



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

DESAIN BENTUK KOIL PENDINGIN UNTUK *ATMOSPHERIC WATER GENERATOR*

Diar Ayu Yonanda
NRP 0421154000042

Dosen Pembimbing
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.
Ede Mehta Wardhana, S.T., M.T.

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

TUGAS AKHIR - ME 4834

**DESAIN BENTUK KOIL PENDINGIN UNTUK *ATMOSPHERIC WATER*
*GENERATOR***

Diar Ayu Yonanda
NRP 0421154000042

Dosen Pembimbing
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc
Ede Mehta Wardhana, S.T., M.T.

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

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

BACHELOR THESIS - ME 4834

***DESIGN ON COOLING COILS FOR ATMOSPHERIC WATER
GENERATOR***

Diar Ayu Yonanda
NRP 0421154000042

Supervisor
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.
Ede Mehta Wardhana, S.T., M.T.

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

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

**DESAIN BENTUK KOIL PENDINGIN UNTUK *ATMOSPHERIC WATER*
*GENERATOR***

TUGAS AKHIR

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

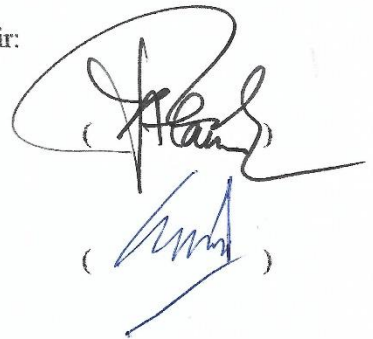
Oleh:

Diar Ayu Yonanda
NRP. 0421154000042

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.
NIP. 196801291992031001

Ede Mehta Wardhana, S.T., M.T.
NIP. 19922017111048



(Alam)
(Ede)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN BENTUK KOIL PENDINGIN UNTUK *ATMOSPHERIC WATER GENERATOR*

TUGAS AKHIR

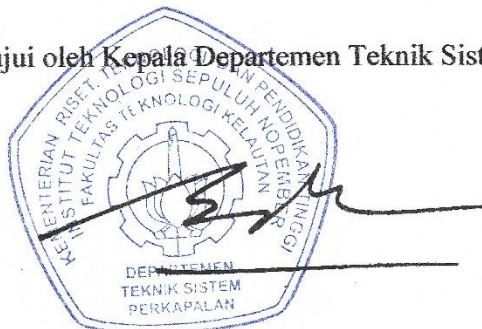
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi *Marine Machinery and System* (MMS)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Diar Ayu Yonanda
NRP. 0421154000042

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan



Dr. Eng. M.Badruz Zaman., ST., MT.
NIP. 197708022008011007

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Desain Bentuk Koil Pendingin untuk *Atmospheric Water Generator*

Nama Mahasiswa : Diar Ayu Yonanda
NRP : 0421154000042
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan ITS
Dosen Pembimbing 1 : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.
Dosen Pembimbing 2 : Ede Mehta Wardhana, S.T., M.T.

ABSTRAK

Atmospheric Water Generator merupakan alat yang dapat memanfaatkan kelembaban udara menjadi air yang dapat dikonsumsi. Alat ini dapat digunakan pada situasi yang darurat. Salah satu contoh penerapannya yaitu penggunaan di *Lifeboat*. Persediaan air minum di *lifeboat* cukup terbatas yaitu 2 liter setiap penumpangnya. Penggunaan *Atmospheric Water Generator* di *lifeboat* sangat sesuai karena alat ini akan digunakan di tengah laut. Kondisi di tengah laut yang memiliki kelembaban udara tinggi dan juga sinar matahari yang cukup. Pada penelitian sebelumnya, proses kondensasi terjadi pada koil pendingin dengan desain tabung pipa biasa. Koil akan mulai menghasilkan embun ketika suhu pipa tersebut mencapai suhu dew point, yaitu suhu dimana akan terjadinya pengembunan pada R_h (kelembaban) dan suhu lingkungan pada saat itu. Pada penelitian kali ini akan menggunakan sistem perluasan permukaan koil pendingin dengan tujuan mempercepat proses pendinginan koil sehingga akan mencapai temperature dew point secara cepat. Perluasan permukaan yang digunakan pada penelitian kali ini dengan penambahan sirip pada tabung pipa pendingin. Sirip berbentuk lingkaran dengan diameter 3cm dan ketebalan 0,015 cm. Pemasangan sirip divariasikan berdasarkan jarak antar sirip. Variasi pertama dengan jarak sirip 4 cm, variasi kedua dengan jarak sirip 8 cm dan variasi ketiga dengan jarak sirip 16 cm. dari ketiga variasi tersebut hasil masing-masing secara berurutan 10,5 ml/7 jam, 14 ml/7 jam dan 13 ml/7 jam. Dari hasil tersebut dapat diketahui jika semakin luas permukaan untuk penyebaran panas tidak menjamin dapat mempercepat proses pengembunan dan menghasilkan air sebanyak mungkin. Dapat disimpulkan dari hasil air yang didapatkan bahwa perlu desain koil yang efisien untuk mendapatkan air yang lebih banyak.

Kata kunci: Heat Exchanger, Koil Pendingin, Kondensasi, Perpindahan Kalor

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Design on Cooling Coils for Atmospheric Water Generator

Name of Student : Diar Ayu Yonanda
NRP : 0421154000042
Department : Marine Engineering
Supervisor 1 : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.
Supervisor 2 : Ede Mehta Wardhana, S.T., M.T.

ABSTRACT

Atmospheric Water Generator is a device that can use moisture in the air to be consumed. This tool can be used in emergency situations. One example of its application is the use of Lifeboat. The supply of drinking water at Lifeboat is quite limited, which is 2 liters per passenger. The use of Atmospheric Water Generator in Lifeboat is very suitable because this tool will be used in the middle of the sea. Conditions in the middle of the sea that have high air humidity and sufficient sunlight. In previous studies, the condensation process occurred in the cooling coil with a normal pipe tube design. The coil will start producing dew when the temperature of the pipe reaches the dew point temperature, which is the temperature at which condensation will occur at Rh (humidity) and ambient temperature at that time. In this study, the system will need a cooling coil surface area with the aim of accelerating the cooling process of the coil so that it will reach dew point temperature quickly. The surface expansion used in this study was by adding fins to the cooling pipe tube. The fin is circular with a diameter of 3cm and a thickness of 0.015 cm. Installation of fins is varied based on the distance between fins. The first variation with a fin distance of 4 cm, the second variation with a distance of 8 cm fin and the third variation with a distance of 16 cm fin. of the three variations, the results were respectively 10.5 ml, 14 ml and 13 ml. From these results it can be concluded that the more surface area for heat spread does not guarantee to accelerate the condensation process and produce as much water as possible. It can be concluded from the results of water that it is found that it is necessary to design an efficient coil to get more water.

Keywords: Condensation, Cooling Coil, Heat Exchanger, Heat Transfer

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT Tuhan semesta alam atas limpahan rahmat dan karuniannya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**DESAIN BENTUK KOIL PENDINGIN UNTUK *ATMOSPHERIC WATER GENERATOR***”. Sholawat serta salam semoga terlimpah curahkan kepada baginda tercinta Nabi Muhammad SAW. Tugas akhir ini diselesaikan dengan tujuan sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S1) Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Dalam pengerjaan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak yang bersangkutan. Oleh karena itu, dengan selesainya tugas akhir ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kepada kedua orang tua yaitu Bapak Arief Priyatmoko dan Ibu Didiet Prasetyani yang senantiasa memberikan motivasi untuk mendukung dalam proses pengerjaan tugas akhir.
2. Kepada Bapak Ir. H. Alam Baheramsyah, M.Sc selaku dosen pembimbing 1 tugas akhir yang senantiasa memberikan masukan dan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir.
3. Kepada Bapak Ede Mehta Wardhana, ST., MT selaku dosen pembimbing 2 tugas akhir yang senantiasa memberikan masukan dan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir.
4. Kepada Bapak Dr. Eng. Muhammad Badrus Zaman, ST., MT selaku Ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan dan para dosen yang telah mendidik dan memberi pengetahuan selama penulis menempuh pendidikan di Departemen Teknik Sistem Perkapalan.
5. Kepada Bapak Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M. Phill selaku Kepala Laboratorium MMS (*Marine and Machinery System*) yang telah memberikan pengetahuan dan bimbingann yang berharga.
6. Kepada Alfaatan Muhammad Dimiyati, Bella Puji Darma Samodra, dan Prima Admaditza Zulfikar selaku teman tugas akhir yang senantiasa bersama dalam proses pengerjaan tugas akhir.
7. Kepada keluarga Soto Djoni, Ferdy, Alfa, Andryan, Kisserah, Mbak Jijah, Efrem, Faris, Geraldy, Hilmy, Timothy, Mbak Bella, Rana, Sasa, Mbak Sulfaia, Mas Isom, yang selalu memberikan support dalam pengerjaan Tugas Akhir
8. Kepada teman-teman Laboratorium MMS (*Marine and Machinery System*) yang senantiasa menemani dan membantu dalam proses pengerjaan tugas akhir.
9. Kepada seluruh teman-teman angkatan 2015 SALVAGE (Solid, Reliable and Visionary Marine Engineer) yang telah bersama dalam suka dan duka selama 4 tahun..
10. Kepada semua pihak yang telah berkontribusi membantu dalam proses pengerjaan tugas akhir penulis.

Semoga Allah SWT memberikan rahmatNya bagi semua pihak yang elah berkontribusi dalam membantu penyelesaian Tugas Akhir dan penulisan laporan. Laporan yang telah diselesaikan tentu masih jauh dari kata sempurna mengingat adanya keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis.

Dengan itu diharapkan adanya kritik dan saran yang membangun mengenai Tugas Akhir ini agar menjadi yang lebih baik dan bermanfaat bagi kalangan yang lebih luas.

Dengan ini penulis mengucapkan terima kasih dan memohon maaf atas segala kesalahan yang telah penulis lakukan secara sengaja maupun tidak sengaja.

Surabaya, 24 Juni 2019

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vii
ABSTRAK.....	ix
<i>ABSTRACT</i>	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR TABEL.....	xxi
DAFTAR GRAFIK.....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB II.....	3
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Definisi Atmospheric Water Generator.....	3
2.1.1 Model I	3
2.1.2 Model II	4
2.1.3 Model III.....	4
2.1.4 Model IV.....	5
2.1.5 Analisa Lanjut Model IV	6
2.2 Prinsip Kerja Atmospheric Water Generator	8
2.3 Modifikasi Pipa Tembaga pada Model IV	8
2.4 Perpindahan Kalor.....	10
2.4.1. Laju Perpindahan Kalor.....	10
2.4.2. Perpindahan Kalor Konduksi.....	10
2.4.3. Perpindahan Kalor Konveksi.....	10

2.4.4. Perpindahan Kalor Radiasi	11
2.4.5. Reynold Number.....	12
2.4.6. Peclet Number	12
2.4.7. Prandtl Number.....	13
2.4.8. Nusselt Number	13
2.4.9. Koefisien Perpindahan Kalor Konveksi	13
2.5 Circular Fin	14
2.5.1 Efisiensi Sirip	15
2.5.2 Efektivitas Sirip	16
2.6 Perhitungan Hasil Kondensat	16
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Metode Penelitian.....	19
3.2 Analisa Desain dan Model	20
3.3 Pengumpulan Alat dan Bahan	20
3.4 Pembuatan Model.....	24
3.4.1 Pembuatan Akrilik.....	25
3.4.2 Pemasangan <i>heatsink</i>	25
3.4.3 Penempelan Thermoelectric	25
3.4.4 Pemasangan <i>Fan</i>	25
3.4.5 Pemasangan Pipa Fleksible.....	26
3.4.6 Pemasangan Pompa	26
3.4.7 Pemasangan Pipa Tembaga	26
3.5 Pengujian Model	26
3.6 Pengambilan Data	27
3.7 Pengolahan Hasil Pengujian.....	27
3.8 Kesimpulan dan Saran.....	27
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Umum.....	29
4.2 Perhitungan <i>Dew Point</i>	29
4.3 Perhitungan Efisiensi Sirip.....	30

4.4 Efisiensi Model	31
4.5 Hasil Pengujian	34
4.6 Hasil Percobaan.....	39
4.7 Efisiensi Model	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN : BAGIAN A	47
DOKUMENTASI HASIL EKSPERIMEN	47
LAMPIRAN : BAGIAN B	53
SPESIFIKASI PERALATAN.....	53
BIODATA PENULIS	67

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Desain Model I	3
Gambar 2. 2 Desain Model II	4
Gambar 2. 3 Desain Model III.....	5
Gambar 2. 4 Desain Model IV	6
Gambar 2. 5 Koil Pendingin Model IV	9
Gambar 2. 6 Pipa Tembaga dengan Circular Fin	9
Gambar 2. 7 Circular Fin.....	14
Gambar 2. 8 Grafik Fin Efisiensi	15
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	19
Gambar 3. 2 Atmospheric Water Generator.....	24
Gambar 4. 1 Psychrometric Chart	29

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Konduktivitas Termal.....	10
Tabel 1.2 Nilai Koefisien Perpindahan Kalor Konveksi.....	11
Tabel 1.3 Alat dan Bahan.....	20

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Temperatur Heatsink dan Heatpipe Tanpa Sirip.....	34
Grafik 4. 2 Temperatur Waterblock Tanpa Sirip.....	34
Grafik 4. 3 Temperatur Heatsink dan Heatpipe Jarak Sirip 4 cm.....	35
Grafik 4. 4 Temperatur Waterblock Jarak Sirip 4 cm	36
Grafik 4. 5 Temperatur Heatsink dan Heatpipe Jarak Sirip 8 cm.....	36
Grafik 4. 6 Grafik 4. 4 Temperatur Waterblock Jarak Sirip 8 cm.....	37
Grafik 4. 7 Temperatur Heatsink dan Heatpipe Jarak Sirip 16 cm.....	38
Grafik 4. 8 Temperatur Waterblock Jarak Sirip 16 cm	38
Grafik 4. 9 Grafik Hasil Perhitungan Kalor	39
Grafik 4. 10 Temperatur Pipa Tembaga	40
Grafik 4. 11 Laju Perpindahan Kalor	40
Grafik 4. 12 Hasil Air yang Didapatkan.....	41
Grafik 4. 13 Efisiensi Model	42

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sekoci atau yang sering disebut dengan *lifeboat* merupakan perahu penyelamat yang biasanya terdapat pada kapal besar. Tujuan dari adanya sekoci ini merupakan suatu pertolongan untuk awak kapal maupun penumpang kapal jika sedang dalam keadaan darurat. Sekoci tidak dapat menampung kapasitas penumpang dengan banyak, sehingga pada kapal penumpang diperlukan beberapa jumlah sekoci sesuai dengan jumlah penumpang kapal. Untuk menghadapi situasi yang darurat, didalam sekoci terdapat peralatan yang dapat menunjang keberlangsungan hidup para penumpang. Beberapa peralatan yang terdapat didalam sekoci antara lain seperti cadangan makanan, cadangan minuman 2 liter setiap orangnya, alat memancing dan berbagai peralatan lainnya yang dibutuhkan. Ketersediaan air minum sangat minim yaitu kurang lebih 2 liter setiap orangnya merupakan salah satu hal yang krusial, karena para penumpang perlu untuk menjaga cairan didalam tubuhnya untuk bertahan hidup. Para penumpang tidak dapat meminum air laut, karena air laut mengandung garam sehingga jika diminum akan menyebabkan cairan didalam tubuhnya akan berkurang. Sehingga dibutuhkannya suplai air minum untuk kebutuhan para penumpang kapal. Dengan adanya alat *Atmospheric Water Generator* dapat membantu menghasilkan air tawar yang dapat diminum oleh para penumpang di sekoci.

Atmospheric Water Generator merupakan suatu alat yang dapat menghasilkan air tawar. Air tawar yang didapatkan berasal dari udara yang lembab. Udara yang terdapat di laut memiliki kelembaban yang tinggi, sehingga dapat membantu meningkatkan air tawar yang dihasilkan oleh *Atmospheric Water Generator*. Cara kerja *Air Water Generator* ini dengan memanfaatkan udara lembab yang akan dikondensasi. Dalam proses kondensasi akan terjadi pada pipa tembaga yang didalamnya terdapat air. Pipa tembaga yang digunakan untuk proses kondensasi tersebut memiliki beberapa variasi bentuk dimana tujuannya untuk menghasilkan air tawar yang maksimal. Terdapat beberapa komponen yang membantu untuk menjalankan peralatan tersebut. Salah satunya seperti panel surya yang membantu dalam konversi energi matahari yang tidak terbatas ini menjadi listrik. Setelah konversi menjadi listrik, daya yang dihasilkan akan disimpan didalam baterai.

Adanya daya yang terdapat didalam baterai tersebut dapat digunakan untuk membantu menjalankan *Atmospheric Water Generator*. Ketersediaan alat *Atmospheric Water Generator* dapat berjalan dengan menggunakan energi yang tak terbatas ketersediannya, sehingga alat ini dapat membantu mensuplai air tawar yang layak minum untuk pra penumpang di dalam sekoci. Air tawar layak minum tersebut harus memenuhi kriteria. Beberapa kriteria tersebut seperti air tawar yang tidak berbau, selain itu memiliki warna yang bening. Tidak hanya itu, kandungan yang terdapat didalam air tawar juga harus di perhatikan, seperti tidak

terdapatnya bakteri didalamnya. Kandungan mineral juga harus terpenuhi dan juga pH air harus netral.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana bentuk rangkaian pipa yang akan dipasangkan di *Air Water Generator*?
2. Bagaimana jumlah air tawar yang dihasilkan jika rangkaian pipa tembaga divariasikan?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dibuat agar lingkup penelitian ini lebih fokus, yaitu:

- a. Hasil air tawar dibandingkan dengan hasil air tawar pada penelitian sebelumnya.
- b. Indikator penelitian hanya berdasarkan pada jumlah air tawar yang dihasilkan, tidak dilihat dari segi keekonomisannya.
- c. Pembuatan specimen mengacu pada penelitian sebelumnya “Eksperimen Penghasil Air Tawar dari Udara Menggunakan *Thermoelectric Cooler* untuk Kebutuhan Air Minum di *Lifeboat*” oleh Darwin pada tahun 2017

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui rangkaian pipa yang akan dipasangkan di *Air Water Generator*
2. Mengetahui hasil air tawar yang dihasilkan jika rangkaian pipa divariasikan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Memberikan referensi untuk penambahan peralatan di *Lifeboat* untuk keberlangsungan hidup penumpang.
- b. Memberikan ide baru untuk menghasilkan air tawar dari udara sekitar.
- c. Memahami pengaruh panjang pipa dan rangkaian terhadap air tawar yang dihasilkan.

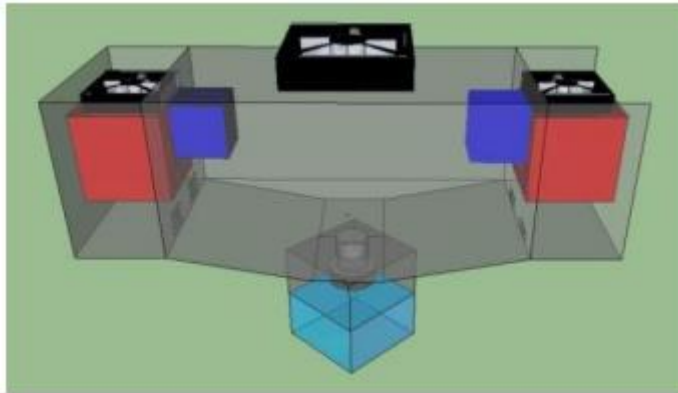
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Atmospheric Water Generator

Air water generator (AWG) merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengubah udara lembab di sekitar lingkungan menjadi air tawar yang dapat dikonsumsi. Dari percobaan sebelumnya, indikator keberhasilan alat *Air water generator (AWG)* ini adalah jumlah air yang dihasilkan dalam waktu yang telah ditentukan. Untuk memperoleh air tawar sebanyak mungkin dalam waktu yang ditentukan, *Air water generator (AWG)* dimodifikasi dengan berbagai model. Pada penelitian sebelumnya terdapat 4 model yang didesain untuk membandingkan jumlah air tawar yang dihasilkan.

2.1.1 Model I

Model I merupakan model yang paling sederhana. Pada model ini menggunakan penangkap udara lembab bermaterial aluminium bersip yang untuk memperluas luasan pendingin yang ditempelkan pada sisi dingin TEC dengan menggunakan *thermal paste* sebagai perekatnya. Pembuangan kalor yang dihasilkan oleh sisi panas TEC akan disalurkan menuju *heatsink* aluminium yang ditempel menggunakan *thermal paste*. Tujuan pembuangan kalor tersebut agar suhu pada sisi panas TEC tidak terlalu tinggi, sehingga sisi dingin TEC dapat bekerja secara optimal.



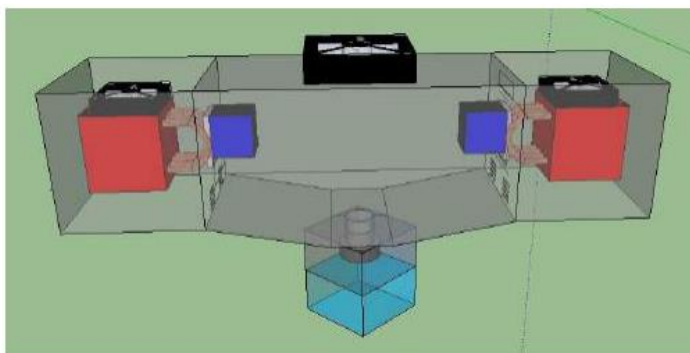
Gambar 2. 1 Desain Model I

Sumber : Darwin, 2013

Pada model I dilakukan selama 60 menit dengan aliran udara 20 cfm pada suhu dan kelembapan 79% dan 30°C dihasilkan pembacaan *dew point* pada diagram Psikometri 25,9°C. Air yang dihasilkan sebesar 15 ml. Analisa dari model I didapatkan kurang optimalnya fungsi *heatsink* karena material yang digunakan aluminium yang konduktivitas *thermal* masih rendah. Sehingga sisi dingin pada TEC belum dapat menghasilkan suhu yang sangat rendah. Hal ini mempengaruhi air tawar yang dihasilkan pada model 1 ini.

2.1.2 Model II

Model II merupakan modifikasi dari model I. Pada model I memiliki kekurangan yaitu kurang optimalnya kerja dari *heatsink* aluminium yang memiliki konduktivitas *thermal* rendah, sehingga penyebaran kalor masih belum tersebar secara maksimal. Sehingga terdapat beberapa opsi untuk penggantian sistem pada pembuangan kalornya. Dari beberapa opsi tersebut antara lain pendinginan dengan sirkulasi air laut, yang kedua pendinginan dengan sirkulasi cairan *coolant* yang dipasangkan dengan kipas pendingin, dan yang ketiga menggunakan *heat pipe* dengan cairan *coolant* yang memanfaatkan *wick* untuk membuat gaya kapilaritas. dari ketiga opsi dipilih *heat pip* yang dirasa paling optimal karena tidak memerlukan penggerak untuk mensirkulasikan fluida kerja yang terdapat didalamnya. Pada sisi panas dang dingin TEC tetap dilapisi dengan *thermal paste*.



Gambar 2. 2 Desain Model II

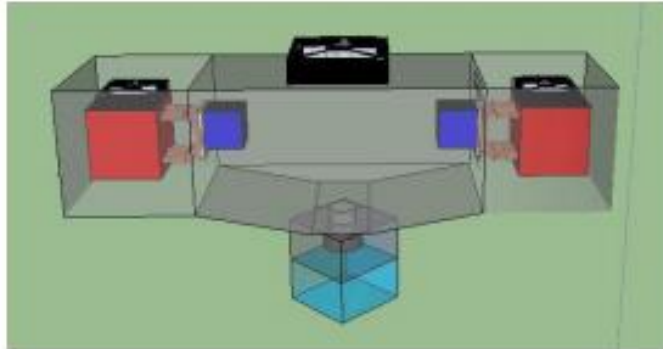
Sumber : Darwin, 2013

Percobaan pada model II dilakukan selama 60 menit dengan kecepatan alir udara menuju penangkap udara lebab 20 cfm pada suhu dan kelembaban udara (RH) secara berturut-turut 31,3⁰C dan 79% dihasilkan *dew point* pada pembacaan diagram Psikometri 27⁰C. kapasitas air yang didapatkan sebesar 27 ml, lebih banyak dari air yang dihasilkan pada model I. peningkatan kapasitas terjadi karena penggantian sistem pada pembuangan kalor di sisi panas TEC menggunakan *heat pipe* dapat berfungsi secara optimal. Pada sisi panas TEC hampir mendekati suhu lingkungan sehingga dapat pada sisi dingin TEC dapat bekerja secara optimal dan menghasilkan suhu yang rendah. Dengan suhu yang rendah pada sisi dingin TEC menyebabkan aluminium *cold sink* lebih rendah dan proses kondensasi dapat berjalan dengan lancar dan menghasilkan air yang lebih banyak.

2.1.3 Model III

Pada model II telah diketahui bahwa air yang didapatkan lebih banyak dari model I. kekurangan dari model II yaitu teperatur rendah pada sisi dingin akan terbuang menuju sisi panas TEC. Pada model III ini dilakukan percobaan dengan tanpa mengalirkan udara bertemperatur rendah dari sisi dingin TEC menuju sisi panas TEC dengan harapan udara yang dialirkan menuju aluminium *cold sink*

dapat terkondensasi secara sempurna. Dengan menutup celah yang membuat aliran udara menuju sisi panas TEC, maka model III dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



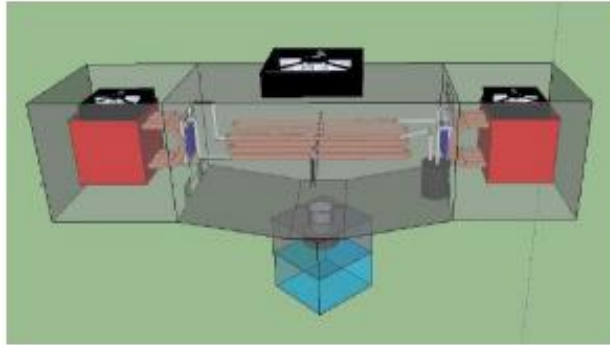
Gambar 2. 3 Desain Model III

Sumber : Darwin, 2013

Pada percobaan model III dilakuakn selama 60 menit dengan kecepatan aliran udara menuju penangkap udara lembab 20 cfm dengan kelembaban udara (RH) dan suhu lingkungan secara berturut-turut 78% dan 30,6⁰C, dengan hasil pembacaan diagram Psikometri menghasilkan *Dew Point* 26,3⁰C. Dari model III dihasilkan air sebanyak 22,4 ml yang hasilnya lebih rendah dari hasil pada model II. Hal ini disebabkan oleh peningkatan suhu pada alumunium *cold sink*, karena pendinginan pada sisi panas TEC kurang optimal. Udara yang melewati *condenser heat pipe* cukup tinggi karena hanya mengandalkan suhu lingkungan tanpa bantuan udara bertemperatur rendah dari sisi dingin TEC seperti pada model II. Sehingga dapat disimpulkan bahwa menghimpun udara didalam box tidak dapat membantuproses kondensasi dengan maksimal. Pada model I, II, III dapat diketahui bahwa temperatur antara sisi dingin TEC dan alumunium *cold sink* memiliki perbedaan yang cukup besar. Hal ini disebabkan oleh material yang digunakan yaitu alumunium yang memiliki konduktivitas thermal rendah, sehingga perlunya diganti material di penangkap udara lembab pada sisi dingin TEC.

2.1.4 Model IV

Model IV merupakan salah satu model yang berbeda. Pada model I, II, III, memiliki perbedaan temperature yang besar antara sisi dingin TEC dengan alumunium *cold sink*, hal ini dikarenakan material yang digunakan masih belum memiliki konduktivitas thermal yang tinggi, sehingga masih belum sempurna dalam penyebaran kalor. Pada model ke IV memnfaatkan material yang memiliki konduktivitas termal yang lebih tinggi dari alumunium yaitu menggunakan tembaga yang memiliki konduktivitas termal sebesar 380 J/m.s.⁰C lebih tinggi dibandingkan dengan alumunium dengan konduktivitas termal sebesar 200 J/m.s.⁰C. Pada model IV diberikan pipa tembaga yang didalamnya dialiri air dan disirkulasikan secara terus menerus dengan pompa. Berikut desain dari model IV.



Gambar 2. 4 Desain Model IV

Sumber : Darwin, 2013

Pada percobaan model ke IV dilakukan selama 60 menit dengan kecepatan aliran udara menuju penangkap udara lembab 20 cfm. Kelembaban udara (RH) dan suhu lingkungan secara berturut-turut adalah 79% dan 30,3^oC dengan hasil pembacaan diagram Psikometri menghasilkan *dew point* 26,2^oC. dari model ke IV dihasilkan kapasitas air sebesar 30 ml. Hal ini dikarenakan pipa tembaga penghantar kalor dari sisi dingin bekerja secara optimal. Perbedaan antara sisi dingin TEC dan pipa tembaga sebesar 27,5^oC, dengan temperature pada sisi dingin TEC sebesar -16^oC dan pipa tembaga sebesar 11,5^oC. Dari keempat model dapat disimpulkan bahwa model IV memiliki desain yang paling optimal karena menghasilkan air paling banyak dibandingkan dengan model I, II, dan III.

2.1.5 Analisa Lanjut Model IV

Hasil pengujian dari model I, II, III, dan IV, didapatkan bahwa model IV merupakan model yang paling optimal karena dapat menghasilkan kapasitas air terbanyak. Sehingga dilakukan analisa lebih lanjut dengan menambahkan maupun mengurangi komponen yang terdapat pada model IV.

2.1.5.1 Analisa Penggunaan Thermal Paste pada Cold Side Thermoelectric

Thermal Paste merupakan perekat yang merekatkan sisi dingin TEC dengan pipa tembaga. Model yang tanpa dan menggunakan *thermal paste* memiliki perbedaan temperature pada pipa tembaganya. Pipa tembaga yang menggunakan *thermal paste* memiliki temperatur sebesar 11,5^oC dan pipa tembaga yang tidak menggunakan *thermal paste* terjadi penurunan temperature menjadi 8,8^oC. Dari temperature yang dihasilkan mempengaruhi kapasitas air yang dihasilkan. Pada pipa tembaga yang menggunakan *thermal paste* 30 ml perjamnya. Untuk pipa tembaga tanpa menggunakan *thermal paste* air yang dihasilkan meningkat menjadi 33 ml perjamnya.

2.1.5.2 Analisa Pengujian Pompa

Pompa merupakan suatu mesin yang berfungsi untuk memindahkan fluida dari satu tempat ke tempat yang lain. Pada model IV ini pompa berfungsi untuk mensirkulasikan air yang terdapat didalam pipa tembaga yang bertujuan agar air

dapat didinginkan oleh *waterblock* secara terus menerus dan menjaga temperatur pada permukaan pipa tetap rendah agar dapat menjaga udara lembab. Pada pompa terdapat *impeler* yang berfungsi untuk memindahkan fluida. Sumber listrik yang digunakan oleh pompa adalah sumber listrik DC, sehingga putaran rpm pada *impeler* dapat diatur dengan pengubahan tegangan yang masuk pada motor listrik. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa tegangan yang sesuai untuk model IV adalah 3V, karena menghasilkan temperature paling rendah walaupun debit pompa yang dihasilkan kecil. Jika tegangan pompa semakin tinggi maka akan semakin tinggi yang berbanding lurus dengan temperature motor.

2.1.5.3 Analisa Penambahan Luasan pada Pipa Tembaga

Pada model IV dilakukan analisa berupa penambahan luasan pada pipa tembaga. Luasan yang divariasikan yaitu sebesar 66 cm², 99 cm², dan 132 cm². Dari hasil pengujian penambahan pipa tembaga didapatkan jumlah air tawar yang berbeda-beda. Pada pipa tembaga yang memiliki luasan 66 cm² menghasilkan air sebanyak 33 ml/jam, pipa tembaga seluas 99 cm² menghasilkan air sebanyak 39 ml/jam, dan pipa tembaga seluas 132 cm² menghasilkan air sebanyak 36 ml/jam. Dapat disimpulkan bahwa semakin luas pipa tembaga, kapasitas air yang dihasilkan akan semakin banyak. Sehingga dapat diketahui semakin besar luas permukaan pipa tembaga, temperature yang dihasilkan semakin tinggi.

2.1.5.4 Analisa Material Waterblock

Waterblock merupakan suatu perangkat yang berfungsi untuk menghantarkan kalor dari sisi dingin TEC menuju fluida yang terdapat didalam pipa tembaga. Jika *waterblock* dapat bekerja secara optimal, maka akan menghasilkan temperature yang rendah pada pipa tembaga, dan akan dihasilkan jumlah air yang besar. Pada percobaan model IV menggunakan *waterblock* berbahan alumunium yang memiliki konduktivitas termal 200J/m.s.⁰C. temperature yang dihasilkan pada pipa tembaga yaitu sebesar 10⁰C. Percobaan dengan menggunakan *waterblock* berbahan tembaga yang memiliki konduktivitas termal sebesar 380J/m.s.⁰C. Pada percobaan ini dihasilkan temperature pada pipa tembaga sebesar 3,9⁰C. Dengan kondisi lingkungan yang sama yaitu kelembaban udara rata-rata perairan di Surabaya 78% dan suhu rata-rata 30⁰C, dilakukan dengan menggunakan luasan pipa tembaga dengan luasan 99 cm², peningkatan air yang dihasilkan sebanyak 48 ml/jam. Kesimpulan dari analisa ini yaitu, temperature pada pipa tembaga yang semakin rendah akan mempercepat proses kondensasi.

2.1.5.5 Analisa Variasi Luasan Pipa Tembaga dengan Waterblock Tembaga

Variasi luasan dilakukann pada model dengan menggunakan *waterblock* tembaga. Variasi luasan yang digunkan adalah 99 cm², 115 cm², 132 cm². Dari penggantian material *waterblock* yang digunakan menjadi material tembaga, didapatkan beberapa data hasil air yang didapatkan. Pipa tembaga dengan luasan 99 cm² menghasilkan temperature pipa tembaga 3,9⁰C dengan kapasitas air yang didapatkan 48 ml/jam. Pipa tembaga dengan luasan 115 cm² menghasilkan

temperature pipa tembaga $4,1^{\circ}\text{C}$. Pipa tembaga dengan luasan 132 cm^2 menghasilkan temperature pipa tembaga $4,9^{\circ}\text{C}$ dan air yang dihasilkan sebesar 51 ml/jam .

2.2 Prinsip Kerja Atmospheric Water Generator

Atmospheric Water Generator merupakan peralatan yang dapat menghasilkan air tawar yang didapat dari udara lembab sekitar. Semakin tinggi tingkat kelembaban udara sekitar, maka semakin banyak pula air yang dapat dihasilkan oleh *atmospheric water generator*. *Atmospheric Water Generator* didukung oleh beberapa komponen agar dapat berjalan kegunaannya. Beberapa komponen yang digunakan antara lain *heatsink*, *fan*, *heat pipe*, *waterblock*, pipa tembaga, pompa, pipa fleksibel, panel surya, mppt, baterai. *Atmospheric water generator (AWG)* memanfaatkan cahaya matahari sebagai pembangkit listrik. Sehingga AWG menggunakan solar panel yang berfungsi untuk menangkap intensitas cahaya matahari. Semakin besar intensitas cahaya matahari yang ditangkap semakin tinggi arus yang dihasilkan, sehingga daya yang dihasilkan semakin besar. Selain intensitas cahaya matahari, kinerja solar panel dipengaruhi oleh temperature solar panel dimana temperature yang tinggi akan mengurangi efisiensi kerja solar panel. Selain itu bayangan juga mempengaruhi kinerja solar panel, bayangan (*shading*) akan mengurangi daya yang dihasilkan oleh solar panel akan berkurang. Energi yang dihasilkan oleh solar panel akan tersimpan didalam baterai, dimana baterai yang digunakan merupakan baterai yang dapat diisi ulang. Dari solar panel menuju baterai terdapat *solar charger controller* yang berfungsi untuk mengatur tegangan dan arus dari susunan panel surya ke pengisian baterai dan melindungi baterai dari tingkat pengisian yang berlebihan sehingga akan menyebabkan kerusakan pada baterai.

Prinsip kerja kerja AWG diluar sistem kelistrikan, meliputi kerja komponen yang terdapat didalam peralatan AWG tersebut. Ketika AWG dialiri listrik, maka TEC (*Thermoelectric Cooler*) akan menghasilkan dingin di sisi dingin TEC dan panas di sisi panas TEC. Pada sisi dingin TEC akan disambungkan dengan *waterblock* yang didalamnya akan terisi air untuk mengubah temperature menjadi rendah. Setelah itu air akan mengalir menuju pipa fleksibel dan dilanjutkan ke pipa tembaga. Sirkulasi air akan terus menerus berjalan. Pada sisi panas TEC akan disambungkan menuju ke *heat pipe* untuk penyebaran kalor. Setelah itu, kalor akan menyebar lebih luas menuju ke *heatsink*. *Heatsink* akan didinginkan oleh *fan* yang menempel di permukaan *heatsink*. Semakin baik penyebaran kalor, maka kerja pada sisi dingin TEC akan lebih optimal. Jika sisi dingin TEC bekerja secara optimal, maka suhu yang dihasilkan akan semakin rendah. Semakin rendah suhu pada sisi dingin TEC akan mempengaruhi suhu pada pipa tembaga dan mempercepat proses kondensasi.

2.3 Modifikasi Pipa Tembaga pada Model IV

Pipa merupakan suatu saluran tertutup yang berfungsi untuk mengalirkan fluida didalamnya. Pipa ditentukan berdasarkan ukuran nominalnya, berbeda dengan *tube* yang ukurannya ditetapkan berdasarkan diameter luar. Pipa

digunakan sebagai beberapa keperluan yang berhubungan dengan sistem pemanasan, sistem pendinginan, dan sistem yang lainnya. Material dari pipa dapat terbuat dari beberapa material, seperti aluminium, tembaga dan lain sebagainya.

Percobaan *Atmospheric Water Generator* sebelumnya menunjukkan bahwa model yang paling optimal adalah model IV. Model IV memanfaatkan pipa tembaga sebagai koil pendingin, dan media terjadinya kondensasi. Dari proses kondensasi tersebut dihasilkan kondensat sebagai parameter keberhasilan *Atmospheric Water Generator*. Pipa tembaga yang digunakan pada model IV berbentuk spiral yang dipasangkan diantara waterblock tembaga dan waterblock aluminium.



Gambar 2. 5 Koil Pendingin Model IV

Modifikasi pada pipa tembaga yang digunakan pada percobaan yaitu dengan menambahkan sirip dengan tipe *circular fin* disepanjang pipa tembaga. *Circular fin* yang digunakan berdiameter 3 cm. Pemasangan *fin* divariasikan berdasarkan jarak antar *fin* sebesar 4 cm, 8 cm dan 16 cm.



Gambar 2. 6 Pipa Tembaga dengan *Circular Fin*

2.4 Perpindahan Kalor

2.4.1. Laju Perpindahan Kalor

Perpindahan panas merupakan distribusi energi berupa panas yang terjadi akibat adanya perbedaan temperatur pada benda. Perpindahan panas dapat dibagi menjadi 3 macam yaitu secara konduksi, konveksi dan radiasi.

Tabel 1.1 Konduktivitas Termal

Zat / Bahan	Konduktivitas Termal, W/mK
Perak	420
Tembaga	380
Aluminium	200
Baja	40
Kaca	0,84

2.4.2. Perpindahan Kalor Konduksi

Perpindahan panas secara konduksi merupakan perpindahan energi panas pada benda yang memiliki temperature tinggi ke temperature yang lebih rendah. Perpindahan panas secara konduksi terjadi akibat adanya hubungan molekul secara langsung tanpa adanya perpindahan molekul yang cukup besar. Berikut rumus perpindahan panas secara konduksi :

$$Q = -\frac{kA\Delta T}{x} \quad (2.1)$$

Keterangan :

- Q = laju perpindahan panas (Watt)
- k = konduktivitas panas (W/m°C)
- A = luasan perpindahan panas arah normal Q (m²)
- ΔT = beda temperature (°C)
- x = ketebalan bahan

2.4.3. Perpindahan Kalor Konveksi

Perpindahan panas secara konveksi adalah distribusi energi berupa panas akibat adanya aliran fluida. Perpindahan panas secara konveksi ada 2 macam, yaitu :

1. Konveksi alami (*natural convection*)

Konveksi adalah perpindahan panas yang terjadi akibat adanya perubahan densitas fluida karena pemanasan

2. Konveksi paksa (*forced convection*)

Konveksi alami adalah perpindahan panas dengan bantuan peralatan mekanis, contoh penggunaan kipas untuk menghembuskan udara

Berikut rumus perpindahan panas secara konveksi :

$$Q = hA(T_w - T_\infty) \quad (2.2)$$

Keterangan :

- Q = laju perpindahan panas (Watt)
 h = koefisien perpindahan panas ($W/m^2\text{°C}$)
 A = luasan perpindahan panas arah normal Q (m^2)
 T_w = temperature benda (°C)
 T_∞ = temperature fluida (°C)

Tabel 1.2 Nilai Koefisien Perpindahan Kalor Konveksi

Modus	h	
	W/m ² °C	Btu/h.ft ² .°F
Konveksi bebas, $\Delta T=30\text{°C}$		
• Plat Vertikal, tinggi 0,3 m (1 ft) di udara	4,5	0,79
• Silinder Horizontal, diameter 5 cm di udara	6,5	1,14
• Silinder horizontal, diameter 2 cm, dalam air	890	157
Konveksi Paksa		
• Aliran udara 2 m/s di atas plat bujur sangkar 0,2 m	12	2,1
• Aliran udara 3,5 m/s di atas plat nujur sangkar 0,75 m	75	13,2
• Udara 2 atm mengalir di dalam tabung diameter tabung diameter 2,5 cm, kecepatan 10 m/s	65	11,4
• Air 0,5 kg/s mengalir didalam tabung 2,5 cm	3500	616
• Aliran udara melintas silinder diameter cm, kecepatan 50 m/s	180	32
Air mendidih		
• Dalam kolam atau bejana	2500-35000	440-6200
• Mengalir dalam pipa	5000-100.000	880-17.600
Pengebunan uap ai, 1 atm		
• Muka vertikal	4000-11.300	700-2000
• Di luar tabung horisontal	9500-25000	1700-4400

2.4.4. Perpindahan Kalor Radiasi

Perpindahan panas radiasi adalah perpindahan energi panas yang terjadi melalui pancaran gelombang dari suatu zat ke zat yang lain tanpa perantara. Berikut rumus perpindahan panas secara radiasi :

$$Q = \varepsilon AT^4 \sigma \quad (2.3)$$

Keterangan :

- Q = laju perpindahan panas (Watt)
 ε = emisivittats permukaan benda (0 s.d 1)
 A = luasan perpindahan panas (m^2)
 T = temperature permukaan benda ($^{\circ}C$)
 σ = konstanta Steven Boltzmann ($W/m^2.K^4$)

Laju aliran panas dibedakan menjadi q_{aktual} yang merupakan laju perpindahan panas yang dilepas oleh sirip sesungguhnya, q_{maks} adalah laju perpindahan aliran panas maksimum. jika seluruh permukaan memiliki suhu yang sama dengan suhu dasar sirip, bisa didapat panas maksimal. Berikut persamaan laju perpindahan kalor :

$$q = \sum_{i=1}^n qi$$

$$q = \sum_{i=1}^n h(A_{si}(T_i - T_{\infty})) \quad (2.4)$$

Keterangan :

- q = laju perpindahan panas (W)
 h = kofisien perpindahan kalor konveksi (W/m^2C)
 n = jumlah volume kontrol pada sirip
 A_{si} = luas permukaan sirip bersentuhan dengan fluida (m^2)
 T_i = suhu permukaan sirip pada volume control i , ($^{\circ}C$)
 T_{∞} = suhu fluida di sekitar sirip, ($^{\circ}C$)

2.4.5. Reynold Number

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu} \quad (2.5)$$

Dimana :

- Re = Bilangan *Reynold*
 ρ = Massa Jenis (Kg/m^3)
 v = Kecepatan (m/s)
 μ = Viskositas dinamis fluida (kg/m.s)
 D = Diameter (m)

2.4.6. Peclet Number

Peclet Number adalah angka yang menyatakan hubungan antara jumlah perpindahan panas yang disebabkan konveksi dan jumlah perpindahan panas yang disebabkan oleh konduksi. Berikut persamaan rumusnya :

$$Pe = \frac{\omega.d}{a} = \frac{\omega.d}{v} = \frac{v}{a} = Re \times Pr \quad (2.6)$$

Dimana :

Pe = Bilangan *Peclet*

ω = Kecepatan rata-rata fluida (m/s)

a = Penyerapan panas/*thermal diffusivity* (m/jam)

d = Diameter pipa (m)

v = Viskositas Kinematis (m/jam)

Re = Bilangan Reynolds (tanpa dimensi)

Pr = Bilangan Prandtl (tanpa dimensi)

2.4.7. Prandtl Number

Prandtl number adalah bilangan tidak berdimensi. Berikut rumus persamaan *Prandtl Number* :

$$Pr = \frac{Pe}{Re} \quad (2.7)$$

Keterangan :

Pr = *Prandtl Number*

Pe = *Bilangan Peclet*

Re = *Reynold Number Number*

2.4.8. Nusselt Number

Bilangan Nusselt adalah ukuran untuk menentukan nilai dari koefisien panas secara konveksi. Berikut persamaan rumusan bilangan Nusselt

$$Nu = 0,023Re^{0,8}Pr^n \quad (2.8)$$

Keterangan :

Nu = *Nusselt Number*

Re = *Reynold Number*

Pr = *Prandtl Number*

n = 0,3 untuk pendinginan

= 0,4 untuk pemanasan

2.4.9. Koefisien Perpindahan Kalor Konveksi

Koefisien perpindahan panas konveksi dalam sebuah sistem tergantung pada permukaan dan sifat-sifat termal fluida seperti konduktivitas termal, kalor spesifik, densitas. Berikut rumus persamaan koefisien perpindahan kalor konveksi :

$$h_c = \frac{Nu \cdot k}{D_i} \quad (2.9)$$

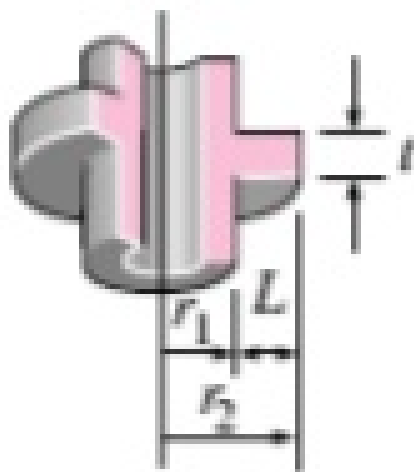
Keterangan :

Nu = *Bilangan Nusselt*

h_c = koefisien perpindahan kalor konveksi ($W/m^2\text{C}$)
 k = Konduktivitas termal (W/m^0K)
 D_i = Diameter *tube*

2.5 Circular Fin

Sirip atau *fin* merupakan suatu komponen yang digunakan untuk perluasan laju perpindahan panas pada permukaan suatu benda. Semakin luas permukaan benda maka laju perpindahan panas akan semakin cepat dan proses pendinginannya pula akan berlangsung secara cepat. Material sirip dapat menggunakan aluminium, tembaga dan jenis logam yang lainnya. Sirip atau fin memiliki berbagai macam bentuk yang dapat digunakan sesuai kebutuhan. Salah satu bentuk sirip adalah lingkaran yang mengelilingi pipa atau disebut *circular fin*. Penggunaan sirip secara maksimum didapatkan dari material sirip seperti massa dan volume. Pemasangan sirip tidak selalu dapat meningkatkan laju perpindahan kalor.



Gambar 2. 7 Circular Fin

Sumber : https://www.slideshare.net/anjanpatell/heat-conduction-equation-124649171?next_slideshow=1

Berikut rumus perhitungan luasan dan efisiensi sirip :

$$m = \sqrt{\frac{2h}{kt}} \quad (2.10)$$

$$r_{2c} = r_2 + \frac{t}{2} \quad (2.11)$$

$$A_{fin} = 2\pi(r_{2c}^2 - r_1^2) \quad (2.12)$$

$$\eta_{fin} = \frac{\tan ML}{ML} \quad (2.13)$$

$$L_c = \frac{2r_1 t m}{r_{2c}^2 - r_1^2} \quad (2.14)$$

$$\varepsilon_{fin} = \frac{Q_{fin}}{Q_{no\ fin}} = \frac{Q_{fin}}{hA_b(T_b - T_\infty)} = \frac{\eta_{fin} h(T_b - T_\infty)}{hA_b(T_b - T_\infty)} = \frac{A_{fin}}{A_b} \eta_{fin} \quad (2.15)$$

Total perpindahan kalor keseluruhan dari permukaan sirip :

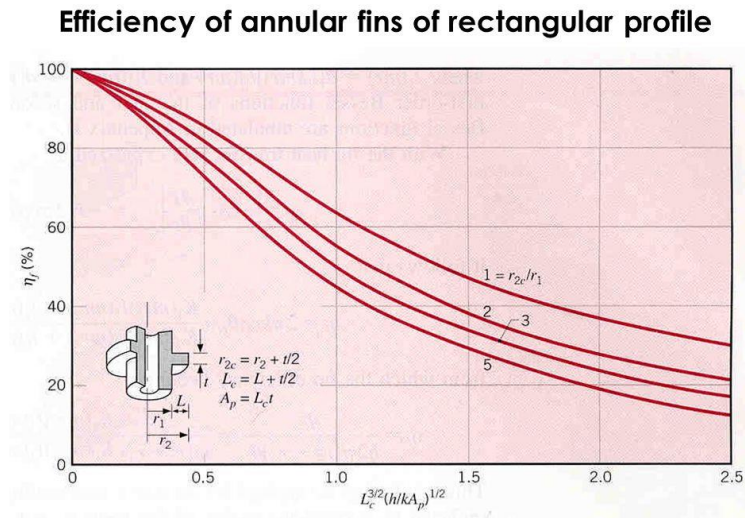
$$Q_{total,fin} = Q_{unfin} + Q_{fin}$$

$$Q_{total,fin} = hA_{unfin}(T_b - T_\infty) + \eta_{fin} hA_{fin}(T_b - T_\infty)$$

$$Q_{total,fin} = h(A_{unfin} + \eta_{fin} A_{fin})(T_b - T_\infty) \quad (2.16)$$

2.5.1 Efisiensi Sirip

Efisiensi sirip dihitung dengan perbandingan antara jumlah kalor yang dilepas dengan banyak kalor yang dipindahkan. Berikut merupakan persamaan efektifitas kalor



Gambar 2. 8 Grafik Fin Efisiensi

Sumber : www.slideshare.net

$$r_{2c} = r_2 + t/2 \quad (2.17)$$

$$L_c = L + t/2 \quad (2.18)$$

$$A_p = L_c t \quad (2.19)$$

$$\varepsilon = L_c^{\frac{3}{2}} \left(\frac{h}{kA_p} \right)^{1/2} \quad (2.20)$$

$$\eta = \frac{\tan ML}{ML} \quad (2.21)$$

Keterangan :

η = efisiensi sirip

hc = kofisien perpindahan kalor konveksi, $W/m^2 \text{ } ^\circ C$

2.5.2 Efektivitas Sirip

Efektivitas sirip merupakan perbandingan antara panas yang dilepaskan kalor dengan panas yang dilepaskan seandainya tidak menggunakan sirip. Berikut persamaan efektivitas sirip :

$$\varepsilon = \frac{Q_{fin}}{Q_{no\ fin}}$$

$$\varepsilon = \frac{\eta_{fin} h A_{fin} (T_b - T_\infty)}{h A_b (T_b - T_\infty)}$$

$$\varepsilon = \frac{A_{fin}}{A_b} \eta_{fin} \quad (2.22)$$

Keterangan :

ε = efektivitas sirip

Q_{fin} = laju perpindahan kalor *fin*

$Q_{no\ fin}$ = laju perpindahan kalor pipa tanpa *fin*

h = kofisien perpindahan kalor konveksi, $W/m^2 \text{ } ^\circ C$

η_{fin} = efisiensi *fin*

A_{fin} = luas permukaan *fin*

A_b = luas permukaan dasar *fin*

T_{si} = suhu sirip pada volume kontrol *i*, $^\circ C$

T_∞ = suhu fluida di sekitar sirip, $^\circ C$

T_b = suhu dasar sirip, $^\circ C$

2.6 Perhitungan Hasil Kondensat

Pipa tembaga pada alat *Atmospheric Water Generator (AWG)* berperan sebagai kondensator, dimana kondensat yang dihasilkan selama proses kondensasi dipergunakan sebagai air minum untuk memenuhi kebutuhan di *Lifeboat*. Modifikasi bentuk pipa tembaga dari bentuk sebelumnya bertujuan untuk memperbanyak kondensat yang dihasilkan selama proses kondensasi. Hasil kondensat yang dihasilkan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

- Massa udara

$$Mda = \frac{V}{V_1} \quad (2.23)$$

- Massa Air

$$Qp = Qda - Qw \quad (2.24)$$

$$Qp = mda(h_1 - h_2) - (m_w \times h_w) \quad (2.25)$$

$$Mw_1 = \frac{(mda(h_1 - h_2)) - Qp}{h_w} \quad (2.26)$$

- Perolehan Air

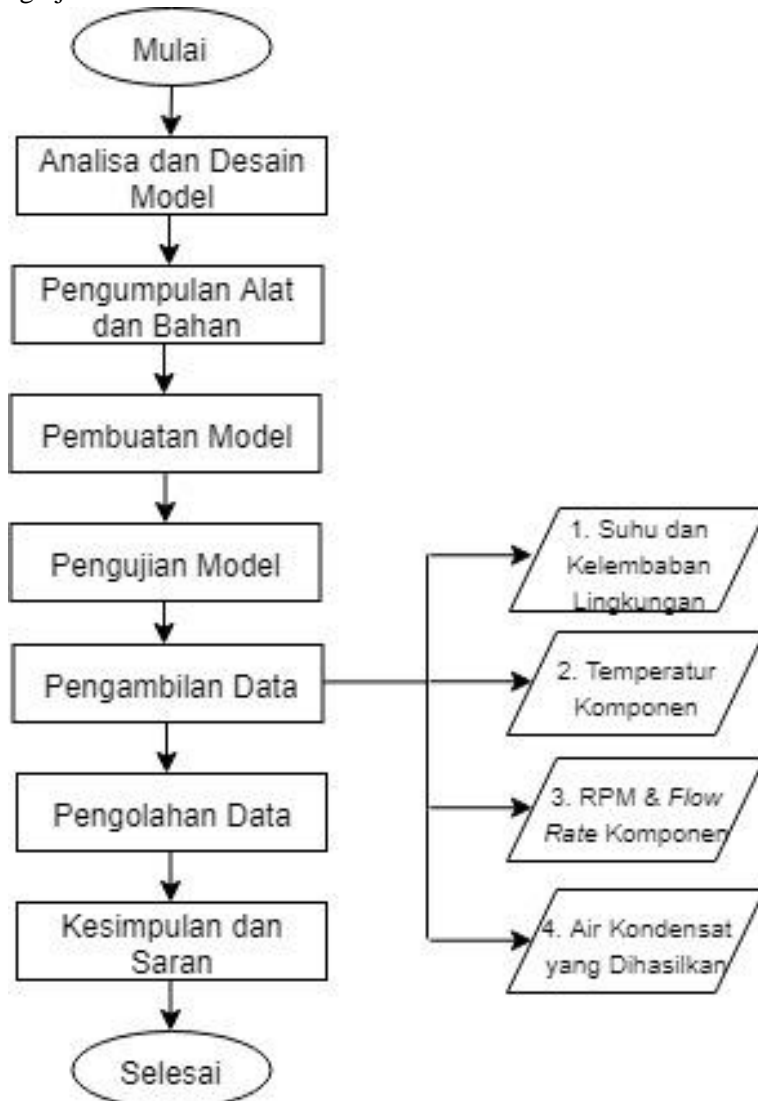
$$Prosentasi = \frac{Mw_2}{Mw_1} \times 100\% \quad (2.27)$$

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan rangka dasar dalam membuat suatu penelitian, mencakup semua kegiatan yang akan memecahkan suatu masalah untuk proses menganalisa permasalahan yang ada pada tugas akhir. Berikut adalah flowchart pengerjaan :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Analisa Desain dan Model




Analisa desain dan model merupakan proses dalam perancangan model specimen. Sehingga pada analisa desain dan model dibuat sama mengacu pada penelitian yang sebelumnya agar data dapat dihasilkan sesuai dengan data pada penelitian sebelumnya..






Pada penelitian kali ini alat dibuat sama dengan penelitian sebelumnya, spesifikasi dan komponen yang digunakan sama dengan alat pada penelitian sebelumnya. Setelah alat dirakit, akan dilakukan pengambilan data untuk dibandingkan dengan model yang akan dimodifikasi. Modifikasi dilakukan pada penggantian pipa tembaga dengan mengganti bentuk dari pipa tembaga. Setelah itu akan dilakukan pengambilan data air yang dihasilkan kemudian dilakukan analisa.






3.3 Pengumpulan Alat dan Bahan





Pengumpulan alat merupakan tahapan awal sebelum dilakukannya perakitan alat. Berikut adalah beberapa alat yang dibutuhkan :

Tabel 1.3 Alat dan Bahan

No.	Nama Alat	Fungsi
1.	Akrilik 	Akrilik adalah kerangka dari alat <i>Atmospheric Water Generator</i> .
2.	<i>Aluminium Heatsink</i> 	<i>Aluminium Heatsink</i> berfungsi untuk memperluas transfer panas dan mempercepat proses pendinginan.
3.	<i>Fan</i> 	<i>Fan</i> berfungsi untuk menghisap udara luar untuk masuk kedalam alat AWG.

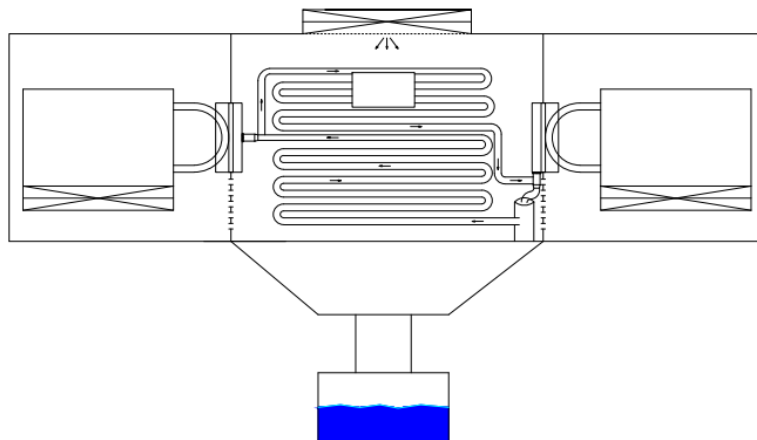
4.	<p><i>Copper Waterblock</i></p> 	<p><i>Copper Waterblock</i> berfungsi untuk sirkulasi air dengan memindahkan suhu rendah. Material yang digunakan adalah tembaga.</p>
5.	<p><i>Aluminium Waterblock</i></p> 	<p><i>Aluminium Waterblock</i> berfungsi untuk sirkulasi air dengan memindahkan suhu rendah. Material yang digunakan adalah aluminium.</p>
6.	<p>Pipa Tembaga</p> 	<p>Pipa tembaga berfungsi sebagai koil pendingin.</p>
7.	<p>Pipa Fleksibel</p> 	<p>Pipa fleksibel berfungsi sebagai penyambung antara satu komponen dengan komponen yang lain.</p>
8.	<p><i>Fitting</i></p> 	<p><i>Fitting</i> merupakan bagian-bagian pendukung komponen.</p>

9.	Pompa 	Pompa berfungsi untuk sirkulasi refrigeran didalam pipa tembaga.
10.	<i>Thermal Paste</i> 	<i>Thermal Paste</i> berfungsi sebagai perekat antara <i>heatsink</i> dengan <i>Thermoelectric Cooler</i> .
11.	<i>Power Supply</i> 	<i>Power Supply</i> berfungsi untuk memberikkan aliran listrik pada alat <i>Atmospheric Water Generator</i> .
12.	<i>Thermoelectric Cooler</i> 	Thermoelectric Cooler berfungsi untuk memberikan suhu serendah unguin untuk kemudian di transferkan pada air yang disirkulasian.
13.	<i>Hygrometer</i> 	<i>Hygrometer</i> berfungsi sebagai alat pengukur suhu dan kelembaban udara.

14.	<p>Koil Pendingin</p> 	<p>Koil Pendingin digunakan sebagai media kondensasi dan penghasil air kondensat.</p>
15.	<p><i>Tachometer</i></p> 	<p><i>Tachometer</i> berfungsi sebagai alat pengukur banyaknya putaran per menit.</p>
16.	<p>Avometer</p> 	<p>Avometer berfungsi untuk mengukur tegangan atau voltase dari suatu komponen.</p>
17.	<p>Anemometer</p> 	<p>Anemometer berfungsi untuk mengukur kecepatan angin atau <i>flow rate</i>.</p>

18.		<p>Thermometer infared berfungsi sebagai alat pengukur suhu. Dapat digunakan untuk mengukur dengan jarak jauh menggunakan infrared yang tersedia.</p>
19.		<p><i>Hygromeeter</i> berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembaban lingkungan yang dinyatakan dalam (%) untuk kelembaban dan °C) untuk suhu.</p>

3.4 Pembuatan Model



Gambar 3. 2 Atmospheric Water Generator

Pembuatan model didesain menyerupai bentuk specimen sebelumnya. Dimensi kerangka pada specimen memiliki ukuran panjang, lebar dan tinggi yang sama dengan specimen penelitian sebelumnya. Komponen yang digunakan memiliki spesifikasi yang sama dengan spesifikasi model penelitian sebelumnya. Pada langkah ini terdapat salah satu komponen yang diganti untuk dibandingkan hasil air tawar yang dihasilkan dengan model penelitian sebelumnya. Komponen yang diganti merupakan pipa tembaga. Bentuk pipa tembaga yang digunakan

berbeda dengan bentuk pipa tembaga yang digunakan pada penelitian sebelumnya.

Tahap perakitan dilakukan setelah semua alat dan bahan telah terkumpul secara keseluruhan.

3.4.1 Pembuatan Akrilik

Akrilik yang digunakan dicetak disebuah bengkel yang memiliki jasa pembuatan akrilik. Ukuran yang digunakan untuk pembuatan akrilik disesuaikan dengan dimensi akrilik sebelumnya. Dimensi yang digunakan menggunakan ketebalan 3mm, panjang 56 cm, lebar 14 cm, dan tinggi 21 cm.

3.4.2 Pemasangan *heatsink*

Tahap kedua setelah akrilik telah siap untuk dirakit, langkah selanjutnya yaitu pemasangan *aluminium heatsink*. *Heatsink* dipasangkan pada salah satu sisi akrilik dengan menggunakan mur dan baut agar dapat menempel dengan kuat. *Heatsink* dipasangkan dikedua sisi *Atmospheric Water Generator* yang memiliki spesifikasi yang berbeda.

Spesifikasi :

Type : GAMMAX 300	Type : GAMMAX 400
Daya : 1,56 W	Daya : 3 W
Voltase : 12VDC	Voltase : 12VDC
P .L.T : 121 x 75,5 x 135,7 mm	P .L.T : 135x80x154.5 mm

3.4.3 Penempelan *Thermoelectric*

Thermoelectric merupakan salah satu komponen yang berhubungan langsung dengan *heatsink*. Sehingga *thermoelectric* perlu ditempelkan pada salah satu sisi *heatsink*. *Thermoelectric* ditempelkan dengan menggunakan *thermal paste*. *Thermal paste* merupakan salah satu perekat yang juga dapat meningkatkan konduktivitas termal antara dua permukaan. Pada rangkaian alat menggunakan 2 buah *thermoelectric* dengan bahan yang berbeda. bahan yang digunakan adalah aluminium dan tembaga.

Spesifikasi :

Tipe	: TEC1-12706
Daya	: 92 Watt

3.4.4 Pemasangan *Fan*

Desain *Atmospheric Water Generator* memiliki 3 sekat dimana disisi kiri dan kanan digunakan untuk menempatkan *heatsink* sedangkan dibagian tengah digunakan untuk menempatkan beberapa komponen untuk proses kondensasi. *Fan* pada alat ini dipasang disisi tengah yang menempel dibagian atas.

Spesifikasi :

Power : 3 W
 Tegangan : 12VDC
 P x L x T : 120 x 120 x 25 mm

3.4.5 Pemasangan Pipa Fleksible

Pipa fleksibel merupakan salah satu komponen yang digunakan untuk menyambung antara 2 komponen lainnya. Pada masing-masing input dan output waterblock dipasangkan pipa fleksibel yang bertujuan untuk menyambungkan waterblock dengan pipa tembaga, dan menyambung waterblock dengan pompa. Selain itu, pipa fleksibel juga dipasangkan pada input dan output pompa untuk dipasangkan dengan pipa tembaga dan water block.

3.4.6 Pemasangan Pompa

Pemasangan pompa diletakkan dibagian tengah alat. Pada inlet dan outlet pompa dipasangkan dengan pipa fleksibel agar lebih mudah disambungkan dengan komponen yang lainnya. pompa akan disambungkan dengan waterblock dan pipa tembaga.

Spesifikasi :

Daya : 4,2 Watt
 Tegangan : 12 VDC

3.4.7 Pemasangan Pipa Tembaga

Pipa tembaga pada alat ini berfungsi sebagai koil pendingin yang ditempatkan dibagian tengah alat. Sebelum dipasangkan dengan komponen yang lainnya, pipa tembaga dibentuk spiral. Setelah itu dipasangkan dengan waterblock dan pompa menggunakan pipa fleksibel agar pemasangan lebih mudah. Pipa tembaga yang digunakan memiliki diameter 1/4 inci. Setelah pengujian dengan model awal selesai, pipa tembaga digganti dengan pipa tembaga dengan sirip.

3.5 Pengujian Model

Pengujian model merupakan salah satu tahap untuk mengetahui data yang dihasilkan dari model tersebut. Pengujian model dilakukan setelah model telah dibentuk secara keseluruhan dan siap untuk dilakukan pengujian.

Dalam pengujian model penelitian kali ini dilakukan pada suhu rata-rata 27°C dengan kelembaban rata-rata 57%. Pengujian dilakukan dengan modifikasi salah satu komponen. Komponen yang dilakukan adalah penggantian pipa tembaga. Pipa tembaga pada penelitian sebelumnya berupa batangan yang kemudian di bentuk menjadi spiral. Pada specimen yang akan dilakukan pada

penelitian lanjutan yaitu dilakukan dengan penggantian bentuk dari pipa tembaga. Pipa tembaga yang digunakan berbentuk batang dan diberi sirip atau *fin* yang melingkar disepanjang batang pipa tembaga tersebut. Penggantian pipa tembaga dilakukan untuk mendapatkan air hasil kondensasi yang lebih banyak.

3.6 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan selama proses percobaan berlangsung. Selang waktu dalam pengambilan data adalah 15 menit sekali. Selama percobaan data yang di ambil berupa suhu, rpm dan *flowrate*. Beberapa komponen yang diukur suhunya antara lain *heatsink*, *heatpipe*, *waterblock*, dan pipa tembaga sebagai koil pendingin. Rpm diukur pada *fan* yang berfungsi untuk mengambil udara sekitar lingkungan dan dialirkan kedalam ruang pendingin AWG. Pengukuran *flowrate* dilakukan pada *fan* pada *heatsink* dan *fan* utama.

3.7 Pengolahan Hasil Pengujian

Pada tahap ini akan dilakukan setelah tahap pengambilan data selesai. Pada tahap pengambilan data telah dilakukan pengukuran pada beberapa komponen AWG untuk mengetahui suhu, kecepatan putaran dan kecepatan aliran.

Beberapa data yang telah didapatkan akan dilakukan pengolahan hasil uji yang kemudian akan dilakukan analisa pada setiap data yang telah diambil. Tujuan analisa adalah untuk mengetahui penyebab hasil dari percobaan.

3.8 Kesimpulan dan Saran

Tahap akhir dari percobaan dan pembuatan laporan adalah kesimpulan dan saran. Pemberian kesimpulan dan saran dapat diketahui setelah melakukan percobaan dan melakukan analisa data yang telah dihasilkan.

Pada tahap kesimpulan dan saran akan didapatkan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pengaruh efisiensi kerja dari alat. Pemberian saran berfungsi untuk menyempurnakan hasil percobaan yang akan dilakukan kedepannya.

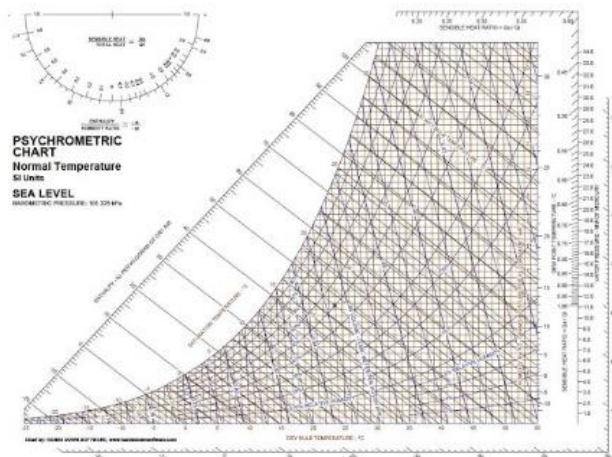
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai tahapan pengerjaan tugas akhir mengenai desain bentuk koil pendingin untuk *Atmospheric Water Generator*. Langkah awal dalam pengerjaan tugas akhir antara lain pembuatan alat, pengambilan data hasil pengujian dan pengolahan data. Pada tahap pertama yang perlu disiapkan yaitu pembuatan alat. Alat dirakit setelah pengumpulan beberapa komponen yang diperlukan antara lain *heatsink*, *fan*, *waterblock aluminium*, *waterblock copper*, pipa tembaga, pipa fleksibel, pompa. Perakitan dilakukan sedemikian rupa sehingga mirip dengan alat pada penelitian sebelumnya. Dalam pembuatan alat ini bertujuan untuk menguji komponen yang dimodifikasi. Komponen yang dimodifikasi berupa pipa tembaga yang bentuknya berbeda dengan pipa tembaga sebelumnya. Bentuk pipa tembaga dimodifikasi dengan pemberian sirip pada tube pipa tembaga. Setelah penggantian pipa tembaga, maka akan dilakukan pengujian yang dilakukan selama 7 jam. Setelah pengujian maka langkah selanjutnya yaitu pengambilann data. Data diambil sebanyak mungkin sesuai dengan banyak percobaan. Langkah selanjutnya setelah pengumpulan data yaitu pengolahan data. Pengolahan data dilakukan untuk dianalisa hasil dari

4.2 Perhitungan Dew Point



Gambar 4. 1 *Psychrometric Chart*
Sumber : *ashrae.org*

Karta Psikometrik adalah sebuah diagram yang menyediakan sifat-sifat udara yang didalamnya terdapat campuran antara gas dan uap. Didalam diagram tersebut menyediakan macam-macam sifat campuran udara. *Dry Bulb Temperature* merupakan besar suhu yang diukur dengan menggunakan termometer. *Wet Bulb Temperature* adalah suhu yang didapatkan bila udara didinginkan pada tekanan konstan. *Relative Humidity* merupakan jumlah air yang terkandung didalam udara yang memiliki satuan persen (%). *Humidity Ratio* merupakan massa uap air yang ada dalam satuan udara kering. *Volume Specific* adalah besarnya volum udara dalam satu satuan massa. *Enthalpy* adalah jumlah energi yang terdapat dari udara maupun uap air. *Dew Point* adalah suhu dimana udara telah mencapai saturasi (jenuh). Jika terdapat pelepasan kalor sedikitpun pada udara, maka akan terjadinya pengembunan.

4.3 Perhitungan Efisiensi Sirip

$$\begin{aligned} m &= \sqrt{\frac{2h}{kt}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 12}{380 \times 0,000075}} \\ &= 20,52 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r_{2c} &= r_2 + \frac{t}{2} \\ &= 0,015 + \frac{0,00015}{2} \\ &= 0,015075 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{fin} &= 2\pi(r_{2c}^2 - r_1^2) \\ &= 2 \times 3,14 \times (0,015^2 + 0,0032^2) \\ &= 0,001349 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta_{fin} &= \frac{\tan ML}{ML} \\ &= \frac{\tan(20,52 \times 2 \times 3,14 \times 0,030)}{20,52 \times 2 \times 3,14 \times 0,030} \\ &= 17,45 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_{fin} &= \frac{Q_{fin}}{Q_{no\ fin}} = \frac{Q_{fin}}{hA_b(T_b - T_\infty)} = \frac{\eta_{fin} h (T_b - T_\infty)}{hA_b(T_b - T_\infty)} = \frac{A_{fin}}{A_b} \eta_{fin} = \frac{A_{fin}}{A_b} \eta_{fin} \\ &= \frac{A_{fin}}{A_b} \eta_{fin} \\ &= \frac{0,001349}{2 \times 3,14 \times 0,0032 \times 0,00015} 17,45\% \\ &= 78,09 \end{aligned}$$

Total perpindahan kalor keseluruhan dari permukaan sirip :

$$Q_{total,fin} = Q_{unfin} + Q_{fin}$$

$$Q_{total,fin} = hA_{unfin}(T_b - T_\infty) + \eta_{fin} hA_{fin}(T_b - T_\infty)$$

$$Q_{total,fin} = h(A_{unfin} + \eta_{fin}A_{fin})(T_b - T_{\infty})$$

- Jarak Sirip 4 cm

$$Q_{total,fin} = 12 \times (0,020024 + (17,45\% \times 001349))(23 - 16)$$

$$Q_{total,fin} = 1,702 \text{ W}$$

- Jarak Sirip 8 cm

$$Q_{total,fin} = 12 \times (0,02006 + (17,45\% \times 001349))(26 - 17)$$

$$Q_{total,fin} = 2,192 \text{ W}$$

- Jarak Sirip 16 cm

$$Q_{total,fin} = 12 \times (0,02006 + (17,45\% \times 001349))(26 - 18)$$

$$Q_{total,fin} = 1,95 \text{ W}$$

4.4 Efisiensi Model

Perhitungan efisien didapatkan dengan membandingkan hasil yang diperoleh dari percobaan dengan hasil perhitungan. Berikut perhitungan mengenai hasil perhitungan air yang didapatkan oleh model :

❖ Spesifikasi

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

$$\rho_{udara} = 1,2 \text{ kg/m}^3 = 0,0012 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{CFM} = 28,32 \text{ l/min}$$

❖ Massa Udara yang Dihisap Fan

Kecepatan Fan (V) 20 CFM

Volume yang dihisap fan

$$V = 20 \text{ CFM}$$

$$= 20 \times 28,317$$

$$= 566,34 \text{ l/min}$$

$$= 0,56634 \text{ m}^3/\text{min}$$

Massa udara yang dihisap

$$M_{udara} = \rho_{udara} \times V_{udara}$$

$$= 1,2 \times 0,56634$$

$$= 0,679608 \text{ kg/min}$$

4.4.1 Perhitungan Efisiensi Model Pipa Tembaga Tanpa Sirip

Model I menghasilkan air sebesar 37,1 mL/7 jam.

❖ Kondisi Udara Lingkungan

$$\text{Rh} = 60\%$$

$$T = 27^\circ\text{C}$$

❖ Hasil Pembacaan Diagram Psikometrik

$$W = 0.01465 \text{ kg/kg}$$

$$= 14.65 \text{ gr/kg}$$

❖ Kapasitas air dalam udara

$$Q = W \times \text{massa udara}$$

$$\begin{aligned}
 &= 14,65 \times 0,679608 \\
 &= 9,95 \quad \text{gr/min} \\
 &= 9,95 \quad \text{mL/min} \\
 &= 9,95 \times 60 \\
 &= 597 \quad \text{mL/jam}
 \end{aligned}$$

❖ Prosentasi air yang didapatkan

$$\begin{aligned}
 \% &= (5,3/597) \times 100\% \\
 &= 0,888 \%
 \end{aligned}$$

4.4.2 Perhitungan Efisiensi Model Jarak Sirip 4 cm

Model I menghasilkan air sebesar 10,5 mL/7 jam.

❖ Kondisi Udara Lingkungan

$$\begin{aligned}
 Rh &= 65\% \\
 T &= 25^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

❖ Hasil Pembacaan Diagram Psikometrik

$$\begin{aligned}
 W &= 0,01291 \quad \text{kg/kg} \\
 &= 12,91 \quad \text{gr/kg}
 \end{aligned}$$

❖ Kapasitas air dalam udara

$$\begin{aligned}
 Q &= W \times \text{massa udara} \\
 &= 12,91 \times 0,679608 \\
 &= 8,77 \quad \text{gr/min} \\
 &= 8,77 \quad \text{mL/min} \\
 &= 8,77 \times 60 \\
 &= 526,2 \quad \text{mL/jam}
 \end{aligned}$$

❖ Prosentasi air yang didapatkan

$$\begin{aligned}
 \% &= (1,5/526,2) \times 100\% \\
 &= 0,285 \%
 \end{aligned}$$

4.4.3 Perhitungan Efisiensi Model Jarak Sirip 8 cm

Model I menghasilkan air sebesar 14 mL/7 jam.

❖ Kondisi Udara Lingkungan

$$\begin{aligned}
 Rh &= 65\% \\
 T &= 28^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

❖ Hasil Pembacaan Diagram Psikometrik

$$\begin{aligned}
 W &= 0,01642 \quad \text{kg/kg} \\
 &= 16,42 \quad \text{gr/kg}
 \end{aligned}$$

❖ Kapasitas air dalam udara

$$\begin{aligned}
 Q &= W \times \text{massa udara} \\
 &= 16,42 \times 0,679608 \\
 &= 11,159 \quad \text{gr/min}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 11,159 \quad \text{mL/min} \\
 &= 11,159 \times 60 \\
 &= 669,54 \quad \text{mL/jam}
 \end{aligned}$$

❖ Prosentasi air yang didapatkan

$$\begin{aligned}
 \% &= (2/669,54) \times 100\% \\
 &= 0,299 \%
 \end{aligned}$$

4.4.4 Perhitungan Efisiensi Model Jarak Slirp 16 cm

Model I menghasilkan air sebesar 13 mL/7 jam.

❖ Kondisi Udara Lingkungan

$$\text{Rh} = 65\%$$

$$\text{T} = 28^\circ\text{C}$$

❖ Hasil Pembacaan Diagram Psikometrik

$$\begin{aligned}
 \text{W} &= 0.01642 \quad \text{kg/kg} \\
 &= 16,42 \quad \text{gr/kg}
 \end{aligned}$$

❖ Kapasitas air dalam udara

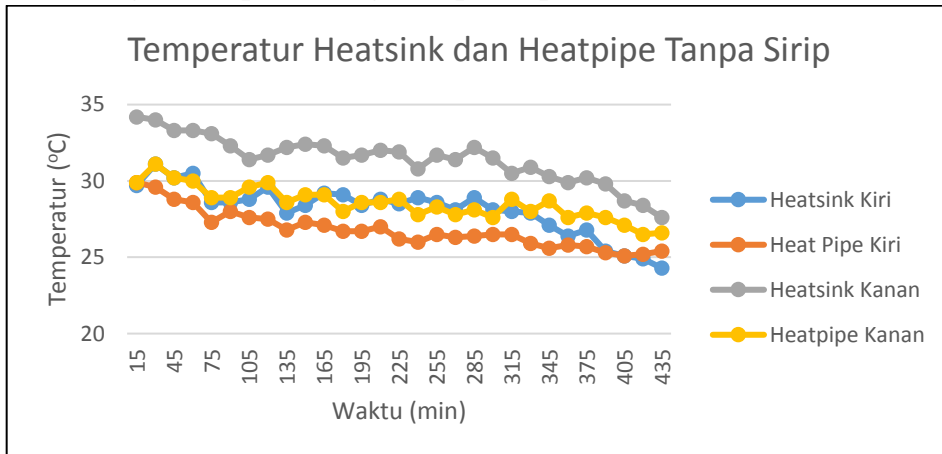
$$\begin{aligned}
 \text{Q} &= \text{W} \times \text{massa udara} \\
 &= 16,42 \times 0,679608 \\
 &= 11,159 \quad \text{gr/min} \\
 &= 11,159 \quad \text{mL/min} \\
 &= 11,159 \times 60 \\
 &= 669,54 \quad \text{mL/jam}
 \end{aligned}$$

❖ Prosentasi air yang didapatkan

$$\begin{aligned}
 \% &= (1,86/669,54) \times 100 \\
 &= 0,278 \%
 \end{aligned}$$

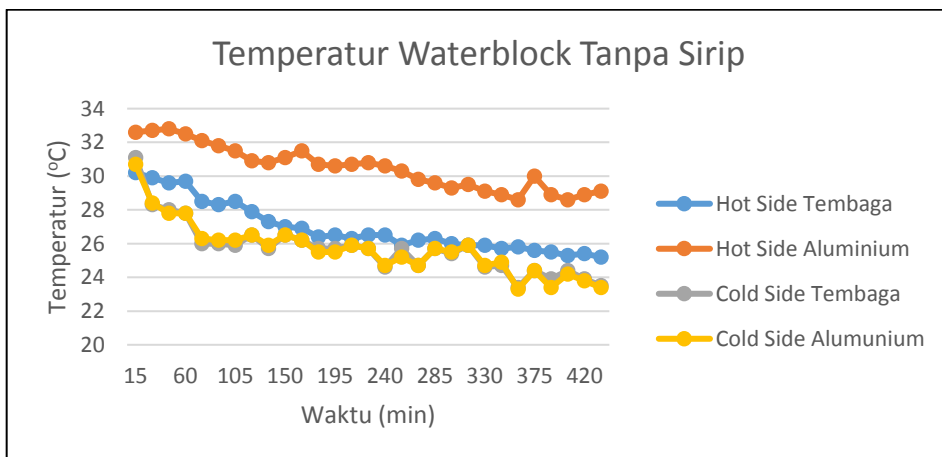
4.5 Hasil Pengujian

4.5.1 Hasil Pengujian Pipa Tembaga Tanpa Sirip



Grafik 4. 1 Temperatur Heatsink dan Heatpipe Tanpa Sirip

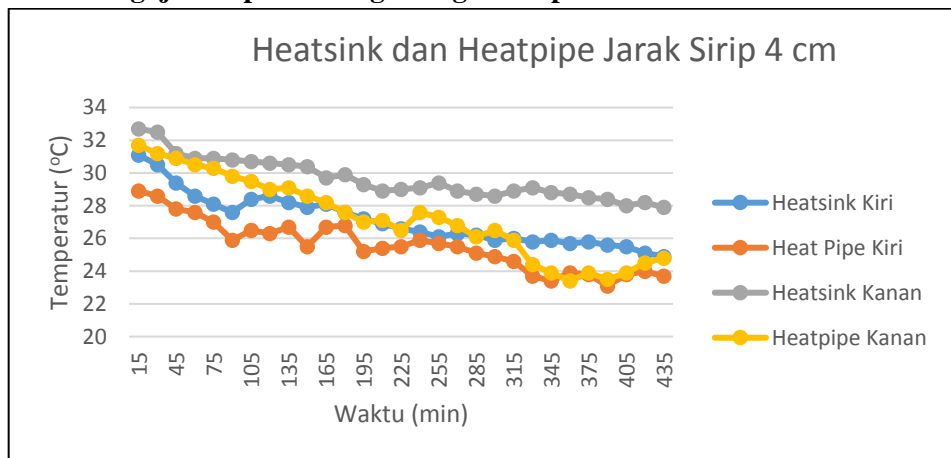
Pada grafik 4.1 terdapat perbandingan temperatur antara kedua *heatsink* dan kedua *heatpipe*. Temperatur pada grafik menggambarkan bahwa suhu dari *heatsink* dan *heatpipe* mengalami penurunan selama proses percobaan. *Heatsink* kiri memiliki temperatur awal 29,7°C dan temperatur akhir 24,3°C lebih rendah dibandingkan *heatsink* kanan bertemperatur awal 34,2°C dan temperature akhir 27,6°C. *Heatpipe* kiri memiliki temperature awal 29,9°C dan temperatuur akhir 25,4°C lebih rendah dibandingkan dengan *heatpipe* kanan dengan temperature awal 29,9°C dan temperature akhir 26,6°C. Hal ini terjadi karena *heatsink* kiri memiliki dimensi lebih besar dibandingkan *heatsink* kanan. Semakin besar dimensi *heatsink* akan memperluas permukaan untuk penyebaran panas, sehingga temperatur akan mengalami penurunan semakin besar.



Grafik 4. 2 Temperatur Waterblock Tanpa Sirip

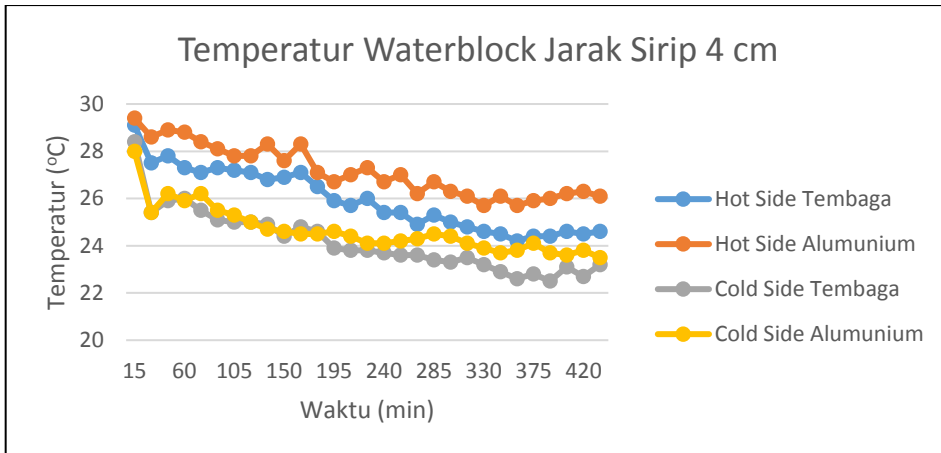
Grafik 4.2 menjelaskan perbandingan temperatur pada sisi dingin dan sisi panas pada *waterblock*. Pada masing-masing temperature memiliki temperature yang terus menurun selama proses percobaan. Temperature pada sisi panas *waterblock* aluminium pada awal percobaan adalah 32,6°C dan mencapai 29,1°C pada akhir percobaan. Pada sisi panas *waterblock* tembaga sebelum percobaan adalah 30,2 °C dan mencapai 25,2 °C. Temperatur pada sisi dingin *waterblock* aluminium pada awal percobaan adalah 30,7 °C dan mencapai 23,4 °C. Pada *waterblock* tembaga temperatur awal 31,1 °C dan mencapai 23,5 °C pada akhir percobaan. Dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan temperature pada *waterblock* sisi dingin maupun sisi panas selama percobaan.

4.5.2 Hasil Pengujian Pipa Tembaga dengan Sirip Jarak 4 cm



Grafik 4. 3 Temperatur *Heatsink* dan *Heatpipe* Jarak Sirip 4 cm

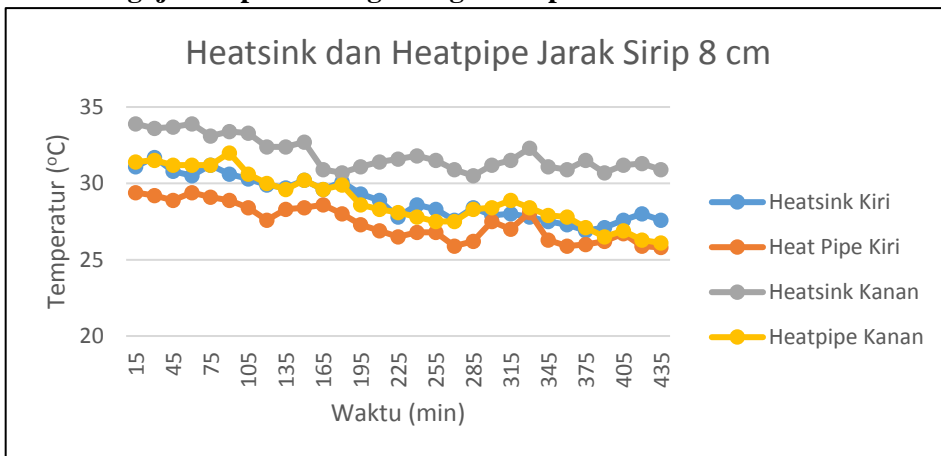
Pada grafik 4.3 terdapat perbandingan temperatur antara kedua *heatsink* dan kedua *heatpipe*. Temperatur pada grafik menggambarkan bahwa suhu dari *heatsink* dan *heatpipe* mengalami penurunan selama proses percobaan. *Heatsink* kiri memiliki temperatur awal 31,1 °C dan temperatur akhir 24,9°C lebih rendah dibandingkan *heatsink* kanan bertemperatur awal 32,7 °C dan temperature akhir 27,9°C. *Heatpipe* kiri memiliki temperature awal 28,9 °C dan temperatuur akhir 23,7 °C lebih rendah dibandingkan dengan *heatpipe* kanan dengan temperature awal 31,7 °C dan temperature akhir 24,8 °C. Hal ini terjadi karena *heatsink* kiri memiliki dimensi lebih besar dibandingkan *heatsink* kanan. Semakin besar dimensi *heatsink* akan memperluas permukaan untuk penyebaran panas, sehingga temperatur akan mengalami penurunan semakin besar.



Grafik 4. 4 Temperatur *Waterblock* Jarak Sirip 4 cm

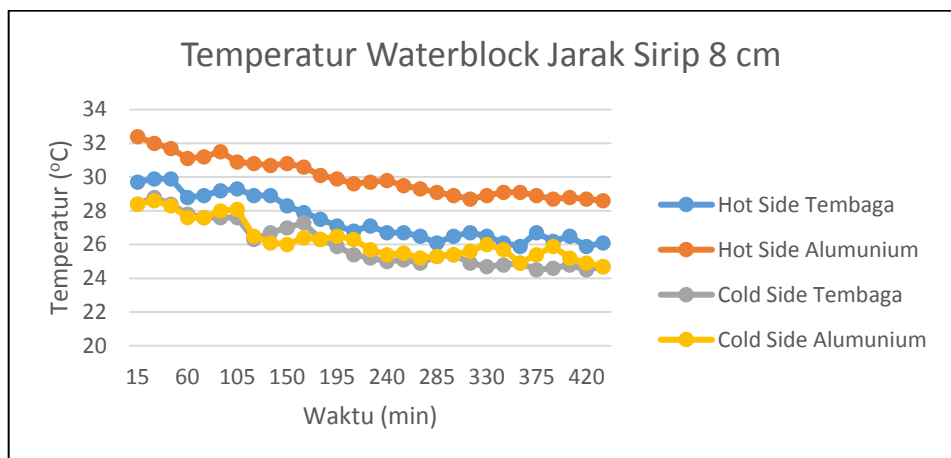
Grafik 4.4 menjelaskan perbandingan temperatur pada sisi dingin dan sisi panas pada *waterblock*. Pada masing-masing temperature memiliki temperature yang terus menurun selama proses percobaan. Temperature pada sisi panas *waterblock* aluminium pada awal percobaan adalah 29,4°C dan mencapai 26,1°C pada akhir percobaan. Pada sisi panas *waterblock* tembaga sebelum percobaan adalah 29,1 °C dan mencapai 24,6 °C. Temperatur pada sisi dingin *waterblock* aluminium pada awal percobaan adalah 28 °C dan mencapai 23,5 °C. Pada *waterblock* tembaga temperatur awal 28,4 °C dan mencapai 23,2 °C pada akhir percobaan. Dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan temperature pada *waterblock* sisi dingin maupun sisi panas selama percobaan.

4.5.3 Hasil Pengujian Pipa Tembaga dengan Sirip Jarak 8 cm



Grafik 4. 5 Temperatur *Heatsink* dan *Heatpipe* Jarak Sirip 8 cm

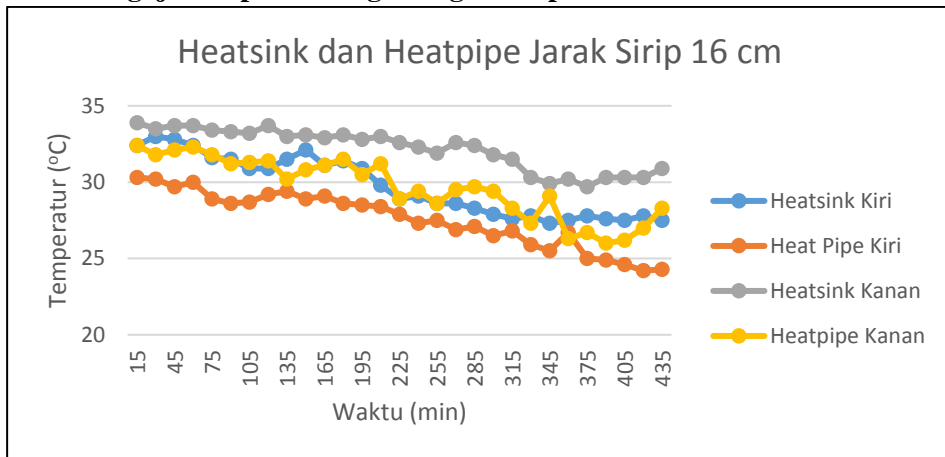
Pada grafik 4.5 terdapat perbandingan temperatur antara kedua *heatsink* dan kedua *heatpipe*. Temperatur pada grafik menggambarkan bahwa suhu dari *heatsink* dan *heatpipe* mengalami penurunan selama proses percobaan. *Heatsink* kiri memiliki temperatur awal 31,1 °C dan temperatur akhir 27,6 °C lebih rendah dibandingkan *heatsink* kanan bertemperatur awal 33,9 °C dan temperature akhir 30,9 °C. *Heatpipe* kiri memiliki temperature awal 29,4 °C dan temperatuur akhir 25,8 °C lebih rendah dibandingkan dengan *heatpipe* kanan dengan temperature awal 31,4 °C dan temperature akhir 26,1 °C. Hal ini terjadi karena *heatsink* kiri memiliki dimensi lebih besar dibandingkan *heatsink* kanan. Semakin besar dimensi *heatsink* akan memperluas permukaan untuk penyebaran panas, sehingga temperatur akan mengalami penurunan semakin besar.



Grafik 4. 6 Grafik 4. 4 Temperatur *Waterblock* Jarak Sirip 8 cm

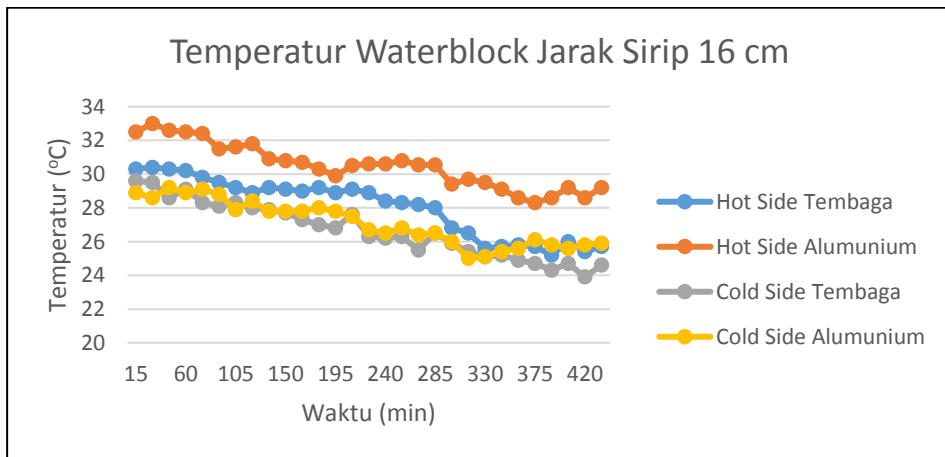
Grafik 4.4 menjelaskan perbandingan temperatur pada sisi dingin dan sisi panas pada *waterblock*. Pada masing-masing temperature memiliki temperature yang terus menurun selama proses percobaan. Temperature pada sisi panas *waterblock* aluminium pada awal percobaan adalah 32,4°C dan mencapai 28,6°C pada akhir percobaan. Pada sisi panas *waterblock* tembaga sebelum percobaan adalah 29,7 °C dan mencapai 26,1 °C. Temperatur pada sisi dingin *waterblock* aluminium pada awal percobaan adalah 28,4 °C dan mencapai 24,7 °C. Pada *waterblock* tembaga temperatur awal 28,4 °C dan mencapai 24,7 °C pada akhir percobaan. Dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan temperature pada *waterblock* sisi dingin maupun sisi panas selama percobaan.

4.5.4 Hasil Pengujian Pipa Tembaga dengan Sirip Jarak 16 cm



Grafik 4. 7 Temperatur *Heatsink* dan *Heatpipe* Jarak Sirip 16 cm

Pada grafik 4.7 terdapat perbandingan temperatur antara kedua *heatsink* dan kedua *heatpipe*. Temperatur pada grafik menggambarkan bahwa suhu dari *heatsink* dan *heatpipe* mengalami penurunan selama proses percobaan. *Heatsink* kiri memiliki temperatur awal 32,4 °C dan temperatur akhir 27,5 °C lebih rendah dibandingkan *heatsink* kanan bertemperatur awal 33,9 °C dan temperature akhir 30,9 °C. *Heatpipe* kiri memiliki temperature awal 30,3 °C dan temperatuur akhir 24,3 °C lebih rendah dibandingkan dengan *heatpipe* kanan dengan temperature awal 32,4 °C dan temperature akhir 28,3 °C. Hal ini terjadi karena *heatsink* kiri memiliki dimensi lebih besar dibandingkan *heatsink* kanan. Semakin besar dimensi *heatsink* akan memperluas permukaan untuk penyebaran panas, sehingga temperatur akan mengalami penurunan semakin besar.



Grafik 4. 8 Temperatur *Waterblock* Jarak Sirip 16 cm

Grafik 4.8 menjelaskan perbandingan temperatur pada sisi dingin dan sisi panas pada waterblock. Pada masing-masing temperature memiliki temperature yang terus menurun selama proses percobaan. Temperature pada sisi panas *waterblock* aluminium pada awal percobaan adalah 32,5°C dan mencapai 29,2°C pada akhir percobaan. Pada sisi panas *waterblock* tembaga sebelum percobaan adalah 30,3 °C dan mencapai 25,7 °C. Temperatur pada sisi dingin *waterblock* aluminium pada awal percobaan adalah 28,9 °C dan mencapai 25,9 °C. Pada *waterblock* tembaga temperatur awal 29,6 °C dan mencapai 24,6°C pada akhir percobaan. Dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan temperature pada waterblock sisi dingin maupun sisi panas selama percobaan.

4.6 Hasil Percobaan

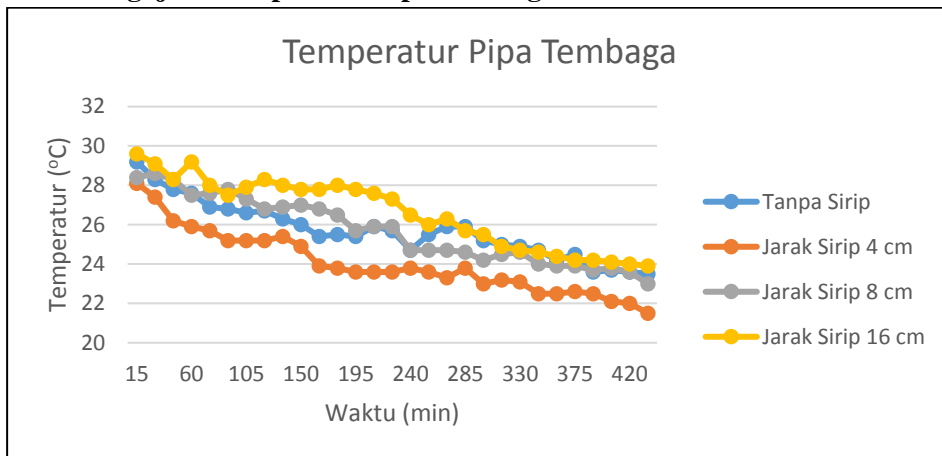
4.6.1 Hasil Perhitungan Kalor



Grafik 4. 9 Grafik Hasil Perhitugan Kalor

Grafik 4.9 menunjukkan hasil perhitungan perpindahan kalor yang terjadi pada ketiga jenis variasi pipa tembaga pada alat *Atmospheric Water Generator*. Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa laju perpindahan kalor paling besar dialami oleh tembaga dengan variasi jarak sirip 8 cm. salah satu hal yang mempengaruhi tingginya nilai laju perpindahan kalor adalah perbedaan temperature yang terjadi antara pipa tembaga dan fluida yang melalui. Jumlah fin yang terpasang pada pipa tembaga akan memperluas luasan. Sehingga semakin semakin luas permukaan untuk proses penyerapan akan mempercepat proses penyebaran kalor dan suhu yang didapatkan akan semakin rendah. Semakin rendah suhu yang dapat dicapai akan semakin cepat mencapai suhu dew point dimana ketika mencapai suhu tersebut akan terjadinya proses pengembunan.

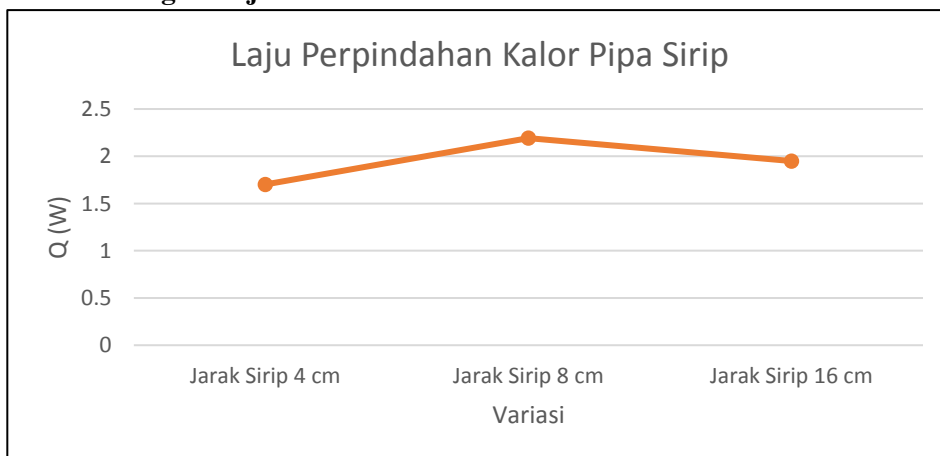
4.6.2 Hasil Pengujian Temperatur Pipa Tembaga



Grafik 4. 10 Temperatur Pipa Tembaga

Pada grafik 4.9 menunjukkan penurunan temperature pada pipa tembaga setiap variasi. Pada variasi I pipa tembaga tanpa sirip dapat mencapai suhu 23,5°C pada akhir percobaan. Variasi ke II pipa tembaga dengan jarak sirip 4 cm memiliki temperature akhir 21,5 °C. Variasi III dengan jarak sirip 8 cm pada akhir percobaan memiliki suhu akhir mencapai 23 °C. pada variasi IV dengan jarak sirip 16 cm memiliki suhu akhir 23,9 °C pada akhir percobaan. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin banyak fin semakin rendah suhu yang didapatkan.

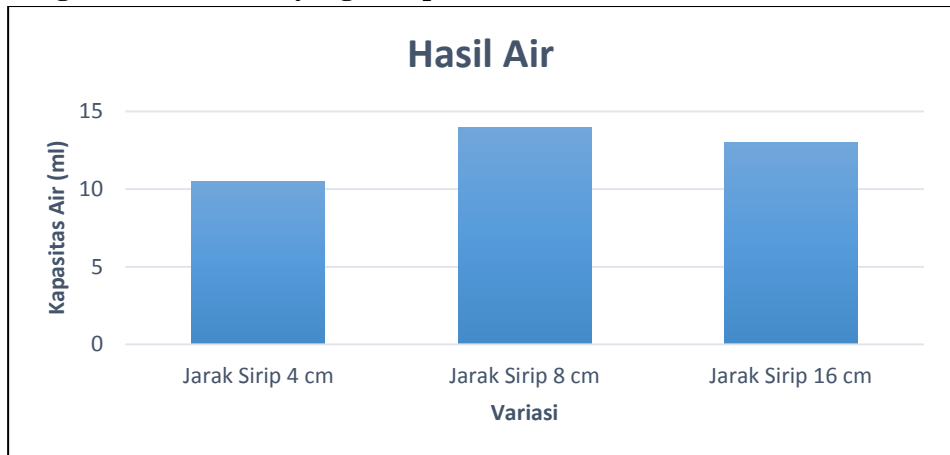
4.6.3 Perhitungan Laju Kalor



Grafik 4. 11 Laju Perpindahan Kalor

Grafik 4.11 menunjukkan laju perpindahan kalor yang berpindah dari koil pendingin dengan sirip. Dari grafik diatas didapatkan besarnya kalor dari masing-masing variasi yang berbeda-beda. Pada variasi jarak sirip 4 cm didapatkan laju perpindahan kalor sebesar 1,702 W. Pada variasi jarak sirip 8 cm didapatkan hasil laju perpindahan kalor sebesar 2,191 W dan variasi jarak sirip 16 cm 1,95 W. laju kalor yang dipengaruhi oleh luasan pipa tembaga, koefisien perpindahan kalor dan perbedaan suhu. Pada variasi jarak sirip 8 cm didapatkan nilai paling besar karena memiliki perbedaan suhu yang paling besar diantara variasi yang lainnya.

4.6.4 Pengamatan Hasil Air yang Didapatkan



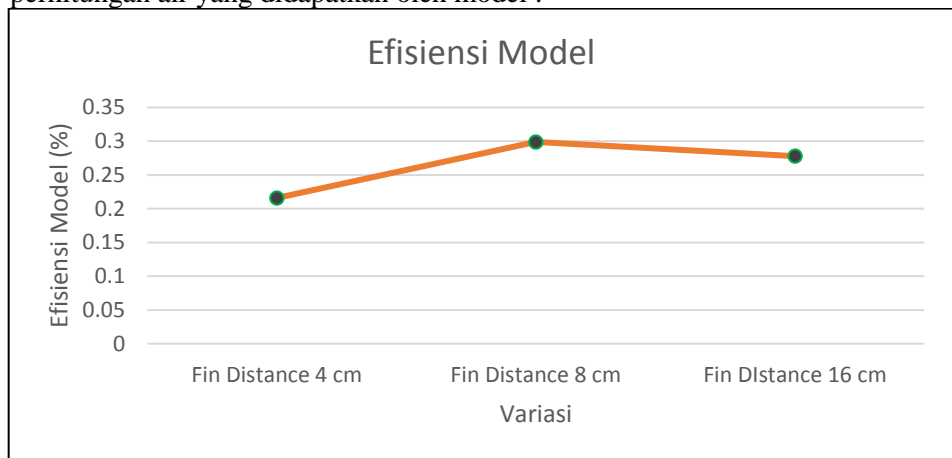
Grafik 4. 12 Hasil Air yang Didapatkan

Grafik 4.10 menunjukkan perolehan air yang didapatkan dari hasil kondensasi pipa tembaga sebagai koil pendingin. Pada variasi jarak sirip 4 cm pada *tube* sepanjang 1 meter terpasang 24 sirip. Hasil air yang didapatkan sebanyak 10,5 ml/7 jam. Variasi kedua yaitu dengan jarak 8 cm pada *tube* sepanjang 1 meter terpasang sebanyak 12 sirip. Pada variasi kedua dihasilkan air sebanyak 14 ml/7 jam. Variasi ketiga dengan jarak 16 cm pada *tube* 1 meter terpasang sebanyak 6 sirip. Air yang dihasilkan pada variasi ketiga sebanyak 13 ml/7 jam. Dari hasil grafik diatas dapat disimpulkan bahwa penambahan sebanyak 12 sirip dengan jarak 7 cm menghasilkan air yang paling optimal. Semakin banyak fin yang dipasangkan tidak menjamin semakin banyaknya air yang didapatkan. Sehingga penambahan sirip dengan jumlah yang optimal akan dapat menambah perolehan air yang didapatkan. Pada percobaan kali ini hasil dari masing-masing variasi terhitung sangat sedikit, hal ini dikarenakan adanya kesalahan dalam pemasangan komponen *Atmospheric Water Generator* sehingga alat tidak dapat bekerja secara optimal dan menghasilkan air sebanyak mungkin. Faktor lain yang dapat mempegaruhi hasil air yang dihasilkan adalah kelembaban lingkungan (Rh%) dan suhu lingkungan. Kedua faktor tersebut mempengaruhi jumlah

kandungan kelembaban di udara. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perbedaan air yang didapatkan tergantung pada kelembaban dan suhu lingkungan.. Dari hasil percobaan didapatkan air yang cukup sedikit karena dingin yang disalurkan thermoelectric menuju waterblock tidak tersalur secara sempurna, dan perbedaan temperature antara TEC dan Waterblock hanya 2 oC. Penyaluran dingin yang tidak sempurna mengakibatkan suhu refrigeran tidak dapat turun begitu juga dengan suhu pipa tembaga. Suhu pipa tembaga yang tinggi tidak dapat mencapai titik dew point sehingga pengembunan terjadi begitu lama.

4.7 Efisiensi Model

Perhitungan efisien didapatkan dengan membandingkan hasil yang diperoleh dari percobaan dengan hasil perhitungan. Berikut perhitungan mengenai hasil perhitungan air yang didapatkan oleh model :



Grafik 4. 13 Efisiensi Model

Grafik 4.13 menunjukkan efisiensi model yang didapatkan dari hasil air yang dapat diperoleh dari udara sekitar. Dari grafik didapatkan besarnya efisiensi model dari variasi jarak 4 cm yaitu sebesar 0,216% , variasi dengan jarak 8 cm dengan nilai efisiensi sebesar 0,299% dan variasi dengan jarak 16 cm dengan efisiensi model sebesar 0,278%. Dapat disimpulkan bahwa model paling efisien yaitu terdapat pada variasi dengan jarak sirip 8 cm yang memiliki nilai efisiensi model paling tinggi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah pengambilan data dengan ketiga variasi yaitu jarak sirip yang terpasang pada pipa 4 cm, 8 cm dan 16 cm didapatkan beberapa data yang dapat menyimpulkan hasil dari percobaan yang telah dilakukan.

5.1 Kesimpulan

Dari hasil percobaan dapat ditarik hasil kesimpulan sebagai berikut :

1. Bentuk dari pipa tembaga yang divariasikan untuk dipasangkan di *Atmospheric Water Generator* berbentuk pipa bersirip dengan tipe sirip *circular fin*.
 - Pipa tembaga yang digunakan sebagai sirip berbentuk lingkaran yang mengelilingi *tube* pipa. Sirip dipasang dengan variasi jarak antar sirip. Variasi pertama dengan jarak antar sirip 4 cm, variasi kedua jarak antar sirip 8 cm dan variasi ke tiga dengan jarak antar sirip 16 cm.
 - Sirip yang digunakan memiliki dimensi dengan diameter 3 cm dan ketebalan 0,015 cm. Variasi jarak dan dimensi yang digunakan disesuaikan dengan ukuran *Atmospheric Water Generator*
2. Hasil air yang dihasilkan setelah percobaan dengan ketiga variasi dapat disimpulkan sebagai berikut :
 - Pada variasi jarak sirip 4 cm menghasilkan kapasitas air sebanyak 10,5 mL/7 jam. variasi dengan jarak sirip 8 cm menghasilkan air sebanyak 14 mL/7 jam dan variasi sirip dengan jarak sirip 16 cm menghasilkan air sebanyak 13 mL/7 jam.
 - Dari hasil air yang didapatkan dapat disimpulkan bahwa semakin luas permukaan tembaga tidak menjamin banyaknya air yang didapatkan. Sehingga luas yang optimal yang akan mengasilkan air yang lebih banyak.

5.2 Saran

Dengan berakhirnya penelitian ini bukan berarti penelitian telah berhasil secara keseluruhan. Sehingga perlu adanya saran yang dapat mendukung peningkatan hasil percobaan untuk penelitian selanjutnya. Berikut saran yang dapat diberikan setelah proses penelitian. :

1. Penggunaan pipa tembaga untuk percobaan selanjutnya disarankan dengan memperluas permukaan dengan syarat seluruh permukaan tersentuh dengan fluida. Desain yang digunakan sama dengan pipa bersirip tapi seluruh permukaan tembaga tersentuh fluida
2. Dalam penentuan rangkaian pipa yang digunakan perlu adanya hitungan desain pipa yang digunakan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang paling optimal.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Awaaluddin, M. (2007). *Analisa Perpindahan Kalor Pada Heat Exchanger Pipa Ganda Dengan Sirip Berbentuk Delta Wing*. Semarang: Perpustakaan Unnes.
- Indriatmoko, R. H., & Widayat, W. (2007). Penyediaan Air Siap Minum pada Situasi Tanggap Darurat Bencana Alam. *JAI Vol. 3, No.1 , 2*.
- Kern, D. Q. (1950). *Process Heat Transfer*. Tokyo: McGraw-Hill Book Company.
- Setiawan, D. (2017). *Eksperimen Penghasil Air Tawar dari Udara Menggunakan Thermoelectric Cooler untuk Kebutuhan Air Minum di Lifeboat*. Surabaya.
- Shah, R. K., & Sekulić, D. P. (2003). *Fundamentals of Heat Exchanger Design*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Soedarmanto, H., & Suprianto, T. (2011). Pengaruh konsentrasi campuran aseton dan metanol. *Jurnal Poros Teknik Vol. 3, 7*.
- Suhananto, F. E. (2018). *Efektivitas dan Efisiensi Sirip dengan Luas Penampang Bentuk Persegi Fungsi Posisi dan Nilai Konduktivitas Fungsi Suhu Kasus Satu Dimensi Keadaan Tak Tunak*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN : BAGIAN A
DOKUMENTASI HASIL EKSPERIMEN

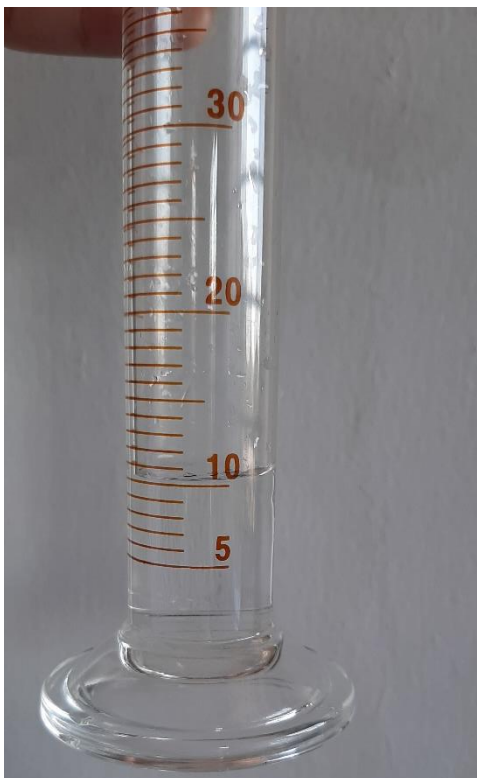
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

1. Percobaan Pipa Bersirip Jarak 4 cm

➤ Hasil Pengambilan Data

PERCOBAAN PIPA BERSIRIP JARAK 4 CM																					
No	Time	Duration	Flowrate (m/s)	RH (%)	Lingkungan T(°C)	Digital T(°C)	Waterblock T(°C)				Heat Sink Kiri T(°C)	Heat Sink-Kanan T(°C)	Heat Pipe-Kiri T(°C)	Heat Pipe-Kanan T(°C)	Fan Flowrate-Kiri (m/s)	Fan Flowrate-Kanan (m/s)	Copper Tube T(°C)	Base Fin	Top Fin	RPM	Water (g/h)
							Hot Side (Kiri)	Hot Side (Kanan)	Cold Side (Kiri)	Cold Side (Kanan)											
1	0:15	0	0	60	27.2	19.3	29.1	29.4	28.4	28	31.1	32.7	28.9	31.7	0.0	0.0	28.1	28.0	28.1	0.0	
2	0:30	15	2.5	60	27.9	18.6	27.5	28.6	25.4	25.4	30.5	32.5	28.6	31.2	1.5	0.6	27.4	27.4	27.4	1812.2	
3	0:45	30	2.5	60	27.3	18.2	27.8	28.9	25.9	26.2	29.4	31.2	27.8	30.9	1.6	0.7	26.2	26.0	26.0	1819.6	
4	1:00	45	2.3	61	27.3	18.0	27.3	28.8	26	25.9	28.6	30.9	27.6	30.5	1.7	0.6	25.9	25.9	25.9	1818.6	
5	1:15	60	2.5	63	28	17.4	27.1	28.4	25.5	26.2	28.1	30.9	27.0	30.3	1.5	0.6	25.7	25.7	25.7	1834.9	
6	1:30	75	2.4	63	27.5	17.1	27.3	28.1	25.1	25.5	27.6	30.8	25.9	29.8	1.4	0.4	25.2	25.2	25.1	1844.1	
7	1:45	90	2.4	62	29	16.4	27.2	27.8	25	25.3	28.4	30.7	26.5	29.5	1.4	0.3	25.2	25.0	25.1	1818.4	
8	2:00	105	2.4	63	27.5	17.4	27.1	27.8	25	25	28.6	30.6	26.3	29	1.4	0.7	25.2	25.2	25.2	1834.6	
9	2:15	120	2.3	63	27	16.8	26.8	28.3	24.9	24.7	28.2	30.5	26.7	29.1	1.7	0.6	25.4	25.3	25.4	1829.3	
10	2:30	135	2.5	63	26.8	15.9	26.9	27.6	24.4	24.6	27.9	30.4	25.5	28.6	1.8	0.4	24.9	24.9	24.8	1818.4	
11	2:45	150	2.4	64	27	16.3	27.1	28.3	24.8	24.5	28.1	29.7	26.7	28.2	1.6	0.7	23.9	23.9	23.9	1826.7	
12	3:00	165	2.5	63	26.8	15.9	26.5	27.1	24.6	24.5	27.6	29.9	26.8	27.6	1.6	0.6	23.8	23.8	23.8	1823.5	
13	3:15	180	2.3	64	27.8	15.9	25.9	26.7	23.9	24.6	27.2	29.3	25.2	27	1.8	0.5	23.6	23.6	23.6	1834.0	
14	3:30	195	2.2	64	26	15.8	25.7	27.0	23.8	24.4	26.9	28.9	25.4	27.1	1.6	0.7	23.6	23.6	23.6	1822.8	
15	3:45	210	2.2	64	25	15.8	26.0	27.3	23.8	24.1	26.6	29	25.5	26.5	1.6	0.7	23.6	23.6	23.6	1823.0	
16	4:00	225	2.5	64	25	15.8	25.4	26.7	23.7	24.1	26.4	29.1	25.9	27.6	1.6	0.5	23.8	23.8	23.8	1821.1	
17	4:15	240	2.4	64	24.8	15.6	25.4	27.0	23.6	24.2	26.1	29.4	25.7	27.3	1.6	0.7	23.6	23.6	23.8	1815.5	
18	4:30	255	2.5	65	24.9	16.7	24.9	26.2	23.6	24.3	26.3	28.9	25.5	26.8	1.6	0.7	23.3	23.1	23.1	1812.2	
19	4:45	270	2.4	65	24.5	16.4	25.3	26.7	23.4	24.5	26.2	28.7	25.1	26.1	1.5	0.6	23.8	23.6	23.6	1311.3	
20	5:00	285	2.5	64	24.4	14.9	25.0	26.3	23.3	24.4	25.9	28.6	24.9	26.5	1.4	0.5	23	23	23	1819.7	
21	5:15	300	2.2	63	25	14.1	24.8	26.1	23.5	24.1	26	28.9	24.6	25.9	1.6	0.7	23.2	23.2	23.2	1819.3	
22	5:30	315	2.5	62	25	13.3	24.6	25.7	23.2	23.9	25.8	29.1	23.7	24.4	1.8	0.8	23.1	23.1	23.1	1822.2	
23	5:45	330	2.4	61	25	13.0	24.5	26.1	22.9	23.7	25.9	28.8	23.4	23.9	1.8	0.7	22.5	22.5	22.5	1815.0	
24	6:00	345	2.4	62	25	12.8	24.2	25.7	22.6	23.8	25.7	28.7	23.9	23.4	1.8	0.8	22.5	22.5	22.3	1811.5	
25	6:15	360	2.4	62	25	12.8	24.4	25.9	22.8	24.1	25.8	28.5	23.8	23.9	1.8	0.8	22.6	22.6	22.6	1813.1	
26	6:30	375	2.3	64	25	12.6	24.4	26.0	22.5	23.7	25.6	28.4	23.1	23.5	1.8	0.5	22.5	22.5	22.5	1813.1	
27	6:45	390	2.4	64	25.5	13.6	24.6	26.2	23.1	23.6	25.5	28	23.8	23.9	1.8	0.8	22.1	22.1	22.1	1813.7	
28	7:00	405	2.3	64	25.5	13.6	24.5	26.3	22.7	23.8	25.1	28.2	24.0	24.5	1.8	0.8	22	22.1	22.1	1818.2	
29	7:15	420	2.3	65	26.5	14.6	24.6	26.1	23.2	23.5	24.9	27.9	23.7	24.8	1.8	0.8	21.5	21.5	21.5	1818.1	
30																					

➤ Dokumentasi Water Capacity



(10,5mL)

2. Percobaan Pipa Bersirip Jarak 8 cm

➤ Hasil Pengambilan Data

PERCOBAAN PIPA BERSIRIP JARAK 8 CM																					
No	Time	Duration	Flowrate (m/s)	RH (%)	Lingkungan T(°C)	Digital T(°C)	Waterblock T(°C)				Heat Sink Kiri T(°C)	Heat Sink-Kanan T(°C)	Heat Pipe-Kiri T(°C)	Heat Pipe-Kanan T(°C)	Fan Flowrate-Kiri (m/s)	Fan Flowrate-Kanan (m/s)	Copper Tube T(°C)	Base Fin	Top Fin	RPM	Water (g/h)
							Hot Side (Kiri)	Hot Side (Kanan)	Cold Side (Kiri)	Cold Side (Kanan)											
1	20:00	90	2.2	61	29	21.9	29.7	32.4	28.4	28.4	31.1	33.9	29.4	31.4	1.6	0.6	28.4	28.3	28.4	1834.8	
2	20:15	105	2.2	62	29	21.9	29.9	32	28.8	28.6	31.7	33.6	29.2	31.5	1.5	0.6	28.6	28.6	28.6	1804.4	
3	20:30	120	2.4	61	29	21.8	29.9	31.7	28.4	28.3	30.8	33.7	28.9	31.2	1.7	0.8	28.3	28.4	28.3	1804.1	
4	20:45	135	2.2	60	28	20.3	28.8	31.1	27.8	27.6	30.5	33.9	29.4	31.2	1.5	0.7	27.5	27.5	27.6	1810.3	
5	21:00	150	2.2	61	29	19.3	28.9	31.2	27.6	27.6	31.2	33.1	29.1	31.2	1.5	0.6	27.6	27.6	27.8	1819.2	
6	21:15	165	2.1	61	30	18.9	29.2	31.5	27.6	28	30.6	33.4	28.9	32	1.7	0.6	27.8	27.8	27.8	1813.6	
7	21:30	180	2.3	61	29	18.7	29.3	30.9	27.6	28.1	30.3	33.3	28.4	30.6	1.6	0.6	27.3	27.1	27.1	1801.0	
8	21:45	195	2.2	61	29	18.4	28.9	30.9	26.3	26.5	29.9	32.4	27.6	30	1.6	0.7	26.8	26.8	26.8	1809.0	
9	22:00	210	2.3	61	29.1	17.9	28.9	30.7	26.7	26.1	29.7	32.4	28.3	29.6	1.6	0.7	26.9	26.9	26.9	1817.7	
10	22:15	225	2.2	63	29.5	17.5	28.3	30.8	27	26	30.2	32.7	28.4	30.2	1.5	0.6	27	27.0	27.0	1822.1	
11	22:30	240	2.2	64	30.5	17.2	27.9	30.6	27.3	26.4	29.6	30.9	28.6	29.6	1.5	0.7	26.8	26.8	26.7	1806.4	
12	22:45	255	2.2	63	31	16.6	27.5	30.1	26.3	26.3	30.1	30.7	28.0	29.9	1.6	0.7	26.5	26.5	26.5	1801.0	
13	23:00	270	2.3	63	29	16.2	27.1	29.9	25.9	26.5	29.3	31.1	27.3	28.6	1.5	0.7	25.7	25.7	25.7	1802.0	
14	23:15	285	2.2	62	28.9	15.5	26.8	29.6	25.4	26.3	28.9	31.4	26.9	28.3	1.5	0.7	25.9	25.9	25.9	1800.5	
15	23:30	300	2.2	62	28.9	15.0	27.1	29.7	25.2	25.7	27.8	31.6	26.5	28.1	1.5	0.5	25.9	25.9	25.9	1813.7	
16	23:45	315	2.2	63	28	14.8	26.7	29.8	25	25.4	28.6	31.8	26.8	27.8	1.6	0.7	24.7	24.7	24.7	1801.0	
17	0:00	330	2.1	64	28	14.8	26.7	29.5	25.1	25.5	28.3	31.5	26.8	27.5	1.5	0.6	24.7	24.6	24.6	1811.5	
18	0:15	345	2.3	62	28	14.0	26.5	29.3	24.9	25.2	27.6	30.9	25.9	27.5	1.5	0.6	24.7	24.7	24.7	1802.0	
19	0:30	360	2.3	63	28	13.6	26.1	29.1	25.3	25.3	28.4	30.5	26.2	28.3	1.5	0.7	24.6	24.6	24.6	1813.2	
20	0:45	375	2.3	65	28	14.6	26.5	28.9	25.4	25.4	27.9	31.2	27.5	28.4	1.5	0.6	24.2	24.2	24.2	1811.2	
21	1:00	390	2.1	66	28.8	15.5	26.7	28.7	24.9	25.6	28	31.5	27.0	28.9	1.6	0.7	24.5	24.5	24.5	1807.6	
22	1:15	405	2.2	67	28	16.1	26.5	28.9	24.7	26	27.8	32.3	28.1	28.4	1.6	0.6	24.6	24.5	24.5	1831.6	
23	1:30	420	2.2	66	27.9	16.3	26.1	29.1	24.8	25.7	27.5	31.1	26.3	27.9	1.6	0.7	24	24.0	24.0	1808.7	
24	1:45	435	2.2	65	27	15.8	25.9	29.1	24.9	24.9	27.3	30.9	25.9	27.8	1.6	0.6	23.9	23.9	23.9	1812.3	
25	2:00	450	2.3	66	27	15.4	26.7	28.9	24.5	25.4	26.9	31.5	26	27.1	1.6	0.7	23.9	23.9	23.9	1804.3	
26	2:15	465	2.2	66	27.5	15.2	26.2	28.7	24.6	25.9	27.1	30.7	26.2	26.5	1.5	0.6	23.7	23.7	23.7	1830.9	
27	2:30	480	2.3	67	27	15.5	26.5	28.8	24.8	25.2	27.6	31.2	26.7	26.9	1.5	0.7	23.8	23.8	23.8	1828	
28	2:45	495	2.2	66	15.1	27	25.9	28.7	24.5	24.9	28	31.3	25.9	26.3	1.6	0.8	23.6	23.6	23.6	1802.2	
29	3:00	510	2.3	65	14.3	26.9	26.1	28.6	24.7	24.7	27.6	30.9	25.8	26.1	1.4	0.8	23	23	23	1800.2	

➤ Dokumentasi Water Capacity



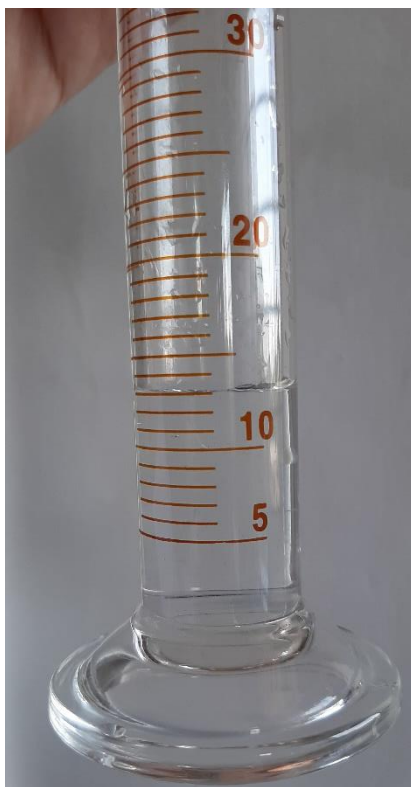
(14 mL)

3. Percobaan Pipa Bersirip Jarak 16 cm

➤ Hasil Pengambilan Data

PERCOBAAN PIPA BERSIRIP JARAK 16 CM																					
No	Time	Duration	Flowrate (m/s)	RH (%)	Lingku- an T(°C)	Digital T(°C)	Waterblock T(°C)				Heat Sink Kiri T(°C)	Heat Sink Kanan T(°C)	Heat Pipe-Kiri T(°C)	Heat Pipe-Kanan T(°C)	Fan Flowrate-Kiri (m/s)	Fan Flowrate-Kanan (m/s)	Copper Tube T(°C)	Base Fin	Top Fin	RPM	Water (g/h)
							Hot Side (Kiri)	Hot Side (Kanan)	Cold Side (Kiri)	Cold Side (Kanan)											
1	19:45	0	0	58	29.5	23.2	30.3	32.5	29.6	28.9	32.4	33.9	30.3	32.4	0.0	0.0	29.6	29.4	29.4	0.0	
2	20:00	15	2.3	59	29.5	22.7	30.4	33	29.5	28.6	33	33.5	30.2	31.8	1.6	0.7	29.1	29.1	28.9	1811.2	
3	20:15	30	2.4	61	29.8	22.4	30.3	32.6	28.6	29.2	32.8	33.7	29.7	32.1	1.5	0.6	28.3	28.3	28.3	1819.0	
4	20:30	45	2.3	62	29.8	22.4	30.2	32.5	29.1	28.9	32.4	33.7	30.0	32.3	1.7	0.7	29.2	29.2	29.2	1845.0	
5	20:45	60	2.3	62	29	21.9	29.8	32.4	28.3	29.1	31.6	33.4	28.9	31.8	1.7	0.7	28	28.0	27.8	1831.2	
6	21:00	75	2.3	62	29	21.6	29.5	31.5	28.1	28.8	31.5	33.3	28.6	31.2	1.6	0.7	27.5	27.5	27.5	1800.8	
7	21:15	90	2.2	62	29	21.6	29.2	31.6	28.3	27.9	30.9	33.2	28.7	31.3	1.6	0.7	27.9	27.8	27.8	1802.3	
8	21:30	105	2.2	62	29	21.6	28.9	31.8	28	28.4	30.9	33.7	29.2	31.4	1.7	0.6	28.3	28.4	28.4	1803.5	
9	21:45	120	2.3	62	28.9	24.4	29.2	30.9	27.5	27.8	31.5	33	29.4	30.2	1.6	0.8	28	28.0	28.0	1806.8	
10	22:00	135	2.3	62	28.5	21.1	29.1	30.8	27.7	27.8	32.1	33.1	28.9	30.8	1.7	0.8	27.8	27.8	27.6	1807.3	
11	22:15	150	2.3	62	28.5	20.6	29	30.7	27.3	27.8	31.1	32.9	29.1	31.1	1.6	0.7	27.8	27.8	27.8	1818.5	
12	22:30	165	2.3	62	28.5	19.4	29.2	30.3	27	28	31.4	33.1	28.6	31.5	1.5	0.6	28	27.8	27.8	1815.3	
13	22:45	180	2.2	62	28	18.1	28.9	29.9	26.8	27.8	30.9	32.8	28.5	30.5	1.6	0.6	27.8	26.8	26.7	1825.1	
14	23:00	195	2.3	63	28.2	17.6	29.1	30.5	27.6	27.5	29.8	33	28.4	31.2	1.6	0.6	27.6	27.6	27.6	1818.0	
15	23:15	210	2.4	65	28	17.5	28.9	30.6	26.3	26.7	28.9	32.6	27.9	28.9	1.7	0.7	27.3	25.7	25.5	1818.4	
16	23:30	225	2.3	65	28	17.1	28.4	30.6	26.2	26.5	29.1	32.3	27.3	29.4	1.7	0.6	26.5	25.9	25.7	1854.5	
17	23:45	240	2.1	65	28	16.6	28.3	30.8	26.3	26.8	28.6	31.9	27.5	28.6	1.7	0.6	26	25.9	25.9	1817.2	
18	0:00	255	2.2	64	28	15.9	28.2	30.55	25.5	26.4	28.6	32.6	26.9	29.5	1.7	0.7	26.3	26.3	26.3	1809.1	
19	0:15	270	2.5	65	27.9	15.5	28	30.6	26.5	26.5	28.3	32.4	27.1	29.7	1.7	0.7	25.7	25.7	25.7	1809.1	
20	0:30	285	2.3	65	27.9	15.5	26.8	29.4	25.9	26	27.9	31.8	26.5	29.4	1.6	0.7	25.5	25.5	25.5	1830.7	
21	0:45	300	2.2	65	28.3	15.3	26.5	29.7	25.4	25	27.6	31.5	26.8	28.3	1.6	0.6	24.9	24.9	24.9	1840.7	
22	1:00	315	2.1	65	27.3	14.7	25.6	29.5	25.1	25.1	27.8	30.3	25.9	27.3	1.5	0.7	24.7	24.7	24.7	1838.9	
23	1:15	330	2.3	64	27.2	14.0	25.7	29.1	25.2	25.4	27.3	29.9	25.5	29.1	1.6	0.6	24.6	24.6	24.6	1816.2	
24	1:30	345	2.1	64	26.7	13.6	25.8	28.6	24.9	25.6	27.5	30.2	26.7	26.3	1.8	0.7	24.4	24.4	24.4	1810.9	
25	1:45	360	2.3	64	26.5	13.1	25.7	28.3	24.7	26.1	27.8	29.7	25.0	26.7	1.6	0.7	24.2	24.2	24.2	1808.2	
26	2:00	375	2.3	64	26.1	12.8	25.2	28.6	24.3	25.8	27.6	30.3	24.9	26	1.5	0.8	24.2	24.2	24.1	1807.3	
27	2:15	390	2.3	66	26.5	12.4	26.0	29.2	24.7	25.6	27.5	30.3	24.6	26.2	1.7	0.7	24.1	24.1	24.1	1805.2	
28	2:30	405	2.3	66	26.4	12.4	25.4	28.6	23.9	25.8	27.8	30.3	24.2	27	1.6	0.8	24	23.9	23.8	1817.8	
29	2:45	420	2.3	67	26	12.6	25.7	29.2	24.6	25.9	27.5	30.9	24.3	28.3	1.6	0.6	23.9	23.9	23.9	1841.2	
30																					

➤ Dokumentasi Water Capacity



(13 mL)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**LAMPIRAN : BAGIAN B
SPESIFIKASI PERALATAN**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN



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

Thermoelectric
Cooler

TEC1-12706

Performance Specifications

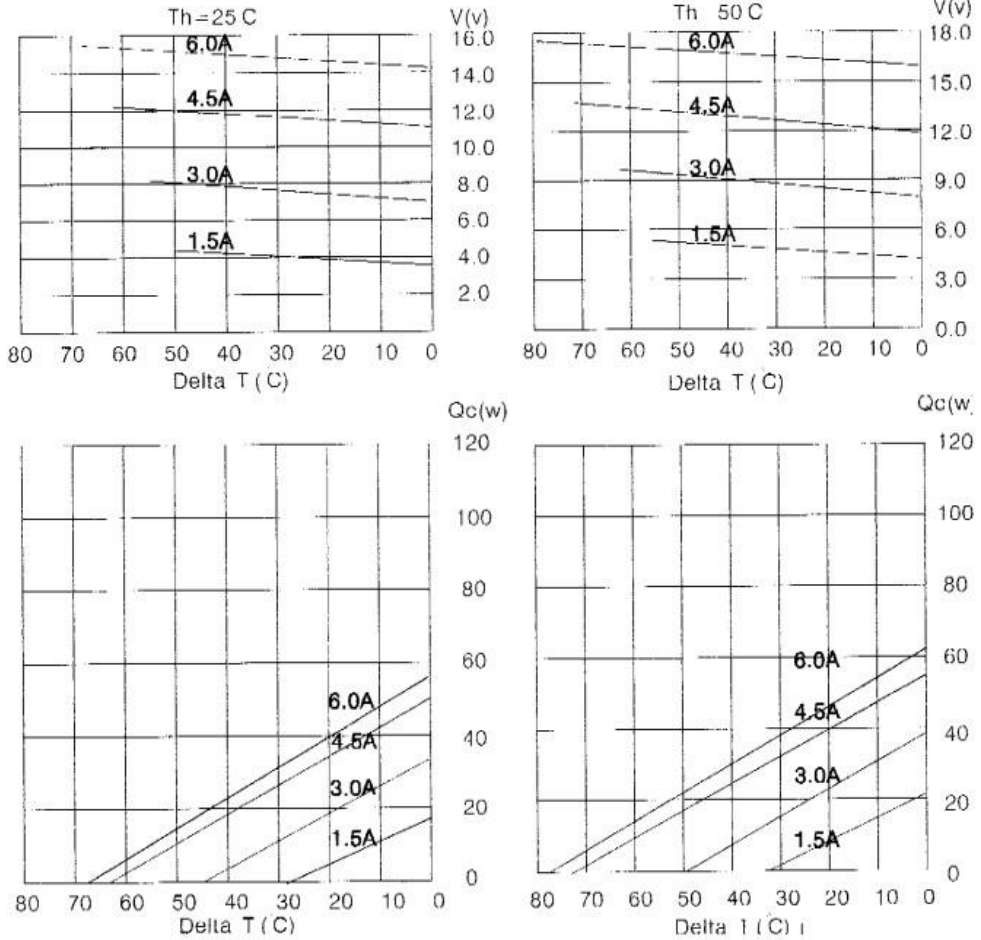
Hot Side Temperature (°C)	25°C	50°C
Qmax (Watts)	50	57
Delta Tmax (°C)	66	75
I _{max} (Amps)	6.4	6.4
V _{max} (Volts)	14.4	16.4
Module Resistance (Ohms)	1.98	2.30





TEC1-12706

Performance curves:

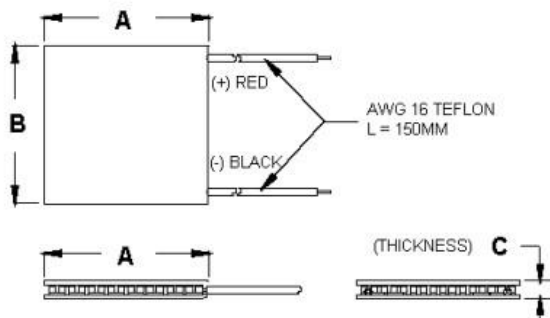




Hebei I.T. (Shanghai) Co., Ltd.

Thermoelectric
Cooler

TEC1-12706



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%.



Powerful projects



P19

285 - 295 W

QUALITY SIGNED AND SEALED



60
cells

35 mm
frame

up to 18.0 %
efficiency



PID FREE

PID tested with excellent results under the harshest conditions



CRAFTED WITH PASSION



25 YEARS LINEAR PERFORMANCE WARRANTY



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



12 YEARS PRODUCT WARRANTY



Made in Germany

aleo solar module P19

ELECTRICAL DATA (STC)		P19_285	P19_290	P19_295	BASIC MODULE DATA	
Rated power	P_{MPP} [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					Back sheet	Polymer sheet, white
					Frame material	Al alloy, silver

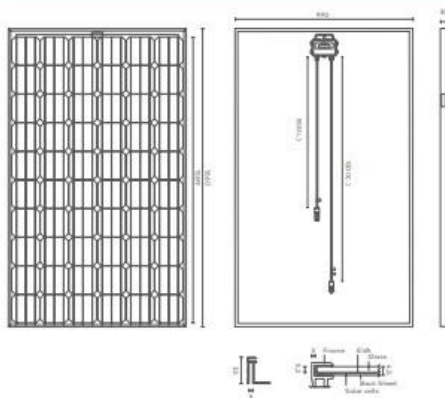
ELECTRICAL DATA (NOCT)		P19_285	P19_290	P19_295	CERTIFICATIONS AND WARRANTY	
Power	P_{MPP} [W]	208	212	215	Product Guarantee	12 years
Voltage	V_{MPP} [V]	28.4	28.4	28.4	Power Guarantee	25 years - Linear
Current	I_{MPP} [A]	7.33	7.45	7.59	Fire Resistance	Class C
Open-circuit voltage	V_{OC} [V]	36.1	36.2	36.2	Protection Against Electric Shock	III
Short-circuit current	I_{SC} [A]	7.87	7.93	7.99	Certifications	§ IEC 61215, IEC 61730-1/-2
Efficiency	η [%]	15.8	16.1	16.4		§ IEC 61716 - Ammonia Resistance
Electrical values measured under nominal operating conditions of cells: 800 W/m ² , 20°C, AM 1.5; wind 1 m/s						§ IEC 61701 - Salt mist Resistance
NOCT: 48°C (nominal operating cell temperature)						§ IEC 62804 - PID Resistance
						§ MCS 01Q, MCS 005

TEMPERATURE COEFFICIENTS			
Temperature coefficient I_{SC}	$\alpha (I_{SC})$ [%/K]		+0.05
Temperature coefficient V_{OC}	$\beta (V_{OC})$ [%/K]		-0.25
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-JM601
Bypass diodes	3

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

DIMENSIONS [MM]

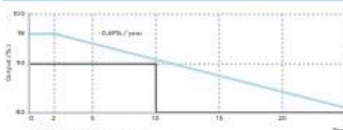


LOADS	
Max. module pressure load	[Pa] 5400*
Max. module suction load	[Pa] 2400*
Max. system voltage	[V _{DC}] 1000
Reverse current load	I_R [A] 20

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]	0/+4.99

PERFORMANCE GUARANTEE



● aleo linear guarantee
● traditional step guarantee

PLEASE CONTACT YOUR AUTHORISED ALEO DEALER



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

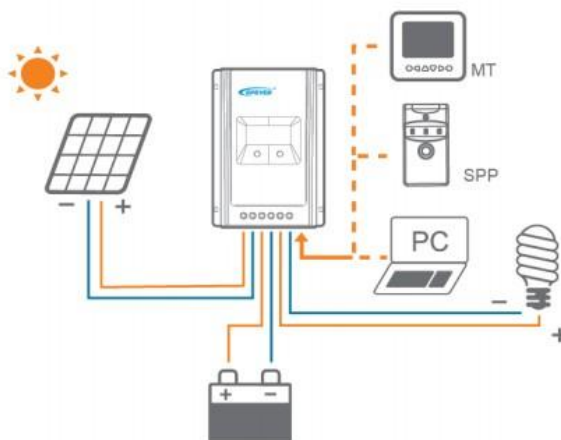


Electronic protections:

- 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

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. Hrs 20 Hr Rate ▲▼	Minutes of Discharge						
		Length in mm ▲▼	Width in mm ▲▼	Height in mm ▲▼		68° F	32° F	0° F		25 Amps	15 Amps	8 Amps				
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)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Kabupaten Mojokerto, 25 Juni 1996, merupakan anak pertama dari dua bersaudara putri dari pasangan bapak Arief Priyatmoko dan ibu Didiet Prasetyani. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu TK Koramil (2000-2003), SDN Petungasri I-II Pandaan (2003-2009), SMPN 1 Pandaan (2019-2012), dan SMAN 1 Pandaan (2012-2015). Setelah lulus dari bangku SMA, penulis melanjutkan studi di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2015. Selama di bangku perkuliahan penulis aktif mengikuti kegiatan perkuliahan. Penulis aktif pada beberapa organisasi seperti Marine Solar Boat Team (2017-2018) dan Kepengurusan BEM Fakultas Teknologi Kelautan periode (2017-2018) dan (2018-2019). Penulis juga aktif dalam beberapa kegiatan kepanitian seperti Marine Icon (2015-2018) dan Panitia Dekan Cup Fakultas Teknologi Kelautan (2018). Pelatihan yang pernah diikuti oleh penulis seperti pelatihan LKMM Pra-TD FTK-ITS (2016) dan Pelatihan AutoCad (2016).

Pada akhir masa perkuliahan program studi S-1, penulis mengambil Tugas Akhir yang berkonsentrasi pada bidang *Marine Fluid Machinery System (MMS)*. Penulis memanfaatkan *thermoelectric cooler* pada alat *Atmospheric Water Generator* untuk digunakan di *Lifeboat*. Judul Tugas Akhir yang diambil penulis adalah “Desain Bentuk Koil Pendingin untuk *Atmospheric Water Generator*”.

Email : diaryonanda@gmail.com

Line : diiarr_

“Halaman ini sengaja dikosongkan”