SKRIPSI-ME14 1501

EKSPERIMEN PENGHASIL AIR TAWAR DARI UDARA MENGGUNAKAN THERMOELECTRIC COOLER UNTUK KEBUTUHAN AIR MINUM DI LIFEBOAT

Darwin Setiyawan
NRP 4213100001

Dosen Pembimbing I :
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.
NIP. 196801291992031001

Dosen Pembimbing II :
Juniarko Prananda, ST.,MT.
NIP. 199006052015041001

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017

SKRIPSI-ME14 1501

EKSPERIMEN PENGHASIL AIR TAWAR DARI UDARA MENGGUNAKAN THERMOELECTRIC COOLER UNTUK KEBUTUHAN AIR MINUM DI LIFEBOAT

Darwin Setiyawan
NRP 4213100001

Dosen Pembimbing I :
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.
NIP. 196801291992031001

Dosen Pembimbing II :
Juniarko Prananda, ST.,MT.
NIP. 199006052015041001

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

FINAL PROJECT - ME14 1501

THE EXPERIMENT OF PRODUCING FRESH WATER FROM AIR USING THERMOELECTRIC COOLER FOR THE NEED OF DRINKING WATER IN LIFEBOAT

Darwin Setiyawan
NRP 4213100001

Supervisor I :
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.
NIP. 196801291992031001

Supervisor II :
Juniarko Prananda, ST.,MT.
NIP. 199006052015041001

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
Faculty of Marine Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
SURABAYA
2017

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

EKSPERIMEN PENGHASIL AIR TAWAR DARI UDARAMENGGUNAKAN THERMOELECTRIC COOLER UNTUK KEBUTUHAN AIR MINUM DI LIFEBOAT

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine Electrical and Automation System* (MEAS)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Oleh :

Darwin Setiyawan
NRP. 4213 100 001

Disetujui oleh Pembimbing Skripsi :

1. Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc. (.....)
   NIP: 1968 0129 199203 1001
2. Juniarko Prananda, ST.,MT. (.....)
   NIP: 1990 0605 201504 1001

SURABAYA
JULI 2017

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

EKSPERIMEN PENGHASIL AIR TAWAR DARI UDARAMENGGUNAKAN THERMOELECTRIC COOLER UNTUK KEBUTUHAN AIR MINUM DI LIFEBOAT

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine Electrical and Automation System* (MEAS)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Oleh :

Darwin Setiyawan
NRP. 4213 100 001

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan :

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

Dr. Eng. Muhammad Badrus Zaman, S.T. M.T.
NIP. 1977 0802 2008 01 1007

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

EKSPERIMEN PENGHASIL AIR TAWAR DARI UDARAMENGGUNAKAN THERMOELECTRIC COOLER UNTUK KEBUTUHAN AIR MINUM DI LIFEBOAT

Nama Mahasiswa : **Darwin Setiyawan**
NRP : **4213100001**
Departemen : **Teknik Sistem Perkapalan**
Dosen Pembimbing : **Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.**
Juniarko Prananda, ST.,MT.

Abstrak

Keterbatasan persediaan air tawar didalam *Lifeboat* membuat kelangsungan hidup manusia yang ada didalamnya menjadi terbatas sedangkan waktu pertolongan tidak menentu, kondisi ini membuat kita harus mencari sumber air tawar lain. Udara di sekitar permukaan air laut memiliki kelembaban yang tinggi sekitar 70% - 85%, hal tersebut berarti terdapat cukup banyak kandungan uap air didalam udara. Pengekstrakan air yang terkandung didalam udara dilakukan dengan proses kondensasi, yaitu didinginkannya udara mencapai titik pengembunan menggunakan *thermoelectric cooler*. Untuk memperluas permukaan, *thermoelectric cooler* dihubungkan dengan pipa tembaga dengan luas 115 cm^2 dan suhu pada permukaan pipa tembaga mencapai 3,9^oC. Dengan dialirkan udara menuju pipa tembaga dengan kecepatan 20 cfm, didapatkan setiap 1 thermoelectric cooler dapat menghasilkan air 53 mL/jam. Direncanakan pada 1 *Lifeboat* berkapasitas 25 orang dipasang 6 *thermoelectric cooler* dengan jam oprasional selama 24 jam, sehingga total air yang didapatkan adalah 7,6 L/hari. Untuk mensuplai kebutuhan 6 *thermoelectric cooler* beserta kipas maka diperlukan kapasitas total baterai 800AH dan solar panel dengan daya 1122 WP hour yang terbagi menjadi 4 buah solar panel dengan masing-masing 295 WP hour. Dengan total beban perangkat yang dipasang pada *Lifeboat* sebesar 330 Kg maka Lifeboat dengan spesifikasi 25 orang akan berubah menjadi 20 orang menyesuaikan maksimal beban *Lifeboat*.

Kata kunci: air tawar, thermoelectric cooler, lifeboat

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

THE EXPERIMENT OF PRODUCING FRESH WATER FROM AIR USING THERMOELECTRIC COOLER FOR THE NEED OF DRINKING WATER IN LIFEBOAT

Name of Student	**: Darwin Setiyawan**
NRP	**: 4213100001**
Departement	**: Marine Engineering**
Supervisor	**: Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.**
	Juniarko Prananda, ST.,MT.

Abstract

The limited supply of fresh water in Lifeboat makes the human life within it is limited while the timing of help is uncertain, this condition leads us to find other fresh water source. The air around sea level has a high humidity of about 70% - 85%, that means there is quite a lot of moisture content in the air. The extraction of water contained in the air is carried out by a condensation process, that is the cooling air reaches the condensation point using a thermoelectric cooler. To expand the surface, the thermoelectric cooler is connected to a copper pipe with an area of 115 cm² and the temperature on the surface of the copper pipe reaches 3.9°C. With the air flowing to the copper pipe at a speed of 20 cfm, obtained every 1 thermoelectric cooler can produce water 53 mL / hour. Planned on 1 Lifeboat with 25 person capacity installed 6 thermoelectric cooler with 24 hours operational hour, so the total water obtained is 7.6 L / day. To supply the needs of 6 thermoelectric cooler along with the fan then required a total capacity of 800AH battery and solar panel with 1122 WP hour power divided into 4 solar panels with 295 WP hour each. With a total load of devices mounted on the Lifeboat of 330 Kg then the Lifeboat with a 25 person specification will turn into 20 people adjusting the maximum load of the Lifeboat.

Keywords*: fresh water, thermoelectric cooler, lifeboat*

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahi Robbil'alamin. Segala puji bagi Allah SWT Tuhan semesta alam atas limpahan rahmat dan hidayat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "**EKSPERIMEN PENGHASIL AIR TAWAR DARI UDARAMENGGUNAKAN THERMOELECTRIC COOLER UNTUK KEBUTUHAN AIR MINUM DI LIFEBOAT** ". Sholawat dan salam penulis haturkan kepada Rasulullah, Muhammad SAW, sebagai utusan Allah yang memberikan tuntunan dan pencerahan kepada umatnya. Tugas Akhir ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata-satu (S-1) Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Pengerjaan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak. Oleh karena itu, dengan selesainya Tugas Akhir ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kepada kedua orang tua Bapak **Suminto** dan Ibu **Supiyah** serta Kakak-Kakak yang senantiasa memberi dukungan motivasi serta doa yang tidak pernah terukur nilainya.
2. Kepada Bapak **Ir. H. Alam Baheramsyah, M.Sc** selaku pembimbing I serta sebagai dosen wali yang dengan sabar membimbing mengarahkan dan memberi motivasi serta memberikan kepercayaan kepada penulis.
3. Kepada Bapak **Juniarko Prananda, ST.,MT.** Selaku dosen pembimbing II yang senantiasa sabar memberi arahan serta bimbingan kebapa penulis.
4. Kepada Bapak **Dr. Eng. Muhammad Badrus Zaman, ST., MT.** selaku Ketua Jurusan Teknik SistePerkapalan dan para dosen yang telah mendidik dan memberi pengetahuan selama penulis menempuh pendidikan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
5. Kepada Bapak **Rudy Dikairono, ST., MT.** Serta Bapak **Ir. H. Agoes Santoso, M.Sc., M.Phil** Selaku dosen pembimbing Roboboat yang telah mengajarkan cara berjuang dan berpercaya diri.
6. Kepada Bapak **Ir. Sardono Sarwito, M.Sc.** selaku Kepala Labotarium MEAS yang telah memberikan pengetahuan dan pembelajaran yang berharga.
7. Kepada **Pak Agus** (Teknisi Lab MEAS), **Pak Heru** (Teknisi Lab MEAS), **Faisal Ridho** (2013), **Dani I** (2013), **Bahru** (2013), **Kachonk** (2013), **Ilham W** (2013), **Alex** (2013), **Nova** (2013), **Sumbu** (2103), **Suhe** (2013), **Jordan** (2013), **Fandy** (2013), **Mas Fikri** (LJ), **Mas Ilham** (LJ), **Mas Lutfi** (LJ), dan teman-teman **HIMANDES**, terima kasih atas kerjasama dan hiburanya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan.

8. Seluruh teman-teman Lab. *Marine Electrical and Automation Systems Laboratory*.
9. Seluruh teman-teman **BARAKUDA** (Barisan Arek Siskal Ulet Disiplin dan Amanah) yang telah 4 tahun berbagi suka cita bersama ini. Semoga sukses mengejar impianya masing-masing.
10. Kepada Seluruh Teman-teman **Tim Barunastra Roboboat ITS** & **Tim Robot ITS** yang telah memberikann pengalaman yang berharga kepada penulis.
11. Kepada semua pihak yang berkontribusi terhadap selesainya Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT senantiasa memberi rahmat bagi semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir dan penulisan laporan ini, amin.

Laporan ini tentu masih jauh dari sempurna mengingat keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang penulis miliki, untuk itu diharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga Tugas Akhir ini menjadi lebih baik dan bermanfaat bagi kita.

Dengan segala kerendahan hati, penulis memohon maaf atas kesalahan dalam ucapan maupun perbuatan dan atas segala perhatian diucapkan terima kasih.

Surabaya, 3 Juli 2017

Penulis
(Darwin Setiyawan)

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ix
DAFTAR ISI xi
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR TABEL xv
BAB I PENDAHULUAN 1
I.1 Latar Belakang 1
I.2 Perumusan Masalah 2
I.3 Batasan Masalah 2
I.4 Tujuan Penelitian 2
I.5 Manfaat 2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 3
II.1 Air Minum 3
II.2 Udara Lembab 3
II.3 Thermoelectric Cooler 4
II.4 Heat Sink 6
II.5 Heat Pipe 6
II.6 Solar Charge Controller 7
II.7 Panel Surya 8
II.8 Baterai 10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 11
III.1 Diagram Alur Pengerjaan Tugas Akhir 11
III.2 Identifikasi Perumusan Masalah 12
III.3 Studi Literatur 12
III.4 Pengumpulan Data 12
III.5 Analisa Desain Model 12
III.6 Pembuatan Sistem Model 12
III.7 Pengujian Model 12

III.8 Pengambilan, Pengolahan Data, dan Kesimpulan 12
BAB IV ANALISA & PEMBAHASAN 13
IV.1 Perhitungan Dew Point Temperature 13
IV.2 Analisa Karakteristik Thermoelectric Cooler 14
IV.3 Eksperimen Model 14
IV.3.1 Eksperimen model I 14
IV.3.2 Eksperimen model II 16
IV.3.3 Eksperimen model III 18
IV.3.4 Eksperimen model IV 20
IV.4 Hasil Pengujian Model 23
IV.5 Analisa Penggunaan Thermal Paste Pada Cold Side TEC 23
IV.6 Pengujian Kinerja Pompa 24
IV.7 Percobaan Penambahan Luasan Pada Pipa Tembaga 25
IV.8 Analisa Material Waterblock 26
IV.9 Percobaan Waterblock Tembaga 29
IV.9.1 Variasi luasan pipa tembaga dengan waterblock tembaga 29
IV.10 Efisiensi Model 30
IV.11 Perhitungan Prosentase Air yang Dapat Diambil Dari Udara 32
IV.12 Perencanaan Solar Panel dan Kapasitas Baterai 33
IV.13 Pemilihan Solar Panel dan Baterai 35
IV.14 Perhitungan Beban Perangkat 35
IV.15 Desain Instalasi Perangkat 36
BAB V PENUTUP 39
V.1 Kesimpulan 39
V.2 Saran 39
Daftar Pustaka 41
LAMPIRAN 43
RIWAYAT HIDUP PENULIS 65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Data Tingkat Kelembaban Udara di Indonesia 4
Gambar 2.2 Peltier Thermoelectric coller 5
Gambar 2.3 Heat Sink 6
Gambar 2.4 Heat Pipe 7
Gambar 2.5 Solar Charge Controller 8
Gambar 2.6 Panel Photovoltaic 9
Gambar 4.1 Diagram psikometri 13
Gambar 4.2 Desain model I 15
Gambar 4.3 Percobaan model I 15
Gambar 4.4 Dessain model II 17
Gambar 4.5 Pengujian model II 17
Gambar 4.6 Desain model III 19
Gambar 4.7 Pengujian model III 19
Gambar 4.8 Desain model IV 21
Gambar 4.9 Pengujian model IV 21
Gambar 4.10 Grafik hasil eksperimen model 23
Gambar 4.11 Grafik luas permukaan 1 26
Gambar 4.12 Waterblock tembaga 29
Gambar 4.13 Grafik Luas permukaan 2 30
Gambar 4.14 Grafik kondisi lingkungan 33
Gambar 4.15 Peletakan panel surya 36
Gambar 4.16 Peletakan perangkat tanpak belakang 37
Gambar 4.17 Peletakan perngakat tanpak atas 36
Gambar 4.18 Skema kelistrikan 38

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Spesifikasi model I 15
Tabel 4.2 Hasil percobaan model I 16
Tabel 4.3 Spesifikasi model II 17
Tabel 4.4 Hasil percobaan model II 18
Tabel 4.5 Spesifikasi model III 19
Tabel 4.6 Hasil pengujian model III 20
Tabel 4.7 Spesifikasi model IV 22
Tabel 4.8 Hasil pengujian model IV 22
Tabel 4.9 Hasil pengujian model 23
Tabel 4,10 Kinerja pompa 24
Tabel 4.11 Luas permukaan 1 25
Tabel 4.12 Luas permukaan 2 30
Tabel 4.13 Kondisi lingkungan 32

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB I
PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Air minum merupakan kebutuhan utama manusia untuk bertahan hidup, karena air minum berfungsi untuk menjaga metabolisme dan fisiologi tubuh. Disamping itu air minum juga berguna untuk melarutkan dan mengolah sari makanan agar dapat di cerna. Tubuh manusia terdiri atas berjuta-juta sel, dan komponen terbanyak dari sel-sel tersebut adalah air. Jika kekurangan air sel tersebut akan mengkerut dan tidak dapat bekerja dengan baik. Begitu pula air merupakan ekstreta cair dari tubuh manusia seperti keringat,air mata, air seni dll.

Ketika di tengah laut keberadaan air yang dapat dikonsumsi oleh manusia sangat minim, karena manusia hanya dapat mengkonsumsi air tawar sedangkan ketika di tengah laut hanya terdapat air asin. Oleh karena itu ketika manusia sedang melakukan perjalanan melalui laut dibutuhkan persediaan air tawar yang cukup selama perjalanan. Namun apa yang terjadi ketika persediaan air tawar habis dan juga terjadi kecelakaan kapal, penumpang kapal akan meninggalkan kapal utama dan menyelamatkan diri dengan menaiki *Lifeboat* agar dapat tetap berada di atas pemukaan laut, didalam life boat sendiri terdapat perlengkapan untuk mempertahankan hidup ketika terjadi keadaan darurat dalam waktu terbatas, adapun contoh dari perlengkapan *Lifeboat* adalah cadangan makanan dengan tidak kurang dari 10.000 Kj untuk setiap orang, 2 wadah air dengan masing-masing terisi 3 liter air tawar untuk kebutuhan 2 hari, 1 set peralatan memancing dll. Dari data tersebut dapat kita simpulkan bahwa kebutuhan untuk bertahan hidup didalam *Lifeboat* sangat kurang terutama ketersediaan air tawar mengingat waktu pertolongan yang tidak menentu, ketika persediaan makanan habis manusia masih dapat mecari sumber makanan lain dengan memancing, namun ketika persediaan air tawar habis maka manusia hanya berharap turunya hujan. Seperti sebuah kejadian baru-baru ini pada bulan Mei 2015 lima orang ABK asal Indonesia meninggal saat berlayar menuju Senegal karena dehidrasi akut.

Maka dari itu dibutuhkan perangkat penghasil air tawar yang dapat memproduksi air tawar secara terus menerus. Udara di tengah laut sangat lembab, terdapat uap-uap air laut yang menguap karena terkena pancaran sinar matahari, uap tersebut akan berubah menjadi air tawar ketika udara tersebut didinginkan, proses tersebut merupakan proses kondensasi yaitu perubahan zat dari gas menjadi cair. Memanfaatkan fenomena tersebut kita membutuhkan perangkat yang dapat mendinginkan udara lembab agar dapat berubah menjadi air tawar. Namun untuk menghasilkan pendingin memerlukan energi, dan energi yang tidak terbatas salah satunya adalah sinar matahari. Energi matahari dapat di konversi menjadi listrik menggunakan solar panel yang nantinya energi listrik tersebut dapat kita manfaatkan untuk mendinginkan udara lembab tersebut.

I.2 Perumusan Masalah

Air tawar di dalam life boat sangat terbatas dan tidak dapat diprediksikan kapan pertolongan akan datang, agar manusia dapat bertahan hidup dibutuhkan air tawar yang cukup untuk menjaga agar tubuh dapar bekerja. Maka dari itu dibutuhkan suatu perangkat yang mampu memproduksi air tawar dengan memanfaatkan sumber energi yang ada di laut. Pada penelitian yang dilakukan untuk memenuhi tugas akhir ini akan dilakukan perancangan penghasil air tawar dari udara menggunakan solar panel untuk memenuhi kebutuhan air tawar dalam *lifeboat* ketika keadaan darurat. Sehingga dalam tugas akhir ini dirumuskan beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara merancang sistem pendingin.
2. Bagaimana cara merubah udara menjadi air tawar.
3. Bagaimana solar panel dapat memenuhi kebutuhan energi untuk menghasilkan air tawar yang aman untuk di minum.

I.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah

1. Thermoelectric cooler yang digunakan adalah TEC 12076.
2. Lifeboat yang digunakan adalah lifeboat kapasitas 20 orang.
3. Pengujian dilakukan pada skala laboratorium.

I.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Merancang sistem pendingin.
2. Merancang sistem kondensasi untuk merubah udara menjadi air tawar.
3. Merancang sistem panel surya dan penyimpanan daya.

I.5 Manfaat

Manfaat dalam penelitian ini adalah

1. Memahami sistem pendingin.
2. Memahami sistem kondensasi.
3. Mengetahui daya yang dibutuhkan untuk merubah udara menjadi air yang aman dikonsumsi.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Air Minum

Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air minum merupakan salah satu kebutuhan manusia yang paling penting. Seperti diketahui, kadar air tubuh manusia mencapai 68 persen dan untuk tetap hidup air dalam tubuh tersebut harus dipertahankan. Kebutuhan air minum setiap orang bervariasi dari 2,1 liter hingga 2,8 liter per hari, tergantung pada berat badan dan aktivitasnya. Namun, agar tetap sehat, air minum harus memenuhi persyaratan fisik, kimia, maupun bakteriologis (Suriawiria, 1996). Syarat-syarat air minum adalah tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau. Air minum pun seharusnya tidak mengandung kuman patogen yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Tidak mengandung zat kimia yang dapat mengubah fungsi tubuh, tidak dapat diterima secara estetis, dan dapat merugikan secara ekonomis. Selain itu kebutuhan kualitas dan kuantitas air harus dipenuhi untuk memenuhi syarat hidup sehat. (Slamet, 2004)

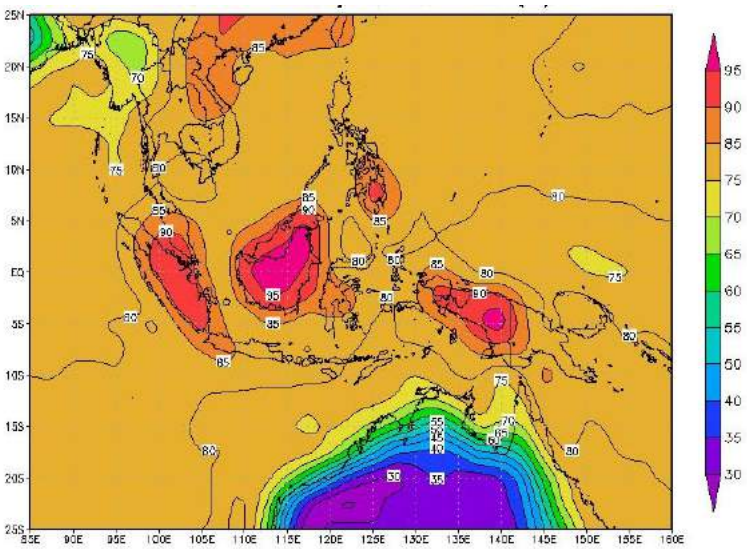
II.2 Udara Lembab

Kelembapan udara (*humidity gauge*) adalah jumlah uap air diudara (atmosfer). Kelembapan adalah konsentrasi uap air di udara. Angka konsentasi ini dapat diekspresikan dalam kelembapan absolut, kelembapan spesifik atau kelembapan relatif. Alat yang digunakan untuk mengukur kelembapan disebut dengan Higrometer. Kelembaban udara adalah tingkat kebasahan udara karena dalam udara air selalu terkandung dalam bentuk uap air. Kandungan uap air dalam udara hangat lebih banyak dari pada kandungan uap air dalam udara dingin. Kalau udara banyak mengandung uap air didinginkan maka suhunya turun dan udara tidak dapat menahan lagi uap air sebanyak itu. Uap air berubah menjadi titik-titik air. Udara yang mengandung uap air sebanyak yang dapat dikandungnya disebut udara jenuh.

Ada dua istilah kelembapan udara yaitu kelembapan tinggi dan kelembapan rendah. Kelembapan tinggi adalah jumlah uap air yang banyak diudara, sedangkan kelembapan rendah adalah jumlah uap air yang sedikit diudara.

Kelembapan udara dapat dinyatakan sebagai kelembapan udara absolut, kelembapan nisbi (relatif), maupun defisit tekanan uap air. Kelembapan absolut adalah kandungan uap air yang dapat dinyatakan dengan massa uap air atau tekanannya per satuan volume (kg/m3). Kelembapan nisbi (relatif) adalah perbandingan kandungan (tekanan) uap air aktual dengan keadaan jenuhnya (g/kg). Defisit tekanan uap air adalah selisih antara tekanan uap jenuh dengan tekanan uap aktual.

1. Kelembapan absolut
   Kelembapan absolut mendefinisikan massa dari uap air pada volume tertentu campuran udara atau gas, dan umumnya dilaporkan dalam gram per meter kubik (g/m3).
2. Kelembaban relatif / Nisbi
   Kelembapan Relatif / Nisbi yaitu perbandingan jumlah uap air di udara dengan yang terkandung di udara pada suhu yang sama. Kelembaban nisbi membandingkan antara kandungan/tekanan uap air aktual dengan keadaan jenuhnya atau pada kapasitas udara untuk menampung uap air.
3. Kerapatan Uap Air
   Massa uap air per satuan volume udara yang mengandung uap air tersebut.(kelembaban mutlak). Pada daerah lembab seperti di daerah tropis, ρv akan lebih tinggi daripada daerah temperate yang relatif kering terutama pada musim dingin (winter). Pada musim dingin kapasitas udara untuk menampung uap air menjadi kecil.



Gambar 2.1 Data Tingkat Kelembaban Udara di Indonesia

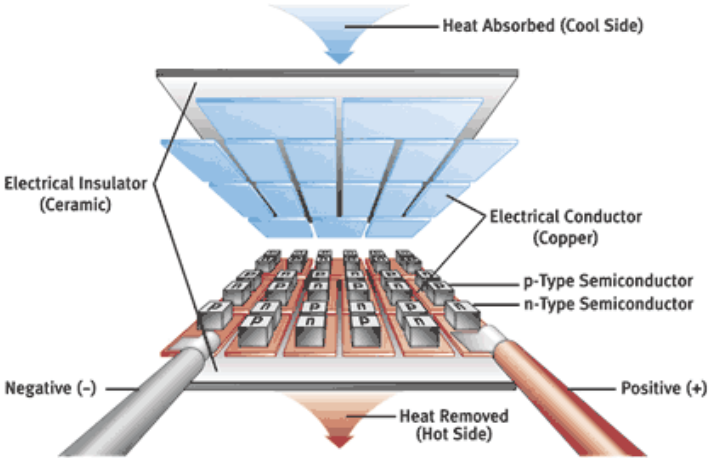
Sumber :http://p3sdlp.litbang.kkp.go.id/index.php /data/atmosfer/kelembaban-udara

II.3 Thermoelectric Cooler

Peltier (Modul Termoelektrik) Termoelektrik merupakan alat yang dapat mengubah energi elektrik menjadi energi termal. Konsep termo elektrik pertama kali dikenalkan oleh T.J. Seeback pada tahun 1281. Seeback menunjukan bahwa medan magnet dapat diproduksi dengan membuat perbedaan panas diantara dua konduktor elektrik yang berbeda. Tiga belas tahun setelah penemuan seeback, J. Peltier menemukan efek termoelektrik yang kedua.

Dia menemukan bahwa bagian dari arus listrik yang dilalui oleh dua konduktor elektrik tersebut menghasilkan panas dan dingin bergantung pada arah pergerakan elektronnya. Pada awalnya tidak ada hubungan antara penemuan Seeback dan Peltier, namun pada 1855, W. Thomson menemukan keterkaitan antara dua penemuan tersebut. Dengan menerapkan teori termodinamika, dia mendapatkan hubungan antara koefisien yang dierapkan *Seeback* dan efek *Peltier*. Thomson menemukan bahwa adanya teori ketiga dari termoelektrik untuk menunjukkan keterkaitan yang terdapat pada sebuah konduktor yang homogen. Efek ini dikenal sebagai efek Thomson, yaitu: terdiri dari pemanasan dan pendinginan yang memiliki kemampuan keterbalikan ketika sedang berlangsung dan pendinginan dengan aliran arus elektron.

Umumnya bagian luar komponen ini dibungkus sejenis keramik tipis yang berisikan batang-batang *Bismuth Telluride* di dalamnya. Prinsip kerja dari peltier merupakan kebalikan dari efek *seeback* dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini:



Gambar 2.2 Peltier Thermoelectric coller

Sumber : http://peltiermodules.com/

Elektron akan mengalir melalui arus DC berpindah secara bebas kekonduktor tembaga termoelektrik. Elektron akan masuk dari tembaga kesisi panas tipe p. Pada semikonduktor tipe-p, elektron akan bergerak memenuhi lubang untuk dapat berpindah kembali ke tembaga. Ketika elektron memenuhi lubang, elektron harus menurunkan tingkat energi ke energi yang lebih rendah. Pada proses ini elektron akan melepas panas. Elektron akan berpindah dari dari tipe-p kembali ke konduktor tembaga, elektron kembali ditabrak ketingkat energi yang lebih tinggi. Pada proses ini elektron kembali menyerap panas. Elektron akan berpindah secara bebas melalui tembaga hingga mencapai semi konduktor tipe-n. Elektron yang hendak masuk ke dalam tipe-n harus menaikan tingkat energi unuk berpindah melalui semikonduktor. Panas diserap ketika peristiwa ini terjadi.

Akhirnya, elektron akan meninggalkan panas dari tipe-n untuk berpindah secara bebas melalui tembaga. Pada fasa ini, energi akan diturunkan ketingkat yang lebih rendah. Panas dilepas dalam proses ini. Bagian elektron yang menyerap panas dan melepas panas akan disatukan dalam satu aliran. Hal ini membuat satu sisi akan panas akibat pelepasan energi terus menerus sedangkan satu sisi akan dingin akibat penyerapan panas terus menerus.

II.4 Heat Sink

Sistem pendingin termoelektrik yang baik tidak terlepas dari alat pendamping yang bagus yaitu peredam panas. Desain dan pemilihan peredam panas sangat krusial dan mempengaruhi secara keseluruhan pada sistem kerja termoelektrik dalam mempercepat laju pendinginan. Peredam panas yang optimal akan meningkatkan *coefficient of performance* dari sistem pendingin termoelektrik. Hal ini dapat dilakukan dengan memaksimalkan luas permukaan atau menggunakan peredam panas yang mempunyai kapasitas penyimpanan kalor yang besar sehingga dapat menjaga peredam panas pada temperatur rendah.

Gambar 2.3 Heat Sink

Sumber : https://www.electronics-cooling.com/2001/02/ future-trends-in-heat-sink-design/

II.5 Heat Pipe

Heat pipe adalah sebuah teknologi penghantar panas dengan menggunakan pipa tembaga yang berisi cairan campuran antara air *ethanol* dan *mercury*. Penemuan *heat pipe* pada awalnya bertujuan untuk mengatasi permasalahan pada penyerapan panas atau dengan kata lain penguapan fluida cair pada titik tertentu dimana transfer panas terjadi tanpa penggunaan energi tambahan dalam mensirkulasikan fluida kerja. Heat pipe memiliki konduktivitas termal yang lebih tinggi dibandingkan dengan konduktivitas termal benda padat seperti tembaga. Mekanisme penghantaran panas pada heat pipe diilakukan melalui tiga daerah hantaran yaitu, *evaporator*, *adiabatic area* dan *condensor* serta struktur *wick* dimana cairan diuapkan pada daerah *evaporator* pada keadaan *vapour* melewati daerah *adiabatic* menuju daerah *condensor*. Uap dilepaskan pada daerah *condensor* sehingga uap mengalami kondensasi dan cairan kembali menuju daerah *evaporator*

melalui daya kapilaritas *wick*. *Heat pipe* dapat berkesinambungan mengahantarkan panas ke daerah *condensor* karena ada tekanan yang cukup untuk membawa cairan kembali ke daerah *evaporator*. Skematik aliran pada *heat pipe* dapat diperlihatkan pada daerah di bawah:

Gambar 2.4 Heat Pipe

Sumber : https://www.solar-electric.com/mppt-solar-charge-controllers.html

II.6 Solar Charge Controller

Fungsi dari *charge control* sendiri adalah untuk mengatur tegangan dan arus dari susunan panel surya ke pengisian baterai dan melindungi baterai dari tingkat pengisian yang diperbolehkan pabrikan dari baterai. Biasanya untuk fungsi tersebut terdapat charge control dengan jenis MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) dimana charge control jenis ini memiliki sistem *cut off maximum* dimana secara otomatis akan memutus aliran dari panel surya ke baterai apabila kapasitas dari baterai sudah terpenuhi secara maksimum dan *cut off minimum* memutus aliran listrik dari baterai ke beban dengan kondisi penyimpanan energi listrik minimal sebesar 20% dari kapasitas maksimalnya, tergantung dari sistem MPPT tersebut berapa persen dari pabrikan untuk membatasi *cut off maximum* dan *cut off minimum*. Sehingga dapat meminimalisir kerusakan pada baterai serta menjadikan umur pemakaian baterai menjadi lebih lama. Penentuan spesifikasi MPPT disesuaikan dengan inputan Tegangan (V), Arus (I) dan Power (P) dari panel.

Gambar 2.5 Solar Charge Controller

Sumber : https://www.solar-electric.com/mppt-solar-charge-controllers.html

II.7 Panel Surya

Sel surya adalah alat yang mampu mengonversi energi dari sinar matahari menjadi energi listrik. Energi dari sinar matahari merupakan sumber energi yang sangat melimpah, berkelanjutan (*sustainable*), murah dan ramah lingkungan. Pemanfaatan panel surya untuk menunjang pemenuhan energi listrik sangat potensial karena sumber energi yang digunakan keberadaannya sangat melimpah. Energi matahari yang sampai di permukaan bumi adalah 2.6 x 1024 Joule setiap tahun dan kebutuhan energi saat ini mencapai 10 *Terra Watt* atau setara dengan 3x1020 *joule* per tahun. Dengan jumlah energi matahari yang melimpah tersebut maka solar panel dapat menjadi penghasil energi listrik alternatif yang menjanjikan. Proses pengubahan energi dari sinar matahari dikonversi menjadi energi listrik melalui efek fotolistrik. Secara sederhana solar panel terdiri dari persambungan bahan semikonduktor bertipe p dan n (p-n *juction semicondur*) yang jika terkena sinar matahari maka akan terjadi aliran elektron. Aliran elektron inilah yang disebut sebagai arus listrik.

Photovoltaic atau solar panel atau juga disebut modul surya merupakan sebuah piranti yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik. terdiri dari kumpulan sel surya yang dipasang secara seri.

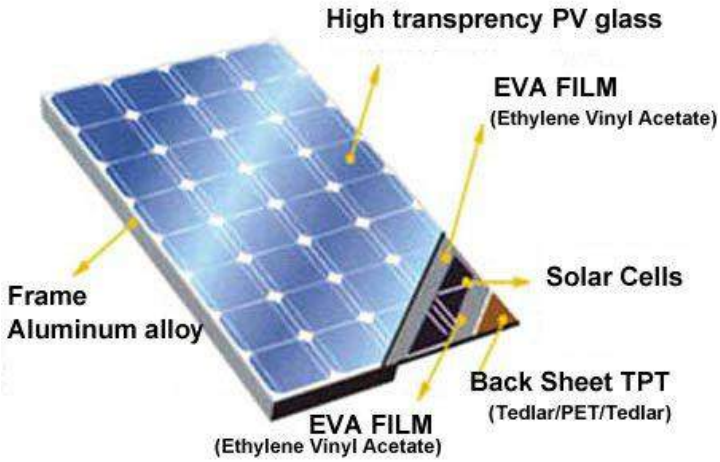
Pada umumnya setiap sel dapat menghasilkan tegangan keluaran 0,5 – 0,6 V. Dari hasil surya yang terdiri dari 32 – 36 solar sel dihubungkan secara seri, maka akan menghasilkan kurang lebih 16V. Tegangan ini cukup untuk mengisi accu 12V. Beberapa modul *photovoltaic* yang disusun secara seri disebut *array*. *Array* akan menghasilkan daya yang lebih besar.

Berdasarkan sel surya penyusunnya, panel surya dibedakan sebagai berikut :

1. Polikristal (*Poly-crystalline*)

   Merupakan panel surya yang memiliki susunan krital acak. Tipe ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama, akan tetapi dapat menghasilkan energi listrik pada saat sinar matahari kurang melimpah atau mendung.

2. Monokristal (*Mono-crystaline*)
   Merupakan panel surya yang paling efisien. Panel ini memiliki efisiensi sampai 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik pada saat sinar matahari kurang melimpah atau mendung, efisiensinya akan turun drastis apabila cuaca berawan.
3. Amorphobous
   Silikon Amorf (a-Si) telah digunakan sebagai bahan sel *photovoltaic* untuk kalkulator selama beberapa waktu. Efisiensi panel akan lebih tinggi dengan menumpuk beberapa sel tipis –film di atas satu sama lain, masing – masing sesuai untuk bekerja dengan baik pada frekuensi cahaya tertentu.
   Sumber : (ETAP, 2016)



Gambar 2.6 Panel Photovoltaic

Sumber : http://www.suntec-renewables.co.uk/solar-pv/

Kinerja dari panel surya dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain sebagai berikut :

1. Intensitas Cahaya Matahari
   Semakin besar intensitas cahaya matahari yang diterima panel surya maka akan semakin tinggi arus yang dihasilkan solar panel. Dengan demikian daya yang dihasilkan akan semakin besar.
2. Temperatur Solar Panel
   Tingkat suhu mempengaruhi kinerja solar cell. Semakin tinggi suhu solar panel maka akan menurunkan efisiensi kerja solar cell. Kenaikan 1° C akan mengurangi efesiensi sekitar 0,4% .
3. Bayangan (*Shading*)
   Shading adalah kondisi salah satu atau lebih sel silikon dari panel surya tertutup dari cahaya matahari. Bayangan (*Shading*) ini mengakibatkan daya yang dihasilkan panel surya menjadi berkurang.

II.8 Baterai

Baterai adalah alat listrik-kimiawi yang menyimpan energi dan mengeluarkan tenaganya dalam bentuk listrik. Sebuah baterai biasanya terdiri dari tiga komponen penting, yaitu:

1. Batang karbon sebagai anode (kutub positif baterai)
2. Seng (Zn) sebagai katode (kutub negatif baterai)
3. Pasta sebagai elektrolit (penghantar)

Baterai saat ini memiliki banyak varian, baik yang sifatnya *free maintenance* tanpa perlu mengisikan bahan cairan kimia untuk menjaga energi listrik yang disimpan. Biasanya juga disebut dengan istilah baterai kering. Baterai ada yang berbentuk tabung atau kotak. Ada juga yang dinamakan *rechargeable battery*, yaitu baterai yang dapat diisi ulang, seperti yang biasa digunakan untuk sistem panel surya. Baterai sekali pakai disebut juga dengan baterai primer, sedangkan baterai isi ulang disebut dengan baterai sekunder.

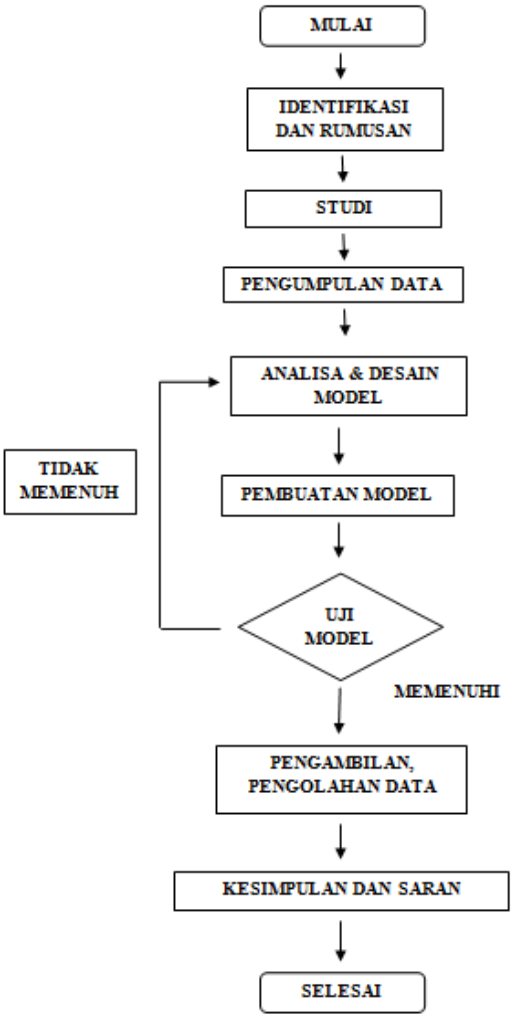
Untuk perhitungan kapasitas baterai yang dibutuhkan dalam suatu sistem panel surya dapat dihitung menggunakan rumus:

Σ Pieces of Battery	= Total jumlah baterai yang dibutuhkan (Buah)
Σ P consumption hour	= Total daya yang digunakan (Watt).
V battery	= Voltase baterai tiap buah (V).
I battery	= Kapasitas arus baterai tiap buah (Ah).

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam menyusun skripsi ini adalah dengan membuat kerangkan penyelesaian dari permasalahan-permasalahan yang diangkat pada skripsi ini, metode ini berisi langkah-langkah dalam menyelesaikan skripsi ini. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah rancang bangun penghasil air dari udara untuk keperluan air minum di life boat. Secara garis besar berikut langkah-langkah dalam menyelesaikan skripsi ini:

III.1 Diagram Alur Pengerjaan Tugas Akhir



III.2 Identifikasi Perumusan Masalah

Awal tahapan dalam perngerjaan skripsi ini adalah dengan mengidentifikasi permasalahan yang ada yang kemudian dirumuskan dalam perumusan masalah yang nantinya akan diselesaikan selama pengerjaan skripsi ini. Selain itu, juga terdapat batasan masalah. Hal ini dimaksudkan agar topik bahasan lebih mendetail dan tidak terlalu meluas. Juga akan memudahkan penulis dalam melakukan analisa masalah dan pembuatan model.

III.3 Studi Literatur

Tahapan ini dilakukan dengan cara mengumpulkan berbagai referensi guna menunjang penyelesaian skripsi ini. Studi literatur dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti, buku, jurnal, tugas akhir, dan internet, maupun bertanya langsung kepada pihak – pihak yang berkompeten.

Untuk pencarian berbagai referensi dan literatur dilakukan di beberapa tempat, antara lain :

A. Perpustakaan ITS
B. Ruanng Baca FTK
C. Ruang Baca Lab MEAS

III.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan guna menunjang dalam penyelesaian skripsi ini. Pengumpulan data diperlukan untuk mengetahui data faktor apa saja yang mempengaruhi kinerja dari thermoelectric cooler.

III.5 Analisa Desain Model

Desain model adalah proses perencanaan model yang meliputi analisa dari model yang akan didesain dan proses pendesainan model dengan menggunakan software desain.

III.6 Pembuatan Sistem Model

Pembuatan model meliputi perakitan rangkaian elektronik pada peltier serta sistem pembuang panas di heat sink. Lalu perakitan casing dari model itu sendiri agar aliran udara di mampatkan dengan optimal.

III.7 Pengujian Model

Setelah model selesai maka diperlukan pengujian apakah model dapat bekerja menghasilkan air secara maksimal dan efisien.

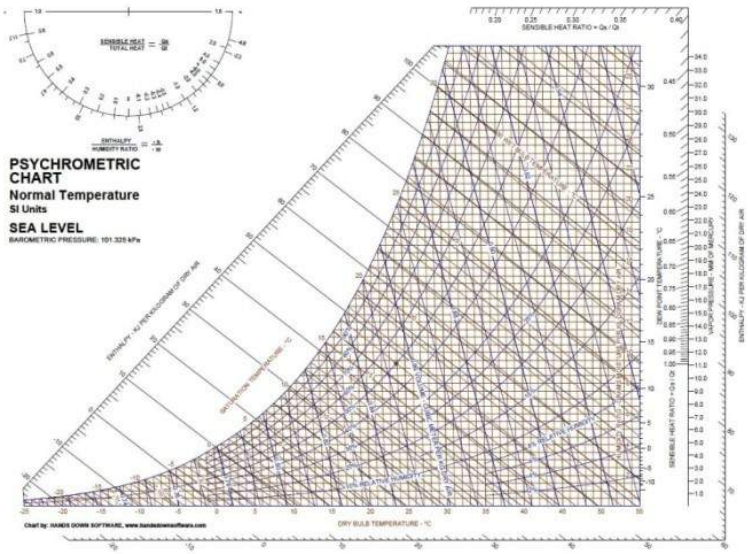
III.8 Pengambilan, Pengolahan Data, dan Kesimpulan

Tahap ini dilakukan pengambilan data air yang dapat dihasilkan dengan daya dari solar panel sehingga kita dapat mengolah data tersebut untuk diambil sebuah kesimpulan.

BAB IV
ANALISA & PEMBAHASAN

IV.1 Perhitungan Dew Point Temperature

Dew point temperature adalah titik-titik embun, dimana temperatur yang dapat merubah udara menjadi titik-titik air. Untuk mengetahui *dew point temperature* dari suatu wilayah kita harus mengetahui suhu serta kelembapan udara pada saat itu. Dengan kelembapan udara 100% maka *dew point temperature*-nya adalah sama dengan suhu lingkungan. Berdasarkan data dari BMKG Stasiun Meteorologi Maritim Perak Surabaya rata-rata kelembapan udara di sekitar perairan surabaya adalah 78% dan suhu udara rata-rata adalah 30°C. Maka untuk mengetahui *dew point temperature* di perairan Surabaya adalah dengan memasukan data kelembapan dan suhu udara ke dalam diagram Psikometri.



Gambar 4.1 Diagram psikometri

Sumber : http://web.uconn.edu/poultry/NE-127/NewFiles/psychrometric_inset.html

Dari hasil pembacaan diagram psikometri maka dapat kita ketahui bahwa *dew point temperature* rata-rata di perairan Surabaya adalah 25°C, yang berarti bahwa untuk merubah udara menjadi air tawar maka perlu pendingin dengan temperatur minimal 25°C. Semakin rendah temperarur pendinginan maka proses kondensasi

akan semakin cepat, sehingga air yang didapat dari udara akan semakin banyak dengan waktu yang sama.

Selain menggunakan diagram psikometri, *dew point temperature* juga dapat di cari dengan menggunakan perhitungan dengan rumus di bawah ini :

$$\gamma(T, RH) = \ln\left(\frac{RH}{100}\right) + \frac{bT}{c + T}$$

$$Tdp = \frac{c\gamma(T.RH)}{b - \gamma(T.RH)}$$

(Dimana, b = 17,67 dan c = 243°C)

Rumus diatas dapat digunakan untuk menghitung dew point temperature dengan kondisi tekanan yang berbeda-beda tergantung dengan kondisi lingkungan disekitar.

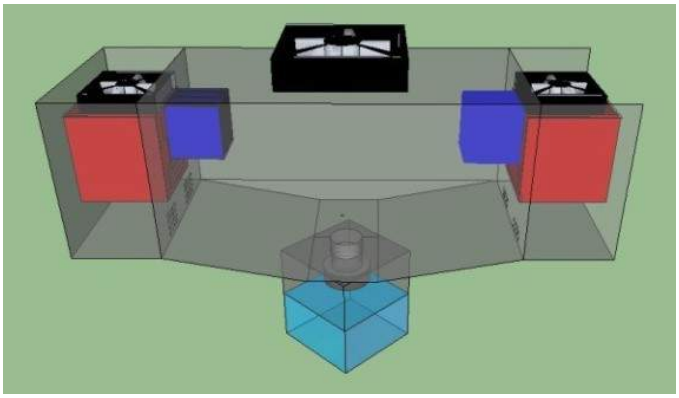
IV.2 Analisa Karakteristik Thermoelectric Cooler

Thermoelectric cooler atau biasa disingkat TEC adalah elemen panas dingin yang memanfaatkan dua semikonduktor yang beguna untuk memindahkan kalor dari sisi dingin TEC menuju sisi panas TEC. Kalor pada sisi panas TEC harus bisa dibuang ke luar sistem dengan cepat, agar kalor pada sisi dingin TEC dapat dipindahkan dengan optimal menuju sisi panas TEC. Apabila kalor pada sisi panas TEC tidak dibuang ke lingkungan maka temperatur pada sisi panas TEC mencapai 151°C, sehingga kalor pada sisi dingin TEC tidak dapat dipindahkan dan temperatur pada sisi panas maupun sisi dingin menjadi sama, hal tersebut dapat merusak TEC itu sendiri. Dari pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa semakin kita dapat membuang kalor pada sisi panas TEC ke luar sistem maka temperatur pada sisi dingin TEC akan semakin rendah dan kerja dari TEC semakin optimal.

IV.3 Eksperimen Model

IV.3.1 Eksperimen model I

Mengacu pada jurnal-jurnal terdahulu didapat suatu model sederhana yang dapat merubah udara menjadi air minum. Model tersebut memanfaatkan karakteristik dari elemen *peltier* yang mana apabila sisi panas dari TEC dapat didinginkan dengan optimal maka sisi dingin TEC akan mencapai temperatur yang lebih rendah. Maka pada model I ini untuk dapat mendinginkan sisi panas TEC dilakukan dengan cara memanfaatkan udara rendah disekitar sisi dingin dari TEC dan mengarahkannya menuju sisi panas TEC. Pada model ini penangkap udara lembab menggunakan material berupa alumunium bersirip untuk memperluas luasan pendingin dengan melapisi *thermal paste* antara alumunium penangkap udara lembab dengan sisi dingin TEC dan untuk pembuang kalor pada sisi panas TEC menggunakan heat sink yang bermaterial alumunium yang berlapis thermal paste juga. Sehingga didapatkan desain model sebagai berikut :



Gambar 4.2 Desain model I

Gambar 4.3 Percobaan model I

Spesifikasi :

Tabel 4.1 Spesifikasi model I

Nama	Ket	Daya (watt)
Thermoelectrik (TEC-120706)	1	60
Alumunium cold sink	1	-
Fan Inlet (DC 12V 0,075A)	1	0,9
Fan Heat Sink (DC 12V 0,13A)	1	1,56
Alumunium heat sink	1	-
Total Daya Keseluruhan (watt)		62,5

Hasil percobaan :

Dilakukan percobaan selama 60 menit dengan kecepatan aliran udara menuju penangkap udara lembab 20 cfm dan kondisi lingkungan sebagai berikut :

- Kelembaban udara (RH) 79%
- Suhu lingkungan 30° C
- Dew Point (hasil pembacaan diagram psikometri) 25,9^o C

Didapatkan hasil percobaan sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil percobaan model I

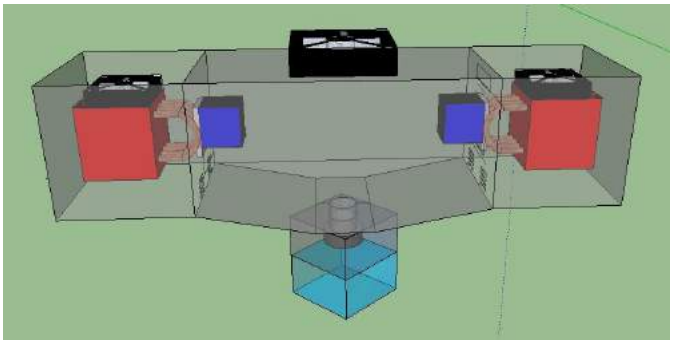
Keterangan	Hasil
Alumunium cold sink temperature	19° C
Alumunium heat sink temperature	47° C
Water Capacity	15 ml

Analisa data :

Dari hasil pengamatan selama percobaan ditemukan kekurangan pada model I, alumunium heat sink yang berfungsi untuk membuang kalor dari sisi panas TEC keluar sistem tidak bisa bekerja secara optimal, dikarenakan dari segi materianya sediri alumunium belum memiliki konduktivitas termal yang cukup tinggi sehingga tidak dapat menghantarkan kalor dari sisi panas TEC keluar sistem dengan optimal. Hal tersebut berakibat pada temperatur sisi dingin TEC yang tidak cukup rendah untuk mempercepat proses kondensasi dan air yang dihasilkan selama 60 menit cukup rendah.

IV.3.2 Eksperimen model II

Dari hasil analisa data yang di dapat dari desain model I di temukan kekurangan, yaitu tidak optimalnya pembuang kalor pada sisi panas TEC yang menggunakan heat sink dengan material alumunium. Perlu dilakukan pergantian sistem pada pembuang kalornya, ada beberapa opsi pembuang kalor, yang pertama adalah pendinginan dengan sirkulasi air laut, lalu yang kedua pendinginan dengan sirkulasi cairan *coolant* yang di pasangkan dengan kipas pendingin dan yang ketiga adalah *heat pipe* dengan cairan *coolant* yang memanfaatkan *wick* untuk membuat gaya kapilaritas. Dari ketiga opsi tersebut, yang dirasa optimal dengan pertimbangan keringkasan dan kemudahan oprasionalnya adalah dengan *heat pipe*, karena tidak membutuhkan penggerak lagi untuk mensirkulasikan fluida kerja yang ada didalamnya. Serta tetap dilapisinya TEC dengan *thermal paste* pada sisi panas maupun dingin. Sehingga didapat desain model II sebagai berikut :



Gambar 4.4 Dessain model II

Gambar 4.5 Pengujian model II

Spesifikasi :

Tabel 4.3 Spesifikasi model II

Nama	Ket	Daya (watt)
Thermoelectrik (TEC-120706)	1	60
Alumunium cold sink	1	-
Fan Inlet (DC 12V 0,075A)	1	0,9
Fan Heat Sink (DC 12V 0,13A)	1	1,56
Cooper Heat Pipe	4	-
Total Daya Keseluruhan (watt)		62,5

Hasil percobaan :

Dilakukan percobaan selama 60 menit dengan kecepatan aliran udara menuju penangkap udara lembab 20 cfm dan kondisi lingkungan sebagai berikut :

- Kelembaban udara (RH) 79%
- Suhu lingkungan 31,3° C
- Dew Point (hasil pembacaan diagram psikometri) 27° C

Tabel 4.4 Hasil percobaan model II

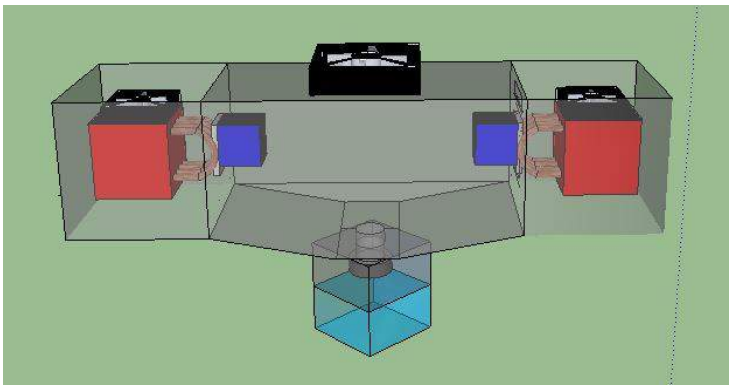
Keterangan	Hasil
Alumunium cold sink temperature	15° C
Copper heat pipe temperature	35° C
Water Capacity	27 ml

Analisa data :

Dari hasil pengamatan didapatkan peningkatan kapasitas air yang diperoleh model II jika dibandingkan dengan model I. Peningkatan kapasitas air didapat karena temperatur pada alumunium *cold sink* lebih rendah, sehingga proses kondensasi dapat berjalan lebih cepat. Penurunan temperatur terjadi akibat imbas penggantian sistem pada pembuangan kalor di sisi panas TEC, sistem pembuangan dengan menggunakan *heat pipe* bekerja secara optimal karena dapat menurunkan temperatur pada sisi panas TEC hampir mendekati temperatur lingkungan. Namun ketika udara yang dialirkan menuju *cold sink* harus dialirkan menuju sisi panas TEC, dirasa hal tersebut dapat membuang temeratur rendah dari sisi dingin TEC keluar sistem.

IV.3.3 Eksperimen model III

Dari hasil pengamatan model II, peningkatan kapasitas air naik drastis akibat penggantian sistem pembuangan kalor pada sisi panas TEC, namun setelah diamati, temperatur rendah yang dihasilkan sisi dingin TEC dirasa malah terbuang keluar sistem karena harus dialirkan menuju sisi panas TEC. Sehingga pada model II ini perlu dilakukan percobaan dengan tidak mengalirkan udara bertemperatur rendah dari sisi dingin TEC menuju sisi panas TEC, dengan harapan udara yang dialirkan menuju alumunium *cold sink* dapat terkondensasi secara sempurna. Dengan menutup celah yang membuat udara mengalir ke sisi panas TEC, maka didapat desain model II sebagai berikut:



Gambar 4.6 Desain model III

Gambar 4.7 Pengujian model III

Spesifikasi :

Tabel 4.5 Spesifikasi model III

Nama	Ket	Daya (watt)
Thermoelectrik (TEC-120706)	1	60
Alumunium cold sink	1	-
Fan Inlet (DC 12V 0,075A)	1	0,9
Fan Heat Sink (DC 12V 0,13A)	1	1,56
Cooper Heat Pipe	4	-
Total Daya Keseluruhan (watt)		62,5

Hasil percobaan :

Dilakukan percobaan selama 60 menit dengan kecepatan aliran udara menuju penangkap udara lembab 20 cfm dan kondisi lingkungan sebagai berikut :

- Kelembaban udara (RH) 78%
- Suhu lingkungan 30,6^o C
- Dew Point (hasil pembacaan diagram psikometri) 26,3^o C

Tabel 4.6 Hasil pengujian model III

Keterangan	Hasil
Alumunium cold sink temperature	17° C
Copper heat pipe temperature	37° C
Water Capacity	22,4 ml

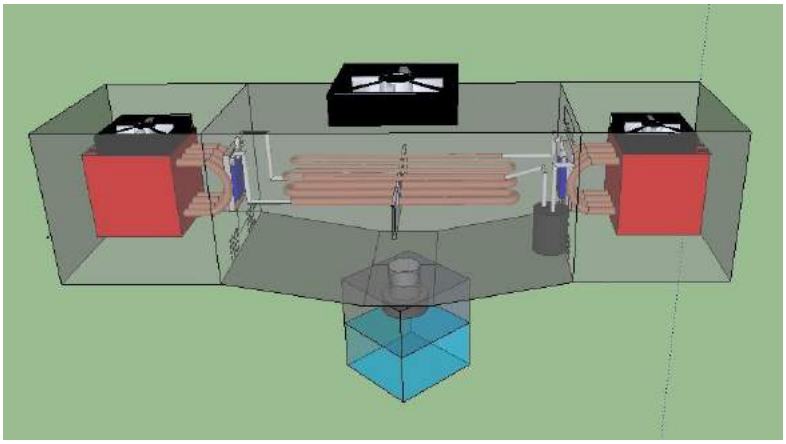
Analisa Data :

Dari hasil pengamatan didapatkan penurunan kapasitas air yang diperoleh, hal tersebut karena temperatur pada alumunium *cold sink* meningkat, peningkatan pada alumunium *cold sink* terjadi karena pendinginan pada sisi panas TEC kurang optimal, temperatur udara yang melewati *condensor heat pipe* cukup tinggi, karena hanya mengandalkan udara lingkungan, tidak seperti model II yang dibantu oleh udara bertemperatur rendah dari sisi dingin TEC. Dapat disimpulkan bahwa dengan menghimpun udara di dalam *box* dengan harapan udara dapat terkondensasi dengan maksimal adalah salah. Dan model II masih lebih optimal dibandingkan model III. Jika dianalisa antara model I hingga model III, perbedaan temperatur antara permukaan sisi dingin TEC dengan alumunium *cold sink* cukup besar, hal tersebut dikarenakan alumunium tidak dapat menghantarkan kalor dengan cukup baik, sehingga perlu penggantian material di penangkap udara lembab sisi dingin TEC.

IV.3.4 Eksperimen model IV

Berdasarkan analisa dari model I, II dan III didapatkan satu masalah yang sama, yaitu perbedaan temperatur antara permukaan sisi dingin TEC dengan alumunium *cold sink*. Faktor material penghantar kalor pada sisi dingin TEC cukup berpengaruh terhadap jumlah kapasitas air yang dihasilkan, karena suhu rendah pada sisi dingin TEC tidak dapat dihantarkan dengan sempurna pada alumunium *cold sink*. Maka perlu dilakukan inovasi untuk mengganti material penghantar kalor pada sisi dingin TEC dengan material yang konduktivitas termalnya diatas alumunium, sehingga mudah menghantarkan kalor. Tembaga merupakan pengantar kalor yang baik, dengan konduktivitas termal 380 J/m.s.°C dibandingkan dengan alumunium yang hanya memiliki nilai konduktivitas termal 200 J/m.s.°C, tembaga mamiliki potensi untuk menghasilkan kapasitas air yang tinggi. Dengan dialirkanya

fluida berupa air di dalam pipa tembaga dan disirkulasikan secara terus menerus dengan pompa, maka didapatkan desain model IV sebagai berikut:



Gambar 4.8 Desain model IV

Gambar 4.9 Pengujian model IV

Spesifikasi :

Tabel 4.7 Spesifikasi model IV

Nama	Ket	Daya (watt)
Thermoelectrik (TEC-120706)	1	60
Copper tube	1	-
Fan Inlet (DC 12V 0,075A)	1	0,9
Fan Heat Sink (DC 12V 0,13A)	1	1,56
Cooper Heat Pipe	4	-
Water pump	1	1,05
Total Daya Keseluruhan (watt)		63,55

Hasil percobaan :

Dilakukan percobaan selama 60 menit dengan kecepatan aliran udara menuju penangkap udara lembab 20 cfm dan kondisi lingkungan sebagai berikut :

- Kelembaban udara (RH) 79%
- Suhu lingkungan 30,3^{o} C
- Dew Point (hasil pembacaan diagram psikometri) 26,2^{o} C

Tabel 4.8 Hasil pengujian model IV

Keterangan	Hasil
Copper tube temperature	11,5^{o} C
Copper heat pipe temperature	33° C
Water Capacity	30 ml

Analisa Data :

Dari hasil pengamatan didapatkan peningkatan kapasitas air yang diperoleh, hal tersebut dikarenakan pipa tembaga dapat menghantarkan kalor dari sisi dingin TEC dengan optimal, sehingga temperatur pada penangkap udara lembab yaitu pipa tembaga cukup rendah, mencapai 11,5° C meskipun masih terdapat perbedaan temperatur yang cukup jauh antara sisi dingin TEC dengan pipa tembaga, temperatur pada permukaan sisi dingin TEC rata-rata adalah -16° C, terdapat perbedaan temperatur yang mencapai 27,5° C. Harus ada analisa lebih lanjut untuk mengetahui penyebab perbedaan temperatur yang sangat besar ini. Namun

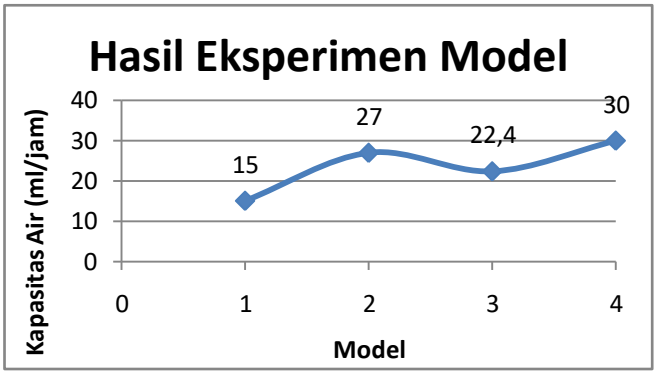
dibandingkan dengan model I, model II dan model III, model IV-lah yang dapat menghasilkan kapasitas air paling besar.

IV.4 Hasil Pengujian Model

Dari hasil eksperimen model dari model I, model II, model III, dan model IV kita dapat mengetahui model mana yang paling efisien dan mendapatkan kapasitas air yang paling besar, sehingga nanti nya kita dapat menentukan satu model untuk dianalisa lebih lanjut. Hasil eksperimen model dapat dilihat pada tabel dan grafik sebagai berikut:

Tabel 4.9 Hasil pengujian model

Keterangan	Kapasitas air (ml/jam)
Model I	15
Model II	27
Model III	22,4
Model IV	30



Gambar 4.10 Grafik hasil eksperimen model

IV.5 Analisa Penggunaan Thermal Paste Pada Cold Side TEC

Dikarenakan terdapat perbedaan temperatur yang sangat besar antara permukaan sisi dingin TEC dengan suhu pada pipa tembaga. Dilanjudkan analisa yang lebih mendetail pada model IV. Akhirnya didapatkan analisa bahwa *thermal paste* yang melapisi permukaan sisi dingin TEC dengan waterblock dapat menghambat perambatan kalor, dikarenakan pada temperatur pemukaan sisi dingin TEC yang mencapai rata-rata -16°C dapat dipastikan pasta akan berubah wujud

menjadi es dan membeku yang akan membuat lapisan penyekat antara permukaan TEC di sisi dingin dengan waterblock. Maka dari itu dilakukan percobaan tanpa adanya pemberian *thermal paste* pada permukaan sisi dingin TEC. Dari hasil percobaan didapatkan penurunan temperatur pada pipa tembaga, yang awalnya jika di beri thermal paste adalah 11,5° C dan ketika tidak di berikan *thermal paste* temperatur di pipa tembaga dapat mencapai 8,8° C, terjadi penurunan suhu 2,7° C. Hal tersebut juga berpengaruh terhadap jumlah air yang didapatkan, terdapat peningkatan kapasitas air yaitu sebanyak 3 ml/jam-nya, yang awalnya dengan adanya *thermal paste* kapasitas air yang didapat 30 ml/jam maka setelah dihilangkan *thermal paste* kapasitas air yang didapatkan adalah 33 ml/jam. Dengan demikian perbedaan temperatur pada sisi dingin TEC dengan pipa tembaga semakin kecil yaitu 24,8° C, namun masih terdapat perbedaan suhu yang cukup signifikan, sehingga harus dilakukan analisa lebih lanjut.

IV.6 Pengujian Kinerja Pompa

Pompa adalah suatu mesin yang dapat memindahkan fluida dari satu tempat ke tempat yang lain, yang mana pada model IV ini pompa berfungsi untuk mensirkulasikan air di dalam pipa tembaga agar air dapat secara terus menerus didinginkan oleh *waterblock* yang menempel pada sisi dingin TEC dan menghantarkan temperatur rendah ke permukaan pipa tembaga untuk menangkap udara lembab. Pompa dapat memindahkan fluida karena terdapat suatu impeler yang digerakan oleh motor listrik, karena menggunakan motor listrik dengan jenis sumber listrik DC maka rpm pompa dapat kita atur, dari perubahan rpm tersebut kemampuan pompa untuk memindahkan fluida pun dapat berubah, pengaturan dilakukan dengan pengubahan tegangan yang masuk pada motor listrik, dari hasil pengujian variasi tegangan didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.10 Kinerja pompa

No	Tegangan (V)	Debit (ml/min)	Temperatur Motor (°C)
1	3	410	31,6
2	4,5	520	32,8
3	6	780	35,2
4	7,5	1020	36,9
5	9	1110	38,8
6	12	1296	39,7

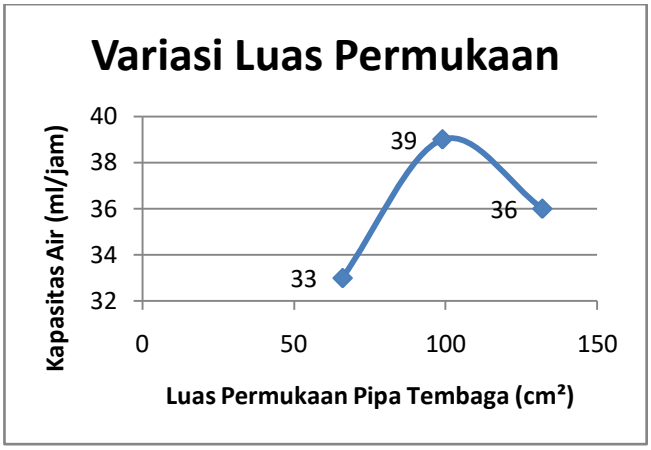
Dari hasil pengujian kinerja pompa dapat kita simpulkan bahwa semakin tinggi tegangan putaran akan semakin tinggi yang berbanding luruh dengan temperatur motor, sehingga untuk model IV tegangan yang sesuai untuk pompa adalah 3V, karena menghasilkan temperatur yang paling rendah walaupun debit pompa yang dihasillkan kecil.

IV.7 Percobaan Penambahan Luasan Pada Pipa Tembaga

Dari percobaan sebelumnya luas permukaan dari pipa tembaga adalah 66 cm², dilakukan perluasan permukaan dengan penambahan setengah dari luas permukaan sebelumnya sehingga menjadi 99 cm² dan percobaan yang ketiga juga penambahan setengah dari luasan sebelumya sehingga menjadi 132 cm². Dari penambahan luas permukaan tersebut dilakukan pengujian dengan kondisi lingkungan sama dengan kondisi lingkungan pengujian sebelumnya, yaitu pada suhu dan kelembapan rata-rata surabaya menurut BMKG Stasiun Meteorologi Maritim Perak Surabaya dengan kelembaban udara 78% dan suhu udara 30°C. Berikut hasil pengujian dari penmbahan luasan permukaan pipa tembaga :

Tabel 4.11 Luas permukaan 1

No	Luas Permukaan (cm²)	Temperatur Pipa Tembaga (°C)	Kapasitas Air (ml/jam)
1	66	8,8	33
2	99	10	39
3	132	14,1	36



Gambar 4.11 Grafik luas permukaan 1

Dari hasil grafik tersebut dapat kita simpulkan bahwa luas permukaan yang paling optimal dari ketiga variasi tersebut adalah pada luasan 99 cm². Pada variasi pertama dengan luasan 66 cm² temperatur yang didapat adalah 8,8° C dengan kapasitas air 33 ml/jam, dan pada variasi kedua dengan luasan 99 cm² temperatur yang didapat adalah 10°C dengan kapasitas air 39 ml/jam, lalu variasi yang terakhir dengan luasan 132 cm² temperatur pada pipa tembaga meningkat jauh menjadi 14,1° C dan kapasitas yang didapat turun menjadi 36 ml/jam. Dari hasil tersebut dapat kita simpulkan bahwa semakin besar luas permukaan pipa tembaga, maka temperatur yang dihasilkan akan semakin tinggi juga.

IV.8 Analisa Material Waterblock

Waterblock adalah perangkat yang berfungsi untuk menghantarkan kalor dari sisi dingin TEC menuju fluida yang mengalir didalam pipa tembaga, sehingga *waterblock* memiliki peran yang pending dalam pendinginan pipa tembaga sebagai penangkap udara lembab, apabila *waterblock* berfungsi dengan optimal maka temperatur pada pipa tembaga pun akan semakin rendah, dan kapasitas air yang didapat semakin banyak. Pada percobaan sebelumnya di model IV *waterblock* yang digunakan adalah waterblock bermaterial alumunium. Berawal dari tingginya perbedaan temperatur pada sisi dingin TEC dengan pipa tembaga dan minimnya kapasitas air yang didapat, maka perlu dilakukan analisa material pada waterblock, alumunium memiliki konduktivitas termal 200 J/m.s.°C sedangkan material yang berada diatas alumunium adalah tembaga dengan konduktivitas termal 380 J/m.s.°C, dengan perbedaan konduktivitas termal antara alumunium dan tembaga yang cukup tinggi, maka secara perhitungan jika material dari waterblock diganti

menjadi tembaga temperatur yang didapat pada pipa tembaga adalah sebagai berikut:

- Laju kalor pada waterblock alumunium

Konduksi

Diketahui:

- k = 200 J/m.s.°C (alumunium)
- A = 0,016 m²
- T2 = 8° C
- T1 = -16° C
- x = 0,001 m

$$q = k.A\ \frac{(T2 - T1)}{x}$$

$$q = 200\ x\ 0{,}016\ \frac{(8 - (-16))}{0{,}001}$$

$$q = 76800\ \text{J}$$

Konveksi

Diketahui:

- k = 0,56 J/m.s.°C (air)
- A = 0,99 m²
- T2 = 10° C
- T1 = 8° C

$$q = k.A.(T2 - T1)$$

$$q = 0{,}56\ x\ 0{,}99.(10 - 8)$$

$$q = 1{,}108\ \text{J}$$

- Laju kalor pada waterblock tembaga

Konduksi

Diketahui:

- k = 380 J/m.s.°C (alumunium)
- A = 0,016 m²
- q = 76800 J
- T1 = -16° C
- x = 0,001 m

$$q = k.A\ \frac{(T2 - T1)}{x}$$

$$76800 = 200\ x\ 0{,}016\ \frac{(T2 - (-16))}{0{,}001}$$

$$T2 = -3{,}36^{\circ}\ C$$

Konveksi

Diketahui:

- k = 0,56 J/m.s.°C (air)
- A = 0,99 m²
- q = 1,108 J
- T1 = -3,32° C

$$q = k.A.(T2 - T1)$$

$$1{,}108 = 0{,}56\ x\ 0{,}99.(T2 - (-3{,}36))$$

$$T2 = -1{,}36^{\circ}\ C$$

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui bahwa dengan *waterblock* tembaga dapat menghasilkan temperatur yang lebih rendah bila dibandingkan dengan *waterblock* bermaterial alumunium, berdasarkan percobaan dengan *waterblock* alumunium menghasilkan temperatur pada pipa tembaga 10° C, sedangkan bila material dari *waterblock* diganti dengan tembaga maka temperatur yang didapat pada pipa tembaga adalah -1,36° C. Dengan demikian perbedaan temperatur antara sisi dingin TEC dengan pipa tembaga dapat semakin kecil, yaitu 14,6° C.

IV.9 Percobaan Waterblock Tembaga

Berdasarkan perhitungan *waterblock* bermaterial alumunium dengan *waterblock* bermaterial tembaga memiliki perbedaan temperatur yang cukup tinggi, sehingga disini dilakukan percobaan menggunakan *waterblock* bermaterial tembaga. Percobaan dilakukan dengan kondisi lingkungan sama seperti percobaan sebelumnya, yaitu pada kelembaban udara rata-rata perairan surabaya yaitu 78% dan suhu udara rata-rata perairan surabaya yaitu 30° C. Setelah dilakukan percobaan didapatkan temperatur pada pipa tembaga adalah 3,9° C, terdapat eror 5,2°C dari hasil perhitungan. Perbedaan temperatur juga terjadi antara *waterblock* alumunium dengan *waterblock* tembaga yang mencapai 6,1° C. Sedangakan kapasitas air yang dihasilkan dengan menggunakan pipa tembaga yang memiliki luasan 99 cm^2 adalah 48 ml/jam. Terjadi peningkatan kapasitas air yang didapat jika dibandingkan *waterblock* yang memiliki material alumunium, karena semakin rendah temperatur pipa tembaga penangkap udara lembab, maka proses kondensasi akan semakin cepat.

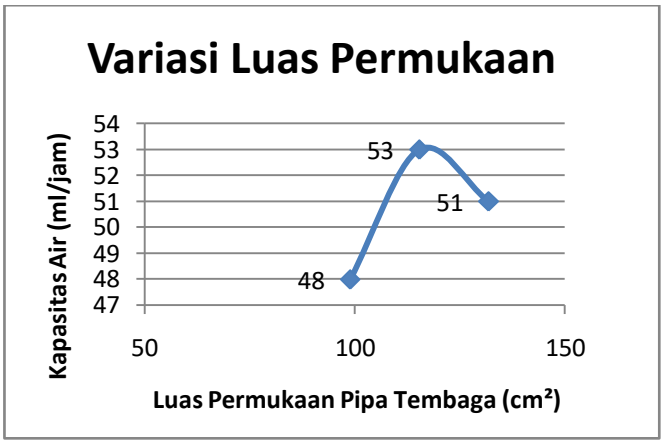
Gambar 4.12 Waterblock tembaga

IV.9.1 Variasi luasan pipa tembaga dengan waterblock tembaga

Setelah dilakukan percobaan dengan *waterblock* tembaga, hasil temperatur yang didapat pada penangkap udara lembab cukup rendah, sehingga perlu dilakukan percobaan dengan variasi luasan untuk mengetahui luasan yang paling optimal, karena semakin luas permukaan penangkap udara lembab kapasitas air yang dihasilkan semakin besar juga, namun temperatur akan turun berbanding lurus dengan penambahan luasan. Berikut hasil penambahan luas permukaan pada pipa tembaga yang berfungsi untuk menangkap udara lembab:

Tabel 4.12 Luas permukaan 2

No	Luas Permukaan (cm²)	Temperatur Pipa Tembaga (°C)	Kapasitas Air (ml/jam)
1	99	3,9	48
2	115	4,1	53
3	132	4,9	51



Gambar 4.13 Grafik Luas permukaan 2

IV.10 Efisiensi Model

Untuk mendapatkan efisiensi model perlu dibandingkan antara hasil yang diperoleh dari pengujian dengan hasil berdasarkan perhitungan. Untuk mendapatkan hasil perhitungan air yang dapat dihasilkan oleh model maka didapatkan pada perhitungan sebagai berikut.

- **Spesifikasi kipas**

  V = 20 CFM
  = 407,6 Kg/min
  =6,7933 Kg/s

- **Kondisi udara masuk**

  RH = 79 %
  T = 30,3° C

Hasil pembacaan diagram psikometri

P = 1,0132 bar

W = 0,0216789 Kg/Kg

h_1 = 85,86481 Kj/Kg

V = 0,88862 m^3/Kg

- **Kondisi air**

  Tw = 4.1° C

  Hw = 277,5328 Kj/Kg

- **Kondisi udara keluar**

  RH = 77 %

  T = 26° C

  Pembacaan diagram psikometri

  H_2 = 77,5073 Kj/Kg

- **Massa udara**

  $$Mda = \frac{V}{V_1} = \frac{6,7933}{0,88862} = 7,6447$$

- **Power model**

  Qp = 63,55 Watt

- **Massa air**

  Qp = Qda – Qw

  Qp = mda (h_1-h_2)-mw.hw

  $$Mw_1 = \frac{(mda\ (h1-h2))-Qp}{hw} = \frac{(7,644(85,856-77,507))-63,5}{277,53}$$

  = 0,001229706 Kg/s

  = 0,073782389 Kg/h

- **Perolehan air pada model**

  Mw_2 = 53 ml/h

  =0,053 l/h

  =0,053 Kg/h

- **Efisiensi**

Prosentase $= \frac{Mw_2}{Mw_1} \times 100\%$

$= \frac{0,73}{0,53} \times 100\%$

$= 71,83\%$

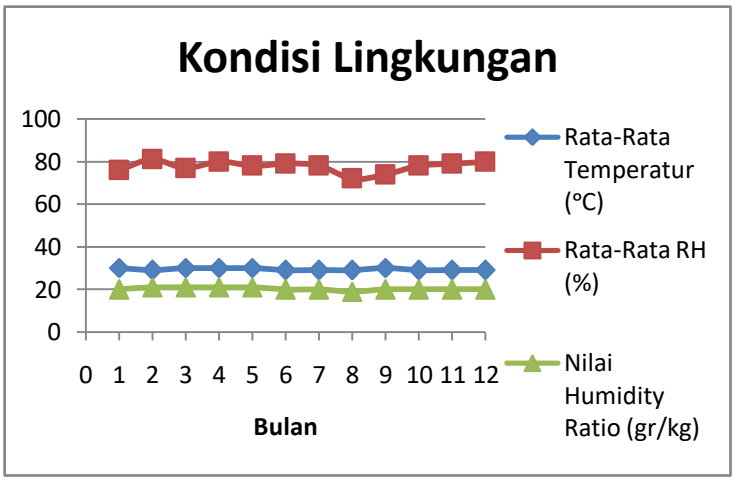
Sehingga didapatkan berdasarkan perhitungan bahwa seharusnya model dapat menghasilkan air sebanyak 73 ml/jam, namun karena pada saat percobaan model hanya dapat menghasilkan air dengan kapasitas 53 ml/jam, maka efisiensi model adalah 71,83 %

IV.11 Perhitungan Prosentase Air yang Dapat Diambil Dari Udara

Setiap kondisi lingkungan dengan Kelembaban udara dan suhu udara tertentu dapat menghasilkan *humidity ratio* yang berbeda-beda, nilai *humidity ratio* dapat dicari berdasarkan diagram psikometrik. *Humidity ratio* adalah perbandingan antara massa udara dibanding dengan massa air yang terdapat didalam udara tersebut. Berikut adalah nilai temperatur, *relatif humiditiy*, dan *humidity ratio* setiap bulanya:

Tabel 4.13 Kondisi lingkungan

Bulan	Rata-Rata Temperatur (°C)	Rata-Rata RH (%)	Nilai Humidity Ratio (gr/kg)
Januari	10	76	20
Februari	29	81	21
Maret	30	77	21
April	30	80	21
Mei	30	78	21
Juni	29	79	20
Juli	29	78	20
Agustus	29	72	19
September	30	74	20
Oktober	29	78	20
Novermber	29	79	20
Desember	29	80	20



Gambar 4.14 Grafik kondisi lingkungan

- Rata-rata humidity ratio = 20,1 gr/kg
- Kecepatan udara = 20 cfm
  = 0,56 kg/min
- Kapasitas air dalam udara = 11,4 gr/min
  = 11,4 ml/min
  = 685,8 ml/jam
- Kapasitas air yang didapat = 53 ml/jam
- Prosentase = 7,72 %

Sehingga dengan kondisi lingkungan perairan Surabaya berdasarkan BMKG Stasiun Meteorologi Maritim Perak Surabaya didapat rata-rata *humidity ratio* sebesar 20,1 gr (*water*) / kg (*air*). Dari data tersebut dengan kecepata udara yang dihasilkan dari kipas pada perangkat yaitu 0,566 kg(*air*) / *minute* didapatkan pula kapasitas air yang terdapat dalam udara sebesar 685,8 ml / jam. Dengan hasil kapasitas air yang didapat pada model sebesar 53 ml/jam, maka prosesntase air yang berhasil ditangkap oleh model adalah 7,72%.

IV.12 Perencanaan Solar Panel dan Kapasitas Baterai

Untuk memenuhi kebutuhan daya dari perangkat model penghasil air dari udara menggunakan *thermoelectric cooler* maka diperlukan sumber daya yang dapat mensuplai listrik selama perangkat model bekerja. Dikarenakan penggunaan perangkat model berada pada *lifeboat* yang tidak dapat diperkirakan berapa lama oprasinya maka diperlukan sumber energi yang dapat terbarukan dan tidak pernah habis. Dipilihlah solar panel karena perangkat solar panel dapat bekerja secara maksimal jika berada di tengah laut, intensitas matahari dapat terpancar secara

langsung terhadap *solar panel*. Perangkat penghasil air tawar dari udara direncanakan untuk beroprasi selama 24 jam penuh, maka dari itu dibutuhkan penyimpanan listrik hasil dari solar panel. *Solar panel* bekerja selama 8 jam, dikarenakan lama penyinaran di Indonesia hanya 8 jam. Dengan lama penyinaran sesingkat itu solar panel diharuskan dapat mensuplai perangkat dengan 6 thermoelectric cooler selama 24 jam. Sehingga didapatkan perancangan *solar panel* dan juga baterai pada perhitungan berikut:

Diketahui :

Daya perangkat model IV (6 TEC)	382 Watt
Waktu operasi perangakt model	24 Jam
Waktu operasi solar panel (07.00-15.00)	8 Jam

Maka :

$$\Sigma P\ Cosumption\ hour = \text{Daya x Waktu (jam)}$$

$$\Sigma P\ Cosumption\ hour = 382\ \text{W x 24 Jam}$$

$$\Sigma P\ Cosumption\ hour = 9168\ \text{Whour}$$

Dari hasil perhitungan diatas, total daya untuk mensuplai perangkat dengan 6 *thermoelectric cooler* selama 24 jam adalah 9168 *Whour*. Sehingga untuk perencanaan kapasitas baterai dapat ditentukan sebagai berikut :

$$I\ Hour = \frac{Power\ \ Hour}{Battery\ \ Voltage}$$

$$I\ Hour = \frac{9168\ WHour}{12\ V}$$

$$I\ Hour = 764\ AHour$$

Didapatkan kapasitas minimal kebutuhan baterai yang dapat menampung daya dari solar panel serta dapat mensuplai perangkat yang memiliki 6 *thermoelectric cooler* dengan spesifikasi tegangan 12 V dan kapasitas 764 AH.

Perhitungan kebutuhan solar panel :

$$Solar\ cell = \frac{Power\ \ Wh}{Operation\ \ \ time\ \ (h)}$$

$$Solar\ cell = \frac{9168\ Wh}{8\ hour}$$

$$Solar\ cell = 1146\ WP\ hour$$

Didapatkan kebutuhan minimal *solar panel* dengan spesifikasi total 1146 WP hour untuk dapat mensupai model dengan 6 *thermoelectric cooler* selama 24 jam.

IV.13 Pemilihan Solar Panel dan Baterai

Setelah dilakukkan perencanaan berdasarkan hasil perhitungan solar panel dan juga baterai, maka langkah selanjutnya adalah pemilihan perangkat panel surya dan baterai yang tersedia di pasaran, hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah perencanaan dapat direalisasikan dan di instalasi di lifeboat.

- **Pemililihan solar panel**

Kebutuhan = 1146 WP hour
Pemilihan = 295 WP hour (@1 solar panel)
= 1180 WP hour (@4 solar panel)

Sehingga kebutuhan solar panel untuk mensuplai 6 *thermoelectric cooler* selama 24 jam adalah 4 buah *solar panel* dengan masing-masing berkapasitas 295 WP hour, dan ketika ditotal daya 4 buah *solar panel* tersebut adalah 1180 WP hour.

- **Pemilihan baterai**

Kebutuhan = Perhitungan + (Perhitungan x 10%)
= 764 AH + (764 AH x 10%)
= 840,4 AH
Pemilihan = 12 V ; 100 AH (@1 baterai)
= 12 V ; 900 AH (@9 baterai)

Kebutuhan baterai adalah penjumlahan antara perhitungan kebutuhan dengan spare, minimal untuk spare adalah 10% dari kebutuhan baterai, sehingga total kebutuhan baterai menjadi minimal 849,4 AH. Sedangkan pemilihan pemilihan baterai dengan spesifikasi marine adalah 9 buah baterai 12V 100AH yang akan dirangkai pararel sehingga total baterai yang disediakan adalah 12V 900AH.

IV.14 Perhitungan Beban Perangkat

Dalam perancangan sistem penghasil air tawar dari udara terdapat perangkat-perangkat yang memiliki beban besar, seperti pada baterai dan *solar panel*. Beban dari perangkat tersebut harus diperhitungkan agar muatan *lifeboat* tidak *overload*. Berikut adalah perhitungan beban perangkat berdasarkan spesifikasi:

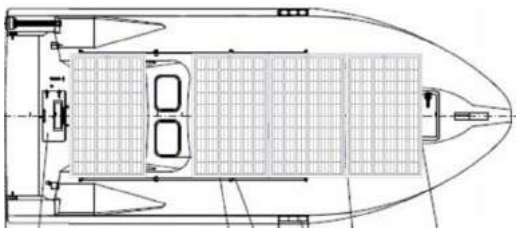
- Beban baterai = 28,1 kg (@1 baterai)
  = 253 kg (@9 baterai)

- Beban solar panel = 19 kg (@1 solar panel)
  = 76 kg (@4 solar panel)
- Beban lain-lain = 10 kg
- Total beban = 339 kg

Didapatkan total beban dari perangkat adalah 339 kg. Sedangakan maksimal *full load* pada *lifeboat* berkapasitas 25 orang adalah 5763 kg, dengan asumsi berat manusia adalah 82,5 kg. Dengan demikian *lifeboat* yang berkapasitas maksimal 25 orang apabila diberi instalasi untuk penghasil air tawar dari udara kapasitas muatan berkurang menjadi 20 orang..

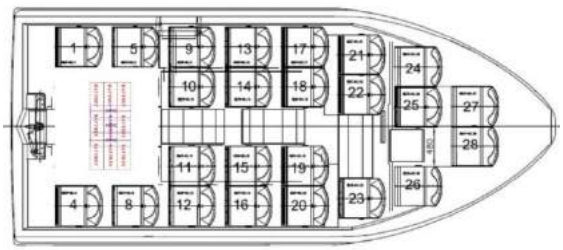
IV.15 Desain Instalasi Perangkat

Setelah dilakukan perencanaan, perhitungan, perancangan dan pemilihan perangkat, maka yang terakhir dianalisa adalah desain instalasi pemasangan perangkat penghasil air tawar dari udara di dalam *lifeboat*. Hal tersebut memudahakan untuk mengetahui apakah perangkat dapat terpasang dengan baik dalam lifeboat tanpa mengurangi kenyamanan dan keselamatan. Berikut adalah desain instalasi perangkat didalam *lifeboat*.

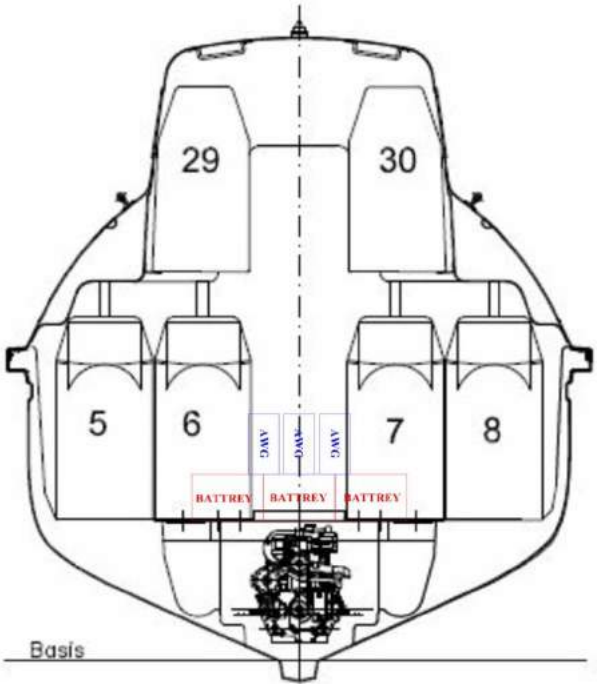


Gambar 4.15 Peletakan panel surya

Dalam mendesain pemasangan *solar panel* di atas *lifeboat*, perlu diperhitungkan terlebih dahulu ukuran dari *solar panel* dan *lifeboat* itu sendiri. Ukuran dari *solar panel* harus pas dengan bagian atas *lifeboat*, agar *solar panel* dapat terpasang di *lifeboat* dengan menghadap ke matahari secara langsung, sehingga kerja dari *solar panel* dapat optimal.

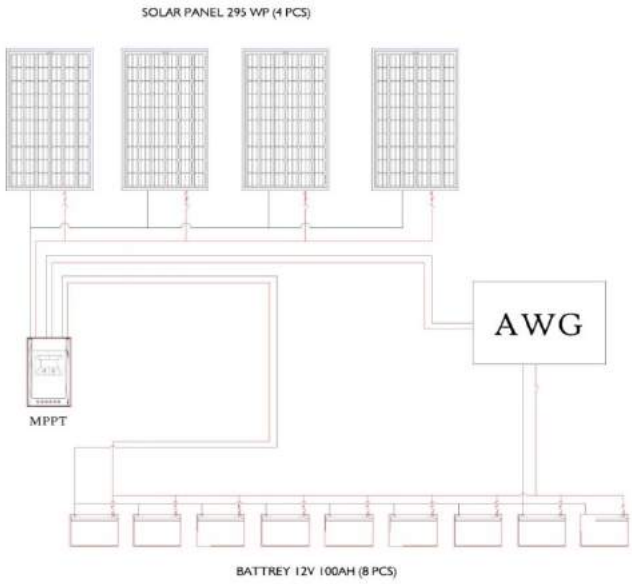


Gambar 4.16 Peletakan perngakat tanpak atas



Gambar 4.17 Peletakan perangkat tanpak belakang

Setelah solar panel terpasang diatas *lifeboat*, maka yang perlu didesain adalah perangkat yang ada didalam *lifeboat.* Yang perlu diletakan didalam *lifeboat* adalah AWG (atmospheric water generator), baterai, dan MPPT (*Maximum Power Point Tracking*). Perangkat dengan beban terbesar adalah baterai, oleh karena itu harus dipertimbangkan masalah stabilitas dari *lifeboat* ini. Peletakan yang paling optimal adalah di tengah *lifeboat*, agar titik stabilitas *lifeboat* tetap ditengah dan tidak menghambat jalanya lifeboat. Lalu untuk peletakan AWG sebisa mungkin dekat dengan udara terbuka, karena AWG memerlukan udara lembab dari lingkungan agar dapat dirubah menjadi air tawar, segingga peletakan AWG yang paling optimal adalah dibagian belakang *lifeboat* yang terdapat pintu lifeboat sebagai akses masuknya udara dari lingkungan.



Gambar 4.18 Skema kelistrikan

Ketika seluruh perangkat penghasil air tawar dari udara terinstalasi di *lifeboat* maka yang terakhir adalah desain skema kelistrikan dari sistem ini. Dengan 4 *solar panel* yang memiliki spesifikasi 295 WP, dengan demikian untuk memenuhi kebutuhan AWG yang memiliki tegangan 12V, untuk dapat bekerja 24 jam dengan daya total 1146 WP, maka *solar panel* harus disusun secara pararel agar kapasitas dari solar panel dapat berjumlah. Sama halnya dengan baterai, dengan 9 baterai yang memiliki spesifikasi 12V 100AH, untuk memenuhi kebutuhan kapsitas AWG selama 24 jam yaitu 840,4 AH. Maka beterai harus disusun secara pararel agar kapasitas dari baterai dapat berjumlah menjadi 900AH. Disetiap *solar panel* dipasangakan dengan saklar pemutus arus untuk memutus aliran listrik menuju MPPT ketika AWG sedang tidak dioprasikan, saklar juag terpasang pada aliran antara baterai dengan AWG hal tersebut bertujuan sama, yaitu memutus aliran listrik menuju AWG ketika AWG tidak digunakan. Lalu untuk semua aliran masukan listrik yang menuju AWG harus terdapat fuse untuk menanggulangi apabila terdapat arus berlebih yang memasuki AWG.

BAB V
PENUTUP

Setelah model penghasil air tawar dari udara untuk kebutuhan air minum di *lifeboat* dibuat dan dilakukan pengujian serta analisa data, maka pada bab terkhir ini dapat diambil beberapa kesimpulan dan saran. Kesimpulan dan saran pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

V.1 Kesimpulan

Dari pengerjaan tugas akhir ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah berhasil dirancang model penghasil air tawar dari udara untuk kebutuhan air minum di *lifeboat* dengan menggunakan *thermoelectric cooler*.
2. Hasil kapasitas air yang didapat dari pengujian menggunakan 1 buah *thermoelectric cooler* dengan kondisi lingkungan rata-rata perairan Surabaya adalah 53 ml/jam. Total kapasitas air yang didapat jika menggunakan 6 buah thermoelectric cooler dan dioprasikan selama 24 jam adalah 7,63 liter.
3. Temperatur pipa tembaga penangkap udara lembab mencapai 4,1^{o} C
4. Luas permukaan pipa tembaga penangkap udara lembab yang paling optimal adalah 115 cm^2 untuk setiap *thermoelectric cooler*.

V.2 Saran

Dengan selesainya tugas akhir ini bukan berarti tugas akhir ini terselesaikan dengan sempurna. Untuk pengembangan dan penyempurnaan tugas akhir ini, maka diberikan saran untuk pengembangan tugas akhir selanjutnya, saran yang diberikan sebagai berikut :

1. Dalam penelitian ini belum membahas desain konstruksi pemasangan *solar panel* diatas *lifebooat*, sehingga pada penelitian selanjutnya dapat dianalisa desain konstruksi pemasangan solar panel diatas *lifeboat* agar solar panel aman ketika peluncuran lifeboat.
2. Pada penelitian ini hanya menggunakan dua variasi pendingin, yaitu *heat sink* dan *heat pipe*, perlu dilakukan pengujian dengan variasi pendinginan yang lain untuk meningkatkan kapasitas air yang didapat.
3. *Thermoelectric cooler* yang digunakan pada tugas akhir ini hanya 1 macam, perlu dilakukan percobaan dengan melakukan beberapa variasi jenis *thermoelectric cooler*.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

Daftar Pustaka

Menteri Kesehatan RI No. 907 /Menkes/SK/VII/2002

Subarjo M.*Buku Ajar Meteorologi Dan Klimatologi*.Universitas Lampung:Bandar Lampung

Anonym. (2015). *Kelembaban udara.* Retrieved from kkp.go.id: http://p3sdlp.litbang.kkp.go.id/index.php/data/atmosfer/kelembaban-udara

Raghied Mohammed Atta (2011). Solar Water Condensation Using Thermoelectric Coolers, International Journal of Water Resources and Arid Environments 1(2): 142-145: 2011

Chakib Alaoui (2011). "Peltier Thermoelectric Modules Modeling and Evaluation", International Journal of Engineering (IJE), Volume (5): Issue (1):2011.

Aditya Nandy, Sharmi Saha, Souradeep Ganguly, Sharmistha Chattopadhyay (2014). A Project on Atmospheric Water Generator with the Concept of Peltier Effect, *International Journal of Advanced Computer Researc, Volume-4 Number-2 Issue-15 June-2014*

Robert, S. (1996). Solar Electricity, A Partial Guide to Desingning and Installing Small Photovoltaic System.

M.A.Muñoz-García; Miguel Angel; Moreda Cantero; P.Guillermo; M.P.Raga Arroyo; Manuela Pilar; Marín González; Omar (2013). *Water harvesting for young trees using Peltier modules powered by photovoltaic solar energy*. "Computers and Electronics in Agriculture", v. 93; pp. 60 - 67.

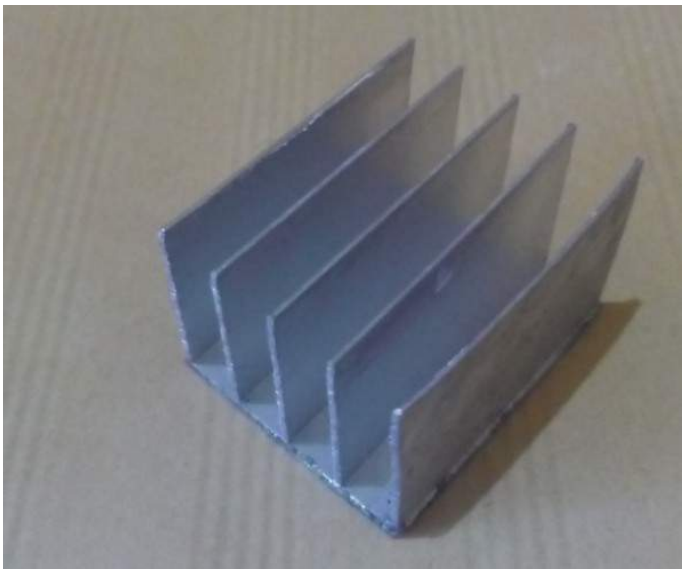
ETAP. (2016). Retrieved from http://etap.com/renewable-energy/photovoltaic-101.htm

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

LAMPIRAN

1. Thermoelectric cooler (TEC1-12706)

2. Alumunium cold sink (66 cm²)



3. Pipa tembaga (66 cm²)

4. Pipa tembaga (99 cm²)

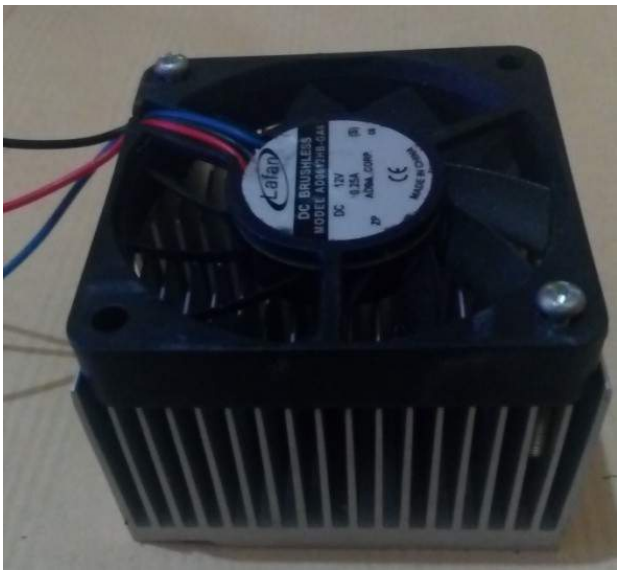
5. Pipa tembaga (115 cm²)

6. Pipa tembaga (132 cm²)

7. Waterblock alumunium

8. Waterblock tembaga

9. Alumunium heat sink



10. Heat pipe

11. Pompa sirkulasi

12. Fan air input

13. Higrommeter & thermometer

14. Themometer laser

15. Powe supply

16. AWG (athmospheric water generator)

1. Spesifikasi Thermoelectric Coller (TEC12076)

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

Thermoelectric Cooler

TEC1-12706

Performance Specifications

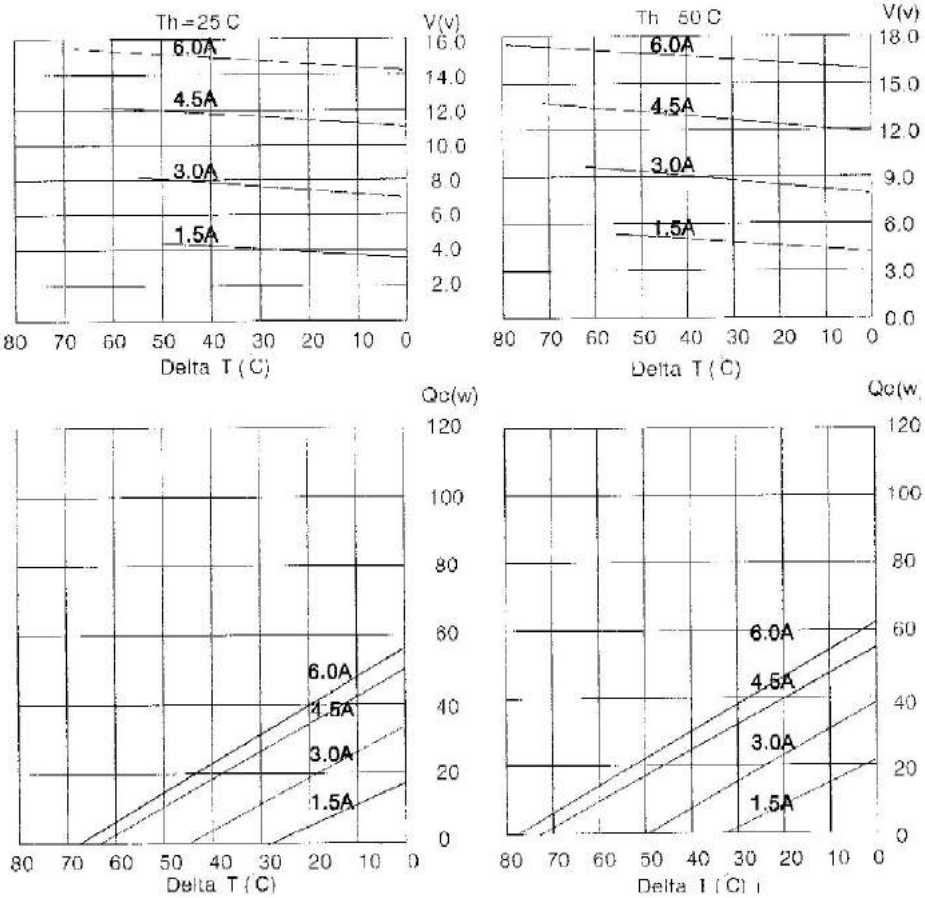
Hot Side Temperature (°C)	25°C	50°C
Qmax (Watts)	50	57
Delta Tmax (°C)	66	75
Imax (Amps)	6.4	6.4
Vmax (Volts)	14.4	16.4
Module Resistance (Ohms)	1.98	2.30

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

Thermoelectric Cooler

TEC1-12706

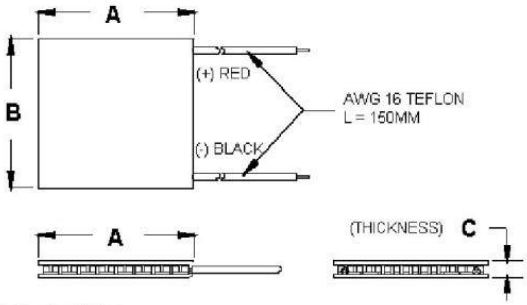
Performance curves:



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 Imax or Vmax when operating module.
- Life expectancy: 200,000 hours
- Please consult HB for moisture protection options (seeling).
- Failure rate based on long time testings: 0.2%.

2. Spesifikasi Solar Cell

aleo solar module P19

ELECTRICAL DATA (STC)			P19_285	P19_290	P19_295
Rated power	P_{MPP}	[W]	285	290	295
Rated voltage	V_{MPP}	[V]	31.3	31.3	31.3
Rated current	I_{MPP}	[A]	9.10	9.25	9.42
Open-circuit voltage	V_{OC}	[V]	39.2	39.3	39.3
Short-circuit current	I_{SC}	[A]	9.73	9.80	9.87
Efficiency	n	[%]	17.3	17.6	18.0

Electrical values measured under standard test conditions (STC): 1000 W/m²; 25°C; AM 1.5

ELECTRICAL DATA (NOCT)			P19_285	P19_290	P19_295
Power	P_{MPP}	[W]	208	212	215
Voltage	V_{MPP}	[V]	28.4	28.4	28.4
Current	I_{MPP}	[A]	7.33	7.45	7.59
Open-circuit voltage	V_{OC}	[V]	36.1	36.2	36.2
Short-circuit current	I_{SC}	[A]	7.87	7.93	7.99
Efficiency	n	[%]	15.8	16.1	16.4

Electrical values measured under nominal operating conditions of cells: 800 W/m²; 20°C; AM 1.5; wind 1 m/s
NOCT: 48°C (nominal operating cell temperature)

TEMPERATURE COEFFICIENTS			
Temperature coefficient I_{SC}	α (I_{SC})	[%/K]	+0.05
Temperature coefficient V_{OC}	β (V_{OC})	[%/K]	-0.29
Temperature coefficient P_{MPP}	γ (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

BASIC MODULE DATA		
Length x width x height	[mm]	1660 x 990 x 35
Weight	[kg]	19
Number of cells		60
Cell size	[mm]	156.75 x 156.75
Cell material		Monocrystalline Si
Front sheet		Solar glass (TSG)
Back sheet		Polymer sheet, white
Frame material		Al alloy, silver

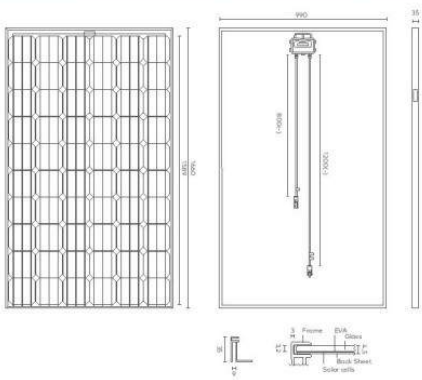
CERTIFICATIONS AND WARRANTY	
Product Guarantee	12 years
Power Guarantee	25 years – Linear
Fire Resistance	Class C
Protection Against Electric Shock	II
Certifications	§ IEC 61215, IEC 61730-1/-2
	§ IEC 62716 – Ammonia Resistance
	§ IEC 61701 – Salt mist Resistance
	§ IEC 62804 – PID Resistance
	§ MCS 010; MCS 005

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

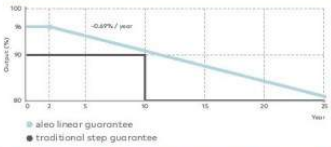
Mechanical load acc. to IEC/EN 61215
* Please observe the mounting conditions in the installation manual

ADDITIONAL ELECTRICAL DATA		
Reduction of STC efficiency from 1000 W/m² to 200 W/m²	[%] rel.	< 2
Classification range (positive classification)	[W]	0/+4.99

DIMENSIONS [MM]



PERFORMANCE GUARANTEE



PLEASE CONTACT YOUR AUTHORISED ALEO DEALER

Detailed information about our warranties is available on our website | Subject to change without notice | Errors and omissions excepted | EN | 09/2016 | P19 285-295 W
© aleo solar GmbH | Gewerbegebiet Nord | Marius-Eriksen-Straße 1 | 17291 Prenzlau | Germany

3. Spesifikasi Baterai

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

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

Lifeline Home | Marine Batteries | RV Batteries | Racing Batteries | OEMs & Pro Users | Lifeline Battery Distributors | Lifeline Technical Manual

Lifeline 6 Volt Battery.....stronger & longer life. -
O.H., North Carolina USA ===> Add Your Quote here See more Lifeline Battery Satisfied User Quotes

AGM Deep Cycle RV Batteries From Lifeline Battery Corporation

RV Battery Main
Deep Cycle RV Battery Specifications
Starting RV Battery Specifications
RV Battery Sizing Calculator DC-DC
RV Battery Sizing Calculator AC-DC
RV Battery Distributors
RV Battery Manual

Material Safety Data Sheet

DEEP CYCLE MARINE BATTERY APPLICATIONS
Click here to view Starting RV Batteries

To get to specific rv battery information click on the part number.
Click to get specific terminal information for all Lifeline RV batteries PRINT THIS PAGE

Lifeline Battery Part Number		Volts	RV Battery Dimensions Length in	Length mm	Width in	Width mm	Height in	Height mm	Weight lb	Weight kg	Cold Cranking Amps 68° F	32° F	0° F	Rated Cap. Amp. Hrs 20 Hr Rate	Minutes of Discharge 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	Terminal Types
GPL-24T, GPL2400T, GPL27T, GPL-2700T, GPL-31T, GPL-3100T	Marine Terminal (Copper Alloy) Pos Terminal=M10 & Neg Terminal =M8
GPL-4DL, GPL-8DL	L-Blade Terminal (Solid Copper) w/M8 Hardware
GPL-4DA, GPL-8DA	A- SAE Post Automotive (Lead Alloy)
GPL-4CT, GPL-6CT, GPL-1400T	M8 Threaded Insert (Copper Alloy)
GPL-U1T	M6 Threaded Insert (Copper Alloy)

4. Spesifikasi MPPT

EPEVER®

Tracer A Series

——MPPT Solar Charge Controller

User Manual

Models:

Tracer1206A /Tracer1210A

Tracer2210A/Tracer3210A/Tracer4210A

1 General Information

1.1 Overview

Appreciate you for choosing MPPT solar charge controller, Tracer A series. Based on common positive design and advanced MPPT control algorithm, with LCD displaying running status, this product is artistic, economical and practical.

With MPPT control algorithm, in any situation, products of this series can fast and accurately track out the best maximum power point (MPP) of photovoltaic array, in order to obtain the maximum solar energy in time, which remarkably improves energy efficiency. There is dual display function: local LCD panel and remote meter. With Modbus communication protocol interface, it is convenient for customers to expand applications and monitor in various fields like telecommunication base station, household system, street lighting system, wilderness monitoring system, etc.

All-round electronic fault self-test function and enhanced electronic protection function could furthest avoid damages on system components resulting from installation errors or system failures.

Feature:

- Advanced Maximum Power Point Tracking (MPPT) technology, with efficiency no less than 99.5%.
- High quality components, perfecting system performance, with maximum conversion efficiency of 98%.
- Ultra-fast tracking speed and guaranteed tracking efficiency.
- Accurately recognizing and tracking of multiple power points.
- Reliable automatic limit function of maximum PV input power, ensuring no overload.
- Wide MPP operating voltage range.
- 12/24VDC automatically identifying system voltage.
- LCD panel display design, dynamically displaying tool's operating data and working condition.
- Multiple load control modes: manual mode, light ON/OFF, light On+Timer and test mode.
- Support 3 charging preprogram options: Sealed, Gel, Flooded.
- Battery temperature compensation function.
- Real-time energy statistics function.
- With RS-485 communication bus interface and Modbus communication protocol, it is available to meet various communication requirements in different situations.

- Available for PC monitoring and external display unit connecting like MT50 and so on, realizing real-time data checking and parameters setting.
- Support software upgrade.

1.2 Characteristics

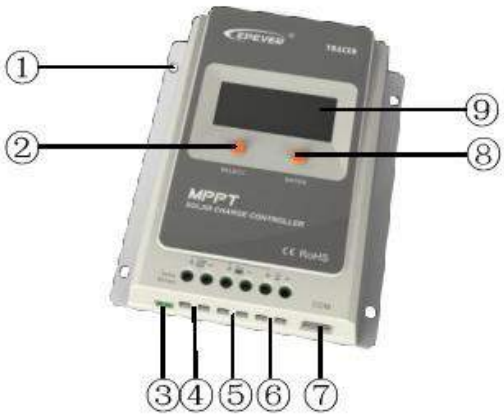


Figure 1-1 Tracer-A Series Characteristics

Item	Name	Item	Name
①	Mounting hole sizeΦ5	⑥	Load Terminals
②	Select Button	⑦	RS-485 Port②
③	RTS Port①	⑧	Enter Button
④	PV Terminals	⑨	LCD
⑤	Battery Terminals		

Explanations:

① Connection for a RTS (Remote Temperature Sensor) to remotely detect battery temperature.

② Monitor controller by PC, remote meter MT50 or APP and update controller software via RS485 (RJ45 interface).

1.3 Accessories Instructions

1) Remote Temperature Sensor (Model: RTS300R47K3.81A)

Acquisition of battery temperature for undertaking temperature compensation of control parameters, the standard length of the cable is 3m (length can be customized). The RTS300R47K3.81A connects to the port (3th) on the controller. **NOTE:** Unplug the RTS, the temperature of battery will be set to a fixed value 25ºC.

2) Remote Meter (Model：MT50)

The digital remote meter displays system operating information, error indications, parameters setting and self-diagnostics.

3) Super Parameter Programmer (Model: SPP-02)

The SPP-02 can realize one-button setting operation which is suitable for bulk quantity products setting in the projects.

4) USB To RS-485 converter (Model: CC-USB-RS485-150U)

USB To RS-485 converter is used to monitor each controller on the network using Solar Station PC software. The length of cable is 1.5m. TheCC-USB-RS485-150U connects to the RS-485 Port on the controller.

1.4 Maximum Power Point Tracking Technology

Due to the nonlinear characteristics of solar array, there is a maximum energy output point (Max Power Point) on its curve. Traditional controllers, with switch charging technology and PWM charging technology, can't charge the battery at the maximum power point, so can't harvest the maximum energy available from PV array, but the solar charge controller with Maximum Power Point Tracking (MPPT) Technology can lock on the point to harvest the maximum energy and deliver it to the battery.

The MPPT algorithm of our company continuously compares and adjusts the operating points to attempt to locate the maximum power point of the array. The tracking process is fully automatic and does not need user adjustment.

As the Figure 1-2, the curve is also the characteristic curve of the array, the MPPT technology will 'boost' the battery charge current through tracking the MPP. Assuming 100% conversion efficiency of the solar system, in that way, the following formula is established:

Input power (P_{PV})= Output power (P_{Bat})

⇩

Input voltage (V_{Mpp}) *input current (I_{PV}) =Battery voltage (V_{Bat}) *battery current (I_{Bat})

Normally, the V_{Mpp} is always higher than V_{Bat}, Due to the principle of conservation

of energy, the I_{Bat} is always higher than I_{PV}. The greater the discrepancy between V_{Mpp} & V_{Bat}, the greater the discrepancy between I_{PV} & I_{Bat}. The greater the discrepancy between array and battery, the bigger reduction of the conversion efficiency of the system, thus the controller's conversion efficiency is particularly important in the PV system.

Figure 1-2 is the maximum power point curve, the shaded area is charging range of traditional solar charge controller (PWM Charging Mode), it can obviously diagnose that the MPPT mode can improve the usage of the solar energy resource. According to our test, the MPPT controller can raise 20%-30% efficiency compared to the PWM controller. (Value may be fluctuant due to the influence of the ambient circumstance and energy loss.)

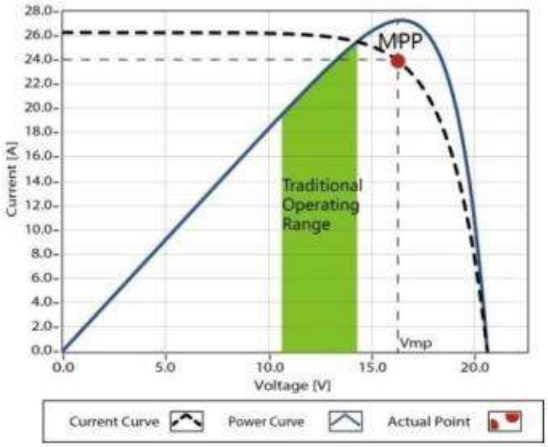


Figure 1-2 Maximum Power Point Curve

In actual application, as shading from cloud, tree and snow, the panel maybe appear Multi-MPP, but in actually there is only one real Maximum Power Point. As the below Figure 1-3 shows:

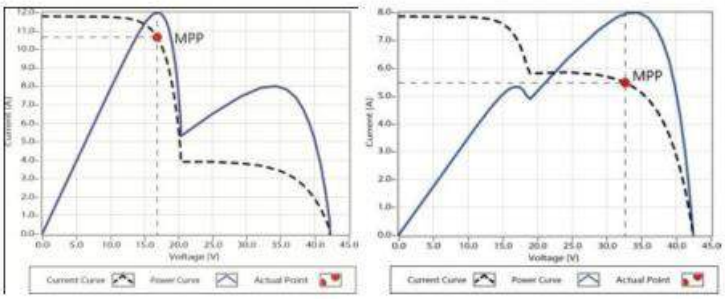


Figure 1-3 Mutil-MPP Curve

5. Spesifikasi Lifeboat

Specification of Freefall Lifeboat CFL-C66E

Fassmer Marland

1. GENERAL

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

1.2 Evaluation, Testing and Approval

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

1.3 Shop Test

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

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

2. PRINCIPAL PARTICULARS

2.1 Main dimensions

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

2.2 Number of persons Max. 25 persons

2.4 Weight

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

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

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

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

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

3.31 Engine
Water-cooled boat diesel engine with reverse and reduction gear. A minimum speed of 6 knots is guaranteed.
Engine starting electrically with two independent batteries.
Engine fixed mounted to GRP engine foundation.

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

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

RIWAYAT HIDUP PENULIS

Penulis bernama Darwin Setiyawan. Anak keempat dari suami istri Suminto dan Supiyah lahir di Lamongan pada tanggal 30 Maret 1995. Penulis menyelesaikan masa *study* di Departemen Teknik Sistem Perkapalan ini dalam waktu empat tahun. Riwayat pendidikan penulis dimulai dari TK Bhayangkari yang diselesaikan selama 2 tahun, dan sekolah dasar pada MI Islamiyah Babat diselesaikan selama 6 tahun. Kemudian melanjutkan ke SMPN 1 Babat dengan masa *study* 3 tahun dan SMAN 1 Babat diselesaikan dalam waktu 3 tahun. Diperkuliahan Departemen Teknik Sistem Perkapalan penulis mengambil fokusan di Labotarium MEAS dan menjalani aktivitas menjadi greader praktikum listrik perkapalan pada motor asinkron 1 fasa dan pnumatic trainer. Selain itu penulis juga aktif didalam Tim Roboboat ITS, penulis pernah menjuarai kompetisi roboboat tingkat Nasional dan juara 3 tingkat Internasional. Berikut kegiatan-kegiatan yang pernah dijalani oleh penulis selama perkuliahan :

- Staff Departemen Riset dan Teknologi HIMASISKAL FTK-ITS 2014-2015.
- Staff Departemen Riset dan Teknologi BEM FTK-ITS 2014-2015.
- Sie Perlengkapan GERIGI 2014.
- Panitia Marine Diesel Assembly Marine Icon 2014.
- Panitia Marine Diesel Assembly Marine Icon 2015.
- Kepala Divisi Roboboat UKM Robotika 2015-2016.
- Ketua Tim Barunastra Roboboat ITS 2015-2016.
- Anggota Bentley Student Ambassador 2016.