

**RANCANG BANGUN DESTILATOR AIR LAUT TENAGA SURYA  
MENGUNAKAN PENYERAP TIPE BERGELOMBANG  
BERBENTUK LIMAS**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**A. MIFTAHUL ERFAN**

**NIM. 12640051**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG**

**2017**

**RANCANG BANGUN DESTILATOR AIR LAUT TENAGA SURYA  
MENGUNAKAN PENYERAP TIPE BERGELOMBANG  
BERBENTUK LIMAS**

**SKRIPSI**

**Diajukan kepada:**

**Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh:**

**A. MIFTAHUL ERFAN  
NIM. 12640051**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2017**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

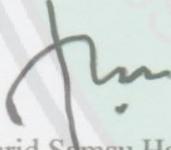
**RANCANG BANGUN DESTILATOR AIR LAUT TENAGA SURYA  
MENGUNAKAN PENYERAP TIPE BERGELOMBANG  
BERBENTUK LIMAS**

SKRIPSI

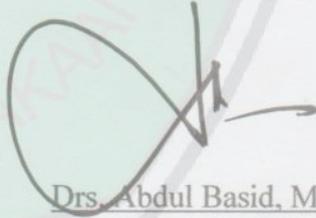
Oleh:  
A MIFTAHUL ERFAN  
NIM. 12640051

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji,  
Pada Tanggal: 29 Oktober 2017

Pembimbing I

  
Farid Samsu Hananto, M. T  
NIP. 19740513 200312 1 001

Pembimbing II

  
Drs. Abdul Basid, M.Si  
NIP. 19650504 199003 1 003

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Fisika

  
Drs. Abdul Basid, M.Si  
NIP. 19650504 199003 1 003

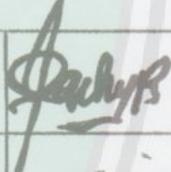
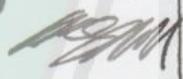
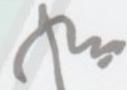
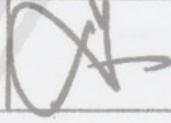
## HALAMAN PENGESAHAN

### RANCANG BANGUN DESTILATOR AIR LAUT TENAGA SURYA MENGUNAKAN PENYERAP TIPE BERGELOMBANG BERBENTUK LIMAS

SKRIPSI

Oleh:  
A MIFTAHUL ERFAN  
NIM. 12640051

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan  
Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal: 08 November 2017

Penguji Utama	: <u>Ahmad Abtokhi, M.Pd</u> NIP. 19761003 200312 1 002	
Ketua Penguji	: <u>Irjan, M.Si</u> NIP. 19691231 200604 1 003	
Sekretaris Penguji	: <u>Farid Samsu Hananto, M. T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Anggota Penguji	: <u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	

Mengesahkan,  
Ketua Jurusan Fisika



Drs. Abdul Basid, M.Si  
NIP. 19650504 199003 1 003

**PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : A. MIFTAHUL ERFAN  
NIM : 12640051  
Jurusan : FISIKA  
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI  
Judul Penelitian : Rancang Bangun Destilator Air Laut Tenaga Surya  
Menggunakan Penyerap Tipe Bergelombang Berbentuk  
Limas

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang telah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 28 Oktober 2017  
Yang membuat pernyataan,



A. MIFTAHUL ERFAN  
NIM. 12640051

## MOTTO

“Boleh jadi kamu tidak menyenangi sesuatu padahal itu amat baik bagimu dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu padahal itu tidak baik bagimu, Allah mengetahui sedang kamu tidak mengetahui”

(QS. AL- Baqoroh: 216)

“Jangan marah. Karena ketika kamu marah maka kamu akan merusak hati dan pikiranmu”



## HALAMAN PERSEMBAHAN

### **Skripsi ini saya persembahkan kepada:**

**“Pertama kepada kedua orang tua saya dan keluarga saya, mereka adalah orang selalu berjuang keras untuk kebaikan kami anak-anaknya. Tak ada kata seindah apapun yang mampu menggambarkan cinta dan kasih sayang mereka, Dan tak ada kebaikan sebesar apapun yang menandingi kebaikan mereka”**

**”Kedua kepada para guru saya dan guru dari guru saya, yang telah ikhlas menyampaikan ilmu-ilmu Allah kepada saya. Terimakasih banyak Pak, buk”**

**“Ketiga kepada seluruh sahabat dan teman fisika UIN Malang, Syaiful, Agus, Hisyam, Afif, Rosad, Jakfar, Wulan, Evita, Lilis, Atus, Fatin, Dita, Avika, Zulvi, Wawa, Nadif, serta Abdullah. Terimakasih selalu mensupport saya Dan teruntuk Mbak Nita Andriani dan Makbul, terimakasih atas bantuannya dalam penelitian ini”**

**“Keempat kepada keluarga Bapak Molyono dan Ibu Yeni. Terimakasih banyak atas kebaikan jasa, saran dan nasehatnya. Tak akan pernah saya lupakan seperti layaknya keluarga sendiri”**

**“Teruntuk seseorang yang banyak mengajarkan saya tentang bahagia, memhadirkan tawa, dan sedih. Yang menambah semangat saya untuk selalu berusaha menjadi orang yang lebih baik lagi, sabar, ikhlas dan mencoba sempurna. Walau saya sadar Tak ada manusia yang sempurna dan tak pernah melakukan kesalahan”**

**“Tak lupa kepada seluruh keluarga besar PMII Rayon *pencerahan Galileo*, Khususnya sahabat/i Abbasiyah dan keluarga besar sahabat Fisika”**

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Syukur Alhamdulillah kami ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan taufiq serta hidayahNya kepada kita semua. Shalawat serta salam semoga senantiasa tetap tercurah limpahkan kepada nabi besar Muhammad SAW. Dengan ikhlas menuntun kita semua dari alam yang gelap gulita menuju alam yang terang benderang yakni dengan adanya al-Quran dan al-Hadis. Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Rancang Bangun Destilator Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Penyerap Tipe Bergelombang Berbentuk Limas”**.

Penulis mengucapkan terimakasih seiring doa dan harapan jazakumullah ahsana Ijaza kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terimakasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Drs. Abdul Basid, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika yang telah banyak meluangkan waktu, nasehat dan inspirasinya sehingga dapat melancarkan dalam proses penulisan skripsi.
4. Farid Samsu Hananto, M.T selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak meluangkan waktu, pikiran, dan memberikan bimbingan, bantuan dan pengarahan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Drs. Abdul Basid, M.Si selaku Dosen Pembimbing Agama, yang bersedia meluangkan waktu memberikan bimbingan dan pengarahan bidang integrasi sains dan al-Quran.
6. Segenap dosen, Laboran dan Admin Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan pengarahan dan ilmu pengetahuan.

7. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan secara moril dan material, restu dan selalu mendoakan disetiap langkah penulis.
8. Bapak Mulyono dan Saudara sepupu saya Moh. Masur, yang telah membantu pembuatan alat penelitian saya.
9. Sahabat Fisika dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan dalam segala hal. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua, terutama bagi perkembangan ilmu pengetahuan pada umumnya. Kritik dan saran yang membangun mengenai skripsi ini sangat diharapkan agar menjadi pembelajaran bersama yang dapat disampaikan melalui email

mift.erfan@gmail.com

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb*

Malang, 28 Oktober 2017  
Yang membuat pernyataan,

A. MIFTAHUL ERFAN  
NIM. 12640051

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGAJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>MOTTO</b> .....	vi
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>ABSTRAK</b> .....	xv
<b>ABSTRACT</b> .....	xvi
خلاصة .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	3
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Masalah .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Air dalam Prespektif Al-Qur'an .....	5
2.2 Pengertian Air .....	6
2.3 Kebutuhan Air .....	8
2.4 Standar Kualitas Air Bersih .....	9
2.5 Pengolahan Air .....	10
2.5.1 Destilasi .....	10
2.5.2 Reserve Osmosis .....	12
2.5.3 Elektrodialisis .....	12
2.6 Tenaga Matahari .....	13
2.7 Destilasi Tenaga Surya .....	18
2.8 Kolektor Surya .....	19
2.9 Kaca dan Prinsip Pembiasan .....	20
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	25
3.1 Jenis Penelitian .....	25
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	25
3.3 Alat dan Bahan Penelitian .....	25
3.3.1 Alat .....	25
3.4 Desain Penelitian .....	26
3.4.1 Desain Destilator Atap Limas Segi 4A .....	26
3.4.2 Desain Destilator Atap Limas Segi 4B .....	26
3.4.3 Desain Destilator Atap Limas Segi 8A .....	27
3.4.4 Destilator Atap Limas Segi 8B .....	28
3.5 Teknik Perancangan Alat .....	29
3.5.1 Destilator Atap Limas Segi 4A .....	29

3.5.2 Destilator Atap Limas Segi 4B .....	30
3.5.3 Destilator Atap Limas Segi 8A .....	32
3.5.4 Destilator Atap Limas Segi 8B .....	33
3.6 Diagram Alir Percobaan .....	35
3.7 Teknik Pengambilan Data.....	36
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>39</b>
4.1 Prosedur Pengukuran .....	39
4.2 Hasil Penelitian .....	39
4.2.1 Kuantitas Air Tawar .....	39
4.2.2 Kualitas Air Tawar .....	48
4.3 Pembahasan.....	50
4.4 Air Dalam Al-Qur'an.....	53
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>55</b>
5.1 Kesimpulan .....	55
5.2 Saran .....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses kerja Destilasi Tenaga surya .....	19
Gambar 2.2 Keseimbangan energi pada kolektor .....	20
Gambar 3.1 Skema atap destilator limas segi 4A .....	29
Gambar 3.2 Skema wadah air limas segi 4A .....	29
Gambar 3.3 Skema kaca limas segi 4A .....	30
Gambar 3.4 Skema atap limas segi 4B .....	30
Gambar 3.5 Skema wadah limas segi 4B .....	31
Gambar 3.6 Skema kaca limas segi 8B .....	31
Gambar 3.7 Skema atap limas segi 8A .....	32
Gambar 3.8 Skema wadah air limas segi 8A .....	32
Gambar 3.9 Skema kaca limas segi 8A .....	33
Gambar 3.10 Skema atap limas segi 8B .....	33
Gambar 3.11 Skema wadah air limas segi 8B .....	34
Gambar 3.12 Skema kaca limas segi 8B .....	34
Gambar 3.13 Diagram Alir Percobaan .....	35
Gambar 4.1 Grafik kuantitas air tawar hasil proses destilasi .....	41
Gambar 4.2 Grafik kuantitas rata-rata air tawar hasil proses destilasi .....	42
Gambar 4.3 Grafik suhu di dalam limas dan suhu lingkungan .....	42
Gambar 4.4 Grafik suhu rata-rata di dalam limas dan suhu lingkungan .....	44
Gambar 4.5 Grafik perbandingan suhu dan kuantitas air tawar limas 4A .....	45
Gambar 4.6 Grafik perbandingan suhu dan kuantitas air tawar limas 4B .....	45
Gambar 4.7 Grafik perbandingan suhu dan kuantitas air tawar limas 8A .....	46
Gambar 4.8 Grafik perbandingan suhu dan kuantitas air tawar limas 8B .....	46
Gambar 4.9 Grafik perbandingan suhu dan kuantitas rata-rata air tawar .....	47
Gambar 4.10 Grafik intensitas hari ke-1 sampai ke-4 .....	47
Gambar 4.11 Grafik intensitas hari ke-5 sampai ke-8 .....	48

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Transmisi Cahaya dan Panas Pada Bahan Transparan.....	22
Tabel 3.1 Pengukuran hasil penelitian menggunakan destilator segi empat A.....	36
Tabel 3.2 Pengukuran hasil penelitian menggunakan destilator segi empat B.....	37
Tabel 3.3 Pengukuran hasil penelitian menggunakan destilator segi delapan A...	37
Tabel 3.4 Pengukuran hasil penelitian menggunakan destilator segi delapan B ...	37
Tabel 3.5 Pengukuran hasil uji laboratorium air tawar .....	38
Tabel 4.1 Kuantitas air tawar hasil proses destilasi .....	43
Tabel 4.2 Rata-rata suhu di dalam limas dan suhu lingkungan.....	47
Tabel 4.3 Kualitas Air .....	53



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Data intensitas matahari
- Lampiran 2 Gambar penelitian



## ABSTRAK

Erfan, A Miftahul. 2017. **Rancang Bangun Destilator Air Laut Menggunakan Penyerap tipe bergelombang Berbentuk Limas**. Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing (I): Farid Samsu Hananto, M.T (II) Drs. Abdul Basid, M.Si

Kata Kunci: Destilator, Air Laut, Penyerap tipe bergelombang

Air merupakan bagian penting untuk keberlangsungan hidup setiap makhluk yang ada di bumi. Kelangkaan air bersih sungguh ironis dengan predikat bumi sebagai "planet air", sebab 70% permukaan bumi tertutup air dan khususnya Indonesia yang dikenal sebagai negara yang subur. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh destilator air laut tenaga radiasi panas matahari menggunakan penyerap tipe bergelombang berbentuk limas terhadap kuantitas air tawar yang dihasilkan dan mengetahui kualitas air tawar hasil destilator. Bahan penelitian ini adalah air laut sebanyak tiga liter yang dijemur selama 3 jam perhari. Diukur intensitas matahari, suhu lingkungan dan ruang kaca. Hasil analisa dari penelitian destilator terdapat pengaruh antara bentuk desain dengan kuantitas air tawar yang dihasilkan. Pada penelitian ini menggunakan 4 buah alat destilasi yaitu, destilasi limas segi 4A, destilasi limas segi 4B, destilasi limas segi 8A, serta destilasi limas segi 8B. Dari hasil penelitian ini limas segi 8A lebih banyak menghasilkan kuantitas air tawar dengan jumlah rata-rata 800,7 ml.

## ABSTRACT

Erfan, A Miftahul. 2017. **Design Of Saltwater Destillator By Using A Waveform Pyramid Absorber**. Thesis. Physics departement, Science and technology Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor (I): Farid Samsu Hananto, M.T (II) Drs. Abdul Basid, M.Si

---

Keywords: *Distilator, saltwater, waveform pyramid absorber*

Water is the most important thing for human life in the world. The scarce of water is absolutely iranic for earth as the “water planet”, because 70% of earth’s surface is closed by water, especially for indonesia which is known as a prosperws country. This research aims to know the effect of saltwater distillator with solar power by using wavefrom pyramid absorber taward grand water’s avantity an to know the quality of grand water. Has been produced. The material in this research is 3 liter of salt water dried under sun for about 3 hours each day. Sun intensity is measur in enviranmental temperature an glass room. The result of analysis is there is an effect between designs form and grand water avantity. This research is using 4 distillator, they are square pyramid A, square pyramid B, 8 sides pyramid A, and 9 sides pyramid B. The result shows that the 8 sides pyramid A produces more quantity of grand water, with average value is 800,7 ml.

## مستخلص البحث

إرفان، أحمد مفتاح . ٢٠١٧. خطة لبناء دستيلاتور ماء البحر باستخدام المصاصة أسلوب الموجه على شكل الهرم. البحث الجامعي، قسم فيزيا. كلية العلوم والاجتماعية. جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. تحت الإشراف: (١) فريد شمس هرتنتوا الماجستير (٢) عبد البسيط الماجستير

الكلمة الرئيسية : دستيلاتور، أندرويد، ماء البحر، المصاصة أسلوب الموجه على شكل الهرم

الماء هو شيء مهم في الحياة البشرية. وجود المياه النظيفة النادر هي مشكات كبيرة لأن أرضنا مسمى "بكوكب المياه". لأن ٧٠% من سطح الأرض مغطاة بالمياه وخصوصا في بلادنا إندونيسيا الذي مشهور ببلاد الخصب. وأما الهدف في هذا البحث هو لمعرفة فعالية دستيلاتور ماء البحر بطاقة دراجة الحرارة الشمس يستخدم المصاصة أسلوب الموجه على شكل الهرم في كمية انتاج المياه العذبة من دستيلاتور. وأدوات البحث في هذا البحث: ماء البحر المشمس ٣ لترا. يقيس بدراجة الحرارة الشمس من البيئة و الغرفة الزجاجية. وأما نتيجة من هذا البحث هي فعال بين شكل التصميم و انتاج كمية المياه العذبة. يتخخدم الباحث أربع أدوات دستيلاسي، يعني دستيلاسي الهرم المربع أ، دستيلاسي الهرم المربع ب، دستيلاسي الهرم الثمن أ و دستيلاسي الهرم الثمن ب. من هذا البحث نعرف بأن الهرم الثمن أ يستنتج لمياة العذبة أكثر وهو ٧،٨٠٠ ميلي لتر.

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air merupakan bagian penting untuk keberlangsungan hidup setiap makhluk yang ada di bumi, terutama manusia. Karena hampir semua aktifitas manusia memerlukan air, mulai dari memasak, mandi, mencuci dan aktifitas yang lainnya, air adalah salah satu kebutuhan primer yang harus terpenuhi kebutuhannya demi terciptanya kelangsungan hidup manusia.

Sebagaimana firman Allah dalam surat al-Anbiya' ayat 30:

أَوَلَمْ يَرَالَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ

*“Dan apakah orang-orang yang kafir tidak mengetahui bahwasanya langit dan bumi itu keduanya dahulu adalah suatu yang padu, kemudian Kami pisahkan antara keduanya. Dan dari air Kami jadikan segala sesuatu yang hidup. Maka mengapakah mereka tiada juga beriman?” (Q.S. al-Anbiya’: 30).*

Dalam tafsir Jalalain kata *fafataqnaahumaa* (kemudian kami pisahkan) kami jadikan langit tujuh lapis dan bumi tujuh lapis pula. Kemudian langit itu dibuka sehingga dapat menurunkan hujan. Kami buka juga bumi itu sehingga dapat menumbuhkan tetumbuhan, yang sebelumnya tidak dapat menumbuhkannya. Sedangkan pada kata *wa ja'alnaa minalmaa'i* (dan dari air kami jadikan) air yang turun dari langit dan yang keluar dari mata air di bumi. *Kulla syai'in hayyin* (segala sesuatu yang hidup) tumbuh-tumbuhan dan yang lain-lainnya, airlah penyebab bagi kehidupannya.

Menjadi hal sangat memprihatinkan melihat beberapa daerah di pesisir Indonesia sering mengalami kesulitan penyediaan air bersih, terutama pada musim

kemarau. Kelangkaan air bersih sungguh ironis dengan predikat bumi sebagai "planet air", sebab 70% permukaan bumi tertutup air, dan khususnya Indonesia yang dikenal sebagai negara yang subur. Sebagian besar air di bumi merupakan air asin sehingga tidak bisa digunakan untuk air minum serta kebutuhan lainnya dan hanya sekitar 2,5% saja yang berupa air tawar.

Akhirudin (2008) menyatakan, bahwa krisis air minum pada umumnya dialami oleh sebagian besar masyarakat pesisir terutama di pulau-pulau terpencil. Beberapa daerah besar di selatan pantai Jawa, Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur sering mengalami kesulitan penyediaan air bersih. Kesulitan air bersih yang menimpa masyarakat timur bukan baru terjadi, tapi sudah menjadi tradisi setiap pada musim kemarau.

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan luas wilayah 5.193.252 km<sup>2</sup>, sekitar 3.288.683 km<sup>2</sup> diantaranya merupakan lautan, sehingga Indonesia dijuluki sebagai negara maritim, dan sangat memprihatinkan jika masih ada daerah di Negara Indonesia yang masih kekurangan air bersih.

Kekurangan air bersih menyebabkan masyarakat Indonesia sulit untuk keluar dari ketidaksejahteraan. 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.

Alat ini merupakan alternatif pengganti sistem destilasi pabrik dengan harga yang relatif mahal dan masih sulit dijangkau oleh penduduk Indonesia. Jenis teknologi tersebut cukup sulit karena teknologinya rumit dan membutuhkan investasi dan estimasi dana yang tinggi dalam skala rumah tangga.

Dalam penelitian sebelumnya sudah dilakukan beberapa penelitian tentang destilator dengan variasi desain bentuk yang berbeda-beda, diantaranya dengan bentuk atap persegi panjang. Sehingga destilator perlu dikembangkan kembali dengan membuat desain-desain yang berbeda dari bentuk penelitian sebelumnya. Pengembangan desain ini diharapkan mampu memberikan informasi mengenai bentuk destilator yang lebih efisien dalam menghasilkan air tawar. Melalui gagasan tersebut, peneliti mengambil judul *Rancang Bangun Destilator Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Penyerap Tipe Bergelombang Berbentuk Limas*. Dengan adanya destilator air laut ini diharapkan mampu memberikan informasi baru mengenai teknologi destilasi, sehingga semakin berkembang.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana pengaruh desain destilator air laut tenaga surya terhadap kuantitas air tawar hasil destilasi?
2. Bagaimana kualitas air tawar hasil destilasi?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui pengaruh bentuk desain destilator air laut tenaga surya yang lebih efektif terhadap kuantitas air tawar yang dihasilkan.
2. Mengetahui kualitas air tawar yang dihasilkan.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Memberikan informasi mengenai desain bentuk destilator tenaga surya lebih efektif sebagai penghasil air tawar dan produktivitas yang dihasilkan dari alat tersebut.
2. Sebagai sarana untuk mempermudah masyarakat dalam mendapatkan air tawar di daerah pesisir yang kekurangan air bersih dengan biaya yang relatif lebih mudah, dan ramah lingkungan, sehingga dapat dimanfaatkan dalam skala rumah tangga.

### **1.5 Batasan Masalah**

1. Bahan destilator berupa kaca.
2. Variabel yang diukur meliputi intensitas radiasi matahari, suhu lingkungan, suhu ruang destilator, serta kuantitas air hasil destilator.
3. Pengujian air hasil destilasi meliputi pengujian suhu, pH, TDS, dan kadar oksigen.
4. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air laut murni tanpa campuran zat lain.
5. Bentuk destilator berbentuk limas segi empat dan segi delapan.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Air dalam Prespektif Al-Quran

Air merupakan komponen utama kehidupan. Dengan air, Allah SWT menumbuhkan berbagai jenis tanaman. Allah menciptakan air menjadi dua macam, yaitu air laut yang memiliki rasa asin dan air tanah atau air sungai yang memiliki rasa tawar. Air tanah merupakan air hujan yang meresap ke dalam tanah. Air hujan bukanlah air yang berasal dari langit atau luar angkasa, melainkan air yang dihasilkan oleh proses alam. Peristiwa alam membuat air laut menguap dan berubah menjadi titik-titik air di langit hingga turun menjadi hujan yang rasanya tawar.

Allah menjadikan laut sebagai salah satu sumber kehidupan manusia dan memberikan peluang kepada manusia untuk menikmati kekayaan laut. Dari 6.666 ayat dalam al-Qur'an sedikitnya ada 32 ayat yang membicarakan tentang laut dan dimensinya. Ada sebagai metaphor keluasan ilmu-Nya, ada yang menunjukkan kewilayahan dalam aktifitas dan tempat yang penuh resiko bagi yang ada di dalamnya kecuali dengan penguasaan dari Allah SWT. Dan beberapa ayat yang secara khusus mengisyaratkan untuk pemanfaatannya, Demi kemakmuran penduduk negeri. Sebagaimana firman Allah dalam surat an-Nahl ayat 14, yaitu:

وَهُوَ الَّذِي سَخَّرَ الْبَحْرَ لِتَأْكُلُوا مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُوا مِنْهُ حِلْيَةً تَلْبَسُونَهَا وَتَرَى الْفُلْكَ مَوَاحِرَ فِيهِ  
وَلِتَبْتَغُوا مِنْ فُضْلِهِ لَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ

*“Dan Dia-lah, Allah yang menundukkan lautan (untukmu), agar kamu dapat memakan daripadanya daging yang segar (ikan), dan kamu mengeluarkan dari lautan itu perhiasan yang kamu pakai; dan kamu melihat bahtera berlayar*

*padanya, dan supaya kamu mencari (keuntungan) dari karunia-Nya, dan supaya kamu bersyukur.”(Q.S. an-Nahl:14).*

Dalam tafsir Jalalain *وَهُوَ الَّذِي سَخَّرَ الْبَحْرَ* (dan dialah yang menundukan lautan) dia telah membuatnya jinak sehingga dapat dinaiki dan diselami, *يَتَأْكَلُوا مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا* (agar kalian dapat memakan darinya daging yang segar) yaitu ikan, *وَتَسْتَخْرِجُوا مِنْهُ جَايِبَةً تَلْبَسُونَهَا* (dan kalian mengeluarkan dari lautan perhiasan yang kalian pakai) yaitu berupa mutiara dan marjan, *وَتَرَى* (dan kamu melihat) menyaksikan, *الْفُلَّكَ* (bahtera) perahu-perahu, *مَوَاجِرَ فِيهِ* (berlayar padanya) dapat melaju di atas air, artinya dapat membelah ombak, melaju ke depan atau ke belakang hanya ditiup oleh satu arah mata angin, *وَلِيَتَّبِعُوا* (dan supaya kalian mencari) lafaz di'atfakan kepada lafaz lita-kulu, artinya supaya kalian mencari keuntungan, *مِنْ فَضْلِهِ* (dari karunia-Nya) karunia Allah SWT, lewat berniaga. *وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ* (dan supaya kalian bersyukur) kepada Allah SWT atas karunia itu. Berdasarkan tafsir jalalain dapat disimpulkan bahwa kita dianjurkan untuk mengambil manfaat dari laut sebagai karunia Allah SWT.

## 2.2 Pengertian Air

Air adalah zat (materi) atau unsur penting bagi semua bentuk kehidupan yang diketahui sampai saat ini di bumi. Air dapat berupa zat cair 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 (Kodoatie dan Sjarief, 2010).

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat penting bagi kehidupan dan peri kehidupan manusia, serta untuk memajukan kesejahteraan umum, sehingga merupakan modal dasar dan faktor utama pembangunan (Kementerian Negara Lingkungan Hidup, 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).

Air tawar adalah air dengan kadar garam di bawah 0,5 ppt (Nanawi, 2001). Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengendalian Kualitas Air dan Pengendalian Kualitas Pencemaran, Bab I Ketentuan Umum pasal 1, menyatakan bahwa “Air tawar adalah semua air yang terdapat di atas dan di bawah permukaan tanah, kecuali air laut dan air fosil”, sedangkan 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.

### 2.3 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, 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 (Irianto, 2004).

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. 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 (Enger dan Smith, 2009).

Di Indonesia diperlukan air berkisar 100-50 liter/orang/hari. Kebutuhan air minimal untuk daerah pedesaan menurut standar WHO 6 adalah sebesar 60 liter/orang/hari. Menurut Irianto (2004) setiap hari selama 24 jam manusia membutuhkan asupan air sekitar 2,5 liter.

#### **2.4 Standar Kualitas Air Bersih**

Secara kimia standar kualitas air bersih dibagi ke dalam lima bagian, yaitu, di dalam air minum tidak boleh terdapat zat-zat yang beracun, tidak ada zat yang menimbulkan gangguan kesehatan, tidak mengandung zat-zat kimia yang melebihi batas tertentu sehingga bisa menimbulkan gangguan teknis, dan tidak boleh mengandung zat-zat kimia yang melebihi batas tertentu sehingga bisa menimbulkan gangguan ekonomi. Dengan mengacu pada persyaratan di atas, maka keberadaan zat-zat kimia masih diperbolehkan dalam air minum asalkan jumlahnya tidak melebihi batas yang telah ditentukan oleh Baku Mutu Air Minum (Effendi, 2003).

Air Secara biologis, air minum tidak boleh mengandung kuman parasit, kuman patogen, dan bakteri *coliform*. Persyaratan bakteriologis air bersih berdasarkan kandungan jumlah total bakteri *coliform* dalam air bersih setiap 100 ml air contoh menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 adalah, air bersih yang berasal dari selain perpipaan,

kadar maksimum yang diperbolehkan untuk jumlah total bakteri *coliform* setiap 100 ml air contoh jumlahnya tidak boleh melebihi 50. Air bersih yang berasal dari perpipaan, kadar maksimum total bakteri *coliform* tidak diperbolehkan melebihi 10 per 100 ml air contoh, sedangkan secara fisik, air bersih haruslah jernih, tidak berbau, dan tidak berwarna.

## 2.5 Pengolahan Air

Tidak semua air yang terdapat di alam layak untuk dikonsumsi. Agar dapat layak dikonsumsi, diperlukan upaya pengolahan air. Upaya pengolahan air pada hakikatnya 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 lebih dari 400 mg/l. Agar air laut atau air payau bisa dikonsumsi sebagai air minum maka perlu proses pengolahan terlebih dahulu. Pengolahan air laut menjadi air minum pada dasarnya adalah menurunkan kadar garam sampai dengan konsentrasi kurang dari 400 mg/l.

### 2.5.1 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).

Menurut Salvato 1992, menyatakan bahwa 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. Pembuatan instalasi destilator yang terpenting adalah harus tidak korosif, murah, praktis dan awet.

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 dari 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 cmx48 cm, mampu menghasilkan air tawar sebanyak 1,34–2,95 l/hari atau rata-rata 1,88 l/hari.

Destilator 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 cal/cm<sup>2</sup> perhari. 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 (Meinawati, 2010).

### 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<sup>2</sup>) dan 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).

### 2.5.3 Elektrodialisis

Proses elektrodialisis prinsipnya adalah dihamburkannya ion-ion oleh tenaga potensi listrik melalui membran selektif yang dapat ditembus oleh ion tertentu. Pada metode ini, aliran listrik dialirkan melalui air oleh dua elektroda. Kedua elektroda tersebut dipisahkan satu sama lain oleh membran. Ion-ion di dalam larutan akan tertarik oleh elektroda 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 (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 di daerah dekat dengan badan air laut yang besar dimana pembuangan mungkin dilakukan. Pengolahan air dengan cara ini tidak cocok digunakan karena mahalnya biaya operasional yaitu sekitar USD 325 per 1000m<sup>3</sup> (Fardiaz, 1992).

## 2.6 Tenaga Matahari

Matahari adalah benda langit yang berbentuk bola gas pijar yang maha besar, yang menyala dan amat panas, panasnya dapat mencapai 15 juta derajat celcius. Struktur matahari pada dasarnya terdiri: inti (*Core*), zona radiatif (*radiation zone*), zona konvektif (*convection zone*), fotosfer (*photosphere*, kromosfer (*chromosfer*), granulasi (*granulation*), filamen (*filament*), fakula (*facula*), spikul (*spicule*), noda hitam (*sunpot*), prominensa (*prominence*); dan korona (*corona*) (Dyayadi, 2008).

Sumber energi surya tenaga matahari bukan hanya terdiri atas pancaran sinar matahari langsung ke bumi, melainkan juga meliputi efek-efek matahari

tidak langsung, seperti tenaga angin, panas laut, dan bahkan termasuk biomassa yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi.

Berapa besar jumlah energi yang dikeluarkan oleh matahari sukar dibayangkan. Menurut salah satu perkiraan, inti sang surya yang merupakan suatu tungku termonuklir 100 juta derajat celcius tiap detik melawan mengkonversi 5 ton materi menjadi energi yang dipancarkan ke angkasa luas sebanyak  $6,41 \times 10^{27} \frac{W}{m^2}$ . Matahari mempunyai radius sebesar  $6,96 \times 10^5 \text{ km}$  dan terletak rata-rata sejauh  $1,469 \cdot 10^8 \text{ km}$  dari bumi (Sutoyo, 2000).

Sebagaimana diketahui ahli fisika bahwa sinar matahari adalah sumber utama energi untuk semua keperluan di bumi. Dalam al-Qur'an Allah berfirman.

وَجَعَلَ الْقَمَرَ فِيهِنَّ نُورًا وَجَعَلَ الشَّمْسَ سِرَاجًا

“Dan Allah menciptakan padanya bulan sebagai cahaya dan menjadikan matahari sebagai pelita?” (Q.S. Nuh: 16).

Kata *siroojaa* mengisyaratkan adanya perbedaan antara matahari dan bulan. Matahari dijadikan pelita Allah SWT (bagaikan) pelita, yakni memiliki pada dirinya sendiri sumber cahaya, sedang bulan tidak dijadikannya (bagaikan) pelita kendati ia bercahaya. Ini berarti bulan bukanlah planet yang memiliki cahaya pada dirinya sendiri tetapi ia memantulkan cahaya, berbeda dengan matahari (Shihab, 2003).

Allah SWT juga menjadikan bulan dilangit sebagai cahaya bagi penduduk bumi, mereka memanfaatkan pantulan cahayanya dalam kegelapan. Ini merupakan bukti keindahan bentuk dan sistemnya. Sedangkan Allah SWT

menjadikan matahari sebagai lampu terang yang menyinari seluruh alam ini dengan sinarnya (Al-Qarni, 2007).

Allah SWT tidak menciptakan matahari dan bulan kecuali karena adanya satu hikmah yang agung dan pertanda yang jelas tentang keindahan ciptaan-Nya dan keagungan mahakarya-Nya. Allah SWT menjelaskan bukti-bukti bagi kaum yang mengetahui tujuan-tujuan penciptaan dan pembentangan ayat-ayat tersebut (Al-Qarni, 2007).

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. 18 Persediaan alamiah energi panas matahari yang *sustainable* telah lebih dari cukup jika dimanfaatkan secara maksimal, sumber ini sebenarnya juga merupakan energi alternatif jika pada satu saat nanti krisis energi mulai melanda Indonesia (Hasyim, 2006).

Menurut Hardjosoemantri (2002), 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.

Lakitan (2002) menyatakan, 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. 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, 2002).

Radiasi surya merupakan suatu bentuk radiasi thermal yang mempunyai distribusi panjang gelombang khusus. Intensitasnya sangat bergantung dari kondisi atmosfer, saat dalam tahun, dan sudut timpa sinar matahari di permukaan bumi. Pada batas luar atmosfer, radiasi surya total ialah  $1395 \text{ W/m}^2$  bilamana bumi berada pada jarak rata-ratanya dari matahari. Angka ini disebut konstanta surya. 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 tumpangnya miring terhadap normal.

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, 2005).

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  $100^{\circ}\text{C}$ ) 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, 2005).

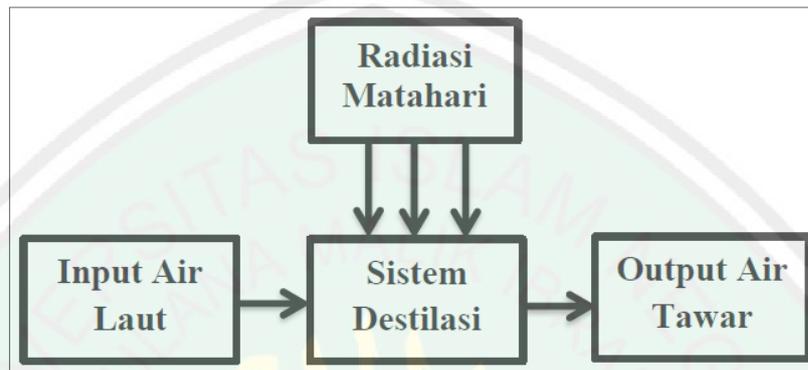
Upaya penggunaan energi matahari sebagai energi alternatif merupakan upaya yang perlu didukung, hal ini sesuai dengan prinsip bahwa dalam mengembangkan sistem-sistem energi harus dapat memproduksi energi dengan biaya murah serta tidak mengakibatkan dampak lingkungan (Arismunandar, 1995).

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<sup>2</sup> ini pada musim panas dapat menghasilkan 20.000 liter air segar atau dengan kata lain prestasi dari alat ini adalah 4 L/m<sup>2</sup> per hari. Pada tahun 1999, di Jayapura dibuat suatu alat destilasi dengan menggunakan kolektor surya dengan ukuran 100x70 cm. Alat ini mampu menghasilkan 705 ml air bersih (1 L/m<sup>3</sup>) perhari pada cuaca cerah (Holman.dkk, 1991).

## **2.7 Destilasi Tenaga Surya**

Destilasi (penyulingan) air laut telah dilaksanakan bertahun-tahun. Teknologi penyulingan air untuk mendapatkan air tawar dari air kotor atau air laut intinya adalah menguapkan air laut dengan cara dipanaskan, yang kemudian uap air tersebut diembunkan sehingga didapatkan air tawar. Sumber panas yang

dipergunakan berasal dari energi yang beragam yaitu minyak, gas, listrik, surya, dan lainnya (Sugeng Abdullah, 2005).



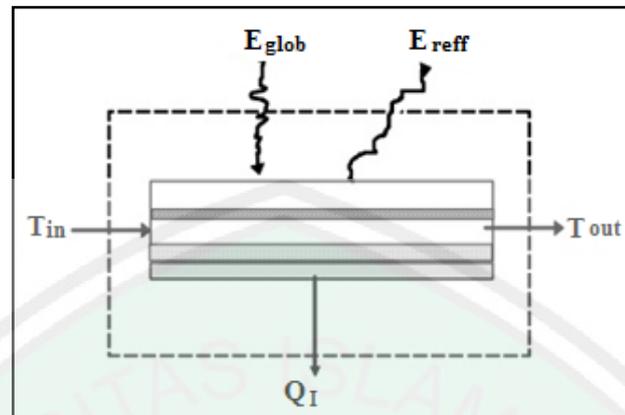
Gambar 2.1 Proses kerja Destilasi Tenaga surya (Sugeng Abdullah, 2005)

## 2.8 Kolektor Surya

Kolektor surya adalah sistem pengumpul radiasi surya yang dikonversikan dalam bentuk panas oleh absorber. Panjang gelombang radiasi surya yang dapat di serap adalah 0,29 sampai 2,5 $\mu$ m.

Komponen kolektor plat datar adalah:

1. Absorber dari bahan yang berwarna hitam untuk memaksimalkan penyerapan radiasi surya.
2. Penutup berupa bahan transparan, mempunyai transmisi yang besar untuk gelombang pendek dan menghalangi perpindahan panas konveksi dan radiasi.
3. Isolasi untuk menghindari kehilangan panas ke lingkungan.
4. Rangka yang kokoh, mudah dibentuk dan tahan lama.



Gambar 2.2 Keseimbangan energi pada kolektor (Sugeng Abdullah, 2005)

Persamaan keseimbangan energi pada kolektor:

$$Q_a = Q_u + Q_l + Q_s \quad (2.1)$$

Prinsip kerja kolektor adalah plat absorber menyerap radiasi surya yang jatuh ke permukaan dan dikonversikan dalam bentuk panas, sehingga temperatur plat tersebut menjadi naik. Panas dipindahkan ke fluida kerja yang mengalir pada plat absorber. Perpindahan panas akan terjadi secara konduksi, konveksi dan radiasi.

## 2.9 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 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. Jadi indeks bias kaca kira-kira (Tipler, 2001).

$$n = \frac{c}{v} = \frac{3}{2} \quad (2.2)$$

Peristiwa pembiasan pada bidang batas antara dua medium memenuhi hukum Snellius sebagai berikut:

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \quad (2.3)$$

keterangan:

$n_1$  = indeks bias medium tempat cahaya datang

$\theta_1$  = sudut datang

$n_2$  = indeks bias medium tempat cahaya bias

$\theta_2$  = sudut bias

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 2.1 Transmisi Cahaya dan Panas Pada Bahan Transparan (Abdullah,1998):

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

1. Satu Lapis	88	-
2. Dua Lapis	81	-
3. Dengan (3/6 ruang udara)	85	-
<i>Fiberglass</i>		
<b>Jenis Bahan</b>	<b>Transmisi Cahaya (%)</b>	<b>Transmisi Panas (%)</b>
1. Bening ( <i>Clear</i> )	92-95	63-68
2. Warna jade	81	61-68
3. kuning	64	37-43
4. Putih Salju	63	30-34
5. Hijau	62	60-68
6. Merah kekuningan ( <i>cord</i> )	61	57-66
7. Jernih ( <i>canary</i> )	25	20-23

Sifat gas rumah kaca adalah menaikkan suhu bumi dengan cara menangkap radiasi gelombang pendek dari matahari dan memantulkan ke bumi. Gas rumah kaca juga memantulkan radiasi gelombang panjang ke bumi, sehingga bumi seakan-akan mendapatkan pemanasan dua kali. Dampak dari gas rumah kaca adalah pemanasan global dan efek rumah kaca. Sedangkan dampak turunan dari pemanasan global salah satunya adalah perubahan iklim. Naiknya suhu rata-rata bumi adalah salah satu bukti telah terjadi perubahan iklim. Pemanasan global ini pun mendapatkan radiasi matahari tambahan lagi karena terdapatnya lubang ozon. Penipisan ozon mengakibatkan radiasi sinar ultraviolet dari matahari yang masuk ke bumi semakin besar intensitasnya (Trismidianto: 2009).

Istilah efek rumah kaca, diambil dari cara tanam yang digunakan para petani di daerah iklim sedang (negara yang memiliki empat musim). Para petani biasa menanam sayuran atau bunga di dalam rumah kaca atau untuk menjaga suhu ruangan tetap hangat. Dari sinar yang masuk tersebut akan dipantulkan kembali oleh benda atau permukaan dalam rumah kaca, ketika dipantulkan sinar itu berubah menjadi energi panas yang berupa sinar inframerah, selanjutnya energi panas tersebut terperangkap dalam rumah kaca. Demikian pula halnya salah satu fungsi atmosfer bumi kita seperti rumah kaca tersebut (Haneda, 2004).

Berdasarkan bahan atap dan dindingnya, *greenhouse* dibedakan atas *greenhouse* kaca dan plastik. Penggunaan kaca untuk atap maupun dinding *greenhouse* mempunyai beberapa kelebihan, seperti mampu menembus cahaya matahari yang diterimanya dalam prosentase yang cukup tinggi. Dari 100% sinar matahari yang diterima kaca bagian terbesar diteruskan (90-92%) dan sebagian di pantulkan (8-10) dengan ketebalan rata-rata 2-5 mm (Widyastuti, 1993).

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini yaitu penelitian eksperimental. Penelitian eksperimental ini bertujuan untuk memperoleh desain destilator yang menghasilkan kapasitas air tawar yang lebih banyak.

### **3.2 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada Bulan Maret-September 2017 di Pesisir Pantai Desa Legung Barat kabupaten Sumenep. Pengambilan data diambil setiap 3 jam perhari selama delapan hari sekali mulai dari pukul 11.00 WIB sampai dengan 14:00 WIB dengan volume air laut sebagai masukan 3 liter perhari pada setiap alat destilasi.

### **3.3 Alat dan Bahan Penelitian**

#### **3.3.1 Alat Penelitian**

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, Gergaji, Gunting, Meteran, Penggaris, Penggaris siku, Palu, Mesin serut, Hygro meter, Lux meter, pH Meter, TDS meter, Timba, Gelas ukur, Termometer, Glue gun, Paralon, Kaca, Kayu, Paku, Serat fiber, Paralon, Lem kaca, Lem tembak.

### **3.4 Teknik Perancangan Alat**

#### **3.4.1 Destilator Atap Limas Segi 4A**

1. Dipotong kaca dengan bentuk segi tiga sebanyak empat buah dengan ukuran, tinggi (t) 107,5 cm, lebar (l) 80 cm .
2. Dirancang dan dibangun kaca menjadi bentuk limas segi empat sebagai atap destilator.
3. Dilem rancang bangun kaca limas segi empat dengan lem kaca.
4. Dipotong kayu dengan ukuran, panjang 84 cm, lebar 4 cm sebanyak empat potong.
5. Disusun kayu berbentuk kotak sebagai wadah air laut dengan ukuran sisi dalam 80 cm.
6. Ditempelkan serat fiber optik bergelombang berwarna hitam pada alas bagian dalam wadah.
7. Ditempelkan paralon saluran hasil penguapan pada sisi wadah limas.
8. Dirakit atap limas persegi empat dengan wadah air plat bergelombang.

#### **3.4.2 Destilator Atap Limas Segi 4B**

1. Dipotong kaca dengan bentuk segi tiga sebanyak empat buah dengan ukuran, tinggi (t) 89,5 cm, lebar (l) 80 cm .
2. Dirancang dan dibangun kaca menjadi bentuk limas segi empat sebagai atap destilator.
3. Dilem rancang bangun kaca limas segi empat dengan lem kaca.
4. Dipotong kayu dengan ukuran, panjang 84 cm, lebar 4 cm sebanyak empat potong.

5. Disusun kayu berbentuk kotak sebagai wadah air laut dengan ukuran sisi dalam 80 cm.
6. Ditempelkan serat fiber optik bergelombang berwarna hitam pada alas bagian dalam wadah.
7. Ditempelkan paralon saluran hasil penguapan pada sisi wadah limas.
8. Dirakit atap limas persegi empat dengan wadah air plat bergelombang.

#### **3.4.3 Destilator Atap Limas Segi 8A**

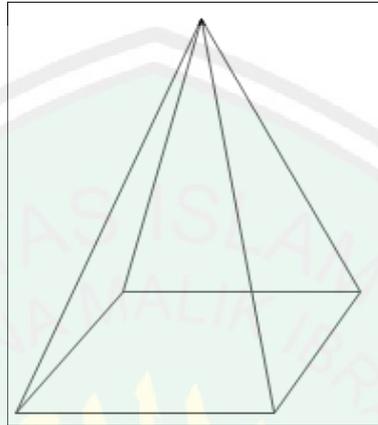
1. Dipotong kaca dengan bentuk segi tiga sebanyak delapan buah dengan ukuran, tinggi (t) 109,23 cm, lebar (l) 36 cm .
2. Dirancang dan dibangun kaca menjadi bentuk limas segi delapan sebagai atap destilator.
3. Dilem rancang bangun kaca limas segi empat dengan lem kaca.
4. Dipotong kayu dengan ukuran, panjang 38 cm, lebar 4 cm sebanyak delapan potong.
5. Disusun kayu berbentuk segi delapan sebagai wadah air laut dengan ukuran sisi dalam 36 cm.
6. Ditempelkan serat fiber optik bergelombang berwarna hitam pada alas bagian dalam wadah.
7. Ditempelkan paralon saluran hasil penguapan pada sisi wadah limas.
8. Dirakit atap limas persegi empat dengan wadah air plat bergelombang.

#### 3.4.4 Destilator Atap Limas Segi 8B

1. Dipotong kaca dengan bentuk segi tiga sebanyak delapan buah dengan ukuran, tinggi (t) 91,3 cm, lebar (l) 36 cm .
2. Dirancang dan dibangun kaca menjadi bentuk limas segi delapan sebagai atap destilator.
3. Dilem rancang bangun kaca limas segi empat dengan lem kaca.
4. Dipotong kayu dengan ukuran, panjang 38 cm, lebar 4 cm sebanyak delapan potong.
5. Disusun kayu berbentuk segi delapan sebagai wadah air laut dengan ukuran sisi dalam 36 cm.
6. Ditempelkan serat fiber optik bergelombang berwarna hitam pada alas bagian dalam wadah.
7. Ditempelkan paralon saluran hasil penguapan pada sisi wadah limas.
8. Dirakit atap limas persegi empat dengan wadah air plat bergelombang.

### 3.5 Desain Penelitian

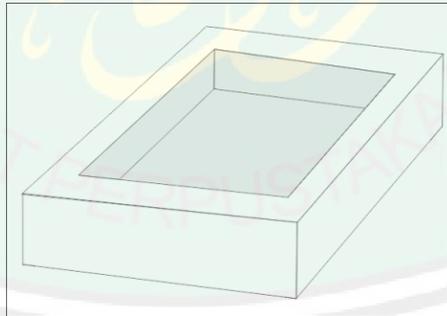
#### 3.5.1 Desain Destilator Atap Limas Segi 4A



Gambar 3.1 Skema atap destilator limas segi 4A

Keterangan:

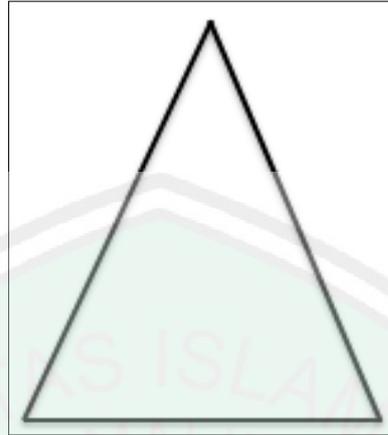
1. Tinggi (t) limas 100 cm
2. Lebar sisi limas (L) limas 80 cm
3. Luas alas =  $0,64 \text{ m}^2$
4. Luas permukaan =  $2,36 \text{ m}^2$
5. Sudut =  $21,8^\circ$



Gambar 3.2 Skema wadah air limas segi 4A

Keterangan:

1. Tinggi (t) = 4 cm
2. Lebar = 80 cm
3. Volume wadah air =  $25,600 \text{ cm}^3 / 25,6 \text{ L}$

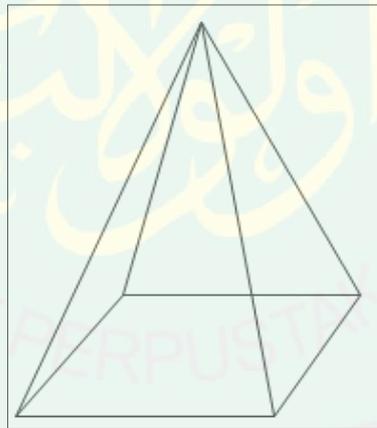


Gambar 3.3 Skema kaca limas segi 4A

Keterangan:

1. Tinggi (t) = 107,7 cm
2. Lebar (l) = 80 cm

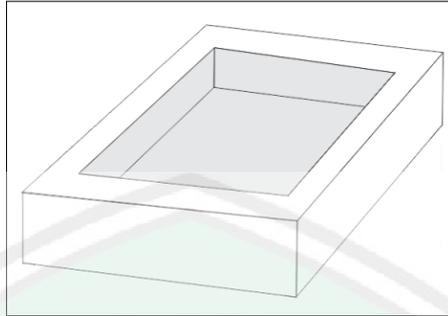
### 3.5.2 Desain Destilator Atap Limas Segi 4B



Gambar 3.4 Skema atap destilator limas segi 4B

Keterangan:

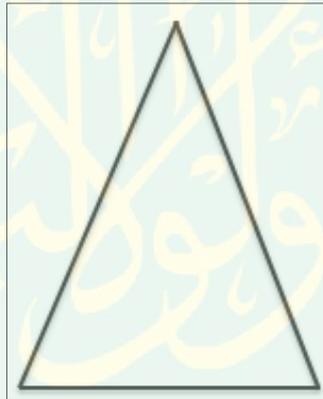
1. Tinggi (t) limas 80 cm
2. Lebar sisi limas (L) limas 80 cm
3. Luas alas =  $0,64 \text{ m}^2$
4. Luas permukaan =  $2,072 \text{ m}^2$
5. Sudut =  $26,5^\circ$



Gambar 3.5 Skema wadah air limas segi 4B

Keterangan:

1. Tinggi (t) = 4 cm
2. Lebar = 80 cm
3. Volume wadah air =  $25,600 \text{ cm}^3 / 25,6 \text{ L}$

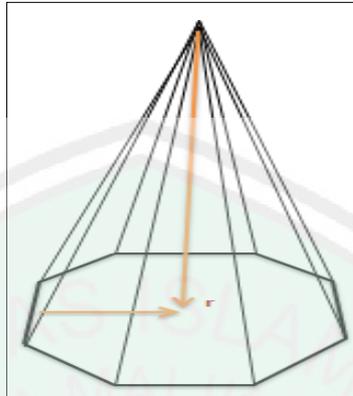


Gambar 3.6 Skema kaca limas segi 4B

Keterangan:

3. Tinggi (t) = 89,5 cm
4. Lebar (l) = 80 cm

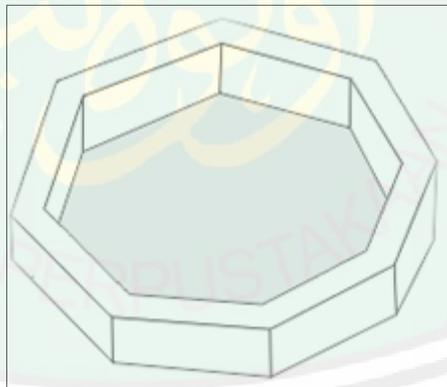
### 3.5.3 Desain Destilator Atap Limas Segi 8A



Gambar 3.7 Skema atap limas segi 8A

Keterangan:

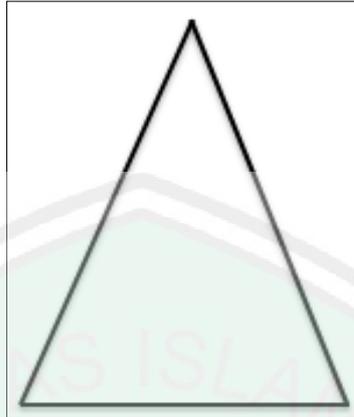
1. Tinggi limas = 100 cm
2. Lebar sisi = 36 cm
3. Luas alas = 0,64 m<sup>2</sup>
4. Luas permukaan = 2,2129 m<sup>2</sup>
5. Sudut = 23,72°



Gambar 3.8 Skema wadah limas segi 8A

Keterangan:

1. Tinggi (t) = 4 cm
2. Lebar sisi = 36 cm
3. Volume wadah air = 25,600 m<sup>3</sup> / 25,6 L

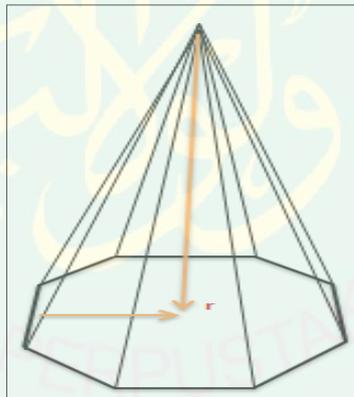


Gambar 3.9 Skema kaca segi 8A

Keterangan:

1. Tinggi ( $t$ ) = 109,2 cm
2. Lebar = 36 cm

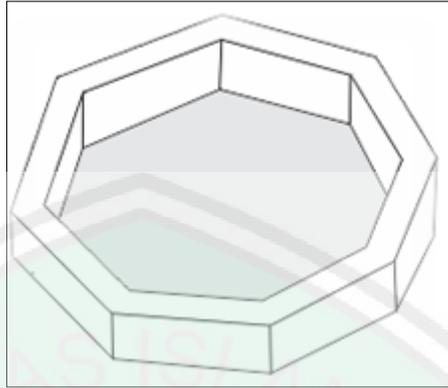
#### 3.5.4 Desain Destilator Atap Limas Segi 8B



Gambar 3.10 Skema atap limas segi 8B

Keterangan:

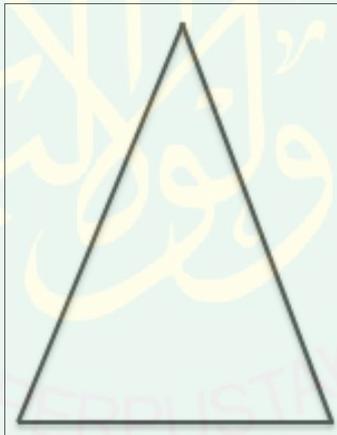
1. Tinggi limas = 80 cm
2. Lebar sisi = 36 cm
3. Luas alas = 0,64 m<sup>2</sup>
4. Luas permukaan = 1,955 m<sup>2</sup>
5. Sudut = 28,7°



Gambar 3.11 Skema wadah limas segi 8B

Keterangan:

1. Tinggi (t) = 4 cm
2. Lebar sisi = 33 cm
3. Volume wadah air = 25,600 m<sup>3</sup> / 25,6 L

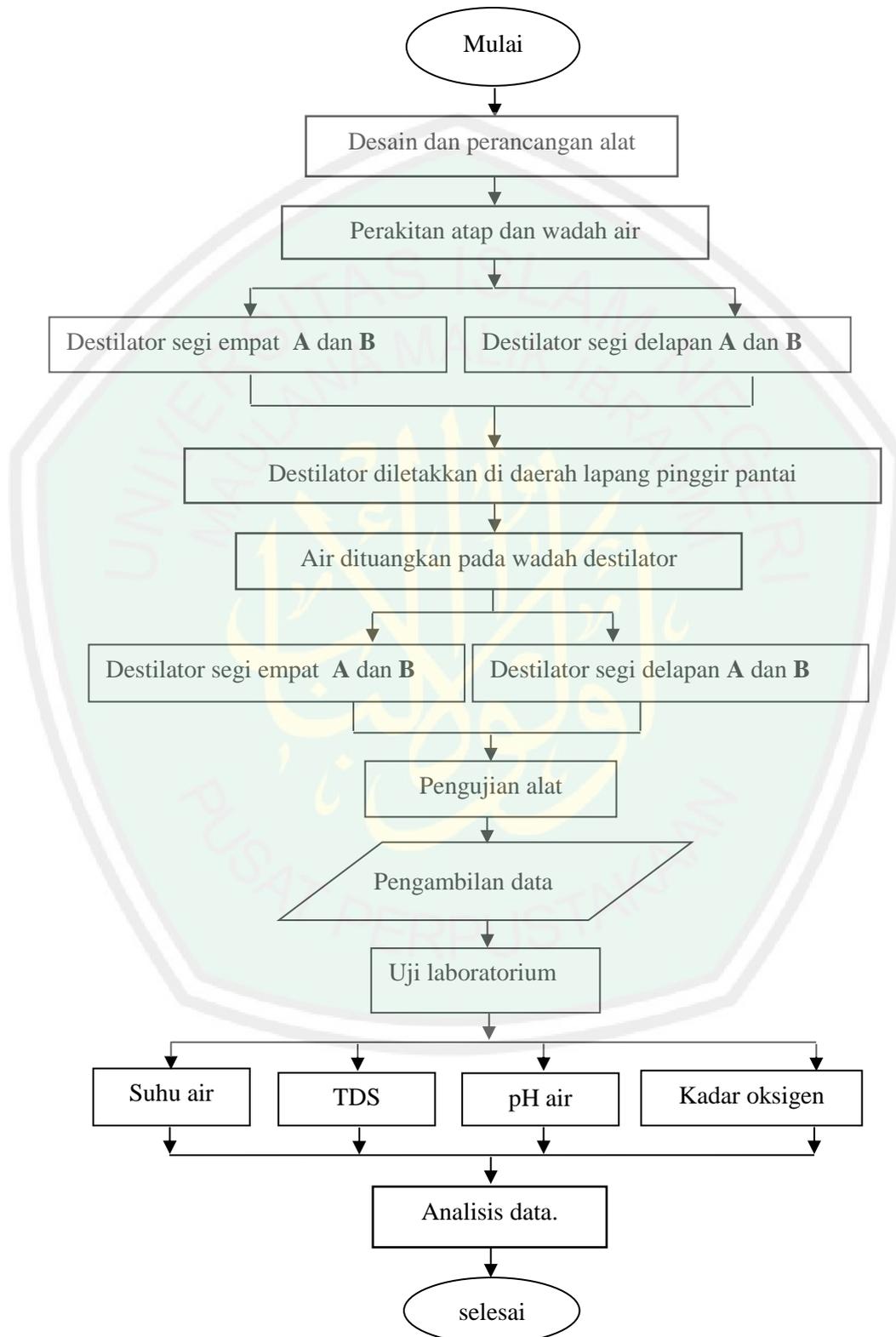


Gambar 3.12 Skema kaca segi 8B

Keterangan:

1. Tinggi (t) = 91,3 cm
2. Lebar = 36 cm

### 3.6 Diagram Alir Percobaan



Gambar 3.13 Diagram alir percobaan

### 3.7 Teknik Pengambilan Data

Teknik pengambilan data untuk menganalisis cara kerja destilator air laut tenaga surya menggunakan penyerap tipe bergelombang berbentuk limas dilakukan dengan cara merakit atap dan wadah air, kemudian dimasukkan air laut pada wadah penyerap tipe plat bergelombang. Variabel uji yang digunakan meliputi volume air laut sebagai masukan awal, suhu lingkungan, suhu di dalam ruang evaporasi, volume air tawar yang dihasilkan serta intensitas radiasi matahari.

Proses pengambilan data dilakukan dengan cara menjemur 3 liter air laut di dalam empat buah alat destilasi secara bersamaan dengan durasi waktu 3 jam per hari, dimulai dari pukul 11.00 WIB sampai dengan pukul 14:00 WIB dan pengambilan data selama delapan hari. Dan juga dilakukan uji laboratorium untuk mengetahui kualitas air tawar hasil destilasi, yang meliputi uji suhu air, uji TDS, uji kadar oksigen serta uji pH.

Tabel 3.1 Pengukuran hasil penelitian menggunakan destilator segi empat A.

Jam	Volume air laut	I (Lux)	Suhu lingkungan	Suhu ruang kaca	Volume air tawar
11.00-11.30					
11.30-12.00					
12.00-12.30					
12.30-13.00					
13.00-13.30					
13.30-14.00					

Tabel 3.2 Pengukuran hasil penelitian menggunakan destilator segi empat B.

Jam	Volume air laut	I (Lux)	Suhu lingkungan	Suhu ruang kaca	Volume air tawar
11.00-11.30					
11.30-12.00					
12.00-12.30					
12.30-13.00					
13.00-13.30					
13.30-14.00					

Tabel 3.3 Pengukuran hasil penelitian menggunakan destilator segi delapan A.

Jam	Volume air laut	I (Lux)	Suhu lingkungan	Suhu ruang kaca	Volume air tawar
11.00-11.30					
11.30-12.00					
12.00-12.30					
12.30-13.00					
13.00-13.30					
13.30-14.00					

Tabel 3.4 Pengukuran hasil penelitian menggunakan destilator segi delapan B.

Jam	Volume air laut	I (Lux)	Suhu lingkungan	Suhu ruang kaca	Volume air tawar
11.00-11.30					
11.30-12.00					
12.00-12.30					
12.30-13.00					
13.00-13.30					
13.30-14.00					

Tabel 3.5 Pengukuran hasil uji laboratorium air tawar.

Suhu air	TDS	pH	Kadar oksigen



## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **4.1 Prosedur Pengukuran**

Cara kerja alat destilasi seperti siklus proses terjadinya hujan, dimana pemanfaatan panas matahari dalam penguapan. Air laut di dalam alat destilasi dipanaskan sehingga terjadi perubahan suhu air laut dan terjadi penguapan, embun hasil penguapan mengalami kondensasi sehingga berubah bentuk menjadi cair.

Termo hygrometer digunakan untuk mengukur suhu ruang destilasi dan suhu lingkungan. Luxmeter digunakan untuk mengukur intensitas cahaya matahari. Dan dalam pengujian kualitas air menggunakan pH meter dan TDS meter.

### **4.2 Hasil Penelitian**

Telah dilakukan penelitian alat destilasi air laut dengan akuisisi data dilaksanakan pada Agustus-September 2017 di pesisir pantai Desa Legung Barat Kabupaten Sumenep. Proses pengambilan dilakukan selama 8 hari, data yang dihasilkan adalah kuantitas air tawar dan juga kualitas air tawar meliputi suhu, pH, TDS dan kadar oksigen air tawar yang dihasilkan. Penelitian dilakukan 3 jam setiap harinya, dimulai jam 11.00 WIB dan berakhir pada 14.00 WIB.

#### **4.2.1 Kuantitas Air Tawar**

Paremeter suhu yang diukur pada penelitian ini meliputi suhu lingkungan, suhu ruang kaca, dan intensitas. Suhu merupakan faktor eksternal yang

mempengaruhi produktivitas suatu alat destilasi air laut. Suhu lingkungan yang diukur dipengaruhi oleh kondisi cuaca, kelembaban relatif udara, dan wilayah atau kondisi geografis yang bersifat relatif dan tidak dapat dikendalikan.

Tabel 4.1 Tabel kuantitas air tawar hasil proses destilator limas segi 4A dan 8A

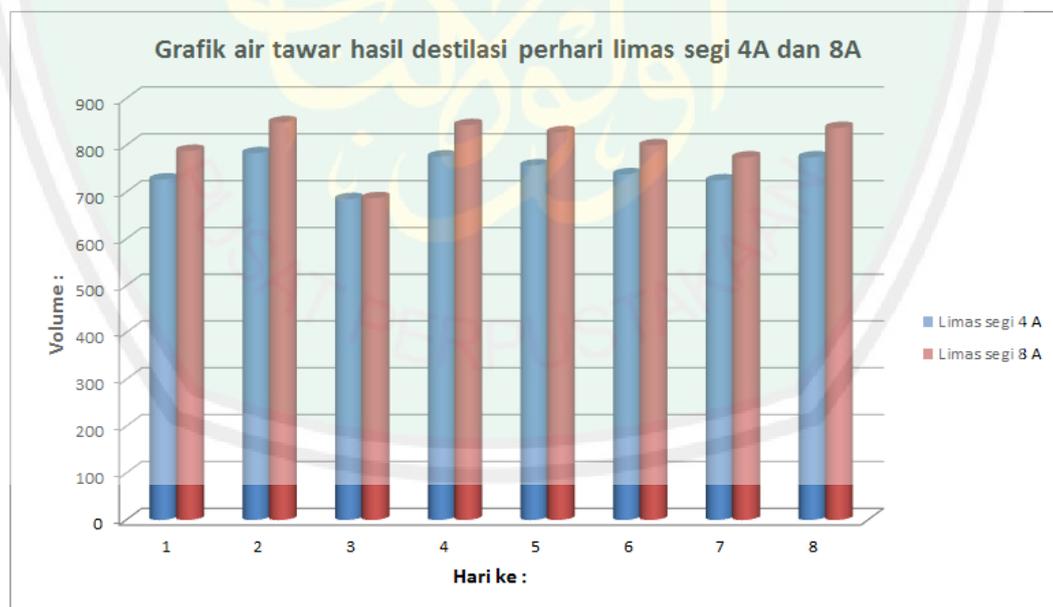
Hari ke-	Jumlah Air Tawar Hasil Proses Destilasi (mL)	
	Limas segi 4A	Limas segi 8A
1.	727	788
2.	783	849
3.	685	687
4.	776	843
5.	757	828
6.	738	800
7.	725	774
8.	774	837
Rata-rata	745.6	800.7

Tabel 4.2 Tabel kuantitas air tawar hasil proses destilator limas segi 4B dan 8B

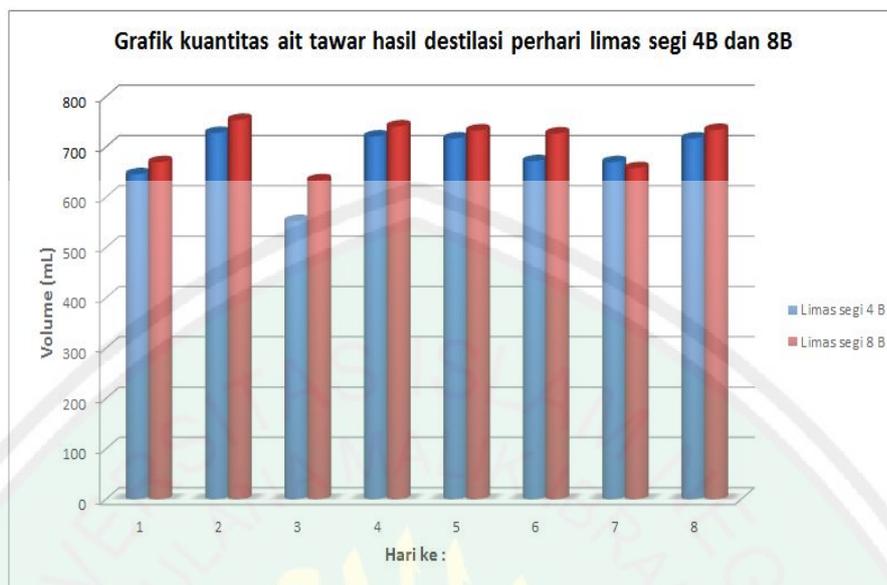
Hari ke	Jumlah Air Tawar Hasil Proses Destilasi (mL)	
	Limas segi 4 B	Limas segi 8 B
1.	646	670
2.	728	754
3.	553	634
4.	721	741
5.	717	733
6.	672	727
7.	670	658
8.	717	734
Rata-rata	678	706.3

Berdasarkan hasil percobaan selama delapan hari, maka dihasilkan rata-rata air tawar setiap harinya sebanyak 745,6 ml untuk destilator atap limas segi 4A, 800,7 ml untuk destilator atap limas segi 8A, dan 678 ml untuk destilator atap limas segi 4B, 706,3 untuk destilator atap limas segi 8B.

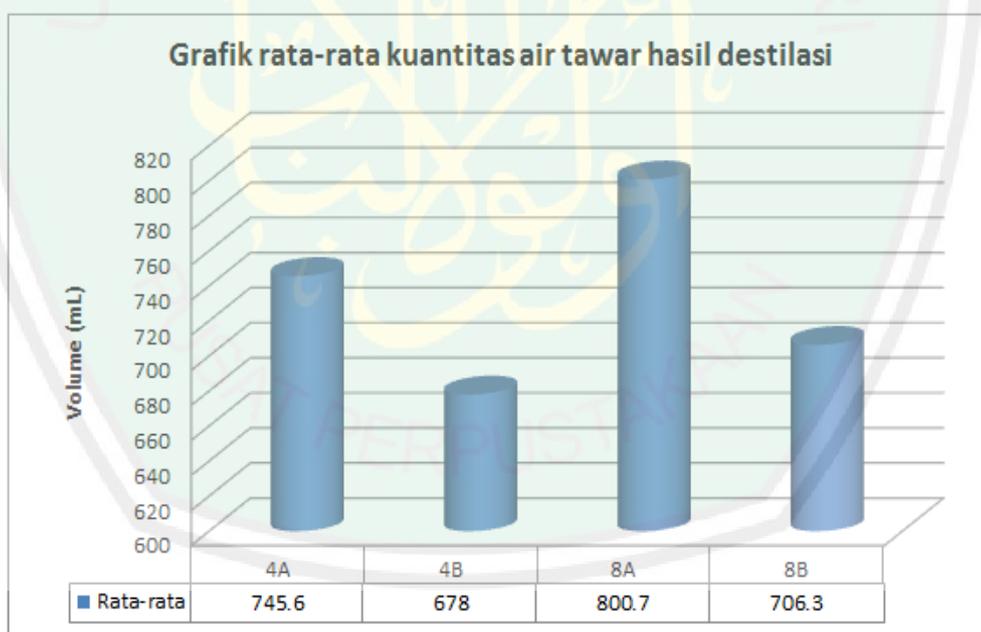
Air tawar yang dihasilkan disini merupakan uap dari air laut yang dijemur selama 3 jam dan uap air ditahan oleh kaca untuk kemudian dialirkan melalui pipa menuju wadah penampung air tawar. Banyaknya air tawar yang dihasilkan dari proses destilasi terendah terdapat pada hari ketiga, hal ini dikarenakan pada hari tersebut intensitas matahari relatif rendah dibandingkan dengan hari-hari yang lainnya.



Gambar 4.1 Grafik kuantitas air tawar hasil destilasi perhari limas segi 4A dan 8A



Gambar 4.2 Grafik kuantitas air tawar hasil destilasi perhari limas segi 4B dan 8B



Gambar 4.3 Grafik kuantitas rata-rata air tawar hasil proses destilasi

Kuantitas air yang dihasilkan dari proses destilasi dipengaruhi oleh proses penguapan dari air laut dalam ruangan evaporasi dan proses pengembunan yang terjadi di kaca penutup. Proses penguapan akan semakin baik apabila suhu air laut dalam ruangan evaporasi semakin tinggi. Semakin tinggi suhu suatu zat cair

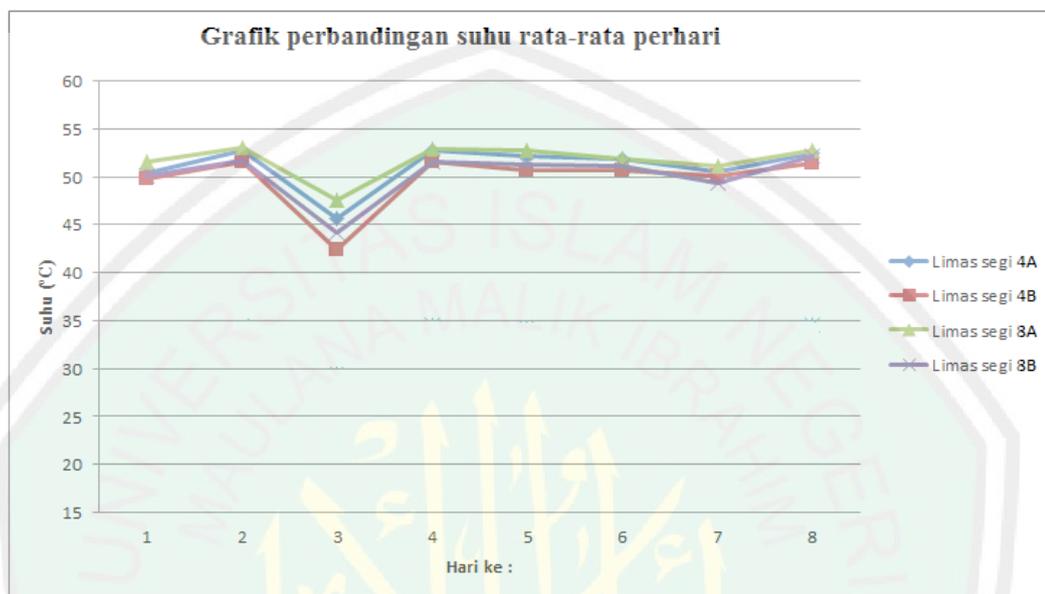
maka pergerakan molekul di dalamnya akan semakin cepat hingga terjadi tumbukan antar molekul yang akan menyebabkan semakin cepatnya proses perpindahan massa dari cairan ke gas (penguapan).

Tabel 4.3 Rata-rata suhu di dalam limas dan suhu lingkungan

Hari	Limas segi 4A (°C)	Limas segi 4B (°C)	Limas segi 8A (°C)	Limas segi 8B (°C)	Lingkungan (°C)
1.	50,4	49,8	51,5	50,1	33,6
2.	52,7	51,5	53,1	51,7	34,6
3.	45,7	42,4	47,5	44,2	30,7
4.	52,7	51,6	52,9	51,6	34,5
5.	52,2	50,7	52,7	51,3	34,2
6.	51,8	50,7	51,9	51,1	33,9
7.	50,6	50,1	51,1	49,4	33,7
8.	52,5	51,4	52,7	52,1	34,5
Rata-rata	50	49,7	51,6	50,1	33,7

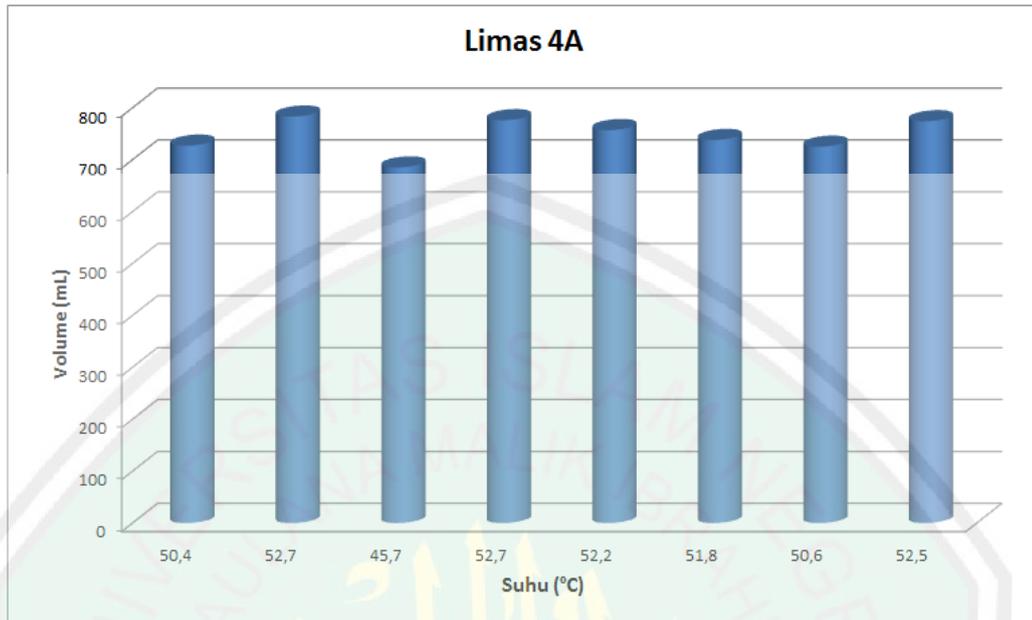
Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh nilai suhu yang berubah-ubah dipengaruhi oleh besarnya intensitas matahari setiap harinya. Suhu lingkungan yang terukur selama delapan hari berada pada interval antara 30-34 °C. Suhu lingkungan dan suhu di dalam ruang destilator nilainya berbanding lurus, ketika suhu lingkungan turun, maka suhu di dalam ruang destilator juga ikut turun. Hal ini disebabkan karena suhu ruang destilator dipengaruhi juga oleh suhu lingkungan. Pada penelitian ini diperoleh suhu di dalam ruang destilator pada kisaran 42-55 °C. Suhu air kurang berpengaruh langsung terhadap suhu

lingkungan dan suhu ruang kaca, hal ini disebabkan karena air merupakan penyimpan panas yang baik.



Gambar 4.4 Grafik suhu di dalam limas dan suhu lingkungan

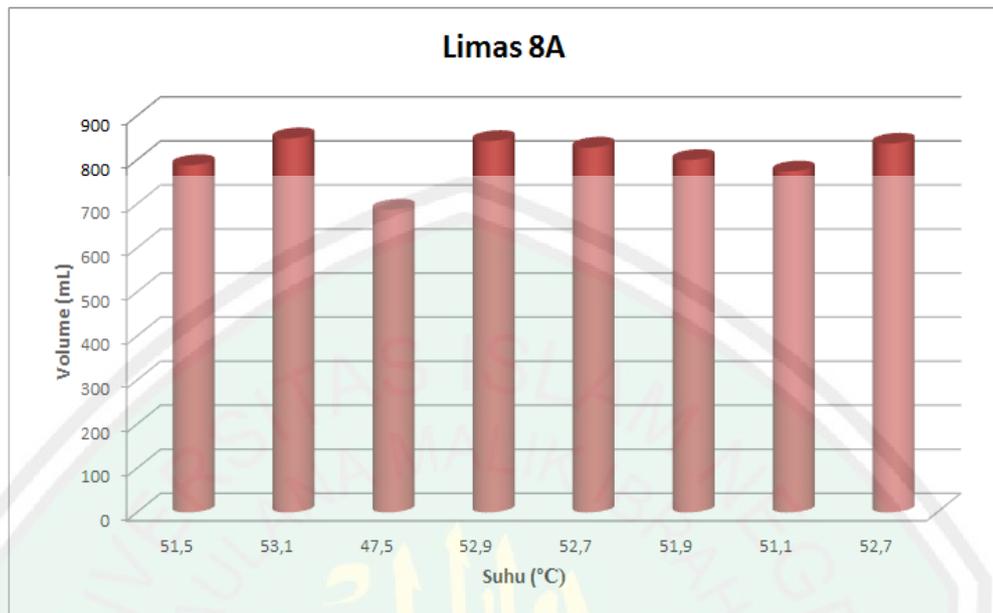
Suhu dalam ruangan evaporasi lebih tinggi dari suhu lingkungan disebabkan karena suatu fenomena yang sering disebut sebagai *green house effect* (efek rumah kaca). Wisnubroto (2004) menyatakan bahwa sinar matahari memiliki panjang gelombang ( $\lambda$ ) antara 0,15-4  $\mu\text{m}$ , dan hanya panjang gelombang antara 0,32-2  $\mu\text{m}$  yang mampu menembus kaca transparan dengan membawa energi panas. Ketika melewati kaca sinar matahari mengalami perubahan panjang gelombang dari 0,32-2  $\mu\text{m}$  menjadi 3-80  $\mu\text{m}$ . Akibatnya sinar matahari tidak dapat keluar dan terkurung di dalam ruangan evaporasi. Energi panas yang terbawa oleh sinar matahari tersebut akan terakumulasi sehingga suhu di dalam ruangan evaporasi akan meningkat.



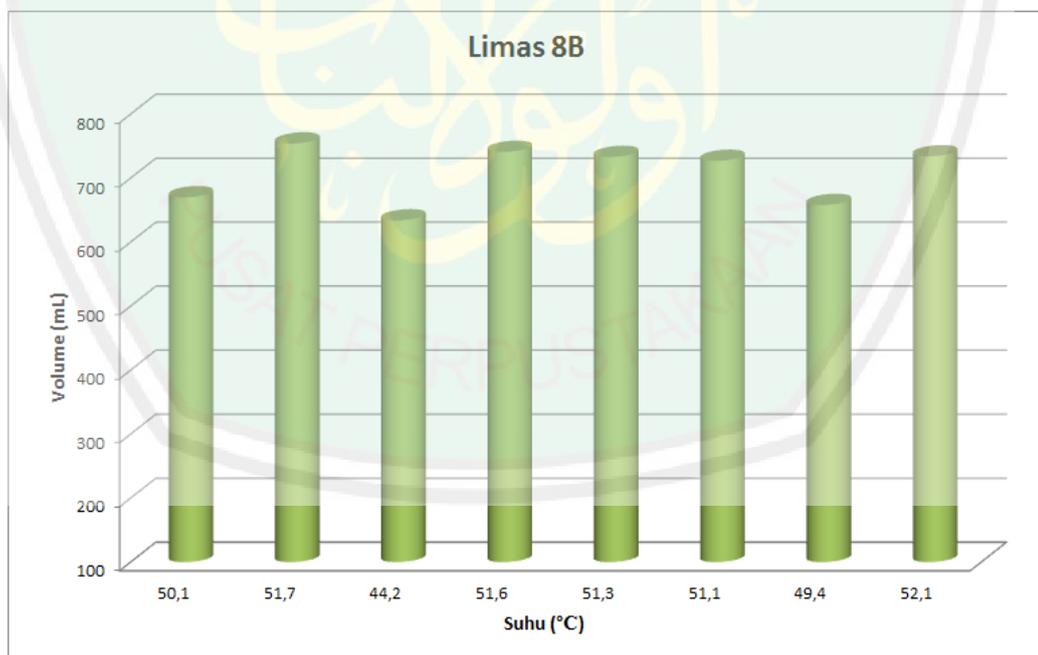
Gambar 4.5 Grafik perbandingan suhu dan kuantitas air tawar limas 4A



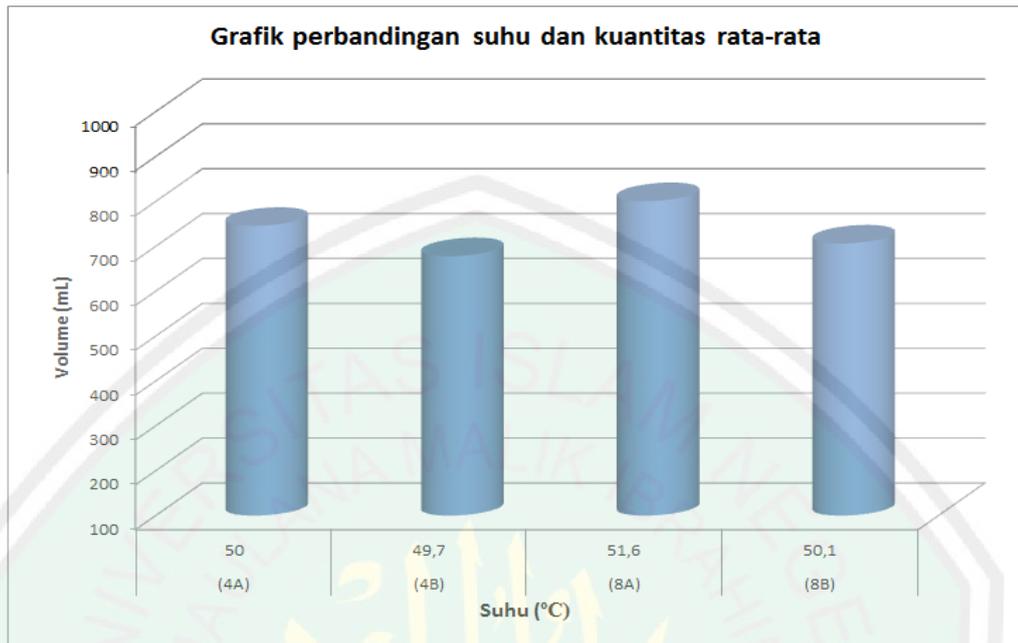
Gambar 4.6 Grafik perbandingan suhu dan kuantitas air tawar limas 4B



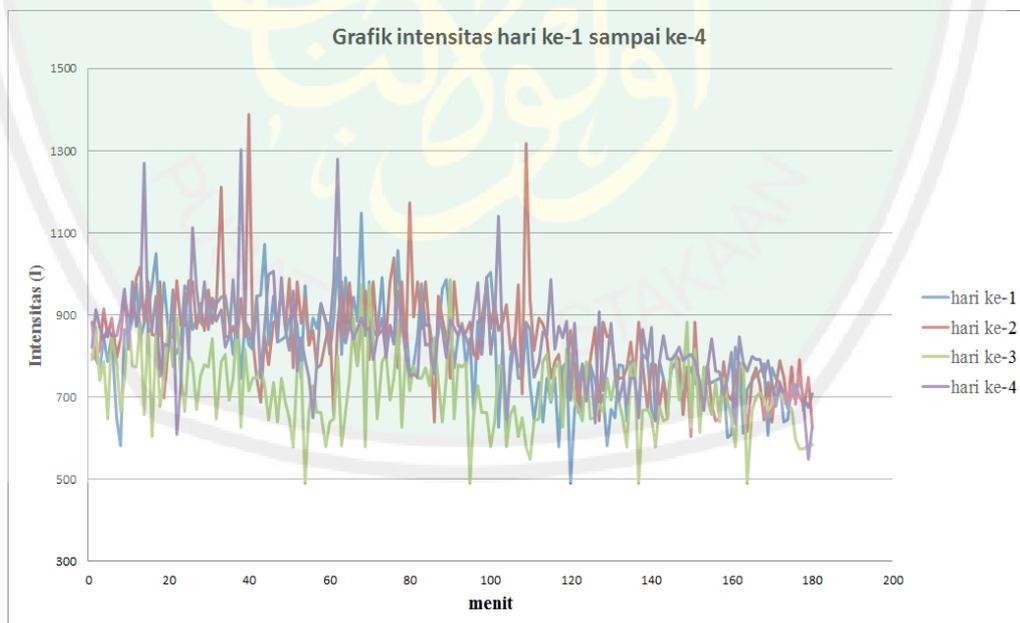
Gambar 4.7 Grafik perbandingan suhu dan kuantitas air tawar limas 8A



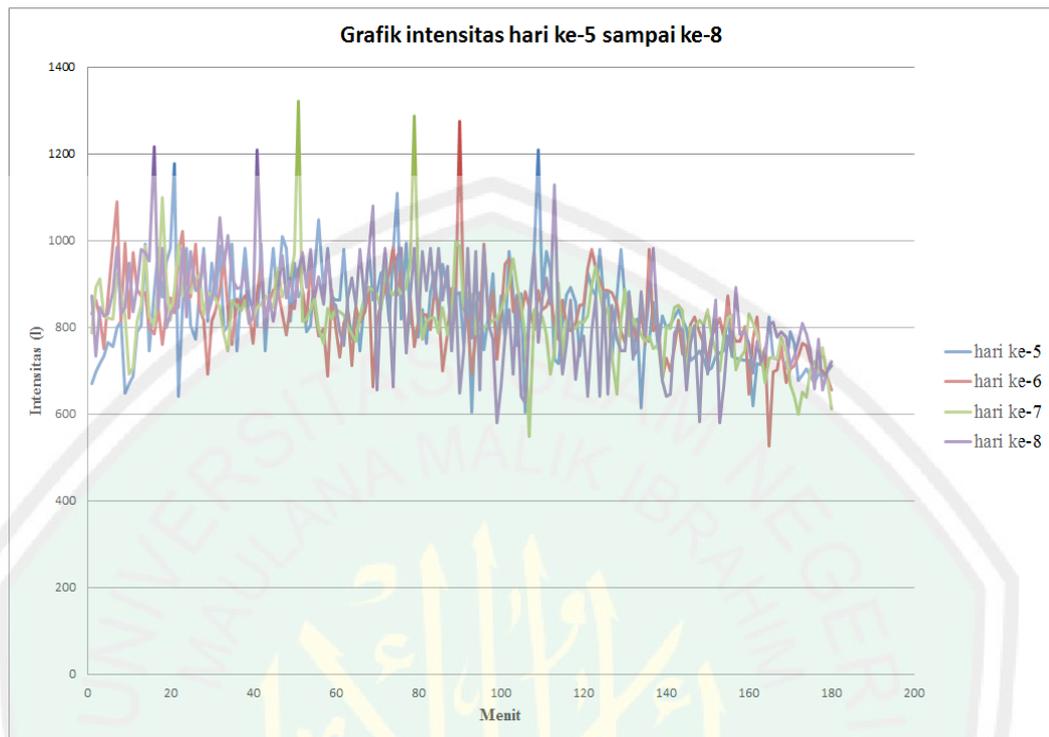
Gambar 4.8 Grafik perbandingan suhu dan kuantitas air tawar limas 8B



Gambar 4.9 Grafik perbandingan suhu dan kuantitas rata-rata air tawar



Gambar 4.10 Grafik intensitas hari ke-1 sampai ke-4



Gambar 4.11 Grafik intensitas hari ke-5 sampai ke-8

#### 4.2.2 Kualitas Air

Air laut merupakan air yang berasal dari laut, memiliki rasa asin, dan memiliki kadar garam (salinitas) yang tinggi.

Tabel 4.4 Tabel hasil uji Kualitas Air

Parameter	Hasil Pengukuran	Standar Konsumsi
Warna (TCU)	Tidak berwarna	15
Bau	Tidak berbau	Tidak berbau
Kadar Oksigen (ppm)	7,33	-
Suhu	26,9	-
pH	7,75	6,5 – 8,5
TDS mg/L	458,6	500

Peningkatan suhu mengakibatkan peningkatan viskositas, reaksi kimia, evaporasi, dan volatilisasi. Peningkatan suhu juga menyebabkan penurunan kelarutan gas dalam air, misalnya gas  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ ,  $CH_4$  dan sebagainya.

Temperatur air yang diharapkan adalah antara 10–15 °C. Penyimpangan terhadap ketetapan tersebut akan mengakibatkan (Effendi, 2003):

1. Air tidak terlalu disukai.
2. Meningkatnya tingkat toksisitas bahan kimia.
3. Pertumbuhan mikroba dalam air.

Nilai rata-rata pH sampel adalah 7,75. Batas pH optimum menurut Permenkes Nomor 42 tahun 2010 adalah antara 6,5 dan 8,5. Nilai pH yang lebih rendah dari 6,5 berarti bersifat lebih asam untuk dikonsumsi manusia dan bersifat korosif. Air yang bersifat asam dapat melepaskan logam dari pipa seperti tembaga (Cu), timah (Pb), dan seng (Zn) sehingga air akan mengandung ketiga logam tersebut. Air yang mengandung logam dapat menyebabkan masalah estetika seperti air yang berasa logam atau asam dan dapat menyebabkan masalah kesehatan seperti asidosis. Nilai yang lebih tinggi dari 8,5 berarti itu bersifat basa untuk dikonsumsi. Air minum yang bersifat basa tidak langsung menimbulkan masalah kesehatan tapi menyebabkan masalah estetika seperti rasa alkali, membuat kopi terasa pahit, dan menurunkan efisiensi pada pemanas air. pH mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia (Fardiaz, 1992).

*Total Dissolved Solid* (TDS) atau padatan terlarut total adalah bahan terlarut berdiameter  $< 10^{-6}$  mm dan koloid berdiameter  $10^{-6} - 10^{-3}$  mm yang berupa senyawa kimia dan bahan lain yang tidak tersaring pada kertas saring berdiameter 0,45  $\mu\text{m}$ . *Total Dissolved Solid* (TDS) biasanya disebabkan oleh bahan organik yang berupa ion-ion yang biasa ditemukan di perairan. Nilai *Total Dissolved*

*Solid* (TDS) perairan sangat dipengaruhi oleh pelapukan batuan, limpasan dari tanah dan pengaruh antropogenik berupa limbah domestik atau industri.

Berdasarkan data hasil pengamatan, air hasil proses destilasi memiliki nilai *Total Dissolved Solid* (TDS) sebesar 498,6. Apabila dibandingkan dengan standar baku mutu dari Permenkes RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990 yaitu maksimal 1500 mg/L. Untuk parameter yang diuji, air hasil destilasi sudah memenuhi standar untuk air yang dapat dikonsumsi.

Menurut Effendi 2003, besarnya kadar *Total Dissolved Solid* (TDS) dapat meningkatkan kadar kekeruhan. Kadar *Total Dissolved Solid* (TDS) air dalam kisaran antara 25–5000 mg/L. Kandungan *Total Dissolved Solid* (TDS) untuk air minum 500 mg/L. Konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) yang tinggi akan mempengaruhi rasa air.

#### 4.3 Pembahasan

Salah satu faktor yang mempengaruhi terhadap jumlah air hasil destilasi yaitu bentuk atap destilasi. Jika melihat hasil data kuantitas air tawar yang dihasilkan, dimana bentuk segi 8A lebih efektif dibandingkan dengan segi 4A, dan bentuk segi 8B juga lebih efisien dibandingkan segi 4B, hal ini disebabkan oleh bentuk atap limas, dimana limas segi delapan lebih banyak titik yang mendapatkan sinar radia matahari dibandingkan limas segi empat, sehingga menyebabkan suhu didalam ruang kaca limas segi delapan lebih tinggi dibandingkan limas segi empat.

Menurut Lakitan (2002), laju evaporasi di Indonesia terjadi secara bervariasi tergantung ketinggian tempat dan waktu. Kuantitas air hasil destilasi

pada penelitian ini belum maksimal sehingga masih dapat ditingkatkan lagi bila uji coba dilakukan pada musim kemarau. Kondisi sinar matahari yang maksimal akan mengakibatkan penguapan (uap air) yang maksimal. Uap air yang banyak akan menghasilkan embun atau air tawar yang banyak pula.

Prinsip kerja alat destilasi air laut tenaga surya adalah air laut yang berada dalam reservoir akan dialirkan menuju basin (penampung air di dalam alat destilasi) melalui pipa penghubung. Air laut yang berada dalam basin akan dipanaskan oleh radiasi matahari melalui media plat penyerap yang berada pada dasar basin. Air laut akan mengalami penguapan dan kemudian akan mengalami pengembunan pada kaca penutup bagian bawah. Hasil pengembunan berupa air tawar akan mengalir mengikuti kemiringan kaca penutup dan masuk ke kanal (saluran) yang selanjutnya akan ditampung dalam penampung air bersih.

Sumber panas yang paling mudah didapatkan dengan jumlah yang melimpah dan cuma-cuma adalah energi panas matahari. Energi surya merupakan hasil reaksi fusi nuklir dalam inti matahari. Radiasi ini selanjutnya merambat ke bumi melalui angkasa dalam bentuk energi yang disebut foton. Total energi yang dihasilkan matahari sebesar  $3,8 \times 10^{20}$  MW yang berarti sama dengan  $63 \text{ MW/m}^2$  energi yang dihasilkan permukaan matahari.

Faktor-faktor yang mempengaruhi penerimaan radiasi matahari di bumi antara lain (Ardiani, 2005):

1. Sudut datang sinar matahari, sinar datang tegak lurus memberikan energi sinar yang lebih besar dibanding yang datangnya condong, karena sinar

datang tegak lurus akan menyinari wilayah yang lebih sempit dibandingkan sinar yang condong.

2. Panjang hari, bergantung pada musim dan letak lintang suatu tempat.
3. Pengaruh atmosfer, kejernihan atmosfer memberikan energi radiasi yang kuat, semakin banyak bahan penyerap sinar di atmosfer energi radiasi semakin turun

Pemanfaatan energi matahari untuk kebutuhan sehari-hari sangatlah beragam, baik energi yang berbentuk panas dan juga sinar matahari. Adapun manfaat dari energi matahari ini banyak digunakan untuk fotosintesis buatan, listrik termal surya, pemanas surya, sistem pemanas air, mengeringkan pakaian dan masih banyak manfaat yang lainnya.

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).

Menurut Salvato 1972, menyatakan bahwa 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.

Pada proses pengembunan dipengaruhi oleh suhu pada ruang evaporasi. Semakin tinggi suhu ruang evaporasi maka proses pengembunan akan semakin cepat terjadi.

Pada proses penguapan air terjadi perubahan bentuk air dari bentuk cair menjadi bentuk gas, secara otomatis akan terjadi perubahan berat jenis dari air tersebut. Berat jenis air dalam bentuk uap akan lebih kecil dari berat jenis air dalam bentuk cair. Ketika terjadi penguapan air maka unsur-unsur penyusun air alam dan berbagai *impurities* (berupa unsur logam, garam, bahan padat, dan lain-lain) yang memiliki berat jenis lebih besar dari berat jenis uap akan tertinggal sebagai refinat atau residu.

#### 4.4 Air Dalam Al-Qur'an

Allah SWT berfirman dalam Surat al-Baqarah ayat 164:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِمَا يَنْفَع النَّاسَ وَمَا أَنْزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ مَّاءٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ وَتَصْرِيفِ الرِّيَّاحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ لآيَاتٍ لِقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

“*Sesungguhnya pada penciptaan langit dan bumi, pergantian malam dan siang, kapal yang berlayar di laut dengan (muatan) yang bermanfaat bagi manusia, apa yang diturunkan Allah dari langit berupa air, lalu dengan itu dihidupkan-Nya bumi setelah mati (kering), dan Dia tebarkan didalamnya bermacam-macam binatang-binatang, dan perkisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi, (semua itu) sungguh, merupakan tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang-orang yang mengerti*” (Q.S. al-Baqarah:164).

Dalam tafsir Jalalain *inna fii kholqissamaawaati wal ardhi* (sesungguhnya pada penciptaan langit dan bumi) yakni keajaiban-keajaiban yang terdapat pada keduanya, *wakhtilaafil-laili wan nahari* (serta pergantian malam dan siang) dengan datang dan pergi, bertambah dan berkurang, *walfulki* (serta perahu-perahu

atau kapal-kapal), *alatii tajri fil-bahri* (yang berlayar di lautan) tidak tenggelam dan tidak terpaku di dasar laut, *bimaa yanfa'una* (dengan membawa apa yang berguna bagi manusia) berupa barang dagangan dan angkutan, *wa maaa anzalallohu minas-samaaa'i mim maaa'* (dan apa yang diturunkan Allah dari langit berupa air) hujan, *fa-ahyaa bihil-ardho* (lalu dihidupkan bumi dengannya) yakni dengan tumbuhnya tanam-tanaman, *ba'da mautihaa* (setelah matinya) maksudnya setelah kering, *wa bassa fihaa ming kulli dabbah* (dan disebarkan di bumi itu segala jenis hewan) karena mereka berkembang biak dengan rumput-rumputan yang terdapat di atasnya, *wa tashriifir-riyaahi* (serta pengisaran angin) memindahkan ke utara atau ke selatan dan mengubahnya menjadi panas atau dingin, *was-sahaabil-musakhori* (dan awan yang dikendalikan) atas perintah Allah SWT, sehingga ia bertiup kemana dikehendakinya, *bainas-samaa'i wal-ardhi* (antara langit dan bumi) tanpa ada hubungan dan yang mempertalikan, *la'aayaat* (sungguh merupakan tanda-tanda) yang menunjukkan keesaan Allah SWT, *liqoumiy ya'qiluun* (bagi kaum yang memikirkan) serta merenungkan.

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian “Rancang Bangun Destilator Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Penyerap Tipe Bergelombang” dapat diuraikan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Bentuk desain destilator limas segi delapan lebih efektif dibandingkan destilator limas segi empat.
2. Kualitas air tawar meliputi suhu (26,9 °C), pH (7,75), TDS (498,6 mg/L), dan kadar oksigen (7,33). Mengacu pada PERMENKES NO 42 Tahun 2010. Air tawar hasil destilasi memenuhi syarat sebagai air yang layak untuk dikonsumsi.

### **5.2 Saran**

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, beberapa saran yang dapat penulis berikan untuk penelitian selanjutnya antara lain:

1. Sebaiknya untuk penelitian selanjutnya variasi bentuk atap destilator lebih diperbanyak untuk mendapatkan bentuk ideal yang digunakan.
2. Pertambahan dan perbaikan variabel pengukuran agar hasilnya lebih teliti lagi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, wiranto. 1995. *Teknologi Rekayasa Surya*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Cammack, R. 2006. *Oxford Dictionary of Biochemistry and Molecular Biology*. New York: Oxford University Press.
- Enger, E. D dan Bradley, S. 2009. *Environmental Science: A Study of Interrelationships*. New York: McGraw-Hill.
- Erlangga Ozisik M. Necati. 1985. *Heat Transfer a Basic Approach*. New York: Mc.Graw-Hill Book Company.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi air dan udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- Hardjasoemantri, K dan Abdurrahman. 2001. *Hukum dan lingkungan hidup di Indonesia*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Hasyim, I. 2006. *Siklus krisis di sekitar energi*. Jakarta: Proklamasi Pub. House. Michigan.
- Himran, Syukri. 2005. *Enargi Surya*. Depok: Bintang Lamumpatue, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Homig, H. E. 1978. *Seawater and Seawater Distillation*. California: Vulkan-Verlag University of California.
- Irianto, K. 2004. *Gizi dan Pola Hidup Sehat*. Bandung: Yrama Widya.
- Kodoatie, R. J. dan Roestam, S. 2010. *Tata ruang air*. Yogyakarta: Andi.
- Lakitan, B. 2004. *Dasar-dasar klimatologi*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Nanawi, G. 2001. *Kualias Air dan Kegunaannya di Bidang Pertanian*. Jakarta: Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan.
- Marsum, A. dan Widiyanto, A. 2004. *Efisiensi model destilator tenaga surya dalam memproduksi air tawar dari air laut*. Semarang: Poltekes Depkes RI.
- Meinawati, R. 2010. *Rancang Bangun Desalinator Air Laut Tipe Evaporasi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.



# LAMPIRAN

**Lampiran 1. Data intensitas matahari**

Waktu (Menit)	Intensitas (I)							
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke- 4	Hari ke-5	Hari ke-6	Hari ke-7	Hari ke-8
1	805	883	792	822	670	831	787	872
2	792	797	871	914	698	863	892	734
3	771	817	742	871	716	825	911	846
4	842	915	786	842	734	751	827	826
5	786	846	647	867	766	867	822	831
6	847	892	850	849	755	993	819	883
7	650	797	782	850	800	1090	924	984
8	582	842	664	892	814	813	883	832
9	864	947	747	964	649	995	827	845
10	847	886	892	817	670	821	692	948
11	892	905	776	982	688	973	708	837
12	976	992	774	873	791	888	814	895
13	844	1017	880	924	805	873	850	981
14	880	883	657	1270	992	880	987	973
15	910	982	877	860	747	800	827	953
16	977	851	605	867	883	786	805	1216
17	1050	850	850	945	982	843	890	840
18	850	982	679	750	871	760	1099	982
19	979	697	748	829	950	835	908	799
20	848	842	877	825	982	868	817	832
21	797	847	774	961	1177	834	884	845
22	810	983	892	610	642	970	992	847
23	834	875	757	732	847	1022	873	982
24	972	874	664	952	982	873	892	825
25	957	984	805	793	805	871	880	974
26	864	982	782	1112	774	993	912	884
27	885	867	671	964	884	841	922	892
28	882	928	750	887	982	817	830	967
29	871	862	780	982	814	692	880	828
30	920	962	774	864	949	814	874	862
31	940	880	842	940	870	840	862	923
32	927	920	647	885	988	885	847	1053
33	942	1212	786	912	791	956	786	940
34	947	848	805	821	805	843	747	1012
35	886	848	692	846	992	760	862	914
36	805	872	747	985	747	865	849	889
37	892	835	883	845	883	854	838	892
38	747	940	627	1303	982	873	863	935
39	883	846	817	885	871	834	810	810

40	827	1389	715	864	835	764	822	823
41	817	840	745	816	805	880	845	1209
42	945	746	745	945	992	945	852	940
43	947	689	772	745	747	825	872	796
44	1072	848	728	872	883	861	858	867
45	828	780	645	999	982	884	845	815
46	945	882	735	1005	871	892	935	872
47	835	884	640	835	1010	831	870	965
48	840	959	746	992	982	782	896	867
49	846	867	689	864	814	851	909	915
50	889	988	648	813	949	843	970	853
51	917	772	580	958	870	937	1321	928
52	875	982	774	764	888	885	814	972
53	745	880	784	845	791	815	820	892
54	972	940	492	792	805	940	842	980
55	828	827	667	747	932	847	867	870
56	892	862	728	650	1047	780	798	916
57	867	772	662	787	883	797	762	853
58	928	780	662	928	982	688	843	973
59	886	840	580	886	871	886	820	860
60	805	880	640	865	862	800	840	851
61	892	657	647	982	862	732	837	790
62	1040	877	801	1280	980	810	830	758
63	805	982	582	855	840	835	802	867
64	992	850	664	832	772	712	784	913
65	871	979	747	881	848	846	768	850
66	942	850	892	842	745	812	825	979
67	886	777	776	868	872	837	876	850
68	1147	891	974	892	980	892	890	977
69	850	957	580	864	862	664	888	1080
70	982	792	974	867	883	817	874	657
71	864	982	842	792	927	852	842	877
72	847	850	647	847	917	890	945	982
73	992	862	786	892	815	923	886	850
74	826	852	805	796	974	986	875	662
75	874	982	692	874	1109	874	892	962
76	830	1040	747	830	818	930	877	982
77	1057	772	883	957	995	757	893	740
78	877	982	627	877	813	867	955	872
79	885	805	817	805	792	755	1287	982
80	750	1174	715	750	777	815	895	805
81	779	894	777	755	842	829	772	974
82	848	982	745	748	762	828	815	884
83	977	867	745	927	883	795	822	982

84	876	982	772	827	927	887	821	867
85	874	862	728	830	817	850	788	982
86	792	640	845	757	947	699	845	862
87	857	946	735	897	892	788	783	940
88	964	889	640	864	786	890	820	746
89	985	848	746	797	874	850	996	889
90	882	747	987	888	880	1274	987	648
91	771	982	648	871	757	847	848	747
92	850	876	780	850	874	815	880	982
93	880	865	774	872	605	692	874	776
94	777	857	784	844	852	779	784	974
95	842	882	492	814	879	805	810	657
96	657	805	667	902	748	992	799	982
97	886	795	728	979	836	803	808	805
98	805	884	662	805	924	883	817	774
99	992	982	662	992	747	727	820	580
100	1003	867	580	803	873	824	842	662
101	883	928	640	883	776	945	867	780
102	627	862	776	1140	974	958	900	840
103	817	883	774	827	880	837	957	692
104	615	925	580	645	758	875	895	871
105	795	817	657	755	877	824	850	642
106	845	815	677	837	605	883	779	627
107	745	974	605	775	850	848	548	817
108	745	709	650	784	979	795	842	972
109	872	1318	579	883	1208	884	831	765
110	728	935	548	864	877	840	824	867
111	645	813	642	749	974	848	782	915
112	735	892	647	784	933	876	692	853
113	640	877	786	860	727	808	747	1128
114	746	842	805	851	717	772	903	805
115	689	747	692	986	815	864	727	692
116	748	786	771	818	874	804	817	762
117	580	805	783	872	892	792	805	862
118	774	692	627	844	857	809	797	680
119	784	762	817	884	735	851	811	762
120	492	862	805	692	840	853	812	780
121	667	780	692	879	926	937	826	640
122	728	662	671	728	889	980	897	792
123	662	780	642	782	872	937	940	871
124	762	740	786	691	980	907	882	642
125	780	792	647	780	862	885	825	882
126	740	871	650	637	883	886	847	647
127	678	642	682	907	727	881	732	850

128	705	882	664	715	872	853	646	772
129	582	847	747	786	980	791	819	745
130	671	850	692	881	862	765	887	745
131	650	772	746	753	883	872	780	872
132	780	745	689	691	727	800	821	735
133	777	745	648	735	818	768	804	747
134	642	772	580	683	615	839	782	883
135	786	835	774	746	774	761	767	782
136	747	747	784	747	769	980	781	871
137	650	883	492	650	857	792	750	982
138	805	782	667	865	751	807	760	780
139	792	671	671	792	826	683	677	677
140	671	782	650	871	800	728	802	642
141	642	780	580	642	807	700	797	647
142	786	677	677	786	824	753	846	786
143	747	742	642	850	842	817	851	805
144	687	647	647	795	818	738	838	792
145	765	786	786	792	797	735	674	657
146	784	805	805	801	725	807	800	764
147	747	792	692	823	731	823	797	805
148	692	657	747	788	745	788	817	582
149	775	764	883	800	726	764	805	805
150	771	605	627	805	700	725	841	692
151	733	882	817	789	707	781	781	762
152	725	671	615	736	734	800	745	862
153	734	750	774	667	741	822	700	580
154	734	780	692	777	746	777	780	662
155	736	677	657	843	836	873	821	780
156	740	642	735	763	735	790	829	740
157	745	647	640	762	730	769	703	892
158	742	786	746	706	727	769	730	785
159	602	705	689	745	723	801	745	792
160	609	692	648	808	723	646	832	763
161	822	747	580	636	620	774	810	696
162	775	783	774	848	717	823	785	767
163	612	727	784	785	714	716	739	722
164	717	617	492	763	716	753	674	741
165	741	745	667	800	824	526	729	807
166	753	772	700	791	732	698	732	811
167	764	728	711	792	727	703	728	778
168	782	645	696	749	734	759	777	791
169	607	735	668	788	707	673	741	778
170	772	640	684	737	789	705	669	712
171	745	726	721	678	764	712	642	735

172	735	789	710	734	677	733	600	767
173	640	748	687	711	690	762	650	810
174	645	680	681	673	704	758	638	785
175	735	774	672	702	687	722	705	745
176	690	684	598	732	674	697	721	658
177	746	792	574	700	693	708	698	773
178	700	667	574	684	687	700	753	655
179	674	748	581	549	700	683	677	701
180	708	625	584	632	711	655	613	722



**Lampiran 2. Foto peneliiian**









**BUKTI KONSULTASI SKRIPSI**

Nama : A. Miftahul Erfan  
NIM : 12640051  
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Fisika  
Judul Skripsi : Rancang Bangun Destilator Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Penyerap Tipe Bergelombang Berbentuk Limas  
Pembimbing I : Farid Samsu Hananto, M.T  
Pembimbing II : Drs. Abdul Basid, M.Si

No	Tanggal	HAL	Tanda Tangan
1	11 April 2017	Konsultasi Bab I, II, dan III	
2	23 Agustus 2017	Konsultasi Kajian Agama Bab I, II	
3	18 Oktober 2017	Konsultasi Bab I, II, III dan ACC	
4	24 Oktober 2017	Konsultasi Data dan Pengolahan Data	
5	27 Oktober 2017	Konsultasi Bab IV dan V	
6	28 Oktober 2017	Konsultasi Kajian Agama Bab IV	
7	31 Oktober 2017	Konsultasi IV, V dan ACC	
8	16 November 2017	Konsultasi revisi agama Bab I,II dan IV	
9	23 November 2017	Konsultasi Agama Bab I, II, IV dan ACC	
10	09 Desember 2017	Konsultasi semua Bab, Abstrak dan ACC	

Malang, 06 Januari 2017  
Mengetahui,  
Ketua Jurusan Fisika



Drs. Abdul Basid, M.Si  
NIP. 19650504 199003 1 003