

SKRIPSI

**DISTILASI AIR LAUT MENGGUNAKAN PELAT *ABSORBER*
DATAR PADA MODEL ATAP**

OLEH:

MUHAMMAD EMILL JUNIAR

D211 15 319



DEPARTEMEN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2021

SKRIPSI

**DISTILASI AIR LAUT MENGGUNAKAN PELAT *ABSORBER*
DATAR PADA MODEL ATAP**

**OLEH:
MUHAMMAD EMILL JUNIAR
D211 15 319**

**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* DATAR
PADA TIPE ATAP**

Disusun dan diajukan oleh :

MUHAMMAD EMILL JUNIAR

D211 15 319

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 Amijowo 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 : Muhammad Emill Juniar

NIM : D211 15 319

Program Studi : Teknik Mesin

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya yang berjudul

Distilasi Air Laut Menggunakan Pelat *Absorber* Datar Pada Tipe Atap

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



Muhammad Emill Juniar

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DATA DIRI

Nama lengkap : Muhammad Emill Juniar
Nama Panggilan : Emill
Tempat / Tanggal Lahir : Polewali, 06 Juni 1998
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
Golongan Darah : A
Alamat : Jl. Borong Raya Komp. Delta Mas II C1/5
Telepon / No. HP : 082 296 373 098
E-mail : emilljuniar@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

- SDN 15 Palu (2003-2009)
- SMP Negeri 1 Palu (2009-2012)
- SMA Negeri Model Terpadu Madani Palu (2012-2015)
- Universitas Hasanuddin (2015-2020)

RIWAYAT ORGANISASI

- HMM FT-UH
- UKM BADMINTON UNHAS
- UKMT BADMINTON 09 SMFT-UH
- KOMTEK 09 SMFT-UH

ABSTRAK

MUHAMMAD EMILL JUNIAR, Distilasi air laut menggunakan pelat *absorber* datar 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* datar pada tipe atap. Objek utama pada penelitian ini adalah pelat *absorber* datar. Penelitian eksperimental ini berkaitan dengan pendekatan penerapan teknologi distilasi untuk masyarakat pesisir, dimana saat ini masih banyak masyarakat pesisir yang kesulitan untuk mengakses air bersih sehingga mengalami kekurangan air bersih. Distilasi pada dasarnya merupakan proses penguapan yang menggunakan energi radiasi sehingga menghasilkan uap yang akan mengalami kondensasi ke bentuk cairan. Untuk metode pengambilan data yang diperoleh berupa pengukuran suhu di tiap bagian yang telah ditentukan, pengukuran intensitas radiasi matahari, kecepatan angin yang terukur dan volume air distilasi. Kapasitas air laut yang sudah ditentukan yaitu kapasitas 100%, kapasitas 65%, dan kapasitas 25% dari volume total kapasitas dengan pengujian 1 hari per 1 kapasitas. Hasil dari penelitian ini memperlihatkan efisiensi dari alat distilasi tipe atap menggunakan pelat *absorber* datar pada kapasitas 25% mencapai 31.2%, pada kapasitas 65% mencapai 24.93%, dan pada kapasitas 100% mencapai 22.45%. Produktivitas air laut yang dihasilkan oleh alat distilasi pada kapasitas 25% menghasilkan 855 ml, pada kapasitas 65% menghasilkan 620 ml, dan pada kapasitas 100% menghasilkan 450 ml. Maka hasil yang optimal didapatkan oleh alat distilasi pelat *absorber* datar berada pada kapasitas 25%. Hal ini disebabkan volume air laut yang digunakan alat distilasi cukup sedikit sehingga proses penyerapan panas dan penguapan dapat dimulai lebih cepat, kemudian menghasilkan air kondensat lebih banyak dibandingkan dengan kapasitas 100% dan 65%.

Kata kunci : distilasi air laut, produktivitas air, efisiensi

ABSTRACT

MUHAMMAD EMILL JUNIAR, Distillation of seawater using a flat absorber plate on the 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, Engineering Faculty, Hasanuddin University. The purpose of this study is to discuss the performance of the seawater distillation process using a flat absorber plate on the roof type. The main object of this research is a flat absorber plate. This experimental research is related to the approach of applying distillation technology for coastal communities, where currently there are still many coastal communities who have difficulty accessing clean water so that they experience a lack of clean water. Distillation is basically a process of evaporation that uses radiation energy to produce steam which will condense into a liquid. For data collection methods obtained in the form of temperature measurements in each part that has been determined, measurement of the intensity of solar radiation, measured wind speed and volume of distilled water. Seawater capacity that has been determined is 100% capacity, 65% capacity, and 25% capacity of the total volume capacity by testing 1 day per 1 capacity. The results of this study show the efficiency of the roof type distillation device using a flat absorber plate at a capacity of 25% reaching 31.2%, at a capacity of 65% reaching 24.93%, and at 100% capacity reaching 22.45%. The productivity of seawater produced by the distillation device at a capacity of 25% produces 855 ml, at 65% capacity produces 620 ml, and at 100% capacity produces 450 ml. Then the optimal results obtained by the flat absorber plate distillation are at a capacity of 25%. This is because the volume of sea water used by the distillation device is quite small so that the heat absorption and evaporation process can be started faster, then produce more condensate water compared to the capacities of 100% and 65%.

Key words: sea water distillation, water productivity, efficiency

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas berkah, rahamat dan hidayah-Nya yang senantiasa dilimpahkan kepada penulis, sehingga bisa menyelesaikan skripsi dengan judul “DISTILASI AIR LAUT MENGGUNAKAN PELAT *ABSORBER* DATAR” sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak hambatan serta rintangan yang penulis hadapi namun pada akhirnya dapat melaluinya berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moral maupun spiritual. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Kepada Orang tua saya tercinta, Bapak Rusnady Anwar dan Ibu Hasnawati, terima kasih atas semua kasih sayang, doa dan petuahnya yang tidak pernah putus. Kalian adalah semangat penulis dalam menyelesaikan studi ini.
2. 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.
3. Bapak Dr. Eng. Andi Amijoyo Mochtar, S.T., M.Sc selaku pembimbing II, terima kasih atas saran dan masukannya.
4. Prof. Dr-Ing. Ir. Wahyu Haryadi Piarah, MSME dan Dr. Ir. Zuryati Djafar, M.T. selaku dosen penguji tugas Akhir.
5. Seluruh staf administrasi Departemen Mesin (Pak Mansyur, Pak Irwan, Ibu Suri serta yang lain) yang membantu mengurus administrasi penulis selama kuliah .
6. 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.

7. Seluruh kanda senior serta adik-adik mahasiswa mesin yang turut membantu saat pengerjaan alat penelitian.
8. Penghuni laboratorium Energi Terbarukan, (Kak Naldi, Kak Anis, Lukman, Pudding, Emil, Anan, lulu dan Bob)
9. Keluarga besar HMM FT-UH yang menjadi tempat belajar dan bermain selama menempuh kuliah.
10. Keluarga besar Unit Kegiatan Mahasiswa Badminton UNHAS & Unit Kegiatan Mahasiswa Teknik Badminton 09 FT-UH yang menjadi tempat belajar dan menyalurkan hobi saya.
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. Saudara Fildzah Fauzan Muhammad yang turut menjadi partner kerja skripsi hingga akhir.
13. 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, 17 Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
NOMENKLATUR	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Metode Perolehan Data	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Energi Matahari	6
2.2 Distilasi Dan Kolektor Surya	9
2.3 Prinsip Kerja Alat Distilasi Pelat <i>Absorber</i> Datar	10
2.4 Perpindahan Panas	11
2.4.1 Perpindahan Panas Secara Konduksi Pada Alat Distilasi Pelat <i>Absorber</i> Datar	11

2.4.2 Perpindahan Panas Secara Konveksi Pada Alat Distilasi Pelat <i>Absorber</i> Datar	15
2.4.3 Perpindahan Panas Secara Radiasi Pada Alat Distilasi Pelat <i>Absorber</i> Datar	17
2.4.4 Gabungan perpindahan panas	19
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Lokasi Dan Waktu Penelitian	20
3.2 Metode Pengumpulan Data	20
3.3 Jenis Penelitian	20
3.4 Peralatan Dan Bahan Yang Digunakan	21
3.5 Skema Instalasi Dan Titik Penukuran	25
3.6 Tahapan Pengambilan Data	26
3.7 Diagram Alir Penelitian	26
BAB 4 ANALISA DATA PERHITUNGAN DAN GRAFIK PEMBAHASAN .	27
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	27
4.1.1.2 Perhitungan Radiasi Matahari Pada Bidang Miring	28
4.1.1.3 Perhitungan Laju Perpindahan Panas Pada Kolektor	29
4.1.1.4 Laju Produksi dan Efisiensi	33
4.1.2 Perhitungan Efisiensi Alat Distilasi Pada Kapasitas 65%	34
4.1.2.1 Perhitungan Geometri Radiasi Matahari	35
4.1.2.2 Perhitungan Radiasi Matahari Pada Bidang Miring	36
4.1.2.3 Perhitungan Laju Perpindahan Panas Pada Kolektor	37
4.1.2.4 Laju Produksi dan Efisiensi	41
4.1.3 Perhitungan Efisiensi Alat Distilasi Pada Kapasitas 25%	42
4.1.3.1 Perhitungan Geometri Radiasi Matahari	42
4.1.3.2 Perhitungan Radiasi Matahari Pada Bidang Miring	43
4.1.3.3 Perhitungan Laju Perpindahan Panas Pada Kolektor	44
4.1.3.4 Laju Produksi dan Efisiensi	48

4.2 Grafik Dan Pembahasan	49
4.2.1 Rancang Bangun	49
4.4 Gejala Termal	49
4.4 Grafik Perbandingan Seluruh Kapasitas	51
4.4.1 Intensitas Matahari	51
4.4.2 Temperatur Kaca Penutup Bagian Dalam Dan Air Laut (100%)	52
4.4.3 Temperatur Kaca Penutup Bagian Dalam Dan Air Laut (65%)	53
4.4.4 Temperatur Kaca Penutup Bagian Dalam Dan Air Laut (25%)	54
4.4.5 Laju Produksi Alat Distilasi	55
4.4.6 Efisiensi Alat Distilasi	58
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	63

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Konduktivitas Termal Bahan Padat, Cair, dan Gas	14
---	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagan pengaruh radiasi datang	6
Gambar 2.2 Radiasi sorotan dan radiasi sebaran.....	7
Gambar 2.3 Ilustrasi prinsip kerja alat distilasi.....	10
Gambar 2.4 Perpindahan panas konduksi pada alat distilasi	11
Gambar 2.5 Konduksi pada dinding	13
Gambar 2.6 Konveksi paksa dan konveksi bebas	15
Gambar 2.7 Perpindahan panas secara konveksi pada alat distilasi	16
Gambar 2.8 Perpindahan panas radiasi	17
Gambar 2.9 Perpindahan panas secara radiasi pada alat distilasi	17
Gambar 2.10 Perpindahan Panas Radiasi	18
Gambar 2.11 Perpindahan panas gabungan pada alat distilasi	19
Gambar 3.1 Alat Distilasi Pelat <i>Absorber</i> Datar	21
Gambar 3.2 Skema Alat Distilasi Tipe Atap.....	22
Gambar 3.3 Data Logger GL820 Termokopel	23
Gambar 3.4 Termokopel	23
Gambar 3.5 <i>Weather station</i> (a) dan Komputer (b).....	24
Gambar 3.6 Gelas Ukur	24
Gambar 3.7 Skema Instalasi Pengujian	25
Gambar 3.8 Diagram penelitian	26

Gambar 4.1 Alat Distilasi Pelat <i>Absorber</i> Datar	49
Gambar 4.2 Gejala Termal	49
Gambar 4.3 Grafik intensitas matahari pada seluruh kapasitas.....	51
Gambar 4.4 Grafik Temperatur Kaca Penutup dan Temperatur Kaca Dalam pada kapasitas 100%	52
Gambar 4.5 Grafik Temperatur Kaca Penutup dan Temperatur Kaca Dalam pada kapasitas 65%.....	53
Gambar 4.6 Grafik Temperatur Kaca Penutup dan Temperatur Kaca Dalam pada kapasitas 25%.....	54
Gambar 4.7 Laju produksi alat distilasi	55
Gambar 4.8 Efisiensi alat distilasi	58

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	63
Tabel A.1 Hasil Pegujian 13 Agustus 2020 kapasitas 100%.....	63
Tabel A.2 Hasil Pegujian 14 Agustus 2020 kapasitas 65%.....	63
Tabel A.3 Hasil Pegujian 15 Agustus 2020 kapasitas 25%.....	64
Tabel A.4 Volume air yang dihasilkan alat distilasi	64
Tabel A.5 Efisiensi yang dihasilkan alat distilasi	65
LAMPIRAN B	66
Tabel B.1 Tabel Sifat Uap Jenuh	66
Tabel B.2 Tabel sifat udara pada tekanan 1 atmosfer	67
LAMPIRAN C	68
Dokumentasi Penelitian	68
Gambar C.1 <i>Weather Station</i>	68
Gambar C.2 Proses pemasangan titik ukur	68
Gambar C.3 Penyambungan termokopel pada Midi Logger	69
Gambar C.4 Tampilan Midi Log	69
Gambar C.5 Tampilan Aplikasi Midi Log	70
Gambar C.6 Midi Log dan Laptop	70
Gambar C.7 Proses pengujian alat distilasi pelat datar	71
Gambar C.8 Evaporasi air laut yang ditangkap kaca penutup	71

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 Dalam	$^{\circ}C, K$
T_{g-o}	Temperatur Kaca Out	$^{\circ}C, K$
T_w	Temperatur Air	$^{\circ}C, K$
T_t	Temperatur Ruang Distilasi	$^{\circ}C, K$
I_t	Fluks Permukaan Miring	W/m^2
σ	konstanta Stefan-Boltzman = $5,6697 \times 10^{-8}$	$W/m^2.K^4$
h_{cp-c}	Koefisien Konveksi Penutup-Udara Luar	$W/m^2.K$
$h_{rad\ b-a}$	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 I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya yang vital bagi kehidupan. Pada dasarnya air digunakan untuk kegiatan sehari-hari seperti minum, mandi, memasak, dan lain-lain. Sumber air tersebut ada yang diperoleh dari air tanah, mata air, air sungai, dan danau. Dari seluruh total air yang ada di bumi hanya 1 % saja yang bisa dimanfaatkan untuk keperluan manusia. Sekitar 70 % permukaan bumi di selimuti 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 di bawah tanah. Jadi meskipun tampaknya air sangat melimpah, tetapi pada kenyataannya hanya sebagian kecil saja dari jumlah ini yang benar-benar dimanfaatkan, yaitu berkisar hanya 0,003%. Sebagian besar air, berkisar 97,00%, ada dalam samudera atau laut dan dengan kadar garam yang tinggi.

Kelangkaan air merupakan hal yang dialami banyak negara di dunia tak terkecuali Indonesia, sebagai salah satu negara kepulauan terbesar di dunia yang luas lautannya yakni 2/3 dari total luasnya. Pada umumnya kelangkaan air terjadi di area yang mempunyai kepadatan penduduk yang tinggi. Hal ini diakibatkan kurangnya sumber air dan tingginya tingkat kebutuhan dari penduduk, sehingga terdapat daerah yang tidak mendapat air bersih dan memaksa penduduk harus mencari air bersih dengan berbagai cara. Cara yang praktis dan paling sering digunakan adalah penggalian sumur air tanah.

Namun tidak semua air tanah sehat dikonsumsi, seperti misalnya air tanah disekitar area pesisir pantai yang terasa payau akibat intrusi air laut. Air payau mempunyai kadar garam yang tidak sehat bagi tubuh manusia jika dikonsumsi, karena kadar garamnya yang melewati standar kesehatan manusia. Tetapi karena kurangnya kesadaran, pendidikan, dan teknologi sebagian besar penduduk pesisir masih menggunakan air payau tersebut untuk kebutuhan aktivitas sehari-hari mereka.

Juwaini (2013), dalam bukunya yang berjudul “*Air Untuk Kehidupan Mengairi Negeri Mengantar Kehidupan*” menjelaskan bahwa dari sekitar dua ratus 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 pemanfaatannya sebagai air minum.

Salah satu cara yang digunakan untuk pemisahan antara air dan garam yaitu distilasi. Distilasi adalah proses pemisahan antara dua zat atau lebih berdasarkan titik didih atau volatilitasnya. Untuk mencapai titik didih tersebut dibutuhkan energi panas yang cukup agar mencapai titik didih yang dibutuhkan. Penerapan teknologi distilasi untuk memurnikan air laut masih terkendala oleh ketersediaan sumber energi terutama di daerah pesisir yang sebagian besar pekerjaan penduduknya sebagai nelayan, sehingga belum dapat terjangkau. Salah satu alternatif energi yang dapat diaplikasikan untuk teknologi tersebut adalah distilasi air laut dengan tenaga surya, yang memiliki keunggulan murah, ramah lingkungan, dan mudah dalam pengaplikasiannya.

Distilasi surya adalah suatu proses pemanasan zat cair dalam hal ini air laut dengan menggunakan energi radiasi matahari secara langsung, sehingga berubah menjadi uap, kemudian uap tersebut mengalami kondensasi sehingga menghasilkan air tawar. Indonesia terletak di garis khatulistiwa, sehingga potensi energi mataharnya cukup tinggi. Karena matahari terus ada sepanjang tahun, dengan rata-rata bersinar 6 hingga 8 jam perhari.

Berdasarkan dua potensi sumber daya alam yang telah disebutkan, yaitu air laut yang tersedia secara berlimpah dan energi radiasi matahari yang tersedia secara Cuma-Cuma, maka dapat dilakukan 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*).

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* datar?
2. Bagaimana menghitung efisiensi alat distilasi tipe atap menggunakan pelat *absorber* datar?
3. Bagaimana menghitung laju produksi pada alat distilasi tipe atap menggunakan pelat *absorber* datar (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* datar;
2. Menghitung efisiensi pada alat distilasi tipe atap menggunakan pelat *absorber* datar;
3. Menentukan laju produksi air pada alat distilasi tipe atap menggunakan pelat *absorber* datar.

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 total volume kapasitas bak distilasi;
3. Pengujian dilakukan menggunakan alat distilasi tipe atap dengan pelat *absorber* datar.

1.5 Manfaat Penelitian

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

1.6 Metode Perolehan Data

Dalam penyusunan tugas akhir ini metode yang dipakai meliputi :

1. Metode Literatur
Pengumpulan bahan-bahan diperoleh dari mempelajari buku-buku referensi penunjang perpustakaan 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 yang digunakan.

1.7 Sistematika Penulisan

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

1. Bagian Awal

Bagian awal terdiri dari atas judul, pengesahan, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar table, daftar lampiran, daftar notasi, dan abstrak.

2. Bagian Isi Skripsi

Bagian ini terdiri atas 5 bab, yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II DASAR TEORI

Berisi tentang teori-teori yang berkaitan dengan penelitian alat uji distilasi air laut dan perpindahan kalor yang bersumber dari 5energy5tur dan buku yang berkaitan dengan masalah yang dibahas.

BAB III METODE PENELITIAN

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

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang hasil penelitian dan pembahasan dari pengujian.

BAB V PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan saran.

3. Bagian Akhir

Bagian akhir terdiri atas daftar pustaka dan lampiran.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi Matahari

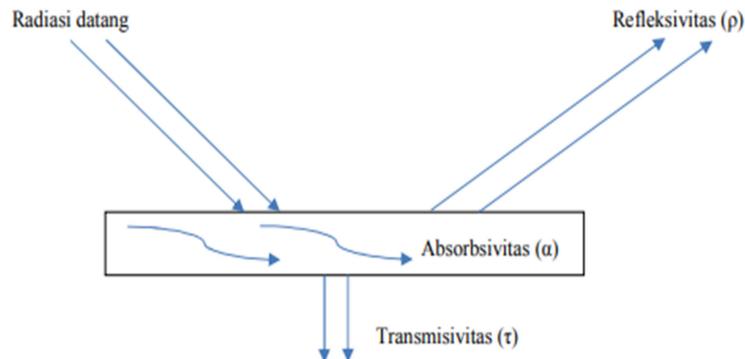
Matahari memancarkan energi dalam bentuk radiasi elektromagnetik. Radiasi matahari yang sampai ke permukaan bumi disebut dengan *incoming solar radiation* yang mengalami penyerapan (absorpsi), pemantulan, hamburan, dan pemancaran kembali atau reradiasi. Radiasi tersebut hanya sekitar 50% yang dapat diserap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

1. Radiasi Matahari

Radiasi matahari adalah sinar yang dipancarkan dari matahari ke permukaan 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.

Energi radiasi yang menimpa permukaan suatu benda, maka sebagian energi radiasi tersebut akan dipantulkan (reflection), sebagian akan diserap (absorbtion), dan sebagian lagi akan diteruskan (transmission), seperti yang diilustrasikan pada

Gambar 2.1



Gambar 2.1 Bagan pengaruh radiasi 6nergy
Sumber : (Aditya Kresnawan, I Dewa Gede, 2013)

Bagian yang dipantulkan (refleksivitas(ρ)), bagian yang diserap (absorbsivitas(α)), dan bagian yang diteruskan (transmisivitas(τ)). Pada benda bening seperti kaca atau benda transparan lainnya (Holman J.P., 1985), maka:

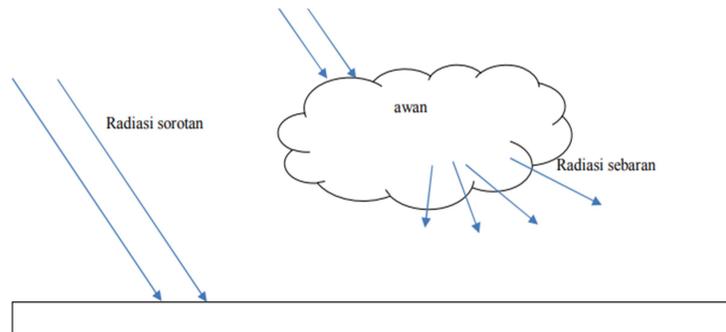
$$\rho + \alpha + \tau = 1 \quad (1)$$

Sedangkan untuk benda padat lainnya yang tidak meneruskan radiasi thermal, nilai transmisivitas dianggap nol (Holman J.P., 1988), sehingga:

$$\rho + \alpha = 1 \quad (2)$$

2. Intensitas Radiasi Matahari

Intensitas radiasi matahari akan berkurang penyerapan dan pemantulan yang dilakukan oleh atmosfer, sebelum intensitas matahari mencapai permukaan bumi. Ozon pada lapisan atmosfer menyerap radiasi dengan panjang gelombang pendek (ultraviolet). Sedangkan, karbon dioksida dan uap air menyerap sebagian radiasi dengan panjang gelombang yang lebih panjang (infrared). Selain pengurangan radiasi bumi langsung (radiasi sorotan) oleh penyerapan tersebut, masih ada radiasi yang dipancarkan oleh molekul-molekul gas, debu, dan uap air di atmosfer. Dimana radiasi yang dipancarkan tersebut mencapai bumi sebagai radiasi sebaran, seperti yang ditunjukkan **Gambar 2.2**



Gambar 2.2 Radiasi sorotan dan radiasi sebaran
Sumber : (Aditya Kresnawan, I Dewa Gede, 2013)

Penjumlahan radiasi sorotan (*beam*) (I_b), radiasi sebaran (*diffuse*) (I_d), merupakan radiasi total (I) pada permukaan horizontal per jam. Hal ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$I = I_b + I_d \quad (3)$$

Nilai radiasi total (I) dapat juga dihitung dengan menggunakan bantuan alat solarymeter.

3. 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 ekivalen ke arah normal permukaan. Berikut ini adalah beberapa definisi yang digunakan, antara lain :

- a. Sudut energy θ adalah sudut antara sinar energy dengan normal pada permukaan pada sebuah bidang. Sudut tiba dapat ditentukan dengan rumus:

$$\cos \theta = (\sin(\Phi-\beta) \sin\delta) + (\cos(\Phi-\beta) \cos\delta \cos\omega) \quad (4)$$

- 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. Harga deklinasi pada tiap saat dapat diperkirakan dari persamaan berikut:

$$\delta = 23,45 \sin \left(360 \frac{284+n}{365} \right) \quad (5)$$

- c. Sudut Zenit Z θ adalah sudut yang dibuat oleh garis titik pusat matahari. Sudut zenith dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$\cos \theta_z = \sin \delta \sin \phi + \cos \delta \cos \phi \cos \omega \quad (6)$$

- d. Sudut Azimuth Z δ adalah sudut yang dibuat oleh garis bidang horizontal antara garis selatan dengan proyeksi garis normal pada bidang horizontal. Sudut positif jika normal adalah sebelah timur dari selatan dan 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.

2.2 Distilasi Dan Kolektor Surya

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.

Kolektor surya merupakan alat yang berfungsi menyerap efek radiasi sinar matahari dan merubahnya menjadi energi panas (kalor) yang berguna. Adapun bagian-bagian dari kolektor surya adalah:

a. Penutup transparan (kaca bening)

Penutup transparan merupakan lapisan teratas dari kolektor surya. Penutup transparan pada umumnya menggunakan kaca bening sebagai bahannya. Pemilihan kaca bening sebagai penutup transparan pada kolektor diharapkan memiliki sifat transmisivitas yang tinggi, serta sifat absorpsivitas dan reflektivitas serendah mungkin. Reflektivitas (daya pantul suatu benda) tergantung pada indeks bias dan sudut datang yang dibentuk oleh sinar datang terhadap garis normal suatu permukaan. Sedangkan transmisivitas suatu permukaan dapat mempengaruhi intensitas energi matahari yang diserap oleh pelat penyerap. Transmisivitas kaca akan menurun bila sudut datangnya melebihi 45° terhadap vertical. Sedangkan absorpsivitas akan bertambah sebanding dengan panjang lintasan pada penutup transparan, sehingga bagian yang diteruskan menjadi berkurang.

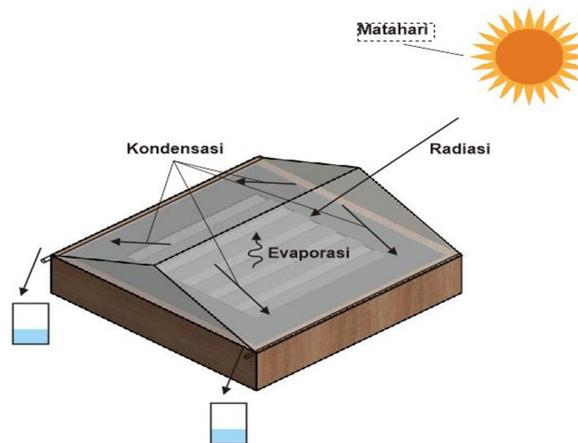
b. Pelat penyerap

Pelat penyerap yang ideal memiliki permukaan dengan tingkat absorpsivitas yang tinggi, guna menyerap radiasi matahari sebanyak mungkin dan memiliki tingkat emisivitas serendah mungkin. Disamping itu, pelat penyerap diharapkan memiliki nilai konduktivitas thermal yang tinggi. Pemilihan bahan dengan tingkat emisivitas serendah mungkin dimaksudkan agar kerugian panas karena radiasi balik sekecil mungkin.

c. Isolasi Untuk menghindari terjadinya kehilangan panas ke lingkungan, bagian luar suatu kolektor surya diberi isolasi (peredam panas), yang dimana bahan yang digunakan sebagai isolator merupakan bahan dengan sifat konduktivitas thermal yang rendah.

2.3 Prinsip Kerja Alat Distilasi Pelat *Absorber* Datar

Prinsip kerja dari alat distilasi air laut menggunakan pelat *absorber* datar yang digunakan dalam penelitian ini seperti ditunjukkan pada **Gambar 2.3**.



Gambar 2.3 Ilustrasi Prinsip Kerja Distilasi Tipe Atap Menggunakan Pelat Absorber Datar

Dimulai dengan proses pemanasan secara radiasi oleh pancaran sinar matahari yang mengenai permukaan kaca penutup (atap) sebagian diserap oleh kaca penutup dan sebagian lagi akan ditransmisikan masuk ke dalam kolektor, kemudian pancaran tersebut akan diserap oleh air yang berada di pelat *absorber* datar. Air pada *absorber* akan memanans dan mengalami evaporasi, selanjutnya uap akan mengalami kondensasi pada bagian dalam kaca penutup yang memiliki temperature lebih rendah dibandingkan temperature ruang di dalam kolektor. Kaca penutup dimiringkan sebesar $10-15^0$ sehingga memungkinkan air kondensasi untuk mengalir ke saluran distilasi.

Kemiringan kaca dibawah nilai tersebut dapat mengakibatkan kerugian akibat menetesnya kembali air yang telah diembunkan ke dalam pelat *absorber* datar, sedangkan bila kemiringan kaca diatas nilai tersebut maka intensitas radiasi

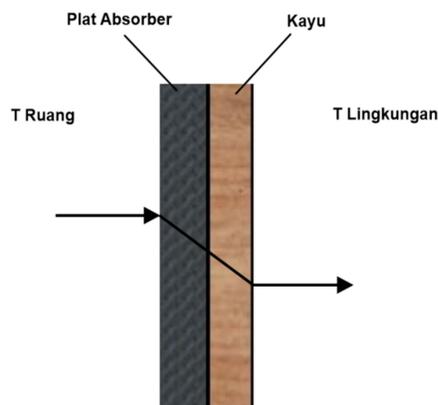
matahari yang diterima oleh pelat *absorber* akan semakin sedikit. Pada bagian dalam kaca penutup akan timbul titik – titik air kondensat dan akan mengalir ke saluran air kondensat karena kemiringan dari kaca penutup dan karena kemiringan dari kaca penutup dan adanya gaya gravitasi. Air tersebut selanjutnya mengalir ke dalam bak penampungan.

2.4 Perpindahan Panas

Perpindahan panas (heat transfer) adalah proses berpindahnya energi kalor atau panas (heat) karena adanya perbedaan energi. Dimana, energi kalor akan berpindah dari media yang lebih tinggi ke media yang lebih rendah. Proses perpindahan panas akan terus berlangsung sampai ada kesetimbangan energi yang terjadi pada kedua media tersebut. Proses terjadinya perpindahan panas dapat terjadi secara konduksi, konveksi, dan radiasi.

2.4.1 Perpindahan Panas secara Konduksi pada Alat Distilasi Pelat *Absorber Datar*

Proses perpindahan panas secara konduksi yang terjadi pada alat distilasi seperti ditunjukkan pada **Gambar 2.4**.



Gambar 2.4 Perpindahan Panas Konduksi Pada Dinding Distilasi Tipe Atap

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. Pada **Gambar 2.4** terlihat energi panas yang berasal dari dalam alat distilasi mengalir keluar lingkungan dengan melalui proses perpindahan kalor secara konduksi, dimana panas pada pelat *absorber* berpindah ke kayu (isolator) kemudian ke lingkungan. Pada penelitian ini isolator yang digunakan berupa kayu untuk mencegah *heat loss* tinggi dan juga memerangkap panas didalam alat distilasi.

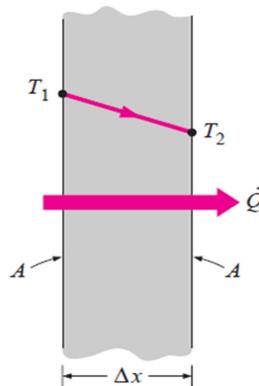
Persamaan laju konduksi dikenal dengan Hukum Fourier (Fourier Law of Heat Conduction) tentang konduksi, yang persamaan matematikanya dituliskan sebagai berikut (Kreith, Frank, 1997)

$$q_{kond} = -kA \frac{dT}{dx} \quad (7)$$

Keterangan :

q_{kond}	= Laju Perpindahan Panas Konduksi (kj/s,W)
k	= Konduktifitas Termal (W/m.°C)
A	= Luas Penampang (m ²)
dT	= Perbedaan Temperatur (°C, °F)
dX	= Perbedaan Jarak (m/s)
ΔT	= Perubahan Suhu (°C, °F)
dT/dx	= Gradien temperatur kearah perpindahan kalor.konstanta positif "k" disebut konduktifitas atau kehantaran termal benda itu

Tanda (-) diselipkan agar memenuhi energi Thermodinamika II, yang menyebutkan bahwa, panas dari media bertemperatur lebih tinggi akan bergerak menuju media yang bertemperatur lebih rendah.



Gambar 2.5 Konduksi pada dinding dengan tebal Δx dan luas A

Hubungan dasar aliran panas melalui konduksi adalah perbandingan antara laju aliran panas yang melintas 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 :

$$q_{kond} = -kA [T_2 - T_1] \quad (8)$$

Jika 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 :

$$q_{kond} = -\frac{k_o A}{\Delta x} [T_2 - T_1 + \frac{\beta}{2} (T_2^2 - T_1^2)] \quad (9)$$

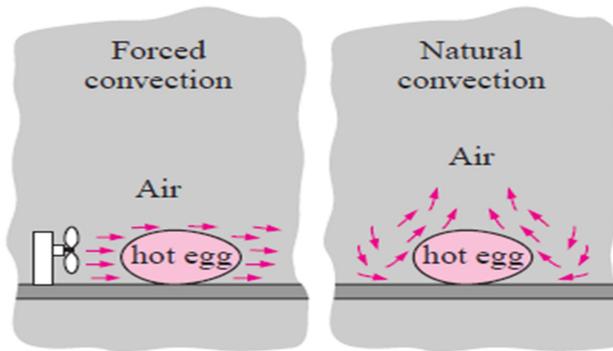
Konduktivitas Termal Tetapan kesebandingan (k) adalah sifat fisik bahan atau material yang disebut konduktivitas termal. Nilai konduktivitas termal bahan material padat, cair, dan gas dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Konduktivitas termal bahan padat, cair, dan gas

Konduktivitas termal		
K		
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

2.4.2 Perpindahan Panas secara Konveksi pada Alat Distilasi Pelat *Absorber* Datar

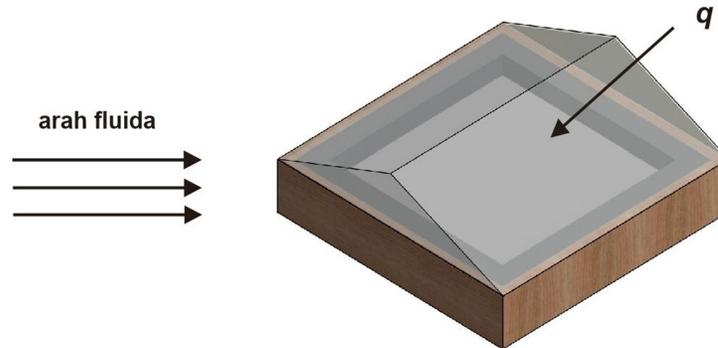
Perpindahan panas secara konveksi adalah perpindahan panas yang terjadi dari suatu permukaan media padat atau fluida yang diam menuju fluida yang mengalir atau bergerak, begitu pula sebaliknya, yang terjadi akibat adanya perbedaan energi. Contohnya adalah kehilangan panas dari radiator mobil dan pendinginan dari secangkir kopi. Menurut cara menggerakkan alirannya, perpindahan panas konveksi diklasifikasikan menjadi dua, yakni konveksi bebas (*free convection*) dan konveksi paksa (*forced convection*). Ilustrasi konveksi paksa dan konveksi bebas seperti pada **Gambar 2.6**.



Gambar 2.6 Konveksi Paksa dan Konveksi Bebas

Bila gerakan fluida disebabkan karena adanya perbedaan kerapatan karena perbedaan suhu, 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*). Ilustrasi perpindahan panas konveksi pada alat distilasi seperti pada **Gambar 2.7**.

T Lingkungan



Gambar 2.7 Perpindahan Panas Secara Konveksi Distilasi Tipe Atap Menggunakan Pelat Absorber Datar

Pada **Gambar 2.7** proses perpindahan secara konveksi yang terjadi pada sekitar alat distilasi sangat tergantung dari situasi dilapangan. Jika pada suatu saat energi bergerak mengarah pada alat maka dapat dikatakan *forced convection*. Sedangkan perpindahan panas secara konveksi yang terjadi di dalam alat yaitu ketika uap naik menuju penutup kaca dan ketika panas dari penutup kaca menuju ke udara sekitar, hal merupakan *natural convection* karena terjadi perbedaan suhu dan juga karena tidak ada gaya dari luar yang menjadi pemicunya.

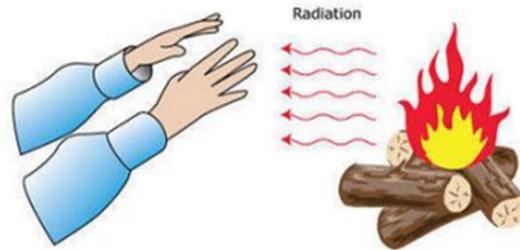
Proses pemanasan atau pendinginan fluida yang mengalir didalam saluran tertutup seperti pada gambar di atas merupakan contoh proses perpindahan panas. Laju perpindahan panas pada beda suhu tertentu dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$q_{konv} = -h \cdot A (T_w - T_{\infty}) \quad (10)$$

Keterangan :

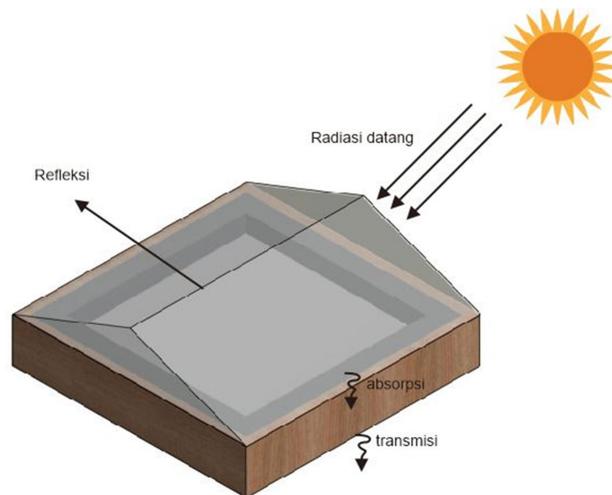
- q_{konv} = Laju Perpindahan Panas (kj/s atau W)
- h = Koefisien perpindahan Panas Konveksi ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)
- A = Luas Bidang Permukaan Perpindahan Panas (ft^2 , m^2)
- T_w = Temperature Dinding/permukaan ($^\circ C$, K)
- T_{∞} = Temperature Fluida ($^\circ C$, K)

2.4.3 Perpindahan Panas secara Radiasi pada Alat Distilasi Pelat *Absorber* Datar



Gambar 2.8 Perpindahan Panas Radiasi
Sumber : (maslatip.com)

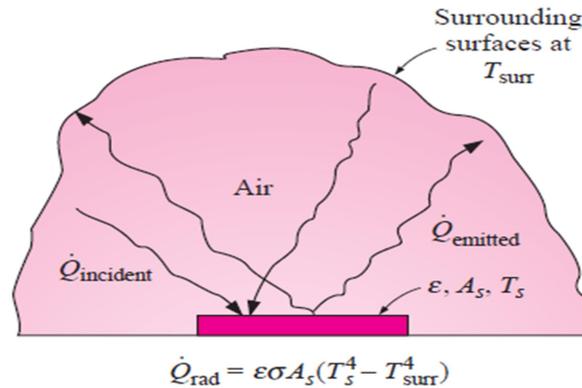
Perpindahan panas radiasi dapat dikatakan sebagai proses perpindahan panas dari satu media ke media lain akibat perbedaan temperatur tanpa memerlukan media perantara. Peristiwa radiasi akan lebih efektif terjadi pada ruang hampa, berbeda dari perpindahan panas konduksi dan konveksi yang mengharuskan adanya media perpindahan panas. Ilustrasi perpindahan panas secara radiasi digambarkan seperti diilustrasikan diatas pada **Gambar 2.8**.



Gambar 2.9 Perpindahan Panas secara Radiasi Pada Distilasi Air Laut Menggunakan Pelat *Absorber* Datar

Pada **Gambar 2.9** perpindahan panas radiasi yang terjadi pada alat distilasi berupa energi panas dari pancaran sinar matahari yang diserap oleh penutup kaca

kemudian masuk mengenai air laut yang berada di dalam alat distilasi. Sebagian dari pancaran radiasi tersebut ada yang dipantulkan, diserap, dan disalurkan.



Gambar 2.10 Perpindahan panas radiasi

Energi radiasi dikeluarkan oleh benda karena energi 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 radiasi :

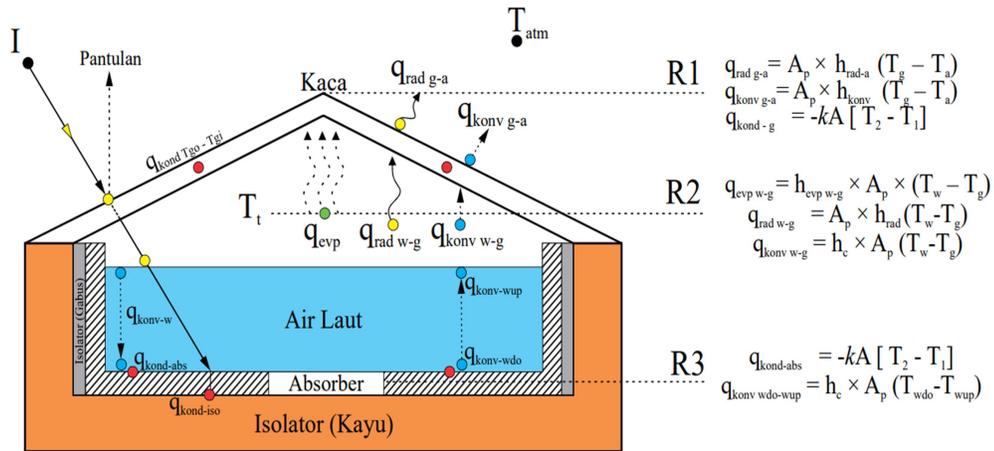
$$q_{\text{rad}} = \sigma AT^4 \quad (11)$$

Keterangan :

- | | |
|------------------|---|
| q_{rad} | = 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 | = suhu absolut benda ($^{\circ}\text{C}$) |

2.4.4 Gabungan Perpindahan Panas

Ilustrasi perpindahan panas yang terjadi pada alat distilasi dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Perpindahan panas gabungan pada alat distilasi

Keterangan :

I_g	: Intensitas radiasi matahari	(W/m ²)
T_{atm}	: Temperatur lingkungan	(°C, K)
T_{go}	: Temperatur kaca luar	(°C, K)
T_{gi}	: Temperatur kaca dalam	(°C, K)
T_t	: Temperatur ruang distilasi	(°C, K)
T_w	: Temperatur air laut	(°C, K)
T_{abs}	: Temperatur pelat <i>absorber</i>	(°C, K)
q_{kond}	: Perpindahan panas konduksi ●	(W)
q_{konv}	: Perpindahan panas konveksi ●	(W)
q_{rad}	: Perpindahan panas radiasi ●	(W)
$q_{rad\ w-g}$: Laju perpindahan panas radiasi dari air ke kaca	(W)
$q_{rad\ g-a}$: Laju perpindahan panas radiasi dari kaca ke lingkungan	(W)
$q_{konv\ w-g}$: Laju perpindahan panas konveksi dari air ke kaca	(W)
$q_{konv\ g-a}$: Laju perpindahan panas konveksi dari kaca ke lingkungan	(W)
q_{evp}	: Laju evaporasi dari air ke kaca ●	(W)