

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

Sea water treatment technology into freshwater is known as desalination. a desalination technique that is both effective and economical is desalination with evaporation. This study aims to determine the effect of roofing materials on the amount of freshwater products produced. The study was conducted using a miniature evaporative tub that has a roof-like shape. Evaporative tubs measuring 1m x 1m x 0.02m material of laminated wood. 20 liters of brackish water is pumped into the tub. The water in the tub is then closed using a roof designed like a roof made of fiberglass and polycarbonate. Brackish water is left in contact with the sun for 24 hours. As a result of heat transfer from sunlight to evaporation tub, brackish water experiences evaporation. The steam moves upward and is captured by the roof wall then undergoes condensation resulting in fresh water. The conclusion obtained is miniature of evaporative desalination roof using fiberglass material obtained 427 mL result while using polycarbonate material obtained fresh water equal to 136 mL.

Kata Kunci: *Desalination, Evaporation, Roof.*

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 0,02 m bahan dari 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 dengan sinar matahari selama 24 jam. Akibat ada 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 427 mL sedangkan menggunakan bahan polycarbonate diperoleh air tawar sebesar 136 mL.

Keywords: *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, SDM (Sumber Daya Manusia), 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 (95000 m³) air per hari pada Desember 2007 (Sisca, 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 *dkk*, (1996) ada 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 dari molekul-molekul air murni menembus suatu membran semipermeabel, 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 menghemat 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.

▪ **Elektrodialisa**

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

Menurut Hartono (1994), 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 proses 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 semipermeabel.

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
Elektrodialisa	1.070.005	5,7
Lain-lain	446.110	2,4
Total	18.710.267	100

Sumber: Hartono (1994)

Elektrodialisa 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 elektrodialisa 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 penerapannya 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 3 m×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 polycarbonat 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. Analisa 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 $40 \times 40 \times 0.5$ dinyatakan layak secara teknis, begitu pula pemilihan profil C untuk kuda-kuda dengan ukuran $100 \times 50 \times 20 \times 4$. 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 $1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 0,02 \text{ m}$ 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 $28 - 33^{\circ}\text{C}$.



Gambar 1. Rangka miniatur atap desalinasi evaporasi



Gambar 2. Miniatur atap desalinasi evaporasi

Pengaruh 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. Air tawar turun melewati lubang yang ada pada bak yang disediakan untuk hasil penelitian kemudian dilakukan pengukuran volume air tawar yang dihasilkan

3. HASIL DAN DISKUSI

Hasil penelitian yang telah dilakukan untuk menghasilkan air tawar dengan menggunakan bahan baku air payau

adalah sebagaimana tersaji dalam Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil Penelitian dengan menggunakan atap bahan fiberglass dan polycarbonate

No	Volume (mL)	
	Bahan fiberglass	Bahan polycarbonate
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 menggunakan 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 miniature desain dengan menggunakan bak berukuran 1m x 1m x 0,02 m yang dibuat dari kayu yang dilaminasi

sedangkan atap menggunakan bahan fiberglass dan polycarbonate

2. Miniature 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. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP-ITS
- Harto, S. (1993). *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia.
- Haryudo SI. (2003). *Penggunaan Tenaga Surya Pada Penerangan Perahu Nelayan*. Jurnal Sain dan Teknoologi, ISSN: 1693-0851. Vol 1 No 2 Agustus 2003.
- Heitmann, HG. (1990). *Saline Water Processing*. New York: VCH Publishing
- Lathif, N., F. (2009). *Model Alat desalinasi dengan Evaporasi dan Kondensasi menjadi satu Sistem Ruangan*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Morton. (1996). *Environment Impacts of Seawater Distillation and Reverse Osmosis Processes*. UK: Elsevier.
- Potter, M. (2004). *New Technology for Point of Use Desalination*. Solar

- Dew. New York City
(28/Apri1/2004).
www.solar dew.com
- Purwoto, S. (2006). *Desalinasi Air Payau Secara Penguapan Dalam Ruang Kaca*. TESIS. Program Magister Bidang Keahlian Rekayasa Pengendalian Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Redjeki, S. (2010). *Pengurangan Penggunaan Energi pada Desalinasi Air Laut dengan Proses Elektrodialisis*. Jakarta.
- Said, N. I., (2010). *Pengolahan Payau menjadi Air Minum dengan Teknologi Reverse Osmosis*. Jakarta.
- Sasakura. (1995). *Desalination Technology and Its Application*. Jakarta: P.T. 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*. Semarang: Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Smith, M. dan Rod, S. (2000). *Desalination*. WEDC Loughborough University Leicestershire.
- Soedarto. (2004). *Penyediaan Air Tawar Menggunakan Teknologi Distilasi Air Laut Flash Evaporation Bertenaga Surya*. Jurnal Sain dan Teknologi, ISSN: 1693-0851. Vol. 2 No. 2 Agustus 2004
- Stuyzand, P.J. (1989). *A new hydro-chemical classification of water type with examples of application*. IAHS, vol. 184, pp 89-98.
- Triatmodjo, B. (1996). *Hidraulika I*. Beta Offset.
- Yates, R., Woto, T. dan Tlhage, J.T. (1990). *Solar-Powered Desalination: A case study from Botswana*. IDRC, Ottawa.