

STUDI EKSPERIMEN ALAT DESTILASI TENAGA SURYA DI KELURAHAN WAY HUWI

Ahmad Fikri Ramadhan¹, Lathifa Putri Afisna², Ajeng Maharani³, Nabila
Ramadhanty⁴, Rabin Isak⁵, Wulan Ningsih⁶

^{1,2,4,5} Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknologi Produksi dan Industri,
Institut Teknologi Sumatera, Indonesia

^{3,6} Program Studi Fisika, Jurusan Sains, Institut Teknologi Sumatera, Indonesia
ahmad.118170045@student.itera.ac.id¹, putri.afisna@ms.itera.ac.id²,
ajeng.118110028@student.itera.ac.id³, wulan.118110012@student.itera.ac.id⁴,
nabila.118170084@student.itera.ac.id⁵, rabin118170058@student.itera.ac.id⁶

Abstract

Distillation is one of the processes of processing cloudy water into clean water. In principle, distillation is a simple way to get clean water through the process of distilling dirty water. In the distillation process, there are processes of heat transfer, evaporation, and condensation. In this experiment, a simple water distillation device will be made using tools and materials made of stainless steel, styrofoam 2, aluminum foil, black duct tape, clear duct tape, glass 28x34 cm. (3 mm thick), double type, scissors, cutter, ruler, and cloudy water. The test results were obtained by collecting data by drying the distillation apparatus which already contained a stainless steel basin filled with cloudy water in Way Huwi Village. Then the water is placed in the sun. Temperature and volume data retrieval is carried out from 08:00 to 17:00 WIB. From the experimental data, it can be seen that the efficiency of the tool at a volume of 1000 ml is 13.2%, at a volume of 500 ml it has an efficiency of 10.8%, and at a volume of 300 ml it has an efficiency of 10.3%. Then the thickness of the glass used as a cover also affects the efficiency of the air distillation apparatus, and the most efficient glass thickness is 3 mm. To get good data, a hot sun is needed. The hotter the sun's rays hitting the air distillation device, the faster the evaporation process and the more volume of distilled air.

Keywords: *distillation, condensation, evaporation, radiation, temperature, volume.*

1. Pendahuluan

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting dan diperlukan untuk menentukan keberlanjutan kehidupan seluruh makhluk hidup di muka bumi [1]. Air merupakan kebutuhan pokok untuk melangsungkan berbagai kegiatan, seperti keperluan rumah tangga, misalnya untuk minum, masak, mandi, mencuci, keperluan perdagangan, industri, pertanian dan peternakan, dan lain sebagainya [2].

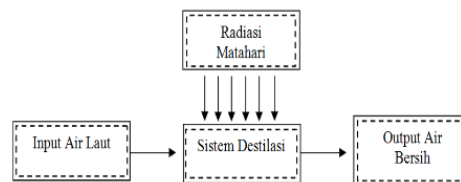
Permasalahan kebutuhan air bersih untuk keperluan sehari-hari menjadi tantangan utama dalam permasalahan dunia. Pemerintah Indonesia menetapkan standar air bersih pada peraturan menteri kesehatan Republik Indonesia nomor 32 tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, solusi per aqua, dan pemandian umum. Air yang sesuai untuk kebutuhan sanitasi yaitu air yang tidak berbau, tidak berasa, tidak keruh atau memiliki tingkat kekeruhan rendah. Selain itu air tersebut juga tidak mengandung bakteri E. coli serta mengandung kadar kimiawi rendah seperti PH, zat besi, deterjen, sianida, pestisida, rimbal, seng, dan lain-lain [3].

Di Indonesia, ancaman akan kekurangan air bersih selalu meningkat tiap tahunnya. Berdasarkan *World Resources Institute* (WRI) mengenai sumber daya air tawar yang dimiliki

oleh setiap negara di dunia, Indonesia menduduki peringkat ke-51 dengan tingkat krisis level resiko tinggi (*High 40-80% possibility*). Indonesia memiliki sedikitnya 5.590 sungai utama dan 65.017 anak sungai yang tersebar di nusantara, Indonesia dapat memanfaatkan jumlah air sungai yang banyak tersebut sebagai alternatif bahan baku pemenuhan kebutuhan air bersih bagi masyarakat [4].

Pengolahan air bersih merupakan suatu upaya teknis yang dapat dilakukan dengan meningkatkan kualitas mutu air sampai menjadi mutu yang diinginkan dengan tujuan agar lebih aman dipergunakan oleh masyarakat. Salah satu proses pengolahan air keruh menjadi air bersih disebut proses destilasi. Proses tersebut memanfaatkan energi termal matahari untuk membantu proses destilasi. Pada prinsipnya, destilasi merupakan cara sederhana untuk mendapatkan air bersih melalui proses penyulingan air kotor. Pada proses penyulingan terdapat proses perpindahan panas, penguapan, dan pengembunan. Perpindahan panas terjadi dari sumber panas menuju air kotor. Jika dipanaskan dengan terus-menerus akan terjadi proses penguapan. Uap tersebut jika bersentuhan dengan permukaan dingin maka akan terjadi proses kondensasi. Pada proses destilasi yang diambil hanyalah air kondensatnya, kuman, bakteri akan mati oleh proses pemanasan [5].

Perancangan alat destilasi yang memanfaatkan sumber energi matahari secara efisien dan memiliki harga yang terjangkau untuk masyarakat sangatlah diperlukan, terutama pada daerah yang kekurangan air bersih. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan membahas mengenai inovasi teknologi solar termal dengan mengoptimalkan pada aspek material dan desainnya. Destilasi (penyulingan) air laut telah dilaksanakan bertahun-tahun. Teknologi destilasi air untuk mendapatkan air tawar dari air kotor atau air asin intinya adalah menguapkan air kotor atau air laut dengan cara dipanaskan, yang kemudian uap air tersebut diembunkan sehingga didapatkan air tawar. Sumber panas yang digunakan berasal dari energi yang beragam, yaitu: gas, listrik, minyak, matahari, dan lain-lain [6].



Gambar 1. Sistem Destilasi Tenaga Surya [6].

Destilasi sederhana atau destilasi biasa adalah teknik pemisahan kimia untuk memisahkan dua atau lebih komponen yang memiliki perbedaan titik didih yang jauh. Suatu campuran dapat dipisahkan dengan destilasi untuk memperoleh senyawa murni. Senyawa yang terdapat dalam campuran akan menguap saat mencapai titiknya [7]. Pada proses destilasi terdapat energi berguna destilasi yang dibutuhkan untuk penguapan air kotor atau air laut yang menjadi air bersih. Persamaan energi berguna destilasi dapat menggunakan persamaan berikut:

$$Q_{u-d} = \frac{m_k \cdot h_{fg}}{t} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

m_k = produk air bersih perhari (kg)

h_{fg} = panas laten penguapan (kJ/kg)

t = lama pengujian (s)

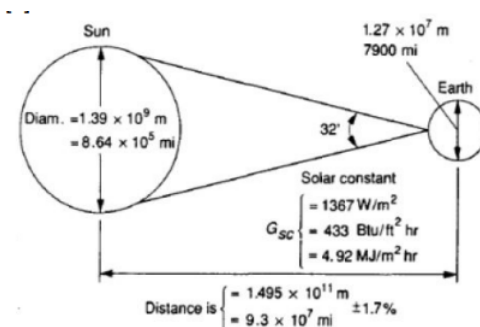
Efisiensi alat destilasi adalah perbandingan energi panas untuk menguapkan air kotor atau air laut yang menjadi produk air bersih terhadap besar radiasi matahari dalam selang waktu tertentu. Perhitungan efisiensi alat destilasi air kotor / air laut tenaga surya dapat digunakan persamaan:

$$\eta_d = \frac{m_k \cdot h_{fg}}{A_c \cdot I_T \cdot t} \times 100\% \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

m_k = total massa air kondensat (kg)
 h_{fg} = panas laten penguapan (kJ/kg)
 A_c = luas plat penyerap (m²)
 I_T = intensitas radiasi matahari (W/m²)
 t = lama waktu pengujian (s)

Bedasarkan hasil pengukuran astronomi didapatkan jarak rata-rata bumi dengan matahari adalah $1,495 \times 10^{11}$ m dengan sudut kecenderungan matahari 32°. Radiasi yang diemisikan oleh matahari dan ruang angkasa yang langsung ke bumi menghasilkan intensitas radiasi yang hampir konstan di luar atmosfer bumi. Konstanta matahari (G_{sc}) adalah energi air matahari per unit waktu yang diterima pada satu unit luasan permukaan yang tegak lurus arah radiasi matahari pada jarak rata-rata bumi dengan matahari di luar atmosfer. *World Radiation Center* (WRC) mengambil nilai konstanta matahari (G_{sc}) sebesar 1267 W/m² dengan ketidakpastian sebesar 1% [8].



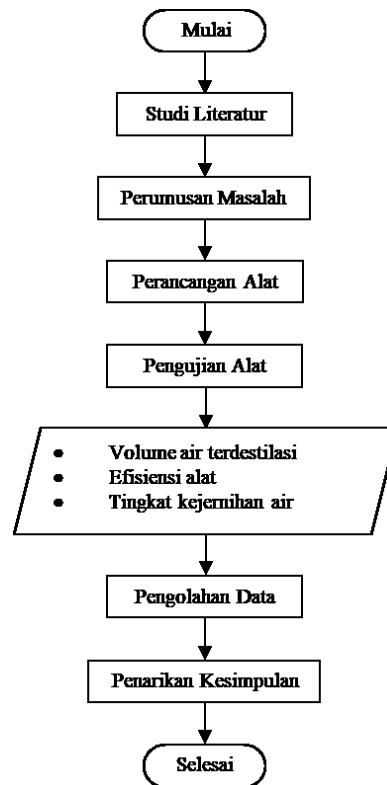
Gambar 2. Hubungan antara Bumi dan Matahari [8].

2. Metodologi Penelitian

Pengambilan data dilakukan selama 3 hari pada tanggal 23-25 April 2022, pada jam 08.00-17.00 WIB di Kelurahan Way Huwi, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Ketika pengambilan data kami menggunakan 3 variasi volume air keruh yang akan didestilasi yaitu 1000 mL, 800 mL, dan 300 mL. Pada variasi volume 1000 mL dilakukan pada 23 April 2022, variasi volume 800 ml pada 24 April 2022, dan variasi 300 mL pada 25 April 2022.

a. Diagram alir

Bedasarkan studi eksperimen yang telah dilakukan terdapat diagram alir sebagai berikut.



Gambar 3. Diagram alir studi eksperimen alat destilasi tenaga surya.

b. Alat hasil percobaan

Pada pembuatan alat destilasi air ada alat dan bahan yang digunakan yaitu baskom berbahan *stainless*, *styrofoam* 2 buah, alumunium foil, lakban hitam, lakban bening, kaca 28x34 cm (tebal 3 mm), *double tipe*, gunting, *cutter*, penggaris, termometer, TDS meter, gelas ukur, dan air keruh. Kemudian kami merangkai alat destilasi air seperti pada **Gambar 3**. Dimana pada bagian luar kami lapiisi lakban hitam dan pada bagian dalam dilapisi dengan alumunim foil yang kemudian dilapisi lagi dengan lakban bening agar tidak mudah robek. Selain itu juga pada baskom yang digunakan dilapisi lakban hitam agar dapat menyerap panas lebih cepat.



Gambar 4. Alat destilasi air hasil percobaan.

c. Prinsip kerja alat

Prinsip kerja alat yang kami buat adalah ketika air kotor/keruh yang kami jadikan sampel diletakkan pada baskom stainless steel yang sudah dicat berwarna hitam, kemudian

bagian atas ditutup oleh bahan transparan/tembus cahaya seperti kaca bening dengan kemiringan tertentu. Energi surya akan menembus kaca dan akan masuk kedalam ruangan tertutup dibawahnya, sehingga panas terkumpul dalam ruangan tersebut dan menyebabkan air didalamnya menguap. Uap yang terjadi mengembun pada bagian dalam dari penutup transparan karena ada perbedaan suhu dengan udara luar. Embun tersebut kemudian mengalir pada sepanjang permukaan penutup transparan dan ditampung oleh talang air pada ujung bawah penutup transparan.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada pengujian alat yang telah dilakukan memperoleh data sebagai berikut:

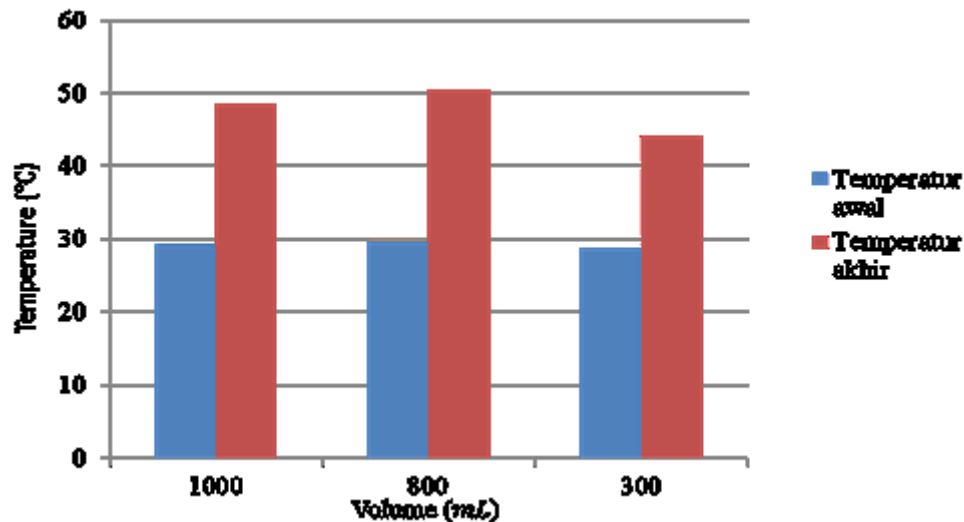
Tabel 1. Data Hasil Penelitian.

No.	Waktu (08.00 WIB- 17.00 WIB)	Volume Air Masuk (mL)	Temperatur Air Keruh (°C)		Temperatur Permukaan Wadah (°C)		Air Terdestilasi (mL)
			Masuk	Keluar	Awal	Akhir	
1	Jumat, 23 April 2022	1000	29,1	48,5	32,6	35,2	132
2	Sabtu, 24 April 2022	800	29,5	50,4	33,2	35,8	65
3	Minggu, 25 April 2022	300	28,8	44,1	33,5	34,6	31

Tabel 2. Data Air Terdestilasi.

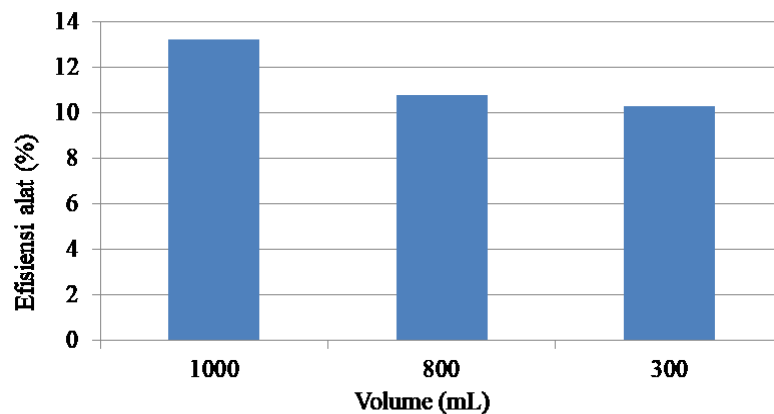
No.	Total Partikel Terlarut (mg/l)			Suhu Air Terdestilasi (°C)	Efisiensi Alat (%)
	Awal	Akhir	Hasil		
1	55	81	21	30,7	13,2%
2	50	72	24	30,8	10,8%
3	57	86	26	30,1	10,3%

Data diatas diperoleh ketika pengambilan data yang dilakukan dengan cara menjemur alat destilasi yang telah berisikan baskom berbahan *stainless* yang sudah diisi dengan air keruh. Kami melakukan pengambilan data di Kelurahan Way Huwi. Kemudian air tersebut diletakkan di bawah sinar matahari. Pengambilan data suhu dan volume dilakukan dari pukul 08:00 sampai dengan 17:00 WIB. Setelah 30 menit, embun mulai muncul pada permukaan kaca bagian dalam. Kami melakukan pengambilan data setiap satu jam sekali. Data yang kami ambil adalah suhu air yang didestilasi dan volume air yang terdestilasi. Suhu diukur menggunakan termometer digital dan volume air diukur dengan menggunakan gelas ukur. Untuk mengukur tingkat kejernihan air yang sudah terdestilasi kami menggunakan alat TDS meter .



Gambar 5. Grafik hubungan temperatur air keruh terhadap variasi volume yang digunakan pada pukul 08.00 WIB – 17.00 WIB selama 3 hari. (Sumber : Tabel 1. Data hasil percobaan.)

Pada gambar 5. dapat dilihat bahwa suhu ketika air keruh keluar dari alat destilasi itu berbeda-beda. Hal ini karena pengambilan data dilakukan pada hari yang berbeda pada setiap variasi volume. Sinar matahari sangat berpengaruh terhadap proses pengambilan data. Sinar matahari yang baik akan sangat membantu alat destilasi air bekerja dengan baik. Semakin panas sinar matahari yang mengenai alat destilasi air, maka proses penguapan akan lebih cepat dan volume air yang terdestilasi akan semakin banyak pula.



Gambar 6. Grafik hubungan efisiensi alat destilasi terhadap variasi volume yang digunakan pada pukul 08.00 WIB – 17.00 WIB selama 3 hari. (Sumber : Tabel 2. Data air yang terdestilasi.)

Dari gambar 6. tersebut, dapat dilihat bahwa efisiensi alat pada volume 1000 ml adalah 13,2%, pada volume 500 ml memiliki efisiensi alat 10,8%, dan pada volume 300 ml efisiensi alatnya 10,3 %. Efisiensi alat diperoleh dari hasil perhitungan dengan mengalikan total massa air kondensat dengan panas laten penguapan kemudian hasil tersebut dibagi dengan hasil perkalian luas plat penyerap dengan intensitas radiasi matahari dan lama waktu pengujian. Kemudian dapat disimpulkan bahwa variasi volume yang digunakan tidak mempengaruhi efisiensi dari alat destilasi air.

Kendala yang kami hadapi yang pertama adalah sulitnya mendapatkan sinar matahari yang terik, karena saat akan melakukan pengambilan data sedang musim penghujan sehingga kami harus menunggu hari yang sinar matahari terik. Kami sangat membutuhkan sinar matahari karena alat destilasi air yang kami buat ini berbasis tenaga surya. Jika tidak ada sinar matahari maka kami tidak dapat melakukan percobaan. Selain sinar matahari, ada dua bahan yang dapat membantu mempercepat proses penguapan yaitu aluminium foil dan lakban hitam. Pada bagian luar kami lapiasi dengan lakban hitam agar lebih cepat menyerap panas dan pada bagian dalam kami lapiasi aluminium foil agar dapat memantulkan panas yang ada di dalam alat destilasi.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari percobaan yang telah kami lakukan adalah : 1) Dari hasil pengujian yang telah dilakukan selama 3 hari pada jam 08.00-17.00 WIB, air yang terdestilasi pada variasi volume 1000 mL, 800 mL, dan 300 mL adalah 132 mL, 65 mL, dan 31 mL; 2) Efisiensi dari alat destilasi air pada variasi volume 1000 mL adalah 13,2 %, volume 800 mL adalah 10,8 %, dan pada volume 300 mL sebesar 10,3 %. Dimana dapat dilihat bahwa variasi volume yang digunakan tidak mempengaruhi efisiensi dari alat destilasi air; 3) Sinar matahari yang baik akan sangat membantu alat destilasi air bekerja dengan baik. Karena semakin panas sinar matahari yang mengenai alat destilasi air, maka proses penguapan akan lebih cepat dan volume air yang terdestilasi akan semakin banyak pula.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ambarwati, R. D. (2014). *Manfaat air bagi kehidupan manusia*. Artikel Lingkungan Hidup, 4(2), 1–6.
- [2] Mawardi. (2014). *Air Dan Masa Depan Kehidupan*. Tarjih: Jurnal Tarjih Dan Pengembangan Pemikiran Islam, 12(1), 131–141.
- [3] Safitri, R., 2020. *Ketahui Standar Baku Air Bersih di Rumah Anda – Adika Tirta Daya*. [online] Adika Tirta Daya. Available at: <https://adikatirtadaya.co.id/ketahu-standar-baku-air-bersih-di-rumah-anda/>
- [4] I Gede Yogi Dewantara, Budhi Muliawan Suyitno, I Gede Eka Lesmana. 2018. *Desalinasi Air Laut Berbasis Energi Surya Sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih*. Universitas Pancasila. Jurnal Teknik Mesin (JTM): Vol. 07, No. 1, Februari 2018.
- [5] Ketut Astawa, Made Sucipta, I Putu Gede Artha Negara. 2011. *Analisa Performansi Destilasi Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Penyerap Radiasi Surya Tipe Bergelombang Berbahan Dasar Beton*. Fakultas Teknik Universitas Udayana. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Vol. 5 No.1. April 2011 (7-13).
- [6] Abdullah, Sugeng. 2005. *Pemanfaatan Destilator Tenaga Surya (Solar Energy) Untuk memproduksi Air Tawar Dari Air Laut*. Laporan Penelitian Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- [7] Walangare. K.B.A., Lumenta. A.S.M., Wuwung. J.O., dan Sugiarto. B.A., 2013, “Rancang Bangun Alat Konversi Air Laut Menjadi Air Minum Dengan Proses Destilasi Sederhana Menggunakan Pemanas Elektrik”, Jurusan Teknik Elektro-FT. UNSRAT, Manado. e-Jurnal Teknik Elektro dan Komputer 2013 : 1-3.
- [8] Duffie John A., William A. Beckman. 2013. *Solar Engineering of Thermal Processes 4th*. John Wiley & Sons.