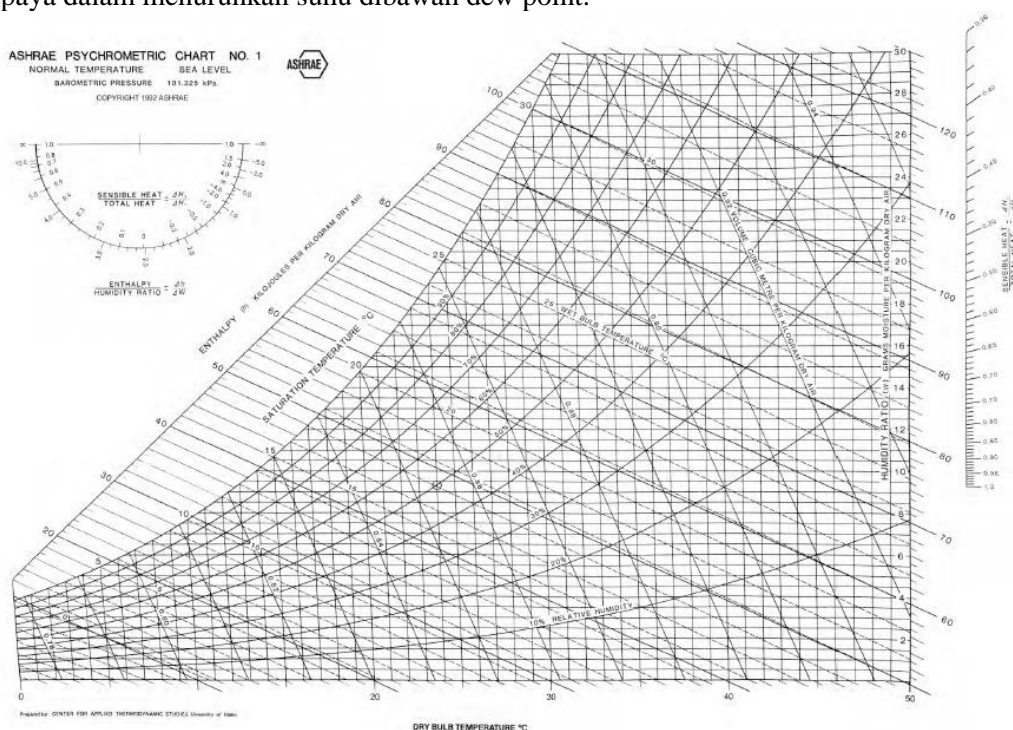
3.12 Kesimpulan

Pada akhir penelitian, selanjutnya dapat ditarik beberapa kesimpulan. Kesimpulan ini nantinya merupakan jawaban permasalahan atas penelitian yang telah dilakukan, serta diharapkan mampu menjawab hipotesa awal. Selain itu, kesimpulan juga berdampingan dengan penulisan saran. Penulisan ini berdasar hasil penelitian untuk memperbaiki tugas akhir supaya lebih sempurna.

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Dew Point Temperature

Dew point temperature dapat disebut dengan titik embun. Dalam prinsipnya, pengembunan dapat terjadi ketika terjadi perubahan entalpi (gas menjadi cair) pada temperature tetap (panas laten). Suatu wilayah memiliki dew point temperature yang berbeda, hal ini dapat diketahui dengan melihat temperature dan tingkat kelembapan saat itu. Percobaan dilakukan di Surabaya pada bulan Juni – Juli dengan suhu lingkungan rata-rata adalah 28°C dan tingkat kelembapan sekitar 55-60 %. Dengan adanya dua parameter tersebut dapat dilakukan pembacaan dew point pada diagram psikometri. Hasilnya, didapatkan dew point sebesar 19°C dimana titik embun mulai terjadi. Untuk mendapatkan hasil kondensasi yang lebih optimal, maka perlu diadakan upaya dalam menurunkan suhu dibawah dew point.



Gambar 4. 1 Diagram Psikometri (ASHRAE)
Sumber : www.ashrae.org

4.2 Data Hasil Eksperimen

Dalam eksperimen Atmospheric Water Generator (AWG) variasi material pelepas panas heatsink dengan 4 model diperoleh beberapa data, diantaranya adalah data kelembapan, temperatur lingkungan, temperature ruang pendingin, temperature hot side, temperature cold side, flow rate kipas, temperature pipa tembaga, putaran kipas, dan jumlah air.

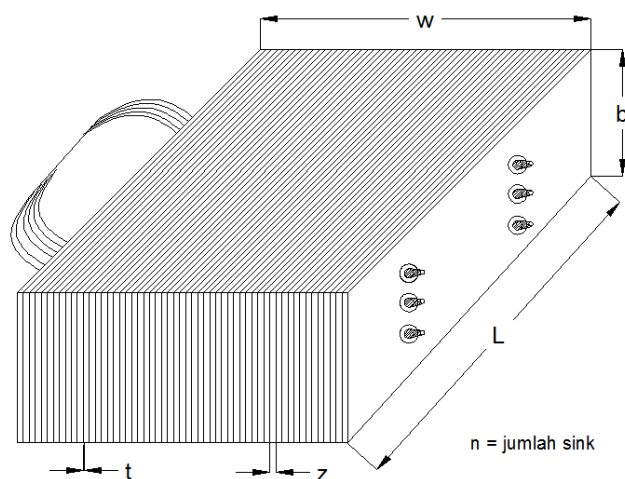
Berikut adalah hasil eksperimen pada ke-4 model :

Tabel 4. 1 Data hasil eksperimen (dalam rata-rata)

Rata-rata		Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
RH (%)		56.7	57.3	55.5	55.8
Tlingkungan (°C)		26.6	28	28.5	27.6
Truang pendingin (°C)		20.4	20.7	19.8	17.3
Water block	Hot Side (Cu) (°C)	27.3	32.3	31.3	32.4
	Hot Side (Al) (°C)	30.5	31.7	30.1	32.3
	Cold Side (Cu) (°C)	25.8	27.4	28.0	27.4
	Cold Side (Al) (°C)	25.8	27.4	27.8	27.4
Heatsink (waterblock Cu) (°C)		28.1	30.0	30.6	29.9
Heatsink (waterblock Al) (°C)		30.9	32.9	31.1	30.4
Heatpipe (waterblock Cu) (°C)		26.8	31.5	30.4	32.5
Heatpipe (waterblock Al) (°C)		28.6	30.0	298	31.6
Fan (m/s)	Flow rate (atas)	2.2	2.2	2.1	2.1
	Flow rate (kiri)	1.2	1.6	1.6	1.7
	Flow rate (kanan)	0.5	0.7	1.5	1.7
Copper tube (°C)		25.8	27.2	27.7	27.5
RPM		1692.9	1743.1	1746.5	1753.3
Water (ml)		37.1	27	44.5	58.9

4.2.1 Geometri Heatsink

Geometri heatsink menunjukkan dimensi perangkat pelepas panas. Besarnya performa heatsink dipengaruhi konduktivitas thermal sink, luas permukaan sink yang mana berhubungan dengan tebal sink dan susunan sink. Dari ketiga heatsink yang digunakan dalam eksperimen memiliki perbedaan, perbedaan, umumnya perbedaan ini tergantung hasil produksi setiap pabrik. Berikut merupakan geometri heatsink yang digunakan :

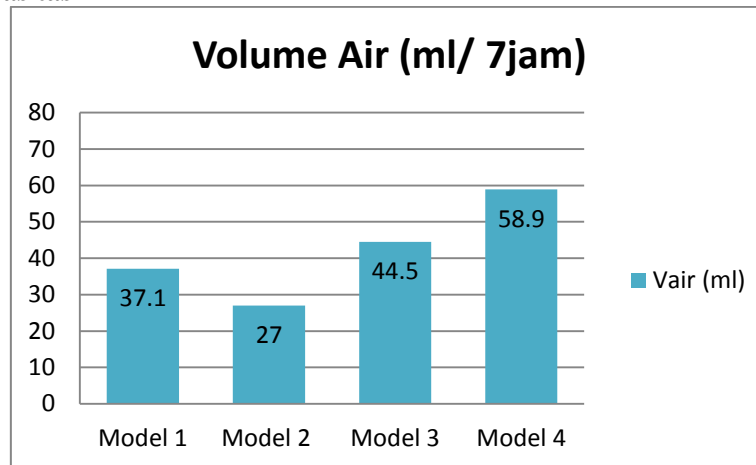


Gambar 4. 2 Geometri Heatsink

Tabel 4. 2 Geometri heatsink

	Heatsink Al (3 Heatpipe)	Heatsink Al (4 Heatpipe)	Heatsink Cu (3 Heatpipe)
w (cm)	8.8	11	8.4
L (cm)	10.8	12	9.6
b (cm)	4.3	5	4.7
t (cm)	0.01	0.01	0.01
z (cm)	0.2	0.2	0.2
n (cm)	44	55	42
Berat (m)	0.429	0.602	0.587

4.2.2 Kapasitas Air



Grafik 4. 1 Grafik kapasitas air hasil eksperimen

Dari grafik 4.3 kapasitas air dapat diketahui volume air yang diperoleh paling optimal terdapat pada model ke-4 yaitu sebesar 58.9 ml/7jam. Sedangkan pada model 1 diperoleh jumlah air sebesar 37.1 ml/7jam, model 2 diperoleh jumlah air sebesar 27 ml/7jam, dan 44.5 ml/7jam pada model ketiga. Berdasarkan jumlah air yang didapat dari hasil percobaan dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan material pelepas panas mempengaruhi jumlah air tawar yang diperoleh.

4.3 Analisa Thermal Heatsink

Heatsink mengalami perpindahan panas secara konduksi dan konveksi paksa. Perhitungan diperlukan untuk mengetahui besar perpindahan panas yang terjadi. Model ke-4 dengan perakitan heatsink tembaga disebelah kiri menjadi sampel perhitungan dibawah ini. Total perpindahan panas akan diketahui dengan memasukkan beberapa persamaan, berikut persamaan analisa thermal heatsink :

4.3.1 Total Area yang Dialiri Udara

Area ini adalah luasan yang bersinggungan langsung dengan fluida yang dialirkan oleh kipas untuk mendinginkan panas yang merambat pada fin heatsink, dan bertujuan untuk menghindari panas berlebih.

4.3.1.1 Area Heatsink (Inman , 2014)

Perhitungan area heatsink diketahui dengan menghitung tinggi heatsink (b) dengan jarak fin (z).

$$\begin{aligned} A_c &= b \times z \\ &= 0.4047 \times 0.02 \\ &= 0.0001 \quad \text{m}^2 \end{aligned}$$

4.3.1.2 Total Flow Area (Inman , 2014)

Total flow area ($A_{f,T}$) adalah luasan heatsink yang dialiri aliran konveksi paksa oleh fan.

$$\begin{aligned} A_{f,T} &= A_c \times n \\ &= 0.0001 \times 42 \\ &= 0.0039 \quad \text{m}^2 \end{aligned}$$

4.3.1.3 Total Luas Permukaan (Inman , 2014)

Total luas permukaan ($A_{s,T}$) merupakan keseluruhan area yang dapat digunakan untuk mengkonveksikan panas ke lingkungan

$$\begin{aligned} A_{s,T} &= 2 \times b \times L \times n \\ &= 2 \times 0.047 \times 42 \\ &= 0.3790 \quad \text{m}^2 \end{aligned}$$

4.3.2 Parameter Perpindahan Panas

Perhitungan parameter digunakan untuk menghitung perpindahan panas pada heatsink. Parameter tersebut yaitu, Bilangan Peclet (Pe), Bilangan Reynolds (Re), Bilangan prandtl (Pr), Bilangan Nusselt (Nu).

4.3.2.1 Bilangan Peclet (Pe)

Bilangan ini menyatakan hubungan antara jumlah perpindahan panas yang disebabkan oleh konveksi dan jumlah perpindahan panas yang disebabkan oleh konduksi.

$$\begin{aligned} Pe &= (\vartheta \times A_{f,T}) / \nu \\ &= (1.7 \times 0.0039) / 1.6727 \times 10^{-5} \\ &= 395.5435 \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} A_{f,T} &= 0.0039 \quad \text{m}^2 \\ \vartheta &= \text{kecepatan rata-rata udara (m/s)} \\ \nu &= \text{viskositas udara (m}^2\text{/s)} \\ &= \mu / \rho \\ &= 1.983 \times 10^{-5} \times 1.1855 \\ &= 1.6727 \times 10^{-5} \quad \text{m}^2\text{/s} \end{aligned}$$

4.3.2.2 Bilangan Reynolds (Re)

Bilangan ini menyatakan mengklasifikasikan jenis aliran fluida yang melewati heatsink.

$$\begin{aligned} \text{Re} &= (\rho \times v \times A_{f,T}) / \mu \\ &= (1.1855 \times 1.7 \times 0.0039) / 1.983 \times 10^{-5} \\ &= 468.9168 \end{aligned}$$

Pada $\text{Re} \leq 2000$, laju aliran udara pada heatsink adalah aliran laminar.

Dimana:

$$\begin{aligned} \rho_{\text{udara}} &= 1.1855 \quad \text{kg/m}^3 \text{ (Sugiarto, Handayani, \& Iskandar)} \\ \mu &= 1.983 \times 10^{-5} \quad \text{kg/ms} \end{aligned}$$

4.3.2.3 Bilangan Prandtl (Pr)

Bilangan prandtl (Pr) menjadi bagian untuk menghitung koefisien perpindahan panas secara konveksi.

$$\begin{aligned} \text{Pr} &= \text{Pe} / \text{Re} \\ &= 395.5435 / 468.9168 \\ &= 0.8435 \end{aligned}$$

4.3.2.4 Bilangan Nusselt (Nu)

Bilangan Nusselt (Nu) digunakan untuk menunjukkan proses perpindahan panas pada fin.

$$\begin{aligned} \text{Nu} &= (h \times A_{f,T}) / k \\ &= (15725.36 \times 0.003948) / 385 \\ &= 0.1613 \end{aligned}$$

Dimana :

$$h = \text{koefisien perpindahan panas konveksi}$$

4.3.2.5 Koefisien Gesek Heatsink (Cf) (Inman, 2014)

Koefisien Gesek Heatsink (Cf) merepresentasikan koefisien gesekan fluida dengan fin pada heatsink.

$$\begin{aligned} \text{Cf} &= 1.328 \text{Re}^{0.5} \\ &= 0.0613 \end{aligned}$$

4.3.3 Perpindahan Panas Konduksi

Perpindahan panas konduksi terjadi dengan perambatan kalor pada perantara berupa material logam pada heatsink. Untuk mendapatkan nilai perpindahan panas secara konduksi akan dihitung laju aliran udara dan kapasitas kalor terlebih dahulu.

4.3.4.1 Laju Aliran Udara (\dot{m}) (Inman , 2014)

Laju aliran udara (\dot{m}) digunakan untuk menghitung aliran laminar pada penampang heatsink.

$$\begin{aligned}\dot{m} &= \rho \times \vartheta \times A_{s,T} \\ &= 1.1855 \times 1.7 \times 0.3790 \\ &= 0.7530 \quad \text{kg/s}\end{aligned}$$

4.3.4.2 Kapasitas Kalor

Kapasitas kalor atau kapasitas panas (C_p) merupakan besaran yang digunakan untuk menggambarkan banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu zat (benda) sebesar jumlah tertentu.

$$\begin{aligned}C_p &= m \times c \\ &= 0.587 \times 1000 \\ &= 587 \quad \text{J/K}\end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned}m &= \text{massa heatsink} \\ &= 0.587 \quad \text{kg} \\ c &= \text{kalor jenis udara} \quad \text{J/kg}^\circ\text{C}\end{aligned}$$

4.3.4.3 Perpindahan Panas Konduksi (Inman , 2014)

Perpindahan panas konduksi (Q_{cond}) adalah energy yang ditransfer melalui electron bebas pada heatsink

$$\begin{aligned}Q_{\text{cond}} &= \dot{m} \times C_p \times \Delta T \\ &= 0.7530 \times 587 \times 2.3 \\ &= 1013.561 \quad \text{Watt}\end{aligned}$$

4.3.4 Perpindahan Panas Konveksi

Perpindahan panas ini terjadi dengan cara konveksi paksa yang melewati fluida udara yang dihaikan oleh kipas untuk mendinginkan perambatan kalor secara konduksi pada fin heatsink.

4.3.5.1 Koefisien Perpindahan Panas Konveksi (Inman , 2014)

Koefisien perpindahan panas konveksi (h) merupakan parameter yang menginterpretasikan variabel yang dapat mempengaruhi proses konveksi. Nilai variabel diperoleh dari hasil percobaan

$$\begin{aligned}h &= (k/L) 0.644 \text{Re}^{0.5} \text{Pr}^{1/3} \\ &= (385 / 0.096) 0.644 \text{Re}^{0.5} \text{Pr}^{1/3} \\ &= 15725.3550 \quad \text{W/m}^2\text{K}\end{aligned}$$

4.3.5.2 Perbedaan Temperatur

Perbedaan temperatur (ΔT) digunakan untuk menghitung selisih temperatur panas heatsink dengan temperature lingkungan.

$$\begin{aligned}\Delta T &= T_{\text{heatsink}} - T_{\text{lingkungan}} \\ &= 302.9 - 300.6 \\ &= 2.3 \quad \text{K}\end{aligned}$$

4.3.5.3 Perpindahan Panas Konveksi (Inman , 2014)

Perpindahan panas konveksi merupakan (Q_{conv}) perpindahan energy yang diakibatkan oleh aliran udara pada heatsink

$$\begin{aligned}Q_{\text{conv}} &= A_{s,T} \times h \times \Delta T \\ &= 0.3790 \times 15725.3550 \times 2.3 \\ &= 13666.9776 \quad \text{Watt}\end{aligned}$$

4.3.5 Total Perpindahan Panas (Q_T)

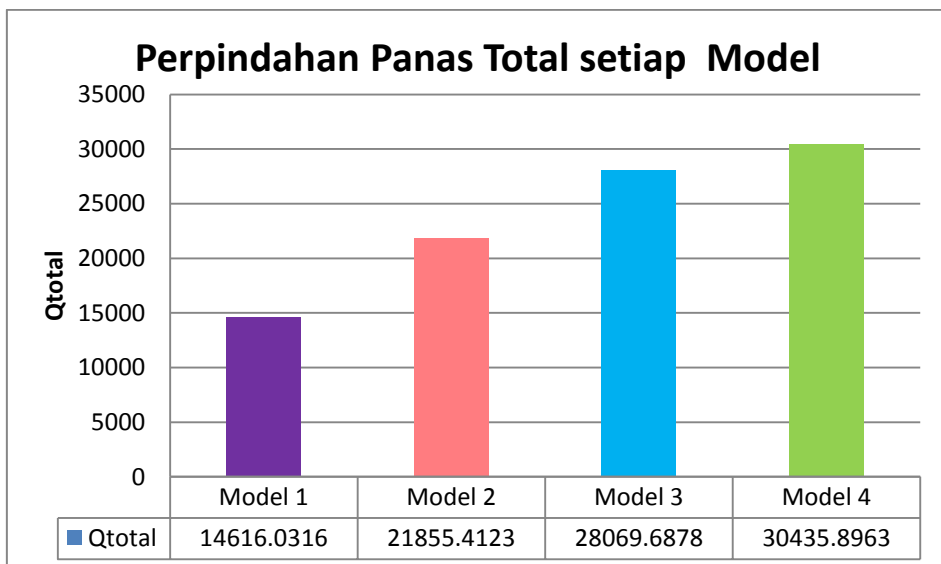
Total perpindahan panas pada heatsink diperoleh dengan menjumlahkan perpindahan panas secara konduksi dan konveksi.

$$\begin{aligned}Q_T &= Q_{\text{cond}} + Q_{\text{conv}} \\ &= 1013.561 + 13666.9776 \\ &= 14680.5388 \quad \text{Watt}\end{aligned}$$

4.3.6 Hasil Perhitungan Model

Tabel 4. 3 Hasil analisa thermal pada ke-4 model

	Model 1		Model 2		Model 3		Model 4	
	Al -4hp (kanan)	Al -3hp (kanan)	Cu (kiri)	Al -3hp (kanan)	Cu (kiri)	Al -4hp (kanan)	Cu (kiri)	Cu (kanan)
Ac	0.0001	0.0001	0.000094	0.000086	0.000094	0.0001	0.000094	0.000086
$A_{f,T}$	0.0055	0.0038	0.0039	0.0038	0.0039	0.0055	0.003948	0.0036
$A_{s,T}$	0.66	0.4087	0.3790	0.4087	0.3790	0.66	0.379008	0.3468
Pe	382.0968	111.5496	378.4521	163.0340	372.7550	484.1405	395.5435	361.8802
Re	452.9758	132.2420	448.6550	193.2768	441.9010	573.9486	468.9168	429.0090
Pr	0.8435	0.8435	0.8435	0.8435	0.8435	0.8435	0.8435	0.8435
Nu	0.1766	0.0730	0.1988	0.0882	0.1565	0.1988	0.1613	0.1411
Cf	0.0624	0.1155	0.0627	0.0955	0.8435	0.0554	0.0613	0.0641
\dot{m}	0.9092	0.2389	0.7205	0.0955	0.7096	1.1521	0.7530	0.6889
Cp	602	429	587	429	587	602	587	587
Q_{cond}	821.0416	445.9982	848.72692	733	902.0220	1841.4697	1013.5611	1133.6773
\dot{h}	6487.4000	3894.7129	15381.858	4708.4783	15265.641	7302.4680	15725.4	15041.3
ΔT	1.5	4.4	2.0	4.9	2.2	2.7	2.3	2.8
Q_{conv}	6422.5260	6926.4658	11699.900	9422.0587	12529.250	12796.945	13666.977	14621.680
Q_T	7243.5676	7372.4640	11699.900	10155.511	13431.272	14638.415	14680.538	15755.357
Q_{model}	14616.0316		21855.4123		28069.6878		30435.8963	



Gambar 4. 3 Perpindahan panas total setiap model

Tabel 4.3 dan gambar 4.3 menunjukkan bahwa penggantian material heatsink dengan konduktivitas thermal yang berbeda akan mempengaruhi laju perpindahan kalor. Perpindahan panas heatsink di setiap model telah dianalisa hasilnya dan dapat disimpulkan bahwa perpindahan panas pada model 1 ($Q_{total} = 14616.0316 \text{ W}$) < perpindahan panas pada model 2 ($Q_{total} = 21855.4123 \text{ W}$) < perpindahan panas pada model 3 ($Q_{total} = 28069.6878 \text{ W}$) < perpindahan panas pada model 4 ($Q_{total} = 30435.8963 \text{ W}$). Dapat diketahui besar nilai laju perpindahan panas setiap heatsink akan semakin meningkat dengan meningkatnya nilai konduktivitas thermal, koefisien perpindahan panas, laju aliranfluida, parameter perpindahan panas, serta bentuk geometri dari heatsink itu sendiri.

Peningkatan kemampuan rambat kalor untuk melepas panas dinilai lebih optimal untuk menurunkan panas pada heatsink. Bentuk penurunan panas yang lebih cepat akan menguntungkan kinerja TEC. Semakin dingin temperature heatsink akan menurunkan temperature sisi panas TEC, sehingga perbedaan temperature pada TEC juga akan menurunkan temperature pada sisi dingin tersebut. dampaknya, waterblock akan merambatkan temperature dingin tersebut ke instalasi pipa tembaga di ruang pendingin. Pipa tersebut akan semakin cepat menghasilkan pengembunan apabila telah menyentuh dew point temperaturenya, sehingga mampu menghasilkan volume air yang lebih banyak.

Berdasarkan hasil air yang didapat terjadi kenaikan volume dari model 2 ($27 \text{ ml}/7\text{jam}$), model 1 ($37.1 \text{ ml}/7\text{jam}$), model 3 ($44.5 \text{ ml}/7\text{jam}$), model 4 ($58.9 \text{ ml}/7\text{jam}$). Kenaikan pada model 2, 3, dan 4 sebanding dengan meningkatnya laju perpindahan panas tiap model. Berbeda hal dengan volume pada model 1 yang lebih tinggi dari model 2 sedangkan nilai perpindahan panas ada di bawah model 2. Kurang optimalnya perakitan membuat lapisan batas antara TEC dan heatsink. Lapisan batas ini menjadi

penghambat laju aliran panas yang dirambatkan dari TEC ke heatsink, sehingga menurunkan kinerja dalam menghasilkan air.

4.4 Analisa Perbandingan Presentase Air (%)

Perhitungan presentase air berguna untuk mengetahui tingkat air yang dapat dihasilkan oleh alat AWG. Presentase akan dinyatakan dalam bentuk persen (%) dimana hasil tersebut akan dilakukan perbandingan dengan kondisi percobaan yang telah dilakukan pada setiap model. Perhitungan akan dimulai dengan pembacaan diagram psikometri untuk mencari kelembapan relative yang dilakukan disetiap kondisi percobaan. Selain itu digunakan beberapa persamaan untuk memperoleh presentase air, diantaranya persamaan untuk menghitung kecepatan kipas, massa udara yang dihisap kipas, dan kapasitas air dalam udara. Ada beberapa data tambahan yang dapat digunakan, berikut merupakan beberapa data untuk mencari presentase air :

$$\begin{aligned}\rho_{\text{air}} &= 1 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 1000 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1 \text{ ton/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{udara}} &= 1.2 \text{ kg/m}^3 \\ &= 0.0012 \text{ gr/cm}^3\end{aligned}$$

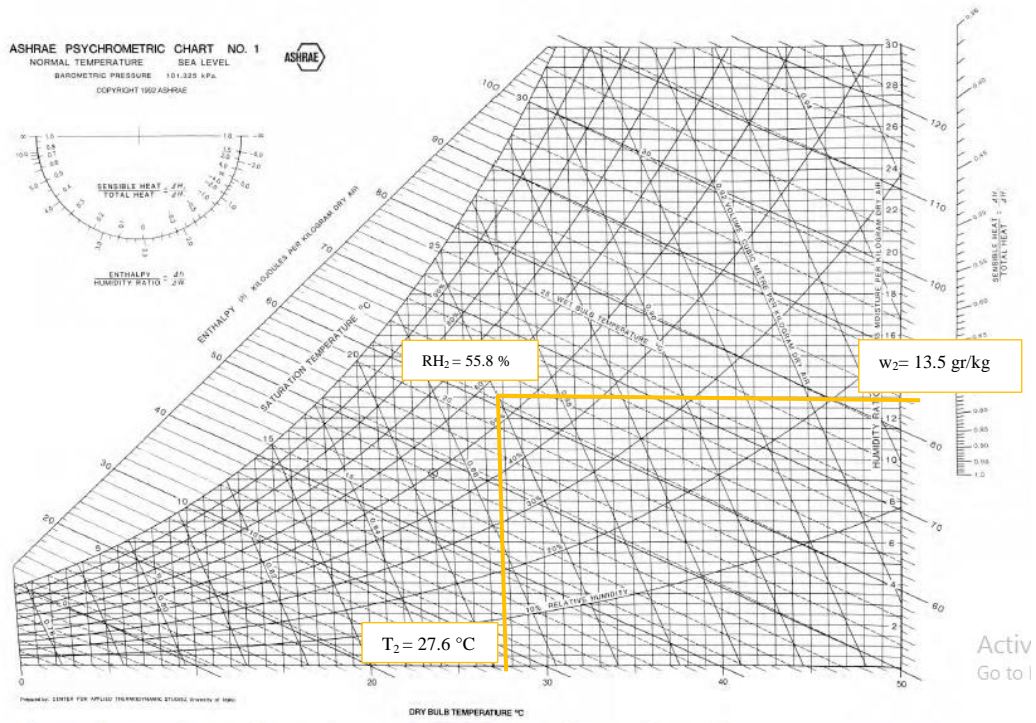
$$1 \text{ CFM} = 28.32 \text{ l/min}$$

4.4.1 Data Temperatur, Kelembapan, dan Volume Air

Data rata-rata mengenai temperatur, kelembapan dan volume air yang diperoleh dari hasil eksperimen disajikan pada tabel 4.4. data ini bersifat sebagai data utama untuk mencari presentase air yang diperoleh oleh setiap model. Pada tahap ini dilakukan pembacaan diagram psikometri untuk memperoleh kelembapan relative.

Tabel 4. 4 Data temperature lingkungan, kelembapan, dan volume air

Model	Tlingkungan (°C)	RH (%)	Volume Air (ml)
Model 1	26.6	56.7	37.1 $\text{ml}/7\text{jam}$
Model 2	28	57.3	27 $\text{ml}/7\text{jam}$
Model 3	28.5	55.5	44.5 $\text{ml}/7\text{jam}$
Model 4	27.6	55.8	58.9 $\text{ml}/7\text{jam}$



Gambar 4. 4 Diagram psikometri model 4

4.4.2 Kecepatan Kipas

Kecepatan fan dinyatakan dalam (m^3/min). Umumnya kecepatan fan bergantung pada arus yang mengalir pada kipas. Sesuai eksperimen, kipas diberi tegangan sebesar 12 V sehingga diperoleh 20 CFM.

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan fan} &= 20 && \text{CFM} \\
 &= 20 \times 28.32 && \text{l/min} \\
 &= 566.4 && \text{l/min} \\
 &= 0.5664 && \text{m}^3/\text{min}
 \end{aligned}$$

4.4.3 Massa Udara yang Dihisap Kipas

Massa udara yaitu jumlah air yang dibawa oleh udara. Jumlah air yg dikondensasi bergantung pada masa udara yang diserapa. Udara tersebut selanjutnya akan dimasukkan ke dalam ruang pendingin

$$\begin{aligned}
 \text{Massa udara yang dihisap kipas} & \\
 &= 0.5664 \times 1.2 && \text{kg/min} \\
 &= 0.67968 && \text{kg/min}
 \end{aligned}$$

4.4.4 Kapasitas Air dalam Udara

Untuk menghasilkan kondensasi maka dilakukan perhitungan untuk memperkirakan kapasitas air dalam udara.

Kapasitas air dalam udara

$$\begin{aligned}
 &= \text{Ratio humidity} \times \text{massa udara yang dibawa kipas} \\
 &= 13.2 \text{ gr/kg} \times 0.67968 \text{ kg/min} \\
 &= 9.17568 \text{ gr/min} \\
 &= 9.17568 \text{ mL/min} \\
 &= 9.17568 \times 60 \text{ mL/jam} \\
 &= 538.307 \text{ mL/jam}
 \end{aligned}$$

4.4.5 Presentase Air yang Berkumpul (%)

Untuk menghitung presentase air menggunakan rumus sebagai berikut :

Air yang terkumpul

$$\begin{aligned}
 &= \frac{8.41 \text{ mL/jam}}{538.307 \text{ mL/jam}} \times 100 \% \\
 &= 1.56 \%
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 5 Hasil perhitungan presentase air alat AWG

Model	Tlingk (°C)	RH (%)	w (gr/kg)	Tdp (°C)	Vair (ml/h)	v fan (m ³ /min)	m udara (yang dihisap fan)	Kapasitas air dalam udara	Presentase air (%)
Model 1	26.6	56.7	12.2	17.2	5.29	0.5664	0.67968	497.525	1.06
Model 2	28	57.3	13.5	18	3.86	0.5664	0.67968	55-.540	0.70
Model 3	28.5	55.5	13.9	18.7	6.36	0.5664	0.67968	566.853	1.12
Model 4	27.6	55.8	13.5	18	8.41	0.5664	0.67968	566.853	1.53

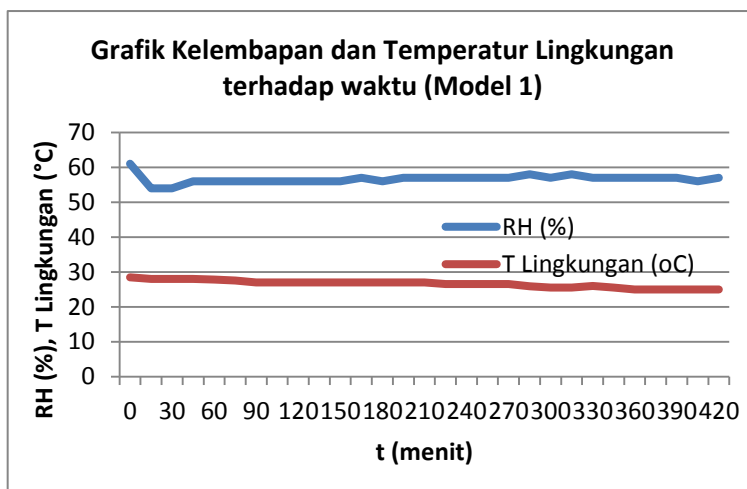
Berdasarkan tabel 4.5 menunjukkan data hasil perhitungan presentase air alat AWG antara model (Setiyawan, 2017) dengan model paling optimal dari hasil percobaan yang telah diuji. Presentase air yang diperoleh pada model 1 menunjukkan nilai sebesar 1.06 %, model 2 menunjukkan nilai sebesar 0.70 %, model 3 menunjukkan nilai sebesar 1.12 %, sedangkan model ke 4 menunjukkan nilai 1.53 %. Analisa dititik beratkan pada perolehan jumlah air dengan kondisi saat melakukan percobaan. Berdasarkan data hasil percobaan diketahui temperature dan tingkat kelembapan yang berbeda-beda, perbedaan ini dinilai sebagai factor utama untuk menghasilkan kapasitas air yang berbeda. Presentase air yang paling optimal diperoleh dari tingginya jumlah air yang dihasilkan oleh alat AWG.

Pada model 4 dengan temperature lingkungan sebesar 27.6°C dan tingkat kelembapan 56.7 % dinilai sebagai model paling optimal dengan menghasilkan presentase air sebanyak 1.53 %. Menurut data yang diperoleh, semakin tingginya rasio kelembapan akan berbanding lurus dengan kapasitas air yang dapat dikandung dalam udara. Jumlah tersebut mempengaruhi jumlah air yang dapat dikondensasikan oleh alat AWG, dan diperoleh presentase air yang lebih banyak lagi. Dan presentase air yang diperoleh akan semakin banyak pula.

4.5 Analisa Data Hasil Eksperimen

4.4.1 Analisa Eksperimen Model 1

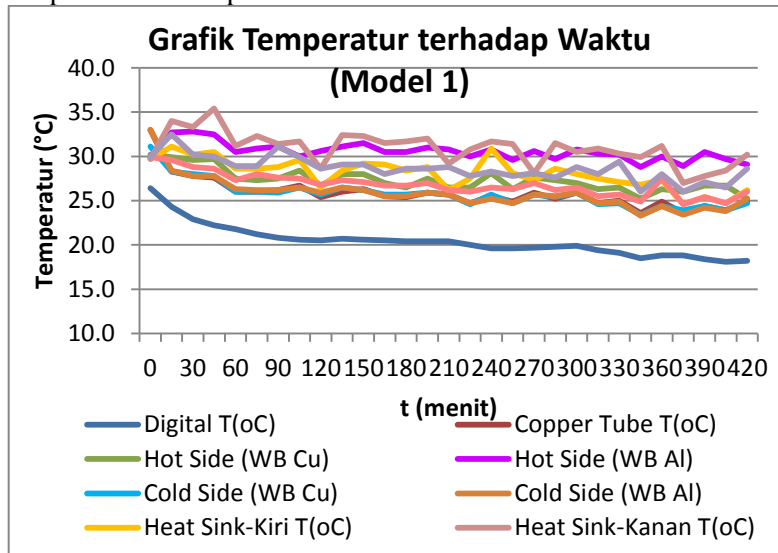
- a). Kelembapan dan temperatur lingkungan terhadap waktu



Grafik 4. 2 Kelembapan dan Temperatur Lingkungan terhadap Waktu (Model 1)

Grafik 4.1 diatas menunjukkan hubungan antara kelembapan dan temperature terhadap waktu. Kelembapan ditunjukkan dalam persen (%) yang menandakan kandungan air yang mampu di tangkap oleh udara. Kelembapan juga berpengaruh dengan temperature lingkungan. Percobaan dilakukan pada malam hari hingga pagi hari. Seiring waktu berjalan temperatur akan berangsur turun, sedangkan tingkat kelembapan semakin naik. Pada 15 menit pertama diperoleh tingkat kelembapan sebesar 54 % dan suhu sebesar 28°C. Dan di menit ke-420 kelembapan meningkat menjadi 57 % dan suhu yang dicatat sebesar 25°C. Hal ini dipengaruhi oleh ketebalan atmosphere dan kerapatan sinar matahari yang ada di bumi. Namun kenaikan dan penurunan tingkat kelembapan serta suhu tidak terlalu signifikan sehingga mempengaruhi jumlah air yang diperoleh.

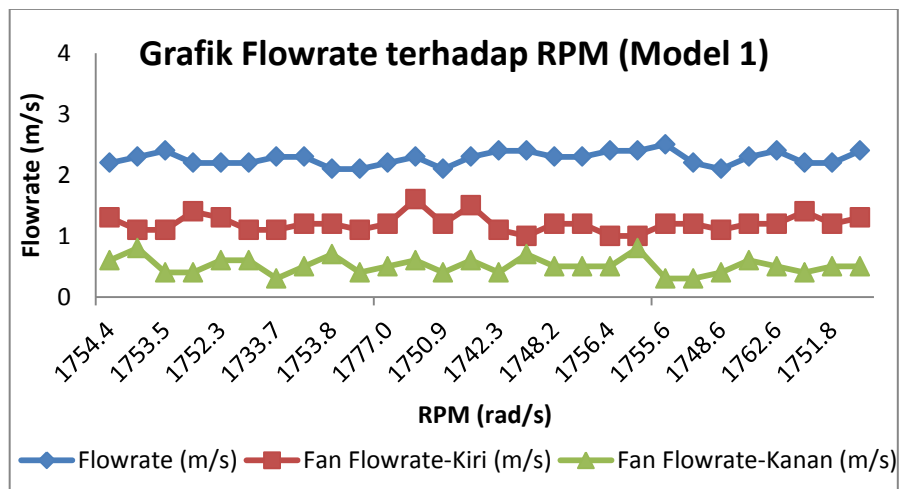
b). Temperatur terhadap waktu



Grafik 4. 3 Temperatur terhadap Waktu (Model 1)

Grafik 4.2 menunjukkan hubungan antara suhu terhadap waktu. Dari hasil percobaan, suhu pada hotside, cold side, serta heatsink semakin lama semakin menurun, begitu pula suhu pada ruangan pendingin. Hal ini dipengaruhi oleh udara yang masuk ke dalam ruangan pendingin dan disebabkan oleh kinerja TEC untuk menghasilkan suhudingin pada ruangan pendingin, selain itu heatsink juga berperan dalam pelepasan kalor dengan baik.

c). Flowrate dan putaran kipas terhadap waktu

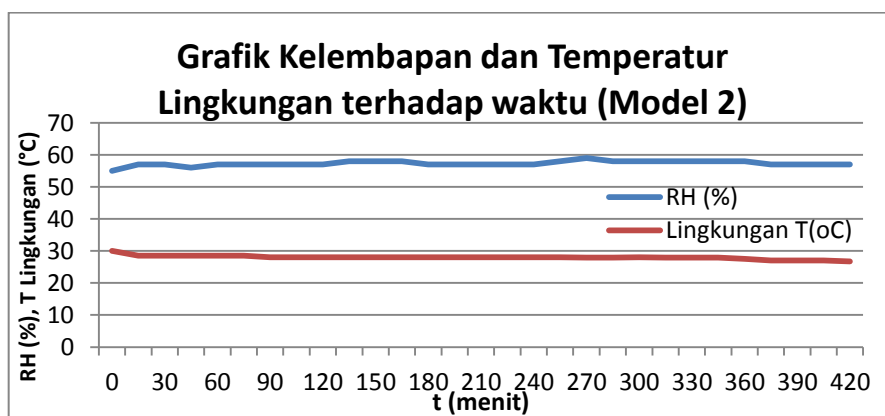


Grafik 4. 4 Flowrate terhadap RPM (Model 1)

Grafik 4.3 menunjukkan hubungan antara flowrate kipas terhadap putaran baling-baling kipas. Flow rate dan RPM menunjukkan besaran yang stagnan. Pada fan inlet diperoleh kisaran flowrate sebesar 2.2 m/s dan RPM sebesar 1692.9 rad/s . Sedangkan besar flowrate pada fan heatsink aluminium dengan 4 heatpipe sekitar 1.2 m/s dan sekitar 0.5 pada fan heatsink aluminium dengan 3 heatpipe.

4.4.2 Analisa Eksperimen Model 2

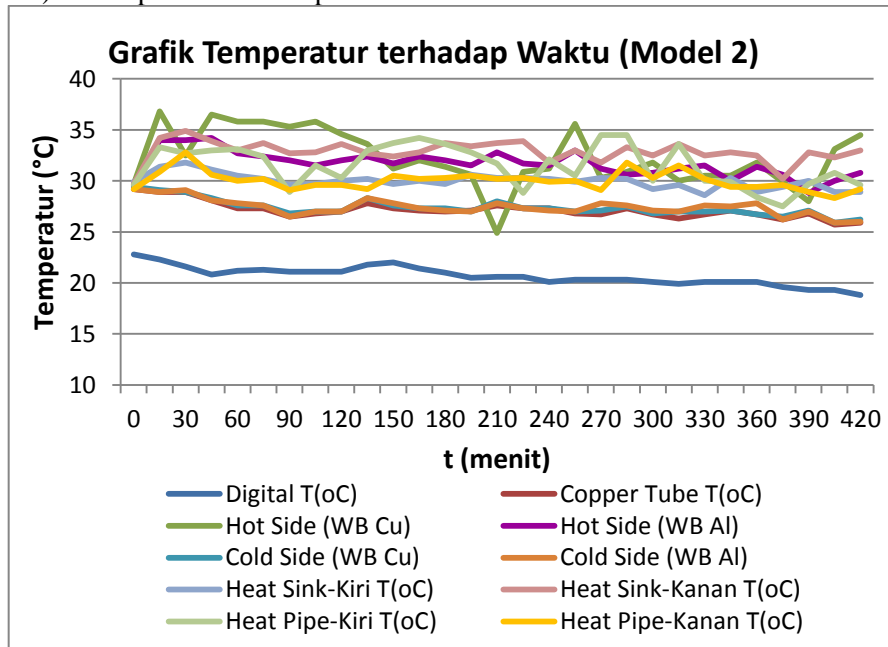
- a) Kelembapan dan temperatur lingkungan terhadap waktu



Grafik 4. 5 Kelembapan dan Temperatur Lingkungan terhadap Waktu (Model 2)

Grafik 4.4 diatas menunjukkan hubungan antara kelembapan dan temperature terhadap waktu. Kelembapan ditunjukkan dalam persen (%) yang menandakan kandungan air yang mampu di tangkap oleh udara. Kelembapan juga berpengaruh dengan temperature lingkungan. Percobaan dilakukan pada malam hari hingga pagi hari. Seiring waktu berjalan temperatur akan berangsur turun, sedangkan tingkat kelembapan semakin naik. Pada 15 menit pertama diperoleh tingkat kelembapan sebesar 57 % dan suhu sebesar 28.5°C . Dan di menit ke-420 kelembapan meningkat menjadi 57 % dan suhu yang dicatat sebesar 26.7°C . Hal ini dipengaruhi oleh ketebalan atmosphere dan kerapatan sinar matahari yang ada di bumi. Namun kenaikan dan penurunan tingkat kelembapan serta suhu tidak terlalu signifikan sehingga mempengaruhi jumlah air yang diperoleh.

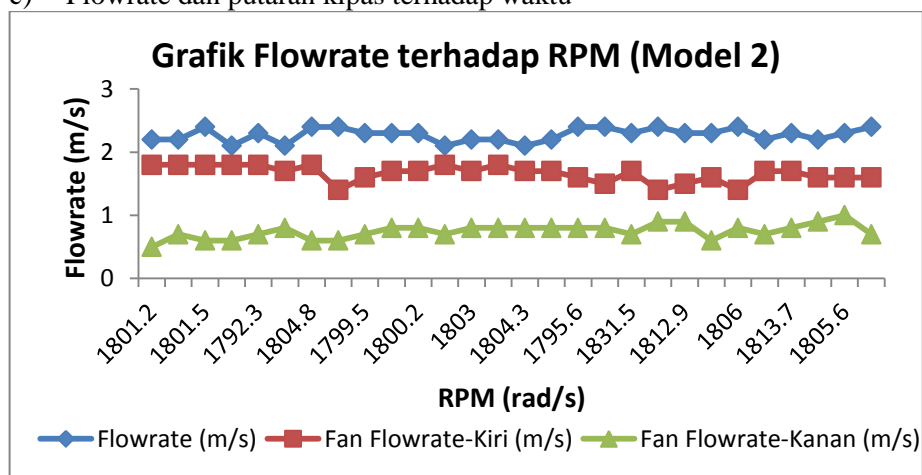
b) Temperatur terhadap waktu



Grafik 4. 6 Temperatur terhadap Waktu (Model 2)

Grafik 4.5 menunjukkan hubungan antara suhu terhadap waktu. Dari hasil percobaan, suhu pada hotside, cold side, serta heatsink semakin lama semakin menurun, begitu pula suhu pada ruangan pendingin. Hal ini dipengaruhi oleh udara yang masuk ke dalam ruang pendingin dan disebabkan oleh kinerja TEC untuk menghasilkan suhudingin pada ruang pendingin, selain itu heatsink juga berperan dalam pelepasan kalor dengan baik.

c) Flowrate dan putaran kipas terhadap waktu

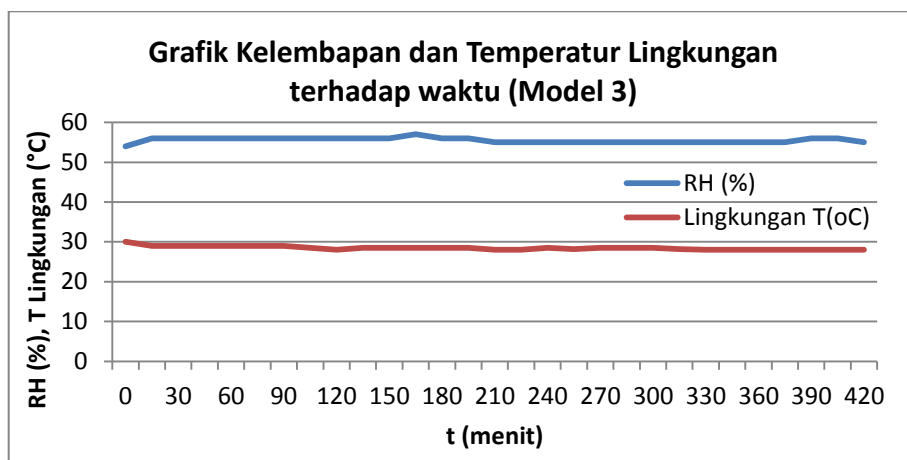


Grafik 4. 7 Flowrate terhadap RPM (Model 2)

Grafik 4.6 menunjukkan hubungan antara flowrate kipas terhadap putaran baling-baling kipas. Flow rate dan RPM menunjukkan besaran yang stagnan. Pada fan inlet diperoleh kisaran flowrate sebesar 2.2 m/s dan RPM sebesar 1743.1 rad/s . Sedangkan besar flowrate pada fan heatsink aluminium dengan 4 heatpipe sekitar 1.6 m/s dan sekitar 0.7 m/s pada fan heatsink aluminium dengan 3 heatpipe.

4.4.3 Analisa Eksperimen Model 3

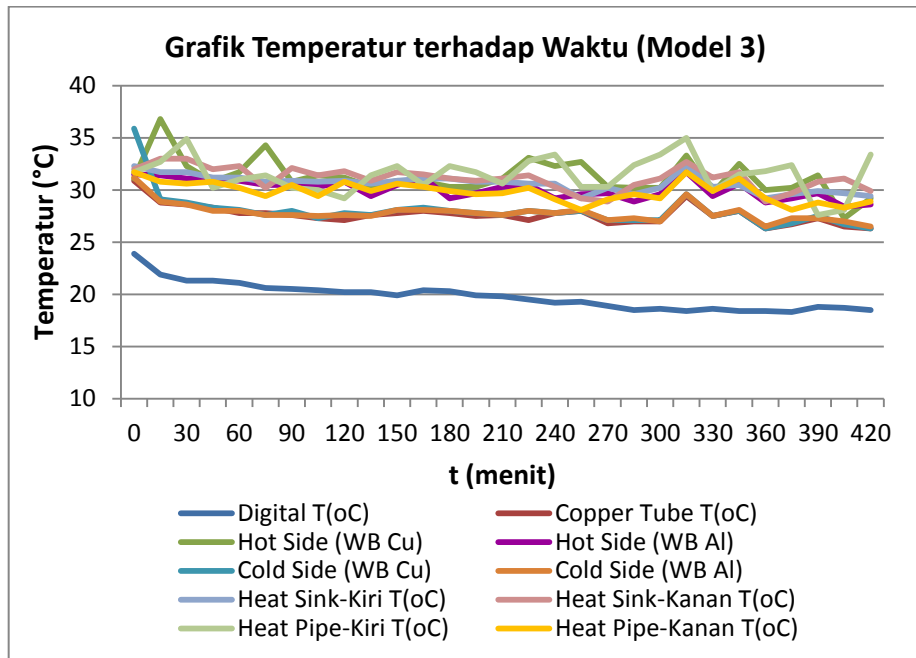
- a) Kelembapan dan temperatur lingkungan terhadap waktu



Grafik 4. 8 Kelembapan dan Temperatur Lingkungan terhadap Waktu (Model 3)

Grafik 4.1 diatas menunjukkan hubungan antara kelembapan dan temperature terhadap waktu. Kelembapan ditunjukkan dalam persen (%) yang menandakan kandungan air yang mampu di tangkap oleh udara. Kelembapan juga berpengaruh dengan temperature lingkungan. Percobaan dilakukan pada malam hari hingga pagi hari. Seiring waktu berjalan temperatur akan berangsur turun, sedangkan tingkat kelembapan semakin naik. Pada 15 menit pertama diperoleh tingkat kelembapan sebesar 56 % dan suhu sebesar 29°C . Dan di menit ke-420 kelembapan menurun menjadi 55 % dan suhu yang dicatat sebesar 28°C . Hal ini dipengaruhi oleh ketebalan atmosphere dan kerapatan sinar matahari yang ada di bumi. Namun kenaikan dan penurunan tingkat kelembapan serta suhu tidak terlalu signifikan sehingga mempengaruhi jumlah air yang diperoleh.

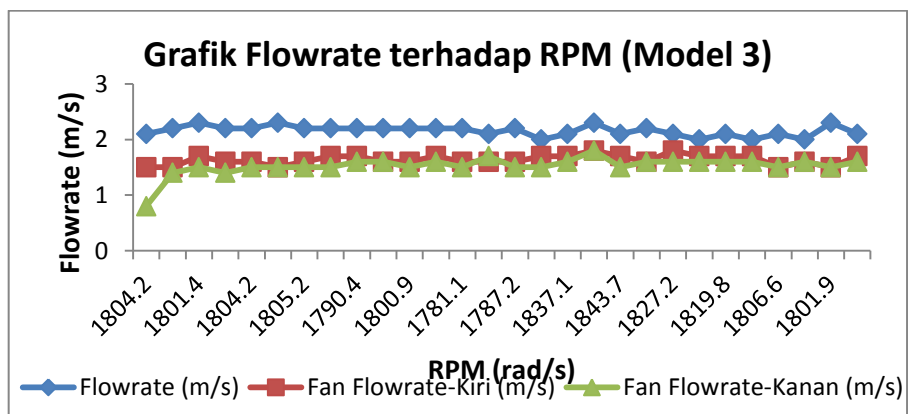
b) Temperatur terhadap waktu



Grafik 4. 9 Temperatur terhadap Waktu (Model 3)

Grafik 4.8 menunjukkan hubungan antara suhu terhadap waktu. Dari hasil percobaan, suhu pada hotside, cold side, serta heatsink semakin lama semakin menurun, begitu pula suhu pada ruangan pendingin. Hal ini dipengaruhi oleh udara yang masuk ke dalam ruang pendingin dan disebabkan oleh kinerja TEC untuk menghasilkan suhudingin pada ruang pendingin, selain itu heatsink juga berperan dalam pelepasan kalor dengan baik.

c) Flowrate dan putaran kipas terhadap waktu

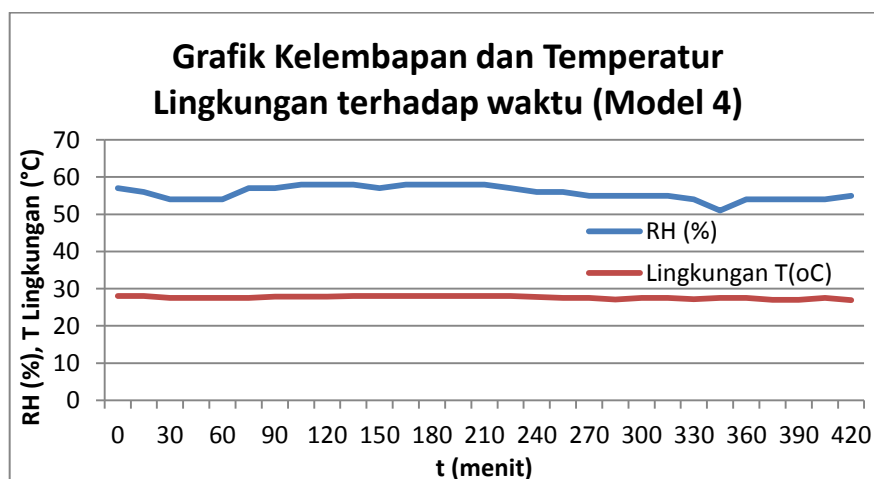


Grafik 4. 10 Flowrate terhadap RPM (Model 3)

Grafik 4.3 menunjukkan hubungan antara flowrate kipas terhadap putaran baling-baling kipas. Flow rate dan RPM menunjukkan besaran yang stagnan. Pada fan inlet diperoleh kisaran flowrate sebesar 2.1 m/s dan RPM sebesar 1755 rad/s . Sedangkan besar flowrate pada fan heatsink aluminium dengan 4 heatpipe sekitar 1.6 m/s dan sekitar 1.5 m/s pada fan heatsink aluminium dengan 3 heatpipe.

4.4.4 Analisa Eksperimen Model 4

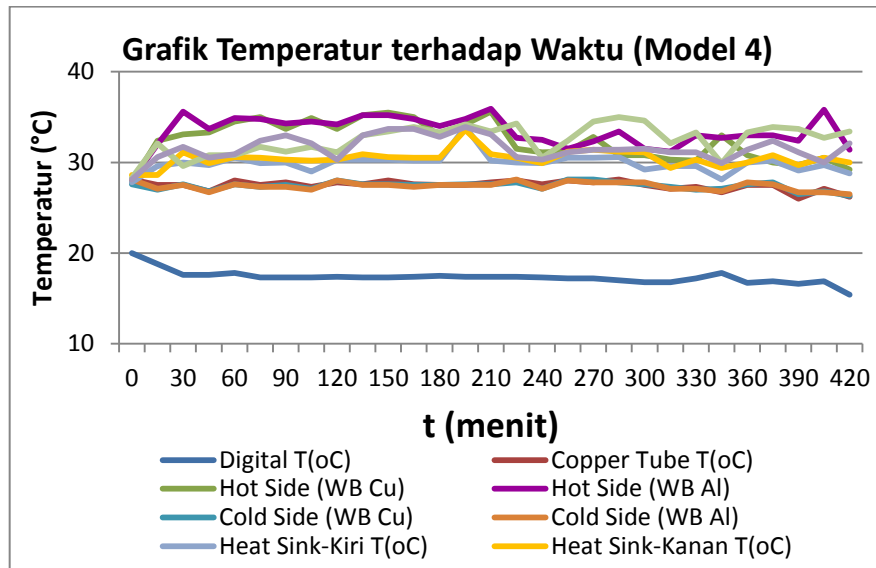
- a) Kelembapan dan temperatur lingkungan terhadap waktu



Grafik 4. 11 Kelembapan dan Temperatur Lingkungan terhadap Waktu (Model 4)

Grafik 4.10 diatas menunjukkan hubungan antara kelembapan dan temperature terhadap waktu. Kelembapan ditunjukkan dalam persen (%) yang menandakan kandungan air yang mampu di tangkap oleh udara. Kelembapan juga berpengaruh dengan temperature lingkungan. Percobaan dilakukan pada malam hari hingga pagi hari. Seiring waktu berjalan temperatur akan berangsur turun, sedangkan tingkat kelembapan semakin naik. Pada 15 menit pertama diperoleh tingkat kelembapan sebesar 56 % dan suhu sebesar 28°C . Dan di menit ke-420 kelembapan menurun menjadi 55 % dan suhu yang dicatat sebesar 26.9°C . Hal ini dipengaruhi oleh ketebalan atmosphere dan kerapatan sinar matahari yang ada di bumi. Namun kenaikan dan penurunan tingkat kelembapan serta suhu tidak terlalu signifikan sehingga mempengaruhi jumlah air yang diperoleh.

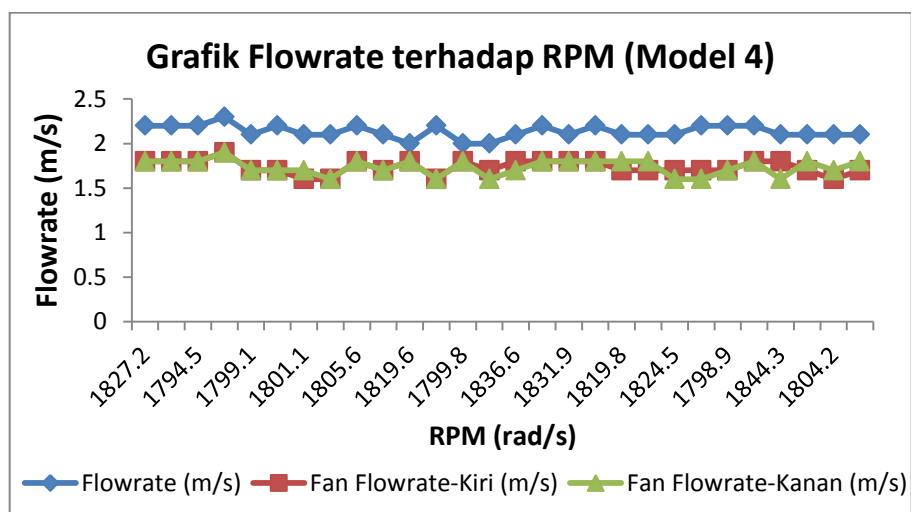
b) Temperatur terhadap waktu



Grafik 4. 12 Temperatur terhadap Waktu (Model 4)

Grafik 4.2 menunjukkan hubungan antara suhu terhadap waktu. Dari hasil percobaan, suhu pada hotside, cold side, serta heatsink semakin lama semakin menurun, begitu pula suhu pada ruangan pendingin. Hal ini dipengaruhi oleh udara yang masuk ke dalam ruang pendingin dan disebabkan oleh kinerja TEC untuk menghasilkan suhudingin pada ruang pendingin, selain itu heatsink juga berperan dalam pelepasan kalor dengan baik.

c) Flowrate dan putaran kipas terhadap waktu



Grafik 4. 13 Flowrate terhadap RPM (Model 4)

Grafik 4.3 menunjukkan hubungan antara flowrate kipas terhadap putaran baling-baling kipas. Flow rate dan RPM menunjukkan besaran yang stagnan. Pada fan inlet diperoleh kisaran flowrate sebesar 2.1 m/s dan RPM sebesar 1753.3 rad/s . Sedangkan besar flowrate pada fan heatsink aluminium dengan 4 heatpipe sekitar 1.7 m/s dan sekitar 1.7 m/s pada fan heatsink aluminium dengan 3 heatpipe.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dari percobaan alat Atmospheric Water Generator (AWG) dengan memvariasikan bahan heatsink dapat ditarik beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Model 4 merupakan model paling optimal yang dapat menghasilkan volume air paling banyak, yaitu 58.9ml/7jam.
2. Penggunaan dua heatsink tembaga pada model 4 menghasilkan laju perpindahan panas paling terbesar.
3. Presentasi model paling optimum dari percobaan yang telah dilakukan dapat menghasilkan 1.53% air.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian diketahui masih terdapat beberapa kekurangan dalam pengerjaan tugas akhir ini. Oleh sebab itu penelitian lebih lanjut diharapkan mampu untuk menyempurnakannya. Berikut merupakan beberapa saran yang dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya :

1. Sebelum mengambil data lebih baik melakukan kalibrasi alat ukur yang akan digunakan.
2. Analisa thermal *heatsink* pada alat AWG hanya berfokus pada besar perpindahan kalor yang mengalir pada *heatsink*, pada percobaan selanjutnya dapat melakukan variasi luas permukaan heatsink terhadap kinerja alat.
3. Peningkatan nilai koefisien perpindahan panas dapat menjadi alternatif lainnya untuk mengembangkan percobaan ini.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi , K. (2014). *Studi Eksperimental Sistem Kondensasi Uap Hasil Evaporasi pada Sistem Desalinasi Tenaga Matahari*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ajiwiguna , T. A., Barkah , A., & Abrar. (2016). Pengaruh Laju Aliran Udara Terhadap Hambatan Thermal Heatsink untuk Pendingin ELEktronik. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Telekomunikasi, Kendali, Komputer, Elektrik, dan Elektronika (TEKTRIKA)*.
- Buchori, L. S. (n.d.). *Perpindahan Panas (Heat Transfer)*. Retrieved 07 10, 2019, from Academia.edu:
https://www.academia.edu/4783694/PERPINDAHAN_PANAS_HEAT_TRAN SFER_
- F. M. (2016). *Free-fall Lifeboat FASSMER-MARLAND LTD. CFL-C66E*. Retrieved Juli 9, 2019, from TK Ship Supply: <https://tkship.com/project/free-fall-lifeboat-fassmer-marland-ltd-cfl-c66e/>
- Handoko, C. R., & Poetro , J. E. (2013). Analisa Kinerja Sistem Pendingin Arus Searah yang Menggunakan Heatsink Jenis Extrude dibandingkan dengan Heatsink Jenis Slot. *Jurnal Tenkin Mesin PPNS-ITS*, 185.
- Holman, J. P. (1955). *Buku Perpindahan Kalor*. Jakarta: PT. Gelora Aksara Pratama.
- Holman, J. P. (2010). *Book Heat Transfer Tenth Edition*. Department of Mechanical Engineering Southern Methodist University: Raghothaman Srinivasan.
- Inman , M. (Director). (2014). *EML3005 - Supplemental Lecture 1 - Thermal Management: Heat Sink Design I* [Motion Picture].
- Kumar, S., Sarkar, M., Singh, P. K., & Lee, P. S. (2019). Study of thermal and hydraulic performance of air cooled minichannel. *Jurnal International Communications in Heat and Mass Transfer*.
- Lee , H. (2011). *Book Thermal Design- Heatsinks, Thermoelectrics, Heat Pipes, Compact Heat Exchangers, and Solar Cells*. Inc., Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- Liu, Y. p., Xu, Z. p., & Zhu, Q. (2012). The Simulation and Optimization of the CPU Heat Sink for. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND TECHNOLOGY VOL. 1, NO. 3, MAY 2012*.

- M. E., F. T., & N. E. (2018). Thermal Analysis and Optimization of A System for Water Harvesting from. *Jurnal Elsevier-Energy Conservation and Management*, 420.
- Muñoz-García, M. A., Moreda, G. P., Raga-Arroyo, M. P., & González, O. M. (2013). Water harvesting for young trees using Peltier modules powered by. *Jurnal Elsevier Computers and Electronics in Agriculture*.
- Priyanto. (2013). *Aplikasi Penukar Kalor pada Modifikasi Sistem Refrigerasi Absorpsi untuk Kapal Ikan 30 GT*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sahid, A. (2017). *Perbedaan Laju Aliran Massa dengan Laju Aliran Volume*. Retrieved Juli 30, 2019, from academia :
https://www.academia.edu/31827544/MESIN_FLUIDA_Perbedaan_Laju_Aliran_Massa_dengan_Laju_Aliran_Volume_Disusun_oleh
- Setiyawan, D. (2017). Eksperimen Penghasil Air Tawar dari Udara Menggunakan Thermoelectric Cooler untuk Kebutuhan Air Minum di Lifeboat. *Jurnal Teknik ITS*.
- Stadler, M. (n.d.). Optimization of Geometry of A Heatsink. *Jurnal University of Virginia, Charlottesville, VA 22904*, 6.
- Sugiarto, T. D., Handayani, I. P., & Iskandar, R. F. (n.d.). *Analisis dan Simulasi Distribusi Panas pada Heatsink Processor CPU dengan Comsol Multiphysics*. Bandung : Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom .
- WHO, W. H. (2013). How Much Water is Needed in Emergencies. *Technical Notes on Drinking Water, Sanitation, and Higiene in Emergencies*, 9.2.
- Woolrich, W. R. (1965). *Handbook of Refrigerating Engineering Volume 1-Fundamental*. London, England: The Avi Publishing Company, Inc.
- Yaningsih, I., & Istanto, T. (2014). Studi Eksperimental Pengaruh Laju Aliran Massa Udara Terhadap Produktivitas Air Tawar Unit Desalinasi Berbasis Pompa Kalor dengan Menggunakan Proses Humidifikasi dan Dehumidifikasi. *Jurnal Prosiing SNST ke-5 Tahun 2014*, 9.
- Yunianto, B. (2008). Pengujian Perpindahan Panas Konveksi pada Heatsink Jenis Extrude. *Jurnal Rotasi- Volume 10 Nomer 1*.

LAMPIRAN

1. Data Hasil Percobaan

a. Percobaan 1

Percobaan 1 Selasa (25/06) - 12 Volt & Coolant Motor - t= 7h																			
No	Time	Duration	Flowrate (m/s)	RH (%)	Lingkupn g ToC	Digital ToC	Waterbuck ToC				Heat Sink- Kiri ToC	Heat Sink- Kanan ToC	Heat Pipe- Kiri ToC	Heat Pipe- Kanan ToC	Fan Flowrate- Kiri (m/s)	Fan Flowrate- Kanan (m/s)	Copper Tube ToC	RPM	Water (g/h)
							Hot Side (Kiri)	Hot Side (Kanan)	Cold Side (Kiri)	Cold Side (Kanan)									
1	22:45	0	0	61	28.5	26.4	30.2	29.9	31.1	33	29.7	29.7	29.9	29.9	0.0	0.0	33	0.0	
2	23:00	15	2.2	54	28	28.3	29.9	32.7	28.3	28.4	31.1	34	29.6	32.5	1.3	0.6	28.3	1754.4	
3	23:15	30	2.3	54	28	25.9	29.6	32.8	28	27.8	30.5	31.3	28.8	30.7	1.1	0.5	27.8	17510	
4	23:30	45	2.4	56	28	22.2	29.7	32.5	27.8	27.8	30.5	35.4	28.6	30	1.1	0.4	27.6	1753.5	
5	23:45	60	2.2	56	27.8	21.8	27.5	30.5	26	26.3	28.6	31.2	27.3	28.9	1.4	0.4	26	1747.5	
6	00:00	75	2.2	56	27.5	21.2	27.3	30.9	26	26.2	28.6	32.3	28.0	28.9	1.3	0.6	26	1752.3	
7	0:15	90	2.2	56	27	20.8	27.5	31.1	25.9	26.2	28.8	31.4	27.6	31.1	1.1	0.6	26.2	1741.2	
8	0:30	105	2.3	56	27	20.6	28.4	30	26.5	26.5	29.6	31.7	27.5	29.9	1.1	0.3	26.7	1737.3	
9	0:45	120	2.3	56	27	20.5	26.7	30.6	25.7	25.9	26.5	28.6	26.8	28.6	1.2	0.5	25.4	1767.3	
10	1:00	135	2.1	56	27	20.7	28	31.1	26.5	26.5	28.4	32.4	27.3	29.1	1.2	0.7	26	1753.8	
11	1:15	150	2.1	56	27	20.6	28	31.5	26.2	26.2	29.2	32.3	27.1	29.1	1.1	0.4	26.3	1762.4	
12	1:30	165	2.2	57	27	20.5	27	30.5	25.7	25.5	29.1	31.5	26.7	28	1.2	0.5	25.5	1777.0	
13	1:45	180	2.2	56	27	20.4	26.5	30.5	25.7	25.5	28.4	31.7	26.7	28.6	1.6	0.6	25.4	1765.1	
14	2:00	195	2.1	57	27	20.4	27.5	31.0	25.9	25.9	28.8	32	27.0	28.6	1.2	0.4	25.9	1750.9	
15	2:15	210	2.3	57	27	20.4	26.5	30.8	25.7	25.7	26.2	29.2	26.2	28.8	1.5	0.6	25.7	1744.9	
16	2:30	225	2.4	57	26.5	20.0	26.5	30.0	24.6	24.7	27.5	30.8	26.0	27.8	1.1	0.4	24.7	1742.3	
17	2:45	240	2.4	57	26.5	19.6	28.1	30.8	25.7	25.2	30.9	31.7	26.5	28.3	1.0	0.7	25.5	1746.9	
18	3:00	255	2.3	57	26.5	19.6	26.3	29.6	24.7	24.7	28.1	31.4	26.3	27.8	1.2	0.5	24.9	1748.2	
19	3:15	270	2.3	57	26.5	19.7	27.6	30.6	25.7	25.7	27.3	28.1	27.0	28.1	1.2	0.5	25.9	1748.7	
20	3:30	285	2.4	58	25.9	19.8	27.3	29.7	25.4	25.5	28.6	31.5	26.2	27.6	1.0	0.5	25.2	1756.4	
21	3:45	300	2.4	57	25.5	19.9	27.0	30.8	25.9	25.9	28	30.5	26.5	28.8	1.0	0.8	25.9	1750.7	
22	4:00	315	2.5	58	25.5	19.4	26.3	30.3	24.6	24.7	27.5	30.9	25.5	28	1.2	0.3	24.7	1735.6	
23	4:15	330	2.2	57	26	19.1	26.5	30.2	24.7	24.9	27.1	30.3	25.7	29.4	1.2	0.3	25	1759.4	
24	4:30	345	2.1	57	25.5	18.5	25.2	28.8	23.4	23.3	26.8	29.9	24.9	26	1.1	0.4	23.6	1748.6	
25	4:45	360	2.3	57	25	18.8	26.3	30.0	24.4	24.4	27.3	31.2	27.5	28	1.2	0.6	24.9	1761.6	
26	5:00	375	2.4	57	25	18.8	26.0	28.9	23.9	23.4	24.6	27	24.6	26	1.2	0.5	23.6	1762.6	
27	5:15	390	2.2	57	25	18.4	26.7	30.5	24.4	24.2	25.4	27.8	25.4	27.1	1.4	0.4	24.4	1782.3	
28	5:30	405	2.2	56	25	18.1	26.7	29.7	23.9	23.8	24.7	28.4	24.7	26.5	1.2	0.5	23.9	1751.8	
29	5:45	420	2.4	57	25	18.2	25.2	29.1	24.7	24.2	26.2	30.2	26.0	28.6	1.3	0.5	24.9	1755.1	
30	Rata-Rata		2.2	56.7	26.6	20.4	27.3	30.5	25.8	25.8	28.1	30.9	26.8	28.6	1.2	0.5	25.8	1692.9	



Volume air = 37.1 ltr

b. Percobaan 2

Percobaan 2 Selasa (02/07) - Copper Heatsink (WB Cu) & Aluminium Heatsink III- (WB Al) - 12 Volt																		
No	Time	Duration	Flowrate (m/s)	RH (%)	Lingkings & Tio(C)	Digital Tio(C)	Waterbbeck Tio(C)			Heat Sink- Kiri Tio(C)	Heat Sink- Kanan Tio(C)	Heat Pipe- Kiri Tio(C)	Heat Pipe- Kanan Tio(C)	Fan Flowrate- Kiri (m/s)	Fan Flowrate- Kanan (m/s)	Copper Tube Tio(C)	RPM	Water (g/hr)
							Hot Side	Water	Cool Side									
1	22:30	0	0	55	30	22.8	29.7	29.6	29.4	29.2	29.9	29.7	29.6	29.2	0.0	0.0	29.2	0.0
2	22:45	15	2.2	57	28.5	22.3	26.8	34	29.1	28.9	31.4	31.2	33.3	30.9	1.8	0.5	28.9	1801.2
3	23:00	30	2.2	57	28.5	21.6	32.5	34	28.9	29.1	31.8	34.9	32.7	32.8	1.8	0.7	28.9	1815.4
4	23:15	45	2.4	56	28.5	20.8	36.5	34.2	28.3	28.1	31.1	33.9	33	30.6	1.8	0.6	28.1	1801.5
5	23:30	60	2.1	57	28.5	21.2	33.8	32.7	27.6	27.8	30.5	33	33.1	30	1.8	0.6	27.5	1807.8
6	23:45	75	2.3	57	28.5	21.3	35.8	32.4	27.6	27.6	30.2	33.7	32.4	30.2	1.8	0.7	27.3	1792.3
7	00:00	90	2.1	57	28	21.1	35.3	32	26.8	26.5	29.6	32.7	28.9	29.1	1.7	0.8	26.5	1803.8
8	0:15	105	2.4	57	28	21.1	35.8	31.5	27	27	29.7	32.8	31.5	29.6	1.8	0.6	26.8	1803.8
9	0:30	120	2.4	57	28	21.1	34.6	35	27	27	30	33.6	30.3	29.6	1.4	0.6	27	1803.1
10	0:45	135	2.3	58	28	21.8	33.6	32.4	28.3	28.3	30.2	32.7	33	29.2	1.6	0.7	27.8	1795.5
11	1:00	150	2.3	58	28	22	31.2	31.7	27.6	27.8	29.7	32.4	33.7	30.5	1.7	0.8	27.3	1802.6
12	1:15	165	2.3	58	28	21.4	32	32.4	27.3	27.3	30	32.8	34.2	30.2	1.7	0.8	27.1	1800.2
13	1:30	180	2.1	57	28	21	31.4	32	27.3	27.1	29.7	33.7	33.6	30.3	1.8	0.7	27	1799.2
14	1:45	195	2.2	57	28	20.5	30.6	31.5	27	27	30.6	33.4	32.8	30.5	1.7	0.8	27.1	1803
15	2:00	210	2.2	57	28	20.6	24.9	32.8	28	27.8	30.3	33.7	31.7	30.2	1.8	0.8	27.6	1805.9
16	2:15	225	2.1	57	28	20.6	30.9	31.7	27.3	27.3	30.3	33.9	28.8	30.3	1.7	0.8	27.3	1803.3
17	2:30	240	2.2	57	28	20.1	31.2	31.5	27.3	27.1	30.2	31.8	32.1	29.9	1.7	0.8	27.3	1800.9
18	2:45	255	2.4	58	28	20.3	35.6	33	27	27	29.9	33	30.5	30	1.6	0.8	26.8	1795.6
19	3:00	270	2.4	59	27.9	20.3	30.3	31.2	27.1	27.8	30.3	31.8	34.5	29.1	1.5	0.8	26.7	1804
20	3:15	285	2.3	58	27.9	20.3	30.9	30.6	27.5	27.6	30.2	33.3	34.5	31.8	1.7	0.7	27.3	1831.5
21	3:30	300	2.4	58	28	20.1	31.8	30.8	26.8	27.1	29.2	32.5	30	30.3	1.4	0.9	26.7	1797.1
22	3:45	315	2.3	58	27.9	19.9	30	31.2	27	27	29.6	33.6	33.6	31.5	1.5	0.9	26.3	1812.9
23	4:00	330	2.3	58	27.9	20.1	30.5	31.5	27	27.6	28.6	32.5	30	30.2	1.6	0.6	26.7	1799.8
24	4:15	345	2.4	58	27.9	20.1	30.5	30	27.1	27.5	30.3	32.8	29.9	29.4	1.4	0.8	27.1	1806
25	4:30	360	2.5	58	27.5	20.1	31.8	31.4	26.7	27.8	28.9	32.5	28.4	29.4	1.7	0.7	26.7	1812.9
26	4:45	375	2.3	57	27	19.6	28.9	30.6	26.5	26.2	29.4	30.2	27.5	29.6	1.7	0.8	26.2	1813.7
27	5:00	390	2.2	57	27	19.3	28	28.8	27.1	27	30	32.8	29.7	28.9	1.6	0.9	26.8	1822.3
28	5:15	405	2.3	57	27	19.3	33.1	30	25.9	25.9	28.9	32.3	30.8	28.3	1.6	1.0	25.7	1805.6
29	5:30	420	2.4	57	26.7	18.8	34.5	30.8	26.2	26	28.9	33	29.6	29.2	1.6	0.7	25.9	1805.6
30	Rata-Rata		2.2	57.3	28.0	20.7	32.3	31.7	27.4	27.4	30.0	32.9	31.5	30.0	1.6	0.7	27.2	1743.1



Volume air = 27 ltr

c. Percobaan 3

Percobaan 3 Rabu (03/07) - Copper Heatsink (WB Cu) & Aluminium Heatsink IV- (WB Al) - 12 Volt																			
No	Time	Duration	Flowrate (m/s)	RH (%)	Langkaing & Tio(C)	Digital Tio(C)	Waterbbeck Tio(C)				Heat Sink-Kiri Tio(C)	Heat Sink-Kanan Tio(C)	Heat Pipe-Kiri Tio(C)	Heat Pipe-Kanan Tio(C)	Fan Flowrate-Kiri (m/s)	Fan Flowrate-Kanan (m/s)	Copper Tube Tio(C)	RPM	Water (g/hr)
							Hot Side	Hot Side	Cool Side	Cool Side									
1	2245	0	0	54	30	23.9	31.1	31.5	35.9	31.2	32.3	32	31.7	31.7	31.7	0.0	0.0	30.9	0.0
2	2300	15	2.1	56	29	21.9	36.8	31.4	29.1	28.9	31.7	33	32.7	30.8	1.5	0.8	28.8	1894.2	
3	2315	30	2.2	56	29	21.3	32.3	31.1	28.8	28.6	31.7	33	34.9	30.6	1.5	1.4	28.6	1799.1	
4	2320	45	2.3	56	29	21.3	30.8	31.1	28.3	28	31.2	32	30.2	30.8	1.7	1.5	28.3	1801.4	
5	2345	60	2.2	56	29	21.1	31.7	30.9	28.1	28	31.2	32.3	31	30.2	1.6	1.4	27.8	1898.6	
6	000	75	2.2	56	29	20.6	34.3	30.5	27.6	27.6	30.8	30.2	31.4	29.4	1.6	1.5	27.8	1894.2	
7	015	90	2.3	56	29	20.5	30.8	30.5	28	27.6	30.9	32.1	30.2	30.5	1.5	1.5	27.6	1796.6	
8	030	105	2.2	56	28.5	20.4	31.4	30.3	27.3	27.5	30.8	31.4	30	29.4	1.6	1.5	27.3	1892.2	
9	045	120	2.2	56	28	20.2	31.2	30.8	27.6	27.6	30.9	31.8	29.2	30.8	1.7	1.5	27.1	1794.6	
10	100	135	2.2	56	28.5	20.2	30.3	29.4	27.6	27.5	30.6	30.9	31.4	29.9	1.7	1.6	27.6	1794.4	
11	115	150	2.2	56	28.5	19.9	30.9	30.5	28.1	28.1	30.9	31.7	32.3	30.6	1.6	1.6	27.8	1894.2	
12	130	165	2.2	57	28.5	20.4	30.8	31.2	28.3	28.1	31.1	31.5	30.5	30.3	1.6	1.5	28	1800.9	
13	145	180	2.2	56	28.5	20.3	30.3	29.2	28	28	31.1	31.1	32.3	29.9	1.7	1.6	27.8	1802.6	
14	200	195	2.2	56	28.5	19.9	30.3	29.7	27.8	27.8	30.8	30.9	31.7	29.6	1.6	1.5	27.5	1781.1	
15	215	210	2.1	55	28	19.8	31.1	30.3	27.6	27.6	30.8	31.1	30.8	28.7	1.8	1.7	27.6	1788.5	
16	230	225	2.2	55	28	19.5	33.1	30.5	28	28	30.6	31.4	32.8	30.2	1.6	1.5	27.1	1787.2	
17	245	240	2	55	28.5	19.2	32.3	29.2	27.8	27.8	30.6	30.3	33.4	29.1	1.7	1.5	27.8	1833.6	
18	300	255	2.1	55	28.2	19.3	32.7	29.6	28	28.1	29.2	29.2	30.3	28.1	1.7	1.6	28	1837.1	
19	315	270	2.3	55	28.5	18.9	30.3	29.7	27.1	27.1	30.2	28.9	30.3	29.1	1.8	1.8	26.8	1785.3	
20	330	285	2.1	55	28.5	18.5	30.2	28.9	27.1	27.3	29.6	30.5	32.4	29.6	1.7	1.5	27	1843.7	
21	345	300	2.2	55	28.5	18.6	30.2	29.6	27.1	27	30.2	31.1	33.1	29.2	1.6	1.6	27	1828.3	
22	400	315	2.1	55	28.2	18.4	33.3	31.7	29.6	29.6	32.4	32.7	35	31.7	1.8	1.6	29.4	1827.2	
23	415	330	2	55	28	18.6	29.7	29.4	27.5	27.5	30.3	31.2	29.9	29.9	1.7	1.6	27.5	1827.8	
24	430	345	2.1	55	28	18.4	32.5	30.6	28	28.1	30.5	31.7	31.5	31.1	1.7	1.6	28	1819.8	
25	445	360	2	55	28	18.4	30	28.8	26.3	26.5	29.2	28.9	31.8	29.2	1.7	1.6	26.3	1840.9	
26	500	375	2.1	55	28	18.3	30.2	29.2	26.8	27.3	29.6	29.7	32.4	28.1	1.5	1.5	26.7	1806.6	
27	515	390	2	56	28	18.8	31.4	29.7	27.5	27.3	29.9	30.8	27.6	28.8	1.6	1.6	27.3	1802.5	
28	530	405	2.3	56	28	18.7	27.3	28.4	26.7	27	29.7	31.1	28.1	28.3	1.5	1.5	26.5	1801.9	
29	545	420	2.1	55	28	18.5	29.2	28.6	26.3	26.5	29.4	29.9	33.4	28.9	1.7	1.6	26.3	1815.9	
30	Rata-Rata		2.1	55.5	28.5	19.8	31.3	30.1	28.0	27.8	30.6	31.1	30.4	29.8	1.6	1.5	27.7	1746.5	



Volume air = 44.5 ltr

d. Percobaan 4

Percobaan 4 Kamis (04/07) - Copper Heatsink (WB Cu) & Copper Heatsink (WB Al) - 12 Volt																			
No	Time	Duration	Flowrate (m/s)	RH (%)	Lingkungan (T _o C)	Digital (T _o C)	Waterblock (T _o C)				Heat Sink-Kiri (T _o C)	Heat Sink-Kanan (T _o C)	Heat Pipe-Kiri (T _o C)	Heat Pipe-Kanan (T _o C)	Fan Flowrate-Kiri (m/s)	Fan Flowrate-Kanan (m/s)	Copper Tube (T _o C)	RPM	Water (g/hr)
							Inlet	Outlet	Inlet	Outlet									
1	22:30	0	0	57	28	20	27.8	28.1	27.6	28.1	27.8	28.6	28.3	28.1	30.6	0.0	0.0	28.1	0.0
2	22:45	15	2.2	56	28	18.8	32.4	32	27	27.1	29.6	28.6	32.1	30.6	1.8	1.8	27.5	1827.2	
3	23:00	30	2.2	54	27.5	17.6	33.1	35.6	27.6	27.5	30	31.1	29.6	31.7	1.8	1.8	27.5	1805.7	
4	23:15	45	2.2	54	27.5	17.6	33.3	33.7	26.8	26.7	29.7	29.9	30.8	30.5	1.8	1.8	26.8	1794.5	
5	23:30	60	2.2	54	27.5	17.8	34.8	34.9	27.6	27.6	30.3	30.6	30.8	30.9	1.9	1.9	28	1803.5	
6	23:45	75	2.1	57	27.5	17.3	35	34.8	27.3	27.3	29.9	30.5	31.7	32.4	1.7	1.7	27.5	1799.1	
7	00:00	90	2.2	57	27.9	17.3	33.7	34.3	27.5	27.3	30	30.3	31.2	33	1.7	1.7	27.8	1787	
8	0:15	105	2.1	58	27.9	17.3	34.9	34.5	27.1	27	29	30.2	31.7	32.1	1.6	1.7	27.3	1801.1	
9	0:30	120	2.1	58	27.9	17.4	33.7	34.2	28	28	30.3	30.3	31.1	30.3	1.6	1.6	27.8	1795.6	
10	0:45	135	2.2	58	28	17.3	35.2	35.2	27.6	27.5	30.3	30.9	33.4	33.1	1.8	1.8	27.6	1805.6	
11	1:00	150	2.1	57	28	17.3	35.5	35.2	27.6	27.5	30.3	30.6	33.4	33.7	1.7	1.7	28	1756.5	
12	1:15	165	3	58	28	17.4	35	34.8	27.5	27.3	30.2	30.5	33.9	33.7	1.8	1.8	27.6	1819.6	
13	1:30	180	2.2	58	28	17.3	32.9	34	27.5	27.5	30.2	30.5	33.3	32.8	1.6	1.6	27.5	1799.5	
14	1:45	195	2	58	28	17.4	34.2	34.8	27.6	27.5	33.9	33.6	34.2	33.9	1.8	1.8	27.5	1799.8	
15	2:00	210	2	58	28	17.4	35.6	35.9	27.6	27.5	30.2	30.9	33.4	33.1	1.7	1.6	27.8	1803.3	
16	2:15	225	2.1	57	28	17.4	31.5	32.7	27.8	28.1	30	30.5	34.3	30.6	1.8	1.7	28	1836.6	
17	2:30	240	2.2	56	27.8	17.3	31.1	32.5	27.1	27.1	29.9	29.9	30.5	30.3	1.8	1.8	27.6	1822.7	
18	2:45	255	2.1	56	27.5	17.2	31.2	31.5	28.1	28	30.5	31.2	32.4	31.1	1.8	1.8	28	1831.9	
19	3:00	270	2.2	55	27.5	17.2	32.8	32.3	28.1	27.8	30.5	31.4	34.5	31.4	1.8	1.8	27.8	1864.8	
20	3:15	285	2.1	55	27.1	17	30.8	33.4	27.8	27.8	30.6	31.2	35	31.4	1.7	1.8	28.1	1819.8	
21	3:30	300	2.1	55	27.5	16.8	30.8	31.5	27.6	27.8	29.2	31.1	34.6	31.5	1.7	1.8	27.5	1828.5	
22	3:45	315	2.1	55	27.5	16.8	30.3	31.2	27.3	27.1	29.6	29.4	32.1	31.1	1.7	1.6	27.1	1824.5	
23	4:00	330	2.2	54	27.2	17.2	30.2	33	27	27.1	29.6	30.3	33.3	31.1	1.7	1.6	27.3	1827.2	
24	4:15	345	2.2	51	27.5	17.8	33	32.7	27.1	26.8	28.1	29.4	29.9	29.9	1.7	1.7	26.7	1788.9	
25	4:30	360	2.2	54	27.5	16.7	30.8	33	27.6	27.8	30	30	33.3	31.4	1.8	1.8	27.5	1828.7	
26	4:45	375	2.1	54	27	16.9	30	33	27.8	27.6	30.2	30.8	33.9	32.4	1.8	1.6	27.5	1844.2	
27	5:00	390	2.1	54	27	16.6	29.7	32.4	26.5	26.7	29.1	29.7	33.7	31.1	1.7	1.8	26	1827	
28	5:15	405	2.1	54	27.5	16.9	30.5	35.8	26.8	26.7	29.7	30.5	32.7	30	1.6	1.7	27.1	1804.2	
29	5:30	420	2.1	55	26.9	15.4	29.2	31.4	26.3	26.5	28.8	30	33.4	32.1	1.7	1.8	26.2	1817.9	
30	Rata-Rata		2.1	55.8	27.6	17.3	32.4	32.3	27.4	27.4	29.9	30.4	32.5	31.6	1.7	1.7	27.5	1753.3	



Volume air = 58.9ltr

2. Spesifikasi *Thermoelectric Cooler*



Hebei I.T. (Shanghai) Co., Ltd.

Thermoelectric Cooler

TEC1-12706

Performance Specifications

Hot Side Temperature (°C)	25°C	50°C
Qmax (Watts)	50	57
Delta Tmax (°C)	66	75
I _{max} (Amps)	6.4	6.4
V _{max} (Volts)	14.4	16.4
Module Resistance (Ohms)	1.98	2.30

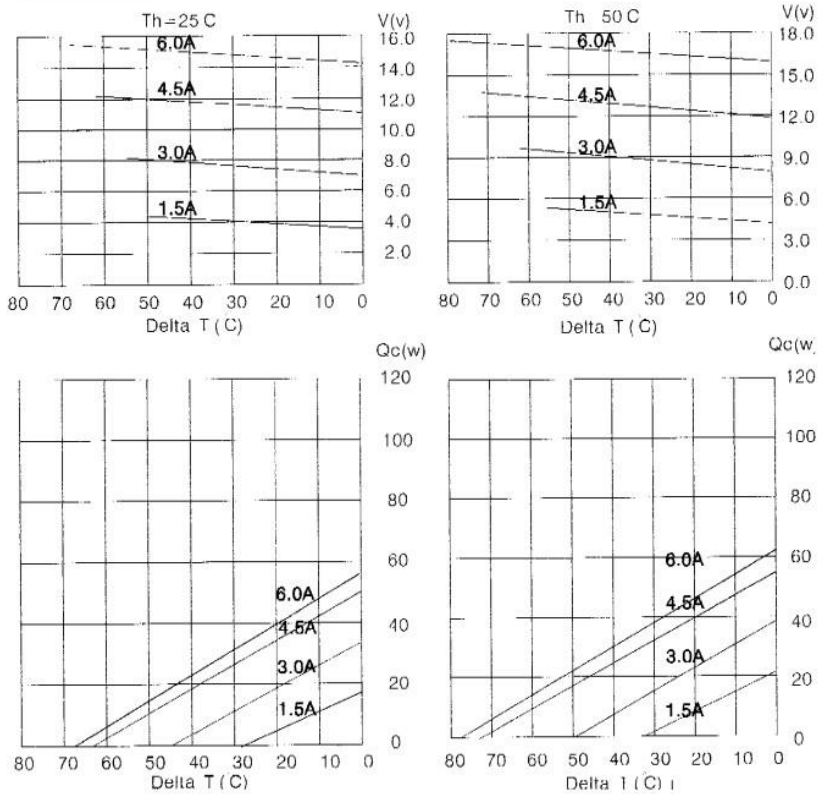


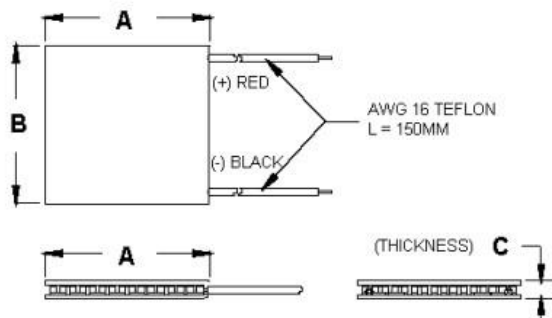
Hebei I.T. (Shanghai) Co., Ltd.

Thermoelectric Cooler

TEC1-12706

Performance curves:





Ceramic Material: Alumina (Al_2O_3)
Solder Construction: 138°C, Bismuth Tin (BiSn)

Size table:

A	B	C			
40	40	3.9			

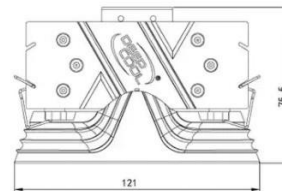
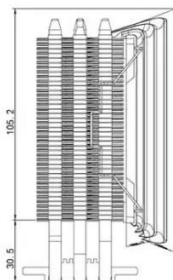
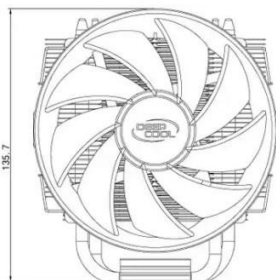
Operating Tips

- Max. Operating Temperature: 138°C
- Do not exceed I_{max} or V_{max} when operating module.
- Life expectancy: 200,000 hours
- Please consult HB for moisture protection options (sealing).
- Failure rate based on long time testings: 0.2%.

3. Spesifikasi *Heatsink*

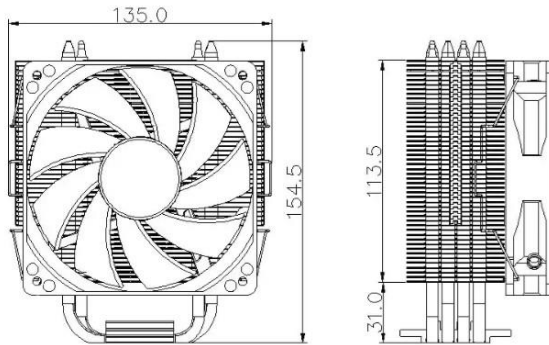
a. *Heatsink* Aluminium (3 *heatpipe*)

Product Dimension



Technical Spec

Overall Dimension	121X75.5X135.7mm
Fan Dimension	Φ120X25mm
Net Weight	429g
Bearing Type	Hydro Bearing
Rated Voltage	12VDC
Operating Voltage	10.8 ~ 13.2VDC
Started Voltage	7VDC
Rated Current	0.13±10%A(MAX)
Power Input	1.56W
Fan Speed	900±150 ~ 1600±10%RPM
Max. Air Flow	55.50CFM
Noise	17.8~21dB(A)
EAN	6933412708124
P/N	DP-MCH3-GMX300

b. *Heatsink Aluminium (4 heatpipe)***Product Dimension****Technical Spec**

Overall Dimension	135X80X154.5mm
Fan Dimension	120X120X25mm
Net Weight	602g
Bearing Type	Hydro Bearing
Rated Voltage	12VDC
Operating Voltage	10.8 ~ 13.2VDC
Started Voltage	7VDC
Rated Current	0.19±10%A(MAX)
Power Input	2.28W
Fan Speed	900±150~1500±10%RPM
Max. Air Flow	74.34CFM
Noise	17.8~30dB(A)
EAN	6933412725992
P/N	DP-MCH4-GMX400RD

c. Heatsink Tembaga (3 heatpipe)

红海至尊版 HP-9310
HEATPIPE CPU COOLER

■ 规格 SPECIFICATIONS

尺寸	Dimensions (mm)	97.5(L)×93(W)×124(H)
重量	Weight	587 g
轴承类型	Bearing Type	Hydraumatic
额定电压	Rated Voltage	12 VDC
额定电流	Rated Current	0.03~0.1 ± 0.02A
风量	Air Flow	20~45CFM
噪音	Noise	12.1~20 dBA ± 10%
转速	Speed	900~2,000 RPM ± 10%
寿命	Life	30,000 hours

产品合格证
规格符合本厂产品
检验员: QC02

■ 兼容性 COMPATIBILITY

CPU	Compatible
Intel LGA775	Core 2 DUO 酷睿2 Celeron 赛扬 Pentium 4 奔腾4 Pentium D 奔腾D
LGA115X LGA1366	Core i7 酷睿7 Core i5 酷睿5 Core i3 酷睿3 Celeron 赛扬 Pentium 奔腾
AMD AM2/AM2+/AM3/ 754/939/FM1	Sempron 闪龙 Athlon 64 速龙64 Athlon X2 速龙X2 Phenom 64 羿龙64

可装配9025或F92系列的双风扇

深圳市超群三科技有限公司
地址: 深圳市坪山新区沙湾宝田工业园
电话: 400-832-9818

4. Spesifikasi Fan Inlet

ID-COOLING
Ideas To Make A Difference

EN

Overall Dimension
Fan Dimension
Weight
Rated Voltage
Operating Voltage
Starting Voltage
Rated Current
Power Input
Fan Speed
Max. Air Flow
Noise Level
Bearing Type

ES

Dimensiones
Dimensiones ventilador
Peso neto
Voltaje
Voltaje operativo
Voltaje inicial
Corriente
Linea de entrada
Rotación(RPM)
Max. flujo de aire
Nivel de ruido
Rodamiento

RU

Габаритные размеры
Диаметр вентилятора
Вес нетто
Ном. Напряжение
Рабочее напряжение
Входное напряжение
Номинальный ток
Мощность
Скорость вентилятора
Макс. воздушный поток
Уровень шума
Тип подшипника

120×120×25mm
120×120×25mm
150g
12VDC
10.8~13.2VDC
7VDC
0.25A
3W
700~1800±10%RPM
74.5CFM
18~35.2dB(A)
Hydraulic Bearing

JP

寸法
ファン寸法
重量
定格電圧
操作電圧
始動電圧
定格電流
入力
ファン回転数
最大エアフロー
ノイズ
ベアリング

KR

제품 규격
팬 사이즈
제품 무게
정작전압
작업전압
가동전압
정격 전류
입력 파워
팬 회전속도
최대 풍량
소음도
베어링 형식

CN

产品尺寸
风扇尺寸
产品净重
额定电压
操作电压
启动电压
额定电流
输入功率
风扇转速
最大风量
噪音
轴承形式

120×120×25mm
120×120×25mm
150g
12VDC
10.8~13.2VDC
7VDC
0.25A
3W
700~1800±10%RPM
74.5CFM
18~35.2dB(A)
Hydraulic Bearing

t idcooling f idcooling.global

RoHS COMPLIANT CE ENEC

P/N: ID-FAN-WF-12025

ID COOLING LIMITED
www.idcooling.com
support@idcooling.com

深圳市万景华科技有限公司
深圳市观澜桂花月路万景华工业园
TEL: 400 680 9896

6 931393 301440

5. Spesifikasi Solar Panel

aleo

Powerful projects

P19
285 - 295 W

60 cells | 35 mm frame | up to 18.0 % efficiency

QUALITY SIGNED AND SEALED
ISO CE TÜV SÜD

PID FREE
PID tested with excellent results under the harshest conditions

25 YEARS LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

12 YEARS PRODUCT WARRANTY

CRAFTED WITH PASSION

CONSTANTLY HIGH CELL QUALITY
through strict quality examinations by high-resolution electroluminescence and infrared measurements

Made in Germany

aleo solar module P19

ELECTRICAL DATA (STC)		P19_285	P19_290	P19_295	BASIC MODULE DATA		
Rated power	P_{max} [W]	285	290	295	Length x width x height	[mm] 1660 x 990 x 35	
Rated voltage	V_{MPP} [V]	31.3	31.3	31.3	Weight	[kg] 19	
Rated current	I_{MPP} [A]	9.10	9.25	9.42	Number of cells	60	
Open-circuit voltage	V_{oc} [V]	39.2	39.3	39.3	Cell size	[mm] 156.75 x 156.75	
Short-circuit current	I_{sc} [A]	9.73	9.80	9.87	Cell material	Monocrystalline Si	
Efficiency	η [%]	17.3	17.6	18.0	Front sheet	Solar glass (TSG)	
Electrical values measured under standard test conditions (STC): 1000 W/m ² ; 25°C; AM 1.5							
Frame material							Al alloy, silver

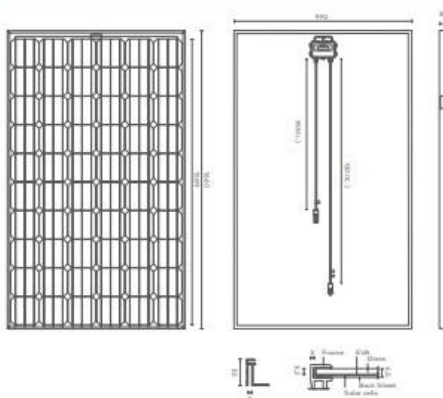
ELECTRICAL DATA (NOCT)		P19_285	P19_290	P19_295	CERTIFICATIONS AND WARRANTY	
Power	P_{max} [W]	208	212	215	Product Guarantee	12 years
Voltage	V_{MPP} [V]	28.4	28.4	28.4	Power Guarantee	25 years – Linear
Current	I_{MPP} [A]	7.33	7.45	7.59	Fire Resistance	Class C
Open-circuit voltage	V_{oc} [V]	36.1	36.2	36.2	Protection Against Electric Shock	II
Short-circuit current	I_{sc} [A]	7.87	7.93	7.99	Certifications	<ul style="list-style-type: none"> § IEC 61215, IEC 61730-1/-2 § IEC 62716 – Ammonia Resistance § IEC 61701 – Salt mist Resistance § IEC 62804 – PID Resistance § MCS 010; MCS 005
Efficiency	η [%]	15.8	16.1	16.4		
Electrical values measured under nominal operating conditions of cells: 800 W/m ² ; 20°C; AM 1.5; wind 1 m/s						
NOCT: 48°C (nominal operating cell temperature)						

TEMPERATURE COEFFICIENTS			
Temperature coefficient I_{sc}	$\alpha (I_{sc})$ [%/K]		+0.05
Temperature coefficient V_{oc}	$\beta (V_{oc})$ [%/K]		-0.29
Temperature coefficient P_{MPP}	$\gamma (P_{MPP})$ [%/K]		-0.40

BASIC DATA JUNCTION BOX			
Length x width x height	[mm]	148 x 123 x 27	
IP class		IP67	
Cable length	[mm]	1200 (+), 800 (-)	
Connectors		PV-M601	
Bypass diodes		3	

Measurement tolerance of P_{max} under STC: -3/+3% | Accuracy of other electrical values: -10/+10%
Efficiency relating to gross module area

DIMENSIONS [MM]

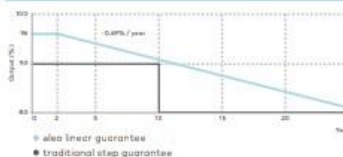


LOADS	
Max. module pressure load	[Pa] 5400*
Max. module suction load	[Pa] 3400*
Max. system voltage	[V _{DC}] 1000
Reverse current load	I_r [A] 20

Mechanical load acc. to IEC/EN 61215
* Please observe the mounting conditions in the installation manual

ADDITIONAL ELECTRICAL DATA		
Reduction of STC efficiency from 1000 W/m ² to 200 W/m ²	[%] rel.	< 2
Classification range (positive classification)	[W]	D/+4.99

PERFORMANCE GUARANTEE



● aleo linear guarantee
● traditional step guarantee

PLEASE CONTACT YOUR AUTHORISED ALEO DEALER

6. Spesifikasi MPPT



MPPT Solar Charge Controller

Tracer A series



Tracer A series adopts common positive design and advanced MPPT control algorithm. The products can track the MPP point fast and accurately in any situation which will improve energy efficiency and obtain the maximum solar energy.



Models :

- Tracer1210A 10A, 12/24V auto work
- Tracer2210A 20A, 12/24V auto work
- Tracer3210A 30A, 12/24V auto work
- Tracer4210A 40A, 12/24V auto work

Features :

- Advanced MPPT technology
- High tracking efficiency no less than 99.5%
- Peak conversion efficiency of 98%
- Ultra-fast tracking speed
- Accurately recognizing and tracking of multiple power point
- Multi-function LCD displays system information intuitively
- User programmable for battery types, load control etc.
- 3-Stage charge with PWM output
- Common positive grounding design
- RS485 port with industrial standard MODBUS open architecture
- Fully programmable function via PC software or remote meter

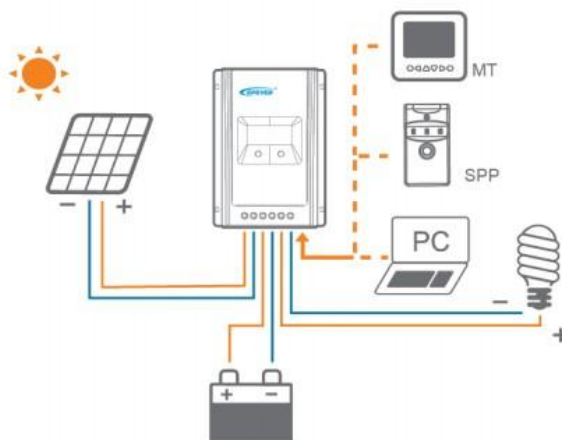


Electronic protections:

- PV reverse polarity protection
- PV over current alarm protection
- Battery over discharge protection
- Load short circuit protection
- Overheating protection
- PV short circuit protection
- Battery overcharge protection
- Battery reverse polarity protection
- Load overload protection

Load Set:

- Manual Control (ON/OFF)
- Light ON/OFF (Default)
- Light ON + Timer
- Time Control



Setting Operation:

There are two methods that can modify load mode and control parameter through infrared interface:

1. Remote meter, MT50
2. Super Parameter Programmer, SPP-02
This method can realize one-key setting operation which is suitable for bulk quantity products setting or applied in the projects.
3. PC monitoring setting software "Solar Station Monitor"



Optional accessories :



PC software:





Technical Specifications:

Model	Tracer1210A	Tracer2210A	Tracer3210A	Tracer4210A
Nominal system voltage	12/24VDC auto work			
Rated charge current	10A	20A	30A	40A
Rated discharge current	10A	20A	30A	40A
Battery input voltage range	8~32V			
Max. PV open circuit voltage	100V(at minimum operating environment temperature) 92V(at 25 °C environment temperature)			
MPP voltage range	$V_{BAT}+2V \sim 72V$			
Max. PV input power	130W(12V) 260W(24V)	260W(12V) 520W(24V)	390W(12V) 780W(24V)	520W(12V) 1040W(24V)
Equalize charging voltage	Sealed: 14.6V, Flooded: 14.8V			
Boost charging voltage	Gel: 14.2V, Sealed: 14.6V, Flooded: 14.8V			
Float charging voltage	13.8V			
Low voltage reconnect voltage	12.6V			
Low voltage disconnect voltage	11.1V			
Self-consumption	$\leq 20mA/12V; \leq 16mA/24V$			
Temperature compensation coefficient	$-3mV/^\circ C/2V(25^\circ C)$			
Working temperature	$-25^\circ C \sim +45^\circ C$			
Enclosure	IP30			
Overall dimension	172x139x44mm	220x154x52mm	228x164x55mm	252x180x63mm
Power terminals	12AWG(4mm ²)	6AWG(16mm ²)	6AWG(16mm ²)	6AWG(16mm ²)
Net weight	0.6kg	1.1kg	1.2kg	1.9kg



BEIJING EPSOLAR TECHNOLOGY CO.,LTD.
 Add: BLDG #18, CO.PARK ,NO.8 HEYING
 ROAD,CHANGPING DISTRICT,BEIJING,CHINA
 Tel: 010-82894962 / 82894112
 Fax: 010-82894882
 E-mail: info@epsolarpv.com

7. Spesifikasi Baterai

Starting & Deep Cycle Marine Batteries Starting & Deep Cycle RV Batteries



955 Todd Avenue Azusa, CA 91702 | Tel. 626-969-6886 | Fax 626-969-8566



Lifeline Home



Marine Batteries



RV Batteries

Racing Batteries



OEMs & Pro Users

Lifeline Battery Distributors

Lifeline Technical Manual

Lifeline 6 Volt Battery.....stronger & longer life. -

O.H., North Carolina USA ----> Add Your Quote here See more Lifeline Battery Satisfied User Quotes

AGM Deep Cycle RV Batteries From Lifeline Battery Corporation

- [RV Battery Main](#)
- [Deep Cycle RV Battery Specifications](#)
- [Starting RV Battery Specifications](#)
- [RV Battery Sizing Calculator DC-DC](#)
- [RV Battery Sizing Calculator AC-DC](#)
- [RV Battery Distributors](#)
- [RV Battery Manual](#)



[Material Safety Data Sheet](#)

DEEP CYCLE MARINE BATTERY APPLICATIONS












[Click here to view Starting RV Batteries](#)

To get to specific rv battery information click on the part number.

[Click to get specific terminal information for all Lifeline RV batteries](#)

[PRINT THIS PAGE](#)

Lifeline Battery Part Number	Volts	RV Battery Dimensions						Weight lb - kg		Cold Cranking Amps			Rated Cap. Amp. Hrs 20 Hr Rate	Minutes of Discharge		
		Length in mm	Width in mm	Height in mm	68° F	32° F	0° F			25	15	8				
GPL-U1T	12v	7.71	195.90	5.18	132.00	6.89	175.00	24.00	10.90	325	275	215	33	50	93	185
GPL-24T	12v	11.13	282.70	6.60	167.60	9.25	234.80	56.00	25.50	800	680	550	80	149	259	524
GPL-27T	12v	13.09	332.50	6.60	167.60	9.25	234.80	65.00	29.50	845	715	575	100	186	324	655
GPL-31T	12v	12.90	327.80	6.75	171.30	9.27	235.50	69.00	31.40	880	750	600	105	195	340	688
GPL-30HT	12v	13.46	342.00	6.77	172.00	11.95	304.00	96.00	43.50	1000	850	700	150	315	555	1120

GPL-4DA		12v	20.76	527.40	8.70	221.00	8.63	219.10	135.00	61.20	1595	1360	1100	210	390	680	1375
GPL-4DL		12v	20.76	527.40	8.70	221.00	8.63	219.10	135.00	61.20	1595	1360	1100	210	390	680	1375
GPL-8DA		12v	20.76	527.30	10.89	276.60	8.60	218.40	162.00	73.60	1975	1675	1350	255	475	825	1670
GPL-8DL		12v	20.76	527.30	10.89	276.60	8.60	218.40	162.00	73.60	1975	1675	1350	255	475	825	1670
GPL-4CT		6v	10.28	261.10	7.06	179.30	9.92	252.00	66.00	30.00	1095	925	750	220	492	856	1692
GPL-6CT		6v	10.28	261.00	7.06	179.30	12.94	329.00	90.00	40.80	1150	1025	925	300	692	1200	2205
GPL-L16T		6v	11.64	296.00	6.95	177.00	15.73	399.00	119.00	54.00	1975	1675	1350	400	950	1625	3195
GPL-L16T-2V		2v	11.64	296.00	6.95	177.00	15.73	399.00	119.00	54.00	5332	4552	3645	1200	2850	4875	9585
GPL-31T-2V		2v	12.90	327.80	6.75	171.30	9.27	235.50	69.00	31.40	4752	4050	3240	630	1170	2040	4128
GPL-4CT-2V		2v	10.28	261.10	7.06	179.30	9.92	252.00	66.00	30.00	2950	2500	2025	660	1476	2568	5076
GPL-6CT-2V		2v	10.28	261.00	7.06	179.30	12.94	329.00	90.00	40.80	3100	2750	2500	900	2076	3600	6615

Lifeline Battery Terminal Types

Part Number

GPL-24T, GPL2400T, GPL27T,
GPL-2700T, GPL-31T, GPL-3100T

GPL-4DL, GPL-8DL

GPL-4DA, GPL-8DA

GPL-4CT, GPL-6CT, GPL-1400T

GPL-U1T

Terminal Types

Marine Terminal (Copper Alloy)

Pos Terminal=M10 & Neg Terminal =M8

L-Blade Terminal (Solid Copper) w/M8 Hardware

A- SAE Post Automotive (Lead Alloy)

M8 Threaded Insert (Copper Alloy)

M6 Threaded Insert (Copper Alloy)

8. Spesifikasi *Lifeboat*

Specification of Freefall Lifeboat CFL-C66E



1. GENERAL

1.1 The lifeboat is built in compliance with latest SOLAS regulation and LSA code. It is made by fire retardant glass reinforced plastic (FRP) material with self-righting features.

1.2 Evaluation, Testing and Approval

Hull NO.	10560
Classification	BV/CR
Flag	PANAMA
Certification	MED

1.3 Shop Test

The following tests except launching tests for individual boats have already been effected at the factory:

- visual inspection
- speed and maneuverability test
- function test of other equipment
- Hook release mechanism test
- inventory check of fixed & loose equipment
- water spray test *(for tanker version only)*
- air supply test *(for tanker version only)*

2. PRINCIPAL PARTICULARS

2.1 Main dimensions

Length of hull	6.73 m
Breadth	2.70 m
Registered Height	1.21 m
Max. Height	3.35 m
Max. Freefall Certified Height	23 m

2.2 Number of persons Max. 25 persons

2.4 Weight

Standard Boat with equipment(included fuel oil)	3700 kgs
Persons	2063kgs
Full loaded	5763 kgs

Remark: Basic weight for boat fully equipped but without persons. For launching weight incl. Persons add 82.5 kg for each person. This is a standard specification. Deviations due to certifying authority or technical advance are possible.

Specification of Freefall Lifeboat CFL-C66E



3.28 Fuel tank

Made of aluminium and fitted in hull inner liner under floor. Ventilation to the outside, filling connection and inspection cover provided. Easy access to fuel valve. Possibility for draining water. Fuel tank capacity sufficient for more than 24 working hours at 6 knots.

3.29 Shaft plant

Propeller shaft is made of stainless steel with bronze bearings. Shaft plant can run dry 5 minutes when boat is on trackway.

3.30 Propeller

Propeller is designed of special execution to run in rudder nozzle.

3.31 Engine

Water-cooled boat diesel engine with reverse and reduction gear. A minimum speed of 6 knots is guaranteed.

Engine starting electrically with two independent batteries.

Engine fixed mounted to GRP engine foundation.

Item	Model	3JH30A	
Manufacturer		Yanmar, Japan	
Type		Vertical, water-cooled, 4-cycle	
Continuous rated output		30hp / 2900RPM	
No. of Cylinders		3	
Dimension (LxBxH)		863 x 470 x 710 mm	
Electric System		12V x 1.5HP (1.1kW) start motor 14V – 50Amp, 700W alternator	
Cooling System		Keel cooling (fresh water)	
Exhaust Type		Dry Exhaust	
Propeller Reduction Gear Ratio		FWD 2.360 / REV 3.160	
Fuel oil consumption		6.2 Litres/hour	
Dry Weight		190 kgs	
Starting system		Dual Electric Starting	
Fuel oil	Capacity in total	195 liters for 24 hours continuous operation at a specified speed.	
	Quality	BS 2869, Class A, Equivalent to JIS K2204 no.3	
Lub oil	Capacity	Engine	7.0 liters
		reduction gear	0.35 liters
	API service ranking		CC or CD
	SAE viscosity number		SAE 15W40 Multi Grade
Propeller Shaft		Stainless Steel	
Propeller		High strength brass	

3.32 Cooling system

One closed cooling circuit going through keel-pipes. Cooling system filled with anti-freezer. Thus, when freezing no draining in the boat is requested.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Bella Puji Darma Samodra biasa dipanggil Bella, lahir di Magetan pada tanggal 30 September 1996. Merupakan putri dari pasangan suami istri Bapak Agus Darmono dan Puji Mulyati. Memulai pendidikannya di TK. Dharma Wanita Gresik (2002), SDN Pongangan 1 (2008), SMPN 3 Gresik (2011), SMAN 1 Manyar (2014), dan PSDIII Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro, Semarang (2017). Setelah menyelesaikan perkuliahannya, penulis menempuh gelar Sarjana di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Selama perkuliahan, penulis aktif sebagai Sekretaris Eksternal Himpunan Jurusan, LKMM Madya, dan merupakan anggota aktif di Laboratorium MMS (Marine Machinery Fluids and System). Penulis juga aktif berprestasi di bidang non-akademis, Jujitsu Gresik, dan telah mengoleksi beberapa penghargaan. Pada akhir perkuliahan S1, penulis melakukan penelitian Tugas Akhir dengan judul Studi Analisis Penggunaan *Heatsink* Tembaga Terhadap Jumlah Air Tawar Yang Dihasilkan pada Atmospheric Water Generator Menggunakan Thermoelectric Cooler untuk Kebutuhan Air Minum di Lifeboat. Semoga penelitian ini dapat berguna bagi bidang keilmuan terkait dan khalayak umum.

Contact Person :

Bella Puji Darma Samodra

bellapuji30@gmail.com / 081235670441

ig : bella_puji

“Halaman ini sengaja dikosongkan”