

SKRIPSI
DISTILASI AIR LAUT MENGGUNAKAN PELAT *ABSORBER*
FIN* TERINTEGRASI *PHASE CHANGE MATERIAL (PCM)
***STORAGE* PADA TIPE ATAP**

DISUSUN OLEH
FILDZAH FAUZAN MUHAMMAD
D211 15 503



DEPARTEMEN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2021

SKRIPSI

**DISTILASI AIR LAUT MENGGUNAKAN PELAT *ABSORBER FIN*
TERINTEGRASI *PHASE CHANGE MATERIAL (PCM) STORAGE* PADA
TIPE ATAP**

OLEH:

FILDZAH FAUZAN MUHAMMAD

D211 15 503

**Merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin
pada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin**

**DEPARTEMEN MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2021**

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

**DISTILASI AIR LAUT MENGGUNAKAN PELAT *ABSORBER FIN*
TERINTEGRASI *PHASE CHANGE MATERIAL (PCM) STORAGE* PADA
TIPE ATAP**

Disusun dan diajukan oleh :

FILDZAH FAUZAN MUHAMMAD

D211 15 503

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 19 Februari 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

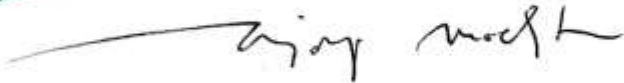
Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Dr. Eng. Jalaluddin, ST., MT.
19720825 200003 1 001



Dr. Eng. Andi Amijoyo Mochtar, S.T., M.Sc.
19571013 198703 1 001

Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Dr. Eng. Jalaluddin, ST., MT.
19720825 200003 1 001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fildzah Fauzan Muhammad
NIM : D211 15 503
Program Studi : Teknik Mesin
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya yang berjudul

Distilasi Air Laut Menggunakan Pelat *Absorber fin* Terintegrasi *Phase Change Material (PCM) Storage* pada Tipe Atap

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tuliskan ini benar-bear merupakan karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 19 Februari 2021

Yang membuat pernyataan,



Fildzah Fauzan Muhammad

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DATA DIRI

Nama lengkap : Fildzah Fauzan Muhammad

Nama Panggilan : Fildzah / Chiza

Tempat / Tanggal Lahir : Jakarta, 18 Juni 1997

Jenis Kelamin : Laki-Laki

Agama : Islam

Golongan Darah : O

Alamat : BTP Blok L no. 101 Tamalanrea, Makassar

Telepon / No. HP : 081285585037

E-mail : chisaracer4@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

- SDN Mangkura 1 Makassar (2003-2009)
- SMP Islam Athirah 1 Makassar (2009-2012)
- SMA Islam Athirah 1 Makassar (2012-2015)
- Universitas Hasanuddin (2015-2020)

RIWAYAT ORGANISASI

- HMM FT-UH
- KOMTEK 09 SMFT-UH

ABSTRAK

FILDZAH FAUZAN MUHAMMAD, Distilasi air laut menggunakan pelat *absorber fin* terintegrasi *PCM Storage* pada tipe atap (Dibimbing langsung oleh Dr. Eng. Jalaluddin, ST., MT. dan Dr. Eng. Andi Amijoyo Mochtar, ST., M.Sc)

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Energi Terbarukan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Tujuan penelitian ini membahas mengenai kinerja proses distilasi air laut dengan menggunakan pelat *absorber fin* dan PCM pada tipe atap dengan modifikasi pelat *absorber fin* yaitu konfigurasi H. Penelitian eksperimental ini berkaitan dengan pendekatan penerapan teknologi distilasi untuk masyarakat pesisir dimana saat ini masih mengalami kekurangan air bersih. Distilasi atau penyulingan adalah metode penguapan air laut dengan cara dipanaskan, kemudian uap air yang dihasilkan tersebut dikondensasikan/diembunkan sehingga didapatkan air tawar (fresh water). Untuk metode pengambilan data yang diperoleh berupa pengukuran temperatur di tiap bagian yang telah ditentukan, pengukuran intensitas radiasi matahari, kecepatan angin dan volume air distilasi. Kapasitas air laut dalam penelitian ini sudah ditentukan yaitu kapasitas 100%, kapasitas 65%, dan kapasitas 25% dengan masing-masing kapasitas 1 hari per 1 kapasitas. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa efisiensi dari alat distilasi tipe atap menggunakan pelat *absorber fin* dengan *PCM* dengan kapasitas 25% menghasilkan 36.63%, efisiensi pada kapasitas air laut 65% sebanyak 24.32% dan efisiensi pada kapasitas air laut 100% menghasilkan sebanyak 24.22%. Kemudian, Produktivitas air laut pada alat distilasi tipe atap pada kapasitas 100% menghasilkan 1083 ml, sedangkan pada kapasitas air laut 65% menghasilkan 735 ml, dan pada kapasitas 25% menghasilkan air laut sebanyak 993 ml sehingga hasil yang optimal diperoleh pada kapasitas air laut 25% dengan efisiensi yang tertinggi. Hal ini dikarenakan volume air laut yang digunakan proses distilasi cukup sedikit sehingga pelat *absorber fin* dapat menyerap panas yang lebih banyak.

Kata kunci : distilasi air laut, *PCM storage*, Produktivitas air, efisiensi

ABSTRACT

FILDZAH FAUZAN MUHAMMAD, Distillation of sea water using integrated PCM absorber fin plate on roof type (Supervised directly by Dr. Eng. Jalaluddin, ST., MT and Dr. Eng. Andi Amijoyo Mochtar, ST., M.Sc)

This research was conducted at the Renewable Energy Laboratory, Faculty of Engineering, Hasanuddin University. The purpose of this study is to discuss the performance of the seawater distillation process using the absorber fin plate and PCM on the roof type with a modified absorber fin plate, namely the H configuration. This experimental research is related to the approach of applying distillation technology for coastal communities where currently there are still shortages of clean water. Distillation or distillation is a method of evaporation of sea water by heating it, then the water vapor that is produced is condensed so that fresh water is obtained. For data collection methods obtained in the form of temperature measurement in each part that has been determined, measurement of solar radiation intensity, wind speed and volume of distilled water. The seawater capacity in this study has been determined, namely 100% capacity, 65% capacity, and 25% capacity with each capacity of 1 day per 1 capacity. The results showed that the efficiency of the roof type distillator using the absorber fin plate with PCM at 25% seawater capacity resulted in 36.63%, the efficiency at 65% seawater capacity was 24.32% and the efficiency at 100% seawater capacity resulted in 24.22%. Then, the productivity of sea water in the roof type distillation device at 100% capacity produces 1083 ml, while at 65% seawater capacity produces 735 ml, and at 25% capacity produces sea water as much as 993 ml So that optimal results are obtained at 25% seawater capacity with the highest efficiency. This is because the volume of sea water used by the distillation process is quite small so that the absorber fin plate can absorb more heat.

Keywords : solar distillation, PCM storage, Water productivity, efficiency

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya agar saya selaku penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi ini yang menjadi salah satu syarat kelulusan Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dan salam serta salawat kita sampaikan kepada junjungan kita nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat islam ke kehidupan yang lebih beradab. Saya menyadari dalam menyelesaikan skripsi dan penelitian ini tidaklah mudah, banyak hambatan dan masalah yang dihadapi hingga sampai ke titik ini. Namun berkat doa dan dukungan dari berbagai pihak akhirnya penelitian dan skripsi ini telah selesai. Pada kesempatan ini pula perkenankan penulis menghaturkan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian dan skripsi ini, ucapan terima kasih kepada:

1. Kepada Orang tua saya tercinta, Bapak Abdul Salam dan Alm. Ibu Nirwati, terima kasih atas semua kasih sayang, doa dan petuahnya yang tidak pernah putus. Terkhusus kepada ibu saya yang lebih duluan meninggalkan saya serta keluarga, walaupun ibu sudah di alam yang berbeda tapi saya tetap mengenang jasa-jasa beliau. Kalian adalah semangat penulis dalam menyelesaikan studi ini.
2. Kepada kakak satu-satunya saya Faradhiba Rezqi Abdul Salam dan kakak ipar saya Muh. Taufan terkhusus untuk keponakan saya Zia Emirfatah Muadz yang menjadi penyemangat, terima kasih doa dan dukungannya.
3. Bapak Dr-Eng. Jalaluddin, ST, MT. selaku Ketua Departemen Mesin FT-UH sekaligus pembimbing I yang selalu memberi saran dan masukan serta motivasinya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Eng. Andi Amijoyo Mochtar, S.T., M.Sc selaku pembimbing II, terima kasih atas saran dan masukkannya.
5. Prof. Dr-Ing. Ir. Wahyu Haryadi Piarah, MSME dan Dr. Ir. Zuryati Djafar, M.T. selaku dosen penguji tugas Akhir.

6. Seluruh staf administrasi Departemen Teknik Mesin (Pak Mansyur, Pak Irwan, Kak Suri serta yang lain) yang membantu mengurus administrasi penulis selama kuliah.
7. Saudara-saudara seperjuangan penulis Hydraulic 2015 yang sudah menjadi *support system* paling hebat yang selalu ada dalam suka maupun duka, yang bahkan saya tidak yakin bisa menyelesaikan penelitian ini dengan baik tanpa mereka.
8. Seluruh kanda senior serta adik-adik mahasiswa mesin yang turut membantu saat pengerjaan alat penelitian.
9. Penghuni laboratorium Energi Terbarukan, (Kak Naldi, Kak Anis, Lukman, Pudding, Emil, Anan, lulu dan Bob)
10. Keluarga besar HMM FT-UH yang menjadi tempat belajar dan bermain selama menempuh kuliah.
11. Keluarga besar KOMTEK 09 SMFT-UH yang menjadi tempat belajar menjadi enterpreneur serta kanda-kanda senior dan adik-adik yang telah mendoakan saya menyelesaikan studi S1.
12. Teman-teman semasa SD saya yang telah mendukung dan mendoakan saya.
13. Teman-teman Badminton saya, Emill, Heza, Irma, Bayu, Evan, Lukman Husain, Asruddin, Dewa, Jordi, Elvys yang turut mendukung saya selama menyelesaikan studi ini. Terkhusus kepada saudara saya Alm. Ridhani Rifki yang telah tiada selama KKN berlangsung semoga anda mendapat tempat disisi Allah SWT dan selalu ingat jasa-jasa dia selama hidupnya.
14. Saudara Muhammad Emill Juniar yang turut menjadi partner kerja skripsi hingga akhir.
15. Semua pihak yang tidak sempat disebutkan namanya satu per satu.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan kalian semua baik dengan pahala ataupun rejeki. penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga penulis dengan sangat terbuka menerima keritikan dan saran yang membangun untuk memperbaiki skripsi ini kedepanya, agar berguna bagi pembaca nantinya

Gowa, 19 Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
NOMENKLATUR	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Metode Perolehan Data	5
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Energi Matahari.....	7
2.1.1 Radiasi Matahari	7
2.1.2 Geometri Radiasi Matahari.....	7
2.1.3 Intensitas Radiasi Surya.....	8

2.2 Distilasi Surya.....	9
2.2.1 Distilasi dan Desalinasi.....	9
2.2.2 Prinsip Kerja	10
2.3 Tinjauan Perpindahan Panas pada Kolektor	11
2.3.1 Perpindahan Panas secara Konduksi pada Alat Distilasi Pelat Absorber Fin	11
2.3.2 Perpindahan Kalor secara Konveksi pada Alat Distilasi Pelat Absorber Fin .	13
2.3.3 Perpindahan Kalor secara Radiasi pada Alat Distilasi Pelat Absorber Fin	15
2.4 Phase Change Material (PCM).....	16
2.5 Parafin wax.....	18
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	20
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	20
3.3 Jenis Penelitian.....	20
3.4 Skema Instalasi Pengujian dan Titik Pengukuran.....	25
3.5 Pengambilan Data	25
3.6 Diagram Alir Penelitian	26
BAB 4 ANALISA DATA DAN PERHITUNGAN.....	
4.1 Analisa Hasil Pengujian Eksperimental	27
4.1.1 Perhitungan efisiensi alat distilasi pada kapasitas 100%	27
4.1.1.1 Perhitungan Geometri Radiasi Matahari	28
4.1.1.2 Perhitungan radiasi matahari pada bidang miring.....	29
4.1.1.3 Perhitungan laju perpindahan panas pada kolektor.....	30
4.1.2 Perhitungan efisiensi alat distilasi pada kapasitas 65%	38
4.1.2.1 Perhitungan Geometri Radiasi Matahari	39
4.1.2.2 Perhitungan radiasi matahari pada bidang miring.....	40

4.1.2.3 Perhitungan laju perpindahan panas pada kolektor	41
4.1.3 Perhitungan efisiensi alat distilasi pada kapasitas 25%	49
4.1.3.1 Perhitungan Geometri Radiasi Matahari	49
4.1.3.2 Perhitungan radiasi matahari pada bidang miring	51
4.1.3.3 Perhitungan laju perpindahan panas pada kolektor	52
4.2 Pembahasan.....	60
4.2.1 Rancang bangun.....	60
4.2.2 Gejala <i>Thermal</i>	61
4.2.3 Intensitas radiasi matahari	62
4.2.4 Temperatur air asin, kaca penutup bagian dalam, pelat absorber, PCM	65
4.2.5 Laju Produksi Air Kondensat	66
4.2.6 Efisiensi	67
BAB 5 PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Konduktivitas Termal	13
Tabel 2.2 Jenis-jenis PCM	18
Tabel 2.3 Sifat Fisik Lilin Parafin.....	19

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Prinsip Kerja.....	10
Gambar 2.2 Perpindahan panas konduksi pada dinding distilasi tipe atap	11
Gambar 2.3 Perpindahan Panas Secara Konveksi.....	14
Gambar 2.4 Konveksi Paksa dan Bebas.....	15
Gambar 2.5 Perpindahan panas Secara Radiasi	16
Gambar 3.1 Alat Distilasi Pelat <i>Absorber</i> berbentuk <i>fin</i> dengan <i>PCM storage</i>	21
Gambar 3.2 Skema Alat Distilasi Tipe Atap.....	22
Gambar 3.3 Data Logger GL820 Termokopel.....	23
Gambar 3.4 Termokopel	24
Gambar 3.5 <i>Weather station</i> (a) dan Komputer (b)	24
Gambar 3.6 Gelas Ukur.....	25
Gambar 3.7 Skema Instalasi Pengujian.....	25
Gambar 4.1 Alat Distilasi Pelat <i>Absorber fin</i> dengan <i>PCM</i>	60
Gambar 4.2 Gejala <i>Thermal</i>	61
Gambar 4.3 Grafik Intensitas Matahari tanggal 13-15 Agustus 2020	62
Gambar 4.4 Grafik Temperatur Air Asin dan Temperatur Kaca Dalam Tanggal 14 Agustus 2020 pada kapasitas 100%	63
Gambar 4.5 Grafik Temperatur Air Asin dan Temperatur Kaca Dalam Tanggal 15 Agustus 2020 pada kapasitas 65%	64
Gambar 4.6 Grafik Temperatur Air Asin dan Temperatur Kaca Dalam Tanggal 15 Agustus 2020 pada kapasitas 25%	65
Gambar 4.7 Grafik Volume Air Distilasi pada Tanggal 13-15 Agustus 2020.....	66
Gambar 4.8 Grafik Efisiensi pada Tanggal 13-15 Agustus 2020	67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Sifat Air dan Uap Jenuh	72
Lampiran 2 Data Tanggal 13 Agustus 2020 kapasitas 100%	73
Lampiran 3 Data Tanggal 14 Agustus 2020 kapasitas 65%	74
Lampiran 4 data Tanggal 15 Agustus 2020 kapasitas 25%	75

NOMENKLATUR

Simbol	Keterangan	Satuan
I_g	Intensitas Matahari	W/m^2
V	Kecepatan Angin	m/s
ρ	Densitas Air	kg/m^3
C_p	Kalor Spesifik Udara	$kJ/kg.K$
A_p	Luas Kolektor	m^2
T_{abs}	Temperatur Pelat Absorber	$^{\circ}C, K$
T_{atm}	Temperatur Udara Luar	$^{\circ}C, K$
T_{g-i}	Temperatur Kaca Luar	$^{\circ}C, K$
T_{g-o}	Temperatur Kaca Dalam	$^{\circ}C, K$
T_w	Temperatur Air Payau	$^{\circ}C, K$
I_t	Fluks Permukaan Miring	W/m^2
σ	konstanta Stefan-Boltzman = $5,6697 \times 10^{-8}$	$W/m^2.K^4$
$h_{rad\ b-a}$	Koefisien Radiasi Air-Kaca Penutup	$W/m^2.K$
$h_{konv\ b-a}$	Koefisien Konveksi Air-Kaca Penutup	$W/m^2.K$
$h_{konv\ g-a}$	Koefisien Konveksi Kaca-Lingkungan	$W/m^2.K$
$h_{rad\ g-a}$	Koefisien Radiasi Kaca-Lingkungan	$W/m^2.K$
$q_{rad\ b-a}$	Laju Perpindahan Radiasi Air-Kaca Penutup	W
$q_{konv\ b-a}$	Laju Perpindahan Konveksi Air-Kaca Penutup	W
q_{evp}	Laju Evaporasi Air-Kaca Penutup	W

$q_{\text{rad g-a}}$	Laju Perpindahan Radiasi Kaca-Lingkungan	W
$q_{\text{konv g-a}}$	Laju Perpindahan Konveksi Kaca-Lingkungan	W
\dot{m}_{act}	Produktivitas Aktual	kg
η_{th}	Efisiensi Sesaat	%
η_{act}	Efisiensi Aktual	%

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber kehidupan makhluk hidup di bumi ini, sehingga sangat bergantung dengan adanya sumber air. Karena air banyak digunakan untuk kehidupan sehari-hari seperti, masak, minum, mandi, mencuci, aliran irigasi dll. Di setiap daerah memiliki sumber air yang berbeda-beda. Banyak daerah-daerah yang mempunyai potensi air tawar cukup, tetapi tidak jarang dijumpai daerah-daerah yang mempunyai potensi air tawar yang sangat kecil, bahkan pada waktu-waktu tertentu mengalami kekurangan air. Air bersih merupakan salah satu kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk maka kebutuhan masyarakat akan air menjadi semakin meningkat. Dalam beberapa tahun terakhir ini air bersih menjadi sesuatu yang langka dan mahal harganya, terutama pada waktu musim kemarau yang panjang. Tahun 2009 penduduk Indonesia telah mencapai lebih dari 250 juta jiwa. Jumlah penduduk yang terus bertambah dari tahun ke tahun berpengaruh pada semakin bertambah pula kebutuhan akan air bersih. Di sisi lain kebutuhan air bersih di Indonesia masih terdapat banyak kendala, salah satunya yaitu pemenuhan air bersih di daerah pesisir. Indonesia yang merupakan negara maritim, memiliki wilayah dengan luas daratan 1,9 juta km² dan lautan 5,8 juta km². Perubahan kondisi alam/lingkungan dan eksploitasi daratan yang besar menyebabkan banyak daerah pesisir di Indonesia yang air tanahnya telah terinfiltrasi oleh air laut. Di daerah yang dekat dengan pantai, ketersediaan air laut cukup melimpah, namun untuk dapat mengkonsumsi air laut perlu adanya pemrosesan atau pengolahan air laut menjadi air tawar yang bersih. Ada berbagai cara pengolahan air laut yang biasa digunakan diantaranya adalah distilasi, *reverse osmosis (RO)*. Alternatif yang lebih mudah yaitu dengan cara distilasi.

Air pernah dianggap sebagai sumber daya tidak terbatas. Pada zaman sekarang hal tersebut tidak berlaku lagi. Sekitar 70% permukaan bumi diselimuti dengan air yang jumlahnya sekitar 1,4 ribu juta km³, yang terdiri dari 97,5% air garam dan 2,5% air tawar. Sekitar 75% dari air tawar terkandung dalam es, 24% terletak di bawah tanah sebagai air tanah, dan 1% dari total air tawar ditemukan di danau, sungai dan tanah. Jadi meskipun tampaknya air sangat melimpah, tetapi pada kenyataannya hanya sebagian kecil saja dari jumlah ini yang benar-benar dimanfaatkan, yaitu kira-kira hanya 0,003%. Sebagian besar air, kira-kira 97,50%, ada dalam samudera atau laut dan dengan kadar garam yang tinggi.

Krisis air bersih masih menjadi persoalan yang belum terpecahkan. Menurut Juwaini (2013), Air Untuk Kehidupan Mengairi Negeri Mengantar Kehidupan yaitu dari sekitar dua ratus enam puluh jutaan orang Indonesia, hanya 20% yang memiliki akses ke air bersih. Adapun sisanya, atau sekitar 80% masyarakat Indonesia masih mengkonsumsi air yang tidak layak untuk kesehatan. Padahal jika dilihat dari segi geografis Indonesia merupakan negara kepulauan yang 2/3 bagiannya merupakan laut atau sekitar 3.288.683 km². Pemanfaatan air laut untuk memenuhi kebutuhan manusia memerlukan penanganan khusus dikarenakan air laut mengandung 3,5% garam terutama untuk pemanfaatan air laut sebagai air minum, diperlukan proses pemisahan antara air dan garam. Adapun contoh kasus yang kami dapat ialah kekurangan air bersih di pulau Bontosua. Warga pulau Bontosua harus berlayar ke Makassar untuk membeli air bersih sebanyak 10 liter. Itupun air bersih yang warga peroleh dipakai selama lima hari hanya untuk kebutuhan memasak dan minum.

Indonesia terletak di garis katulistiwa, sehingga potensi energi matahari cukup tinggi. Karena matahari terus ada sepanjang tahun, dengan rata-rata bersinar 6 hingga 8 jam perhari. Berdasarkan data dari Dewan Energi Nasional, potensi energi matahari di Indonesia mencapai rata-rata sekitar 4.8 kWh/m²/hari, setara 112.000 GWp jika dibandingkan dengan potensi luasan lahan di Indonesia atau sepuluh kali lipat dari potensi Eropa.

Dari dua potensi sumber daya alam di atas, yaitu air laut yang tersedia secara berlimpah dan energi radiasi matahari yang tersedia secara cuma-cuma, maka kita dapat melakukan distilasi air laut menjadi air tawar dengan menggunakan peralatan sederhana yang dikenal sebagai distilasi surya. Distilasi surya merupakan salah satu solusi yang tepat untuk digunakan dan dikembangkan. (Astawa, 2008).

Distilasi surya yang digunakan selama ini umumnya menggunakan *absorber* dengan bentuk pelat datar yang di cat hitam sebagai penyerap matahari. Pada penelitian kali ini peneliti akan menggunakan absorber dengan bentuk *v-corroged*. M. Syahri, (2011) berpendapat bahwa penggunaan *absorber* dengan bentuk gelombang (separuh elips melintang) menghasilkan laju penguapan yang tinggi dibandingkan dengan *absorber* dengan bentuk pelat datar hal ini dikarenakan luasan penyinaran efektif atau luas pelat pada absorber pelat bergelombang lebih luas dibandingkan pelat datar.

Sugeng Abdullah (2005) telah melakukan pengujian pada beberapa distilator surya pelat datar dengan luasan yang berbeda dan mendapatkan hasil bahwa distilator dengan luasan paling besar yang menghasilkan jumlah penguapan yang tinggi.

Untuk memaksimalkan penyimpanan panas pada tangki penyimpanan air panas adalah dengan memanfaatkan material perubah fasa (*Phase Change Material, PCM*) sebagai material penyimpan panas. Kebanyakan dilakukan untuk pemanfaatan material penyimpan panas dari hidrat garam, parafin dan senyawa organik (Abhat, 1981).

Syahril Gultom (2013) melakukan pengujian pemanas air tenaga surya disertai dengan PCM. Hasil pengujian beliau menunjukkan meskipun temperatur udara luar relatif rendah kurang dari 308 K (35 °C), tetapi temperatur di dalam solar kolektor mencapai 380 K (107 °C). hal ini dikarenakan sistem isolasi pada dinding dapat menahan panas di dalam kolektor meskipun digunakan untuk melelehkan PCM. Sebagai catatan titik leleh PCM hanyalah 53 °C.

Oleh sebab itu, titik tolak dari latar belakang tersebut, maka kami akan melakukan penelitian distilasi dengan pelat *absorber fin* terintegrasi *Phase Change Material (PCM) storage* pada *pyramid solar still*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan kesimpulan pada identifikasi dari latar belakang masalah, maka perumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang bangun alat distilasi tipe atap dengan menggunakan pelat *absorber fin*?
2. Bagaimana menghitung efisiensi alat distilasi tipe atap dengan menggunakan pelat *absorber fin*?
3. Bagaimana menghitung laju produksi pada alat distilasi tipe atap dengan menggunakan pelat *absorber fin* (L/jam/hari)?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, maka tujuan yang akan dicapai sebagai berikut :

1. Membuat rancang bangun alat distilasi tipe atap dengan menggunakan pelat *absorber fin*
2. Menghitung efisiensi pada alat distilasi tipe atap dengan menggunakan pelat *absorber fin*
3. Menghitung laju produksi air pada alat distilasi tipe atap dengan menggunakan pelat *absorber fin*.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini antara lain :

1. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Energi Terbarukan, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Pengujian dilakukan dengan menggunakan air laut dengan variasi kapasitas 100%, 65% dan 25% dari volume total.
3. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat distilasi tipe atap dengan menggunakan pelat *absorber fin*

1.5 Manfaat penelitian

1. Manfaat penelitian ini bagi ilmu pengetahuan.
 - a. Untuk menambah wawasan pengetahuan dan perbendaharaan ilmu tentang distilasi air laut dengan menggunakan *absorber fin*.
 - b. Dari hasil penelitian diharapkan dapat memberi referensi untuk riset selanjutnya yang kaitannya dengan distilasi air laut dengan menggunakan *absorber fin*.
2. Manfaat penelitian ini bagi masyarakat
 - a. Dari hasil penelitian diharapkan dapat dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir laut yang kekurangan air bersih.
 - b. Dapat dimanfaatkan oleh pemerintah setempat agar dapat dikembangkan sebagai bahan kemajuan dan peningkatan fasilitas bagi masyarakat pesisir laut.

1.6 Metode Perolehan Data

Dalam penyusunan tugas akhir ini metode yang dipakai meliputi : 1. Metode Literatur Pengumpulan bahan-bahan di peroleh dari mempelajari buku-buku referensi penunjang di perpustakaan yang menyangkut hal-hal yang akan dibahas serta membandingkan dan menerapkan pada permasalahan yang ada. 2. Metode Observasi Di dalam metode ini, pengumpulan data dilakukan dengan cara pengamatan langsung pada alat dan bahan.

1.7 Sistematika Penulisan

Agar memperoleh pembahasan yang terarah, maka sistematika penulisan dilakukan dengan cara membagi menjadi beberapa bagian, yaitu :

1. Bagian Awal

Bagian awal terdiri atas judul, pengesahan, motto, persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, daftar lampiran, daftar notasi, abstrak.

2. Bagian Isi Skripsi

Bagian ini terdiri atas 5 bab, yaitu :

BAB 1 PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode perolehan data dan sistematika penulisan.

BAB 2 DASAR TEORI

Berisi tentang teori-teori yang berkaitan dengan penelitian alat uji distilasi air laut dan perpindahan kalor yang bersumber dari literatur dan buku yang berkaitan dengan masalah yang dibahas.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Berisi tentang diagram alir penelitian, bahan dan alat penelitian, prosedur penelitian dan analisa data.

BAB 4 ANALISA DATA DAN PERHITUNGAN

Berisi tentang hasil penelitian, perhitungan dan pembahasan

BAB 5 PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan saran.

BAGIAN AKHIR

Bagian akhir terdiri atas daftar pustaka dan lampiran.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi Matahari

Matahari memancarkan energy dalam bentuk radiasi elektromagnetik. Radiasi matahari yang sampai ke permukaan bumi disebut dengan *insolation (incoming solar radiation)* yang mengalami penyerapan (absorpsi), pemantulan, hamburan, dan pemancaran kembali atau reradiasi. Radiasi tersebut hanya sekitar 50% yang dapat diserap oleh bumi. (Rocky Alfanz. 2005).

2.1.1 Radiasi Matahari

Radiasi matahari adalah sinar yang dipancarkan dari matahari kepermukaan bumi, yang disebabkan oleh adanya emisi bumi dan gas pijar panas matahari. Radiasi dan sinar matahari dipengaruhi oleh berbagai hal sehingga pancarannya yang sampai di permukaan bumi sangat bervariasi. Penyebabnya adalah kedudukan matahari yang berubah-ubah, revolusi bumi, dan lain sebagainya. Walaupun cuaca cerah dan sinar matahari tersedia banyak, besarnya radiasi tiap harinya selalu berubah-ubah.

2.1.2 Geometri Radiasi Matahari

Untuk mengetahui energi radiasi yang jatuh pada permukaan bumi dibutuhkan beberapa parameter letak kedudukan dan posisi matahari, hal ini perlu untuk mengkonversikan harga fluks berkas yang diterima dari arah matahari menjadi hubungan harga ekuivalen ke arah normal permukaan. Berikut ini adalah beberapa definisi yang digunakan, antara lain :

- a. Sudut datang θ adalah sudut antara sinar datang dengan normal pada permukaan pada sebuah bidang.
- b. Sudut latitude ϕ pada suatu tempat adalah sudut yang dibentuk oleh garis radial ke pusat bumi pada suatu lokasi dengan proyeksi garis pada bidang equator. Sudut deklinasi berubah harga maksimum +23,450 pada tanggal 21 Juni ke harga

minimum -23,450 pada tanggal 21 Desember. Deklinasi 00 terjadi pada tanggal 21 Maret dan 22 Desember.

- c. Sudut Zenit $Z \theta$ adalah sudut yang dibuat oleh garis vertikal ke arah zenit dengan garis ke arah titik pusat matahari.
- d. Sudut Azimuth $Z \delta$ adalah sudut yang dibuat oleh garis bidang horizontal antara garis selatan dengan proyeksi garis normal pada bidang horizontal. Sudut azimuth positif jika normal adalah sebelah timur dari selatan dan negatif pada sebelah barat dan selatan.
- e. Sudut latitude α adalah sudut yang di buat oleh garis ke titik pusat matahari dengan garis proyeksi nya pada bidang horizontal.
- f. Sudut kemiringan (slope) β adalah sudut kemiringan yang di buat oleh permukaan bidang dengan horizontal.

2.1.3 Intensitas Radiasi Surya

Karena adanya perubahan letak matahari terhadap bumi maka intensitas radiasi surya yang tiba dipermukaan bumi juga berubah-ubah. Maka berkaitan dengan hal tersebut di atas radiasi surya yang tiba pada suatu tempat di permukaan bumi dapat kita bedakan menjadi 2 yaitu:

a. Radiasi Langsung (*direct radiation*)

Intensitas radiasi langsung atau sorotan per jam pada sudut masuk normal I_{bn} dari persamaan berikut ini :

$$I_{bn} = \frac{I_b}{\cos \theta_z} \quad (1)$$

Dimana I_b adalah radiasi sorotan pada sumbu permukaan horisontal dan $\cos \theta_z$ adalah sudut zenit. Dengan demikian, untuk suatu permukaan yang dimiringkan dengan sudut β terhadap bidang horisontal, intensitas dari komponen sorotan adalah :

$$I_{bt} = I_{bn} \cos \theta_T = I_b \frac{\cos \theta_T}{\cos \theta_z} \quad (2)$$

Dimana θ_T disebut sudut masuk, dan didefinisikan sebagai sudut antara arah sorotan pada sudut masuk normal dan arah komponen tegak lurus (900) pada permukaan bidang miring.

Proses pemanasan secara langsung diantaranya melalui proses absorpsi, refleksi dan difusi.

Absorpsi adalah penyerapan panas matahari oleh unsur-unsur di atmosfer yang menyerap radiasi tersebut seperti oksigen, nitrogen, ozon, hidrogen dan debu.

Refleksi adalah pemanasan matahari oleh udara/atmosfer kemudian dipantulkan kembali ke angkasa oleh butir-butir air di atmosfer.

Difusi adalah proses penyebaran sinar/panas matahari ke segala arah oleh atmosfer. Sinar gelombang pendek warna biru merupakan gelombang yang dihamburkan paling baik oleh lapisan udara sehingga langit akan berwarna biru pada siang hari.

b. Radiasi tidak langsung adalah proses pemanasan secara tidak langsung terjadi melalui beberapa proses seperti konduksi, konveksi, adveksi dan turbulensi.

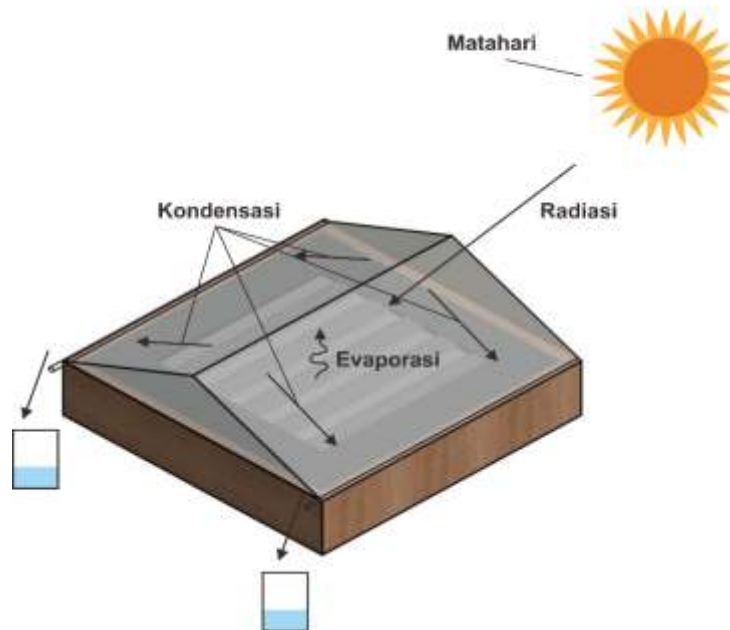
2.2 Distilasi Surya

2.2.1 Distilasi dan Desalinasi

Distilasi adalah suatu proses pemisahan zat cair atau campuran uap air menjadi fraksi komponen murni yang diinginkan yang menggunakan pemanasan. Distilasi merupakan salah satu metode desalinasi. Desalinasi merupakan proses penurunan kadar garam terlarut. Proses ini banyak digunakan untuk menghasilkan air tawar (kadar garam terlarut <500 ppm). Air yang dapat didesalinasi dapat berupa air laut, air payau, air limbah maupun air di daerah-daerah dengan kadar garam tinggi.

Desalinasi adalah proses yang menghilangkan kadar garam berlebih dalam air untuk mendapatkan air yang dapat dikonsumsi binatang, tanaman dan manusia. Seringkali proses ini juga menghasilkan garam dapur sebagai hasil sampingan.

2.2.2 Prinsip Kerja



Gambar 2.1 Skema prinsip kerja

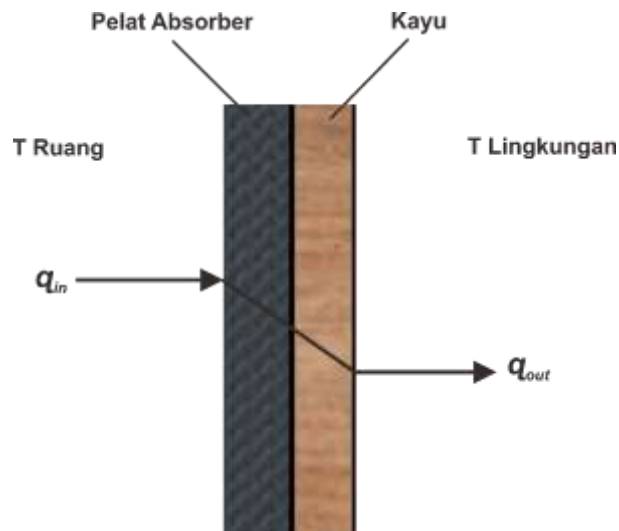
Prinsip kerja pada penelitian ini diawali dengan proses radiasi. Dimana Intensitas radiasi matahari akan mengenai permukaan kaca penutup (atap) sebagian diserap oleh kaca penutup dan sebagian lagi akan ditransmisikan masuk ke dalam kolektor seperti pada **Gambar 2.1**. Intensitas tersebut akan diserap oleh air yang berada di pelat *absorber fin*. Air pada pelat *absorber fin* akan mengalami evaporasi dan selanjutnya uap akan mengalami kondensasi pada bagian dalam kaca penutup yang memiliki temperatur lebih rendah dibandingkan temperatur ruang di dalam kolektor. Kaca penutup dimiringkan sebesar $10-15^\circ$ sehingga memungkinkan air yang terkondensasi mengalir ke saluran distilasi. Apabila kemiringan kaca dibawah dari nilai tersebut dapat mengakibatkan menetesnya kembali air yang telah diembunkan ke dalam pelat *absorber fin*, sedangkan bila kemiringan kaca diatas dari nilai tersebut maka intensitas radiasi matahari yang diterima oleh pelat *absorber fin* akan semakin sedikit. Pada bagian dalam kaca penutup akan timbul titik – titik air kondensat dan akan mengalir

ke saluran air kondensat karena kemiringan dari kaca penutup dan adanya gaya grafitasi. Air tersebut selanjutnya mengalir ke dalam bak penampungan.

2.3 Tinjauan Perpindahan Panas pada Kolektor

2.3.1 Perpindahan Panas secara Konduksi pada Alat Distilasi Pelat *Absorber Fin*

Perpindahan kalor secara konduksi adalah proses perpindahan kalor dimana kalor mengalir dari daerah yang bertemperatur tinggi ke daerah yang bertemperatur rendah dalam suatu medium (padat, cair atau gas) atau antara medium-medium yang berlainan yang bersinggungan secara langsung sehingga terjadi pertukaran energi dan momentum seperti pada **Gambar 2.2**.



Gambar 2.2 Perpindahan Panas Konduksi pada Dinding Distilasi Tipe Atap

Laju perpindahan panas yang terjadi pada perpindahan panas konduksi adalah berbanding dengan gradien temperatur normal sesuai pada persamaan 3 (J.P. Holman, 1994).

$$q_{kond} = -kA \frac{dT}{dx} \quad (3)$$

Keterangan :

q_{kond} = Laju Perpindahan Panas (kj / det,W)

k = Konduktifitas Termal (W/m.°C)

A = Luas Penampang (m²)

dT = Perbedaan Temperatur (°C)

dx = Perbedaan Jarak (m / det)

ΔT = Perubahan Temperatur (°C)

dT/dx = gradient temperatur kearah perpindahan kalor.konstanta positif "k" disebut konduktifitas atau kehantaran termal benda itu, sedangkan tanda minus disisipkan agar memenuhi hokum kedua termodinamika, yaitu bahwa kalor mengalir ketempat yang lebih rendah dalam skala temperatur.

Hubungan dasar aliran panas melalui konduksi adalah perbandingan antara laju aliran panas yang melintasi permukaan isothermal dan gradient yang terdapat pada permukaan tersebut berlaku pada setiap titik dalam suatu benda pada setiap titik dalam suatu benda pada setiap waktu yang dikenal dengan hukum fourier.

Dalam penerapan hukum Fourier pada suatu dinding datar, jika persamaan tersebut diintegrasikan maka akan didapatkan :

$$q_{kond} = -kA (T_2 - T_1) \quad (4)$$

Bilamana konduktivitas termal (*thermal conductivity*) dianggap tetap. Tebal dinding adalah Δx , sedangkan T_1 dan T_2 adalah temperatur muka dinding. Jika konduktivitas berubah menurut hubungan linear dengan temperatur, seperti , maka persamaan aliran kalor menjadi :

$$q_{kond} = -\frac{k_0 A}{\Delta x} [T_2 - T_1 + \frac{\beta}{2} (T_2^2 - T_1^2)] \quad (5)$$

Konduktivitas Termal Tetapan kesebandingan (k) adalah sifat fisik bahan atau material yang disebut konduktivitas termal seperti pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Konduktivitas termal

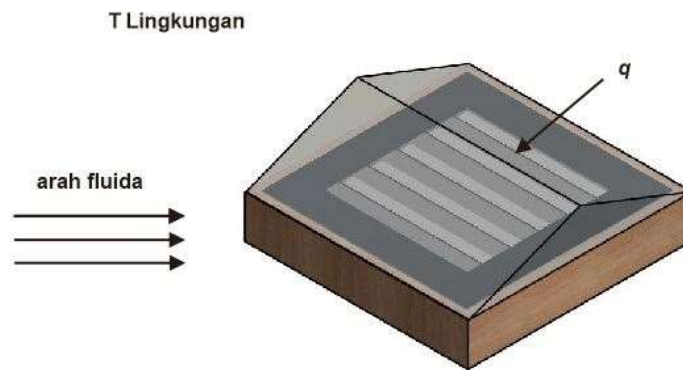
Konduktivitas termal		
<i>K</i>		
Bahan	W/m, °C	Btu/h.ft. °F
<i>logam</i>		
Perak (murni)	410	237
tembaga (murni)	385	223
aluminium (murni)	202	117
nikel (murni)	93	54
besi (murni)	73	42
baja karbon, 1% C	43	25
timbal (murni)	35	20.3
baja karbon-nikel (18% cr, 18% ni)	16.3	9.4
<i>bukan logam</i>		
kuarsa (sejajar sumbu)	41.6	24
magnesit	4.15	2.4
marmar	2.08-2.94	1.2-1.7
batu pasir	1.83	1.06
kaca, jendela	0.78	0.45
kayu maple atau ek	0.17	0.096
serbuk gergaji	0.059	0.034
wol kaca	0.038	0.022
<i>zat cair</i>		
air-raksa	8.21	4.74
air-raksa	0.556	0.327
amonia	0.540	0.312
minyak lumas, SAE 50	0.147	0.085
freon 12, 22FCCI	0.073	0.042
<i>gas</i>		
hidrogen	0.175	0.101
helium	0.141	0.081
udara	0.024	0.0139
uap air (jenuh)	0.0206	0.0119
karbon dioksia	0.0146	0.00844

Berdasarkan rumusan itu maka dapatlah dilaksanakan pengukuran dalam percobaan untuk menentukan konduktivitas termal berbagai bahan. Pada umumnya konduktivitas termal itu sangat tergantung pada temperatur.

2.3.2 Perpindahan Kalor secara Konveksi pada Alat Distilasi Pelat *Absorber* *Fin*

Konveksi adalah perpindahan panas karena adanya gerakan/aliran/pencampuran dari bagian panas ke bagian yang dingin. Contohnya adalah kehilangan

panas dari radiator mobil dan pendinginan dari secangkir kopi. Menurut cara menggerakkan alirannya, perpindahan panas konveksi diklasifikasikan menjadi dua, yakni konveksi bebas (*free convection*) dan konveksi paksa (*forced convection*). Bila gerakan fluida disebabkan karena adanya perbedaan kerapatan karena perbedaan temperatur, maka perpindahan panasnya disebut sebagai konveksi bebas (*free/natural convection*). Bila gerakan fluida disebabkan oleh gaya pemaksa/eksitasi dari luar, misalkan dengan pompa atau kipas yang menggerakkan fluida sehingga fluida mengalir di atas permukaan, maka perpindahan panasnya disebut sebagai konveksi paksa (*forced convection*)



Gambar 2.3. Perpindahan Panas secara Konveksi

Proses pemanasan atau pendinginan fluida yang mengalir didalam saluran tertutup seperti pada gambar di atas merupakan contoh proses perpindahan panas. Laju perpindahan panas pada beda temperatur tertentu dapat dihitung dengan persamaan 6. (J.P. Holman,1994)

$$q_{konv} = -hA (T_w - T_{\infty}) \quad (6)$$

Keterangan :

q_{konv} = Laju Perpindahan Panas (kj/det atau W)

h = Koefisien perpindahan Panas Konveksi (W / m² . °C)

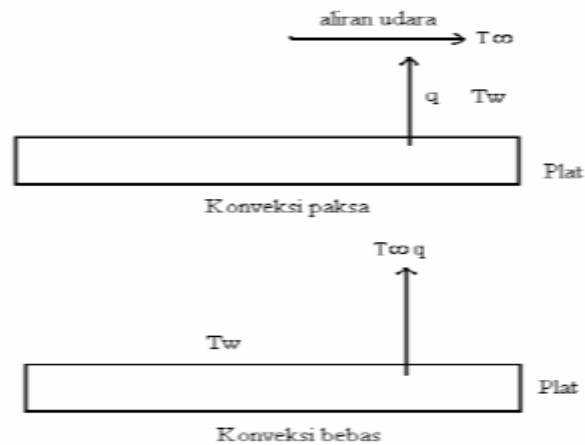
A = Luas Bidang Permukaan Perpindahan Panas (ft² , m²)

T_w = Temperatur Dinding (°C)

T_{∞} = Temperatur Sekeliling (°C)

Tanda minus (-) digunakan untuk memenuhi hukum II thermodinamika, sedangkan panas yang dipindahkan selalu mempunyai tanda positif (+).

Koefisien pindah panas permukaan h , bukanlah suatu sifat zat, akan tetapi menyatakan besarnya laju pindah panas didaerah dekat pada permukaan itu.

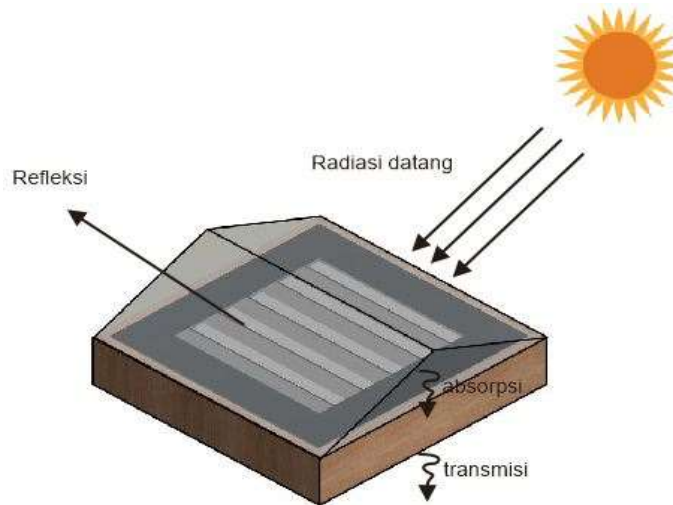


Gambar 2.4 Konveksi Paksa dan Konveksi Bebas

Perpindahan konveksi paksa dalam kenyataannya sering dijumpai, karena dapat meningkatkan efisiensi pemanasan maupun pendinginan satu fluida dengan fluida yang lain.

2.3.3 Perpindahan Kalor secara Radiasi pada Alat Distilasi Pelat *Absorber Fin*

Perpindahan panas radiasi adalah proses di mana panas mengalir dari benda yang bertemperatur tinggi ke benda yang bertemperatur rendah bila benda-benda itu terpisah di dalam ruang, bahkan jika terdapat ruang hampa di antara benda - benda tersebut.



Gambar 2.5 Perpindahan Panas secara Radiasi

Energi radiasi dikeluarkan oleh benda karena temperatur, yang dipindahkan melalui ruang antara, dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Bila energi radiasi menimpa suatu bahan, maka sebagian radiasi dipantulkan, sebagian diserap dan sebagian diteruskan. Sedangkan besarnya energi (J.P. Holman, 1994).

$$Q_{\text{pancaran}} = \sigma AT^4 \quad (7)$$

dimana :

Q_{pancaran} = laju perpindahan panas (W)

σ = konstanta boltzman ($5,669 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$)

A = luas permukaan benda (m^2)

T = temperatur absolut benda ($^{\circ}\text{C}$)

2.4 Phase Change Material (PCM)

Phase Change Material (PCM) Penyimpanan energi bisa dilakukan dalam bentuk panas sensibel, panas laten, atau hasil energi kimia yang dapat balik (reversibel). Energi yang disimpan tersebut tidak hanya digunakan untuk memanaskan suatu fluida, tetapi juga mampu untuk mendinginkan atau mempertahankan temperatur suatu fluida agar tetap konstan. Penyimpanan energi kimia belum digunakan secara praktis. Hal ini disebabkan biaya dan penggunaannya memerlukan perhatian khusus. Saat ini,

penelitian tentang material penyimpan panas dipusatkan pada panas sensibel dan panas laten.(Firmansyah dkk, 2013)

a. Panas Laten

Suatu bahan biasanya mengalami perubahan temperatur bila terjadi perpindahan panas antara benda dengan lingkungannya. Pada suatu situasi tertentu, aliran panas ini tidak merubah temperaturnya. Hal ini terjadi bila bahan mengalami perubahan fasa. Misalnya padat menjadi cair (mencair), cair menjadi uap (mendidih) dan perubahan struktur kristal (zat padat). Energi yang diperlukan disebut panas transformasi. Energi yang diperlukan disebut kalor transformasi. Kalor yang diperlukan untuk merubah fasa dari materi bermassa m adalah (Firmansyah dkk, 2013):

$$Q = mL_e \quad (8)$$

Dimana :

- Q = Kalor laten zat (J)
- L_e = Kapasitas kalor spesifik laten (J/kg) m
- m = Massa zat (kg)

b. Panas Sensibel

Tingkat panas atau intensitas panas dapat diukur ketika panas tersebut merubah temperatur dari suatu benda. Perubahan intensitas panas dapat diukur dengan termometer. Ketika perubahan temperatur didapatkan, maka dapat diketahui bahwa intensitas panas telah berubah dan disebut sebagai panas sensibel. Dengan kata lain, panas sensibel adalah panas yang diberikan atau yang dilepaskan oleh suatu jenis fluida sehingga temperaturnya naik atau turun tanpa menyebabkan perubahan fasa fluida tersebut. Material yang digunakan sebagai PCM harus memiliki panas laten yang besar dan konduktifitas termal yang tinggi. PCM tersebut juga harus memiliki temperatur titik cair yang bekerja pada rentang temperatur yang diizinkan, reaksi kimia yang stabil, biaya rendah, tidak beracun, dan tidak menyebabkan korosi.(Firmansyah dkk, 2013)

$$Q = mC\Delta T \quad (9)$$

Dimana,

- Q = Kalor laten zat (J)
- C = Kapasitas kalor spesifik Sensibel (J/kg)
- m = Massa zat (kg)
- ΔT = Perbedaan temperatur ($^{\circ}\text{C}$)

Tabel 2.2. Jenis-jenis PCM

Jenis PCM	Titik leleh ($^{\circ}\text{C}$)	Panas peleburan laten (kJ/kg)
Parafin	47,5	232
Azobenzene	67,1	121
Acetic acid	16,7	184
$\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	14	109
Galium	30	80,3
$\text{CaCl}_2 + \text{MgCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$	14,4	140

2.5 Parafin wax

Lilin Parafin, merupakan hidrokarbon jenuh dengan rantai terbuka dan merupakan senyawa alkana. Lilin parafin adalah campuran senyawa hidrokarbon alkana yang mengandung 21- 50 atom karbon. Ketika pemisahan residu minyak bumi, jumlah atom karbon pada lilin parafin berkisar 40-50 atom. Komposisi dari setiap anggota senyawa alkana tersebut menyesuaikan dengan rumus $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, yang mana n adalah jumlah atom karbon dalam molekul. Lilin parafin adalah suatu campuran dari hidrokarbon yang dipenuhi massa molekular yang tinggi, diproduksi selama penyulingan dari minyak/petroleum. Lilin parafin, terbaru dari petroleum, memiliki nilai yang paling komersial. Adapun sifat fisiknya adalah (Yoshua, dkk,2012).

Tabel 2.3. Sifat fisik lilin parafin

Sifat fisik	Nilai
Melting	40°C - 53°C
Heat of fusion (hf)	251 kJ/kg
Cp (solid)	1,92 kJ/kg.K
Cp (liquid)	3,26 kJ/kg.K
k (solid)	0,514W/m.K
k (liquid)	0,224W/m.K
ρ (density)	830 kg/m ³