PENELITIAN PROTOTYPE DESALINASI AIR LAUT MENJADI AIR BERSIH STUDI KASUS DESA MENGARE KECAMATAN BUNGAH KABUPATEN GRESIK

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik (S.T)

Pada Program Studi Teknik Lingkungan



Disusun Oleh:

M Irfan NIM. H05217012

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA

2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Nama : M Irfan

Nim : H05217012

Program Studi: Teknik Lingkungan

Angkatan : 2017

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul: "Penelitian prototype Desalinasi Air Laut Menjadi Air Bersih Studi Kasus Desa Mengare Kecamatan Bungah Kabupaten Gresik". Apabila suatu saat nanti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini sata buat dengan sebenar-benarnya

Surabaya, 10 Januari 2022

Yang menyatakan

METERAL AGBAAIXD14111600

M Irfan (H05217012)

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir Oleh,

NAMA

: M irfan

NIM

: H05217012

JUDUL

: Penelitian Prototype Desalinasi Air Laut Menjadi Air Bersih Studi

Kasus Desa Mengare Kecamatan Bungah Kabupaten Gresik

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 30 Desember 2021

Dosen Pembimbing I

Rr Diah Nugraheni Setyowati M.T.

NIP. 1982050120432001

Dosen Pembimbing II

NIP 19730932006041

Amrullah M.ag

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas Akhir M Irfan ini telah dipertahankan Di depan Tim Penguji Tugas Akhir Surabaya, 11 Januari 2022

Mengesahkan, Dewan Penguji

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Rr. Diah Nugraheni Setyowati, M.T NIP. 19820501201432001

Dosen Penguji III

Amrullah, M.Ag NIP. 197309032006041001

Dosen Penguji IV

Teguh Taruna Utama, S.T, M.T NIP. 201603319

Abdul Hakim, M.T. NIP. 198008062014031002

Mengetahui, Jekan Fakuitas Sains dan Teknologi UIN Sunan Ampel Surabaya

Matur Rusydiyah, M.Ag

12272005012003



KEMENTERIAN AGAMA UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300 E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama	: M Irfan			
NIM	: H05217012			
Fakultas/Jurusan	urusan : Sains dan Teknologi/Teknik Lingkungan			
E-mail address : irfanmr761@gmail.com				
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah: Sekripsi				
Kecamatan Bungal	n Kabupaten Gresik			
beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara <i>fulltext</i> untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.				
Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.				
Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.				
	Surabaya, 17 Januari 2022 Penulis			

(M Irfan)

ABSTRAK

PENELITIAN PROTOTYPE DESALINASI AIR LAUT MENJADI AIR BERSIH STUDI KASUS DESA MENGARE KECAMATAN BUNGAH KABUPATEN GRESIK

Air laut merupakan sumber air yang tidak terbatas, namun air laut memiliki kadar garam atau TDS (Total Dissolved Solid) yang sangat tinggi, sehingga diperlukan pengolahan terhadap air laut agar bisa digunakan sebagai sumber air bersih. Salah satu alternatif teknologi pengolahan air laut yang dapat digunakan dengan memanfaatkan energi matahari (renewable energy) adalah desalinasi surya (solar still) untuk memisahkan garam dan air bersih. Pada penelitian ini dilakukan pengembangan dengan penggunaan bahan dan desain alat, penambahan alat berupa plat aluminium yang berfungsi sebagai penangkap radiasi matahari yang kemudian dipantulkan ke alat desalinasi agar proses desalinasi maksimal. Pada awal penelitian digunakan air laut dengan salinitas 28,3% untuk menentukan kondisi maksimum desalinasi digunakan beberapa variasi volume sampel yang dimasukkan 2.5L, 3L, 3.5L, 4L, 4.5L, 5L, 5.5L, 6L, 6.5 dan 7 L dari hasil penelitian didapatkan efisiensi terbesar alat desalinasi dengan menggunakan energi matahari dengan mempertimbangkan suhu dan volume air yang dimasukkan sebanyak 4 liter dengan debit air desalinasi yang keluar sebesar 3.6 liter maka didapatkan efisiensi alat desalinasi sebesar 90%



ABSTRACT

RESEARCH OF SEA WATER DESALINATION PROTOTYPE INTO CLEAN WATER CASE STUDY OF VILLAGE AREA, BUNGAH DISTRICT, GRESIK REGENCY

Seawater is an unlimited source of water, but seawater has a very high level of salt or TDS (Total Dissolved Solid), so it is necessary to treat seawater so that it can be used as a source of clean water. One alternative seawater treatment technology that can be used by utilizing solar energy (renewable energy) is solar desalination (solar still) to separate salt and clean water. In this study, development was carried out by using materials and tool design, adding a tool in the form of an aluminum plate that serves as a catcher for solar radiation which is then reflected to the desalination tool so that the desalination process is maximized. At the beginning of the study, seawater with a salinity of 28.3‰ was used to determine the maximum desalination conditions, several variations of the sample volume were used, including 2.5L, 3L, 3.5L, 4L, 4.5L, 5L, 5.5L 6L 6.5L dan 7L the largest desalination tool using solar energy taking into account the temperature and volume of water that is entered is 4 liters with a desalination water discharge that comes out of 3.6 liters, the efficiency of the desalination tool is 90%



DAFTAR ISI

PERNY	ATAAN KEASLIAN	i
LEMBA	AR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGE	ESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR	iii
LEMBA	AR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
ABSTR	RAK	v
ABSTR	RACT	vi
DAFTA	AR ISI	vii
DAFTA	AR TABEL	ix
DAFTA	AR GAMBAR	X
BAB I.		1
PENDA	AHULUAN	1
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Rumusan Masalah	4
1.3 T	ujuan Penelitian	5
1.4	Manfaat Penelitian	5
1.5 B	atasan Masalah	5
BAB II		6
TINJA	UAN PUSTAKA	6
2.1 P	roses Desalinasi	
2.2	Teknologi Proses Desalinasi Air Laut	8
2.2	2.1 Proses Distilasi (Penguapan)	8
2.2	2.1.2 Multiple Effect Distillation	10
2.2	2.1.3 Penguapan dengan Sinar Matahari	11
2.6 Energ	Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Desalinasi Air Laut Menggi Matahari	-
2.6	5.1 Temperatur Udara dan Kelembaban Relatif	26
2.6	5.1.1 Perpindahan Kalor	26
2.6	5.1.2 Efisiensi Desalinasi	27
2.7	Baku Mutu Air Bersih	27
2.8	Integrasi Agama Islam	29
2.9	Penelitian Terdahulu atau Perencanaan Serupa yang Pernah Dila	kukan 33

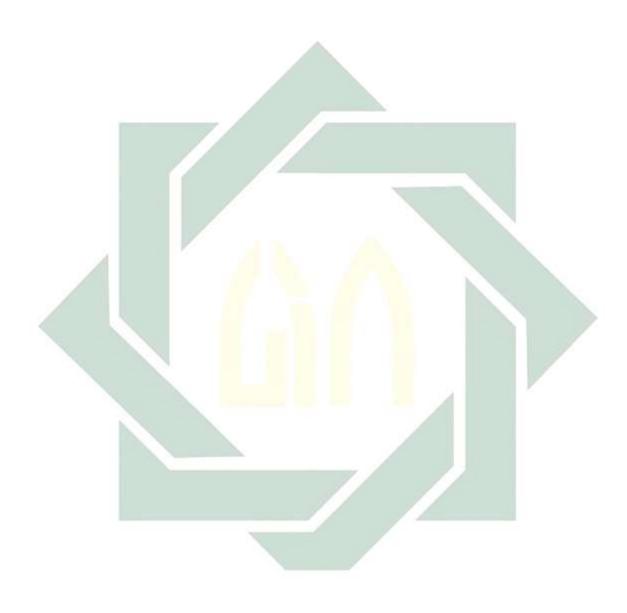
BAB III	43
METODOLOGI PENELITIAN	43
3.1 Waktu Penelitian.	43
3.2 Lokasi Penelitian.	44
3.3 Prosedur Kerja Pembuatan alat	44
3.4 Prosedur Pengambilan Sampel Air Laut	45
3.5 Tahapan Penelitian	45
3.5.1. Diagram Alir Penelitian	46
3.5.2. Tahap Perancangan Model dan Pengujian Alat	47
3.6 Pengukuran Kuantitas dan Kualitas Air	48
3.6 Pembersihan Alat Desalinator	52
BAB IV	53
HASIL DAN PEMBAHASAN	53
4.1 Pembuatan Alat Desalinasi	53
4.2 Hasil Desain Alat	55
4.3 Uji Kualitas Air laut	59
4.4 Hasil Uji Sampel Air Laut	60
4.5 Pengaruh Kondisi Lingkungan Terhadap Optimalisasi Desalinasi	
4.6 Pengaruh Intensitas Matahari Terhadap Temperatur Air Laut	63
4.7 Pengaruh Udara Am <mark>bie</mark> n T <mark>erhadap</mark> Temperatur Air Laut	66
4.8 Optimalisasi Proses Desalinator	
4.9 Pengaruh Debit Air input Terhadap Efisiensi Desalinasi	67
4.10 Pengaruh Plat Aluminium Terhadap Efisiensi Desalinasi	68
4.11 Hasil Uji alat desalinasi	69
4.12 Pengujian Air Hasil Desalinasi	71
4.13 Efisiensi Aktual dan Teoristis Desalinasi	73
BAB V	74
KESIMPULAN DAN SARAN	74
1. Kesimpulan	74
2. Saran	74
DAETAD DIICTAVA	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pengurangan Kontaminan menggunakan Teknoogi Desalinasi
Tabel 2. 2 Komposisi Ion Garam dalam air laut dalam buku Desalination
Engineer planning and design (Nikola, 2013)
Tabel 2. 3 Klasifikasi Keasinan Air (Safitri dalam Kusumadewi 2013) 19
Tabel 2. 4 Baku Mutu Air Minum
Tabel 2. 5 Penelitian Terdahulu atau Perencanaan Serupa yang Pernah dilakukan
Tabel 3. 1 Waktu Pelaksanaan Penelitian
Tabel 3. 2 Metode Pengukuran. 51
Tabel 4. 1 Sampel 1 Air Laut
Tabel 4. 2 Sampel 2 Air Laut 60
Tabel 4. 3 Sampel 1 Air Laut61
Tabel 4. 4 Sampel 2 Air Laut 61
Tabel 4. 5 Efisiensi Debit Air Laut
Tabel 4. 6 Hasil Pengujia <mark>n A</mark> lat D <mark>esalina</mark> si <mark>dal</mark> am ko <mark>ndi</mark> si mendung/hujan 71
Tabel 4. 7 Hasil Pengujia <mark>n U</mark> PT <mark>Laborat</mark> ori <mark>um</mark> Keseh <mark>ata</mark> n Lamongan
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian PT. Laboratorium Mitralab Buana Surabaya

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Klasifikasi Proses Desalinasi Air Laut (Assomadi, 2008)	. 7
Gambar 2. 2 Skema Diagram Beberapa Stage dalam Instalasi MSF	10
Gambar 2. 3 Unit Instalasi MED	11
Gambar 2. 4 Proses Kerja Sistem Desalinasi Menggunakan Tenaga Matahari	12
Gambar 2. 5 Jenis radiasi Matahari (Samsurizal, 2019)	15
Gambar 2. 6 Hubungan Mekanisme Evaporasi Dengan Tekanan Energi	
molekular (Semenov et al. 2011)	23
.Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian.	44
Gambar 3. 2 Gambar Desain Alat	44
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian	46
Gambar 3. 4 Diagram Alir Perancangan Alat	47
Gambar 3. 5 Diagram Tekanan-Temperatur yang Menunjukkan Batas Perubaha	
Fase, Ardana (2009).	48
Gambar 4. 1 Pembuatan Rangka Alat Desalinasi	
Gambar 4. 2 Pembuatan Konstruksi Alas	54
Gambar 4. 3 Pembuatan Alat Desalinasi	55
Gambar 4. 4 Penyusunan Plat Alumunium	55
Gambar 4. 5 Alat Desalinasi Tampak Depan	56
Gambar 4. 6 Alat Desalinasi Tampak Kiri	56
Gambar 4. 7 Alat Desalinasi Tampak Belakang	57
Gambar 4. 8 Alat Desalinasi Tampak Samping Kanan	
Gambar 4. 9 Alat Desalinasi Tampak Atas	57
Gambar 4. 10 Penampung Air Laut	58
Gambar 4. 11 Kolektor Limas Alat Desalinasi	58
Gambar 4. 12 Pengambilan Sampel Air Laut	59
Gambar 4. 13 Grafik Intensitas Radiasi Matahari Selama 9 Jam Pengamatan	62
Gambar 4. 14 Grafik Pengaruh Intensitas Matahari Terhadap Temperatur Air	
Laut	65
Gambar 4. 15 Grafik Hubungan Temperatur Udara Ambien Terhadap	
Temperatur Air Laut	66



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi makhluk hidup di bumi, sumber air tersebut dapat diperoleh dari air tanah, air sungai, air danau dan air laut. Sumber air tersebut berasal dari suatu siklus air yang dimana menggunakan tenaga matahari yang merupakan sumber panas yang mampu menguapkan air, siklus tersebut yaitu siklus hidrologi air dimana air yang berada di daratan dan di lautan akan menguap oleh panasnya matahari kemudian naik dan menjadi awan dan mengalami kondensasi membentuk titik-titik air dan akhirnya akan menjadi hujan yang jatuh ke bumi, sebagian meresap ke tanah sebagian lagi ke sungai dan laut, dalam beberapa tahun masalah mengenai air bersih menjadi tantangan mengenai permasalahan di dunia terutama di kawasan yang sulit mendapatkan air bersih (Hermansyah 2016).

Air minum merupakan kebutuhan dasar bagi manusia yang sangat penting, manusia mengkonsumsi air minum sebanyak 2 liter per harinya untuk bertahan hidup. Pada era industrialisasi dengan kemajuan yang sangat pesat seperti sekarang ini mengakibatkan kenaikan tingkat sosial ekonomi masyarakat, disisi lain pencemaran air semakin banyak terjadi terutama air sungai dan danau yang disebabkan oleh limbah industri dan pertanian serta limbah domestik dalam jumlah yang sangat besar dan membatasi sumber air bersih (Fath et al, 2016). Keadaan tersebut diperburuk dengan meningkatnya jumlah penduduk yang memacu peningkatan jumlah kebutuhan hidup terutama air minum. Laju konsumsi air minum meningkat dua kali lipat setiap 20 tahun, melebihi laju pertumbuhan manusia, diperkirakan pada tahun 2025 kebutuhan air bersih mencapai 56% (Kusumadewi, 2013).

Menurut prediksi Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2020 jumlah penduduk Indonesia 270,20 juta jiwa bertambah 32,56 juta jiwa selama 10 tahun dengan laju rata-rata pertumbuhan penduduk sebesar 1.49%. Pertambahan jumlah penduduk tersebut berbanding lurus dengan kebutuhan air bersih, diprediksi

menjadi 9391 miliar m³ naik 47% setiap tahun, sedangkan ketersediaan air bersih cenderung menurun setiap tahunnya untuk menjamin kelangsungan hidup dan kualitas hidup manusia perlu diperhatikan kelestarian sumber daya air, namun tidak semua daerah memiliki sumber daya air yang baik terutama wilayah pesisir pantai dan pulau-pulau kecil merupakan daerah-daerah yang sangat kekurangan air minum, sehingga timbul masalah pemenuhan kebutuhan air minum, sumber air yang terdapat di daerah tersebut umumnya berkualitas buruk misalnya air tanahnya payau atau asin, selain itu ketika musim kemarau masyarakat yang tinggal di pantai mulai kekurangan air, dan hanya menggunakan air hujan yang sudah ditampung dan digunakan sebagai air minum namun sering tidak mencukupi kebutuhan pada musim kemarau.

Mengenai air laut allah dijelaskan di Al-Qur'an QS al-Waqi'ah ayat 68-69 اَقَرَ ءَيْتُمُ الْمَآءَ الَّذِيْ تَشْرَبُوْنَ (٦٨) ءَائـنـُمُ اَنْزَلْـتُمُوْهُ مِنَ الْمُزْنِ اَمْ نَحْنُ الْمُنْزِلُونِ الْمَاْزِ لُوْنِ الْمَارِ الْمَارِ الْمَارِ الْمَارِ الْمَاءِ اللهُ عَلَيْهُ الْمُعَامِّ الْمُعْرِفِي تَشْرَبُوْنَ (٦٨)

Terjemahannya:

"Maka terangkanlah kepadaku tentang air yang kamu minum. Kamukah yang menurunkannya dari awan ataukah Kami yang menurunkan". (QS. Al-Waqi'ah: 68-69)

Pada ayat di atas di jelaskan bahwa air yang kita minum merupakan air yang diturunkan dari langit, dan air tawar yang kita minum berasal dari air hujan, air tersebut turun melalui siklus peredarannya sehingga air tawar tersedia di hulu yang awalnya mengalami evaporasi kemudian jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk hujan.

Sumber air yang secara kuantitas tidak terbatas adalah air laut, namun memiliki kualitas yang kurang baik untuk digunakan karena memiliki kadar garam yang tinggi atau TDS (*Total Dissolved Solid*) untuk menangani masalah tersebut diterapkan teknologi pengolahan air laut menjadi air tawar yang dikenal sebagai desalinasi, (Kusumadewi 2013). Untuk mengatasi masalah tersebut salah satu cara dengan menggunakan penerapan teknologi pengolahan air laut yang sesuai dengan kondisi sosial, budaya, ekonomi, dan sumber daya manusia, selain kondisi air bakunya sendiri proses pengolahan air laut menjadi air siap pakai

menjadi salah satu solusi untuk penyediaan air bersih proses pengolahan air laut menjadi air tawar tersebut dikenal sebagai proses desalinasi (Kusumadewi 2013).

Destilasi merupakan sebuah proses yang memanfaatkan energi matahari untuk mengolah air laut untuk dijadikan air tawar yang dapat diolah. Pemanfaatan energi matahari akan mengurangi pengeluaran masyarakat dalam penyediaan kebutuhan air dengan harga yang terjangkau (Dewantara, 2018).

Desalinasi untuk produksi air yang besar seperti MSF, MED, RO, VC, dan sebagainya telah terbukti secara teknis dan ekonomis. Namun untuk komunitas yang kecil kebutuhan air dibatasi untuk area yang jauh dari sumber air dan energi dengan komunitas yang memiliki kemampuan teknis rendah, desalinasi Tenaga matahari lebih cocok diterapkan. Berbagai teknologi pengolahan air laut menggunakan tenaga matahari telah dilakukan seperti solar still, multi stage flash (MSF), multiple effect boiling (MEB), reverse osmosis (RO) dan elektrodialisis (Kalogirou, 2016)

Al- Quran juga menjelaskan tentang manfaat air laut yang terdapat dalam surah Al- Nahl: 14

Terjemahan:

"Dan Dialah, Allah yang menundukkan lautan (untukmu), agar kamu dapat memakan daripadanya daging yang segar (ikan), dan kamu mengeluarkan dari lautan itu perhiasan yang kamu pakai; dan kamu melihat bahtera berlayar padanya, dan supaya kamu mencari (keuntungan) dari karunia-Nya, dan supaya kamu bersyukur".

Ayat diatas menjelaskan tentang kekuasaan allah yang mampu menciptakan isi air laut yang memberikan manfaat bagi manusia seperti ikan yang dikonsumsi manusia bahkan di laut terdapat minyak berharga yang dapat diolah dan dimanfaatkan masih banyak lagi manfaat yang dapat diolah di laut namun manusia hanya memanfaatkannya hanya sedikit oleh karena itu pemanfaatan air laut pada penelitian ini agar menjadi salah satu bentuk rasa syukur terhadap penciptaan air laut.

Mengenai air laut allah berfirman dalam surah Al-Furqan/25:53

وَهُوَ الَّذِيْ مَرَجَ الْبَحْرَيْنِ هٰذَا عَذْبٌ فُرَاتٌ وَهٰذَا مِلْحٌ أَجَاجٌ وَجَعَلَ بَيْنَهُمَا بَرْزَخًا وَحِجْرًا مَّحْجُوْرًا (٣٥) Terjemahannya:

"Dan dialah allah yang membiarkan dua lautan yang mengalir (berdampingan) yang ini tawar lagi segar dan yang lain asin lagi pahit dan dia jadikan antara keduanya dinding dan batas yang menghalangi"

Dari penjelasan ayat diatas tentang kebesaran allah atas penciptaannya atas air laut yang tidak dapat menyatu dengan air tawar yang sudah terebukti akan kenyataanya. Air merupakan materi esensial dan merupakan materi yang dibutuhkan bagi manusia dan makhluk hidup lainnya

Anas (2014) mengenai desain alat penjernih air laut menjadi air bersih dengan tenaga matahari, namun penelitian tersebut memiliki beberapa kelemahan antara lain bahan yang digunakan kurang efektif untuk memaksimalkan hasil yang diperoleh, dan bahan yang digunakan mudah berkarat akibat kadar garam yang tinggi, dan penelitian

Kusumadewi (2013) mengenai desalinasi air asin dengan proses distilasi menggunakan energi matahari dalam kondisi vakum sebagai acuan dalam penelitian ini oleh karena itu penelitian prototype desalinasi air laut menjadi air bersih ini dilakukan sebagai lanjutan dari penelitian sebelumnya.

Berbagai teknologi desalinasi telah dikembangkan, namun teknologi distilasi dengan sumber energi matahari masih mengalami berbagai kendala sehingga diperlukan teknologi dan penelitian lebih lanjut, dalam penelitian ini dilakukan desalinasi air laut dengan menggunakan energi matahari untuk memanaskan air laut dengan menggunakan desain piramid dan penambahan plat aluminium sebagai penangkap radiasi matahari sehingga proses desalinasi bisa maksimal.

1.2 Rumusan Masalah

- 2. Bagaimana desain alat Desalinasi dengan tenaga surya yang digunakan untuk desalinasi air laut?
- 3. Berapa efisiensi air bersih hasil dari alat Desalinasi dalam proses desalinasi air laut?

1.3 Tujuan Penelitian

- Merancang desain alat Desalinasi tenaga surya yang digunakan sebagai alat desalinasi air laut
- 2. Mengetahui efisiensi air bersih dari alat Desalinasi dalam proses desalinasi air laut.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini ditujukan sebagai referensi keilmuan yang berguna bagi akademisi atau peneliti yang ingin melanjutkan dan menyempurnakan penelitian tentang desalinasi air laut dengan tenaga matahari

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah merupakan batasan yang melingkupi permasalahan yang diteliti adapun batasan masalah pada penelitian ini hanya terbatas pada pembuatan alat prototype desalinasi air laut menjadi air bersih.

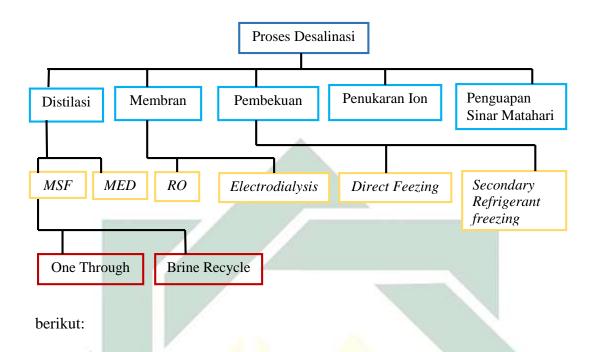
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proses Desalinasi

Desalinasi air laut menjadi salah satu inovasi yang efektif dalam mengatasi kasus ketersediaan pasokan air bagi masyarakat seperti kebutuhan rumah tangga, industri dan pertanian (Abdullaev dkk, 2019). Teknologi desalinasi air laut memiliki proses evaporasi yang didapatkan dari energi matahari untuk menangkap uap air dalam suatu kaca, selain itu terjadi juga proses perpindahan kalor pada air yang kemudian menuju proses penguapan setelah terjadi proses penguapan uap air mengalami proses kondensasi di bagian atas alat desalinasi air laut sehingga menghasilkan tetesan air berupa air murni dari proses pengembunan uap (Krisdianto dkk, 2020).

Proses desalinasi melibatkan cairan seperti air umpan (misalnya air laut), produk bersalinitas rendah, dan konsentrat bersalinitas tinggi. Proses desalinasi menghasilkan air dengan kandungan garam terlarut kurang dari 500 mg/L, yang dapat dimanfaatkan untuk kepentingan domestik, industri, dan pertanian (Safitri, 2011). Teknologi desalinasi air laut dibagi menjadi tiga bagian yaitu: 1) Sistem termal dengan mengaktifkan proses kondensasi dan penguapan menjadi proses utama dalam penyaringan garam menjadi air tawar, 2) Menggunakan tekanan dengan memasukkan air laut ke dalam membran dan memisahkan kandungan garamnya, 3) Menggunakan bahan kimia seperti sistem desalinasi pertukaran ion, ekstraksi zat cair dan gas hidrat pada air laut (youssef dkk 2014).

Kehidupan modern seperti saat ini proses desalinasi memfokuskan pada pengembagan cara efektif untuk menyediakan air bagi masyarakat yang digunakan untuk wilayah yang memiliki keterbatasan air bersih. Desalinasi yang digunakan pada industri dengan skala yang besar biasanya menggunakan energi yang besar juga dan infrastruktur spesialis, sehingga biaya yang dikeluarkan sangat mahal dibandingkan dengan menggunakan air tawar yang berasal dari sungai atau air tanah (Zhani et al. 2011).



Gambar 2. 1 Klasifikasi Proses Desalinasi Air Laut (Assomadi, 2008)

Pemilihan proses desalinasi digunakan dengan menentukan lokasi pengolahan, kualitas air yang digunakan dan penggunaan air hasil desalinasi dan lain sebagainya dengan menggunakan studi kelayakan. Semakin meningkatnya permintaan air untuk keperluan makhluk hidup maupun industri maka setiap negara perlu menyediakan air tawar yang berkualitas dengan harga yang murah walaupun biaya pengadaan yang diperlukan sangat besar. Di beberapa negara maju penelitian dan pengembangan desalinasi semakin baru kombinasi-kombinasi dan lain sebagainya telah dilakukan untuk mendapatkan efisiensi teknologi desalinasi yang tinggi dari pengolahan teknologi desalinasi (Assomadi 2018)

Tabel 2. 1 Pengurangan Kontaminan menggunakan Teknoogi Desalinasi

Kontaminan	Distilasi (%)	ED/EDR (%)	RO(%)
TDS	>99.9	50-90	90-99.5
Pestisida	50-90	<5	5-50
Patogen	>99	<5	>99.99
TOC	>95	>20	95-98
Radiologi	>99	50-90	90-99
Nitrat	>99	60-69	90-94
Calcium	>99	45-50	95-97

Magnesium	>99	55-62	95-97
Bikarbonat	>99	45-47	95-97
Potassium	>99	55-58	90-92

Prinsip kerja teknologi desalinasi dengan menguapkan air dari larutan yang dapat menghasilkan air tawar dan garam sebagai buangan kemudian mengembun dalam bentuk uap menjadi tetes air untuk menghasilkan air tawar. Dalam teknologi desalinasi Semua proses desalinasi berskala besar melibatkan pemanasan air hingga mencapai temperatur mendidih untuk menghasilkan jumlah uap air maksimum, Sehingga didapatkan hasil yang maksimal dalam menghasilkan air tawar dalam jumlah yang besar.

2.2 Teknologi Proses Desalinasi Air Laut

2.2.1 Proses Distilasi (Penguapan)

Distilasi adalah metode Desalinasi yang paling lama dan paling umum digunakan. Prinsip destilasi air laut dengan dipanaskan untuk menguapkan air laut kemudian air laut yang menguap di kondensasi untuk mendapatkan air tawar. Proses distilasi menghasilkan air tawar dengan kemurnian yang sangat tinggi dibandingkan dengan proses lainnya. Pada suhu 100°C air laut mendidih pada tekanan atmosfer namun dapat mendidih dibawah 100°C.

Proses distilasi yang menggunakan air laut sebagai bahan utama dalam memperoleh air tawar dan sebagai air pendingin. Masalah yang sering terjadi pada sistem desalinasi adalah kerak dan karat pada alat yang digunakan. Apabila terjadi kerak pada alat maka efisiensi desalinasi berkurang, proses desalinasi harus dihentikan dan alat harus dibersihkan, pengolahan yang efektif sangat diperlukan. Karat (*rush*) merupakan sebutan yang dikhususkan korosi pada besi, sedangkan korosi merupakan gejala destruktif yang mempengaruhi segala jenis logam, laju korosi dipengaruhi beberapa faktor sebagai berikut (Kusumadewi 2013):

- 1. Kelembapan relatife
- 2. Temperatur

Laju temperatur akan berpengaruh terhadap bertambahnya kecepatan reaksi korosi, hal ini disebabkan karena semakin tinggi temperatur maka energi kinetik dari partikel-partikel yang bereaksi akan meningkat sehingga melampaui energi aktivasi mengakibatkan laju kecepatan reaksi semakin cepat.

- 3. pH
- 4. Konsentrasi Oksigen

Oksigen yang terdapat di udara dapat bersentuhan dengan permukaan logam yang lembab mengakibatkan korosi lebih besar, hal ini sama seperti didalam air (Lingkungan terbuka) adanya oksigen menyebabkan korosi

- 5. Bahan pengotor padat atau terlarut
- 6. Konsentrasi
- 7. Kecepatan aliran fluida

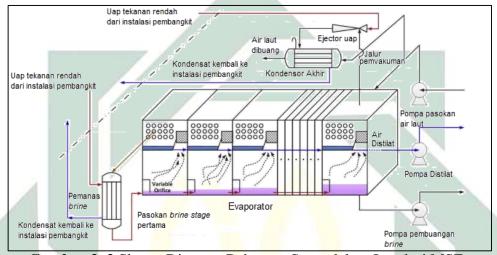
Kecepatan laju fluida berpengaruh terhadap korosi hal ini dikarenakan kontak antara zat pereaksi dengan logam akan semakin besar sehingga ion-ion logam akan semakin banyak yang terlepas dan logam akan mengalami korosi.

Ada dua faktor yang mempengaruhi korosi yaitu yang berasal dari bahan itu sendiri dan dari lingkungan, faktor dari bahan meliputi kemurnian bahan, struktur bahan, bentuk Kristal, unsur-unsur yang berada di dalam bahan, teknik pencampuran bahan dan lainnya. Sedangkan faktor dari lingkungan meliputi tingkat pencemaran udara, temperatur, kelembaban keberadaan zat kimia yang bersifat korosif, bahan yang bersifat korosif terdiri dari asam, basa dan garam, baik dalam bentuk senyawa anorganik maupun organik (Kusumadewi, 2013).

2.2.1.1 Multi-Stage Flash Distillation (MSF)

Dalam proses *Multi Stage Flash Distillation* (MSF) ketika air laut dipanaskan kemudian disemprotkan di bagian bawah masing-masing stage melalui orifice, karena resistensi aliran dan tekanan statis dari air laut di kurangi, maka butiran butiran halus segera menidih dan menguap secara keseluruhan, ruang evaporasi dihubungkan dengan sistem pemvakuman di bagian atas (dengan *steam jet ejector*). Yang menggunakan prinsip menurunkan air laut kemudian

dipasok ke stage berikutnya dan di ulang hingga stage terakhir, tingkat cairan di bagian bawah stage harus dijaga serendah mungkin jika tidak ada kontrol, penguapan tidak akan terjadi, sehingga laju produksi menurun. Uap selanjutnya melalui demister dan dan memisahkan *Droplet Brine* dan menuju pipa yang ada di bagian atas tiap stage. Di Dalam pipa mengalir aliran air laut yang lebih dingin sehingga terjadi perpindahan panas dan uap melepaskan panas laten ke air laut yang mengalir di dalam pipa kemudian terkondensasi menjadi air bersih (Siti Alimah 2019).



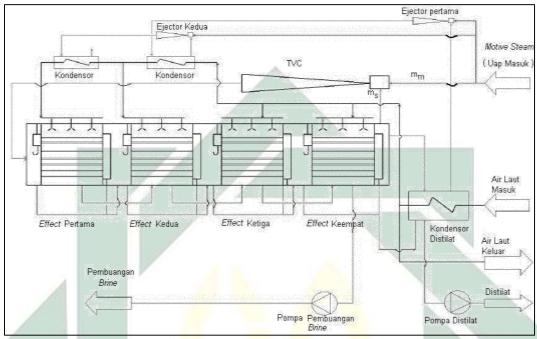
Gambar 2. 2 Skema Diagram Beberapa Stage dalam Instalasi MSF

Karakteristik instalasi MSF meliputi volume dan aliran umpan tinggi, korosi dan kerak dapat terjadi dalam instalasi dikarenakan penggunaan bahan kimia dengan laju aliran yang tinggi untuk *treatment* pengolahan air laut (Siti Alimah 2019).

2.2.1.2 Multiple Effect Distillation

Konfigurasi instalasi MED Meliputi *tube* vertikal atau horizontal, variasi desain tersebut mempengaruhi sistem pemompaan yang berkaitan dengan energi yang terbuang. MED menggunakan prinsip pengurangan tekanan pada tiap effect evaporatornya sebagaimana temperature berkurang. Air laut masuk disemprotkan pada permukaan luar *tube* evaporator. Kemudian terjadi pendidihan panas dengan uap yang mengalir di dalam *tube*, uap yang berada di dalam *tube* berasal dari tangki penguap yang dihasilkan dari proses ekstraksi keluaran turbin uap, kemudian uap mengalami kondensasi di dalam *tube* penukaran panas di efek berikutnya, uap yang terkondensasi melepaskan panasnya mengevaporasi air laut,

air laut yang tidak menguap (*brine*) turun, dan dikumpulkan di dasar stage yang kemudian mengalir menuju efek berikutnya, uap dari efek terakhir kondensasi dalam kondensor destilasi dan produk akhir yang dikumpulkan dalam masing masing stage sebagai air murni.



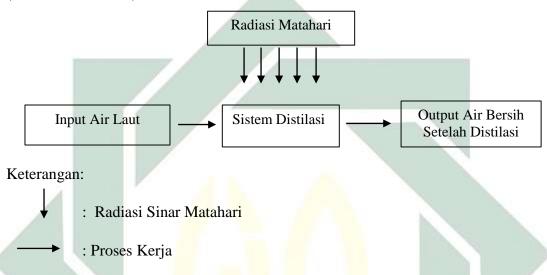
Gambar 2. 3 Unit Instalasi MED

2.2.1.3 Penguapan dengan Sinar Matahari

Sistem desalinasi tenaga surya dapat dibagi menjadi dua yaitu teknologi langsung dan tidak langsung, dalam metode langsung kolektor energi surya dan komponen desalinasi merupakan unit integral seperti contoh *solar-still*, aturan umum praktis untuk solar-still sederhana adalah area pengumpulan sinar matahari sekitar 1 m² dibutuhkan untuk menghasilkan 3-5 liter air per hari, oleh karena itu dibutuhkan area yang mampu mengumpulkan sinar matahari yang besar dengan biaya modal yang tinggi untuk meningkatkan kinerja *solar,still multi effect solar still* digunakan. Dalam metode tidak langsung, energi matahari dikumpulkan terlebih dahulu lalu dikonversi menjadi panas atau listrik yang kemudian digunakan sebagai sumber energi untuk teknologi yang berbeda banyak penelitian yang dilakukan untuk membandingkan sistem desalinasi, setiap sistem desalinasi mempunyai kekurangan dan kelebihan masing-masing (Kusumadewi 2013).

2.2.1.4 Distilasi

Salah satu pemanfaatan tenaga surya sebagai energi dari sistem desalinasi merupakan sistem yang sangat sederhana yang berguna untuk memenuhi kebutuhan pokok manusia. Dalam menghasilkan dan memproduksi garam dari air laut digunakan energi tenaga surya untuk memanaskan air laut dan menghasilkan garam, cara seperti ini sudah dilakukan sejak zaman dahulu, dengan prinsip dasar ini di gunakan juga prinsip yang sama guna menghasilkan air bersih (Kusumadewi 2013)



Gambar 2. 4 Proses Kerja Sistem Desalinasi Menggunakan Tenaga Matahari

Semua sistem distilasi menggunakan prinsip yang sama, yaitu dengan menggunakan air umpan (air payau dan air laut) ditampung kemudian dipanaskan sehingga terjadi penguapan yang menghasilkan air distilasi. Uap air distilasi kemudian menempel pada kaca atau penutup yang memiliki temperature lebih rendah dari pada uap air itu sendiri dan kemudian terkondensasi dan ditampung pada bagian penampung hasil distilasi, lalu dialirkan ke penampung akhir distilasi (Syahril 2016)

Sistem distilasi atau destilator mempunyai perbedaan dalam produksi, sistem distilasi berorientasi pada produk air bersih sehingga air yang dimasukkan ke dalam destilator dapat berasal dari mana saja, sedangkan desalinasi inputnya berasal dari air laut karena tujuannya untuk mendapatkan garam. Sistem desalinasi dan distilasi disamakan karena memiliki teori yang sama, maka dapat disimpulkan bahwa destilasi adalah sistem untuk mendapatkan air bersih dengan

cara memisahkan air dari kandungan kotoran-kotoran air yang didestilasi (Syahri 2016)

2.2.1.5 Solar Still

Air tawar dapat dihasilkan dengan menggunakan energi matahari dengan melalui tiga proses distilasi, Evaporasi atau penguapan merupakan fenomena dimana molekul mengumpulkan energi yang cukup untuk melepaskan diri dari fase liquid dan memasuki ruang di atas interface gas-liquid laju evaporasi dapat ditingkatkan secara signifikan dengan menerapkan sumber energi dari luar pada molekul air, tetapi dengan mengurangi tekanan sistem. Sebaliknya kondensasi merupakan fenomena dimana molekul kehilangan atau melepas energi dan kembali dari fase uap ke fase cair. Laju kondensasi dapat ditingkatkan secara signifikan dengan menghilangkan energi dari sistem dengan pendinginan. Ketika laju evaporasi sama dengan laju kondensasi kesetimbangan terjadi di antara fase cair dan uap (Kusumadewi 2013)

Proses solar still didasarkan pada fakta bahwa udara dapat dicampur dengan jumlah yang penting dari uap. Jumlah uap yang dapat dibawa oleh udara meningkat dengan temperature, bahkan 1 kg udara kering dapat membawa 0,5 kg uap dan sekitar 670 kkal ketika temperaturnya meningkat dari 30 °C ke 80 °C. ketika aliran udara berkontak dengan air laut, udara mengekstrak sejumlah uap tertentu dengan memanfaatkan panas sensitif air garam, dan memicu pendinginan. Disisi lain air distilasi di pulihkan dengan menjaga udara lembab melalui kontak dengan permukaan pendingin, yang menyebabkan kondensasi sebagian uap yang tercampur dengan udara.

Jenis solar still bervariasi mulai dari yang sederhana hingga berbagai modifikasi. Solar still terdiri dari kolam air asin dangkal dengan selungkup transparan miring. Radiasi matahari yang menembus penutup transparan diserap oleh air dalam basin dan mengakibatkan kelembapan udara meningkat, mengalami kontak dengan permukaan bagian dalam yang relatif dingin dari penutup transparan, dan beberapa kelembapan mengembun disana kondensat yang berada dibawah permukaan penutup miring ini kemudian terkumpul dalam palung sepanjang ujung bawah penutup dan dilakukan di luar reactor untuk membentuk produk air segar.

2.3 Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Desalinasi Air Laut Menggunakan Energi Matahari

Faktor-faktor penting yang dapat mempengaruhi desalinasi air distilat diantaranya adalah faktor kondisi lingkungan dan desain alat desalinasi, (Safitri dalam Kusumadewi 2013) menyebutkan bahwa produksi hasil desalinasi yang dihasilkan dari destilasi tenaga matahari pada umumnya dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari, lama waktu penyinaran dan tipe alat desalinasi.

2.3.1 Faktor Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan merupakan faktor yang mempengaruhi kinerja alat desalinasi di antara kondisi lingkungan adalah intensitas radiasi matahari, kecepatan angin, temperatur udara ambien, dan kelembapan relatif Radiasi matahari sangat mempengaruhi kinerja alat desalinasi karena semakin banyak banyak energi matahari yang diserap maka semakin banyak air distilasi yang didapatkan Negara indonesia mempunyai iklim tropis yang memiliki variasi sinar matahari setiap tahunnya yang tidak terlalu besar, tetapi ada baiknya jika mengatur alat desalinasi sedemikian rupa sehingga intensitas radiasi matahari yang didapatkan dapat maksimal. Temperatur juga berpengaruh pada kinerja alat desalinasi yaitu dalam kekuranganya panas dari alat desalinasi dan laju evaporasi sampai proses kondensasi di dalam alat desalinasi (safitri, 2011)

Produksi air desalinasi juga berpengaruh pada efisiensi termal dari alat desalinasi itu sendiri. Efisiensi ini berkisar antara 30 – 60% dan bergantung pada desain alat desalinasi, temperatur ambien, kecepatan angin, dan ketersediaan energi matahari (McCracken dalam Kusumadewi 2013). Kecepatan angin berpengaruh terhadap laju perpindahan panas secara konveksi dari atap kaca penutup menuju lingkungan, sehingga secara tidak langsung berpengaruh terhadap laju kondensasi pada permukaan bawah penutup kaca (Kusumadewi 2013)

2.3.1.1 Intensitas Radiasi Matahari

Radiasi matahari merupakan sinar matahari yang dipancarkan menuju permukaan bumi, yang disebabkan oleh adanya emisi bumi dan gas pijar panas matahari. Radiasi dan sinar matahari dipengaruhi oleh berbagai hal sehingga sinar yang datang di permukaan bumi sangat bervariasi. Penyebabnya adalah posisi

matahari yang berubah-ubah, revolusi bumi dan lainnya. Meskipun cuaca cerah dan sinar matahari yang tersedia banyak, besar kecil radiasi setiap harinya berubah-ubah (Naqi, 2006)

Letak matahari dan bumi yang sering berubah maka intensitas radiasi matahari yang sampai di permukaan bumi juga berubah-ubah. Maka berkaitan dengan hal tersebut, radiasi sinar matahari yang tiba pada suatu tempat dipermukaan bumi dapat dibedakan menjadi tiga jenis (Naqi, 2006).

1. Radiasi Langsung (direct radiation)

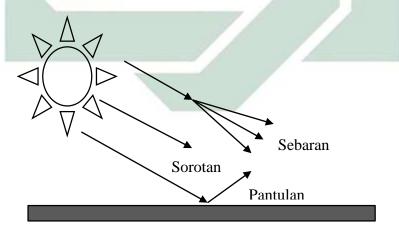
Radiasi langsung merupakan radiasi matahari yang melewati langsung ke permukaan bumi

2. Radiasi Sebaran (diffuse radiation)

Radiasi sebaran yang biasa disebut radiasi langit (sky radiation), merupakan radiasi yang dipancarkan ke permukaan bumi yang diterima terlebih dahulu di atmosfer, yang berasal dari bagian hemisfer langit. Radiasi sebaran didistribusikan merata pada hemisfer (distribusi isotropik).

3. Radiasi Pantulan

Selain radiasi langsung dan radiasi sebaran permukaan bumi juga mendapatkan radiasi pantulan dari permukaan yang berdekatan, jumlah reflektansi (albedo) dari permukaan yang saling berdekatan dan memiliki kemiringan permukaan yang menerima radiasi matahari.



Gambar 2. 5 Jenis radiasi Matahari (Samsurizal, 2019)

2.3.1.2 Temperatur Udara Kering dan Kelembapan Relatif

Temperatur udara ambien merupakan sebutan non- spesifik yang digunakan untuk menggambarkan temperatur luar Temperatur udara ambien tidak memperhitungkan seberapa besar kelembaban atau angin di luar (Kusumadewi 2013). Temperatur udara ambien biasanya dianggap temperatur udara kering yang menunjukkan pada *sling psychrometer*. Pada alat *sling psychrometer* terdapat dua jenis temperatur yang pertama *dry-bulb temperature* dan *wet bulb temperature*. *Dry-bulb temperature* merupakan temperatur udara yang sebenarnya sedangkan *wet-bulb temperature* merupakan temperatur pengembunan yang tercampur dengan udara-uap air (Kusumadewi 2013).

Dari temperatur udara kering dan basah didapatkan kelembaban relatif. Kelembaban relatif merupakan perbandingan (%) antara tekanan uap parsial dengan tekanan uap air jenuh dalam udara pada tekanan dan temperatur yang sama. Kelembaban 100% berarti gas jenuh, sedangkan kelembaban 0% merupakan gas bebas uap. Gas jenuh merupakan gas yang berada dalam kesetimbangan dengan zat cair pada suatu gas (Maharani 2008).

Udara memiliki jumlah kalor jenis yang lebih rendah dibandingkan dengan jumlah kalor jenis air sehingga diperlukan energi per gram yang lebih sedikit untuk menaikkan temperatur tertentu dibandingkan air, dengan kata lain udara lebih mudah dipanaskan dibandingkan dengan air (Kusumadewi 2013).

2.3.1.3 Faktor Desain Alat Desalinasi

Faktor desain alat desalinasi yang mempengaruhi kinerja alat diantaranya absorptivitas kaca penutup, luas permukaan penutup, dan kemiringan kaca penutup. Absorptivitas mempengaruhi produksi air distilasi dan efisiensi alat desalinasi. Absorptivitas kaca penutup yang besar mengurangi jumlah intensitas radiasi matahari yang dapat diserap oleh alat desalinasi, hal ini juga menghambat terjadinya kondensasi pada permukaan kaca alat desalinasi (Kusumadewi 2013) Luas permukaan kaca penutup yang besar akan mempengaruhi efisiensi alat destilasi karena semakin luas permukaan kaca penutup, semakin besar juga laju kehilangan panas pada penutup, sehingga efisiensi alat desalinasi dan produk yang dihasilkan akan semakin kecil. (Kusumadewi 2013)

Sudut kemiringan dari kaca penutup kaca mempengaruhi jumlah radiasi matahari yang diterima alat desalinasi, ketika radiasi matahari menembus kaca transparan dengan sudut 90° terhadap permukaan kaca maka sekitar 90% dari radiasi matahari akan dipantulkan kembali (Safitri dalam Kusumadewi 2013).

Penelitian yang dilakukan dengan membuat alat desalinasi dengan kemiringan penutup kaca sebesar 20⁰ dilakukan untuk mengurangi lepasnya radiasi matahari yang masuk ke dalam alat desalinasi karena sudut kemiringan terhadap garis normal yang besar. Penutup kaca yang digunakan sebagai kondensor sebaiknya berjarak 5-7 cm dari permukaan air didalam alat desalinasi agar sistem dapat bekerja dengan efisien, sebaliknya jika meningkatkan jarak kaca

Dengan air akan meningkatkan kehilangan panas laten penguapan air. Energi ini memiliki nilai sebesar 2260 kJ/kg. Hal ini menunjukkan untuk mendapatkan 1 liter (misal 1 kg karena densitas air 1 kg/liter) air murni hasil destilasi dibutuhkan energi sekitar 2260 kJ. Namun hal ini tidak menutup kemungkinan jika sistem desalinasi tidak efisien, yaitu efisiensi mencapai 100% atau untuk pemulihan panas laten dikembalikan ketika uap air terkondensasi (Xavier dalam Kusumadewi 2013).

2.4 Komponen Air dalam Sistem Desalinasi

Dalam sistem dist<mark>ilas</mark>i terdapat tiga komponen penting air yang terlibat dalam proses distilasi, yaitu air masukan (air laut), air produksi (air hasil desalinasi) dan konsentrat (*brine*) (Safitri dalam Kusumadewi 2013):

2.4.1 Air Masukan

Air masukan merupakan air laut yang mengandung 3,5% garam, gas, bahan organik, dan partikel tak terlarut. Dalam 1000 gram air laut 96,5% berupa air murni dan 3,5% merupakan zat terlarut, yang berarti terdapat 35 gram senyawa terlarut dalam setiap 1000 gram air laut. Senyawa terlarut ini disebut garam. Konsentrasi rata-rata seluruh garam yang terlarut dalam air laut disebut dengan salinitas, keberadaan garam ini mempengaruhi sifat fisik air laut seperti densitas, kompresibilitas, titik beku, dan temperatur dimana densitasnya menjadi maksimum. Dua sifat yang dipengaruhi jumlah garam di laut (salinitas) adalah daya hantar listrik (konduktivitas) dan tekanan osmosis (Safitri dalam Kusumadewi 2013).

Kandungan ion air laut menunjukkan kandungan ion utama dan konsentrasi total padatan terlarut (TDS) pada air laut. Konsentrasi yang terdapat pada air laut dalam tabel ini dinyatakan dalam miligram per liter (mg/L) dan dalam milliequivalent per liter (meq/L). Parameter miligram per liter menunjukkan rasio berat ion terhadap volume larutan menunjukkan miliekuivalen per liter mencerminkan kapasitas ion untuk bereaksi dengan satu sama lain. Berat atom atau rumus suatu ion dibagi dengan valensinya (jumlah muatan positif atau negatif) disebut berat ekivalen (eq) ion. Seperseribu berat ini disebut miliekuivalen (meq). Misalnya miliekuivalen per liter konsentrasi kalsium pada Tabel 2.2 dapat dihitung sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Komposisi Ion Garam dalam air laut dalam buku Desalination Engineer planning and design (Nikola, 2013)

Ion	TDS ConcentratiOn mg/L	
Calcium (Ca ²⁺)	403	
Magnesium	1298	
(Mg^{2+})		
Sodium (Na ⁺)	10,693	
Potassium (K ⁺)	387	
Boron (B)	4.6	
Bromide (Br ²⁻)	<mark>74</mark>	
Bicarbonate	142	
(HCO ²⁻)		
Sulfate (SO42-)	2710	
Chloride (C1 ⁻)	19,287	
Fluoride (F ⁺)	1,4	

Zat terlarut seperti garam-garam anorganik. Fraksi yang terbesar dari bahan yang terlarut dari garam-garam anorganik yang berwujud ion. Enam ion anorganik (klor, natrium, belerang, magnesium, kalsium, dan kalium) merupakan komponen utama (99,28%) berat dari bahan anorganik. Empat ion (bikarbonat, bromide, asam, asam borat, stronsium) menambah 0,71% berat hingga sepuluh ion bersama-sama sebagai zat terarut dalam air laut (Safirti dalam Kusumadewi 2013).

Jumlah ion-kation yang terdapat pada **Tabel 2.2** diatas, konsentrasi klorida dan sodium memiliki jumlah yang sangat tinggi, hal inilah yang menyebabkan tingginya salinitas air laut. Rata-rata konsentrasi garam di air laut berkisar 3,5%

namun kondisi tersebut dapat dipengaruhi oleh lokasi, namun secara komposisi relatif konstan. Perbedaan salinitas terjadi karena perbedaan dalam penguapan dan presipitasi. Salinitas air laut di daerah tropis lebih tinggi karena evaporasi lebih tinggi, sedangkan pada laut di daerah dengan iklim sedang salinitasnya lebih rendah karena evaporasi lebih rendah, di daerah pantai dan laut yang tertutup sebagian, salinitasnya lebih bervariasi dan dapat mendekati 0 dimana sungaisungai besar mengalirkan air tawar, sedangkan pada laut merah dan teluk persia salinitasnya hampir 40%. Salinitas air laut sulit ditentukan karena senyawa yang terlarut dalam air laut tidak dapat ditentukan secara keseluruhan. Oleh karena itu dilakukan pengamatan terhadap komponen terbesar air laut yaitu klorida (Cl). Perhitungan salinitas dapat ditentukan dengan menghitung jumlah klor dalam air laut menggunakan titrasi AgNO₃ (Safitri dalam Kusmadewi 2013). Klasifikasi air alami dapat dilihat berdasarkan kandungan TDS, DLH dan klorida dapat dilihat pada **Tabel 2.3** berikut:

Tabel 2. 3 Klasifikasi Keasinan Air (Safitri dalam Kusumadewi 2013)

Tipe Air	TDS (mg/L)	DHL	Cl ⁻ (mg/L)
		(mmhos/cm)	
Tawar	0-1000	<1500	< 500
Agak payau	1000-3000	1500 - 5 000	500 - 2000
Payau	3000-10.000	5000 - <mark>15</mark> .000	2000 - 5000
Asin	10.000 -	15.0 <mark>00</mark> –	5000 - 19.000
	35.000	50.000	
Brine	>35.000	>50.000	>19.000

2.4.2 Air Produksi (Distilasi)

Proses destilasi air laut di dalam alat desalinasi menghasilkan air dengan kualitas yang tinggi dengan nilai TDS (*Total Dissolved Solid*) berada pada rentang 1,0-50 ppm. Secara umum air hasil destilasi memiliki padatan terlarut rendah, kesadahan rendah, kemampuan buffer rendah, dan konsentrasi gas terlarut yang relatif tinggi. Air hasil destilasi dapat mengandung zat kimia agresif dan korosif, apabila tidak terjadi kebocoran maka kontaminan mikrobiologi akan kecil. Untuk penggunaan domestik, perlu dilakukan *post-treatment* untuk memastikan bahwa air laut yang dihasilkan secara desalinasi ini dapat memenuhi baku mutu air minum. Dalam penelitian ini karakteristik air hasil destilasi

dibandingkan dengan Kepmenkes Nomor 492/MENKES/SK/IV 2010. (Safitri Dalam Kusumadewi 2013).

2.4.3 Konsentrat (*Brine*)

Konsentrat (*Brine*) merupakan produk sampingan dari proses desalinasi berupa larutan garam berkonsentrasi tinggi (35.000 mg/L). kandungan garam dalam konsentrat ini lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan garam dalam air masukan, sehingga konsentrat ini tidak dibutuhkan lagi. Konsentrat yang terdapat di air garam juga memiliki kandungan senyawa pembentuk kerak (*scale*) dan mempunyai titik didih yang tinggi. Konsentrat juga memiliki kandungan senyawa kimia dari pra-pengolahan. Beberapa karakteristik dari pembuangan konsentrat air garam yang berasal dari unit desalinasi sebagai berikut:

- 1. Pembuangan konsentrat air garam berada pada pembuangan limbah lainya.
- 2. Konsentrat air garam ini merupakan bentuk paling sederhana dari senyawa anorganik, sehingga tidak dapat dilakukan untuk mereduksi konsentrat menjadi senyawa yang lebih sederhana dan tidak berbahaya.
- Material garam berada pada jumlah yang sangat besar.
 Konsentrat air garam dapat dibuang dari unit desalinasi dengan cara:
- 1. Membuang langsung menuju laut.
- 2. Menggabungkan dengan buangan lainnya sebelum dibuang menuju laut.
- 3. Membuangnya menuju saluran pembuangan untuk dilakukan pengolahan dalam unit pengolahan air buangan.
- 4. Mengeringkan konsentrat air garam tersebut kemudian dibuang ke *landfill*.

2.5 Evaporasi dan Kondensasi

2.5.1 Evaporasi

Evaporasi atau penguapan merupakan perubahan suatu zat cair menjadi uap pada suhu di bawah titik didihnya. Beberapa cairan (liquid) menguap lebih cepat dibandingkan lainnya. Liquid dengan titik didih tinggi cenderung menguap lebih lambat dibandingkan dengan dengan temperatur titik didih yang lebih rendah. Kecepatan penguapan liquid tergantung pada jumlah permukaan yang terbuka, kelembaban udara, dan suhu. Penguapan (evaporasi) terjadi karena

diantara molekul-molekul yang dekat dengan permukaan zat cair tersebut selalau terdapat cukup energi panas untuk mengatasi gaya kohesi sesama molekul dan kemudian menjadi terlepas satu dengan yang lain. Jika liquid menguap (ber evaporasi) dalam liquid, partikel bergerak dengan sangat cepat. Pada permukaan beberapa partikel dapat melepaskan diri ke udara sementara partikel yang lain tidak mempunyai cukup energi untuk melepaskan diri ke udara dan tetap didalam liquid. Ketika partikel dengan energi tinggi melepaskan diri ke udara energi ratarata partikel yang tersisa lebih kecil sehingga liquid dingin, liquid yang dingin kemudian didinginkan permukaan partikel tersebut berdiam. Hal ini disebut evaporasi pendinginan. Evaporasi merupakan proses liquid berpindah wujud menjadi gas melalui mekanisme berikut (Levashov dalam Kusumadewi 2013):

- Molekul-molekul yang bergerak sangat cepat dengan menggunakan energi kinetik sangat tinggi pada permukaan liquid sehingga molekul-molekul tersebut memiliki cukup energi untuk memutuskan ikatan tarik-menarik dengan molekul lain. Molekul-molekul tersebut kemudian terlepas ke permukaan substansi. Jenis ini hanya terjadi pada molekul-molekul pada permukaan substansi.
- 2. Saat temperatur liquid tinggi molekul memiliki energi kinetik yang tinggi secara berlebihan sebagian besar dari molekul tersebut cenderung untuk melepaskan diri, sehingga evaporasi terjadi lebih cepat dibandingkan dengan temperatur yang lebih tinggi.
- 3. Evaporasi secara umum terjadi karena sistem molekul mencari kesetimbangan (terdapat konsentrasi rendah dari molekul di udara dan konsentrasi tinggi dalam liquid).

Evaporasi merupakan keadaan dimana liquid berubah menjadi gas. Ketika molekul-molekul tersebut dipanaskan molekul tersebut bergerak dengan cepat hal ini membuat molekul penuh dengan energi dan partikel bertabrakan satu dengan lain dan akhirnya molekul tersebut menjadi begitu jauh sehingga molekul tersebut menjadi gas sebagai contoh air yang tersisa dalam suatu mangkuk perlahan akan menghilang. Air menguap menjadi uap air, fase gas dari air. Uap air bercampur dengan udara (Kusumadewi 2013).

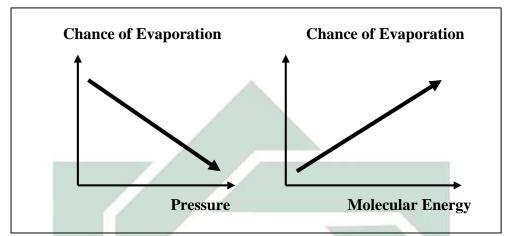
Panas (energi) diperlukan untuk evaporasi terjadi. Energi yang digunakan untuk memisahkan ikatan yang menahan molekul air bersama, itulah sebabnya mengapa air mudah menguap pada titik didih (212°F, 100°C), evaporasi terjadi lebih lambat pada titik beku. Evaporasi murni terjadi ketika laju evaporasi melebihi laju kondensasi. Dimana kondisi saturasi terjadi ketika dua laju proses ini sama, dimana titik kelembaban relatif dari udara adalah 100%. Kondensasi kebalikan dari evaporasi, dan terjadi ketika udara jenuh didinginkan pada tekanan konstan untuk menjadi sepenuhnya jenuh dengan air, seperti contoh pada bagian luar gelas air es. Pada kenyataanya proses evaporasi menghilangkan panas dari lingkungannya (Semenov dalam Kusmadewi 2013).

Molekul dapat melepaskan diri dan terkadang dapat berada dalam satu tempat, molekul-molekul ini akan menjadi suatu gas, proses ini dinamakan evaporasi. Evaporasi dapat terjadi ketika liquid dalam kondisi dingin atau panas . evaporasi terjadi lebih sering dengan liquid yang lebih hangat . ketika materi memiliki temperatur lebih tinggi, molekul molekul juga memiliki energi yang tinggi. Ketika energi dalam molekul tertentu mencapai tingkat tertentu molekul-molekul dapat mengalami perubahan fase. Evaporasi merupakan semua tentang energi dalam molekul, bukan tentang energi rata-rata suatu sistem. Energi rata-rata dapat menjadi rendah dan evaporasi masih berlanjut (Dewit dalam Kusumadewi 2013).

Liquid pada temperatur kamar dan tekanan udara normal, tidak semua molekul dalam liquid memiliki energi yang sama. Jika terdapat air (H₂O) pada cuaca berangin, angin menyebabkan suatu peningkatan laju evaporasi bahkan ketika cuaca dingin (Goswami dalam Kusumadewi 2013).

Energi yang dapat diukur dengan termometer tidak benar-benar energi rata-rata seluruh molekul dalam sistem. Selalu terdapat beberapa molekul yang memiliki banyak energi dan beberapa dengan energi hampir tidak ada sama sekali. Ada berbagai jenis molekul yang dapat bertabrakan satu sama lain, dan ketika molekul-molekul bertabrakan sedikit demi sedikit bergerak menuju molekul lainnya. Saat energi dipindahkan suatu molekul akan sedikit memiliki energi dan molekul yang lainnya akan berkurang. Dengan jumlah yang banyak molekul saling bertabrakan di sekitar dan terkadang sebagian molekul mendapatkan cukup

energi untuk melepaskan diri. Molekul-molekul tersebut memperkokoh kekuatan yang cukup untuk berubah menjadi gas, setelah molekul-molekul mencapai tingkat energi tertentu. Jelasnya ketika molekul pergi molekul tersebut telah berevaporasi (Goswami dalam Kusumadewi 2013).



Gambar 2. 6 Hubungan Mekanisme Evaporasi Dengan Tekanan Energi molekular (Semenov et al. 2011)

Laju evaporasi dapat meningkat dengan adanya penurunan tekanan gas di sekitar liquid. Molekul-molekul akan bergerak dari daerah yang memiliki tekanan tinggi menuju ke daerah yang bertekanan rendah. Molekul-molekul pada dasarnya terhisap ke daerah sekitarnya mencapai kesetimbangan tekanan. Setelah mencapai tingkat tertentu laju evaporasi akan mengalami kelambatan (Levanov 2011).

Kecepatan evaporasi tergantung pada suhu zat cair tersebut seberapa kuat ikatan antara molekul dalam zat cair, luas permukaan zat cair, suhu, tekanan, dan pergerakan udara di sekitar hingga evaporasi dapat terjadi. Beberapa faktor yang mempengaruhi kecepatan evaporasi zat cair diantaranya (Levashov 2011):

1. Tekanan uap

Tekanan uap merupakan tekanan intristik zat dimana dalam keadaan setimbang dengan bentuk zat cair. Air pada suhu 25°C, tekanan uapnya 25 mmHg. Pada 0°C, titik beku air murni, tekanan uap air/es sebesar 4,5 mmHg. Maka kecepatan evaporasi es ditambah dengan air lebih rendah daripada air pada saat keduanya bersuhu 25°C.

2. Suhu

Bertambahnya suhu dapat meningkatkan tekanan uap yang mengakibatkan meningkatnya kecepatan evaporasi (dengan menganggap

faktor lainnya sama). Air yang bersuhu 100⁰, tekanan uap air sebesar 760 mmHg atau 1 atmosfer. Semakin tinggi tekanan temperatur semakin banyak molekul yang berevaporasi.

3. Tekanan Uap

Terdapat tekanan uap pada larutan yang rendah atau dapat diabaikan yang mengakibatkan kekurangan kecepatan evaporasi, seperti contoh kecepatan penguapan air yang berasal dari garam yang berkurang dibandingkan dari air bersih.

4. Kelembapan Relatif

Air yang memiliki kelembapan relatif, dimana persen tekanan uap pada udara diatas zat cair dibandingkan dengan tekanan uap pada suhu tertentu yang mengurangi kecepatan evaporasi. Kecepatan evaporasi dapat disamakan dengan sebuah garis lurus dari titik maksimum 0% kelembaban relatif sampai pada titik 100% kelembaban relatif. Semakin banyak kelembaban semakin banyak molekul yang berevaporasi.

5. Kecepatan udara

Faktor penting lainnya adalah kecepatan udara yang bergerak melintang pada permukaan zat cair

6. Pergerakan udara

Pergerakan udara yang memiliki kecepatan dapat memindahkan lebih banyak uap air dan mempercepat kecepatan evaporasi, tetapi terdapat faktor lain yang bertentangan seperti contoh kecepatan udara yang bergerak begitu cepat dapat mendinginkan air dan dapat mengurangi tekanan uap dan kecepatan evaporasi. Semakin besar kecepatan udara semakin banyak molekul yang berevaporasi

2.5.2 Kondensasi

Proses pengembunan merupakan proses perubahan bentuk gas yang menjadi cair karena terdapat perbedaan temperatur. Temperatur pengembunan berubah sejalan dengan tekanan uap, oleh karena itu temperatur pengembunan disebut sebagai temperatur pada kondisi jenuh yang mencapai udara dingin pada tekanan yang tetap tanpa adanya penambahan kelembaban udara, untuk mencapai proses pengembunan dilakukan dua cara (Rose dalam Kusumadewi 2013).

- 1. Menurunkan temperatur sehingga mereduksi kapasitas dari uap air.
- 2. Menambah jumlah uap air.

Gas yang berubah menjadi cair dengan menurunkan temperaturnya atau meningkatkan tekanan. Pada umumnya pendekatan yang digunakan adalah menurunkan temperatur, sedangkan dengan meningkatkan temperatur gas lebih mahal (Rose dalam Kusumadewi 2013).

2.6 Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Desalinasi Air Laut Menggunakan Energi Matahari

Faktor yang mempengaruhi produksi air distilat diantaranya adalah faktor kondisi lingkungan dan desain destilator, produktivitas air distilasi yang dihasilkan dari distilasi tenaga surya pada umumnya dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari, lamanya waktu penyinaran, dan tipe kolektor, Intensitas radiasi yang mengenai permukaan bumi meliputi:

a) Total radiasi matahari

Radiasi matahari di permukaan bumi ialah jumlahan radiasi langsung (direct radiation) dan radiasi hambur (diffuse radiation).

$$I_{I\theta} = I_{DN}\theta + I_{d}\theta + I_{r}\theta$$

b) Radiasi langsung

radiasi langsung adalah radiasi matahari pada bumi tanpa perubahan arah atau radiasi yang diterima dalam arah yang sejajar dengan sinar yang datang.

$$I_{DN} = E_0 exp(-\frac{B}{\sin\sin\beta})$$

c) Radiasi hambur

Radiasi hambur ialah radiasi yang dapat berubah akibat penghamburan. Sedangkan Radiasi sebaran ialah radiasi yang dipancarkan oleh atmosfer ke permukaan bumi.

$$I_d = C.I_{DN}.F_{WS}$$

d) Radiasi pemantulan

Radiasi pantulan ialah hasil radiasi yang dihasilkan dari permukaan 2 benda yang saling berdekatan, kuantitas radiasi yang dihasilkan dari permukaan yang berdekatan ini bergantung pada reflektansi dan kemiringan permukaan yang berdekatan.

$$Ir = (I_{DN} + I_d)PgFwg$$

2.6.1 Temperatur Udara dan Kelembaban Relatif

Temperature udara ambien adalah sebutan non-spesifik yang digunakan untuk menggambarkan temperatur luar. Temperatur ambien tidak memperhitungkan seberapa seberapa kelembaban atau angina di luar temperatur udara ambien biasanya dianggap sebagai temperatur udara kering yang ditunjukkan pada *sling psychrometer*, pada alat *sling psychrometer* terdapat dua jenis temperature yaitu *dry-bulb temperature* and *Wet Bulb temperature*. *Dry bulb temperature* merupakan temperatur udara sebenarnya, sedangkan *wet bulb temperature* merupakan temperatur campuran udara-uap air (Anas 2017).

Dari data temperatur udara kering dan basah dapat diperoleh kelembaban relatif. Kelembaban relatif merupakan perbandingan (%) antara tekanan uap parsial dengan tekanan uap air jenuh.

2.6.1.1 Perpindahan Kalor

Perpindahan kalor dikelompokkan menjadi 3 jenis yaitu konveksi, radiasi, dan konduksi, perpindahan pada kalor yang bergerak dari suhu tinggi ke suhu rendah hingga mencapai keadaan yang setimbang (Dewantara, 2018).

a) Konduksi

Proses konduksi terjadi apabila panas berpindah dari bentuk padat ke bentuk padat lainnya. Adapun persamaan konduksi dapat dilihat pada rumus berikut:

$$q = -k \times A \times (\frac{\Delta T}{\Delta X})$$

Keterangan:

q = laju perpindahan panas (Watt)

-k = konduktivitas panas (W/mk)

A = luas perpindahan panas (m²)

 ΔT = Perbedaan temperatur (K)

 $\Delta X = Jarak (m)$

b) Konveksi

Proses konveksi terjadi akibat permukaan zat padat dengan zat cair yang mengalir di sekitarnya. Adapun persamaan konveksi dapat dilihat pada rumus berikut:

$$q = h \times A \times \Delta T$$

Keterangan:

 $h = \text{koefisien konveksi material } (W/m^2k)$

A = luas penampang permukaan (m²)

 $\Delta T = perbedaan temperatur (K)$

2.6.1.2 Efisiensi Desalinasi

Perbandingan jumlah volume air laut kemudian dibandingkan dengan volume air air murni yang terdapat di air laut dari jumlah volume yang dihasilkan yang dapat menentukan efisiensi (Dewantara, 2018)

$$Efisiensi = \frac{Volume \ keluar}{Volume \ masuk} \times 100\%$$

2.7 Baku Mutu Air Bersih

Peraturan mengenai baku mutu air yang layak di konsumsi terdapat pada peraturan Mentri Kesehatan No. 429 tahun 2010, mengenai syarat kualitas air minum yang terdapat di table sebagai berikut:

Tabel 2. 4 Baku Mutu Air Minum

No		Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimal yang di perbolehkan
1	Paran denga	neter yang berhubungan an kesehatan		
	a. Pai	rameter Mikrobiologi		
	1).	E. Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2).	Total bakteri koliform	Jumlah per 100 ml	0

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimal yang di perbolehkan
		sampel	
	b. Kimia an-organik		
	1). Arsen	Mg/l	0,01
	2). Florida	Mg/l	1,5
	3). Total kromium	Mg/l	0,05
	4). Kadmium	Mg/l	0,003
	5). Nitrit, (sebagai NO ₂ -)	Mg/l	3
	6). Nitrat, (sebagai NO ₃ -)	Mg/l	50
	7). Sianida	Mg/l	0,07
	8). Selenium	Mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak berhubungan dengan kesehatan	A	
h.			
	a. Parameter Fisik		3//
	1). Bau	-	Tidak berbau
	2). Warna	TCU	15
	3). Total zat padat terlarut (TDS)	Mg/l	500
	4). Kekeruhan	NTU	5
	5). Rasa	7 - 7	Tidak berasa
	6). Suhu	°C	Suhu udara ± 3
	b. Parameter kimiawi		
	1). Alumunium	Mg/l	0,2
	2). Besi	Mg/l	0.3
	3). Kesadahan	Mg/l	500
	4). Khlorida	Mg/l	250
	5). Mangan	Mg/l	0,4

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimal yang di perbolehkan
	6). PH	-	6,5 – 8,5
	7). Seng	Mg/l	3
	8). Sulfat	Mg/l	250
	9). Tembaga	Mg/l	2
	10). Ammonia	Mg/l	1,5

Sumber: Peraturan menteri kesehatan No 429 tahun 2010

2.8 Integrasi Agama Islam

Al-Qur'an merupakan wahyu allah yang diberikan kepada Nabi Muhammad melalui perantara Malaikat Jibril dan membaca dan mengamalkannya merupakan kewajiban bagi umat manusia. Di Dalam Al-Quran menjelaskan mengenai peristiwa peristiwa alam meskipun tidak dijelaskan secara detail namun terdapat juga yang menjelaskan secara tegas dan jelas diantara ayat Al-Qur'an yang memiliki hubungan terhadap penelitian ini yang menjelaskan mengenai sumber air terdapat pada surah Az-Zumar ayat 21 yang berbunyi sebagai berikut:

Terjemahnya:

"Apakah kamu tidak memperhatikan, bahwa Sesungguhnya Allah menurunkan air dari langit, Maka diaturnya menjadi sumber-sumber air di bumi kemudian ditumbuhkan-Nya dengan air itu tanam-tanaman yang bermacam-macam warnanya, lalu menjadi kering lalu kamu melihatnya kekuning-kuningan, kemudian dijadikan-Nya hancur berderai-derai. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat pelajaran bagi orang-orang yang mempunyai akal".

Firman Allah diatas menjelaskan mengenai air yang turun dari langit yang sangat melimpah yaitu air hujan dan kemudian membentuk mata air yang dimanfaatkan bagi makhluk hidup di bumi terutama untuk dikonsumsi bagi manusia. Proses diatas telah dijelaskan di Al-Quran oleh ilmu penegetahuan modern yang biasa disebut siklus Hidrologi air, sebagaimana menurut mufassir

M.Quraish shihab yang menyatakan salah satu bukti tentang kuasanya membangkitkan yang telah mati, allah berfirman: Apakah engkau siapapun engkau tidak memperhatikan bahwa sesungguhnya allah menurunkan air dari langit, lalu dia mengalirkannya ditanah menjadi mata air di bumi, kemudian satu hal lagi yang lebih hebat lagi adalah dia mengeluarkan yakni menumbuhkan dengannya, yakni yakni disebabkan oleh air yang turun itu tanam-tanaman pertanian yang bermacam-macam jenis, bentuk, rasa dan warnanya walau air yang menumbuhkannya sama, lalu ia menjadi kering atau menguat dan tinggi lalu engkau melihatnya kekuning-kuningan setelah engkau melihatnya kehijau-hijauan, kemudian dijadikan-Nya hancur berdearai-derai. Sesungguhnya pada yang demikian itu, yakni proses silih berganti dari satu kondisi ke kondisi yang lain, benar-benar terdapat pelajaran yang snagat berharga bagi Ulil Albab.

Penjelasan ayat pada ayat Al- Quran di atas diperkuat dan dijelaskan kembali pada Al-Qur'an surah Ar Rum ayat 24 yang berbunyi

Terjemahannya:

"Dan di antara tanda-tanda kekuasaan-Nya, Dia memperlihatkan kepadamu kilat untuk (menimbulkan) ketakutan dan harapan, dan Dia menurunkan hujan dari langit, lalu menghidupkan bumi dengan air itu sesudah matinya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tandatanda bagi kaum yang mempergunakan akalnya".

Ayat diatas berisi tentang tanda-tanda kebesaran dan kekuasaan allah yakni menunjukkan kepada manusia bahwa allah memperlihatkan kilat di awan sebagai tanda akan turunnya hujan dan terkadang bersamaan dengan hujan disertai kilat. Kilat sendiri dalam ayat diatas merupakan sumber arus listrik yang pemanfaatannya belum maksimal karena terjadi hanya disaat hujan turun. Sebagaimana ayat sebelumnya yang berisi bahwa allah menurunkan air dari langit kemudian menjadikan mata air di bumi dan di manfaatkan oleh manusia sebagai kebutuhan. Sebagaimana menurut mufassir M.Quraish shihab yang menyatakan ayat diatas berbicara mengenai sebagian apa yang terlihat di angkasa. Yaitu potensi listrik pada awan. Allah berfirman: Dan diantara tanda - tanda kekuasaan-

Nya adalah dia memperlihatkannya kepada kamu dari saat ke saat kilat, yakni cahaya yang berkelebat dengan cepat dilangit, untuk menimbulkan ketakutan dalam benak kamu apalagi para pelaut, jangan sampai dia menyambar dan juga untuk menimbulkan harapan pada pada turunnya hujan, lebih lebih yang terdapat di daratan, dan dia menurunkan air hujan dari langit, yakni awan, lalu menghidupkan bumi, yakni tanah, dengannya, yakni dengan air itu, setelah matinya, sesungguhnya pada yang demikian hebat dan menakjubkan itu benar benar terdapat tanda-tanda kekuasaannya, antara lain menghidupkan yang sudah mati. Tanda-tanda itu diperoleh dan bermanfaat bagi kamu yang berakal, yakni yang memikirkan dan merenungkannya.

Kata *Thama'an* digunakan sebagai gambaran keinginan terhadap sesuatu yang biasanya tidak mudah didapatkan. Penggunaan kata itu di sini sebagai isyarat bahwa hujan adalah sesuatu yang diluar kemampuan manusia atau sangat sulit diraihnya. Sekarang banyak ilmuwan yang mengenal akan hujan buatan dengan cara yang belum lumrah, dan yang paling penting lagi bahwa mereka tidak dapat membuat sekian bahan yang dapat diolah untuk menciptakan hujan.

Dalam Al-Qur'an dijelaskan mengenai Langit dan Matahari yakni pada surat An-Naba Ayat 12-14 yang berbunyi:

وَّ بَنَيْنَا فَوْقَكُمْ سَبُعًا شِدَا دًا(۱۲) وَّ جَ<mark>عَلْنَا</mark> سِرَا جًا <mark>وَّ هََا جًا(۱۳) وَّ اَنْزَ</mark>لْنَا مِن<mark>َ الْمُعْصِ</mark>راتِ مَآءَ ثَجًا جًا(۱٤) Terjemahannya:

"Dan kami bina diatas kamu tujuh buah (langit) yang kokoh. Dan kami jadikan pelita yang amat terang (matahari). Dan kami turunkan dari awan air yang banyak tercurah"

Ayat diatas menjelaskan mengenai bahwasannya allah membina diatas kita sebuah langit yang berlapis-lapis meskipun masih menjadi perdebatan apakah yang dimaksud langit adalah lapisan atmosfer bumi. Dan diatas langit terdapat matahari yang bersinar terang yang pancarannya mampu membuat laut menjadi panas dan menguap ke angkasa dan menjadi awan kemudian terjadi perubahan suhu yang mengakibatkan butiran air dan jatuh ke bumi yang disebut hujan dan membentuk mata air di bumi. Hal ini sesuai dengan firman allah, menurut M.Quraish Shihab: Dan kami jaga diatas kamu tujuh langit yang kukuh lagi mantap dan dapat bertahan selama mungkin sampai kami menetapkan

keponakannya, dan kami menjadikan pelita, yakni matahari yang amat terang lagi menghasilkan panas sampai batas waktu yang kami kehendaki dan kami menurunkan dari awan yang telah berkumpul padanya uap-uap dari laut air yang banyak tercurah.

Kata *Sapaan/tujuh* dapat diartikan banyak. Berkaitan dengan matahari, penemuan para peneliti telah banyak membuktikan bahwa panas matahari mencapai enam ribu derajat. Sedangkan, panas pusat matahari mencapai tiga puluh juta derajat yang disebabkan materi-materi bertekanan tinggi yang terdapat di bagian inti matahari. Sinar matahari menghasilkan energi berupa sinar ultraViolet 9%, cahaya 46%, dan inframerah 45%. Karena itulah ayat diatas menamai matahari sebagai sirajan/pelita karena terdapat cahaya dan panas secara bersamaan.

Kata wahhaja diambil dari kata wahana yang berarti yang bercahaya atau berkelap kelip atau menyala. Kata al- mu'shirat merupakan bentuk jamak dari kata al- mu'sir yang diambil dari kata 'ashara yang berarti memeras. Hujan merupakan proses hasil kumpulan uap-uap air lautan dan samudra yang membentuk awan dan kemudian berubah setelah menjadi besar menjadi tetesantetesan air dan turun menjadi hujan. Uapm air yang terkumpul seperti diperas dan tercurah dalam bentuk hujan atau embun. Karena itulah awan dinilai al- mu'shirat yang berarti memeras. Kata tsah jajan diambil dari kata ats- tsa yang berarti tercurah dengan deras.

Dalam firman allah yang menceritakan mengenai tanda-tanda atas kekuasaan allah dengan menunjukkan kepada makhluk nya bahwa allah memunculkan kilat yang berada di awan sebagai sebuah pertanda akan turunnya hujan yang bersamaan dengan kilat, allah menurunkan air dari langit dan membuat mata air untuk kehidupan makhluk hidup di bumi, dan allahn juga menceritakan tentang hujan yang tidak dapat di buat oleh manusia sebagai tanda kebesarannya bagi umat manusia.

2.9 Penelitian Terdahulu atau Perencanaan Serupa yang Pernah Dilakukan

Tabel 2. 5 Penelitian Terdahulu atau Perencanaan Serupa yang Pernah dilakukan

No	Nama Peneliti dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Metode	Hasil
2.	Anas, 2014	Desain Alat Penjernih air laut menjadi Air Bersih dengan Tenaga Matahari	Desalinai sistem piramida	. Hasil penelitian didapatkan dalam waktu 1 x 24 jam dengan rata-rata 1,5 liter dengan waktu pengambilan data pada jam 13.00 wita, 17.00 wita dan 09.00 wita semakin panas suhu yang timbul dari desalinator semakin banyak air bersih yang dihasilkan dari
				alat desalinasi

No	Nama Peneliti dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Metode	Hasil
3.	Nurnaningsih, 2015	Desalinasi Air Laut Menggunakan Zeolit Aktivasi Asam Klorida (HCl) Di Puntondo Kabupaten Takalar Dengan Metode Kolom Penukar Ion	Penukaran Ion	Pada penelitian ini Zeolit digunakan sebagai penyaring sekaligus sebagai penukar ion menggunakan metode kolom untuk memperoleh air tawar, hasil yang didapat pada pengukuran 40 mesh dengan aktivasi 0,2 N; 0,6 N dan 1 N dapat menurunkan salinitas sebesar
				1,66%, 1,5 % dan 1,23%, sedangkan penggunaan Zeolit yang berukuran 100 mesh yang sudah diaktivasi dengan konsentrasi yang sama menurunkan salinitas hingga 2,73%,3,0%, 3,36% dan pada zeolit berukuran 40 mesh dapat menurunkan salinitas sebesar 0.73% dan 100 mesh 1,13%

NT.	Nama Peneliti dan	Judul Penelitian	Matada	Hasil
No	Tahun Penelitian	Judui Penentian	Metode	
4.	Dwi Setiadi Firmansyah, 2013	Rancangan Bangunan Alat Pemisah Garam dan Air Tawar Bertingkat Menggunakan Tenaga Surya	Penggunaan sinar matahari	Dalam Penelitian ini faktor eksternal yang paling mempengaruhi produktivitas alat desalinasi pada hasil penelitian diperoleh hasil suhu antara 27-34 °C. Dalam percobaan yang dilakukan alat ini mampu menghasilkan rata rata air tawar sebanyak 2,6 liter per hari. Pada proses
				destilasi, salinitas air
				destilasi, salinitas air laut turun 33 menjadi 0, pH mengalami penurunan dari 8 menjadi 6,8. Pada pengujian selama 5 hari didapatkan garam sebesar 632 gram dari 20 liter sampel air laut.

No	Nama Peneliti dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Metode	Hasil
5.	Rizqi Rizaldi Hidayat, 2011	Rancangan Bangun Alat Pemisa Garam dan Air Tawar dengan Menggunakan Energi Matahari	Penggunaan sinar Matahari	Pada hasil penelitian suhu lingkungan antara 22-39 °C. Suhu lingkungan in9i sangat mempengaruhi suhu pada ruangan evaporasi yang didalamnya terdapat air laut yang akan diuapkan. Suhu air laut pada penelitian ini berkisar antara 28-63 °C. dari hasil percobaan yang dilakukan pada alat
				difakukan pada afat desalinasi di dapatkan rata-rata air tawar sebanyak 3,2 liter per hari. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh WHO maka alat ini mampu menyuplai kebutuhan air minum untuk dua orang per hari. Setelah melalui proses destilasi salinitas turun dari 33 m3njadi 0, dan pH mengalami penurunan dari 8 menjadi 6,5 sedangkan nilai TDS mengalami perubahan dari 0,0739 menjadi 0,0112.

No	Nama Peneliti dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Metode	Hasil
6.	Khalid Elsaid, 2020.	Environmental impact of desalination processes: mitigation and control strategies	Penggunaan Membran	Sumber air umpan telah terbukti memiliki efek yang besar pada Demikian pula, teknologi desalinasi telah menunjukkan efek yang cukup besar pada EI terkait dengan karakteristik air garam dan konsumsi energi. Sistem desalinasi hibrida dan
				yang baru muncul memiliki menunjukkan pengurangan EI relatif terhadap teknologi desalinasi termal dan membran tradisional, sementara pemanfaatan sumber energi terbarukan telah menunjukkan penurunan yang signifikan dalam EI s terkait dengan konsumsi energi

No	Nama Peneliti dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Metode	Hasil
7.	Enas Taha sayed 2020	Environmental Impact of Emerging Desalination Technologies: A preliminary Evaluation	RO (reverse osmosis)	desalinasi konvensional teknologi. Evaluasi kualitatif awal dari dampak lingkungan dari ini teknologi dilakukan. Evaluasi telah mengungkapkan bahwa proses FO spontan menunjukkan manfaat atau manfaat lingkungan terendah
				lingkungan terendah, diikuti oleh ED / EDR, dan akhirnya, MD, yang semuanya ramah lingkungan relatif terhadap reverse osmosis RO desalinasi. Akhirnya, kami memberikan beberapa kesimpulan dan rekomendasi untuk dipertimbangkan saat mengembangkan lebih lanjut teknologi desalinasi baru untuk memaksimalkan manfaat lingkungan di konteks lokal dan global.

No	Nama Peneliti dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Metode	Hasil
8.	Vinod U. patel, Soyeb Multani, 2016.	Review on Seawater Desalination Technology and Concentrating Solar Power	Perbandingan MSF (Multi Stage Flash Distillation) dan MED (Multiple Effect Distillation)	Teknologi Concentrated Solar Power (CSP) adalah biasanya digunakan untuk menghasilkan listrik dengan menghasilkan panas energi dan mengubahnya menjadi listrik dengan cara a siklus termodinamika. Namun energi panas yang dihasilkan juga
				dapat digunakan secara langsung dalam proses industri yang membutuhkan tingkat suhu rendah hingga sedang Ada banyak sekali teknologi desalinasi berbeda tersedia dan diterapkan di seluruh dunia. Tujuan dari perbandingan ini adalah untuk memilih file desalinasi termal dan mekanis yang paling tepat metode untuk kombinasi dengan CSP, dan untuk menemukan yang masuk akal kombinasi yang dapat mewakili skala besar penyebaran. Membandingkan MSF dan MED, jelaslah bahwa MED lebih efisien dalam hal energi primer.

No	Nama Peneliti dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Metode	Hasil
9.	Rustiana yuliasni, Abudukeremu kadier, Nur Zen, 2020.	Water Desalination and Bioelectricity Generation Using Three Chambers Microbial Salinity Cell Reactor with Electrolyte Recirculation.	MSC (microbial salinity cell)	Microbial Salinity Cell (MSC) sekaligus dapat men desalinasi air dan menghasilkan listrik dari biodegradasi senyawa organik dalam air limbah. Pemanfaatan sistem konfigurasi tiga bilik bersama dengan resirkulasi elektrolit,
				menciptakan proses desalinasi yang terjadi ketika ion garam dari anoda dan
				katoda. ruang terakumulasi ke dalam ruang tengah, didorong oleh energi listrik yang dihasilkan dari organic biodegradasi senyawa., kerapatan daya adalah 29,29 mW / m2 dan konduktivitas di ruang tengah meningkat dari 10,0 µS / cm menjadi 1,65
				mS / cm. Itu kinerja MSC berhubungan dengan konsentrasi NaCl awal, dengan konsentrasi NaCl optimum Berada pada
				4.0 g / L, mampu menghasilkan daya tertinggi sebesar 53.37 mW / m2 dan menunjukkan peningkatan.

No	Nama Peneliti dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Metode	Hasil		
10	Xiu Xiu jia, 2019	Analyzing the Energy Consumption, GHG Emission, and Cost of Seawater Desalination in China	RO (Reverse osmosis)	Desalinasi air laut dianggap sebagai teknik dengan potensi pasokan air yang tinggi dan memiliki menjadi alternatif yang muncul untuk pasokan air tawar di Cina. Peningkatan kapasitas juga meningkatkan konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca		
				(GRK) yang selama ini kurang baik		
				diselidiki dalam studi. Studi ini menganalisis perkembangan desalinasi air laut saat ini di Cina, termasuk kapasitas, distribusi, proses, serta penggunaan air desalted. Energi konsumsi dan emisi GRK dari keseluruhan		
				desalinasi di Cina, serta untuk provinsi, dihitung untuk periode 2006-2016. Biaya produk unit desalinasi air laut		
				proses spesifikasi tanaman juga diperkirakan.		

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu Penelitian

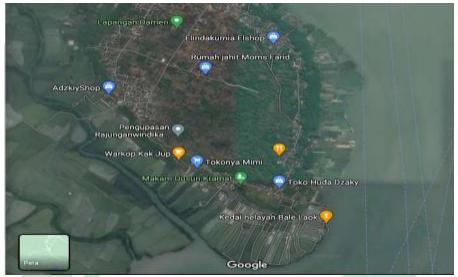
Penelitian ini terdiri dari waktu pelaksanaan penelitian dan waktu pengambilan data. Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 17 April yang di lakukan penyusunan proposal s/d 17 Mei 2021 penyusunan domen tugas akhir. Waktu waktu pengambilan data selama satu bulan dari bulan juni s/d Juli 2021.

Tabel 3. 1 Waktu Pelaksanaan Penelitian

		1	A	pril	4			Mei			J	luni	
No	Kegiatan	I	I	II	IV	I	II	II I	I V	I	I I	II I	I V
1	Persiapan												
2	Studi Literatur								V				
3	Survei Lapangan												
4	Pengumpulan Pra Proposal			Ī									
5	Pengumuman Pembimbing											p d	
6	Bimbingan Proposal								1				
7	Pendaftaran Seminar Proposa l				- Julian	,	1						
8	Pelaksanaan Seminar Proposal					, , ,							

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini berjudul perancangan prototype desalinasi air laut menjadi air bersih yang berlokasi di desa Mengare Kecamatan Bungah Kabupaten Gresik



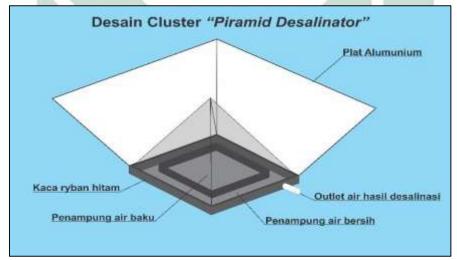
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian.

Sumber: google maps 2021

3.3 Prosedur Kerja Pembuatan alat

Prosedur kerja pada penelitian ini dibagi menjadi 2 yaitu:

- 1. Persiapan pembuatan alat dan persiapan bahana *prototype black pyramid* yang digunakan dalam merangkai alat.
- 2. Menyusun alat prototype black pyramid



Gambar 3. 2 Gambar Desain Alat

3.4 Prosedur Pengambilan Sampel Air Laut

Prosedur sampling pengambilan air laut pada penelitian ini sebagai berikut:

- a. Pengambilan air laut (sampel air laut di Desa Mengare Kecamatan Bungah kabupaten Gresik)
- b. Air laut ditampung di bak penampungan yang sudah di sediakan.
- c. Air laut kemudian diproses pada prototype *Black Pyramid*, Pada proses ini terjadi proses penyulingan oleh radiasi matahari.
- d. Hasil dari proses penyulingan yang berupa air bersih kemudian di tampung pada bak penampung yang sudah di sediakan.
- e. Hasil dari pengamatan yang dilakukan kemudian dicatat pada tabel pengamatan yang sudah tersedia.

3.5 Tahapan Penelitian

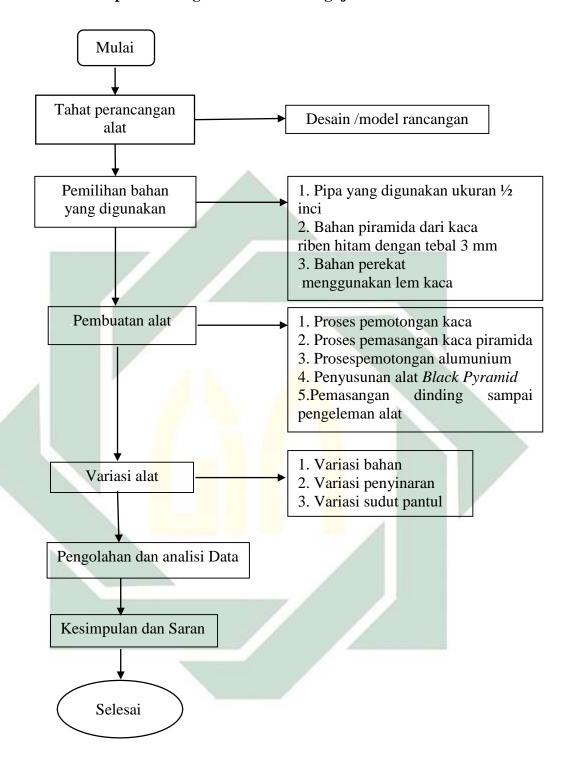
Tahapan penelitianan terdiri dari proses pembuatan alat, proses pengambilan sampel air laut, proses pengujian alat desalinasi dan proses uji asil air yang diperoleh. Dalam proses pembuatan alat yang berbahan bakun utama kaca riben hitam dan plat alumunium yang suda di tentukan. Proses pengambilan sampel air laut dilakukan di Desa Mengare Kecamatan Bungah Kabupaten Gresik yang berada di wilayah pesisir, selanjutnya dalam proses pengujian alat desalinasi di lakukan di daerah pesisir agar mendapatkan sinar matahari yang maksimal, dan selanjutnya proses pengujian hasil akhir air yang di dapat apakah sesuai dengan baku mutu.

3.5.1. **Diagram Alir Penelitian** Studi Literatur Pengumpulan Data Variasi alat: Perencanaan dan pembutan alat 1. Bahan 2. Penyinaran Karakteristik awal sampel air laut 3. Volume input 1. temperatur air laut 2. Ph 3. salinitas 4. konduktivitas 5. turbiditas 6. Total Disollved Sollid (TDS) 7. Klorida Sampel air Laut 8. Besi (Fe) 9. Kesadahan 10. E-Coli Pengukuran kondisi lingkungan: 1. Intensitas cahaya matahari Temperatur udara kering dan Karakteristik akhir produksi air: 1.Temperatur 2. PH 3.Salinitas Hasil produksi 4.konduktivitas 5.turbiditas alat 6. Total Disollved Sollid (TDS) 7.Klorida 8. Besi 9. Kesadahan 10. E-Coli Pengolahan dan Analisis Data

Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian

Kesimpulan dan Saran

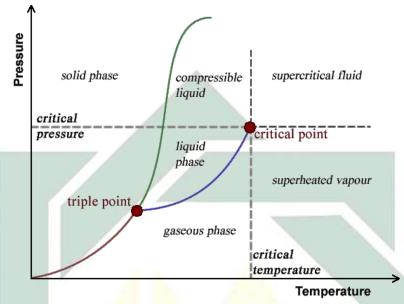
3.5.2. Tahap Perancangan Model dan Pengujian Alat



Gambar 3. 4 Diagram Alir Perancangan Alat

3.6 Pengukuran Kuantitas dan Kualitas Air

Pengukuran kualitas dan kuantitas air laut yang diuji kualitasnya setiap kali pengoprasian alat desalinasi yang berguna untuk mengetahui karakteristiknya dan parameter yang diperiksa meliputi parameter air minum sebagai berikut:



Gambar 3. 5 Diagram Tekanan-Temperatur yang Menunjukkan Batas Perubahan Fase, Ardana (2009).

Agar alat desalinasi mampu mencapai titik maksimal efisiensi alat maka perlu diperhatikan hal sebagai berikut:

- 1. Temperature air laut (*Feed Water*)
- 2. Kehilangan uap dan isolasi yang baik
- 3. Kehilangan panas pada kolektor surya dan evaporator tetap rendah

Material/bahan yang dipilih harus di sesuaikan antara faktor ekonomi dan teknis, bahan yang digunakan untuk kolektor, evaporator dan kondensor harus tahan terhadap korosi dan bahan tersebut mampu untuk bertahan terhadap lingkungan korosif dan fluktuatif untuk jangka waktu yang lama (Riana ayu 2013) Penelitian ini digunakan parameter guna mengetahui kualitas air yang sudah di hasilkan dari alat desalinasi dan di bandingkan dengan peraturan Permenkes N0 492 Tahun 2010:

1. Temperature

Parameter temperature diukur dengan menggunakan termometer. Pengukuran dilakukan dengan cara mencelupkan termometer ke dalam sampel air dan dibiarkan beberapa saat kurang lebih 1 menit sampai cairan di termometer tidak bergerak lagi (stabil), temperatur di baca dan dicatat dengan ketelitian 0,1°C

2. Ph

Pengukuran parameter Ph diLakukan dengan alat Ph meter, pH merupakan sebuah parameter yang menunjukkan tingkat keasaman dari sampel air, prinsip pengukuran pH iniu adalah dengan mengukur jumlah ion H.

3. Salinitas

Pengukuran salinitas dilakukan dengan menggunakan alat yaitu konduktometer, pengukuran dengan cara mencelupkan batang electrode ke sampel air dengan ketinggian tertentu, kemudian besaran salinitas akan terbaca pada alat, satuan yang digunakan untuk menyatakan salinitas adalah permil (‰)

4. Konduktivitas

Parameter ini diukur dengan menggunakan konduktivitimeter, prinsip pengukuran dengan menggunakan konduktivitimeter ini adalah mengukur ion-ion yang terlarut di dalam air dengan menggunakan elektrode, satuan yang digunakan adalah μS/cm.

5. Turbiditas

Parameter turbiditas diukur dengan menggunakan alat yaitu turbidimeter, prinsip pengukuran ini adalah melewatkan sejumlah cahaya dengan ketebalan tertentu pada sampel air, kekeruhan dinyatakan pada jumlah cahaya yang dipancarkan oleh partikel-partikel tersuspensi di dalam air, satuan yang digunakan untuk menyatakan turbiditas adalah NTU.

6. Total Dissolved Solid (TDS)

Parameter TDS ini diukur dengan menggunakan konduktivitimeter, prinsip pengukurannya adalah menggunakan Electrical Conductivity, dimana dua buah probe di hubungkan ke larutan yang akan diukur kemudian dengan rangkaian pemrosesan sinyal diharapkan bisa mengeluarkan output yang menunjukkan besar konduktivitas larutan tersebut, yang jika di kali kan dengan faktor konversi akan di dapatkan nilai kualitas air tersebut dalam mg/L atau ppm.

7. Klorida

Klorida diuji menggunakan prinsip Mohr dimana klorida di dalam air dititrasi

dengan AgNO3 yang membentuk endapan AgCl yang berwarna putih, indikator yang di gukan adalah K2CrO4, yang dengan AgNO3 yang membentuk endapan berwarna merah bata, titirasi di lakuakn dalam keadaan netral.

8. Besi (Fe)

Prinsip pengukuran besi menggunakan metode spektrofotometri dengan mereduksi air sampel dengan hidroksilamin membentuk F2+ Selanjutnya ion ferro tersebut direaksikan pada phenanthroline membentuk senyawa yang kompleks yang berwarna merah.

9. Kesadahan Ca Dan Mg

Magnesium dalam air pada pH 12 akan mengendap sebagai Mg(OH)2 sedangkan kalsium akan dititrasi dengan larutan Na2EDTA dengan indikator murexide, titik akhir perubahan akan diamati dari warna merah menjadi ungu, sedangkan kesadahan magnesium dapat diketahui dengan perhitungan, yaitu kesadahan total dikurangi kesadahan kalsium.

10. CO2 Agresif

Pengukuran CO2 Agresif dilakukan dengan menggunakan metode grafik tillman, grefik tilman merupakan grafik kesetimbangn antara CO2 dengan HCO3-, sumbu x adalah mg/L HCO3 dan sumbu y adalah konsentrasi CO2 total.

11. E-Coli

Pengujian bakteri E-coli terdiri dari bakteri pendugaan, uji penetap, uji uji kelengkapan, uji pendugaan merupakan uji yang spesifik untuk bakteri golongan coli, air yang diuji menggunakan kaldu laktosa, bakteri E-Coli mampu menggunakan laktosa sebagai sumber karbon, sedangkan uji penetapan bertujuan untuk memastikan kehadiran bakteri golongan coli, pada pengujian ini medium selektif dan diferensial Eosin metilen blue (EMB), yang dapat menghambat bakteri gram positif, pengujian dilakukan dengan kelengkapan untuk memastikan kehadiran bakteri E-coli, koloni yang akan di konfirmasi diikolunasi secara aseptic pada kaldu laktosa dan di gores pada agar nutrisi untuk pewarna gram, bakteri positif bila memperlihatkan perubahan warna dan pembentukan gas.

Pengukuran kualitas air dilakukan dengan menggunakan metode

Tabel 3. 2 Metode Pengukuran

Parameter Parame	Metode pengukuran
Temperature	IKM/7.2.4.63/ MBS
Ph	SNI 06-6989.11-2019
Salinitas	IKM/7.2.4.83/MBPS
konduktivitas	SNI 0 <mark>6-6</mark> 989.1-2004
Turbiditas	SK SNI M-03-1989-F
TDS (Total Dissolved Solid)	SK SNI M-03-1989-F
Klorida	SNI 6 <mark>989</mark> .19.2009
Besi	SNI.NO.06-6989.4.2004
Kesadahan Ca Dan Mg	SNI 06-6989.12-2004
CO2 agresif	SM 2320-B*
E-Coli	IKM/7.2.4.87/MBPS

Hasil dari pengukuran air yang dihasilkan ada alat desalinasi akan dibandingkan dengan standar kualitas air minum sesuai dengan permenkes NO. 492 Tahun 2010.

3.6 Pembersihan Alat Desalinator

Pemeliharaan alat desalinasi perlu dilakukan secara rutin, seperti pembersihan bagian-bagian alat masalah yang biasa timbul pada semua jenis sistem desalinasi adalah kerak dan karat pada peralatan yang dapat menurunkan efisiensi kerja alat delaminasi maka dari itu perlu dilakukan pembersihan alat. Pembersihan dilakukan setelah proses desalinasi selesai setiap akan dilakukan pengujian alat desalinasi.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan Alat Desalinasi

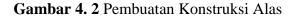
Desain alat penjernih air laut menjadi air bersih dengan menggunakan tenaga matahari merupakan sebuah model dan teknik merubah air laut menjadi air tawar dengan menggunakan panas matahari, dan hasil yang diperoleh berupa air tawar. Sebelum pembuatan alat desalinasi ditentukan terlebih dahulu desain yang di buat agar hasil yang didapatkan sesuai dengan yang diharapkan.

Proses pertama pada penelitian ini adalah pembuatan rangka alas alat desalinasi yang berbahan utama kayu. Jenis kayu yang digunakan yaitu kayu Bangkirai (*Shorea laevis Ridl*) yang di dapat dari toko bagunan. Kayu yang digunakan berukuran panjang 12 m dan lebar 3 cm. Alat dan bahan yang digunakan untuk membuat yaitu Gergaji, Palu, Paku, dan Penggaris. Dari proses pembuatan rangka alas didapatkan bentuk dengan panjang kerangka alas 60 cm lebar 70 cm dan tinggi 65 cm.

Gambar 4. 1 Pembuatan Rangka Alat Desalinasi

Proses selanjutnya adalah pembuatan alas desalinator yang menggunakan kayu triplek yang didapatkan dari toko bahan bangunan ketebalan triplek yang digunakan 6mm dan hasil yang didapatkan dengan panjang 85 cm dan lebar 85

cm yang digunakan untuk alas desalinator dan juga sebagai tempat pemasangan plat aluminium.





Setelah proses pembuatan alas kerangka selesai selanjutnya adalah pembuatan alat desalinasi yang berbahan dasar kaca riben hitam yang di bentuk prisma dengan panjang 60 cm lebar 60 cm dan tinggi 60 cm kaca riben yang didapatkan di toko dengan harga Rp 400.000 dengan spesifikasi panjang 4 m dan lebar 60 cm serta ketebalan 4 mm kaca riben hitam dipilih karena dapat menyerap panas dengan baik dan mampu menahan panas, pada proses ini dibutuhkan keterampilan dalam memotong dan menempel kaca.



Gambar 4. 3 Pembuatan Alat Desalinasi

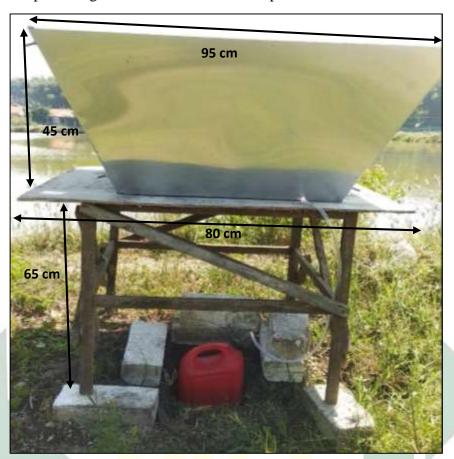
Proses berikutnya adalah pemasangan plat aluminium, yang didapatkan di toko dengan harga Rp 180.000 dengan panjang 4 m Dan lebar 60 cm. Plat aluminium di potong dan di bentuk seperti cawan persegi yang mengelilingi alat desalinasi yang berfungsi sebagai pemantul sinar radiasi menuju alat desalinasi agar proses desalinasi dapat berfungsi maksimal plat aluminium digunakan karena dapat memantulkan cahaya dan tahan terhadap korosi.



Gambar 4. 4 Penyusunan Plat Alumunium

4.2 Hasil Desain Alat

Proses pembuatan alat desalinator membutuhkan waktu satu minggu setelah alat desalinasi selesai kemudian proses selanjutnya penyusunan alat di lokasi penelitian. Lokasi penelitian ditentukan berdasarkan tempat yang memiliki intensitas cahaya yang tinggi agar memaksimalkan proses kerja alat desalinasi berikut hasil pemasangan alat desalinasi di lokasi penelitian.



Gambar 4. 5 Alat Desalinasi Tampak Depan



Gambar 4. 6 Alat Desalinasi Tampak Kiri



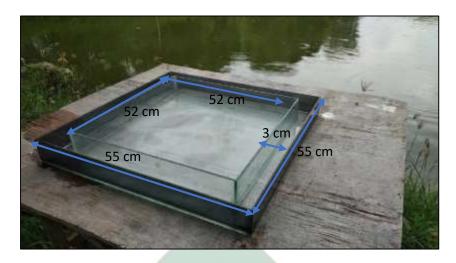
Gambar 4. 7 Alat Desalinasi Tampak Belakang



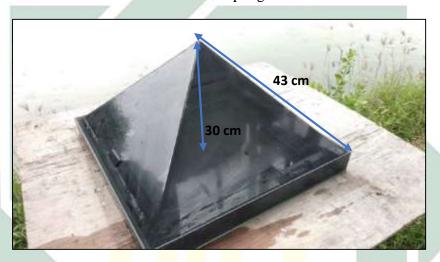
Gambar 4. 8 Alat Desalinasi Tampak Samping Kanan



Gambar 4. 9 Alat Desalinasi Tampak Atas



Gambar 4. 10 Penampung Air Laut

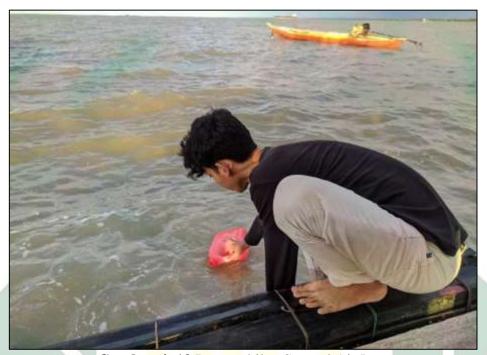


Gambar 4. 11 Kolektor Limas Alat Desalinasi

Setelah proses pemasangan alat desalinasi proses selanjutnya yaitu pengujian kebocoran alat desalinasi dengan cara memasukkan air laut pada alat desalinasi dan dilakukan pengamatan, dari hasil pengamatan alat desalinasi mengalami kebocoran di bagian pengeleman kaca oleh karena itu dilakukan proses pengeleman kembali, setelah dilakukan proses pengeleman alat diuji kembali kebocorannya dan didapatkan alat sudah tidak mengalami kebocoran setelah itu alat siap diuji dan dipastikan aman dari kebocoran.

4.3 Uji Kualitas Air laut

Pengambilan sampel air laut dilakukan di daerah pantai Mengare Kecamatan Bungah Kabupaten Gresik. Waktu pengambilan sampel dilakukan pada jam 06:00 WIB sampel air laut yang diambil sebanyak 3 liter dari pengambilan dua titik sampel



Gambar 4. 12 Pengambilan Sampel Air Laut

Setelah pengambilan sampel kemudian sampel air diujikan di Laboratorium Penguji PT Mitralab Buana Surabaya dan parameter yang diujikan yaitu Temperatur, Ph, Salinitas, dan E-coli, pengujian sampel air laut dilakukan selama dua minggu jam kerja laboratorium. Pengujian selanjutnya di UPT. Laboratorium Kesehatan Daerah Lamongan parameter yang diuji yaitu Jumlah zat padat terlarut (TDS) kekeruhan, Suhu, Daya hantar listrik (DHL), Besi (Fe) Kesadahan sebagai CaCO₃, Ph dan Klorida untuk mendapatkan hasil dari pengujian parameter tersebut membutuhkan waktu satu minggu jam kerja laboratorium.

4.4 Hasil Uji Sampel Air Laut

Pengujian dilakukan di laboratorium UPT Labkesda Lamongan dengan dua sampel air laut parameter yang diujikan yaitu Fisika dan Kimia pengujian sampel air laut dilakukan selama dua minggu dan didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Sampel 1 Air Laut

NO	Parameter	Satuan	Batas Maksimum yang diperbolehkan	Hasil Lab	keterangan
	FISIKA				
1	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	ml/l	1500	8620	
2	Kekeruhan	Skla NTU	25	20,17	
3	Suhu	°C	Suhu Udara ± 3 °C	29	
4	Daya hantar listrik (Konduktivitas)	μmhos/cm	-	12310	
	KIMIA				
1	Besi	mg/l	1,0	0,10	
2	Kesadahan	mg/l	500	>2000	
3	Ph	-	6,5-9,0	7,5	
4	Clorida	mg/l	600	>2000	

Tabel 4. 2 Sampel 2 Air Laut

NO	Parameter	Satuan	Batas Maksimum yang diperbolehkan	Hasil Lab	keterangan
	FISIKA				
1	Jumlah zat padat	ml/l	1500	8620	
	terlarut (TDS)				
2	Kekeruhan	Skla NTU	25	20,17	
3	Suhu	°C	Suhu Udara ± 3 °C	29	
4	Daya hantar listrik	µmhos/cm		12310	
	(Konduktivitas)		7		
	KIMIA				
1	Besi	mg/l	1,0	0,10	
2	Kesadahan	mg/l	500	>2000	
3	Ph	-	6,5-9,0	7,5	
4	Clorida	mg/l	600	>2000	

Parameter Biologi diujikan di Laboratorium Mitralab Buana Surabaya parameter yang diujikan yaitu Temperatur, Ph, Salinitas dan E-Coli dengan waktu pengujian selama 14 hari dan berikut hasil yang di dapatkan: m²

Tabel 4. 3 Sampel 1 Air Laut

NO	PARAMETER	SATUAN	HASIL	BAKU	SPESIFIKASI
			UJI	MUTU	METODE
1	Temperature	°C	26,6	Alami	IKM/7.2.4.63/MBPS
2	Ph	-	7,97	6,5-8,5	SNI 06-6989.11-2019
3	Salinitas	% o	28,3	Alami	IKM/7.2.4.83/MBPS
4	E-coli	MPN/100 ml	0	-	IKM/7.2.4.87/MBPS

Tabel 4. 4 Sampel 2 Air Laut

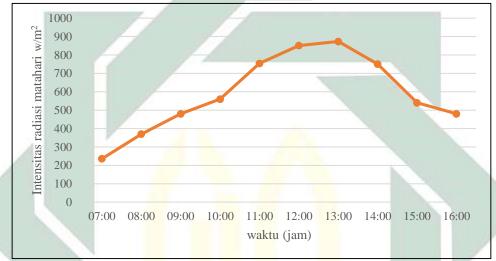
NO	PARAMETER	SATUAN	HASIL	BAKU	SPESIFIKASI
			UJI	MUTU	METODE
1	Temperature	$^{\circ}\mathrm{C}$	26,4	Alami	IKM/7.2.4.63/MBPS
2	Ph	/-	7,94	6,5-8,5	SNI 06-6989.11-2019
3	Salinitas	%0	28,3	Alami	IKM/7.2.4.83/MBPS
4	E-coli	MPN/100 ml	0	-	IKM/7.2.4.87/MBPS

Hasil pengujian parameter Biologi di Laboratorium Mitralab Buana Surabaya di dapatkan hasil dari dua sampel sebagai berikut. Pada sampel pertama temperature sebesar 26,6 °C dan Ph 7,97, Salinitas 28,3 ‰ dan E-coli 0 MPN/100 ml. pada sampel kedua didapatkan hasil temperature sebesar 26,4 °C dan Ph 7,94 Salinitas 28,3 ‰ dan E-coli 0 MPN/100 ml dari hasil tersebut parameter air laut di desa mengare kecamatan Bungah Kabupaten Gresik masih belum memenuhi baku mutu.

4.5 Pengaruh Kondisi Lingkungan Terhadap Optimalisasi Desalinasi

Temperatur air laut merupakan perubahan suhu air laut di dalam alat desalinasi. Kondisi lingkungan sangat mempengaruhi sistem kerja alat desalinasi terutama temperatur air laut. Kondisi lingkungan yang berbeda di setiap jamnya sangat mempengaruhi kinerja alat desalinasi, oleh karena itu sangat penting untuk di analisis. Salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja alat desalinasi adalah intensitas radiasi matahari. Pada penelitian ini pengaruh intensitas radiasi matahari didapatkan sebagai

berikut:



Gambar 4. 13 Grafik Intensitas Radiasi Matahari Selama 9 Jam Pengamatan

Dari gambar dapat diketahui bahwa intensitas radiasi matahari pada jam 07.00 sebesar 236 w/m2, pada jam 08.00 mengalami peningkatan menjadi 370 w/m2, pada jam 09.00 intensitas matahari sebesar 480 w/m2, pada jam 10.00 intensitas matahari sebesar 560 w/m2, pada jam 11.00 intensitas matahari sebesar 754 w/m2, pada jam 12.00 intensitas matahari 851 w/m2, pada jam 13.00 intensitas matahari berada pada titik tertinggi mencapai 873 w/m2, pada jam 14.00 intensitas matahari mulai menurun menjadi 750 w/m2, pada jam 15.00 intensitas matahari sebesar 540 w/m2, dan pada jam 16.00 intensitas matahari sebesar 480 w/m2.

4.6 Pengaruh Intensitas Matahari Terhadap Temperatur Air Laut

Energi matahari sebagai peranan yang penting dalam proses pemanasan alat desalinasi, Attia dalam Kusumadewi 2013, menyatakan bahwa teknik desalinasi tenaga surya dapat bersifat langsung atau tidak langsung. Sistem langsung menggunakan energi matahari untuk menghasilkan air destilasi secara dari destilator Sedangkan langsung surya. sistem tidak mengkombinasikan teknik desalinasi konvensional dengan kolektor surya sebagai sumber panas. Pemanfaatan sumber energi matahari dalam sistem desalinasi ini dilakukan secara tidak langsung, karena energi matahari tidak digunakan secara langsung untuk menghasilkan air distilat tetapi hanya digunakan untuk memanaskan air.

Riana Ayu Kusumadewi, 2014 menyatakan bahwa sistem pemanas air tenaga surya pada umumnya terdiri dari kolektor surya yang mengumpulkan energi matahari untuk memanaskan air, air yang dipanaskan kemudian resirkulasi di alat desalinator dengan cara ini temperatur air akan meningkat

Temperatur air laut yang berada di dalam alat desalinasi masih dapat mengalami peningkatan setelah intensitas cahaya matahari berkurang hal ini disebabkan kolektor surya yang dapat menyimpan panas. Panas dari radiasi matahari. Panas matahari dalam penelitian ini dapat disimpan dalam kolektor surya karena bahan utama alat yang terbuat dari kaca yang mampu menyerap panas dan menghambat keluarnya panas.

Agar setiap metode penyimpanan panas dalam kolektor surya pada proses desalinasi efektif dan berikut harus dipertimbangkan seperti:

- a. Fasilitas penyimpanan seharusnya tidak mengurangi temperatur air dalam zoan evaporasi, dan sehingga menurunkan laju evaporasi
- b. Kehilangan panas secara radiasi konduksi dan konveksi dari zona penyimpanan kelingkungan harus diminimalkan
- c. Daya eksternal minimum harus digunakan dalam proses penyimpanan dan reklamasi

Teknik penyimpanan harus sederhana dan murah dalam rangka untuk menekan biasanya sistem serendah mungkin.

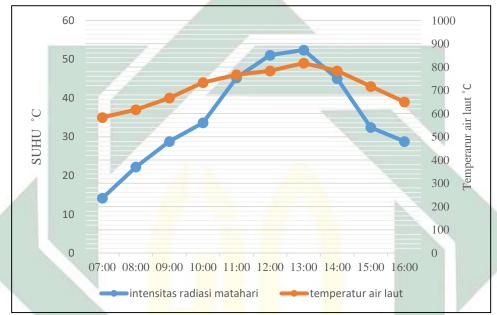
Kolektor surya yang menyerap radiasi radiasi secara maksimal tanpa adanya uap air yang menempel pada kaca penutup yang dapat mengurangi transparansi kolektor. Hal ini hanya dipengaruhi oleh transmisivitas dan absorptivitas kolektor surya. Transmisivitas merupakan fraksi dari jumlah energi radiasi yang ditransmisikan per jumlah total energi yang diterima suatu permukaan (Riana ayu 2014). Sedangkan absorptivitas adalah fraksi cahaya (energi) yang dapat diserap oleh suatau benda atau permukaaan. Namun penyerapan radiasi matahari juga dipengaruhi oleh sudut antara sinar matahari datang dan permukaan pelat kolektor surya. Secara ideal permukaan kolektor surya tegak lurus terhadap radiasi matahari tetapi karena sudut datang sinar matahari bervariasi terhadap waktu di sepanjang tahun maka kondisi ideal ini selalu dapat dipenuhi (Kusumadewi 2013).

Unit desalinasi tenaga surya pada umumnya jumlah air portable yang dikumpulkan setiap hari bergantung pada jumlah total radiasi yang diterima oleh unit selama hari itu, safitri 2016 menyatakan bahwa radiasi matahari sangat mempengaruhi efisiensi kerja alat desalinasi. Semakin banyak energi dari matahari yang diterima maka semakin banyak kuantitas air yang dihasilkan. Hal ini berkaitan pula dengan energi panas dari matahari yang diserap oleh kolektor surya. Semakin banyak energi panas yang diserap oleh kolektor surya maka kalor yang masuk kedalam evaporator semakin banyak sehingga semakin banyak air yang menguap dalam evaporator dan kondensor (air distilat) yang terbentuk dalam kondensor juga semakin banyak.

Pada pengamatan ini terlihat bahwa waktu dimana intensitas radiasi matahari tertinggi tidak berkorelasi secara langsung dengan temperatur air laut, namun diperlukan satu jam untuk meningkatkan temperature hingga mencapai titik maksimum. Kolektor surya memerlukan waktu satu jam untuk meningkatkan temperatur air dari 20C menjadi 45 °C Al Hinai *et al* 2016. Radiasi matahari yang diserap oleh kolektor terakumulasi hingga kolektor tersebut dapat meningkatkan temperatur air hingga maksimum.

Alex (2017). Menyatakan bahwa alat desalinasi tenaga surya pada umumnya terdiri dari kolektor surya yang mengumpulkan energi matahari untuk memanaskan air dan menyimpan terisolasi tempat penyimpanan air laut. Air laut

yang telah dipanaskan ini kemudian dikirim ke tempat penampung air laut. Temperatur air laut masih dapat mengalami peningkatan setelah intensitas radiasi matahari berkurang hal ini dipengaruhi tangki kolektor yang mampu menyimpan panas. Kolektor yang terbuat dari kaca riben hitam mampu menyimpan panas dan kehilangan panas dapat diperkecil kaca riben yang digunakan memiliki karakteristik yang mampu menyerap panas dengan maksimal karena kaca jenis ini mampu menyerap dan menahan suhu di kolektor sehingga tidak mudah melepas panas kaca yang digunakan memiliki ketebalan 4 mm.

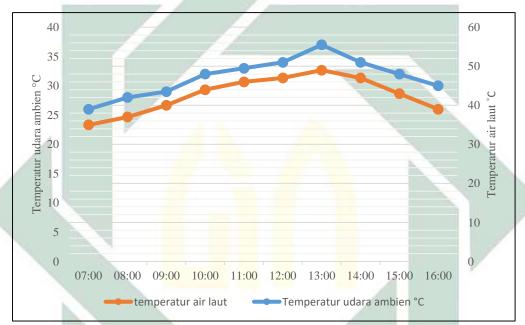


Gambar 4. 14 Grafik Pengaruh Intensitas Matahari Terhadap Temperatur Air Laut

Pada gambar grafik menunjukkan intensitas radiasi matahari berbanding lurus dengan temperatur air laut. Semakin besar radiasi matahari, semakin tinggi temperatur air laut. Rahim, 2016. Menyatakan bahwa alat desalinasi tenaga surya pada umumnya, jumlah air laut portable yang dikumpulkan setiap hari bergantung pada jumlah total radiasi yang diterima oleh unit desalinator selama hari itu shafitri 2011 juga mengatakan radiasi matahari sangat mempengaruhi efisiensi kerja desalinator. Semakin banyak energy dari sinar matahari yang diterima maka semakin banyak kualitas air laut yang distilasikan. Hal ini berkaitan dengan energi panas matahari yang diserap oleh alat desalinasi. Semakin banyak energi yang diserap semakin banyak air yang menguap dalam alat drainase dan air yang dihasilkan juga semakin banyak.

4.7 Pengaruh Udara Ambien Terhadap Temperatur Air Laut

Naik dan turunya temperatur air laut dipengaruhi juga oleh temperatur udara ambien yang berada di lingkungan hal ini dikarenakan di setiap jamnya temperatur udara ambien berbeda-beda. Temperatur udara ambien akan mempengaruhi penyerapan radiasi matahari oleh kolektor surya sehingga secara tidak langsung akan mempengaruhi temperatur air laut di dalam kolektor surya. Temperatur udara ambien merupakan sebutan non-spesifik yang digunakan untuk menggambarkan temperature luar (Oblack, 2017). Hubungan udara ambien dengan temperatur air laut selama pengamatan dapat dilihat dari gambar dibawah ini:



Gambar 4. 15 Grafik Hubungan Temperatur Udara Ambien Terhadap Temperatur Air Laut

Pada gambar diatas temperatur udara ambien pada jam 07.00 sebesar 26 oC, pada jam 08.00 temperatur udara ambien sebesar 28 oC, pada jam 09.00 sebesar 29 oC, pada jam 10.00 sebesar 32 oC, pada jam 11.00 sebesar 33 oC, pada jam 12.00 sebesar 34 oC, pada jam 13.00 temperatur berada di titik tertinggi sebesar 37 oC, pada jam 14.00 sebesar 34 oC pada jam 15.00 sebesar 32 oC dan pada jam 16.00 sebesar 30 oC. Temperature air laut pada jam 07.00 sebesar 35 oC, pada jam 08.00 sebesar 37 oC, pada jam 09.00 sebesar 40 oC, pada jam 10.00 sebesar 44 oC, pada jam 12.00 sebesar 47 oC, pada jam 13.00 temperatur berada di titik tertinggi sebesar 49 oC, pada jam 14.00 temperatur air laut kembali menurun

sebesar 47 °C, pada jam 15.00 temperatur air laut sebesar 43 °C dan pada jam 16.00 temperatur sebesar 39 °C. pada tabel diatas diketahui bahwa temperatur udara ambien berbanding lurus dengan temperatur air laut titik tertinggi terjadi pada jam 13.00 WIB.

4.8 Optimalisasi Proses Desalinator

Desalinator dalam penelitian ini terdiri dari kaca yang dibentuk piramid, dan terdapat penampung air laut penampung hasil desalinasi, untuk mengetahui kondisi maksimum dari alat desalinator dalam mengolah air laut, dilakukan beberapa variasi yaitu variasi pada volume air laut yang dimasukkan. Karena pada setiap pengamatan dilakukan dengan kondisi cuaca dan temperatur yang berbeda maka pengaruh jumlah volume debit air laut yang dimasukkan

Air laut yang digunakan dalam menentukan kondisi maksimum ini berupa air laut dengan salinitas 28,3‰ pengamatan dilakukan dari pukul 07.00-16.00 WIB dengan menggunakan variasi waktu ke -0 menunjukkan pukul 07.00 waktu ke 1 menunjukkan pukul 08.00, dan seterusnya hingga waktu ke-9 pukul 16.00. Efisiensi desalinator merupakan efisiensi akumulatif, yaitu akumulasi efisiensi dari pukul 07.00 hingga pukul 16.00 WIB berikut merupakan hasil pengujian variasi dalam proses desalinasi

4.9 Pengaruh Debit Air input Terhadap Efisiensi Desalinasi

Debit air laut yang digunakan pada penelitian ini merupakan laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang mengalir dari kolektor surya menuju penampung air laut pada penelitian ini dilakukan variasi debit yang dimasukkan ke alat desalinasi yaitu: 2.5L, 3L, 3.5L, 4L, 4.5L, 5L, 5.5L 6 L 6.5L dan 7L berikut gambar efisiensi debit air input pada penelitian kali ini:

Tabel 4. 5 Efisiensi Debit Air Laut

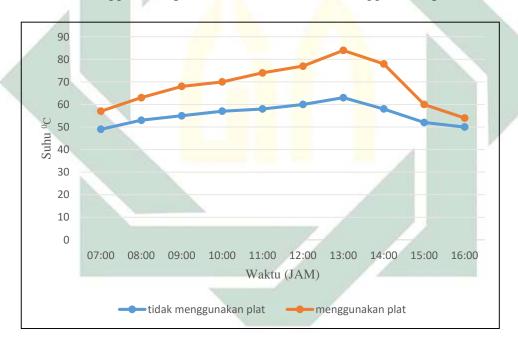
Volume Air laut masuk	Volume air Laut keluar	Efisiensi Desalination
2.5 Liter	1.9 liter	76 %
3 liter	2.3 liter	7.7 %
3.5 liter	2.8 liter	80%
4 liter	3.6 liter	90 %
4.5 liter	3.9 liter	87%
5 liter	3.4 liter	68%
5.5 liter	4.2 liter	76%
6 liter	3,9 liter	65%
6.5 liter	5.1 liter	78%

7 liter	5.6 liter	80%

Dari tabel diatas dapat diketahui efisiensi terbesar terjadi pada debit air input yang dimasukkan 4 liter dengan efisiensi sebesar 90% sedangkan efisiensi terendah terjadi ketika debit air input yang dimasukkan sebesar 6 liter dengan efisiensi sebesar 65% hal ini dikarenakan jumlah debit air input yang dimasukkan kedalam alat desalinasi terlalu banyak sehingga air yang berada di dalam alat desalinasi lama untuk menguap dan mengakibatkan hasil produksi alat desalinasi kurang maksimal

4.10 Pengaruh Plat Aluminium Terhadap Efisiensi Desalinasi

Pada penelitian desalinasi menggunakan tenaga surya digunakan plat aluminium yang berfungsi sebagai penangkap sinar radiasi matahari yang dipantulkan menuju kaca riben alat desalinasi agar suhu di kaca meningkat dan efisiensi desalinasi menjadi maksimal. Berikut gambar perbandingan alat desalinasi menggunakan plat aluminium dan tidak menggunakan plat aluminium



Gambar 4. 16 Grafik Perbandingan Suhu Alat Desalinasi Menggunakan Plat Aluminium dan Tidak Menggunakan Plat Aluminium.

Dari gambar diatas dapat terlihat perbandingan suhu alat desalinasi. Tanpa menggunakan plat aluminium suhu pada jam 07.00 mencapai 48 0 C, pada jam 08.00 suhu 53 0 C, pada jam 09.00 suhu 55 0 C, pada jam 10.00 suhu 57 0 C, pada

jam 11.00 suhu 58 °C, pada jam 12.00 suhu 60 °C, pada jam 13.00 suhu alat desalinasi mencapai titik tertinggi mencapai 63 °C pada jam 14.00 suhu alat mulai mengalami penurunan menjadi 58 °C, pada jam 15.00 suhu 52 °C dan pada jam 14.00 suhu alat desalinasi 50 °C. Sedangkan dengan adanya penambahan plat aluminium pada pukul 07.00 alat desalinasi sudah mencapai suhu sebesar 57 °C, pada jam 08.00 suhu 63 °C, pada jam 09.00 suhu 68 °C, pada jam 10.00 suhu 70 °C pada jam 11. 00 suhu 74 °C, pada jam 12.00 suhu 77 °C dan pada jam 13.00 alat desalinasi mencapai titik maksimal suhu tertinggi mencapai 84 °C. pada jam 14.00 alat desalinasi mengalami penurunan suhu menjadi 78 °C, pada jam 15.00 suhu alat desalinasi terus menurun menjadi 60 °C dan pada jam 14.00 suhu alat desalinasi mencapai 54 °C.

Penggunaan plat aluminium pada penelitian ini sangat berpengaruh terhadap efisiensi desalinasi karena disaat suhu alat desalinasi tinggi maka penguapan akan semakin cepat dan hasil air destilasi semakin banyak.

4.11 Hasil Uji alat desalinasi

Pada penelitian yang dilakukan di Desa Mengare Kecamatan Bungah Kabupaten Gresik penelitian desalinasi air laut dilakukan selama 8 hari pada tanggal 17-25 september 2021 berikut hasil uji alat desalinasi tenaga surya:

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Alat Desalinasi dalam kondisi Cerah

Hari	Rentang	Volume	Suhu	Volume air	Efisiensi	Keterangan
	waktu	air masuk		keluar	alat	
					desalinasi	
1	07:00 - 17:00	2.5 liter	33 °C	2 liter	76%	Cerah
2	07:00 - 17:00	3 liter	33 °C	2,4 liter	77%	Cerah
3	07:00 - 17:00	3.5 liter	30 °C	2.9 liter	80%	Cerah
4	07:00 - 17:00	4 liter	30°C	3.6 liter	90%	Cerah
5	07:00 - 17:00	4.5 liter	31°C	3.9 liter	87%	Cerah
6	07:00 - 17:00	5 liter	32°C	4.5 liter	68%	Cerah
7	07:00 - 17:00	5.5 liter	31°C	4.1 liter	76%	Cerah
8	07:00 - 17:00	6 liter	34°C	4.7 liter	65%	Cerah
9	07:00 - 17:00	6.5 liter	32 °C	5.1 liter	78%	Cerah
10	07:00- 17:00	7 liter	31 °C	5.6 liter	80%	Cerah

Dari tabel hasil pengujian alat desalinasi di dapatkan pada hari pertama pengujian yang dilakukan pada jam 07.00-17.00 didapatkan air hasil destilasi sebesar 2 liter dengan air input sebesar 2.5 liter pada suhu 33 ^oC Pengambilan data

dilakukan pada jam 11.00 dengan keadaan cuaca yang cukup cerah pada hari pertama efisiensi desalinasi sebesar 76%, pada hari kedua pengujian dilakukan pada jam 07.00-17.00 didapatkan air hasil desalinasi sebesar 2.4 liter dengan air input sebesar 3 liter dengan suhu 33 °C pengambilan data dilakukan pada jam 11.00 dengan keadaan cuaca yang cerah, efisiensi pada hari ke dua sebesar 77%, pada hari ketiga pengujian dilakukan pada jam 07.00-17.00 didapatkan air hasil destilasi sebesar 2.9 liter dengan air input yang dimasukkan sebesar 3.5 liter pada suhu 30 °C pengambilan data dilakukan pada jam 11.00 dengan keadaan cuaca cerah dengan efisiensi sebesar 80%, Pada hari keempat pengujian alat desalinasi didapatkan efisiensi sebesar 90% dengan volume air yang dimasukkan sebesar 4 liter dengan hasil air destilasi sebesar 3.6 liter pada suhu 30 °C dengan keadaan cuaca pada saat itu cerah pada hari ke empat efisiensi alat desalinasi sangat maksimal dikarenakan jumlah volume air yang cukup sehingga proses pemanasan air di dalam alat desalinasi maksimal sehingga air cepat menguap dan menghasilkan air destilat dengan banyak.

Pada percobaan hari kelima di dapatkan sampel air distilat sebesar 3.9 liter dengan sampel air input sebanyak 4.5 liter pada hari ini didapatkan sampel air distilat yang banyak namun kurang efisien karena perbandingan air yang masuk dengan hasil yang keluar hal ini dikarenakan jumlah volume air laut yang banyak di alat desalinasi menghambat percepatan laju penguapan air yang mengakibatkan penguapan semakin lama. Percobaan pada hari keenam didapatkan hasil air destilasi sebesar 4.5 liter dengan volume air input sebesar 5 liter meskipun air hasil destilasi yang didapat banyak namun perbandingan dengan hasil pengeluaran tidak seimbang. pada percobaan hari ketujuh didapatkan hasil air destilasi sebesar 4.1 liter dengan air input sebesar 5.5 liter pada percobaan di hari ke tujuh efisiensi alat sudah mengalami penurunan hal ini dikarenakan jumlah volume air yang dimasukkan terlalu banyak yang menghambat proses pemanasan air sehingga air lama untuk menguap dan proses desalinasi terhambat. Pada hari kedelapan didapatkan air distilasi sebesar 4.1 dengan input air laut sebesar 6 liter pada hari kedelapan sampel air distilat didapat paling banyak.

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Alat Desalinasi dalam kondisi mendung/hujan

Hari	Rentang	Volume	Suhu	Volume air	Efisiensi	Keterangan
	waktu	air masuk		keluar	alat	
					desalinasi	
1	07:00 - 17:00	2.5 liter	26° C	900 ml	36%	mendung
2	07:00 - 17:00	3 liter	19 ⁰ C	500 ml	16%	hujan
3	07:00 - 17:00	3.5 liter	16^{0} C	400 ml	11%	hujan
4	07:00 - 17:00	4 liter	25^{0} C	600 ml	15%	mendung
5	07:00 - 17:00	4.5 liter	17^{0} C	700 ml	15%	hujan

Pengukuran alat desalinasi dalam kondisi mendung atau cuaca dalam kondisi yang dingin dilakukan untuk mengetahui berapa besar efisiensi alat desalinasi, pada percobaan di hari pertama cuaca dalam kondisi mendung suhu udara 26°C dan volume air yang dimasukkan sebesar 2.5 liter didapatkan hasil desalinasi sebesar 900 ml air bersih dan efisiensi didapatkan sebesar 36%, pada hari ke dua suhu udara sebesar 19°C dan volume air yang dimasukkan ke alat desalinasi sebesar 3 liter di dapatkan air hasil desalinasi sebesar 500 ml dan efisiensi yang dihasilkan sebesar 16%, percobaan pada hari ke tiga suhu udara sebesar 16°C dan volume air yang dimasukkan sebesar 3.5 liter dan volume air hasil desalinasi sebesar 400 ml efisiensi yang dihasilkan sebesar 11%, pengujian pada hari ke empat suhu udara sebesar 25°C dan volume air yang dimasukkan sebesar 4 liter hasil desalinasi sebesar 600 ml dan efisiensi yang dihasilkan sebesar 15%, pengujian pada hari ke lima suhu udara sebesar 17°C volume air yang di masukkan kedalam alat desalinasi sebesar 4.5 liter air hasil desalinasi sebesar 700 ml dan efisiensi dealinasi sebesar 15%,

Percobaan alat desalinasi dalam kondisi mendung atau cuaca dalam kondisi hujan membuktikan bahwa efisiensi alat desalinasi sangat kurang hal ini dikarenakan air yang berada pada alat desalinasi membutuhkan energi matahari untuk memanaskan air di dalam alat desalinasi, akibatnya air yang berada di dalam alat desalinasi tidak mengalamai proses evaporasi yang mengakibatkan proses desalinasi tidak terjadi atau sangat kecil kemungkinan terjadi proses desalinasi

4.12 Pengujian Air Hasil Desalinasi

Air laut yang dihasilkan dari proses desalinasi selanjutnya di uji di laboratorium untuk mengetahui kandungan air apakah sesuai dengan baku mutu.

Pengujian hasil desalinasi dilakukan di UPT Laboratorium Kesehatan Daerah Lamongan dan di Laboratorium Penguji PT Mitralab Buana Surabaya berikut hasil pengujian air desalinasi:

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian UPT Laboratorium Kesehatan Lamongan

NO	Parameter	Satuan	nn Batas Maksimum yang diperbolehkan		Keteranga n
	FISIKA				
1	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	ml/l	1500	2160	
2	Kekeruhan	Skla NTU	25	2,73	
3	Suhu	$^{\circ}C$	Suhu Udara ± 3 °C	31	
4	Daya hantar listrik (Konduktivitas)	μmhos/cm	-	3020	
	KIMIA				
1	Besi	mg/l	1,0	2160	
2	Kesadahan	mg/l	500	2,73	
3	Ph	-	<mark>6,5-9,0</mark>	31	
4	Clorida	mg/l	600	3020	

Tabel 4. 8 Hasil Pengujian PT. Laboratorium Mitralab Buana Surabaya

NO	PARAMETER	SATUAN	HASIL	BAKU	SPESIFIKASI
			UJI	MUTU	METODE
1	Temperature	°C	26,9	-	IKM/7.2.4.63/MBPS
2	Ph	_	7,68	-	SNI 06-6989.11-2019
3	Salinitas	%0	0,87	Alami	IKM/7.2.4.83/MBPS
4	E-coli	MPN/100 ml	0		IKM/7.2.4.87/MBPS

Dari hasil pengujian yang dilakukan kemudian dibandingkan dengan Peraturan Menteri Kesehatan No 492 Tahun 2010 tentang kualitas air minum. Dari hasil pengujian sampel air laut yang dilakukan di UPT. Laboratorium Kesehatan Daerah Lamongan dengan parameter Fisika yaitu jumlah Zat padat Terlarut (TDS) sebesar 2160 dari batas maksimal yang diperbolehkan sebesar 500 mg/l, kekeruhan 25 NTU, dari batas maksimal yang diperbolehkan sebesar 5 NTU, Suhu ± 3 °C, dari batas maksimum yang diperbolehkan 3°C, Daya hantar listrik (DLH) 3020 dengan batas maksimum yang diperbolehkan. Kemudian parameter Kimia yaitu Besi dengan hasil lab 0,00 mg/l dengan batas maksimum yang diperbolehkan sebesar 0,3 mg/l, Kesadahan 500 mg/l dengan batas

maksimum yang diperbolehkan sebesar 500 mg/l, pH sebesar 8,3 dengan batas maksimum yang diperbolehkan 6,5-8,5, Klorida yang dihasilkan sebesar 900 mg/l dengan batas maksimum yang diperbolehkan 250 mg/l.

Pengujian parameter Biologi dilakukan di Laboratorium penguji PT. Mitralab Buana Surabaya dengan hasil sebagai berikut, Salinitas sebesar 0,87% dan E-coli sebesar 0 MPN/100 ml. dari hasil pengujian tersebut air hasil desalinasi dapat dikatakan belum memenuhi baku mutu air minum karena TDS dan Klorida yang masih tinggi.

4.13 Efisiensi Aktual dan Teoristis Desalinasi

Air input yang dimasukkan ke dalam alat desalinasi tidak seluruhnya menguap, sebagian dari aliran air ini akan membentuk *brine* (air laut yang tidak menguap) dan disirkulasikan ke dalam evaporator. Persentase debit air laut yang dimasukkan ke dalam evaporator dan menjadi air distilat pada berbagai variasi air laut yang di masukkan

Persentase air laut yang terbentuk dari debit air input pada desalination ini berkisar 70%-90%. Dalam menentukan efisiensi desalinator, dikenal dua jenis efisiensi yaitu efisiensi aktual dan teoritis. Efisiensi desalination secara teoritis ditentukan oleh besarnya laju perpindahan panas secara evaporasi- kondensasi dibandingkan dengan radiasi pada desalination. Sedangkan efisiensi desalinator secara praktek merupakan perbandingan antara energi yang diperlukan untuk menghasilkan massa destilat yang terukur dengan energi radiasi yang diterima oleh kolektor (Santoso 2015)

Dalam prakteknya tidak seluruh uap terkondensasi dan terdapat sejumlah kecil air distilat yang menetes kembali ke evaporator sebelum mencapai kondensor (astute 2005). Selain itu hal seperti ini juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang dapat menghambat perpindahan panas secara evaporasi, yaitu adanya kehilangan panas secara konduksi antara dinding bagian dalam reaktor dengan dinding bagian luar kehilangan panas secara konveksi antara dinding dengan lingkungan luar, banyaknya uap air yang tertahan pada dinding bagian atas evaporator.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan akhirnya sampai pada penarikan kesimpulan, adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini sebagai berikut:

- Desain alat desalinasi penjernih air laut menjadi air tawar dengan menggunakan energi matahari yang sudah di desain dengan model piramida limas dengan setiap sisinya menggunakan kaca riben hitam dan penambahan plat aluminium di bagian luar alat, pada bagian bawah terdapat penampung hasil desalinasi air laut dan di bagian sisi belakang terdapat selang jalur air hasil desalinasi.
- 2. Efisiensi terbesar alat desalinasi dengan menggunakan energi matahari dengan mempertimbangkan suhu dan volume air yang dimasukkan sebanyak 4 liter dengan debit air desalinasi yang keluar sebesar 3.6 liter maka didapatkan efisiensi alat desalinasi sebesar 90%, dan 10% berupa *Brine* (konsentrat berupa garam).

2. Saran

Pada penelitian yang telah berjalan dan selesai namun menyisakan berbagai permasalahan baru. Permasalahan tersebut dibuat dalam bentuk saran agar pembaca atau peneliti selanjutnya dapat mengetahui kekurangan alat desalinasi ini agar hasil yang didapatkan maksimal dan lebih baik lagi. Adapun saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah,

- Sebaiknya alat ini memiliki mekanisme pengisian ulang air laut yang lebih efisien karena pada penelitian ini pengisian dilakukan dengan manual dan diharuskan membuka kaca terlebih dahulu untuk memasukkan air laut.
- Mengusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara di dalam kaca piramid sehingga udara panas yang berada di dalam kaca menguap sehingga mempengaruhi hasil desalinasi.

- Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya pada bagian samping kaca diberi karet agar kaca piramid tidak langsung terkena kaca penampung yang mengakibatkan kerusakan
- Untuk penelitian selanjutnya dapat diperhatikan kemiringan alat desalinasi agar air yang berada di penampung awal langsung keluar ke bagian penampung air desalinasi



DAFTAR PUSTAKA

- Ambarita, A. (2018). Rancang Bangun Alat Desalinasi Air Laut Sistem Vakum Alami Dengan Tenaga Surya. *Medan, Sumatera Utara*, 9(1).
- Anambah, S., & Setyowati, E. (2010). Pengaruh Pewarnaan Beton Cetak Pada Dinding Serap . *Forum Teknik*.
- Dewantara, I. Y., Suyitno, B. M., & dkk. (2018). Desalinasi Air Laut Berbasis Energi Surya Sebagai Alternatif Penyediaan. *Jurnal Teknik Mesin*.
- Elsaid, K., Enas, S. T., & dkk. (2020). Environmental Impact of Emerging Desalination Technologies: A preliminary Evaluation. Journal Pre-Proof.
- Hanna, N.L. (2016). Kelayakan Teknologi Desalinasi Sebagai Alternatif
 Penyediaan Air Minum Kota Surabaya. (Studi. Kasus: 50 Liter per detik) 5
 (2).
- Handayani, N., Nugroho, T. F., & dkk. (2014). Analisa Kinerja Termal Solar Apparatus Panel pada Alat Destilasi Air Payau dengan Sistem Evaporasi Uap Tenaga Matahari Menggunakan CFD. *Jurnal Teknik Pomits*.
- Iswadi, & Aisyah. (2017). Sistem Pengolahan Air Laut Menjadi Air Minum Menggunakan Tenaga Matahari.
- Jia, X. (2019). Analyzing the Energy Consumption, GHG Emission, and Cost of Seawater Desalination in China Universiti Teknologi Malaysia.
- K.H. Nai and K.V. Modi. (2018) Pyramid Solar Still: A Comprehensive Review.

 Renewable and Sustainable Energy Reviews 81, 136 148.
- Kurniawan, C., Sebayang, P., & dkk. (2018). Peningkatan Sifat Fisis dan Mekanik Bahan Gusi Tiruan Berbasis Komposit Resin Akrilik dengan Penambahan Variasi Ukuran Serat Kaca.
- Kusumadewi, Riana Ayu. (2014). Desalinasi Air Asin Dengan Proses Distilasi Menggunakan Energi Matahari Dalam Kondisi Vakum. Bandung: Tesis Prodi T. lingkungan Institut Teknologi Bandung.
- M. Al Harahsheh, M.A. Arabic, H. Mousa, Z. Alzghoul. (2018) Solar Desalination Using Solar Still Enhanced by External Solar Collector and PCM. Applied Thermal Engineering 128, 1030 1040.
 Novitrine, N. A. (2017) Pengaruh Jenis Bahan Atap Pada Proses
 - Desalinasi Evaporasi Air Laut.

- Patel, V. U. (2016) A Review on Seawater Desalination Technology and Concentrating Solar Power. International Research Journal of Engineering and Technology, 3(2).
- Said, M., & Iswadi. (2016). Rancang Bangun Alat Pemurni Air Laut Menjadi Air Minum Menggunakan Sistem Piramida Air (Greenhouse Effect) Bagi Masyarakat Pulau dan Pesisir di Kota Makassar. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*.
- Syuhada, A., & Suheri. (2010). Kajian Tingkat Kemampuan Penyerapan Panas Matahari pada Atap Bangunan Seng Berwarna`. *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM)*.
- Tanusekar, H. H., & Sutanhaji, A. T. (2014). Rancang Bangun dan Uji Kinerja Alat Desalinasi Sistem Penyulingan Menggunakan Panas Matahari dengan Pengaturan Tekanan Udara. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*.