

SKRIPSI

**PENGARUH BENTUK EVAPORATOR PADA PENGOLAHAN
AIR LAUT MENJADI AIR BERSIH DENGAN EVAPORATOR
KACA**

Disusun dan diajukan oleh:

TRI RAMADHAN ARIFIN D121 16 309



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN GOWA
2023**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Poros Malino KM.6.Bontomarannu (92172) Gowa Sulawesi Selatan
Telp (0411) 586262 Fax (0411) 586015

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PENGARUH BENTUK EVAPORATOR PADA PENGOLAHAN AIR LAUR
MENJADI AIR BERSIH DENGAN EVAPORATOR KACA**

Disusun dan diajukan oleh

Tri Ramadhan Arifin
D12116309

Telah memenuhi syarat untuk melaksanakan Seminar Hasil
Pada tanggal 22 Agustus 2023

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Dr. Ir. Achmad Zubair, M.Sc.
NIP 19590116198021001

Pembimbing Pendamping,

Nur An-nisa Putry Mangarengi, S.T., M.Sc.
NIP 199201142021074001

Ketua Departemen Teknik Lingkungan,



Dr. Eng. Ir. Muralia Hustim, S.T., M.T., IPM.
NIP 197204242000122001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Tri Ramadhan Arifin

NIM : D12116309

Program Studi : Teknik Lingkungan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan berjudul “Pengaruh Bentuk Evaporator pada Pengolahan Air Laut menjadi Air Bersih dengan Evaporator Kaca”

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

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari 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.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

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

Gowa, 1 Agustus 2023


Tri Ramadhan Arifin

ABSTRAK

TRI RAMADHAN ARIFIN. *Pengaruh Bentuk Evaporator Pada Pengolahan Air Laut Menjadi Air Bersih Dengan Evaporator Kaca* (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 ketiga bentuk alat destilasi yaitu limas segitiga, limas segiempat, limas segilima menggunakan evaporator kaca.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan kaca sebagai media penyerap pada alat destilasi air laut, dengan memasukkan air laut sebanyak 5 liter. Pengambilan data suhu, indeks ultraviolet, kelembaban serta volume air hasil pengolahan dilakukan setiap 1 jam selama 10 jam per hari selama 14 hari pengambilan data lapangan.

Air hasil pengolahan kemudian diuji kualitasnya pada laboratorium. Berdasarkan hasil penelitian pengaruh bentuk evaporator terhadap kuantitas air mampu menghasilkan rata-rata air bersih per hari sebanyak 407 ml/hari/m² untuk evaporator limas segitiga, 567 ml/hari/m² untuk limas segiempat, dan 758 ml/hari/m² untuk limas segilima, selama 10 jam yang dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain suhu, indeks ultraviolet, kelembaban, bentuk evaporator, ketebalan air laut serta luas bidang evaporator sementara pengaruh bentuk evaporator 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, Kaca, Air Bersih, Volume, Kualitas

ABSTRACT

TRI RAMADHAN ARIFIN. *Effect of Evaporator Shape on Processing Sea Water into Clean Water with Glass Evaporator* (supervised by Achmad Zubair and Nur-Annisa Putry Mangerangi)

Water is one of the natural resources that has a very important function for life and the life of all living things, including humans. As the population increases, the need for clean water will also increase. One of the processes of processing seawater into clean water is called the seawater desalination process. Where this desalination one of them utilizes solar energy to help process the processing of sea water into clean water.

The purpose of this study was to determine the quantity (volume) and quality of clean water produced from the three forms of distillation apparatus, namely triangular pyramids, rectangular pyramids, pentagon pyramids using a glass evaporator.

This research was conducted using glass as an absorbent medium in a seawater distillation apparatus, by adding 5 liters of seawater. Data collection on temperature, ultraviolet index, humidity and volume of processed water was carried out every 1 hour for 10 hours per day for 14 days of field data collection.

The treated water is then tested for its quality in the laboratory. Based on the results of research on the effect of the shape of the evaporator on the quantity of water, it is capable of producing an average of 407 ml/day/m² of clean water per day for triangular pyramid evaporators, 567 ml/day/m² for rectangular pyramids, and 758 ml/day/m² for pentagonal pyramids, for 10 hours which is influenced by several factors including temperature, ultraviolet index, humidity, evaporator shape, seawater thickness and evaporator surface area while the effect of evaporator shape on water quality meets the requirements of clean water in accordance with Permenkes No. 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, Glass, Clean Water, Volume, Quality

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
KATA PENGANTAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Siklus Hidrologi	6
2.2 Sumber Air.....	7
2.2.1 Air Hujan	7
2.2.2 Air Tanah.....	8
2.2.3 Air Permukaan	8
2.2.3.1 Air Sungai.....	8
2.2.3.2 Air Danau.....	8
2.2.3.3 Air Laut.....	9
2.3 Klasifikasi Air Laut	9
2.3.1 Karakteristik Air Laut.....	10
2.3.1.1 Temperatur.....	10
2.3.1.2 Salinitas	10
2.3.1.3 Densitas	11
2.3.2 Fungsi Air Laut	12
2.4 Standar Kualitas Air	12
2.5 Pengolahan Air.....	14
2.5.1 Destilasi	14
2.5.2 Reserve Osmosis	15
2.5.3 Elektrodialisis	15
2.5.4 Disinfeksi Air	16
2.6 Kolektor Panas	17
2.7 Energi Panas.....	18
2.8 Kaca dan Prinsip Pembiasan.....	20
2.9 Penelitian Terdahulu.....	23
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Rancangan Penelitian	24

3.2	Variabel Terikat	24
3.3	Variabel Bebas	24
3.4	Variabel Kontrol.....	25
3.5	Waktu dan Lokasi Penelitian	25
3.6	Alat dan Bahan.....	25
3.6.1	Perancangan Alat	26
3.6.1.1	Pembuatan Bak Penampung Air Laut	26
3.6.1.2	Pembuatan Atap Evaporator	26
3.6.1.3	Pembuatan Saluran Air Bersih.....	27
3.7	Desain Alat	28
3.8	Pelaksanaan Penelitian	31
3.9	Teknik Pengambilan Data.....	32
3.10	Teknik Analisa Data.....	33
3.11	Diagram Alir Penelitian.....	34
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		35
4.1	Kuantitas Air.....	35
4.2	Kualitas Air.....	39
4.2.1	Pengujian pH.....	41
4.2.2	Pengujian Salinitas	41
4.2.3	Pengujian TDS (Total Dissolved Solids).....	42
4.2.4	Pengujian Kekeruhan	43
4.3	Efektivitas Pengaruh Bentuk Evaporator terhadap Destilasi Air Laut.....	44
4.3.1	Hubungan Suhu dengan Volume	44
4.3.2	Hubungan Indeks Ultraviolet dengan Volume	47
4.3.3	Hubungan Kelembapan dengan Volume.....	49
4.3.4	Hubungan Kualitas Air dengan Kuantitas Air	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		54
5.1	Kesimpulan	54
5.2	Saran	54
DAFTAR PUSTAKA		55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Skema hidrologi.....	7
Gambar 2 Atap limas segitiga	28
Gambar 3 Wadah limas segitiga.....	28
Gambar 4 Atap limas segiempat.....	29
Gambar 5 Wadah limas segiempat	29
Gambar 6 Atap limas segilima	30
Gambar 7 Wadah limas segilima.....	30
Gambar 8 Diagram alir proses pelaksanaan penelitian	32
Gambar 9 Diagram alir penelitian	34
Gambar 10 Grafik rata-rata kuantitas air tawar hasil destilasi pada setiap bentuk	36
Gambar 11 Grafik rata-rata kuantitas air tawar hasil destilasi pada setiap bentuk	37
Gambar 12 Grafik suhu didalam ruang evaporator dan suhu lingkungan.....	38
Gambar 13 Persamaan regresi hubungan suhu dengan volume limas segitiga ...	45
Gambar 14 Persamaan regresi hubungan suhu dengan volume limas segiempat	45
Gambar 15 Persamaan regresi hubungan suhu dengan volume limas segilima ...	46
Gambar 16 Grafik hubungan suhu dengan volume	46
Gambar 17 Persamaan regresi hubungan indeks ultraviolet dengan volume limas segitiga	47
Gambar 18 Persamaan regresi hubungan indeks ultraviolet dengan volume limas segiempat.....	47
Gambar 19 Persamaan regresi hubungan indeks ultraviolet dengan volume limas segilima	48
Gambar 20 Grafik hubungan indeks ultraviolet dengan volume	49
Gambar 21 Persamaan regresi hubungan kelembapan dengan volume limas segitiga	50
Gambar 23 Persamaan regresi hubungan kelembapan dengan volume limas segiempat.....	51
Gambar 24 Grafik hubungan kelembapan dengan volume.....	52
Gambar 21 Persamaan regresi hubungan kelembapan dengan volume limas segilima	50
Gambar 25 Hubungan kualitas air dengan kuantitas volume penguapan	53

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Parameter fisik	12
Tabel 2 Parameter biologi	13
Tabel 3 Parameter kimia	13
Tabel 4 Transmisi cahaya dan panas pada bahan transparan	21
Tabel 5 Hasil kuantitas air tawar dari proses destilasi pada setiap bentuk evaporator.....	36
Tabel 6 Rata-rata suhu ruang evaporator dan suhu lingkungan	37
Tabel 7 Hasil pengujian laboratorium pada air laut.....	39
Tabel 8 Hasil pengujian laboratorium pada kualitas air bersih dari hasil evaporator limas segitiga selama 14 hari.....	39
Tabel 9 Hasil pengujian laboratorium pada kualitas air bersih dari hasil evaporator limas segiempat selama 14 hari	40
Tabel 10 Hasil pengujian laboratorium pada kualitas air bersih dari hasil evaporator limas segilima selama 14 hari	40
Tabel 11 Kriteria penilaian salinitas	42
Tabel 12 Kriteria penilaian TDS (Total Dissolved Solids)	43
Tabel 13 Hasil regresi suhu dengan volume	44
Tabel 14 Hasil regresi indeks ultraviolet dengan volume	47
Tabel 15 Hasil regresi kelembapan dengan volume	49
Tabel 16 Hasil regresi kualitas air dengan kuantitas air	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel spesifikasi alat destilasi dengan evaporator berbahan kaca....	57
Lampiran 2 Tabel pengukuran data lapangan selama 14 hari.....	60
Lampiran 3 Tabel hasil pengujian laboratorium kualitas air.....	70
Lampiran 4 Tabel rumus dan perhitungan alat.....	73
Lampiran 5 Dokumentasi Penelitian	76

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 : Pengaruh bentuk Evaporator pada Pengolahan Air Laut menjadi Air Bersih dengan Evaporator Kaca. 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.Eng.Muhammad Isran Ramli S.T.,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, Kakanda Olan, dan Niha Dwi Utami yang telah banyak membantu saya dalam pengurusan administrasi yang menunjang skripsi ini serta selalu mengingatkan saya dengan teman-teman mahasiswa akhir angkatan 2016 akan waktu kami di kampus yang tidak lama lagi.
7. Ayahanda Alm. Arifin dan ibunda Any Arifin 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. Saudara-saudara penghuni Penghuni Kontrakan KONOHA 09 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.

9. Saudara Amirul wais Alqarni, Fadhil Inyanto Saud dan Saudari Dian selaku PRESIDUM ANGKATAN Sipil 2016 (PATRON 2017). Terimakasih untuk suka duka mengawal angkatan.
10. Keluarga besar Sipil dan Lingkungan 2016 (PATRON 2017). 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 masukkan dan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini. “Santai Saja Kawan”
11. Saudara tapi tak Sedarah Teknik Angkatan 2016 dalam goresan merah hitam kami menyatu membuat sebuah cerita yang menghiasi perjalanan panjang ini.
12. 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
13. Adik-adik angkatan 2017, 2018, 2019, 2020 dan 2021, yang selalu memberi semangat dan dukungan. Menjadi orang-orang yang mengajarkan saya arti tanggung jawab yang penuh dengan proses didalamnya.
14. Laboran Laboratorium Kualitas Air Departemen Teknik Lingkungan Bapak Syarifuddin, S.T yang membimbing selama di laboratorium.
15. Teman-teman Smile Community yang telah memberi doa dan dukungan serta semangat dari kejauhan.
16. 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 mencantumkan dan 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 bermanfaat bagi pembaca.

Gowa, Agustus 2023

Tri Ramadhan Arifin

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan elemen yang terpenting dalam kehidupan, kebutuhan yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia dimana dapat bertahan hidup beberapa minggu tanpa makan, tetapi hanya dapat bertahan beberapa hari jika tanpa air. Air merupakan suatu sarana utama untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat, dikarenakan manusia tidak hanya membutuhkan air untuk kebutuhan tubuh, tetapi berbagai kebutuhan lainnya seperti mencuci, memasak, dan lainnya. Seiring bertambahnya jumlah penduduk maka kebutuhan air bersih juga akan bertambah. Manusia sering dihadapkan pada permasalahan yang sulit ketika sumber air tawar yang terbatas dan dilain pihak terjadi peningkatan kebutuhan. Volume air yang biasa digunakan juga dipengaruhi oleh kebutuhan setiap individu, kondisi iklim dan letak geografis (L. Febrina, 2015).

Ketersediaan air dalam alam ini sangat berlimpah, sekitar 70% permukaan bumi diselimuti dengan air yang jumlahnya sekitar 1,4 ribu juta kilometer kubik. Apabila dituang merata di seluruh permukaan bumi, maka akan terbentuk lapisan dengan kedalaman rata-rata 3 kilometer. Namun, hanya sebagian kecil saja dari jumlah ini yang benar-benar dimanfaatkan, yaitu kira-kira hanya 0,003%. Sebagian besar air, kira-kira 97,00%, ada dalam samudera atau laut dan kadar garamnya terlalu tinggi untuk kebanyakan keperluan. Dari 3,00% sisanya yang ada, hampir semuanya yaitu kira-kira 87 persennya, tersimpan dalam lapisan kutub atau sangat dalam di bawah tanah (Andreas dkk, 2013).

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. 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.

Indonesia juga merupakan negara yang terbentuk dari berbagai kepulauan dan setiap kepulauan memiliki potensinya masing-masing sehingga tidak mengherankan Indonesia memiliki garis pantai yang panjang. Indonesia terletak pada garis khatulistiwa yaitu garis yang membela dua bumi antara kutub utara dan kutub selatan. Oleh karena itu, Indonesia hanya memiliki dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan, dimana Indonesia memiliki potensi sumber energi matahari yang cukup digunakan untuk memakmurkan masyarakat Indonesia sendiri.

Sistem pengolahan air untuk konsumsi rumah tangga telah banyak di perkenalkan, namun hampir seluruhnya memerlukan biaya yang mahal baik saat konstruksi maupun pemeliharannya, dengan kenyataan seperti ini sebenarnya sudah banyak upaya manusia untuk mengolah air asin/payau menjadi air tawar dengan menggunakan berbagai teknologi.

Proses pengolahan air laut menjadi air tawar disebut proses desalinasi air laut yang memanfaatkan energi surya untuk membantu proses distilasi air laut menjadi air tawar. Penelitian tersebut masih terdapat beberapa kekurangan dalam hal penggunaan bahan yang sulit dalam perancangan serta bentuk yang belum efisien dalam menghasilkan air bersih. Perkembangan 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 (Miftahul, 2017).

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh bentuk terhadap efektivitas kerja evaporator kaca pada kualitas dan kuantitas air laut yang didestilasi, sehingga penelitian ini diberi judul “Pengaruh Bentuk Evaporator Pada Pengolahan Air Laut Menjadi Air Bersih dengan Evaporator Kaca”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan diatas, maka diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Seberapa besar kuantitas air bersih yang dihasilkan dari proses destilasi dari setiap bentuk Evaporator Limas segitiga, Limas segiempat, Limas segilima?
2. Bagaimana kualitas air bersih yang dihasilkan dari proses destilasi dari setiap bentuk Evaporator Limas segitiga, Limas segiempat, Limas segilima?
3. Bagaimana efektivitas pengaruh bentuk terhadap destilasi air laut dari setiap bentuk Evaporator Limas segitiga, Limas segiempat, Limas segilima?

1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Untuk mengetahui banyaknya air bersih yang dihasilkan dari proses distilasi menggunakan Evaporator dari setiap bentuk Limas segitiga, Limas segiempat, Limas segilima
2. Untuk mengetahui kualitas air bersih yang dihasilkan dari proses distilasi menggunakan Evaporator dari setiap bentuk Limas segitiga, Limas segiempat, Limas segilima
3. Untuk menganalisis Efektivitas Evaporator terhadap destilasi air laut menggunakan Evaporator dari setiap bentuk Limas segitiga, Limas segiempat, Limas segilima

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yakni:

1. Bagi Penulis, sebagai syarat untuk menyelesaikan studi dan mendapat gelar S.T. (Sarjana Teknik) di Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Bagi Universitas, dapat dijadikan sebagai referensi bagi generasi-generasi selanjutnya yang berada di Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin khususnya yang mengambil konsentrasi keairan dalam pengerjaan tugas akhir.
3. Bagi Masyarakat, untuk mempermudah masyarakat mendapatkan air tawar di daerah pesisir yang kekurangan air bersih dengan biaya yang lebih murah dan ramah lingkungan sehingga dapat dimanfaatkan dalam skala rumah tangga.

1.5 Ruang Lingkup

Bertujuan untuk menghindari pembahasan yang lebih luas dari ruang lingkup bahasan mengenai rancang bangun destilator air laut menggunakan tenaga matahari dengan media penyerap kaca:

1. Bentuk destilator yang akan diuji adalah limas segi tiga, limas segi empat dan limas segi lima
2. Bahan dasar berupa kaca sebagai media penyerap atau evaporator
3. Variabel yang diukur meliputi suhu lingkungan, suhu ruang evaporator, serta kuantitas air tawar
4. Pengujian Laboratorium air hasil destilasi meliputi pengujian salinitas, pH, TDS, kekeruhan, bau, rasa, dan warna
5. Bahan baku yang digunakan adalah air laut.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara keseluruhan penulisan ini terbagi dalam 5 (lima) bab dan setiap bab terdiri dari sub bab. Sistematika penulisan digunakan untuk membagi kerangka masalah dalam bab ke sub bab agar penulis dapat menjelaskan masalah dengan lebih jelas, terstruktur dan mudah dimengerti. Pokok-pokok yang disajikan setiap bab disusun menurut sistematika sebagai berikut :

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian latar belakang masalah yang menjadi penyebab penulis melakukan penelitian, rumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, rumusan masalah, dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan informasi-informasi yang diperoleh penulis dari literatur yang berkaitan erat dengan tujuan penelitian ini. Informasi lebih ditekankan pada masalah penggunaan batu gamping dalam menurunkan kadar besi dan mangan dalam air sumur.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang kerangka kerja penelitian, rancangan penelitian, waktu dan lokasi penelitian, alat dan bahan, data, teknik pengumpulan data, dan teknik analisis data.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang pembahasan hasil pengujian efektivitas batu gamping.

5. BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan data, saran dan rekomendasi kepada pihak terkait yang membutuhkan untuk pengembangan penelitian selanjutn

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Siklus Hidrologi

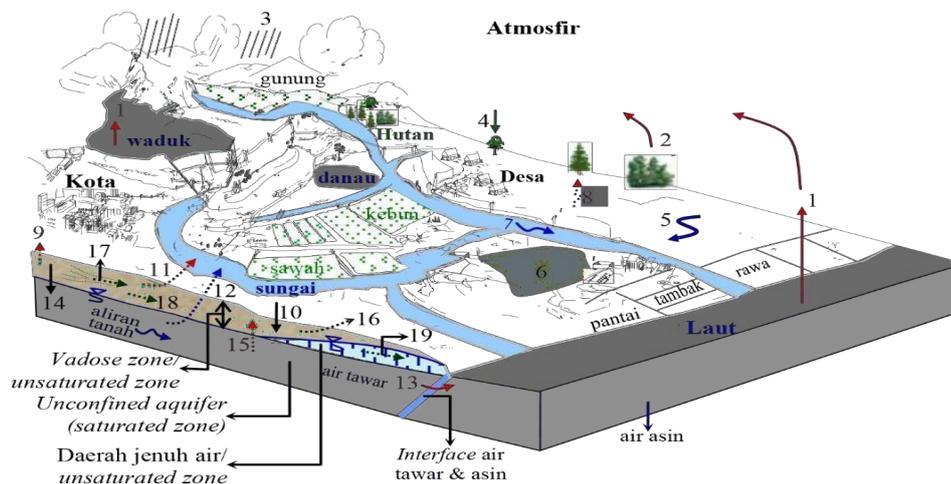
Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air, mengatakan bahwa yang dimaksud dengan air adalah semua air yang terdapat di atas ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan dan air laut yang berada di darat. Air permukaan adalah semua air yang terdapat pada permukaan tanah. Air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan tanah. Sumber air adalah tempat tempat atau wadah air alami dan buatan yang terdapat pada diatas ataupun dibawah permukaan tanah.

Air yang terdapat di alam ini tidak semata-mata dalam bentuk cair, tetapi dapat berubah dalam bentuk padat, serbuk dan gas seperti es, salju, dan uap yang terkumpul di atmosfer. Air yang ada di alam ini tidaklah statis tetapi selalu mengalami perputaran atau yang disebut siklus hidrologi sehingga dalam jangka panjang air yang tersedia di alam selalu mengalami perpindahan.

Penguapan merupakan proses alami berubahnya molekul cairan menjadi molekul gas atau uap. Penguapan yang berasal dari benda-benda mati seperti tanah, danau, dan sungai disebut evaporasi (*evaporation*), sedangkan penguapan yang berasal dari hasil pernafasan benda hidup seperti tumbuhan, hewan, dan manusia disebut tranpirasi (*transpiration*), dan jika penguapan itu berasal dari benda-benda mati dan tanaman maka disebut evapotranspirasi. Akibat penguapan ini terkumpul massa uap air, yang dalam kondisi atmosfer tertentu dapat membentuk awan. Air hujan yang jatuh di permukaan terbagi menjadi dua bagian, pertama sebagai aliran limpasan (*overland flow*) dan kedua bagian air yang terinfiltrasi. Jumlah yang mengalir sebagai aliran limpasan dan yang terinfiltrasi tergantung dari banyak faktor. Makin besar bagian air hujan yang mengalir sebagai aliran limpasan maka bagian air yang terinfiltrasi akan menjadi semakin kecil, demikian juga sebaliknya. Aliran limpasan selanjutnya mengisi tampungan-cekungan (*depression storage*). Apabila tampungan ini telah terpenuhi, air akan menjadi limpasan permukaan (*surface runoff*) yang selanjutnya ke sungai atau laut. Air yang terinfiltrasi,

bila keadaan formasi geologi memungkinkan, sebagian besar dapat mengalir lateral di lapisan tidak kenyang air (*unsaturated zone*) sebagai aliran antara (*subsurface flow/interflow*), sebagian yang lain akan mengalir vertikal (perkolasi/*percolation*) yang akan mencapai lapisan kenyang air (*saturated zone/aquifer*). Air dalam aquifer ini akan mengalir sebagai aliran air tanah (*groundwater flow/baseflow*), sungai atau tampungan dalam (*deep storage*). Sebagian besar air yang ada di permukaan bumi akan menguap kembali ke atmosfer (Modul Hidrologi Kebutuhan dan Ketersediaan Air, 2017).

Siklus hidrologis akan menggambarkan suatu aliran yang melingkar, yaitu setelah air yang tersedia digunakan, kemudian dari penggunaan itu akan terjadi buangan, dengan proses air akan kembali tersedia. Secara skema proses ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Skema hidrologi (sumber : Kadotie, 2012)

2.2 Sumber Air

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air menyatakan bahwa untuk keperluan sehari-hari, air dapat diperoleh dari beberapa macam sumber sebagai berikut:

2.2.1 Air Hujan

Air hujan merupakan air angkasa dan ketika turun dan melalui udara akan melarutkan benda-benda yang terdapat di udara. Benda-benda yang terlarut dari udara tersebut adalah:

- Gas O_2 , gas CO_2 , gas H_2S , dan nitrogen

- b. Jasad-jasad renik
- c. Debu-debu

Kelarutan gas CO_2 di dalam air hujan akan membentuk asam karbonat (H_2CO_3) yang menjadikan air hujan bereaksi asam. Beberapa macam gas oksida dapat berada pula di dalam udara, diantaranya yang penting adalah oksida belerang dan oksida nitrogen (S_2O_2 dan N_2O_2). Kedua oksida ini bersama-sama dengan air hujan akan membentuk larutan asam sulfat (H_2SO_4) dan larutan asam nitrat (H_2NO_3). Setelah permukaan bumi air hujan bukan merupakan air bersih lagi.

2.2.2 Air Tanah

Air tanah adalah sebagian air hujan yang mencapai permukaan bumi akan menyerap ke dalam tanah dan akan menjadi air tanah.

2.2.3 Air Permukaan

Air permukaan merupakan salah satu sumber yang dapat dipakai untuk sumber bahan baku air bersih. Penyediaan air bersih terutama untuk air minum dalam sumbernya perlu diperhatikan tiga segi yang penting yaitu: kualitas, kuantitas dan kontinuitas air baku, adapun yang termasuk ke dalam kelompok air permukaan adalah air yang berasal dari sungai, selokan, rawa, parit, bendungan, danau, dan laut.

2.2.3.1 Air Sungai

Air sungai merupakan air yang bersumber dari mata air dan air hujan yang mengalir pada permukaan tanah yang memiliki elevasi lebih tinggi dari sungai. Kualitas air sungai dipengaruhi oleh lingkungan di sekitar aliran sungai. Secara umum, kualitas air di bagian hulu lebih tinggi daripada bagian hilir, hal ini terjadi akibat limbah industri, rumah tangga dan segala kegiatan manusia yang dibuang langsung ke sungai tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu.

2.2.3.2 Air Danau

Air danau atau rawa adalah air yang mengumpul pada cekungan permukaan tanah. Permukaan air danau biasanya berwarna hijau kebiruan, yang disebabkan oleh banyaknya lumut yang tumbuh di permukaan maupun dasar danau. Selain

lumut, warna air danau juga dipengaruhi oleh bahan organik (kayu, daun, dan bahan organik lainnya) yang membusuk akibat proses dekomposisi oleh mikroorganisme di dalam air (Parulian,2009).

2.2.3.3 Air Laut

Air dapat berupa air laut, air tawar, dan air payau yang merupakan bagian terbesar di bumi ini. 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. Air laut merupakan air yang berasal dari laut, memiliki rasa asin, dan memiliki kadar garam (salinitas) yang tinggi dimana rata-rata air laut di lautan dunia memiliki salinitas sebesar 35 (Zefrina,2015).

2.3 Klasifikasi Air Laut

Air laut adalah larutan yang memiliki kandungan berbagai garam-garaman. Unsur kimia yang tergabung dalam larutan air laut itu ialah Klor (Cl) 55%, Natrium (Na) 31%, kemudian Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), Belerang (S), dan Kalium (K). Selain itu, dalam jumlah kecil terdapat juga Bromium (Br), Karbon (C), Strontium (Sr), Barium (Ba), Silikon (Si), dan Fluorium (F). Kandungan air laut juga terdiri dari berbagai gas seperti Oksigen (O₂) dan gas asam arang (CO₂) yang merupakan kebutuhan vital bagi kehidupan vegetasi dan hewan laut.

Bentuk kandungan garam-garaman air laut dikenal dengan sebutan kadar garam atau salinitas. Kadar garam air laut yang normal ialah 3,5%. Air laut di daerah tropis pada umumnya memiliki kandungan garam rendah karena curah hujan yang tinggi. Beberapa bagian laut mempunyai kandungan kadar garam tinggi, karena curah hujan yang sangat rendah dan suhu yang tinggi, misalnya laut yang berdampingan dengan gurun, seperti Laut Merah 4%, Laut Tengah 3,8%, Teluk Persia 4% dan Laut Mati sebuah danau yang berkadar garam 26%. Sebaliknya kadar garam air laut rendah, jika laut itu banyak mendapat tambahan air tawar dari muara sungai dan cairan es, seperti Laut Baltik 1,9% (Tanusekar, 2014).

2.3.1 Karakteristik Air Laut

Karakteristik massa air perairan Indonesia umumnya dipengaruhi oleh sistem angin muson yang bertiup di wilayah Indonesia dan adanya arus lintas Indonesia (arindo) yang membawa massa air Lautan Pasifik Utara dan Selatan menuju Lautan Hindia. Pengaruh tersebut mengakibatkan suhu permukaan perairan Indonesia lebih dingin dengan salinitas yang lebih tinggi sebagai pengaruh terjadinya *upwelling* di beberapa daerah selama musim timur dan juga akibat dari masuknya massa air Lautan Pasifik, sedangkan pada musim barat, suhu permukaan perairan lebih hangat dengan salinitas yang lebih rendah. Rendahnya salinitas akibat pengaruh massa air dari Indonesia bagian barat yang banyak 20 bermuara sungai-sungai besar. Dibawah ini merupakan karakteristik air laut secara umum.

2.3.1.1 Temperatur

Perubahan temperatur air laut disebabkan oleh perpindahan panas dari massa yang satu ke massa yang lainnya. Kenaikan temperatur permukaan laut disebabkan oleh: radiasi dari angkasa dan matahari, konduksi panas dari atmosfer, kondensasi uap air, penurunan temperatur permukaan laut disebabkan oleh: radiasi balik permukaan laut ke atmosfer, konduksi balik panas ke atmosfer, evaporasi (penguapan) dan matahari mempunyai efek yang paling besar terhadap perubahan suhu permukaan laut. Variasi perubahan temperatur dipengaruhi juga oleh posisi geografis wilayah perairan. Para Ahli Oseanografi membagi pola temperatur dalam arah vertikal menjadi tiga lapisan, yaitu *well-mixed surface layer* (10 - 500 m), *thermocline* lapisan transisi (500 - 1000 m), lapisan yang relatif homogen dan dingin (> 1000 m) dan lapisan *thermocline* merupakan lapisan dimana kecepatan perubahan temperatur cepat sekali.

2.3.1.2 Salinitas

Salinitas yang tersebar di dalam laut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai. Perairan dengan tingkat curah hujan tinggi dan dipengaruhi oleh aliran sungai memiliki salinitas yang rendah, sedangkan perairan yang memiliki penguapan yang tinggi maka

salinitas perairannya tinggi pula. Selain itu pola sirkulasi juga berperan dalam penyebaran salinitas di suatu perairan. Secara vertikal nilai salinitas air laut akan semakin besar dengan bertambahnya kedalaman. Di perairan laut lepas, angin sangat menentukan penyebaran salinitas secara vertikal. Pengadukan di dalam lapisan permukaan memungkinkan salinitas menjadi homogen.

Lautan terdiri dari air sebanyak 96,5%, material terlarut dalam bentuk molekul dan ion sebanyak 3,5%, material yang terlarut tersebut 89% terdiri dari garam *chlor*, sedangkan sisanya 11% terdiri dari unsur-unsur lainnya. Salinitas adalah jumlah total material terlarut (yang dinyatakan dalam gram) yang terkandung dalam 1 kg air laut. Salinitas air laut di seluruh wilayah perairan di dunia berkisar antara 33 - 37 per mil, dengan nilai median 34,7 per mil, namun di Laut Merah dapat mencapai 40 per mil. Salinitas air laut tertinggi terjadi di sekitar wilayah ekuator, sedangkan terendah dapat terjadi di daerah kutub walaupun pada kenyataannya sekitar 75% air laut mempunyai salinitas antara 34,5 per mil - 35,0 per mil.

2.3.1.3 Densitas

Densitas air laut merupakan jumlah massa air laut per satu satuan volume. Densitas merupakan fungsi langsung dari kedalaman laut, serta dipengaruhi juga oleh salinitas, temperatur dan tekanan. Pada umumnya nilai densitas (berkisar antara 1,02 - 1,07 gr/cm³) akan bertambah sesuai dengan bertambahnya salinitas dan tekanan serta berkurangnya temperatur. Perubahan densitas dapat disebabkan oleh proses vaporasi di permukaan laut dan massa air, dimana pada kedalaman < 100 m sangat dipengaruhi oleh angin dan gelombang sehingga besarnya densitas relatif homogen.

Sebaran densitas secara vertikal ditentukan oleh proses pencampuran dan pengangkatan massa air. Penyebab utama dari proses tersebut adalah tiupan angin yang kuat. Lukas and Lindstrom (1991) mengatakan bahwa pada tingkat kepercayaan 95% terlihat adanya hubungan yang positif antara densitas dan suhu dengan kecepatan angin, dimana ada kecenderungan meningkatnya kedalaman lapisan tercampur akibat tiupan angin yang sangat kuat. Secara umum densitas meningkat dengan meningkatnya salinitas, tekanan atau kedalaman dan menurunnya temperatur (Tanusekar, 2014).

2.3.2 Fungsi air laut

1. Sebagai sumber air hujan
2. Sebagai tempat hidupnya binatang dan tumbuh-tumbuhan laut
3. Sebagai unsur penyeimbang
4. Sumber mata pencaharian
5. Sebagai sumber devisa negara
6. Sebagai bahan pengobatan

2.4 Standar Kualitas Air

Kualitas air adalah karakteristik mutu yang dibutuhkan untuk pemanfaatan tertentu dari sumber-sumber air. Setiap jenis air dapat diukur konsentrasi kandungan unsur yang tercantum di dalam standar kualitas, dengan demikian dapat diketahui syarat kualitasnya, dengan kata lain standar kualitas dapat digunakan sebagai tolak ukur. Standar kualitas air bersih dapat diartikan sebagai ketentuan-ketentuan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi Meliputi Parameter Fisik, Biologi, dan Kimia. 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.

Peraturan ini dibuat dengan maksud bahwa air minum yang memenuhi syarat kesehatan mempunyai peranan penting dalam rangka pemeliharaan, perlindungan serta mempertinggi derajat kesehatan masyarakat. Peraturan ini telah diperoleh landasan hukum dan landasan teknis dalam hal pengawasan kualitas air bersih. Demikian air yang digunakan sebagai kebutuhan air bersih sehari-hari, sebaiknya air tersebut tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau, jernih dan mempunyai suhu yang sesuai dengan standar yang ditetapkan sehingga menimbulkan rasa nyaman.

Tabel 1 Parameter fisik

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu
1	Kekeruhan	NTU	25
2	Warna	TCU	30
3	TDS	mg/l	1000

Tabel 1 Parameter fisik (lanjutan)

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu
4	Suhu	°C	Suhu udara
5	Rasa	-	Tidak berasa
6	Bau	-	Tidak berbau

Sumber: Permenkes No. 32, 2017

Tabel 2 Parameter biologi

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu
1	Total Coliform	CFU/100 ml	50
2	E. Coli	CFU/100 ml	0

Sumber: Permenkes No. 32, 2017

Tabel 3 Parameter kimia

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu
1	pH	mg/l	6,5 - 8,5
2	Besi	mg/l	1
3	Florida	mg/l	1,5
4	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/l	500
5	Mengan	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

Sumber: Permenkes No. 32, 2017

Menurut (Mason,1993) untuk pemantauan kualitas air memiliki tiga tujuan utama yaitu :

1. *Environmental Surveillance*, yakni tujuan untuk mendeteksi dan mengukur pengaruh yang ditimbulkan oleh suatu pencemar terhadap kualitas lingkungan dan mengetahui perbaikan kualitas lingkungan setelah pencemar tersebut dihilangkan.
2. *Establishing Water-Quality Criteria*, yakni tujuan untuk mengetahui hubungan sebab akibat antara perubahan variabel-variabel ekologi perairan dengan parameter fisika dan kimia, untuk mendapatkan baku mutu kualitas air.
3. *Appraisal Of Resources*, yakni tujuan untuk mengetahui gambaran kualitas air pada suatu tempat secara umum.

Pada hakekatnya, pemantauan kualitas air pada perairan umumnya memiliki tiga tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai kualitas air dalam bentuk parameter fisika, kimia dan biologi.

2. Membandingkan nilai kualitas air tersebut dengan baku mutu sesuai dengan peruntukannya menurut peraturan pemerintah RI No. 20 Tahun 1990.
3. Menilai kelayakan suatu sumber daya air untuk kepentingan tertentu.

2.5 Pengolahan Air

Tidak semua air yang ada di alam bisa untuk dikonsumsi. Agar dapat layak dikonsumsi, perlu upaya pengolahan air. Upaya pengolahan air pada dasarnya adalah untuk memenuhi kebutuhan dengan mengacu pada syarat kuantitas, kualitas, kontinuitas dan ekonomis.

Air laut memiliki kadar garam sekitar 33.000 mg/l, sedangkan kadar garam pada air payau berkisar 1000 - 3000 mg/l. Air minum tidak boleh mengandung garam 400 mg/l. Agar air laut dan air payau bisa dikonsumsi sebagai air minum perlu proses pengolahan terlebih dahulu agar dapat menurunkan kadar garam sampai konsentrasi kurang dari 400 mg/l.

2.5.1 Destilasi

Destilasi adalah metode pemisahan dan pemurnian dari cairan yang mudah menguap. Prosesnya meliputi penguapan cairan tersebut dengan cara memanaskan, dilanjutkan dengan kondensasi uapnya menjadi cairan, disebut dengan destilat dan Menurut Mc.Cabe (1999), destilasi adalah suatu proses pemisahan dua atau lebih komponen dalam suatu campuran berdasarkan perbedaan titik didih dari masing-masing komponen dengan menggunakan panas sebagai tenaga pemisah. 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 hidration, *freezing* dan lain-lain. (Homig, 1978) menyatakan bahwa untuk pembuatan instalasi destilator yang terpenting adalah harus tidak korosif, murah praktis dan awet (Salvato 2005).

Destilasi merupakan salah satu metode penjernihan air yang merupakan proses yang menghilangkan kadar garam berlebih dalam air untuk mendapatkan air yang dapat dikonsumsi binatang, tanaman dan manusia. Seringkali proses ini juga menghasilkan garam dapur sebagai hasil sampingan.

Prinsip destilasi adalah pemisahan komponen dari campuran cair melalui penyaringan yang bergantung pada titik didih dari masing-masing komponen. Proses destilasi bergantung pula pada konsentrasi komponen dan jenis tekanan uap air dari campuran cairan. Keunggulan dari proses destilasi yaitu merupakan suatu metode yang efektif dalam menghasilkan uap air dan baik menghilangkan 99,9% dari zat pencemar. Destilasi merupakan proses yang menggunakan panas sehingga bakteri, virus dan pencemar biologi lainnya akan musnah. Destilasi merupakan proses yang mengumpulkan uap air yang murni, uap air naik dari air yang dimurnikan. Hampir semua zat pencemar lain tidak ikut menguap (Anhalt, 2003).

Dalam pengembangan metode destilasi dengan menggunakan tenaga surya terdapat dua pendekatan. Pendekatan pertama yaitu menggunakan sinar surya sebagai sumber energi untuk menghasilkan air tawar dengan proses humidifikasi – dehumidifikasi. Pendekatan yang kedua yaitu penggunaan energi surya untuk peralatan destilasi yang digunakan bersamaan dengan jenis energi lain. Diantara kedua pendekatan ini yang paling banyak digunakan adalah pendekatan pertama (Sayigh, 1977 pada Taufik Akhirudin 2008).

2.5.2 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 membran 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.

2.5.3 Elektrodialisis

Elektrodialisis digunakan untuk membawa ion garam dari satu larutan melalui membran pertukaran ion dari larutan lainnya di bawah pengaruh perbedaan

potensial listrik yang diterapkan. Hal ini dilakukan dalam suatu konfigurasi yang disebut sebagai suatu sel elektrodialisis. Sel tersebut terdiri dari suatu kompartemen umpan (terlarut) dan suatu kompartemen konsentrat (air garam) yang dibentuk dari membran penukar anion dan membran penukar kation yang ditempatkan di antara dua elektrode. Hampir seluruh praktik proses elektrodialisis, sel elektrodialisis ganda disusun ke dalam konfigurasi yang disebut tumpukan elektrodialisis, dengan anion bolak-balik dan membran pertukaran kation yang membentuk sel-sel elektrodialisis ganda. Proses elektrodialisis berbeda dari teknik distilasi dan proses berbasis membran lainnya seperti osmosis terbalik (*reverse osmosis*) pada spesi yang terlarut dipindahkan jauh dari aliran umpan dari pada sebaliknya, karena jumlah spesi terlarut dalam aliran umpan jauh lebih sedikit daripada cairan, elektrodialisis menawarkan keuntungan praktis dari pemulihan umpan yang jauh lebih tinggi di banyak aplikasi (Fardiaz,1992).

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 didaerah dengan badan air laut yang besar dimana pembangunan mungkin dilakukan (Fardiaz,1992).

2.5.4 Desinfeksi Air

Desinfeksi adalah membunuh bakteri patogen (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).

Membunuh bakteri patogen dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu dengan penambahan bahan kimia, pemanasan, penggunaan sinar UV dan dengan cara mekanis diantaranya dengan pengendapan dan 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 tingkat kemudahan

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

2.6 Kolektor Panas

Kolektor panas merupakan suatu alat yang dapat menampung panas yang bertujuan untuk mencegah panas secara drastis. Berbagai jenis tipe kolektor panas telah banyak digunakan antara lain kolektor pelat datar, kolektor panas berbentuk tabung, kolektor pelat datar yang disusun dengan kemiringan tertentu, kolektor yang diberi kaca penutup maupun kolektor yang berisialiran air (Sayigh 1977 pada Taufik Akhirudin 2008).

Menurut Kristanto (2002), kolektor surya merupakan suatu bagian yang diperlukan untuk mengubah energi radiasi matahari ke bentuk energi panas untuk berbagai keperluan misalnya sebagai pemanas air. Kolektor surya akan menyerap energi dari radiasi matahari dan mengkonversikannya menjadi panas yang berguna untuk memanaskan air di dalam kolektor sehingga suhu air akan meningkat dan terjadi konveksi alami berdasarkan efek termosipon karena adanya perbedaan massa jenis fluida.

Kolektor pelat datar biasanya dibuat miring menghadap ke atas pada lintasan matahari untuk menangkap secara tangsung radiasi tenaga matahari dalam jumlah yang besar. Kemiringan sudut terhadap horizontal mempengaruhi kehilangan panas dari kolektor maka pada bagian belakang kolektor diberi insulator. Berdasarkan percobaan yang dilakukan oleh Kristanto (2002), didapatkan bahwa posisi terbaik dari kolektor yang menghasilkan efisiensi yang optimal dengan kemiringan kolektor 45° .

Menurut Irawan (2001), prinsip kerja dari sistem kolektor surya yang dibuat miring ini akan menyebabkan air dingin yang masuk ke dalam kolektor akan mendapatkan transfer kalor baik secara konveksi maupun radiasi akibat terperangkapnya radiasi surya dalam kolektor yang dibatasi oleh pelat dan kaca bening tembus cahaya. Karena adanya transfer panas tersebut maka suhu air yang berada di dalam kolektor akan lebih tinggi dibandingkan dengan suhu air ketika

memasuki kolektor. Perbedaan suhu air di dalam kolektor ini akan menimbulkan adanya perbedaan massa jenis air, dimana air yang bersuhu lebih tinggi memiliki massa jenis yang lebih kecil sehingga memiliki kecenderungan untuk bergerak ke posisi yang lebih tinggi.

Perpindahan panas dari matahari ke pelat kolektor berupa radiasi dan udara yang terdapat di dalam kolektor menyebabkan perpindahan panas secara konveksi. Menurut Irawan (2001), penangkapan dengan sistem pelat datar relatif lebih besar dibandingkan dengan memakai sistem pipa, energi matahari yang ditangkap dengan kolektor pelat datar lebih besar 8,5% bila dibandingkan dengan menggunakan sistem pipa.

2.7 Energi Panas

Energi surya adalah energi yang berupa sinar dan panas dari matahari. Energi ini dapat dimanfaatkan dengan menggunakan serangkaian teknologi seperti pemanas surya, fotovoltaik surya, listrik panas surya, arsitektur surya dan fotosintesis buatan. Teknologi energi surya secara umum dikategorikan menjadi dua kelompok, yakni teknologi pemanfaatan pasif dan teknologi pemanfaatan aktif. Pengelompokan ini tergantung pada proses penyerapan, perubahan dan penyaluran energi surya. Contoh pemanfaatan energi surya secara aktif adalah penggunaan panel fotovoltaik dan panel penyerap panas. Contoh pemanfaatan energi surya secara pasif meliputi mengarahkan bangunan ke arah matahari, memilih bangunan dengan massa termal atau kemampuan dispersi cahaya yang baik dan merancang ruangan dengan sirkulasi udara alami. Pada tahun 2011, Badan Energi Internasional menyatakan bahwa "perkembangan teknologi energi surya yang terjangkau, tidak habis dan bersih akan memberikan keuntungan jangka panjang yang besar. Perkembangan ini akan meningkatkan keamanan energi negara-negara melalui pemanfaatan sumber energi yang sudah ada, tidak habis dan tidak tergantung pada impor, meningkatkan kesinambungan, mengurangi polusi, mengurangi biaya mitigasi perubahan iklim dan menjaga harga bahan bakar fosil tetap rendah dari sebelumnya. Keuntungan-keuntungan ini berlaku global. Oleh sebab itu, biaya insentif tambahan untuk pengembangan awal selayaknya dianggap

sebagai investasi untuk pembelajaran; inventasi ini harus digunakan secara bijak dan perlu dibagi bersama.

Permukaan darat, samudera dan atmosfer menyerap radiasi surya dan hal ini mengakibatkan temperatur naik. Udara hangat yang mengandung uap air hasil penguapan air laut meningkat dan menyebabkan sirkulasi atmosferik atau konveksi. Ketika udara tersebut mencapai posisi tinggi, di mana temperatur lebih rendah, uap air mengalami kondensasi membentuk awan, yang kemudian turun ke bumi sebagai hujan dan melengkapi siklus air. Panas laten kondensasi air menguatkan konveksi dan menghasilkan fenomena atmosferik seperti angin, siklon dan anti-siklon. Cahaya matahari yang diserap oleh lautan dan daratan menjaga temperatur rata-rata permukaan pada suhu 14°C. Melalui proses fotosintesis, tanaman hijau mengubah energi surya menjadi energi kimia, yang menghasilkan makanan, kayu dan biomassa yang merupakan komponen awal bahan bakar fosil.

Menurut Hardjasoemantri (2001), pada 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.

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, sumber ini sebenarnya juga merupakan energi alternatif jika pada suatu saat nanti krisis energi mulai melanda Indonesia (Hasyim, 2006).

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. Untuk mengkaji tentang aspek fisika cahaya ada beberapa hal yang harus diperhatikan diantaranya porsi serapan cahaya, porsi pantulan, porsi terusan, daya pancar, aliran energi

cahaya, kerapatan aliran energi cahaya, intensitas terpaan dan intensitas pancaran cahaya (Lakitan,2004).

Upaya penggunaan energi matahari sebagai energi alternatif merupakan upaya yang perlu didukung, hal ini sesuai dengan prinsip bahwa dalam mengembangkan sistem-sistem energi harus dapat memproduksi energi dengan biaya murah serta tidak mengakibatkan dampak lingkungan (Arismunandar, 1981).

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 memiliki jumlah sinar matahari yang berlimpah. 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, 2005).

Perkembangan alat destilasi sudah dimulai sejak pertengahan abad ke-19, pada tahun 1872 di Chili tepatnya di Las Salinas telah didirikan pabrik destilasi untuk memenuhi kebutuhan masyarakat sekitarnya. Pabrik seluas 5.000 m^2 ini pada musim panas dapat menghasilkan 20.000 liter air segar atau dengan kata lain prestasi dari alat ini adalah 4 L/m^2 per hari. Pada tahun 1999, di Jayapura dibuat suatu alat destilasi dengan menggunakan kolektor surya dengan ukuran $100 \times 70\text{ cm}$. Alat ini mampu menghasilkan 705 ml air bersih (1 L/m^2) perhari pada cuaca cerah (Holman.dkk,1991).

2.8 Kaca 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.

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 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 gelaca dari udara, ada sebuah ketertinggalan fase (*phase lag*) antara gelombang yang ombang 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. Jadi indeks bias kaca kira-kira (Tipler, 2001).

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 4 Transmisi cahaya dan panas pada bahan transparan

Jenis Bahan	Transmisi Cahaya (%)	Transmisi Panas (%)
Udara	100	100
Kaca	90	88
Polycarbonate	84,4	-
FRP (<i>Fiberglass Reinforced Plastic</i>)	89,95	-

Tabel 4 Transmisi cahaya dan panas pada bahan transparan (Lanjutan)

Jenis Bahan	Transmisi Cahaya (%)	Transmisi Panas (%)
Satu Lapis	88	-
Dua Lapis	81	-
Dengan (3/6 ruang udara) <i>Fiberglass</i>	85	-
Bening (<i>Clear</i>)	92 - 95	63 - 68
Warna Jade	81	61 - 68
Kuning	64	37 - 43
Putih Salju	63	30 - 34
Hijau	62	60 - 68
Merah Kekuningan (<i>Cord</i>)	61	57 - 66
Jernih (<i>Canary</i>)	25	20 - 23

2.9 Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tahun	Hasil Penelitian
Rizqi Razaldi Hidayat	Rancang Bangun Alat Pemisah Garam dan Air Tawar Bertingkat Menggunakan Tenaga Surya	2011	Untuk merancang dan membuat alat yang dapat memisahkan garam dan air tawar dari bahan baku air laut dengan menggunakan tenaga surya
Dwi Setiadi Firmansyah	Analisa Kinerja Alat Destilasi Penghasil Air Tawar dengan Sistem Evaporasi	2013	Untuk merancang dan membuat alat yang dapat memisahkan garam dan air tawar dari bahan baku air laut dengan menggunakan tenaga surya secara bertingkat
Mulyanef Burnawi Muslimin	Pengolahan Air Laut menjadi Air Bersih dan Garam dengan Destilasi	2014	Untuk produktivitas destilasi tenaga jenis kolektor plat datar dalam menghasilkan air bersih dan garam
Anas	Desain Alat Penjernih Air Laut menjadi Air Bersih dengan Tenaga Matahari	2014	Untuk mendesain alat penjernih air laut menjadi air bersih dengan tenaga matahari
Hangga Hirandani Tanusekar Sutanhai	Rancang Bangun dan Uji Kinerja Alat Desalinasi Sistem Penyulingan Menggunakan Panas Matahari dengan Pengaturan Tekanan Udara	2014	Merancang dan membuat desalinasi air laut dapat digunakan penjernihan pemurnian air memanfaatkan matahari dan melakukan uji kinerja air yang dirancang
Rizki Ramadhani Nashrullah Y. Muh. Said L	Studi Alat Destilasi Sederhana Bentuk Piramid untuk Pengolahan Air Laut menjadi Air Bersih Rancang Bangun Alat	2016	Untuk mencari alternatif pengolahan air, yaitu dengan proses destilasi atau penyulingan air Merancang dan membuat alat pemurni air laut
Arafat Amiruddin	Pengolahan Air Laut menjadi Air Bersih Dengan menggunakan Evaporator Kaca	2021	Merancang dan membuat alat pemurni air laut