

TUGAS AKHIR

PENGOLAHAN AIR LAUT MENJADI AIR BERSIH MENGUNAKAN EVAPORATOR DARI AKRILIK



RIZKIYANTO M. TAHER

D121 14 026

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2021

TUGAS AKHIR

PENGOLAHAN AIR LAUT MENJADI AIR BERSIH MENGUNAKAN EVAPORATOR DARI AKRILIK



RIZKIYANTO M. TAHER

D121 14 026

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2021



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

JL. POROS MALINO. KM.6 BONTOMARANNU KAB. GOWA

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa.

Judul : *Pengolahan Air Laut Menjadi Air Bersih Menggunakan Evaporator dari Akrilik*

Disusun Oleh :

Nama : Rizkiyanto M. Taher

NIM : D12114026

Telah diperiksa dan disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 27 Mei 2021

Pembimbing I

Dr. Ir. Achmad Zubair, M.Sc.
NIP. 19590116 1987021001

Pembimbing II

Nur An-nisa Putry Mangarengi, S.T., M.Sc
NIDK : 199201142019016000

Menyetujui,
Ketua Departemen Teknik Lingkungan

Dr. Eng. Murala Hustim, S.T., M.T
NIP. 197204242000122000

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Rizkiyanto M. Taher dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “ **Pengolahan Air Laut Menjadi Air Bersih Menggunakan Evaporator dari Akrilik** ” adalah karya ilmiah penulis sendiri dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dan penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, 29 Mei 2021

Yang membuat pernyataan,



Rizkiyanto M. Taher
D121 14 026

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah Subhanahu Wata'ala atas berkat, rahmat serta karunia-Nya, dan Salawat serta salam kepada Nabi Muhammad Shallallahu Alaihi Wassallam yang telah membawa iman dan islam. Penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul : **Pengolahan Air Laut Menjadi Air Bersih Menggunakan Evapulator dari Akrilik**. Skripsi ini ditujukan untuk memenuhi salah satu persyaratan ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, dan banyak kekurangan baik dalam metode penulisan maupun dalam pembahasan materi. Hal tersebut dikarenakan keterbatasan kemampuan Penulis. Sehingga Penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun mudah-mudahan dikemudian hari dapat memperbaiki segala kekurangannya.

Terselesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak, terutama kepada yang saya hormati:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Dr. Ir. Achmad Zubair, M.Sc, selaku Pembimbing I meluangkan waktunya untuk membimbing, memberi saran serta dukungan kepada penulis selama menyusun skripsi.
4. Ibu Nur An-nisa Putry Mangerangi , ST.,M.Sc, selaku Pembimbing II yang selalu memberikan arahan dan masukan selama penulis menyusun skripsi ini.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Mary Selintung, M.Sc dan Ibu Roslinda Ibrahim, S.P., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik serta

saran yang membangun dan menyempurnakan penulisan skripsi ini.

6. Ibu Sumiati. A.S dan Kakanda Olan yang telah banyak membantu saya dalam pengurusan administrasi yang menunjang skripsi ini serta selalu mengingatkan saya dengan teman-teman mahasiswa akhir angkatan 2014 akan waktu kami di kampus yang tidak lama lagi.
7. Ayahanda Mansur Taher dan Ibunda Rosdisalma L. Malik yang tiada hentinya mendukung , memberi doa dan selalu menjadi tempat untuk berkeluh kesah dari awal hingga saat ini, saya menyadari bahwa semua perjuangan ini tidak akan sampai disini tanpa restu dari kedua orang tua.
8. Adik saya Putri Arizka M. Taher dan Apriasatya M. Taher yang senantiasa memberi dukungan, semangat serta menyadarkan akan tanggung jawab yang lebih besar untuk kedepannya sehingga membakar semangat saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
9. Saudara Arafat Amiruddin selaku partner tugas akhir yang selalu bekerja sama melewati semua rintangan serta hambatan dengan teriknya matahari saat melakukan pengambilan data hingga pada tahap dalam penyelesaian skripsi ini.
10. Saudara-saudara penghuni Perumahan Teknik blok C4 yang sama-sama menjalani masa-masa akhir dunia kampus, tidak hentinya kami saling menyemangati serta memberi masukan bahwa kami akan bias melewati semua proses ini. Terima kasih untuk segala bantuan dari perancangan alat, pengambilan data hingga penyusunan skripsi ini terutama kepada bapak rumah tangga C4 saudara Agus Faisal ST yang tidak hentinya mengingatkan kami semua bahwa waktu itu terus berjalan tanpa disadari.
11. Saudara Alvin Amartiyah dan saudari Nabila Shanaz ST selaku Koordinator dan Bendahara angkatan Sipil 2014 (Portal 2015). Terimakasih untuk suka duka mengawal angkatan yang keras kepala ini, tanpa kalian berdua serasa posisi sekretaris angkatan akan

hampa. Semoga kita dapat sama-sama berfoto menggunakan toga dengan gelar berbeda di baruga nantinya.

12. Keluarga besar Sipil dan Lingkungan 2014 (Portal 2015). Saudara-saudariku, yang sama-sama mengawali perjalanan panjang dengan penuh cerita yang tidak ada habisnya, mengukir sebuah album yang penuh dengan drama suka,duka dan segala bentuk kehidupan.suatu saat nanti kita akan bercerita tentang rangkulan tangan kalian di bahu, berdiri tegaknya kalian di sampingku serta jatuh bangunnya kalian dengan keringat yang penuh rasa solidaritas. Terimakasih telah memberi warna selama menjadi mahasiswa hingga pada tahap ini, terimakasih juga untuk semua masukan dan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini. Semangat saja.
13. Keluarga Sakinah Mapala 09 SMFT-UH taman bermain dan belajar. Tempat saya dapat mengerti arti dari sebuah kehidupan, tempat yang penuh petualangan serta perjuangan sejati. Terimakasih untuk petualangan yang tiada hentinya dengan keringat , darah dan air mata. *Explore the world from here , more than just life.*
14. Teman-teman Teknik Angkatan 2014 dalam goresan merah hitam kami menyatu membuat sebuah cerita yang menghiasi perjalanan panjang ini.
15. Adik-adik Pengurus HMS FT-UH dan HMTL FT-UH yang melanjutkan tongkat estafet kepengurusan yang telah kami warnai pada masa itu. Terimakasih telah menjaga, mempertahankan dan melanjutkan dengan penuh semangat organisasi ini. Tetap berjuang hingga kita kibarkan bendera Seantero Nusantara dan kita pancangkan panji di bumi Pertiwi
16. Adik-adik angkatan 2015, 2016, 2017, 2018 dan 2019 yang selalu memberi semangat dan dukungan. Menjadi orang-orang yang mengajarkan saya arti tanggung jawab yang penuh dengan proses didalamnya.
17. Laboran Laboratorium Kualitas Air Departemen Teknik Lingkungan

Bapak Syarifuddin, S.T yang membimbing selama di laboratorium.

18. Teman-teman Resul Squad yang telah memberi dukungan serta semangat dari kejauhan.
19. Seseorang yang telah menjadi teman yang setia mendengarkan serta mendukung . Terimakasih atas segala perhatian dan pengertiannya hingga saat ini.

Serta semua pihak yang penulis tidak bisa sebutkan satu-persatu. Semoga Allah SWT yang akan membalas kebaikan kalian. Saya menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran membangun sangat kami harapkan. Saya berharap tugas akhir ini dapat bermamfaat bagi pembaca.

Gowa, Mei 2021

Penulis

ABSTRAK

RIZKIYANTO M. TAHER. *Pengolahan Air Laut Menjadi Air Bersih Menggunakan Evaporator dari Akrilik* (dibimbing Oleh Achmad Zubair dan Nur-Annisa Putry Mangerangi).

Air merupakan salah satu sumberdaya alam yang memiliki fungsi sangat penting bagi hidup dan kehidupan seluruh makhluk hidup, termasuk manusia. Seiring bertambahnya jumlah penduduk maka kebutuhan air bersih juga akan bertambah.. Salah satu proses pengolahan air laut menjadi air bersih disebut proses desalinasi air laut. Dimana desalinasi ini salah satunya memanfaatkan energi surya untuk membantu proses pengolahan air laut menjadi air bersih. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kuantitas (volume) serta kualitas air bersih yang dihasilkan dari alat destilasi air laut menggunakan evaporator akrilik. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan akrilik sebagai media penyerap pada alat destilasi air laut dengan luas permukaan alat 1,26 m² , dengan memasukkan air laut sebanyak 5 liter. Pengambilan data suhu, indeks ultraviolet, kelembaban serta volume air hasil pengolahan dilakukan setiap 1 jam selama 7 jam dalam 1 hari. Air hasil pengolahan kemudian diuji kualitasnya pada laboratorium. Berdasarkan hasil penelitian pengaruh evaporator akrilik terhadap kuantitas air mampu menghasilkan rata-rata air bersih sebanyak 327,21 ml/hari/m² selama 7 jam yang dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain suhu, indeks ultraviolet, kelembaban, bentuk evaporator, ketebalan air laut serta luas bidang evaporator sementara pengaruh evaporator akrilik terhadap kualitas air telah memenuhi persyaratan air bersih sesuai dengan Permenkes No. 32 tahun 2017 dengan nilai rata-rata pH (7,5), salinitas (0,2 ‰), TDS (89,3 mg/l), dan kekeruhan (2,3 NTU).

Kata Kunci : Destilasi, Evaporator, Akrilik, Air Bersih, Volume, Kualitas

ABSTRACT

RIZKIYANTO M. TAHER. *Processing Seawater Into Clean Water Using an Acrylic Evaporator* (Supervised by Achmad Zubair and Nur- Annisa Putry Mangerangi).

Water is a natural resource that has a very crucial function for all beings living including human. As the increasing population, the need for clean water will also increase. One of the water treatments processes the seawater into clean water is called the desalination process. Following that, this desalination utilize solar energy to help the processing of seawater into clean water. The purposed of this study is to measure the quantity (volume) and quality of clean water produced from a seawater distillation process using an acrylic evaporator. This research was conducted using acrylic as an absorbent medium of seawater distillation tool with a surface area of 1.26 m², by incorporating seawater as much as 5 liters. Data of temperature, ultraviolet index, humidity, and volume of treated water is carried out every 1 hour for 7 hours in 1 day. The treated water is then tested for quality in the laboratory. The results show that the effect of the acrylic evaporator on the quantity of water is capable of producing an average of 327.21 ml / day / m² of clean water for 7 hours which is influenced by several factors including temperature, ultraviolet index, humidity, evaporator shape, sea water thickness and area. evaporator field while the effect of acrylic evaporator on water quality has met the requirements for clean water in accordance with Regulation of the Minister of Health Number 32 of 2017 with an average value of pH (7.5), salinity (0.2 ‰), TDS (89.3 mg / l), and turbidity (2.3 NTU).

Keywords: Distillation, Evaporator, Acrylic, Clean Water, Volume, Quality

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan dan Mamfaat.....	3
D. Ruang Lingkup.....	4
E. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Pengertian Air	6
B. Kebutuhan Air	7
C. Sumber Air.....	8
1. Air Angkasa.....	8
2. Air Permukaan.....	8
3. Air Laut	8
4. Air Tanah	9
D. Sifat Air Laut	9
E. Standar Kualitas Air Bersih	10
F. Pengolahan Air.....	12

1. Destilasi.....	13
2. Reverse Osmosis.....	14
3. Elektrodialisi	15
4. Disinfeksi Air.....	15
G. Siklus Hidrologi.....	16
H. Tenaga Surya	19
I. Akrilik dan Prinsip Pembiasan.....	21
J. Penelitian Terdahulu.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Rancangan Penelitian	27
1. Variabel Terikat.....	27
2. Variabel Bebas.....	27
3. Variabel Kontrol.....	28
B. Waktu dan Lokasi Penelitian	28
C. Bagan Alir Penelitian	28
1. Persiapan Alat dan Bahan	29
2. Perancangan Alat.....	30
D. Teknik Pengambilan Data.....	32
E. Analisa Data	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Kuantitas Air.....	35
1. Pengukuran Suhu.....	37
2. Pengukuran Indeks Ultraviolet.....	38
3. Pengukuran Kelembaban Udara.....	40
4. Pengukuran Volume	41
5. Hubungan Suhu dengan Volume.....	42
6. Hubungan Indeks Ultraviolet dengan Volume.....	44
7. Hubungan Kelembaban dengan Volume	47
8. Hubungan Luas Bidang Evaporator dengan Volume	48
B. Kualitas Air.....	50
1. Pengujian pH.....	51

2. Pengujian Salinitas.....	52
3. Pengujian TDS (Total Dissolved Solids).....	53
4. Pengujian Kekeruhan	54
5. Hubungan Suhu terhadap Kualitas Air	55
5. Hubungan Indeks Ultraviolet terhadap Kualitas Air	56
5. Hubungan Kelembaban terhadap Kualitas Air.....	56
5. Hubungan Kualitas Air dengan Kuantitas Air	56
C. Penerapan Alat Destilasi.....	57

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	57
B. Saran.....	57

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Kadar Garam pada Air Laut Dunia	10
Tabel 2 Komposisi Standar Air Laut.....	10
Tabel 3 Parameter Fisik Baku Mutu Air Bersih	12
Tabel 4 Parameter Biologi Baku Mutu Air Bersih	12
Tabel 5 Parameter Kimia Baku Mutu Air Bersih	12
Tabel 6 Karakteristik Cahaya Penyusun Sinar Matahari	21
Tabel 7 Transmisi Cahaya dan Panas pada Bahan Transparan	21
Tabel 8 Studi yang Relevan dengan Penelitian	23
Tabel 9 Hasil Rata-rata Pengukuran Lapangan setiap Hari.....	36
Tabel 10 Hasil Rata-rata Pengukuran Lapangan setiap Jam	37
Tabel 11 Hasil Regresi Suhu dengan Volume	43
Tabel 12 Hasil Regresi Indeks Ultraviolet dengan Volume	45
Tabel 13 Hasil Regresi Kelembaban dengan Volume	47
Tabel 14 Perbandingan Hasil Air Bersih dengan Penelitian Sebelumnya	49
Tabel 15 Hasil Pengujian Laboratorium pada Air Laut	50
Tabel 16 Hasil Pengujian Laboratorium pada Air Bersih selama 14 Hari	51
Tabel 17 Kriteria Penilaian Salinitas	52
Tabel 18 Kriteria Penilaian TDS (Total Dissolved Solids)	53
Tabel 19 Hasil Regresi Kualitas dengan Kuantitas Air.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Proses Perjalanan Air dalam Siklus Hidrologi	18
Gambar 2 Alat Destilasi Air Laut	33
Gambar 3 Grafik Rata-rata Suhu selama 14 hari	38
Gambar 4 Grafik Hubungan Suhu dengan Waktu (Jam).....	38
Gambar 5 Grafik Rata-rata Indeks Ultraviolet selama 14 hari.....	39
Gambar 6 Grafik Hubungan Indeks Ultraviolet dengan Waktu (Jam)	39
Gambar 7 Grafik Rata-rata Kelembaban Udara selama 14 hari	40
Gambar 8 Grafik Hubungan Rata-rata Kelembaban Udara dengan Waktu (Jam).....	41
Gambar 9 Grafik Rata-rata Volume selama 14 hari.....	42
Gambar 10 Grafik Hubungan Rata-rata Volume dengan Waktu (Jam).....	42
Gambar 11 Persamaan Regresi Hubungan Suhu dengan Volume.....	43
Gambar 12 Grafik Hubungan Suhu dengan Volume tiap Waktu (Jam)	44
Gambar 13 Persamaan Regresi Hubungan Indeks Ultraviolet dengan Volume	45
Gambar 14 Grafik Hubungan Indeks Ultraviolet dengan Volume tiap Waktu (Jam) ...	46
Gambar 15 Persamaan Regresi Hubungan Kelembaban dengan Volume	47
Gambar 16 Grafik Hubungan Kelembaban dengan Volume tiap Waktu (Jam)	48
Gambar 17 Hubungan Kualitas Air dengan Kuantitas Volume Penguapan.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Spesifikasi Alat Destilasi dengan Evaporator Akrilik
- Lampiran 2** Data Pengukuran Lapangan Selama 14 Hari
- Lampiran 3** Data Hasil Uji Laboratorium Kualitas Air Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
- Lampiran 4** Dokumentasi kegiatan
- Lampiran 5** Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2017
- Lampiran 6** SNI 01-3556-2000 (Pengujian Kadar NaCl)

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air merupakan salah satu sumberdaya alam yang memiliki fungsi sangat penting bagi hidup dan kehidupan seluruh makhluk hidup, termasuk manusia. Karena hampir semua aktifitas manusia memerlukan air, mulai dari memasak, mandi, mencuci dan aktifitas lainnya. Seiring bertambahnya jumlah penduduk maka kebutuhan air bersih juga akan bertambah. Volume air yang biasa digunakan juga dipengaruhi oleh kebutuhan setiap individu, kondisi iklim dan letak geografis.

Air dapat berupa air tawar (*fresh water*) dan dapat pula berupa air asin (air laut) yang merupakan bagian terbesar di bumi ini. Di lingkungan alam proses perubahan wujud, gerakan aliran air (di permukaan tanah, di dalam tanah dan di udara) dan jenis air mengikuti suatu siklus keseimbangan dan dikenal dengan istilah siklus hidrologi (Kodoatie dan Sjarief, 2010).

Menurut *The United States Geological Survey Water Science School*, sekitar 71 % bumi tertutup air. Sementara sekitar 97 % dari seluruh air di bumi adalah lautan, yang berarti hanya 3 % air yang tidak mengandung garam. Dari total air tawar dunia, 69 % dibekukan di es dan gletser dan 30 % lainnya ada di tanah dan hanya 0,26 % air dunia ada di danau air tawar.

Badan Informasi Geospasial pada tahun 2020 menyatakan bahwa Indonesia memiliki luas wilayah 5.180.053 km², sekitar 3.257.483 km² merupakan lautan, sehingga Indonesia dijuluki Negara Maritim. Dan sangat memprihatinkan jika masih ada daerah di Indonesia yang masih kekurangan air bersih. Namun pada kenyataannya ancaman akan kurangnya air bersih di Indonesia tiap tahunnya selalu meningkat. Berdasarkan data *World Resources Institute (WRI)* mengenai sumber daya air tawar yang dimiliki oleh setiap negara di dunia, Indonesia menduduki peringkat ke-51 dengan tingkat krisis level resiko tinggi (*High 40-80% possibility*). Akan tetapi dengan luasnya wilayah lautan di Indonesia

sebenarnya dapat dimanfaatkan air laut yang melimpah ini sebagai alternatif bahan baku pemenuhan kebutuhan air bersih bagi masyarakat

Sistem pengolahan air untuk konsumsi rumah tangga telah banyak diperkenalkan, namun hampir seluruhnya memerlukan biaya yang mahal baik saat konstruksi maupun pemeliharaannya. Jika bahan baku air adalah air laut maka dibutuhkan suatu metode untuk memisahkan garam dan airnya sehingga dapat diperoleh air murni. Metode yang paling sederhana adalah dengan memanaskan air hingga mendidih dan mengambil uapnya sebagai air hasil, namun jumlahnya terlalu sedikit untuk pemenuhan kebutuhan sehari-hari (Iswadi dan Aisyah, 2013).

Salah satu proses pengolahan air laut menjadi air tawar disebut proses desalinasi air laut. Dimana desalinasi ini salah satunya memanfaatkan energi surya untuk membantu proses distilasi air laut menjadi air tawar (I Gede Yogi Dewantara dkk, 2018). Dari penelitian tersebut masih terdapat beberapa kekurangan dalam hal penggunaan bahan yang sulit dalam perancangan serta bentuk yang belum efisien dalam menghasilkan air bersih. Diharapkan dengan dikembangkannya alat destilator ini menjadi media yang memberikan solusi kongkrit guna menaikkan kuantitas air bersih sehingga mampu meningkatkan kesejahteraan masyarakat Indonesia, khususnya daerah pelosok pesisir yang masih kekurangan air bersih.

Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti ingin merancang destilator alternatif sederhana yang ekonomis dan dapat digunakan dalam skala rumah tangga serta ramah lingkungan. Karena destilator tenaga surya merupakan alat yang hanya mengandalkan pasokan energi matahari, dan letak Indonesia yang berada di garis khatulistiwa, sehingga sinar matahari begitu melimpah sepanjang tahun. Karena di daerah khatulistiwa hanya terdapat musim hujan dan musim kemarau.

Dalam penelitian sebelumnya sudah dilakukan beberapa penelitian tentang destilator dengan variasi bentuk dan bahan media penyerap yang berbeda-beda, di antara dengan bentuk atap persegi panjang dan bahan media penyerap kaca. Sehingga destilator perlu dikembangkan kembali dengan membuat desain – desain yang berbeda dari bentuk dan bahan media penyerap penelitian sebelumnya.

Dengan penyerap berbentuk prisma segi empat dengan menggunakan bahan akrilik diharapkan dapat mempermudah dalam hal perancangan alat destilasi serta dapat menghasilkan lebih banyak volume air bersih karena berbentuk prisma segi empat sehingga dapat menerima cahaya matahari dari segala sisi. . Dari gagasan tersebut, penelitian ini mengambil judul “**Pengolahan Air Laut menjadi Air Bersih menggunakan Evaporator dari Akrilik**”. Dengan adanya alat destilasi air laut ini diharapkan mampu memberikan informasi baru mengenai teknologi destilasi, sehingga semakin berkembang.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka yang perlu dikaji dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh evaporator dari Akrilik pada alat destilasi air laut terhadap kuantitas air bersih yang dihasilkan ?
2. Bagaimana pengaruh evaporator dari Akrilik pada alat destilasi air laut terhadap kualitas air bersih yang dihasilkan ?

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh evaporator dari akrilik pada alat destilasi air laut terhadap kuantitas air bersih yang dihasilkan.
2. Untuk mengetahui pengaruh evaporator dari akrilik pada alat destilasi air laut terhadap kualitas air bersih yang dihasilkan.

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai media informasi mengenai alat destilasi air laut menjadi air bersih menggunakan tenaga surya dengan evaporator dari akrilik lebih efektif sebagai penghasil air bersih.
2. Sebagai sarana untuk mempermudah masyarakat mendapatkan air bersih di daerah pesisir yang kekurangan air bersih dengan biaya

yang lebih murah, dan ramah lingkungan sehingga dapat dimanfaatkan dalam skala rumah tangga.

D. Ruang Lingkup

Untuk memberikan penjelasan dari permasalahan dan guna memudahkan dalam menganalisa, maka terdapat beberapa ruang lingkup yang digunakan untuk tugas akhir mengenai rancang bangun destilator air laut menggunakan tenaga matahari dengan media penyerap akrilik. Adapun ruang lingkungannya adalah :

1. Bentuk destilator berbentuk limas segi empat.
2. Bahan dasar berupa akrilik sebagai media penyerap/evaporator.
3. Bahan baku yang digunakan adalah air laut.
4. Variabel yang diukur meliputi suhu lingkungan, suhu ruang evaporator, ultraviolet, kelembaban dan volume air bersih.
5. Pengujian Laboratorium air hasil destilasi meliputi pengujian pH, Salinitas, TDS, kekeruhan, bau, rasa dan warna.

E. Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini terbagi ke dalam 5 bab dengan sistematika sebagai berikut :

Bab I. Pendahuluan

Bab ini menguraikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

Bab II. Tinjauan Pustaka

Bab ini menguraikan teori-teori yang berkaitan dengan tema penelitian yang digunakan sebagai acuan dalam menyelesaikan masalah, serta kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang relevan.

Bab III. Metodologi Penelitian

Bab ini menguraikan waktu dan lokasi penelitian, jenis penelitian, rancangan penelitian, serta diagram alir penelitian.

Bab IV. Hasil Dan Pembahasan

Bab ini menguraikan hasil penelitian yang berupa data pengamatan dan data hasil pengujian serta berisi pembahasan masalah.

Bab V. Penutup

Bab ini menguraikan kesimpulan dan saran berkaitan dengan hasil penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Air

Air dapat berwujud padatan (es), cairan (air) dan gas (uap air). Air merupakan satu-satunya zat yang secara alami terdapat di permukaan bumi dalam ketiga wujudnya tersebut. Air adalah substansi kimia dengan rumus kimia H₂O satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Air bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi standar (Indarto, 2010).

Air dapat juga berupa air tawar (*fresh water*) dan dapat pula berupa air asin (air laut) yang merupakan bagian terbesar di bumi ini. Di dalam lingkungan alam proses perubahan wujud, gerakan aliran air (di permukaan tanah, di dalam tanah, dan di udara) dan jenis air mengikuti suatu siklus keseimbangan dan dikenal dengan istilah siklus hidrologi (Kodoatie dan Sjarief, 2010).

Menurut Undang-Undang RI No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air (Bab I, Pasal 1), butir 2 disebutkan bahwa “air adalah semua air yang terdapat pada, di atas, ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat”. Butir 3 menyebutkan “air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan atau batuan di bawah permukaan tanah”. Karakteristik kandungan dan sifat fisis air tawar sangat bergantung pada tempat sumber mata air itu berasal dan juga teknik pengolahan air tersebut. Sedangkan menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, Pasal 1 menyatakan bahwa : “Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum”

B. Kebutuhan Air

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok makhluk hidup termasuk manusia. Dalam kehidupan sehari-hari keberadaan air sangatlah penting. Karena keberadaannya yang sangat penting, maka keberadaan dan penggunaannya perlu dijaga dengan baik. Irianto (2004) mengemukakan bahwa kebutuhan air yang dimasukkan dalam tubuh tergantung dari jumlah air yang dikeluarkan tubuh. Air yang dimasukkan dalam tubuh dapat berupa air minum, makanan, dan buah-buahan. Pengeluaran air dari tubuh sebagai bentuk sisa metabolisme atau karena penyakit tertentu. Penderita penyakit muntah berak (cholera) akan mengeluarkan banyak cairan dari dalam tubuh. Kekurangan cairan dari dalam tubuh dapat menyebabkan dehidrasi yang dapat mengakibatkan kematian. Air di dalam tubuh memiliki fungsi membantu proses pencernaan yang memungkinkan terjadinya reaksi biokimia dalam tubuh, menjaga kerja alat tubuh tidak terganggu, dan membuang zat sisa dari dalam tubuh serta menjaga suhu tubuh agar tetap normal.

Menurut dokter dan ahli kesehatan manusia wajib minum air putih delapan gelas per hari. Tumbuhan dan binatang juga mutlak membutuhkan air. Semua organisme yang hidup tersusun dari sel-sel yang berisi air sedikitnya 60% dan aktivitas metaboliknya mengamil tempat di larutan air (Enger dan Smith, 2009). Tanpa air keduanya akan mati. Sehingga dapat dikatakan air merupakan salah satu sumber kehidupan. Dengan kata lain air merupakan zat yang paling esensial dibutuhkan oleh makhluk hidup. Dapat disimpulkan bahwa untuk kepentingan manusia dan kepentingan komersial lainnya, ketersediaan air dari segi kualitas maupun kuantitas mutlak diperlukan.

Di Indonesia diperlukan air berkisar 100 – 150 liter/orang/hari. Kebutuhan air minimal untuk daerah pedesaan menurut standar WHO adalah sebesar 60 liter/orang/hari (Sanropie, dalam Rizqi Rizaldi, 2011).

C. Sumber Air

Menurut Chandra dalam Cut Khairunnisa (2012), berdasarkan letaknya air baku dapat diperoleh dari beberapa sumber, diantaranya adalah air angkasa (hujan), air permukaan, air laut, dan air tanah.

1. Air Angkasa

Air angkasa atau air hujan merupakan sumber air utama di bumi. Walau pada saat pretisipasi merupakan air yang paling bersih, air tersebut cenderung mengalami pencemaran ketika berada di atmosfer. Pencemaran yang berlangsung di atmosfer itu dapat disebabkan oleh partikel debu, mikroorganisme, dan gas, misalnya, karbon dioksida, nitrogen, dan amonia.

2. Air Permukaan

Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran industri kota dan sebagainya. Beberapa pengotoran untuk masing-masing air permukaan akan berbeda-beda, tergantung pada daerah pengaliran air permukaan ini. Jenis pengotorannya adalah merupakan kotoran fisik, kimia dan bakteri.

Setelah mengalami suatu pengotoran, pada suatu saat air permukaan itu akan mengalami suatu proses pembersihan sendiri. Udara yang mengandung oksigen atau gas O_2 akan membantu mengalami proses pembusukan yang terjadi pada air permukaan yang telah mengalami pengotoran, karena selama dalam perjalanan O_2 akan meresap ke dalam air permukaan. Adapun jenis air permukaan adalah air sungai dan air rawa/danau.

3. Air Laut

Air laut adalah air yang memiliki kadar garam rata-rata sebesar 35‰, artinya dalam 1 liter (1000 ml) air laut terdapat 35 gram garam. Air laut merupakan komponen yang terdiri atas beberapa unsur kimia dengan Na^+ dan Cl^- sebagai komponen terbesar selain unsur air (H_2O). Air yang dijumpai di dalam alam berupa air laut sebanyak 80%, sedangkan sisanya berupa air tanah/daratan, es, salju dan hujan. Air laut turut menentukan iklim dan kehidupan di bumi.

4. Air Tanah

Air tanah (ground water) berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi yang kemudian mengalami perkolasi atau penyerapan ke dalam tanah dan mengalami proses filtrasi secara alamiah. Proses-proses yang telah dialami air hujan tersebut, didalam perjalannya ke bawah tanah, membuat tanah menjadi lebih baik dan lebih murni dibandingkan air permukaan. Air tanah memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan sumber lain. Pertama, air tanah biasanya bebas dari kuman penyakit dan tidak perlu proses purifikasi atau penjernihan. Persediaan air tanah juga cukup tersedia sepanjang tahun, saat musim kemarau sekalipun. Sementara itu, air tanah juga memiliki beberapa kerugian atau kelemahan dibandingkan sumber lainnya. Air tanah mengandung zat- 12 zat mineral dalam konsentrasi yang tinggi. Konsentrasi yang tinggi dari zat-zat mineral semacam magnesium, kalium, dan logam berat seperti besi

D. Sifat Air Laut

Kadar garam pada air laut sangat bervariasi dari setiap tempat. Misalnya laut hitam mempunyai kadar garam yang sangat tinggi dibandingkan dengan kadar garam pada samudra pasifik. Larutan garam ini merupakan larutan elektrolit. Perbandingan molekul air dengan molekul garam sekitar 100 berbanding 1. Sedangkan perbandingan molekul air dengan ion-ion sekitar 150 berbanding 1. Di sekitar ion mempunyai medan listrik yang tinggi dan air disekitar ion ikut pula mempunyai medan listrik yang tinggi. Akibat garam terdapat di dalam air laut maka secara fisik air laut dibedakan dengan air tanah. Banyak kation pada air laut, namun hanya kalsium dalam status jenuh pada permukaan air laut. Dan konsentrasi kalsium ditentukan oleh kalsium karbonat.

Konsentrasi barium di kedalaman air ditentukan oleh presipitasi dari barium sulfat. Dengan adanya kation K, Na, Mg, dan kalsium (Ca) menimbulkan pembentukan dan perubahan mineral pada dasar air laut. Zn, Manganese, tembaga dan kobalt terkonsentrasi disebabkan adanya presipitasi Fe dan manganese oksida pada dasar laut. Reaksi pertukaran kation misalnya lumpur air laut dan zeollit

akan meregulasi sebagian kecil dari Na, K dan magnesium. Elemen CO₂, kalium, sulfur dalam jumlah yang banyak dan elemen-elemen phosphorous, nitrogen dan silika dalam jumlah sedikit diperlukan dalam kehidupan tumbuhtumbuhan laut dan tumbuh-tumbuhan akan membebaskan oksigen. Zat organik uniseluler akan tumbuh/hidup menjadi besar melalui fotosintesa. Fotosintesa hanya terjadi pada permukaan air laut dan tidak lebih dari 100 meter dari kedalaman laut. Proses pemisahan elemen nutrisi pada permukaan air laut sangat lamban, tetapi pada kedalaman (300-800) meter sangat cepat dan mencapai titik maksimum.

Tabel 1. Kadar Garam pada Air Laut Dunia

Nama Laut/Samudra	Kadar (gr/kg)
Laut Baltik	7
Laut Kaspia	13
Laut Pasifik	33,6
Laut Merah	43
Laut Atlantik	36
Laut Hindia	35

Sumber : Vulkan & Verlag , dalam Sugeng Abdullah (2005)

Tabel 2. Komposisi Standar Air Laut

Unsur/Molekul	Kadar (gr/kg)
Sodium (Na)	10,561
Magnesium (Mg)	1,272
Kalsium (Ca)	0,4
Kalium (K)	0,38
Chlorida (Cl)	18,98
Sulfate (SO ₄)	2,649
Hydrogen Carbamat	0,142
Bromium (Br)	0,065

Sumber : Vulkan & Verlag , dalam Sugeng Abdullah (2005)

E. Standar Kualitas Air Bersih

Standar kualitas air adalah ketentuan-ketentuan yang biasa dituangkan dalam bentuk pernyataan atau angka yang menunjukkan persyaratan yang harus

dipenuhi agar air tersebut tidak menimbulkan gangguan kesehatan, penyakit, gangguan teknis dan gangguan dalam segi estetika (Sanropie, 1984). Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001, klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas :

1. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air bakti air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
2. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan ,air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
3. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan air yang sama dengan kegunaan tersebut.
4. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi,pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Menurut Permenkes No. 32 tahun 2017 standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk media air untuk keperluan higiene sanitasi meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia yang dapat berupa parameter wajib dan parameter tambahan. Parameter wajib merupakan parameter yang harus diperiksa secara berkala sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan, sedangkan parameter tambahan hanya diwajibkan untuk diperiksa jika kondisi geohidrologi mengindikasikan adanya potensi pencemaran berkaitan dengan parameter tambahan. Air untuk keperluan higiene sanitasi tersebut digunakan untuk pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian. Selain itu air untuk keperluan higiene sanitasi dapat digunakan sebagai air baku air minum. Berikut adalah standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk media air keperluan

higiene sanitasi menurut Permenkes No. 32 tahun 2017 :

Tabel 3. Parameter Fisik

No	Parameter Wajib	Satuan	Standar Baku Mutu
1	Kekeruhan	NTU	25
2	Warna	TCU	50
3	Zat padat terlarut (TDS)	mg/l	100
4	Suhu	°C	suhu udara ± 3
5	Rasa	-	tidak berasa
6	Bau	-	tidak berasa

Tabel 4. Parameter Biologi

No	Parameter Wajib	Satuan	Standar Baku Mutu
1	Total coliform	CFU/100 ml	50
2	E. coli	CFU/10 ml	0

Tabel 5 Parameter Kimia

No	Parameter Wajib	Satuan	Standar Baku Mutu
1	pH	mg/l	6,5 - 8,5
2	Besi	mg/l	1
3	Fluorida	mg/l	1,5
4	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/l	500
5	Mangan	mg/l	0,5
6	Nitrat, sebagai N	mg/l	10
7	Nitrit, sebagai N	mg/l	1
8	Sianida	mg/l	0,1
9	Deterjen	mg/l	0,05

F. Pengolahan Air

Seringkali air yang tersedia di alam tidak layak untuk dikonsumsi karena berbagai alasan. Satu alasan yang sangat menonjol bahwa air di alam tak layak dikonsumsi, khususnya air permukaan adalah karena tidak memenuhi syarat kesehatan. Agar air bisa memenuhi syarat dan layak dikonsumsi, diperlukan

upaya pengolahan air.

Upaya pengolahan air pada hakikatnya adalah untuk pemenuhan kebutuhan agar dapat dipenuhi syarat kuantitas, kualitas, kontinuitas dan ekonomis. Agar memenuhi syarat kuantitas maka jumlah air yang diolah harus mencukupi untuk keperluan aktivitas harian sesuai standar yang ditetapkan. Di Amerika Serikat ditentukan 600 liter per kapita per hari . Di Indonesia diperlukan air berkisar 100 – 150 liter/orang /hari. Untuk kebutuhan minimal di pedesaan WHO menentukan 60 liter/orang/hari (Sanropie, D. dkk, dalam Sugeng Abdullah, 2005).

Pemenuhan syarat kualitas adalah dimaksudkan agar air yang diolah mengandung atau tidak mengandung bahan-bahan tertentu sesuai standar yang berlaku. Hal ini bertujuan supaya air hasil pengolahan aman untuk dikonsumsi. Syarat kontinuitas dimaksudkan agar air hasil pengolahan selalu tersedia setiap saat apabila diperlukan. Syarat ekonomis mengandung pengertian bahwa air hasil pengolahan dapat dibeli oleh konsumen sesuai kadar keperluan dan kemampuannya.

Untuk mencapai pemenuhan syarat kualitas, kuantitas, kontinuitas dan ekonomis, maka dalam proses pengolahan air pada dasarnya terdiri dari tiga macam proses. Proses pengolahan air dimaksud yaitu purifikasi, desinfeksi dan pengaturan keasaman / mineral enrichment (Sanropie, D. dkk, dalam Sugeng Abdullah , 2005).

1. Destilasi

Destilasi merupakan istilah lain dari penyulingan, yakni proses pemanasan suatu bahan pada berbagai temperatur, tanpa kontak dengan udara luar untuk memperoleh hasil tertentu. Penyulingan adalah perubahan bahan dari bentuk cair ke bentuk gas melalui proses pemanasan cairan tersebut, dan kemudian mendinginkan gas hasil pemanasan, untuk selanjutnya mengumpulkan tetesan cairan yang mengembun (Cammack, 2006).

Destilasi sangat berguna untuk konversi air laut menjadi air tawar. Konversi air laut menjadi air tawar dapat dilakukan dengan teknik destilasi panas buatan, destilasi tenaga surya, elektrodialisis, osmosis, gas hydration, freezing,

dan lain-lain. Homig (1978) menyatakan bahwa untuk pembuatan instalasi destilator yang terpenting adalah harus tidak korosif, murah, praktis dan awet (Salvato, dalam Miftahul 2017).

Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman telah mengembangkan destilator tenaga surya atap kaca sebagai teknologi terapan untuk penyulingan air laut. Alat ini cocok untuk daerah pantai dan daerah sulit air. Data teknis dan spesifikasi alat yang dikembangkan adalah terdiri pengumpul kalor, kaca penutup kanal kondensat, kotak kayu dan sistem isolasi. Kimpraswil (2004), mengklaim bahwa dengan destilator tenaga surya bisa dihasilkan air tawar 6-8 liter/hari, sedangkan Marsum (2004) menemukan bahwa destilator tenaga surya dengan dimensi ruang pemanas 94 cm x 48 cm, mampu menghasilkan air tawar sebanyak 1,34 – 2,95 l/hari atau rata-rata 1,88 l/hari.

Meinawati (2010) menyatakan bahwa suatu alat desalinator air laut tipe evaporasi dengan ukuran panjang 100 cm, lebar 60 cm, dan tinggi 100 cm mampu menghasilkan 93 ml air tawar per hari. Hasil tersebut diperoleh ketika radiasi yang dipancarkan matahari mencapai $398 \text{ cal/cm}^2/\text{hari}$. Radiasi surya yang menimpa desalinator mempengaruhi total volume destilat yang dihasilkan. Semakin tinggi radiasi surya yang dapat diserap oleh air laut menyebabkan suhu air laut semakin tinggi. Jika suhu air laut semakin tinggi maka pergerakan molekul di dalamnya semakin cepat dan terjadi tumbukan antar molekul, sehingga akan semakin mempercepat proses perpindahan massa dari cairan ke gas (penguapan).

2. Reverse Osmosis

Proses reverse osmosis menggunakan membran selektif yang dapat ditembus oleh air dari kadar garam rendah (tawar) ke kadar garam yang lebih tinggi. Dalam proses osmosis terbalik, kadar garam rendah (tawar) dipaksa mengalir menembus membrane dari air dengan kadar garam tinggi menggunakan tekanan buatan. Tekanan yang diperlukan kira-kira 1500 psi (10.000 kN/m^2). Sekarang teknik ini sudah berkembang pesat.

Pada reverse osmosis ini terjadi tiga buah perlakuan yaitu perlakuan fisik, biologis, dan kimia. Proses pertama dari reverse osmosis meliputi operasi penyaringan yang dilakukan melalui filter pasir di ikuti oleh filter cartridge untuk

memisahkan partikel berdasarkan ukurannya. Proses kedua mencakup perlakuan biologis seperti koagulan, injeksi polielektrolit, dan disinfeksi. (Migliorini, 2004)

3. Elektrodialisis

Proses elektrodialisis prinsipnya adalah dihamburkannya ion-ion oleh tenaga potensi listrik melalui membrane selektif yang dapat ditembus oleh ion tertentu. Pada metode ini, aliran listrik dialirkan melalui air oleh dua elektrode. Kedua elektrode tersebut dipisahkan satu sama lain oleh membran. Ion-ion di dalam larutan akan tertarik oleh elektrode menembus membran, sehingga air yang tertinggal menjadi bersih dari garam-garam anorganik. Air yang telah dibersihkan dengan cara ini dapat digunakan kembali atau diolah lebih lanjut.

Penggunaan metode elektrodialisis mempunyai dua masalah utama dalam penanganan air limbah. Masalah pertama dikarenakan molekul organik yang tidak dapat dihilangkan dengan cara ini cenderung untuk terkumpul pada membran sehingga mengurangi efektifitas sel elektrodialisis. Masalah kedua adalah tempat untuk membuang larutan garam yang diproduksi. Karena masalah tersebut, proses ini mempunyai keterbatasan hanya dapat dilakukan di daerah dekat dengan badan air laut yang besar dimana pembuangan mungkin dilakukan (Fardiaz, 1992). Pengolahan air dengan cara ini tidak cocok digunakan karena mahalnya biaya operasional yaitu sekitar USD 325 per 1000m³.

4. Disinfeksi Air

Desinfeksi adalah membunuh bakteri pathogen (bakteri penyebab penyakit) yang penyebarannya melalui air. Desinfeksi dengan cara kimia dapat dilakukan dengan penambahan bahan kimia seperti unsur halogen, Cl/senyawa khlor, Br₂, Ozon (O₃), Phenol, KmnO₄, OCl₂, dan sebagainya. (Purnawijayanti, 2001).

Untuk membunuh bakteri pathogen dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu dengan penambahan bahan kimia, pemanasan, penggunaan sinar UV, dan dengan cara mekanis diantaranya dengan pengendapan, saringan pasir cepat. Faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan cara desinfeksi air adalah daya atau kekuatan membunuh mikroorganisme patogen yang berjenis bakteri, virus, protozoa, dan cacing. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah (a) tingkat

kemudahan dalam memantau konsentrasi dalam air, (b) kemampuan dalam memproduksi residu yang akan berfungsi sebagai pelindung kualitas air pada sistem distribusi, (c) Kualitas estetika (warna, rasa, dan bau) dari air yang didesinfeksi, (d) teknologi pengadaan dan penggunaan yang tersedia, dan (e) faktor ekonomi.

G. Siklus Hidrologi

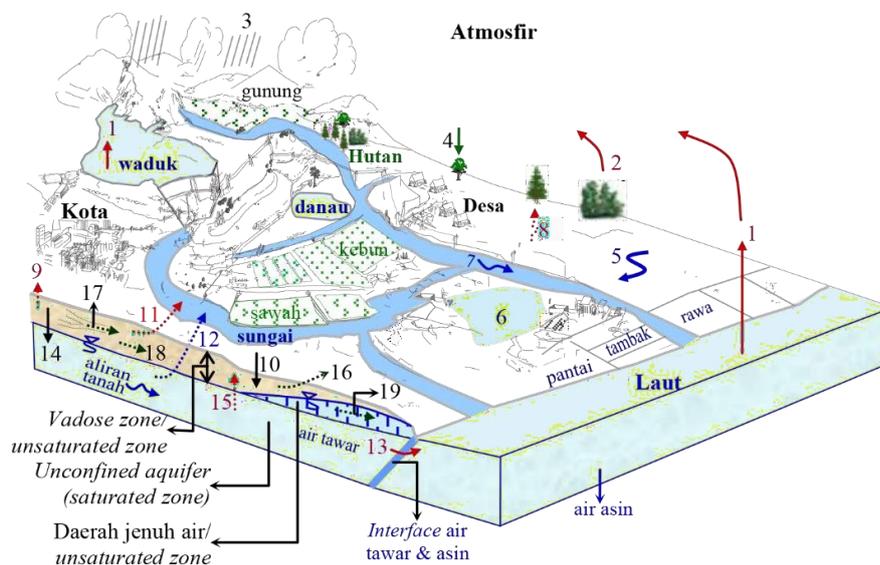
Air secara alami mengalir dari hulu ke hilir, dari daerah yang lebih tinggi ke daerah yang lebih rendah. Air mengalir di atas permukaan tanah namun air juga mengalir di dalam tanah. Air juga dapat berubah wujud, dapat berupa zat cair sesuai dengan nama atau sebutannya "air", dapat berupa benda padat yang disebut "es", dan dapat pula berupa gas yang dikenal dengan nama "uap air". Perubahan fisik bentuk air ini tergantung dari lokasi dan kondisi alam. Ketika dipanaskan sampai 100°C maka air berubah menjadi uap dan pada suhu tertentu uap air berubah kembali menjadi air. Pada suhu yang dingin di bawah 0°C air berubah menjadi benda padat yang disebut es atau salju. Air dapat juga berupa air tawar (*fresh water*) dan dapat pula berupa air asin (air laut) yang merupakan bagian terbesar di bumi ini. Di dalam lingkungan alam proses, perubahan wujud, gerakan aliran air (di permukaan tanah, di dalam tanah dan di udara) dan jenis air mengikuti suatu siklus keseimbangan dan dikenal dengan istilah siklus hidrologi.

Menurut Kodoatie (2012) proses perjalanan air dalam siklus hidrologi seperti ditunjukkan pada Gambar 1, adalah:

1. Penguapan/evaporasi: Proses ini terjadi pada laut, danau, waduk, rawa, sungai, tambak dan lain-lain.
2. Evapotranspirasi: yaitu suatu proses pengambilan air oleh akar tanaman untuk kebutuhan hidupnya, kemudian terjadi penguapan pada tanaman tersebut. Proses pengambilan air oleh akar tanaman disebut transpirasi, sedangkan proses penguapan pada tanaman akibat dari sinar matahari disebut evaporasi.

3. Hujan/salju turun: Uap air dari proses evaporasi dan evapotranspirasi di atmosfer akan berubah menjadi cairan akibat proses kondensasi, tetesan air yang terbentuk tersebut saling berbenturan satu dengan yang lainnya dan terbawa oleh angin sampai berubah menjadi butir-butir air. Butir-butir air tersebut akan terakumulasi dan semakin berat, sehingga secara gravitasi akan turun ke bumi.
4. Air hujan di tanaman: Air hujan yang terjadi akan langsung jatuh (*through flow*) atau mengalir melalui batang tanaman (*stem flow*) serta air hujan tersebut ada yang tertinggal di atau jatuh dari daun (*drip flow*). Perlu waktu yang relatif lama untuk air hujan mencapai tanah apabila tanaman tersebut cukup rimbun.
5. Aliran permukaan (*run-off*): Aliran yang bergerak di atas permukaan tanah. Secara alami air akan mengalir dari daerah yang tinggi ke daerah yang rendah, dari gunung ke lembah, kemudian menuju ke daerah lebih rendah, sampai ke pantai dan akhirnya bermuara ke laut atau ke danau.
6. Banjir/genangan: Banjir dan genangan terjadi akibat dari luapan sungai atau daya tampung drainase yang tidak mampu mengalirkan air.
7. Aliran sungai (*river flow*): Aliran permukaan mengalir menuju daerah tangkapan air atau daerah aliran sungai menuju ke sistem jaringan sungai. Aliran dalam sistem sungai akan mengalir dari sungai kecil menuju sungai yang lebih besar dan berakhir di mulut sungai (estuari), tempat sungai dan laut bertemu.
8. Transpirasi: Proses pengambilan air oleh akar tanaman untuk memenuhi kebutuhan hidup dari tanaman tersebut.
9. Kenaikan kapiler: Air dalam tanah mengalir dari aliran air tanah karena mempunyai daya kapiler untuk menaikkan air ke *vadose zone* menjadi butiran air tanah (*soil moisture*), demikian juga butiran air tanah ini naik secara kapiler ke permukaan tanah. Infiltrasi: Sebagian dari air permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah (*soil water*).

10. Aliran antara (*interflow*): air dari *soil water* yang mengalir menuju jaringan sungai, waduk, situ-situ dan danau.
11. Aliran dasar (*base flow*): aliran air dari *ground water* yang mengisi sistem jaringan sungai, waduk, situ-situ, rawa dan danau.
12. Aliran *run-out*: aliran dari *ground water* yang langsung menuju ke laut.
13. Perkolasi: Air dari *soil moisture* di daerah *vadose zone* yang mengisi aliran air tanah.
14. Kenaikan kapiler: aliran dari air tanah (*ground water*) yang mengisi *soil water*.
15. *Return flow*: aliran air dari *soil water/vadose zone* menuju ke permukaan tanah.
16. *Pipe flow* (aliran pipa): aliran yang terjadi dalam tanah.
17. *Unsaturated throughflow*: aliran yang melewati daerah tidak jenuh air.
18. *Saturated flow*: aliran yang terjadi pada daerah jenuh air.



Gambar 1. Proses Perjalanan Air dalam Siklus Hidrologi
(Sumber : Kadotie, 2012)

H. Energi Surya

Tenaga matahari atau yang biasa disebut tenaga surya (*solar energy*) merupakan energi yang bersumber dari sinar matahari. Energi ini merupakan energi yang murah dan melimpah di daerah tropis seperti di Indonesia. Melimpahnya tenaga surya yang merata dan dapat terdapat di seluruh kepulauan di Indonesia hampir sepanjang tahun sebenarnya merupakan sumber energi yang sangat potensial. Dengan begitu Indonesia tak perlu menimbulkan rasa khawatir bahwa Indonesia akan kehabisan energi dan harus mengimpor dari negara lain. Persediaan alamiah energi panas matahari yang *sustainable* telah lebih dari cukup jika dimanfaatkan secara maksimal (Hasyim, 2006). Sumber ini sebenarnya juga merupakan energi alternatif jika pada satu saat nanti krisis energi mulai melanda Indonesia.

Menurut Hardjasoemantri (200), pemanfaatan energi surya dikelompokkan menjadi dua kategori, yakni pemanfaatan energi surya secara langsung dan tidak langsung. Pemanfaatan energi surya secara tidak langsung adalah berupa pemanfaatan biomassa untuk sumber energi. Lakitan (2004) mengatakan bahwa energi surya yang sampai ke bumi, sebagian kecil akan dikonversi menjadi energi kimia oleh tumbuhan melalui proses fotosintesis yang kompleks. Produk akhir dari fotosintesis adalah biomassa. Dengan demikian biomassa merupakan energi surya tak langsung.

Pemanfaatan energi surya secara langsung adalah dengan menggunakan sinar matahari sebagai sumber energi utama secara langsung. Pemanfaatan energi surya harus mempertimbangkan sifat-sifat fisika dari sinar matahari. Lakitan (2004) mengatakan bahwa untuk mengkaji tentang aspek fisika cahaya ada beberapa hal yang harus diperhatikan diantaranya : porsi serapan cahaya (*absorbitivity*), porsi pantulan (*reflectivity*), porsi terusan (*transmisivity*), daya pancar (*emisivity*), aliran energy cahaya (*radian flux*), kerapatan aliran energi cahaya (*radiant flux density*), intensitas terpaan (*irradiance*), dan intensitas pancaran cahaya (*emittance*).

Radiasi surya (*solar radiation*) merupakan suatu bentuk radiasi thermal yang mempunyai distribusi panjang gelombang khusus. Intensitasnya sangat

bergantung dari kondisi atmosfer, saat dalam tahun, dan sudut timpa (*angle of incidence*) sinar matahari dipermukaan bumi. Pada batas luar atmosfer, radiasi surya total ialah 1395 W/m^2 bilamana bumi berada pada jarak rata-ratanya dari matahari. Angka ini disebut konstanta surya (*solar constant*). Energi yang dikeluarkan oleh sinar matahari sebenarnya hanya diterima oleh permukaan bumi sebesar 69% dari total energi pancaran matahari, hal ini dikarenakan terdapat absorpsi yang kuat dari karbondioksida dan uap air di atmosfer. Radiasi surya yang menimpa permukaan bumi juga bergantung dari kadar debu dan zat pencemar lainnya dalam atmosfer. Energi surya yang maksimum akan mencapai permukaan bumi bilamana berkas sinar itu langsung menimpa permukaan bumi, karena terdapat bidang pandang yang lebih luas terhadap fluks surya yang datang dan berkas sinar surya menempuh jarak yang lebih pendek di atmosfer, sehingga mengalami absorpsi lebih sedikit daripada jika sudut timpanya miring terhadap normal (Miftahul Arfan, 2017)

Pemanfaat energi matahari terus menerus mengalami perkembangan seperti pemanasan dan pendinginan ruangan, sistem pemanasan air, proses pengeringan dan destilasi air. Destilasi surya telah lama ditemukan dan telah banyak dibuat, akan tetapi penerapan secara luas sebelum perkembangan dengan baik karena output yang dihasilkan belum memuaskan. Sebagian Penduduk Indonesia berpenghasilan sebagai nelayan dengan menggantungkan kehidupan profesi sebagai nelayan dan tinggal di pesisir pantai yang rentang dengan kekurangan air bersih. Air merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia untuk hidup. Berdasarkan uraian tersebut, maka untuk mengatasi kendala yang dihadapi perlu diterapkan suatu teknologi rekayasa yang diharapkan dapat membantu masyarakat dalam memenuhi kebutuhan air bersih dan air tawar. Salah satu pemecahan yang memungkinkan yaitu dengan mengupayakan air tawar dan air bersih yang disuling dari air laut yang dikenal dengan destilasi (Himran, dalam Miftahul Arfan, 2017).

Destilasi dapat terjadi dengan memanfaatkan potensi alam yaitu sinar matahari menggantikan bahan bakar minyak dan gas alam untuk mengubah fase uap air laut. Karena suhu yang diperlukan untuk mengubah fase air laut menjadi

uap tidak terlalu besar (dibawah 100°C) atau di bawah satu tekanan atmosfer (1 atm), maka pemanfaatan energi surya adalah solusi alternatif yang dipilih sesuai dengan kondisi Indonesia yang terletak pada daerah katulistiwa dan beriklim tropis mempunyai jumlah sinar matahari yang cukup melimpah dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi yang bersih tanpa polusi dan dipilihnya energi matahari sebagai sumber energi adalah sangat tepat mengingat energi matahari mempunyai kelebihan dibanding dengan penggunaan energi lainnya (Himran, dalam Miftahul Arfan, 2017).

Tenaga surya pada dasarnya adalah sinar matahari yang merupakan radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang yang tampak dan yang tidak tampak, yakni mencakup spectrum cahaya inframerah sampai dengan cahaya ultraviolet. Masing- masingmasing spektrum cahaya matahari memiliki penjang gelombang , frekuensi dan energi yang berbeda (Sugeng Abdullah, 2005) Uraian rinci tentang hal ini dapat dilihat pada tabel berikut ini.(10¹⁴ Hertz)

Tabel 6. Karakteristik Cahaya Penyusun Sinar Matahari

Jenis Cahaya	Kisaran Panjang Gelombang (nm)	Panjang Gelombang Representative (nm)	Frekuensi (10¹⁴ Hertz)	Energi (kJ mol⁻¹)
Ultraviolet	<400	254	11,8	471
Violet	400-425	410	7,31	292
Biru	425-490	460	6,52	260
Hijau	490-560	520	5,77	230
Kuning	560-585	570	5,26	210
Jingga	585-640	620	4,84	193
Merah	640-740	680	4,41	176
Inframerah	>740	1400	2,14	85

Sumber : Lakitan, B. (2002)

I. Akrilik dan Prinsip Pembiasan

Cahaya atau refraksi cahaya adalah pembelokan cahaya ketika berkas cahaya melewati bidang batas dua medium yang berbeda indeks biasnya. Indeks bias mutlak suatu bahan adalah perbandingan kecepatan cahaya di ruang hampa

dengan kecepatan cahaya di bahan tersebut. indeks bias relatif merupakan perbandingan indeks bias dua medium berbeda. Indeks bias relatif medium kedua terhadap medium pertama adalah perbandingan indeks bias antara medium kedua dengan indeks bias medium pertama. Pembiasan cahaya menyebabkan kedalaman semu dan pemantulan sempurna (Miftahul Arfan, 2017).

Gelombang yang ditransmisikan adalah hasil interferensi dari gelombang datang dan gelombang yang dihasilkan oleh penyerapan dan radiasi ulang energi cahaya oleh atom-atom dalam medium tersebut. Untuk cahaya memasuki kaca dari udara, ada sebuah ketertinggalan fase (phase lag) antara gelombang yang diradiasikan kembali dan gelombang datang. Demikian juga ada ketertinggalan fase antara gelombang hasil (resultan) dan gelombang datang. Ketertinggalan fase ini berarti bahwa posisi puncak gelombang dari gelombang yang dilewatkan diperlambat relatif terhadap posisi puncak gelombang dari gelombang yang relatif terhadap posisi puncak gelombang dari gelombang datang di dalam medium tersebut. jadi, pada waktunya, gelombang yang dilewatkan tidak berjalan di dalam medium sejauh gelombang datang aslinya. Jadi kecepatan gelombang yang dilewatkan lebih kecil dari kecepatan gelombang datang. Indeks bias yaitu perbandingan laju cahaya di ruang hampa terhadap laju cahaya di dalam medium, selalu lebih besar dari 1. Sebagai contoh, laju cahaya di dalam kaca kira-kira dua per tiga dari laju cahaya di ruang bebas (Miftahul Arfan, 2017).

Lapisan transparan memungkinkan radiasi gelombang pendek dari matahari masuk dan radiasi gelombang panjang yang dihasilkan tersebut keluar sehingga mengakibatkan suhu di dalam bangunan lebih tinggi dari suhu lingkungan. Efek inilah yang disebut dengan efek rumah kaca. Untuk itu lapisan rumah kaca yang merupakan lapisan transparan memerlukan bahan yang mempunyai daya tembus (transmissivity) yang tinggi dengan daya serap (absorpsivity) dan daya pantul (reflectivity) yang rendah sehingga menyebabkan efek pemanasan setinggi mungkin (Abdullah, 1998). Tabel berikut menyajikan karakteristik beberapa bahan tembus cahaya sebagai lapisan transparan.

Tabel 7. Transmisi Cahaya dan Panas pada Bahan Transparan

Jenis Bahan	Transmisi Cahaya (%)	Transmisi Panas (%)
Udara	100	100
Kaca	90	88
Polycarbonate	84,4	-
FRP (Fiberglass Reinforced Plastic)	89,95	-
Polyethylene :		
Satu Lapis	88	-
Dua Lapis	81	-
Fiberglass :		
Bening (clear)	92-95	63-68
Warna jade	81	61-68
kuning	64	37-43
Putih salju	63	30-34
Hijau	62	60-68
Merah Kekuningan	61	57-66

J. Penelitian Terdahulu

Tabel 8. Studi yang Relevan dengan Penelitian

No	Judul	Pengarang	Jenis Jurnal	Tujuan
1	Pemanfaatan distilator tenaga surya (solar energy) untuk memproduksi air tawar dari air laut	Sugeng Abdullah (2005)	Tesis	Untuk memperoleh data kemampuan distilator tenaga surya dalam memproduksi air tawar dari air laut, meliputi data kuantitas, kualitas, jumlah orang yang dapat dilayani dan efisiensi distilator.
2	Desain alat destilasi air laut dengan	Taufik Akhirudin	Skripsi	Merancang alat destilasi air laut dengan sumber

	suumber energi tenaga surya sebagai alternatif penyediaan air bersih	(2008)		energi tenaga surya tanpa kolehor dan dengan kolektor, menguji kineja alat destilasi air laut dengan sumber energi tenaga surya dan dari proses keja alat.
3	Analisa kinerja alat destilasi penghasil air tawar dengan sistem evaporasi uap tenaga surya	Dewi Jumineti (2014)	Skripsi	Merancang prototipe alat destilasi dengan teknologi sistem evaporasi uap tenaga surya
4	Desain alat penjernih air laut menjadi air bersih dengan tenaga matahari	Anas (2014)	Skripsi	Untuk mendesain alat penjernih air laut menjadi air bersih dengan tenaga matahari
5	Rancang bangun destilator air tenaga surya menggunakan penyerap tipe bergelombang berbentuk limas	A. Miftahul Arfan (2017)	Skripsi	Untuk mengetahui pengaruh destilator air laut tenaga raiasi panas matahari menggunakan penyerap tipe bergelombang berbentuk limas terhadap kuantitas air tawar yang dihasilkan dan mengetahui kualitas air tawar hasil destilator
6	Rancang bangun alat pemisah garam dan air tawar bertingkat menggunakan tenaga surya	Dwi Setiadi Firmansyah (2013)	Skripsi	Untuk merancang dan membuat alat yang dapat memisahkan garam dan air tawar dari bahan baku air laut dengan menggunakan tenaga surya secara bertingkat
7	Rancang bangun alat pemisah garam dan air tawar bertingkat menggunakan tenaga surya	Rizqi Rizaldi Hidayat (2011)	Skripsi	Untuk merancang dan membuat alat yang dapat memisahkan garam dan air tawar dari bahan baku air laut dengan menggunakan tenaga surya
8	Rancang bangun dan uji kinerja alat <i>desalinasi</i> sistem	<ul style="list-style-type: none"> Hangga Hiranandani Tanusekar 	Jurnal Teknik	Merancang dan membuat alat <i>desalinasi</i> air laut yang dapat

	Penyulingan menggunakan panas matahari dengan Pengaturan tekanan udara	<ul style="list-style-type: none"> Alexander Tunggul Sutanhaji (2014) 		digunakan untuk penjernihan atau pemurnian air dengan memanfaatkan energi matahari dan melakukan uji kinerja alat yang dirancang
9	Studi alat destilasi sederhana bentuk piramid Untuk pengolahan air laut menjadi air bersih	<ul style="list-style-type: none"> Rizki Ramadhani Nashrullah Yulisa Fitrianingsih (2014) 	Skripsi	Untuk mencari alternatif pengolahan air, yaitu dengan proses destilasi atau penyulingan air
10	Rancang bangun model penghasil air tawar dan garam dari air laut berbasis efek rumah kaca tipe penutup limas	<ul style="list-style-type: none"> Gunomo Djoyowasito Ary Mustofa Ahmad Mustofa Lutfi Andi Anggra (2018) 	Jurnal Teknik	Untuk merancang dan membuat model fisik serta menguji Pengolahan air laut sebagai penghasil air Tawar dan garam
11	Rancang bangun alat pemurni air laut menjadi air minum menggunakan Sistem piramida air (<i>green house effect</i>) bagi masyarakat pulau dan Pesisir di kota makassar	<ul style="list-style-type: none"> Muh. Said L Iswadi (2016) 	Jurnal Sains dan Fisika	Merancang dan membuat alat pemurni air laut menjadi air minum menggunakan sistem piramida air sekaligus menerapkan ke masyarakat pulau dan pesisir di kota Makassar.
12	Rancang alat pemurni air laut tenaga surya dengan kolektor panas cermin cekung	<ul style="list-style-type: none"> Iskandar Zulkarnain Ismadi Raharjo Kelik Istanto 	Jurnal Teknik	Merancang alat pemurni air laut berdasarkan teori pemanasan , penguapan dan kondensasi menggunakan energi sinar matahari
13	Desalinasi air laut berbasis energi surya sebagai alternatif penyediaan air bersih	<ul style="list-style-type: none"> I Gede Yogi Dewantara Budhi Muliawan Suyitno I Gede Eka Lesmana (2018) 	Jurnal Teknik	kemampuan alat desalinasi tipe solar still dalam menyerap energi kalor matahari dan penggunaannya dalam proses kondensasi guna memproduksi air tawar untuk keperluan masyarakat
14	Distilasi air asin menjadi air layak	Husain Ramadhan	Skripsi	<ul style="list-style-type: none"> Membuat alat distilasi air laut

	komsumsi menggunakan metode konsentrasi energi termal surya	(2019)		menjadi air layak komsumsi dengan metode konsentrasi termal surya <ul style="list-style-type: none"> • Mengetahui volume hasil distilat dan tingkat salinitas hasil destilat yang dihasilkan oleh alat • Menganalisa pengaruh jarak fresnel terhadap efisiensi kolektor
15	Pengolahan air laut menjadi air bersih dan garam dengan destilasi tenaga surya	<ul style="list-style-type: none"> • Mulyanef • Burmawi • Muslimin K.(2014) 	Jurnal Teknik	Untuk mengetahui produktivitas alat destilasi tenaga surya jenis kolektor plat datar dalam menghasilkan air bersih dan garam