

Rancang Bangun Prototipe Desalinator Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Bersih Pada Desa Meurandeh Kecamatan Manyak Payed

Juni Prastika¹⁾, Eka Mutia²⁾, Ellida Novita Lydia³⁾

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Samudra Jl. Prof. Dr. Syarief Thayeb,
Meurandeh, Langsa

Email: juniprastika1998@gmail.com¹⁾, ekamutia@unsam.ac.id²⁾,
ellidanovita@unsam.ac.id³⁾

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v12i1.734>

(Received: January 20221 / Revised: February 2022 / Accepted: March 2022)

Abstrak

Desa Meurandeh, Kecamatan Manyak Payed, Kabupaten Aceh Tamiang yang berada didaerah pesisir mengakibatkan sulitnya mendapatkan air bersih. Air yang digunakan oleh masyarakat adalah air payau yang tidak layak dikonsumsi. Tujuan penelitian yaitu membuat model desalinator dengan tenaga surya dan mengetahui tingkat kualitas air. Maka diperlukan sistem pengolahan air payau menjadi air bersih dengan membuat model prototipe desalinator tenaga surya berukuran 100x100 cm, dengan skala 1:100 menggunakan metode desalinasi evaporasi. Dari pengujian destilasi diperoleh volume air yang kemudian dilakukan analisa debit aliran melalui lubang kecil yang menghasilkan debit nyata $Q = 7,838 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{dtk}$ pada hari ke-1 lebih kecil dari debit teoritis $Q_t = 7,4 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{dtk}$ yang disebabkan adanya pelepasan uap panas. Kualitas air hasil destilasi diperoleh warnanya jernih, tidak berasa, tidak berbau, dengan hasil pengujian alat TDS diperoleh nilai 21 Mg/l dan pH meternya 7,3 Mg/l, hasil tersebut sudah sesuai standar baku mutu sehingga airnya layak dikonsumsi.

Kata kunci: *Desalinasi, evaporasi, kualitas air, debit aliran lubang kecil*

Abstract

Meurandeh Village, Manyak Payed District, Aceh Tamiang Regency, which is located in a coastal area, makes it difficult to get clean water. The water used by the community is brackish water which is not suitable for consumption. The purpose of the research is to make a desalinator model with solar power and to determine the level of water quality. So we need a brackish water treatment system into clean water by making a prototype model of a solar desalinator measuring 100x100 cm, with a scale of 1:100 using the evaporation desalination method. From the distillation test, the volume of water was obtained which was then analyzed for flow through a small hole which resulted in a real discharge $Q = 7,838 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}$ on day 1 which was smaller than the theoretical discharge $Q_t = 7,4 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ due to the release of hot steam. The quality of the distilled water obtained is clear, tasteless, odorless, with the results of the TDS tool testing the value is 21 Mg/l and the pH meter is 7.3 Mg/l, these results are in accordance with quality standards so that the water is fit for consumption.

Keywords: *Desalination, evaporation, water quality, borehole flow rate*

1. Latar Belakang

Kebutuhan air bervariasi dan tergantung pada keadaan iklim, standar kehidupan, dan kebiasaan masyarakat (Estika, Suprihatin dan Yani, 2017). Menurut kebutuhan minum sendiri, di wilayah pedesaan memiliki kebutuhan sekitar 60 liter per kapita per harinya. Untuk kota dengan ukuran yang relatif kecil memiliki kebutuhan sekitar 90 liter per kapita per hari. Untuk kota dengan ukuran sedang membutuhkan sekitar 110 liter perhari, dan terakhir untuk kota metropolitan memiliki kebutuhan sekitar 150 liter per kapita per hari (Suheri, *et al.*, 2019).

Kebutuhan pokok minimal penggunaan air di Indonesia tergolong besar apabila dibandingkan dengan potensi ketersediaan air di Indonesia pada tahun 2020 yang diperkirakan tinggal 1200 m³/kapita/tahun dan hanya 35% yang layak dikelola, sehingga potensinya tinggal 400 m³/kapita/tahun (Estika, Suprihatin dan Yani, 2017). Berdasarkan angka tersebut, kekurangan air bersih akan terus menjadi ancaman di Indonesia. Kekurangan air bersih juga terjadi pada salah satu desa di Kabupaten Aceh Tamiang yang berada di daerah pesisir dan kepulauan yang dikelilinginya terdapat sungai dan lautan yang membentang.

Desa Meurandeh, Kecamatan Manyak Payed, Kabupaten Aceh Tamiang merupakan daerah yang mengalami krisis air bersih, dikarenakan desa tersebut berada pada wilayah pesisir. Ditambah lagi, daerah ini jauh dari mata air bersih dan di luar jangkauan PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum).

Bahan baku air yang digunakan oleh masyarakat Desa Meurandeh Kecamatan Manyak Payed adalah air yang berasal dari sumur bor dan sumur galian, namun air yang dihasilkan merupakan air payau dan masih mengandung zat besi yang pada dasarnya tidak layak untuk dikonsumsi (Kalsum *et al.*, 2021). Berdasarkan hasil survei di lokasi penelitian, masyarakat disana membutuhkan air yang langsung bisa diminum tanpa melewati tahapan pengolahan terlebih dahulu, dikarenakan bahan bakar yang mahal dan sulit didapat. Air yang dapat dikonsumsi langsung adalah air tawar yang memenuhi standar kualitas yang telah ditentukan (Kementerian Kesehatan RI, 2002). Dalam menanggapi permasalahan tersebut, maka diperlukan suatu metode untuk memisahkan air dengan kandungan garam sehingga diperoleh air murni yang dapat langsung dikonsumsi. Sehingga perlu dirancang suatu sistem pengolahan air payau menjadi air minum dengan biaya murah, efektif, dan hasil melimpah. Pada saat matahari terik, sistem ini juga dapat menghasilkan garam. Salah satu hal yang dapat dilakukan masyarakat pesisir pantai untuk mendapatkan air bersih, yaitu dengan metode desalinasi evaporasi. Desalinasi sendiri merupakan proses menghilangkan kadar garam berlebih dalam air untuk mendapatkan air yang dapat dikonsumsi juga dapat menghasilkan garam dapur sebagai hasil sampingannya, sedangkan evaporasi atau penguapan merupakan proses perubahan molekul di dalam keadaan cair dengan spontan menjadi gas (Syahri, 2011).

Indonesia terletak pada garis khatulistiwa dan memiliki dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Oleh karena itu Indonesia memiliki potensi sumber energi matahari yang cukup digunakan untuk memakmurkan masyarakat Indonesia sendiri. Berdasarkan potensi matahari di daerah Kabupaten Aceh Tamiang umumnya sangat menjanjikan untuk penerapan alat ini. Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan mampu menjawab permasalahan air bersih yang selama ini menjadi permasalahan masyarakat sekitar.

2. Metode Penelitian

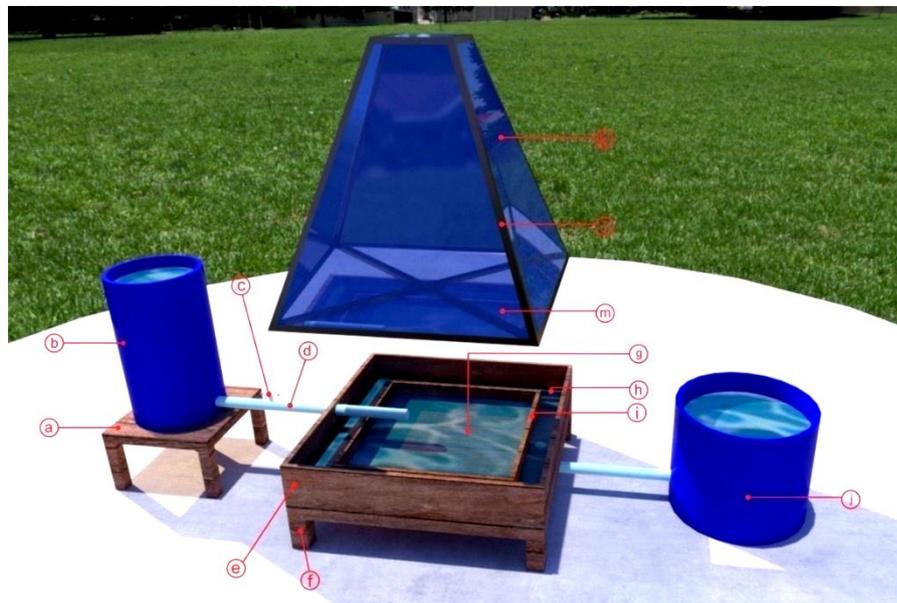
Lokasi wilayah penelitian adalah Desa Meurandeh Kecamatan Manyak Payed Kabupaten Aceh Tamiang, yang merupakan daerah pesisir. Daerah ini jauh dari mata air bersih dan di luar jangkauan PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum). Sehingga sehari-hari mereka mengkonsumsi air payau yang pada dasarnya tidak layak dikonsumsi.

Prosedur kerja yang akan dilakukan pada penelitian ini dibagi menjadi dua bagian yaitu:

a) **Prosedur pembuatan alat.**

Penelitian ini diawali dengan perancangan dan pembuatan alat. Prosedur ini dimulai dengan sebagai berikut:

- Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan dalam merangkai alat.
- Ilustrasi alat seperti pada sketsa berikut ini:



Gambar 1 Ilustrasi alat prototipe perspektif

Keterangan

- Sanggahan wadah
- Wadah penampung air payau
- Stop Kran
- Pipa
- Alat destilasi berbahan kayu dengan dimensi 100 x100 cm
- Kaki penyangga alat
- Tempat penampung air payau yang dilapasi aluminium foil
- Saluran air hasil evaporasi
- Pembatas air payau dan saluran air tawar
- Wadah penampung air tawar
- Dinding piramida berbahan kaca dengan ketebalan 5 mm
- Kerangka berbahan kayu

b) Prosedur kerja alat

Prosedur setelah pembuatan alat adalah proses pengambilan sampel untuk diteliti kualitas air yang dihasilkan. Prosedur pengambilan sampel pada penelitian ini adalah:

- Air payau yang masih mengandung garam serta mengandung zat besi yang dimasukkan kedalam wadah penampungan.
- Mengalirkan air payau ke wadah penyimpanan
- Dari wadah penyimpanan air payau, selanjutnya mengalirkan air payau ke alat destilasi untuk selanjutnya mengalami proses penyulingan melalui radiasi pancaran sinar matahari.
- Air hasil penyulingan adalah air bersih, yang selanjutnya di alirkan ke wadah penampungan air bersih.
- Mencatat hasil pengamatan pada tabel pengamatan.

c) Analisis Debit Aliran Melalui Lubang (Bambang Triatmojo, 1993) Rata-rata volume air pada hari ke-1

$$x = \frac{\sum Q}{n} \quad (1)$$

Luas lubang

$$a = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (0,0214)^2 d^2 \quad (2)$$

Koefisien kecepatan :

$$Cv = \frac{\sqrt{\frac{g \cdot x^2}{2 \cdot y}}}{\sqrt{2 \cdot g \cdot h}} = \sqrt{\frac{x^2}{4 \cdot y \cdot h}} \quad (3)$$

Debit teoritis,

$$Qt = a \cdot v \cdot t = A \cdot V = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad (4)$$

Koefisien debit,

$$Cd = \frac{Q}{Qt} \quad (5)$$

Oleh karena,

$$Cd = Cc \times Cv \quad (6)$$

$$Cc = \frac{Cd}{Cv} \quad (7)$$

3. Hasil dan Pembahasan.

Analisa ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik awal sampel air payau yang diambil dari Desa Meurandeh, Kecamatan Manyak Payed, Kabupaten Aceh Tamiang. Pengambilan sampel hanya di satu titik, yaitu di sumur bor Dusun Bangka Raya pada koordinat 4°26'54.7" N 98°06'03.3" E, yang bertujuan untuk mencegah tercampurnya zat yang terkandung di dalam sampel tersebut.

Kegiatan penelitian dilaksanakan pada Oktober 2021 di Gampong PB. Seuleumak, Kecamatan Langsa Baro, Kota Langsa pada koordinat 4°29'38.4" N 97°57'02.4" E.

Sebelum dilakukan penelitian, sampel dilakukan pengecekan karakteristik fisik yang ditentukan dari warna, bau, dan rasa. Kemudian dilakukan pengujian dengan menggunakan alat TDS dan PH meter pada sampel yang akan digunakan untuk penelitian. Adapun kondisi sampel air payau yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.

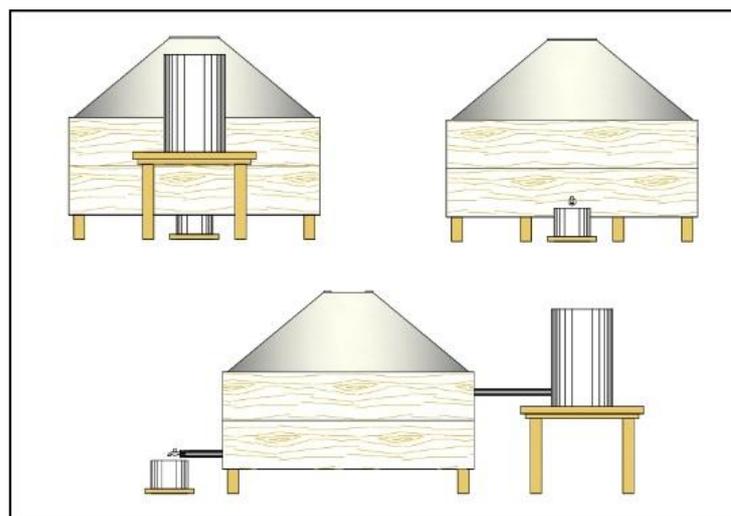


Gambar 2 Sampel air payau

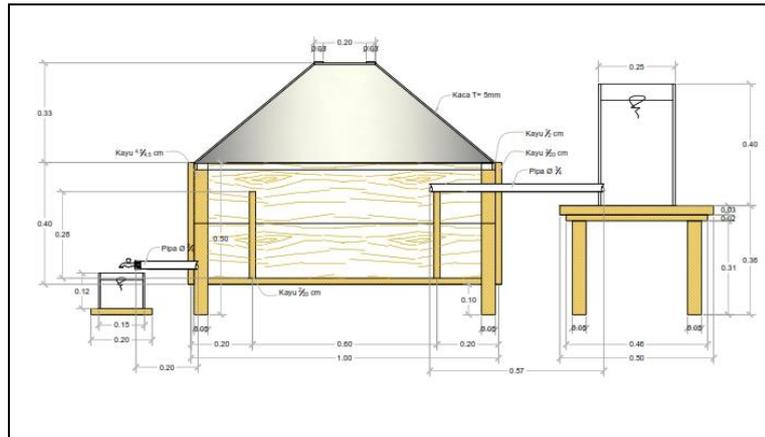
Adapun tahapan proses penelitian meliputi tahapan perancangan alat dan pembuatan alat adalah sebagai berikut:

a) Merancang alat desalinator

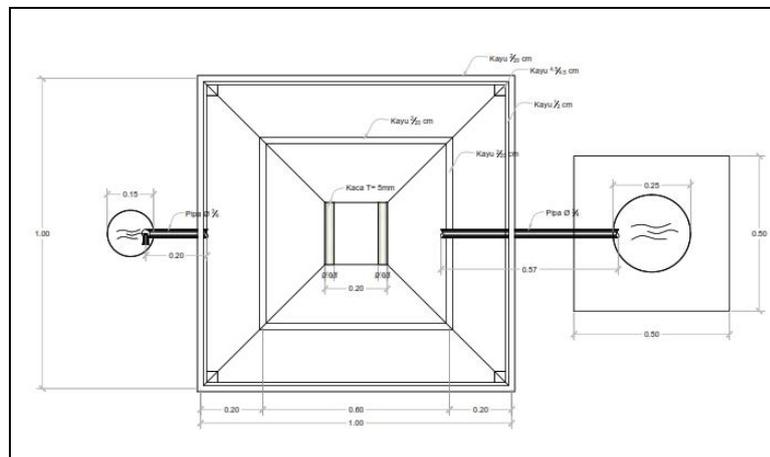
Perancangan alat desalinator merupakan tahapan yang paling awal dari penelitian ini. Gambar di desain 2D dengan skala gambar 1:10 berupa tampak depan, tampak samping, tampak belakang, detail dan potongan, yang dapat dilihat pada Gambar 3, Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 3 Tampak alat desalinator



Gambar 4 Potongan alat desalinator



Gambar 5 Detail alat desalinator

b) Membangun alat

Tahapan pembuatan alat terdiri dari beberapa proses, yakni diawali dengan proses pembuatan rangka kayu (stand piramida) sebagai rangka bawah dan rangka dudukan untuk wadah air payau.



Gambar 6 Prototipe desalinator

Proses pemasangan terpal yang terdiri dari dua lapisan, proses pemasangan aluminium foil, proses pemasangan plastik bening, proses pembuatan lubang dan pemasangan pipa serta penyambungan pipa pada pembuangan dan lubang untuk memasukkan sumber bahan baku air payau menuju wadah input air payau dan output air minum (air bersih), proses pemasangan kaca piramida dan pengeleman antara rangka kayu dengan kaca piramida. Adapun alat yang telah dibuat seperti diperlihatkan pada Gambar 6.

3.1. Prinsip Kerja Alat

Piramida air yang hanya mengandalkan tenaga matahari ini dapat mengubah air payau menjadi air tawar yang bisa langsung diminum. Prinsip kerja alat ini yaitu dengan energi panas yang diperoleh dari tenaga matahari, dikungkung dalam sebuah ruangan berbahan kaca dengan ketebalan 5 mm yang berbentuk piramida. Kemudian pada saat matahari mulai terik, suhu udara dalam ruangan kaca akan meningkat dan mengalami proses evaporasi di mana air akan menguap dan menempel pada dinding kaca piramida. Ketika suhu udara mulai turun maka uap air pada dinding kaca akan turun juga mengikuti gravitasi menuju ke saluran penampungan air tawar (air minum).

3.2. Proses Destilasi

Destilasi merupakan salah satu metode desalinasi. Proses destilasi pada penelitian ini memanfaatkan tenaga surya, maka diperlukan suhu yang tinggi dan waktu penyinaran matahari yang panjang. Proses pengambilan data dilakukan selama kurang lebih 4 hari. Data yang diperoleh dari penelitian yaitu berupa data volume air hasil evaporasi, data suhu, dan data hasil uji kualitas air dengan alat TDS dan PH meter.

Evaporasi merupakan proses menguapnya uap air akibat dari peningkatan suhu. Sehingga semakin tinggi suhu udara maka semakin banyak pula volume air yang akan menguap (Muh Said, 2010). Air yang telah menguap tersebut sudah tidak mengandung garam lagi, dan dapat langsung diminum.



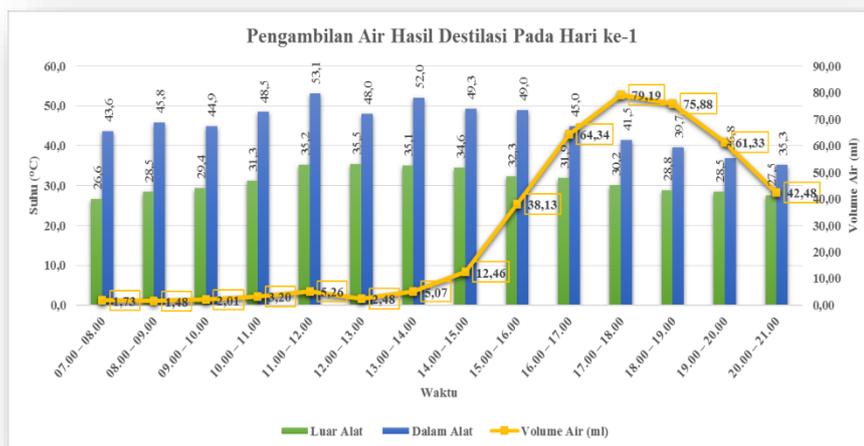
Gambar 7 Uap air hasil evaporasi

3.3 Pengambilan dan Analisa Data

Air yang telah diambil diangkat ke tempat penelitian dan dimasukkan kedalam penampungan wadah air payau sebanyak satu jerigen berukuran 30 liter. Dalam proses pengambilan data, dimulai dari pukul 07.00 WIB sampai dengan pukul 21.00 WIB dilakukan selama 4 hari. Pengecekan dilakukan perjam nya yaitu dicek suhu luar/lingkungan, suhu pada dalam alat, dan volume keluar air tawar (air minum).

Tabel 1 Pengambilan sampel pada hari ke-1

Waktu	Suhu (°C)		Volume Air (ml)	Volume Air (liter)
	Luar Alat	Dalam Alat		
07.00 – 08.00	26,6	43,6	1,73	0,0173
08.00 – 09.00	28,5	45,8	1,48	0,0148
09.00 – 10.00	29,4	44,9	2,01	0,0201
10.00 – 11.00	31,3	48,5	3,20	0,0320
11.00 – 12.00	35,2	53,1	5,26	0,0526
12.00 – 13.00	35,5	48,0	2,48	0,0248
13.00 – 14.00	35,1	52,0	5,07	0,0507
14.00 – 15.00	34,6	49,3	12,46	0,1246
15.00 – 16.00	32,3	49,0	38,13	0,3813
16.00 – 17.00	31,9	45,0	64,34	0,6434
17.00 – 18.00	30,2	41,5	79,19	0,7919
18.00 – 19.00	28,8	39,7	75,88	0,7588
19.00 – 20.00	28,5	36,8	61,33	0,6133
20.00 – 21.00	27,5	35,3	42,48	0,4248
Σ = Jumlah			395,04	3,9504
\bar{x} = Rata-rata			28,21714	0,28217



Gambar 8 Grafik pengambilan air hasil destilasi pada hari ke-1

Pada Tabel 1, dilakukan pengambilan sampel hari ke-1 persatu jamnya dalam keadaan cuaca sedang cerah. Volume air keluaran yang paling tinggi terjadi pada pukul 17.00-18.00 yaitu 0,7919 liter/jam, dengan total volume air keluaran yaitu sebanyak 3,9504 liter/hari dan rata-ratanya 0,28217 liter/jam.

Tabel 2. Perhitungan aliran melalui lubang

Hari ke-	Cv (m)	Qt (m ³ /detik)	Q (m ³ /detik)	Cd	Cc
1	0,016	0,0007473	$7,838 \times 10^{-8}$	0,00010	0,00653
2	0,016	0,0007473	$1,992 \times 10^{-8}$	0,00003	0,00166
3	0,016	0,0007473	$1,414 \times 10^{-8}$	0,00002	0,00118
4	0,016	0,0007473	$7,601 \times 10^{-8}$	0,00010	0,00633

3.4 Hasil uji kualitas air bersih

Berdasarkan hasil uji kualitas air, didapat hasil pengukuran kualitas air bersih yang dihasilkan dari desalinator layak untuk dikategorikan sebagai air bersih. Mutu air yang dihasilkan masih di dalam standar baku mutu air bersih berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan R.I Nomor 32 Tahun 2017. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengujian air payau menggunakan TDS dan pH meter

Parameter	Satuan	Hasil Pengukuran	Standar Baku Mutu
Warna	-	Jernih	< 50
Bau	-	Tidak berbau	Tidak berbau
Rasa	-	Tidak berasa	Tidak berasa
PH meter	Mg/l	7,3	6,5 – 8,5
TDS	Mg/l	21	< 1000

(Sumber: Kementerian Kesehatan RI, 2017)

3.5 Pembahasan

Pada penelitian yang dilakukan (Anas, 2014) dan (Syahri, 2011) memiliki perbedaan berupa dimensi ukuran alat dan tidak menggunakan penampung air hujan dan teknologi modern seperti pompa, tube tembaga dan pipa kapiler. Serta pada pengujian kualitas air hanya meninjau dari parameter fisik saja.

Adapun prinsip kerja alat desalinator yang dibuat ini mengandalkan tenaga matahari, semakin tinggi suhu yang dihasilkan sinar matahari maka semakin banyak pula air tawar yang dihasilkan. Prinsipnya seperti pada proses evaporasi yang terjadi di alam, dimulai dari air laut mengalami pemanasan dan menguap kemudian membentuk awan, saat terjadi penurunan suhu yang drastis membuat uap air tersebut berubah menjadi tetesan air hujan yang jatuh ke permukaan bumi.

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, penelitian ini belum dapat lebih baik dari segi efisiensinya. Hal ini dapat dilihat dari perbandingan dengan penemuan Anas pada tahun 2014, melakukan penelitian dengan alat destilasi berukuran 160 x 160 cm dan dapat menghasilkan 1750 liter/hr/m³ sedangkan pada penelitian ini paling banyak hanya dapat menghasilkan 3,9504 liter per 14 jam.

Berdasarkan penelitian (Aprizki *et al.*, 2018), penggunaan atap kaca dengan sudut 35° menghasilkan air lebih banyak dibandingkan dengan atap 30° dan 40° yaitu sebesar 320 ml. Disebabkan karena pada sudut kemiringan 30°, air pada dinding kaca akan jatuh lagi ke dalam penampung air payau, dan pada sudut 40°, cenderung lebih curam permukaan kacanya dibandingkan dengan dua tipe lain.

Dalam proses penguapan air didalam desalinator, semakin besar volume destilator maka air membutuhkan waktu lebih lama untuk menguap. Sehingga dalam penelitian ini yang menggunakan atap dengan sudut 40° kurang efisien dalam menghasilkan volume air yang banyak.

Alat ini dapat diaplikasikan pada daerah yang kesulitan air bersih seperti daerah kepulauan dan daerah pesisir. Alat yang dibuat ini dapat mengubah air laut dan payau menjadi air bersih dengan rasa tawar yang memanfaatkan tenaga matahari tanpa teknologi modern lainnya.

Kualitas air yang dihasilkan melalui proses destilasi menggunakan prototipe ini sudah memenuhi standar air minum pada umumnya. Akan tetapi pada kuantitas penggunaan alat ini masih belum mencukupi kebutuhan air perorangan dalam sehari. Sehingga pada penelitian yang selanjutnya agar dapat mencari inovasi yang lain agar menghasilkan debit air yang lebih banyak dan dengan biaya pembuatan yang lebih ekonomis dan efisien.

3 Kesimpulan dan Saran

3.2 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diuraikan beberapa kesimpulan, yaitu model perancangan prototipe desalinator dengan ukuran 100 x 100 cm, dan skala 1:100, merupakan salah satu alternatif pengolahan air payau menjadi air bersih (air minum) dengan bentuk piramida yang berbahan kaca dengan memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber tenaga alami.

Debit aliran melalui lubang yang telah dianalisa menghasilkan debit nyata Q sebesar $7,838 \times 10^{-8}$ m³/detik pada hari ke-1 dalam keadaan cuaca cerah, lebih kecil dari debit teoritis Q_t sebesar $7,4 \times 10^{-4}$ m³/detik, hal ini dapat disebabkan terjadinya pelepasan uap panas yang disebabkan oleh kurang rapatnya lapisan pada sisi piramida.

Kualitas air yang dihasilkan melalui proses destilasi dari prototipe diperoleh warna airnya jernih, tidak berasa, tidak berbau, dan hasil pengujian alat TDS didapat nilai 21 Mg/liter dan pH meternya 7,3 Mg/liter sehingga bisa disimpulkan air hasil destilasi menggunakan tenaga surya ini layak konsumsi.

3.3 Saran

Berdasarkan dari penelitian ini, diperlukan pengembangan lebih lanjut seperti pada kaca piramida lebih baik di desain ujung atasnya lancip agar butiran air yang telah menguap tidak kembali jatuh ke dalam kolam penampungan air payau, dan

pada bentuk atap piramida desalinator lebih banyak sisinya agar lebih banyak titik yang mendapatkan sinar radiasi matahari.

Kuantitas air hasil destilasi dalam penelitian ini belum maksimal karena masih terdapat beberapa titik pelepasan uap panas sehingga masih dapat ditingkatkan lagi untuk lapisan penutup sisi piramida dan alasnya serta uji coba baiknya dilakukan pada musim kemarau.

Mencari inovasi agar prototipe desalinator ini dapat bekerja lebih efektif, efisien dan lebih ekonomis untuk digunakan langsung ke masyarakat yang dapat menghasilkan kualitas dan kuantitas air yang lebih baik pula.

Daftar Kepustakaan

- Anas (2014) *Desain Alat Penjernihan Air Laut Menjadi Air Bersih dengan Tenaga Matahari*. Tersedia pada: <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/7541/1/Anas.pdf>.
- Aprizki, E. *et al.* (2018) “Analisis Pengaruh Kemiringan Sudut Atap Kaca Dan Penambahan Cermin Pada Alas Basin Terhadap Laju Penguapan Air Garam Dalam Destilator Tenaga Surya Influence Analysis From the Glass Roof Slope Angle and the Addition of Mirror To the Basin Base Towards Brin,” 5(3), hal. 5594–5601.
- Bambang Triatmojo (1993) *HIDRAULIKA 1*. Beta Offset.
- Estika, N. I., Suprihatin, S. dan Yani, M. (2017) “Analisis Dan Formulasi Strategi Ketersediaan Air Bersih Di Lokasi Transmigrasi (Studi Kasus: Kecamatan Lasalimu Selatan Kabupaten Buton),” *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 7(2), hal. 114–121. doi: 10.29244/jpsl.7.2.114-121.
- Kalsum, L. *et al.* (2021) “Pengolahan Air Payau Menjadi Air Bersih Menggunakan Metode Elektrokoagulasi Brackish Water Treatment To Clean Water Using Electrocoagulation Method,” *Jurnal Kinetika*, 12(01), hal. 1–8. Tersedia pada: <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index>.
- Kementerian Kesehatan RI (2002) “Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907 Tahun 2012 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum,” *Kemenkes RI*, hal. 1–21.
- Kementerian Kesehatan RI (2017) “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, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum,” *Peraturan Menteri kesehatan Republik Indonesia*, hal. 1–20.

- Muh said, I. (2010) “Rancang bangun alat pemurni air laut menjadi air minum menggunakan sistem piramida air (green house effect) bagi masyarakat pulau dan pesisir di kota makassar,” *Sains Dan Pendidikan Fisika*, 12(3), hal. 300–310.
- Suheri, A. *et al.* (2019) “Model Prediksi Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Jumlah Penduduk di Kawasan Perkotaan Sentul City,” *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 4(3), hal. 207–218. doi: 10.29244/jsil.4.3.207-218.
- Syahri, M. (2011) “Rancang Bangun Sistem Desalinasi Energi Surya Menggunakan Absorber Bentuk Separo Elip Melintang,” *Prosiding Seminar Teknik Kimia Kejuangan*.

Copyright (c) Juni Prastika, Eka Mutia, Ellida Novita Lydia