

Modifikasi Desalinator Tenaga Surya Berfilter

Desyana Olenka Margaretta^{1#}

¹ Tadris Fisika UIN Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung
Jl. Mayor Sujadi Timur No 46 Tulungagung, Jawa Timur, Indonesia
[#]e-mail: desymargaretta@gmail.com

Abstrak

Fakta bahwa Indonesia merupakan negara maritim dengan luas daratan 1.910.931,32 km² dan lautan 3.544.743,9 km². Sebesar 64,97% dari total wilayah Indonesia adalah perairan, namun masih banyak daerah yang kekurangan air bersih. Masalah pada beberapa wilayah saat musim kemarau juga terjadi di wilayah pesisir selatan Tulungagung. Potensi air laut perlu dimanfaatkan untuk upaya mengatasi kekurangan air di wilayah pesisir. Penelitian awal ini dilakukan untuk memurnikan air laut sehingga bisa menjadi tawar dan layak minum. Sebuah model *prototype* dari peneliti terdahulu dimodifikasi dan ditambahkan sejumlah bahan alam sebagai filter. Bahan alam ini memanfaatkan sumber daya lokal Tulungagung salah satunya limbah industri marmer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *prototype* yang dibuat menurunkan salinitas air laut dari 23‰ menjadi 0,167‰ atau mencapai 97%.

Kata kunci: desalinator, filter alam

Abstract

The fact that Indonesia is a maritime country with a land area of 1,910,931.32 km² and ocean 3,544,743.9 km². 64.97% of Indonesia's total area is water, but there are still many areas that lack clean water. Problems in some areas during the summer season also occur in the southern littoral region of Tulungagung. Potential seawater should be used for efforts to overcome water scarcity in local areas. We conducted preliminary research to purify seawater so it could become fresh and drinkable. A prototype model from previous researchers was modified and added a number of natural materials as filters. This natural material utilizes local Tulungagung resources, one of which is marble industry waste. The results showed that the prototype reduced the salinity of sea water from 23 ‰ to 0.167 ‰ or reached 97%.

Keywords: desalinator, nature filter

1. Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan utama bagi aktivitas makhluk hidup. Karena hampir semua aktivitas yang dilakukan memerlukan air. Indonesia negara maritim 64,97% dari wilayah Indonesia adalah perairan. Namun, faktanya banyak daerah di Indonesia masih kekurangan air bersih yang berdampak pada kurangnya kesejahteraan masyarakat [1].

Menurut PBB dan Bank Dunia yang dikutip dari CNN Indonesia menyatakan bahwa dunia akan menghadapi bahaya krisis air global, dimana 40 % populasi dunia akan mengalami krisis air parah. Bahkan sebagian negara-negara dunia sudah terjadi kekeringan. Indonesia merupakan salah satu negara terkaya dalam sumber daya air karena menyimpan 6% potensi air dunia. Tahun 2040 diprediksi jawa akan kehabisan sumber air disebabkan oleh perubahan iklim, penambahan jumlah penduduk yang

mengakibatkan alih fungsi lahan menjadi pemukiman[2].

Potensi air laut perlu dimanfaatkan untuk mengatasi masalah kekurangan air dikarenakan air laut sebagai bahan baku dengan jumlah melimpah di Indonesia. Desalinasi adalah salah satu metode yang dapat mengatasi hal tersebut[3].

Proses mendapatkan air tawar dari air laut dikenal dengan nama desalinasi. Proses desalinasi dapat dilakukan dengan beragam cara, baik menguapkan lalu mengembunkan, biasa disebut distilasi. Pada proses distilasi yang diambil adalah air kondensatnya. Air yang dihasilkan dari proses desalinasi bebas dari kuman dan bakteri sebab sudah mati pada proses pemanasan, sedangkan kotoran akan mengendap didasar basin [4]. Proses desalinasi dapat dilakukan dengan distilasi atau *reverse osmosis*. *Reverse osmosis* memisahkan air tawar dengan menggunakan perbedaan tekanan dan *semi permeable* membran. Pemilihan proses teknologi desalinasi didasarkan beberapa faktor, antara lain salinitas, kualitas air bersih yang diinginkan, sumber energi yang digunakan, dan faktor ekonomi [5]. Ada juga yang mendesalinasi air laut dengan proses penyulingan. Melalui proses ini terdapat proses perpindahan panas, penguapan, dan pengembunan. Jika air terus-menerus mengalami proses pemanasan maka akan terjadi penguapan pada air laut. Pada proses penguapan, mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti garam dan partikel lainnya akan tertinggal. Sedangkan uap air kemudian di dinginkan sehingga memperoleh embun-embun air yang tawar. Semakin tinggi radiasi surya yang dapat diserap oleh air laut menyebabkan suhu air laut semakin tinggi, maka pergerakan molekul didalamnya semakin cepat dan terjadi tumbukan antar molekul sehingga mempercepat proses penguapan energi yang bersumber dari sinar matahari. Energi surya terdapat di seluruh wilayah Indonesia yang menyinari hampir sepanjang tahun.

Tenaga surya merupakan sumber energi yang sangat potensial dikarenakan melimpahnya sinar matahari sehingga tidak perlu khawatir kehabisan

energi, sekaligus dapat menjadi energi alternatif jika krisis energi mulai melanda Indonesia. Tenaga surya (*solar energy*) adalah energi yang bersumber dari sinar matahari. Energi surya terdapat di seluruh wilayah Indonesia yang menyinari hampir sepanjang tahun. Tenaga surya merupakan sumber energi yang sangat potensial dikarenakan melimpahnya sinar matahari sehingga tidak perlu khawatir kehabisan energi, sekaligus dapat menjadi energi alternatif jika krisis energi mulai melanda Indonesia [6]. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Erfan (2017)[6], membuat sebuah rancang bangun *prototype* destilator yang memanfaatkan sinar matahari berbentuk limas segi empat dan limas segi delapan. Hasil dari perbandingan dua bentuk tersebut memperlihatkan bahwa *prototype* destilator dengan segi delapan memiliki kemampuan desalinasi air laut yang lebih baik.

Proses filtrasi yakni proses pemisahan antara padatan yang tersuspensi dengan cairan maupun dari proses sebelumnya seperti koagulasi. Filtrasi memerlukan media filter yang berfungsi menyaring air. Media filter paling sederhana adalah pasir. Catatan tertulis oleh Baker [7], merupakan catatan awal pengolahan air pada tahun 4000 SM menyebutkan filtrasi air menggunakan pasir dan kerikil. Disebutkan pula dalam penelitian Tjokrokusumo [8], air baku dapat langsung disaring dengan saringan dari pasir kasar untuk pengolahan air baku yang tidak memerlukan koagulasi. Saringan kasar dapat menahan suspensi material dengan penetrasi partikel cukup dalam, sehingga air dapat terpisah dari pengotor.

Sabut kelapa merupakan salah satu alternatif filter yang merupakan bahan murah dan mudah di dapat di Tulungagung, karena wilayahnya banyak ditemukan kebun kelapa. Sabut kelapa pernah diteliti sebagai biosorben dan bioakumulator logam berat, dikarenakan memiliki material dinding sel sebagai sumber pengikatan logam yang tinggi dan juga biomassa [10].

Filter dengan media butiran batu marmer ($\text{CaCO}_3, \text{CaO}$) adalah teknologi pengolahan air memiliki fungsi sebagai penghilangan besi dan

mangan. Penggunaan batu marmer ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{CaO}$) sebagai media filter ini didasarkan pada penelitian yang ada bahwa batu marmer dapat menurunkan kadar Fe dan Mn dalam air melalui proses pertukaran ion yang terjadi pada permukaan media marmer sehingga Fe dan Mn terlarut yang bereaksi dengan permukaan batu marmer akan berubah menjadi bentuk endapan [11]

Tawas atau *Aluminium Sulfat* merupakan penjernih air yang banyak dijual di toko kimia. Ketika dalam air, tawas akan terurai menjadi Al^{3+} dan akan mengikat koloid yang bermuatan negatif sehingga koloid akan terendapkan. Menurut Tamzil Aziz, dkk [13], menyatakan bahwa penambahan tawas hingga 100 ppm, kadar deterjen turun menjadi 0,58 mg/l. Karena tawas dapat mengadsorpsi zat-zat warna atau zat-zat pencemar seperti deterjen dan peptisid.

Dilatarbelakangi dari berbagai penelitian terdahulu ini, kami mencobakan memodifikasi desalinator yang memanfaatkan sinar matahari langsung dengan menambahkan susunan filter material alam yang banyak ditemukan disekitar wilayah pesisir selatan Tulungagung. Oleh karena itu dalam penelitian kami selanjutnya ini, kami mengadaptasi model destilator segi delapan, dengan penambahan filter.

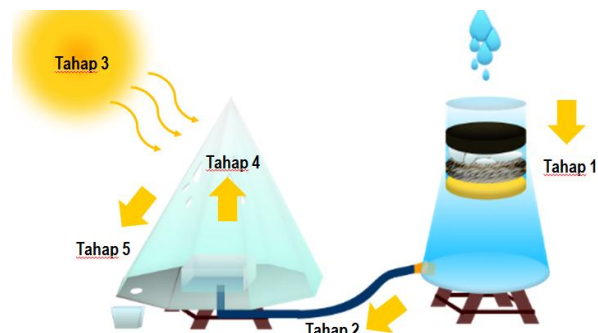
Pemilihan *prototype* segi delapan dengan mempertimbangkan sisi yang banyak, cahaya matahari diserap *prototype* juga semakin besar. Kondisi ini meningkatkan laju evaporasi menjadi lebih cepat dan efisiensi waktu. Modifikasi destilator pada penelitian awal ini dilakukan dengan menambahkan filter sebelum air laut dialirkan masuk ke destilator.

2. Metode Penelitian

2.1 Pembuatan Prototype

Pembuatan desalinator diawali dengan pemilihan bahan. Digunakan bahan kaca dengan tebal 3 mm untuk bagian sisi limas, kaca dengan ukuran 3 mm diketahui memiliki penyerapan yang baik terhadap

cahaya, dan bahan aluminium untuk bahan alas dikarenakan ringan namun dapat menyerap panas dengan baik. Selang dari plastik untuk penghubung antara bak filter dan desalinator. *Prototype* tahap awal penelitian ini memiliki ukuran diameter 48 cm dan tinggi 98 cm dengan volume air pada bak tampung dalam maksimal 500 ml, diilustrasikan sebagai berikut, dengan masing-masing tahapan alirnya.



Gambar 1: Ilustrasi proses desalinasi

Tahap 1 air baku yakni air laut dialirkan kedalam bak tampung yang berisi kotak filter, susunan bahan alam dalam filter ditunjukkan pada gambar 2. Di filter ini diharapkan air laut dapat berkurang kekeruhannya, polutan fisiknya dan juga sedikit nilai salinitasnya. Kemudian tahap 2 setelah difilter air dialirkan ke dalam bak desalinator melalui kran dan selang untuk mengatur volume air yang bisa ditampung dalam desalinator. Di tahap 3 sinar matahari menembus dan menciptakan seperti efek rumah kaca memanaskan bagian ruang dalam limas. Di tahap 4 air laut mendapat panas dan mengalami proses evaporasi, kemudian titik uap air menempel pada ruang limas terperangkap disisi dan mengalami kondensasi. Di tahap 5 air yang telah terkondensasi menetes dan ditampung di bak dimana air ini telah berkurang nilai salinitasnya.



Gambar 2: susunan filter

Dalam susunan filter ini digunakan spons sebagai layer akhir dikarenakan ingin digunakan sebagai penyaring akhir untuk limbah polutan yang ukuran besar maupun sisa renek yang masih luruh setelah penyaringan layer di atasnya. Pasir yang digunakan adalah pasir dari pantai popoh dan pasir terdiri dari pasir halus dan kasar. Batu kricak merupakan hasil limbah di tempat pemotongan marmer yang dibuang dan belum banyak dimanfaatkan. Sabut kelapa diambil dari penjual kelapa pasar yang belum dimanfaatkan.

2.2 Pengambilan air laut dan data uji desalinasi

Pengambilan air baku dari air laut pantai Popoh Tulungagung (tepatnya jarak 10 m dari bibir pantai popoh untuk mengurangi polutan dari sampah pantai). Pengambilan data uji dilakukan di balkon lantai 6 gedung Arief Mustaqim UIN SATU. Proses pengamatan dimulai pada pukul 09.00 WIB sampai dengan pukul 15.00 WIB.



Gambar 3: Proses ujicoba mengalirkan air

Pada perlakuan awal ini air dari pantai popoh diuji dulu salinitasnya sebelum dialirkan, kemudian dilewatkan filter material alam dan diatur volumenya untuk ditampung dalam bak di dalam limas untuk dievaporasi dan kemudian tetes air yang mengalami kondensasi ditampung dalam wadah dibawah prototype dan diukur kadar salinitasnya dengan refraktometer.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian desalinasi air laut pantai Popoh Tulungagung dilakukan selama 6 hari menunjukkan perbedaan salinitas terkandung pada air filtrasi maupun air hasil evaporasi. Berikut adalah hasil perubahan kadar garam dalam air.

Tabel 1. Hasil uji salinitas sebelum dan sesudah masuk prototype desalinator

Hari ke-	Salinitas (‰)			Volume awal (ml)	Volume yang dihasilkan (ml)	Suhu Lingkungan
	Air laut	Air Filtrasi	Air Evaporasi			
1	25	30	0	500	40	Berawan (33°C)
2	25	30	0	500	30	Berawan (32°C)
3	22	27	1	500	20	Berawan (28°C)
4	25	30	0	500	30	Berawan (30°C)

5	20	21	0	500	45	Berawan (33°C)
6	22	25	0	500	30	Berawan (29°C)

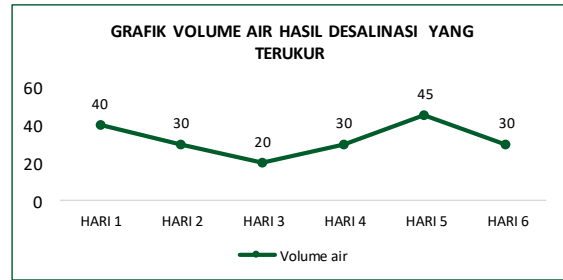
Penampakan dari air baku hingga air filtrasi dan air hasil evaporasi (air tawar) diperlihatkan pada gambar 4 dibawah ini,



Gambar 4 penampakan air baku (air laut), air hasil filtrasi dan air evaporasi

Dari hasil pengujian menggunakan refraktometer diketahui hasil sesuai dengan tabel 1. Rata – rata suhu harian di Tulungagung berkisar pada 28-32°C selama pengambilan sampel, dalam kondisi berawan. Dari pengujian salinitas diketahui bahwa kadar salinitas malah naik ketika dilewatkan filter. Prediksi kami ini terjadi karena pengaruh pasir pantai, dari hasil pengujian kadar salinitas air setelah melewati pasir pantai yang masih mengandung sedikit garam makin membuat air menjadi naik kadar salinitasnya.

Dalam penelitian ini, juga diperoleh data bahwa air hasil evaporasi mengalami penurunan salinitas air yang sangat drastis. Dari keenam data salinitas air hasil evaporasi tersebut diambil rata-ratanya sebesar 0,167 ‰. Suatu air dikategorikan air tawar apabila memiliki nilai salinitas rendah, yaitu kurang dari 3‰. Dengan membandingkan nilai rata-rata salinitas air dengan syarat air tawar, maka air hasil evaporasi termasuk dalam kategori air tawar [16]. Hasil evaporasi menunjukkan volume air tawar dari prototype ini ditunjukkan oleh gambar 6,



Gambar 6: Grafik volume air hasil desalinasi air per hari

Selain faktor intensitas cahaya matahari, faktor pemilihan bahan dan desain bentuk *prototype* juga berpengaruh terhadap daya serap matahari. Pada penelitian ini dipakai bahan kaca dengan tingkat ketebalan sangat tipis, yakni 3 mm. Hal ini bertujuan, matahari bisa menembus permukaan kaca dengan mudah. Menurut Wirawan dkk, ketebalan kaca akan mempengaruhi proses pembiasan karena perbedaan nilai indeks bias suatu bahan dan sudut datang cahaya, akan menyebabkan pergeseran sinar. Semakin tipis ketebalan kaca yang digunakan, intensitas cahaya matahari yang terserap akan semakin cepat. Dengan pertimbangan sisi yang banyak, cahaya matahari diserap *prototype* juga semakin besar. Kondisi ini meningkatkan laju evaporasi menjadi lebih cepat dan efisiensi waktu. Dengan laju evaporasi yang cepat, maka berpengaruh pada kuantitas volume air evaporasi yang dihasilkan menjadi lebih maksimal [17]. Hasil penelitian awal ini telah memperlihatkan bahwa Tulungagung memiliki potensi Tenaga surya yang cukup baik untuk dimanfaatkan untuk proses desalinasi dan hasil air tawar juga dari segi fisik telah jernih, tidak berbau dan berkurang salinitasnya.

4. Kesimpulan

Modifikasi *prototype* limas segi delapan tenaga matahari berbatuan filter material alam efektif menghasilkan air tawar lebih jernih. Panas yang diperoleh terperangkap dalam ruang kaca. Ketika intensitas sinar matahari cukup terik menyebabkan suhu dalam kaca meningkat, mempercepat proses penguapan. Penerapan *prototype* berbentuk limas segi delapan menjadi solusi untuk menghasilkan air tawar karena mampu menurunkan salinitas air laut dari 23‰ menjadi 0,167‰. Modifikasi *prototype*

limas segi-8 dapat menurunkan salinitas air laut sampai 97%. dengan volume awal 500 ml air laut dihasilkan rata-rata 32,5 ml air tawar pada suhu rata-rata 30° C. Volume air evaporasi kurang maksimal karena faktor cuaca berpengaruh terhadap intensitas cahaya matahari.

Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai modifikasi alat desalinator model lain dan material-material alam yang digunakan sebagai media filter agar dapat berfungsi maksimal dalam mengurangi salinitas air laut. Selain itu, perlu dilakukan pengujian kimia dan biologi untuk memastikan kondisi air telah layak minum.

References

- [1] Astawa, K, Sucipta, M, & Negara, I P G A . ‘Analisa Performansi Destilasi Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Penyerap Radiasi Surya Tipe Bergelombang Berbahan Dasar Beton’, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Vol.05, no.01, hh. 7-13. 2011.
- [2] PBB: Dunia dalam Bahaya Krisis Air Global-CNN Indonesia 15 Maret 2018 <https://www.cnnindonesia.com/internasional/20180315122456-134-283227/pbb-dunia-dalam-bahaya-krisis-air-global diakses pada tanggal 8 November 2019>
- [3] Tanusekar, H, Sutanahaji, A T, ‘ Rancang Bangun Dan Uji Kinerja Alat *Desalinasi* Sistem Penyulingan Menggunakan Panas Matahari Dengan Pengaturan Tekanan Udara’, Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem, Vol. 2 No. 1, hh 1-8 2014.
- [4] Nurhuda, M . Mendulang Energi Gratis Dengan Teknologi Tepat Guna, UB press, Malang. 2018.
- [5] Nugroho, A ‘Uraian Umum Tentang Teknologi Desalinasi’, Jurnal pengembangan energi nuklir, Vol.2, no.3 &4, hh.65-75. 2004,
- [6] Erfan, M. *Rancang bangun destilator air laut tenaga Surya menggunakan penyerap tipe bergelombang berbentuk Limas, Skripsi*, Universitas Maulana Malik Ibrahim Malang. 2017,
- [7] Environmental Protection Agency. *Water Treatment Manuals (Filtration)*. Ardavan. Wexford. Ireland,1995.
- [8] Tjokrokusumo, KRT. *Pengantar Engineering Lingkungan*, STTL “YLH”, Yogyakarta. 1998.
- [9] Pinandari, A W, Fitriana, D W, Nugraha, A, & Suhartono, E, ‘Uji Efektifitas dan Efisiensi Filter Biomassa Menggunakan Sabut Kelapa (Cocos Nucifera) Sebagai Bioremoval Untuk Menurunkan Kadar Logam (Cd, Fe, Cu), Total Padatan Tersuspensi dan Meningkatkan PH Pada Limbah Air Asam Tambang Batu Bara’, *Prestasi*, Vol. 1, no.1, hh.1-12. 2011
- [10] Maharani, N. E., & Wartini, W. Efektivitas Filter Serpihan Marmer Terhadap Penurunan Kadar Besi, Mangan dan Magnesium pada Air Sumur Gali. *Jurnal Kesehatan*, 10(1), 1-8. 2017.
- [11] B. Author 2 and C. Author 3, “Article number two”, *Proceedings of the 36th IEEE Conference on Decision and Control*, Tampa-Florida, USA, pp.xx-xx, 1998.
- [12] D. Author4, et. al., *Book number one*, Prentice Hall Inc., New York, USA, 2009.
- [13] E. Author5, “InBook number one”, in *Book number two*, (Eds.: F. Author6 and G. Author7), Springer, Berlin, Germany, pp. xxxx-xxxx, 2009.
- [14] H. Author8, “Thesis title one”, *PhD Thesis*, The Australian National University, Canberra, Australia, 2009.
- [15] Aziz, T, Pratiwi, D & Rethiana, L 2013, ‘Pengaruh Penambahan Tawas dan Kaporit Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Air Sungai Lambidaro, Jurnal Teknik Kimia, Vol.19, no.3, hh.55-65.
- [16] Dharma A, ‘Pengukuran Salinitas Air Laut dan Peranannya dalam Ilmu Kelautan’, *Jurnal Oseana*, Vol.19, no.1, hh. 3-10. 1984
- [17] Wirawan, M, Mirmanto, M, Pramudia, F, Adhi & Sutanto, R. 2018, ‘Pengaruh Tebal Kaca Terhadap Kinerja Kolektor Surya Pelat Datar dengan Menggunakan Absorber Batu Granit, Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik Mesin, Vol.8, no. 2, 2018.