

ATAP DESALINASI SEBAGAI SOLUSI PEMENUHAN KEBUTUHAN AIR BERSIH DI DAERAH PESISIR

Ulvi Pri Astuti*

Jurusan Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya*

*e-mail: ulvipriastuti@gmail.com

Abstract

Seawater or brackish water processing technology to freshwater was known as desalination. Process desalination of evaporation is one of the desalination technique, that effective and economics especially to a coastal area that have larger sun intensity than another. Therefore, in this research will discuss about designing house roof society in coastal region. Tub evaporative and basic tub plate planning size that made for 4,5m x 10m house of floordeck 600 coated with 5,4 cm concrete thick mess. Tub evaporative size is 3m × 10m × 0,02m. Collective freshwater channel are besides the tub with size 0,75m × 10m. The sketch of roof used easel that made of galvalume profil C 100mm × 50mm × 20mm × 4mm and gording is made of hollow 40mm × 40mm × 0,5mm. Outside cover roof is polytron polycarbonate with 4,2 mm thickness and inside roof fiberglass with 1 mm thickness. Freshwater volume can be produced by tub space 3m × 10m × 0,003m is 89,74 L by seven hours heating process on 485 W/m² sun intensity.

Keywords: Evaporative Desalination, Floordeck 600, Polycarbonate

Abstrak

Teknologi pengolahan air laut atau air payau menjadi air tawar dikenal dengan desalinasi. Dari beberapa teknik desalinasi, yang cukup efektif dan ekonomis adalah desalinasi dengan evaporasi terutama untuk kawasan pesisir yang intensitas mataharnya lebih besar. Dalam penelitian ini dibahas mengenai perencanaan atap desalinasi di rumah penduduk daerah pesisir. Perencanaan bak evaporasi dan pelat dasarnya untuk ukuran rumah 4,5m × 10m terbuat dari floordeck 600 yang dilapisi beton setebal 5,4 cm. Ukuran bak evaporasi adalah 3m × 10m × 0,02m. Saluran penampung air tawar yang terdapat disamping bak seluas 0,75m × 10m. Kerangka atap menggunakan kuda-kuda yang terbuat dari baja ringan profil C 100mm × 50mm × 20mm × 4mm dan gording yang terbuat dari besi hollow 40mm × 40mm × 0,5mm. Bahan penutup atap luar adalah polytron polycarbonate setebal 4,2 mm dan penutup atap dalam fiberglass setebal 1 mm. Volume air tawar yang dapat dihasilkan dengan luasan bak 3m × 10m × 0,003m sebesar 89,74 L dengan pemanasan selama 7 jam pada intensitas matahari 485 W/m².

Kata kunci: Desalinasi-Evaporasi, Floordeck 600, Polycarbonate.

1. PENDAHULUAN

Kelangsungan dan kualitas hidup manusia perlu untuk diperhatikan. Salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam menjamin kelangsungan hidup manusia adalah dengan melestarikan sumber daya alam, khususnya sumber daya air. Namun, tidak semua daerah mempunyai sumber daya air yang baik. Wilayah pesisir pantai dan pulau-pulau kecil di tengah lautan lepas merupakan daerah-daerah yang miskin akan sumber air tawar. Sumber daya air yang terdapat di daerah tersebut umumnya berkualitas buruk karena air tanahnya yang asin atau payau (Arie, dkk,1996).

Sumber air yang secara kuantitas tidak terbatas adalah air laut. Akan tetapi air laut mengandung kadar garam atau *Total Dissolved Solid* (TDS) sangat tinggi sehingga diperlukan pengolahan lebih lanjut agar dapat dimanfaatkan sebagai air minum. 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 (Said, 2010).

Teknik pengolahan air asin atau payau yang telah dilakukan antara lain *reverse osmosis* (RO), elektrodialisis, *destilasi transfer membrane*, *ion exchange*, dan desalinasi dengan penguapan atau evaporasi (Heitmann, 1990). Teknik pengolahan air payau dari segi ekonomis masih terlalu mahal. Oleh karena itu, diperlukan adanya metode alternatif pengolahan air payau yang memiliki efisiensi pengolahan yang tinggi dan biaya yang relatif terjangkau. Salah satu pengolahan yang relatif murah yaitu dengan cara penguapan menggunakan sinar matahari sebagai sumber energinya (desalinasi surya).

Selain mudah didapat karena tersedia alamiah juga tidak menimbulkan radiasi sehingga sangat ekonomis dalam pemanfaatan kebutuhan pemanasan (Haryudo, 2003). Indonesia sebagai daerah lintasan equator dapat memanfaatkan matahari setiap hari (Soedarto, 2004).

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 (Potter, 2004).

Kawasan pesisir berpotensi untuk menerapkan alat desalinasi dengan metode evaporasi karena potensi air payau yang besar. Penelitian ini akan membahas mengenai perencanaan atap rumah masyarakat pesisir agar dapat terjadi proses desalinasi sehingga kelangkaan air bersih di kawasan pesisir dapat teratasi.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui keefektifan ide. Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan mengenai penelitian-penelitian terdahulu yang menggunakan desalinasi-evaporasi dengan bantuan sinar matahari langsung, yang paling efektif dalam menghasilkan volume produk paling besar adalah penelitian yang menghasilkan laju evaporasi 390 ml/m²jam (Purwoto, 2006), sedangkan penelitian lain hanya menghasilkan laju evaporasi sebesar 310 ml/m²jam (Dhamayanti, 2005) dan sebesar

160 ml/m²jam (Narmasari, 2005). Oleh karena itu, dalam perencanaan atap desalinasi ini menggunakan kriteria desain sebagai berikut:

- Bahan bak evaporasi = dasar bak berwarna hitam
- Kemiringan sudut atap = 60°
- Ukuran rumah yang direncanakan menggunakan atap desalinasi adalah ukuran 4,5m × 10m.

2.2 Perencanaan Atap Desalinasi

1. Perencanaan Pelat Dasar Bak Evaporasi

Perencanaan pelat dasar untuk atap desalinasi ini harus memperhatikan aspek keselamatan keluarga yang tinggal di bawahnya. Pelat dasar bak evaporasi dapat dibuat dari beberapa alternatif bahan yaitu beton kedap air, *floordeck*, serta gabungan besi *hollow* dan *polycarbonate*.

Hasil perbandingan beberapa alternatif dan pembobotan, maka dipilih bahan untuk pelat atap menggunakan bahan *floordeck* dengan nilai pembobotan yang paling besar. Hal ini dikarenakan pemasangan dan perawatan *floordeck* mudah dan ketahanannya sangat baik, sehingga walaupun harganya lebih mahal daripada rangka besi *hollow* dan *polycarbonate* akan tetapi apabila ada manusia yang naik ke atas pelat akan lebih kuat jika menggunakan *floordeck*.

Bahan beton kedap air tidak dipilih karena nilai pembobotannya masih di bawah *floordeck*. Selain itu, lamanya proses pembuatan beton kedap air dan perlunya bekisting yang banyak menyebabkan semua barang yang ada dalam rumah perlu dipindahkan keluar dan hal ini jauh lebih lama daripada menggunakan bahan *floordeck* (Astuti, 2012).

2. Perencanaan Atap Rumah Kaca

Atap rumah direncanakan menggunakan atap pelana untuk mempermudah terjadinya proses evaporasi dalam atap. Selain itu, berdasarkan hasil perbandingan beberapa alternatif bahan penutup atap, yang paling ekonomis dan efektif untuk penerapan alat desalinasi adalah bahan penutup atap *polycarbonate*. Hal ini dikarenakan *polycarbonate* dapat mentransfer sinar matahari sehingga dapat dijadikan sebagai bahan atap desalinasi. Selain itu, pemasangan dan perawatan *polycarbonate* relatif mudah dan biayanya pun jauh lebih murah daripada menggunakan kaca dan akrilik (Daryanto, 2000).

Kerangka atap tersebut direncanakan menggunakan bahan galvalum atau baja ringan. Kuda-kuda direncanakan menggunakan rangka baja profil C 100mm × 50mm × 20mm × 4mm dan besi *hollow* 40mm × 40mm × 0,5mm untuk *gording* (Daryanto, 2000). Pemilihan rangka baja dibandingkan dengan rangka kayu karena rangka kayu bersifat mudah lapuk jika terkena air terus-menerus dan rangka kayu mahal serta mudah dimakan rayap, sedangkan rangka baja relatif lebih kuat dan ramah lingkungan sebab tidak perlu menebang pohon.

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Perencanaan Atap Desalinasi untuk Kawasan Pesisir

Perencanaan atap desalinasi untuk kawasan pesisir bertujuan untuk membantu permasalahan masyarakat pesisir dalam memenuhi kebutuhan air bersih, khususnya kebutuhan air minum. Debit yang dapat dihasilkan dari perencanaan instalasi air payau menjadi air tawar tersebut dapat dihitung sebagai berikut:

- Penyinaran matahari global di Indonesia berkisar antara 1700-1950 kWh/m².tahun = 4.66-5.34 kWh/m².hari. Penyinaran matahari rata-rata Indonesia = 4,85 kWh/m².hari
- Transfer panas pada *polycarbonate* = 86% (bening)
- Transfer panas pada *fiberglass* bening = 65%
- Kalor yang diperlukan untuk menguapkan 1 gram air sebesar 540 kalori (Daryanto, 2000).
- 1 watt = 860 kal./jam

Dari data-data tersebut, dapat diperkirakan besarnya debit yang dapat dihasilkan adalah:

- Panas yang melewati *polycarbonate*
= 86% x 485 W/m²
= 412,8 W/m²
- Panas yang melewati *fiberglass*
= 65% x 412,8 W/m²
= 268,32 W/m²
= 230.755,2 kal/m².jam

Karena penguapan 1 gram air diperlukan energi 540 kalori, sehingga air yang berhasil diuapkan:

$$= (230.755,2 \text{ kal/m}^2 \cdot \text{jam}) / (540 \text{ kal})$$

$$= 427,3 \text{ gram/m}^2 \cdot \text{jam}$$

Apabila durasi pemanasan dilakukan selama 7 jam (07.00-14.00), maka besarnya air yang berhasil diuapkan:

$$= 427,3 \text{ gram/m}^2 \cdot \text{jam} \times 7 \text{ jam}$$

$$= 2991,3 \text{ gram/m}^2$$

Dengan luasan bak 3m x 10m, maka didapatkan besarnya volume air tawar:

$$\text{Volume}_{\text{air tawar}} = 2991,3 \text{ gram/m}^2 \times 30 \text{ m}^2$$

$$= 89.738,13 \text{ gram}$$

$$= 89.738,13 \text{ mL}$$

$$= 89,74 \text{ L}$$

Jadi, agar didapatkan volume air tawar sebesar 89,74 L, maka ketebalan air baku yang diperlukan:

$$\text{Ketebalan air baku} = (\text{Volume air tawar}) / (\text{Luas bak evaporasi})$$

$$= (89.738,13 \text{ mL}) / (300.000 \text{ cm}^2)$$

$$= 0,299 \text{ cm} = 0,3 \text{ cm}$$

Volume air tawar yang dapat dihasilkan dari luasan bak 3m x 10m dengan ketebalan 0,3 cm adalah sebesar 89,74 L, jika intensitas matahari sebesar 485 W/m².

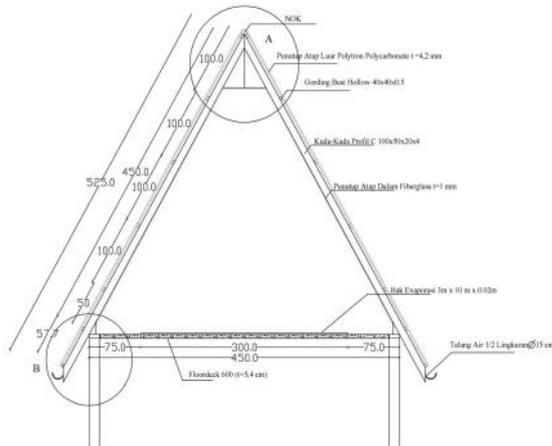
3.2 Perencanaan Rangka Atap

Berdasarkan studi literatur, maka kriteria desain yang digunakan dalam perencanaan ini adalah:

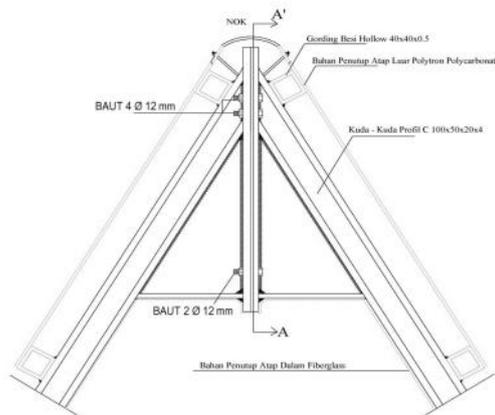
- Ketebalan air baku = 0,3 cm
- Bahan bak evaporasi = dasar bak berwarna hitam
- Kemiringan sudut atap = 60°
- Ukuran rumah = 4,5m x 10m
- Profil kuda-kuda = baja profil C 100mm x 50mm x 20mm x 4mm
- Profil *gording* = *hollow* 40mm x 40mm x 0,5mm
- Jarak antar kuda-kuda = 2,5 m
- Jarak antar *gording* = 1 m

Perencanaan atap desalinasi ini menggunakan bahan-bahan penutup atap ganda yang diletakkan di luar kerangka atap dan di dalam kerangka. Hal ini dilakukan untuk mempermudah terjadinya proses desalinasi. Bahan atap yang di luar terbuat dari *polytron polycarbonate* berwarna bening setebal 4,2 mm berfungsi untuk meneruskan transfer cahaya matahari (untuk memanaskan air payau yang ada dalam bak evaporasi), sedangkan bahan atap yang terdapat di dalam rangka terbuat dari *fiberglass* berwarna bening setebal 1 mm berfungsi untuk

memudahkan air hasil kondensasi untuk mengalir ke dalam saluran penampung air tawar. Gambar rancangan atap desalinasi terdapat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Tampak Depan Rancangan Atap Desalinasi



Gambar 2. Detail A Rancangan Atap Desalinasi

3.3 Perencanaan Pelat Dasar Bak Evaporasi

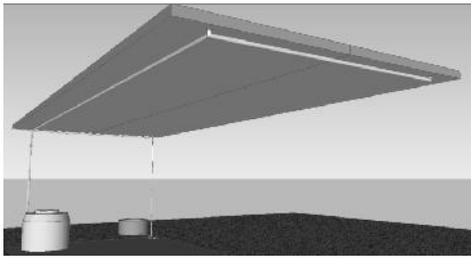
Perencanaan pelat dasar untuk atap desalinasi ini harus memperhatikan aspek keselamatan keluarga yang tinggal di bawahnya. Kriteria desain yang digunakan dalam merencanakan pelat dasar bak evaporasi adalah:

- Bahan pelat bak = *floordeck* + beton (t= 5,4 cm)
- Bak evaporasi = beton

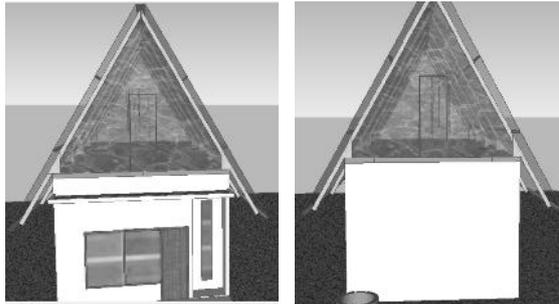
Bak evaporasi direncanakan setinggi 2 cm yang terbuat dari beton. Bak ini dibuat di atas *floordeck* yang telah diratakan dengan beton yang kemudian dasarnya dicat warna hitam untuk mempercepat proses desalinasi. Ketinggian air payau di dalam bak direncanakan setinggi 0,3 cm. Luas bak evaporasi yang akan dibuat seluas 3m x 10m yang terletak di tengah-tengah pelat. Sementara itu, saluran penampung air tawarnya terdapat dua yang terletak di pinggir-pinggir bak dengan luasan masing-masing 0,75m x 10m.

Setelah itu, air yang terdapat pada saluran penampung air tawar akan diteruskan ke tandon air bersih (*Profil Tank 250 L*) melalui pipa PVC tipe AW berdiameter 1". Sementara itu, gambar sistem perpipaan dari saluran penampung air tawar ke tandon air bersih terdapat pada Gambar 3. Proses desalinasi dengan penguapan dapat menyisakan garam yang terendap di dasar bak evaporasi. Supaya proses desalinasi-evaporasi tidak terhalangi diperlukan upaya pembersihan secara berkala terhadap kadar garam yang dihasilkan. Agar pembersihan lebih mudah dilakukan, maka direncanakan atap desalinasi disertai dengan pintu pada tampak depan dan belakang atap rumah yang rangkanya terbuat dari aluminium dan pintu dari profil *fiberglass*. Gambar pintu dengan rangka aluminium terdapat pada Gambar 4.

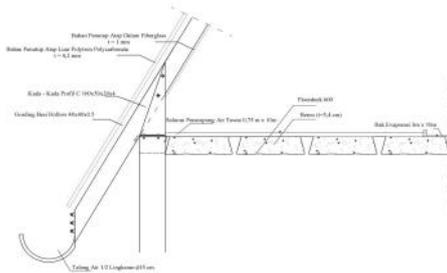
Talang air yang terbuat dari seng BJLS ½ lingkaran bertujuan untuk mengalirkan air hujan yang melewati atap *polycarbonate* ke dalam sumur gali, sehingga ketika musim kemarau sumur gali tidak mengalami kekeringan. Alternatif lain adalah memanfaatkan air hujan yang melewati talang sebagai sumber air bersih ketika musim hujan. Pemasangan talang air pada perencanaan ini terdapat pada Gambar 5.



Gambar 3. Sistem Perpipaan dari Saluran Penampung Air Tawar ke Tandon Air



Gambar 4. Pintu Rangka Aluminium Tampak Depan dan Belakang pada Atap Desalinasi



Gambar 5. Detail B Rancangan Atap Desalinasi

Proses desalinasi air payau menjadi air tawar merupakan suatu proses transfer kalor (bersumber dari sinar matahari) yang dikenakan pada air payau (yang didalamnya terdiri dari air tawar dan garam) dan dilanjutkan dengan transfer massa dalam wujud uap. Uap yang bergerak ke atas kemudian ditangkap dan jatuh ke saluran disamping bak evaporasi merupakan air tawar murni yang sudah terpisah dari kandungan garamnya. Sisa garam dari hasil penguapan tetap terdapat dalam bak.

Besarnya garam yang terbentuk dalam satu hari adalah:

- Massa garam
= massa air payau – massa air tawar
= 92,7 Kg – 89,7 kg
= 3 Kg

- Volume garam = $\frac{\text{massa}}{\rho \text{ gram}}$
= $\frac{3 \text{ Kg}}{1200 \text{ Kg/m}^3}$

$$= 2,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 2,5 \times 10^{-6} \text{ L}$$

Dalam satu hari, proses desalinasi air payau menjadi air tawar dihasilkan air tawar sebesar 89,74 L (89,7 kg) dan garam $2,5 \times 10^{-6}$ L (3 kg).

- Ketebalan garam di bak evaporasi

$$= \frac{\text{Volume garam}}{\text{Luasan bak}} = \frac{2,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{30 \text{ m}^2}$$

$$= 8,33 \times 10^{-5} \text{ m} = 8,33 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

Karena ketinggian bak evaporasi adalah 2 cm, sehingga direncanakan endapan garam yang terdapat di dasar bak evaporasi yang akan dibersihkan setiap bulan sekali. Hal ini dilakukan dengan tujuan agar proses penguapan air payau tidak terhambat akibat adanya endapan garam di dasar bak evaporasi.

4. KESIMPULAN

Perencanaan atap desalinasi sebagai solusi pemenuhan kebutuhan air bersih di daerah pesisir memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Pelat dasar bak terbuat dari *floordeck* 600 yang dilapisi beton setebal 5,4 cm. Ketinggian bak evaporasinya adalah 2 cm dengan luasan bak 3m x 10m. Di samping bak evaporasi terdapat saluran penampung air tawar dengan luasan masing-masing 0,75m x 10m.

- b. Kuda-kuda menggunakan baja ringan profil C 100mm x 50mm x 20mm x 4mm dengan kemiringan sudut 60° dan *gording* yang terbuat dari besi *hollow* 40mm x 40mm x 0,5mm. Bahan penutup atap luar yang digunakan adalah bahan *polytron polycarbonate* setebal 4,2 mm dan bahan penutup atap dalam adalah *fiberglass* setebal 1mm. Pintu terbuat dari rangka aluminium yang terdapat di depan dan belakang atap desalinasi.
- c. Debit yang dapat dihasilkan sebesar 89,74 L tiap harinya dengan pemanasan 7 jam untuk intensitas matahari 485 W/m² pada luasan bak 3m x 10m dengan ketebalan air baku 0,3 cm. Sistem Pengaliran air payau menuju atap rumah desalinasi dengan menggunakan sistem perpipaan yang dipompa secara otomatis dengan dilengkapi *switch level* kontrol.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai daya tahan/umur pakai *floordeck* dan *polycarbonate* terhadap intensitas matahari, serta pengaruh salinitas terhadap penggunaan besi *hollow*.

DAFTAR PUSTAKA

- Arie, H. N., Nusa, I. D., dan Haryoto, I., (1996). *Studi Kelayakan Teknis dan Ekonomis Unit Pengolahan Air Sistem Reverse Osmosis Kapasitas 500 m³/hari untuk Perusahaan Minyak Lepas Pantai*.
- Astuti, U, P. (2012). *Studi Kelayakan Perencanaan Instalasi Air Payau menjadi Air Tawar di Rumah Penduduk Daerah Pesisir. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.*
- Daryanto. (2000). *Fisika Teknik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Dhamayanti, H. K. (2005). *Modifikasi Alat Desalinasi dengan Metoda Evaporasi Menggunakan Energi Matahari Untuk Skala Kecil. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.*
- Heitmann, HG. (1990). *Saline Water Processing*. New York: VCH Publishing.
- Haryudo SI. (2003). *Penggunaan Tenaga Surya pada Penerangan Perahu Nelayan. Jurnal Sain dan Teknologi*, pp: 1693-0851.
- Narmasari A. (2005). *Proses Penyulingan Air Payau dengan Metode Desalinasi Sederhana. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.*
- Potter M. (2004). *New Technology for Point of Use Desalination. Solar Dew*. New York City. www.solardew.com. (diakses pada tanggal 28 April 2004).
- Purwoto, S. (2006). *Desalinasi Air Payau Secara Penguapan dalam Ruang Kaca. Tesis S2, Program Magister Bidang Keahlian Rekayasa Pengendalian Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.*
- Said, N. I., (2010). *Pengolahan Payau Menjadi Air Minum dengan Teknologi Reverse Osmosis*. Jakarta.
- Soedarto. (2004). *Penyediaan Air Tawar Menggunakan Teknologi Distilasi Air Laut Flash Evaporation Bertenaga Surya. Jurnal Sain dan Teknologi*, pp: 1693-085.