

PENGARUH JENIS BAHAN ATAP PADA PROSES DESALINASI EVAPORASI AIR LAUT

Nora Amelia Novitrie^{1)*}, Ahmad Erlan Afiuddin², dan Rizal Hardiansyah³

¹⁾Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Teknik Permesinan Kapal,
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

^{2,3)}Program Studi Pengolahan Limbah, Fakultas Teknik Permesinan Kapal,
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

*e-mail: noranovitrie@gmail.com

Abstract

Treatment technology of sea water into freshwater is known as desalination. An effective and economical desalination technique is desalination with evaporation. This study aims to determine the effect of roofing materials on the amount of freshwater produced. The study was conducted using a miniature evaporative tub that had a roof-like shape. Evaporative tubs dimension was 1m x 1m x 0.02m of laminated wood material. 20 liters of brackish water was pumped into the tub. Water in the tub was then closed using a roof designed like a roof made of fiberglass and polycarbonate. Brackish water was left in contact with the sunlight for 24 hours. As a result of heat transfer from sunlight to evaporation tub, brackish water experienced evaporation. The steam moved upward and was captured by the roof wall then condensed resulting in fresh water. The conclusion obtained was a miniature roof of evaporative desalination using fiberglass material obtained 427 ml of fresh water while using polycarbonate material obtained 136 ml fresh water.

Keywords: Roof, Desalination, Evaporation.

Abstrak

Teknologi pengolahan air laut menjadi air tawar dikenal dengan desalinasi. Teknik desalinasi yang cukup efektif dan ekonomis adalah desalinasi dengan evaporasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bahan atap terhadap jumlah produk air tawar yang dihasilkan. Penelitian dilakukan dengan menggunakan miniatur bak evaporasi yang memiliki bentuk seperti atap rumah. Bak evaporasi berukuran 1m x 1m x 0.02m dari bahan kayu yang telah dilaminasi. Air payau sebanyak 20 liter dipompa ke dalam bak. Air didalam bak kemudian ditutup dengan menggunakan atap yang didesain seperti atap rumah yang terbuat dari bahan fiberglass dan polycarbonate. Air payau dibiarkan kontak dengan sinar matahari selama 24 jam. Akibat adanya transfer panas dari sinar matahari menuju bak evaporasi, air payau mengalami penguapan. Uap bergerak ke atas dan ditangkap dinding atap kemudian mengalami pengembunan sehingga dihasilkan air tawar. Kesimpulan yang diperoleh yaitu miniature atap desalinasi evaporasi menggunakan bahan fiberglass memperoleh hasil air tawar sebesar 427 ml sedangkan menggunakan bahan polycarbonate diperoleh air tawar sebesar 136 ml.

Kata kunci: Atap Rumah, Desalinasi, Evaporasi.

1. PENDAHULUAN

Air laut dapat dimanfaatkan menjadi air tawar, tetapi masih memerlukan pengolahan lanjutan. Masalah tersebut dapat diatasi dengan menerapkan teknologi pengolahan air yang sesuai dengan kondisi sosial, budaya, ekonomi, Sumber Daya Manusia (SDM), dan kondisi sumber air baku. Proses pengolahan air laut menjadi air tawar tersebut dikenal dengan proses desalinasi.

Menurut Sasakura (1995), desalinasi adalah proses penghilangan kelebihan garam dan mineral berlebih dari air laut atau air payau. Air didesalinasi untuk diubah menjadi air tawar yang dapat dikonsumsi manusia atau untuk irigasi. Hal yang paling penting dari desalinasi adalah pada mencari jalan yang paling efektif untuk menyediakan air tawar untuk manusia dimana air yang tersedia sangat terbatas.

Desalinasi skala besar biasanya menggunakan energi yang besar dan infrastruktur yang mahal untuk membuatnya dibandingkan menggunakan air tawar dari sungai atau air tanah. Di negara-negara Timur Tengah, energi yang besar tersebut dapat diatasi dengan besarnya cadangan minyak bumi. Seiring dengan kelangkaan air, mereka telah membangun konstruksi desalinasi. Pada pertengahan 2007, desalinasi Timur Tengah telah memenuhi 75% dari kapasitas total dunia. *Plant* desalinasi terbesar di Amerika berada di Tampa Bay Florida yang mendesalinasi 25 juta gallon (95.000 m³) air per hari pada Desember 2007 (Sisca dkk, 2009).

Macam-macam metode desalinasi yang telah ada yaitu *reverse osmosis* (RO), elektrodialisis, destilasi transfer *membrane*, *ion exchange*, dan desalinasi dengan

penguapan (evaporasi). Menurut Morton (1996), terdapat banyak cara untuk mengolah air asin menjadi air tawar, antara lain:

▪ Penyulingan

Percobaan pertama untuk memisahkan garam dan air laut adalah meniru cara alam, yaitu dengan menguapkan air laut kemudian mengembunkan uapnya kembali. Ketika air laut dipanaskan, hanya air yang menguap, garam-garam yang terlarut tetap tinggal dalam larutan (air laut). Dengan menggunakan alat suling, bagian dalam wadah perebus air laut dilengkapi dengan pipa-pipa tegak untuk memperluas permukaan air yang dipanaskan. Dengan perluasan dapat diperoleh banyak uap dalam waktu relatif singkat.

▪ Osmosis Balik (*Reverse Osmosis*)

Osmosis balik atau *reverse osmosis* (RO), dilaksanakan dengan memberikan tekanan terhadap air laut, sehingga memaksa molekul-molekul air murni menembus suatu membran semi permeabel, sedangkan sisanya berupa garam larut, bahan-bahan organik, bakteri akan ditolak (rejeksi). Osmosis balik ini dioperasikan secara kontinyu. Kemurnian air yang dicapai hingga 99% dan tingkat produksi yang tinggi. Keuntungan metode ini adalah kemurnian air yang dihasilkan bagus, menghemat tempat, dan energi. Akan tetapi, biaya yang dibutuhkan untuk membuat instalasi ini mahal dan memerlukan operator ahli yang mengerti mengenai sistem.

▪ *Evaporator*

Evaporator adalah sistem utama bagi pabrik untuk mengolah air laut menjadi air tawar. Demikian juga ladang garam, memproduksi garam melalui proses

penguapan air laut. Sebaliknya, air bersih akan diproduksi dengan menghilangkan garam dari air laut. *Evaporator* untuk mengolah air laut dirancang untuk mengumpulkan uap yang terjadi di dalam proses penguapan.

▪ **Elektrodialisis**

Gaya dorong yang digunakan untuk memisahkan garam dari air payau atau air laut pada elektrodialisis menggunakan energi listrik. Desalinasi dengan menggunakan elektrodialisis memerlukan energi yang cukup tinggi untuk memisahkan ion. Hal ini disebabkan jumlah energi yang diperlukan sebanding dengan jumlah garam yang dipisahkan. Faktor-faktor yang juga berpengaruh dalam menentukan tingginya kebutuhan energi proses elektrodialisis adalah tahanan listrik, *fouling*, dan polarisasi konsentrasi. *Fouling* pada membran elektrodialisis disebabkan adanya senyawa organik terlarut pada umpan yang menyebabkan bertambahnya hambatan pada permukaan membran. Polarisasi konsentrasi pada permukaan membran dapat menyebabkan arus listrik yang digunakan bertambah tinggi (Redjeki, 2010).

Berdasarkan data dari *International Desalination Assosiation* yang telah menerbitkan buku “*Worldwide Desalting Plants Inventory Reports*” berisi daftar seluruh instalasi desalinasi yang telah dibangun atau sedang dibangun di seluruh dunia menyatakan bahwa desalinasi yang banyak digunakan adalah proses destilasi dan osmosis balik. Sementara itu, kapasitas dari masing-masing jenis proses desalinasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Proses desalinasi yang banyak digunakan adalah destilasi. Hal ini

dikarenakan proses destilasi adalah proses desalinasi yang paling praktis dan ekonomis dibandingkan dengan yang lainnya. Selain itu, energi yang digunakan untuk memisahkan garam dari air payau atau air laut adalah matahari yang tersedia alamiah di alam, sedangkan RO masih membutuhkan tekanan besar dan membran semi permeabel.

Tabel 1. Jenis Proses dan Kapasitas Instalasi Desalinasi Air Laut

Jenis Proses	Kapasitas (m ³ /hari)	Prosentase (%)
Destilasi	11.084.908	59,2
<i>Reverse Osmosis</i>	6.109.244	32,7
Elektrodialisis	1.070.005	5,7
Lain-lain	446.110	2,4
Total	18.710.267	100

Elektrodialisis masih membutuhkan energi yang cukup besar, sehingga akan kurang efektif untuk memisahkan air laut atau payau yang mengandung kadar garam tinggi karena biaya yang dibutuhkan akan sangat mahal, lebih mahal daripada RO. Proses pengoperasian destilasi juga jauh lebih mudah daripada RO dan elektrodialisis karena tidak membutuhkan keahlian khusus dalam pelaksanaannya.

Desalinasi Air Laut dengan Evaporasi

Proses distilasi atau penguapan merupakan proses memanaskan air laut hingga menguap. Uap air yang dihasilkan kemudian dikondensasikan agar didapatkan air tawar. Proses ini dapat menghasilkan air tawar dengan kemurnian yang cukup tinggi dibandingkan dengan proses lain. Air laut mendidih pada 100°C tekanan atmosfer,

apabila tekanan diturunkan maka dapat mendidih di bawah 100°C (Said, 2010).

Menurut Triatmodjo (1996), jika zat cair berada dalam ruang tertutup, maka molekul-molekul zat cair mempunyai energi tinggi yang akan dapat meninggalkan zat cair dan berubah dalam kondisi uap yang bergabung dengan udara di atasnya. Sedangkan Harto (1993), menambahkan bahwa penguapan akan terjadi karena adanya perbedaan tekanan uap air antara permukaan dan udara di atasnya. Penguapan akan berlangsung sampai tekanan di atas zat cair di bawah tekanan uap jenuh zat cair tersebut pada temperatur yang diberikan. Jika kelembaban telah mencapai 100%, maka penguapan akan terhenti.

Pada umumnya, metode desalinasi membutuhkan biaya yang besar untuk pengembangannya, kecuali metode desalinasi evaporasi karena menggunakan sinar matahari sebagai sumber energinya (desalinasi surya). Indonesia sebagai daerah lintasan equator dapat memanfaatkan matahari setiap hari sehingga penerapan desalinasi evaporasi menjadi lebih ekonomis. Energi dari sinar matahari mudah didapat karena tersedia di alam dan tidak menimbulkan radiasi.

Desalinasi dengan evaporasi dapat dilakukan dengan memanfaatkan sinar matahari yang ditangkap air di dalam ruang kaca. Transfer kalor yang dikenakan pada air akan dilanjutkan dengan transfer massa dalam wujud uap. Uap yang bergerak ke atas ditangkap dinding kaca yang kemudian terjadi kondensasi (pengembunan). Hasil pengembunan merambat mengikuti dinding kaca turun ke bawah dan ditangkap dalam suatu wadah yang merupakan air destilat.

Astuti (2013) melakukan studi kelayakan perencanaan instalasi air payau menjadi air tawar di rumah penduduk daerah pesisir dengan hasil sebagai berikut:

1. Desain perencanaan instalasi air payau menjadi air tawar, yaitu:
 - a. Pelat dasar bak terbuat dari *floordeck* 600 yang dilapisi beton setebal 5,4 cm. Ketinggian bak evaporasinya adalah 2 cm dengan luasan bak 3m × 10m. Di samping bak evaporasi terdapat saluran penampung air tawar dengan luasan masing-masing 0.75m × 10m.
 - b. Kuda-kuda menggunakan baja ringan profil C 100×50×20×4 dengan kemiringan sudut 60° dan *gording* yang terbuat dari besi *hollow* 40×40×0.5. Bahan penutup atap luar yang digunakan adalah bahan *polytron policarbonat* setebal 4,2 mm dan bahan penutup atap dalam adalah *fiberglass* setebal 1 mm.
 - c. Pintu terbuat dari rangka aluminium yang terdapat di depan dan belakang atap desalinasi.
 - d. Debit yang dapat dihasilkan sebesar 89,74 l tiap harinya dengan pemanasan 7 jam untuk intensitas matahari 485 W/m² pada luasan bak 3m×10m dengan ketebalan air baku 0,3 cm. Sistem Pengaliran air payau menuju atap rumah desalinasi dengan menggunakan sistem perpipaan (Ø 1/2") yang dipompa secara otomatis dengan dilengkapi *switch level control* dan pompa yang tahan terhadap air payau.
2. Analisis kelayakan dari segi teknis melalui perhitungan besarnya beban mati, beban hidup, beban angin, dan juga kontrol lendutan menyatakan bahwa *gording* yang direncanakan

menggunakan besi *hollow* ukuran 40×40×0.5 dinyatakan layak secara teknis, begitu pula pemilihan profil C untuk kuda-kuda dengan ukuran 100×50×20×4. Garam yang dihasilkan dari proses penguapan air payau menjadi air tawar sebesar 3 kg. Periode pembersihan dasar bak evaporasi dari endapan garam yang dihasilkan adalah setiap satu bulan sekali.

Pada penelitian ini dibuat miniatur desain atap rumah dengan menggunakan bahan yang lebih sederhana, mudah operasionalnya dan murah. Atap menggunakan bahan *fiberglass* dan *polycarbonate*. Tujuan dari penelitian ini untuk menghasilkan air tawar dalam skala kecil dan mengetahui pengaruh bahan atap terhadap produksi air tawar.

2. METODE PENELITIAN

Miniatur atap desalinasi evaporasi terdiri dari bak evaporasi yang kemudian ditutup seperti atap rumah seperti pada Gambar 1. Bak evaporasi berukuran 1m x 1m x 0,02 m bahan dari kayu yang telah dilaminasi agar tidak bocor. Air payau sebanyak 20 liter dipompa dimasukkan ke dalam bak.

Peralatan desalinasi evaporasi diletakkan di bagian atas salah satu gedung di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Air didalam bak kemudian ditutup dengan menggunakan atap yang didesain seperti atap rumah yang terbuat dari bahan *fiberglass* dan *polycarbonate*. Air payau dibiarkan kontak dengan dengan sinar matahari selama 24 jam dengan suhu lingkungan berkisar antara 28-33°C.

Pengaruh transfer panas dari sinar matahari menuju bak evaporasi

menyebabkan air payau mengalami penguapan. Uap bergerak ke atas dan ditangkap dinding atap kemudian mengalami pengembunan sehingga dihasilkan air tawar. Air tawar turun melewati lubang pada bak yang disediakan untuk hasil penelitian dan dilakukan pengukuran volume air tawar yang dihasilkan.



Gambar 1. Rangka Miniatur Atap Desalinasi Evaporasi



Gambar 2. Miniatur Atap Desalinasi Evaporasi

3. HASIL DAN DISKUSI

Hasil penelitian yang telah dilakukan untuk menghasilkan air tawar dengan menggunakan bahan baku air payau disajikan dalam Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil Penelitian dengan Menggunakan Atap Bahan *Fiberglass* dan *Polycarbonate*

No	Volume (mL)	
	Bahan <i>Fiberglass</i>	Bahan <i>Polycarbonate</i>
1	51	15
2	51	15
3	56	15
4	50	17
5	53	18
6	53	18
7	60	18
8	53	20
Jumlah	427	136

Berdasarkan hasil penelitian terlihat bahwa air tawar paling banyak dihasilkan apabila digunakan atap dengan bahan *fiberglass* yaitu sebesar 427 ml, sedangkan apabila digunakan bahan *polycarbonate* diperoleh air tawar sebesar 136 ml. Hal tersebut dikarenakan *fiberglass* memiliki sifat penahan panas, sedangkan *polycarbonate* memiliki sifat meneruskan panas sehingga panas yang diserap banyak yang hilang. Pada penelitian ini diperoleh hasil bahwa atap menggunakan *fiberglass* lebih banyak menghasilkan air tawar daripada menggunakan *polycarbonate*.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian digunakan miniatur desain dengan menggunakan bak berukuran 1m x 1m x 0,02m yang

dibuat dari kayu yang dilaminasi, sedangkan atap menggunakan bahan *fiberglass* dan *polycarbonate*.

2. Miniatur atap dengan menggunakan bahan *fiberglass* memperoleh hasil 427 ml sedangkan menggunakan bahan *polycarbonate* diperoleh air tawar sebesar 136 ml.
3. *Fiberglass* memiliki sifat penahan panas, sedangkan *polycarbonate* memiliki sifat meneruskan panas, sehingga panas yang diserap banyak yang hilang.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, U. P. (2013). Studi Kelayakan Perencanaan Instalasi Air Payau Menjadi Air Tawar di Rumah Penduduk Daerah Pesisir. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP-ITS, Surabaya.
- Harto, S. (1993). *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia.
- Morton. (1996). *Environment Impacts of Seawater Distillation and Reverse Osmosis Processes*. UK: Elsevier.
- Redjeki, S. (2010). Pengurangan Penggunaan Energi pada Desalinasi Air Laut dengan Proses Elektrodialisis. Thesis Pasca sarjana MIPA Unair, Surabaya.
- Said, N. I., (2010). Pengolahan Payau Menjadi Air Minum dengan Teknologi Reverse Osmosis. <http://www.kelair.bppt.go.id/Publikasi/BukuAirMinum/BAB10RO.pdf> (diakses pada 02 Januari 2018)
- Sasakura. (1995). *Desalination Technology and Its Application*. Jakarta: PT Sasakura Indonesia.

Sisca, H., Ikawati, Kholifah, K., Lamiya M., dan Sukma B., A., (2009). Desalinasi Air Laut Menggunakan Metode Reverse Osmosis sebagai Solusi Krisis Air Bersih di

Indonesia. Skripsi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
Triatmodjo, B. (1996). *Hidrolika I*. Yogyakarta: Beta Offset.