

PENGARUH *SOLAR DISTILLATION* BERTINGKAT TERHADAP PRODUKTIFITAS AIR TAWAR DAN KUALITAS GARAM

Nova Risdiyanto Ismail¹⁾, Dadang Hermawan²⁾

ABSTRAK

Berbagai teknologi distilasi telah dikembangkan, namun teknologi distilasi dengan sumber energi matahari yang menghasilkan air kondensat dan garam belum banyak mengalami kajian, sehingga diperlukan teknologi dan penelitian lanjutan. Dalam rangka mengembangkan teknologi tersebut, maka dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh *solar distillation* bertingkat terhadap produktifitas air tawar dan kualitas garam.

Metode penelitian ini dilakukan secara eksperimen, yaitu membandingkan satu, dua, tiga dan empat tingkat *solar distillation*. Penelitian dilakukan langsung dibawah sinar matahari.

Penelitian menghasilkan; produksi air kondensat (tawar) dan garam meningkat seiring dengan jumlah tingkat *solar distillation*. Efisiensi solar still cenderung menurun seiring dengan jumlah tingkat *solar distillation*. Kualitas air yang dihasilkan, mempunyai keasaman (pH) rata-rata 7 dan cenderung netral, sehingga layak untuk dimanfaatkan manusia. Kandungan garam (NaCl) relatif lebih tinggi dibandingkan dengan garam kasar hasil petani garam.

Kata kunci: *solar still*, pelat penyerap gelombang, reflektor.

PENDAHULUAN

Lempoy (2003), melakukan riset pilot proyek *basin* tipe *solar still* dipesisir Kab. Probolinggo; dimana masyarakat membutuhkan air bersih terutama didaerah pesisir pantai dan kepulauan di daerah Kab. Probolinggo. Daerah tersebut banyak memanfaatkan air hujan dan air payau untuk dikonsumsi, sehingga kualitas air rendah dan dapat membahayakan kesehatan. Kondisi demikian diperlukan air tawar yang berkualitas sesuai SNI.

Departemen perindustrian dan perdagangan (2004), Garam merupakan makanan dengan kandungannya yang sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia, sehingga kekurangan dan kualitas garam rendah dapat menyebabkan berbagai penyakit. Di beberapa daerah sentra penghasil garam mengalami permasalahan terhadap kualitas garam dan waktu produksi yang berlangsung hanya tiga sampai empat bulan dalam setahun.

Letak geografi; Indonesia merupakan negara yang terletak pada lintasan garis katulistiwa, kondisi demikian sangat menguntungkan dalam hal ketersediaan energi matahari. Di Indonesia terutama didaerah pantai menerima energi matahari sepanjang tahun, kondisi demikian sangatlah tepat untuk proses distilasi air laut menjadi air tawar dan produksi garam dengan memanfaatkan energi matahari yang mempunyai keuntungan antara lain: jumlahnya cukup besar, ketersediaanya kontinyu dan berada disemua tempat.

Tujuan khusus penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan produksi dan kualitas air tawar, dan efisiensi *solar distillation* dengan *solar distillation* bertingkat menggunakan *principle of capillary film*.
2. Meningkatkan produksi dan kualitas garam dengan *solar distillation* bertingkat menggunakan *principle of capillary film*.

Penelitian Terdahulu

Penelitian yang telah dilakukan peneliti, masing-masing mempunyai karakteristik dan tujuan yang berbeda. Beberapa diantaranya digunakan sebagai dasar untuk mendukung pelaksanaan penelitian ini.

Caddet (2001), pada ujicoba di universitas Ryukyu Jepang meneliti menggunakan gabungan pada *basin still* dengan *multiple effect still* dalam satu unit kaca. Peralatan dengan nama *aqua kids still* dimana total luasan adalah 4,5 m² dapat menghasilkan air bersih sebanyak 48 liter/hari (10 liter/m².hari).

Elkader et al. (2001), mempelajari dampak dari berbagai parameter, seperti ketebalan karet dan gravel pada operasi dan keadaan yang sama. Percobaan ini menunjukkan bahwa, karet hitam dengan ketebalan 10 mm dapat meningkatkan produktifitas sebesar 20% dengan volume air asin 60 liter/m² dan kemiringan kaca 15⁰. Dengan menggunakan gravel hitam dapat ditingkatkan sebesar 19% dengan volume air asin 20 liter/m² dan kemiringan 15⁰.

Boucekima et al. (2001) dalam penelitiannya bertujuan untuk mengembangkan sistem distilasi dengan cara membuat model simulasi dan eksperimen. Pada model simulasi menghasilkan (1.3 kg.h□1.m²) pada jam 11 am dan 12 am. Hasilnya sangat efisien, konstruksi sederhana, peralatan ini dapat diterapkan dan dapat memproduksi air bersih kurang dari 1 m³/d.

Srijanto dan Kamil (2003), penelitian diarahkan untuk membuat garam rendah natrium menggunakan bahan baku bittern dengan cara mencampur butiran-butiran garam tersebut di dalam alat pencampur dan diaduk hingga homogen. Hasilnya Garam rendah natrium dapat diproduksi dengan bahan baku bittern. Produk hasil proses yang melalui tahapan pengendapan mempunyai kadar Na yang lebih tinggi daripada produk hasil proses tanpa melalui tahapan pengendapan. Hal ini dikarenakan pada proses yang melalui tahapan pengendapan terjadi penambahan unsur Na dari NaOH. Unsur Mg pada produk hasil proses

dengan pengendapan relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan unsur Mg pada produk hasil proses tanpa pengendapan. Unsur K pada produk hasil proses tanpa melalui pengendapan mempunyai kandungan yang lebih tinggi daripada komposisi di produk yang melalui tahapan pengendapan.

Monintja (2004), melakukan usaha-usaha untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas *solar still* dengan memberikan variasi pada pelat penyerap yang menghasilkan produktivitas air kondensat dan efisiensi menggunakan pelat penyerap dari coran beton lebih banyak dibandingkan dengan menggunakan pelat penyerap dari tembaga, variasi kaca penutup yang menghasilkan air kondensat dan efisiensi kaca penutup dua sisi dengan orientasi timur-barat menghasilkan lebih banyak dibandingkan dengan kaca penutup satu sisi dengan orientasi utara, dan penambahan batu kerikil dengan diameter 1 cm menghasilkan air kondensat lebih banyak dibandingkan tanpa batu kerikil. Sudut kaca penutup 17° terhadap bidang horizontal.

Ismail (Juli 2006), dalam penelitiannya bertujuan untuk meningkatkan produksi air kondensat pada sistem *solar still* dengan memanfaatkan panas konduksi dan penambahan hingga tiga ruang *heat recovery*. Produksi air kondensat yang diperoleh *solar still* dengan memanfaatkan panas konduksi dan penambahan tiga ruang *heat recovery* hasilnya lebih meningkat.

Ismail (September 2006), penelitian diarahkan untuk menguji dinding kondensasi jenis kuningan, jenis kaca dan pengujian jarak dinding kondensasi pada penambahan satu ruang *heat recovery*. Hasilnya dinding kondensasi jenis kaca dan jarak dinding kondensasi 30 cm menghasilkan produksi air kondensat yang lebih tinggi dibandingkan jenis kuningan dan penggunaan jarak dinding kondensasi 10 cm dan 20 cm. Dalam saran yang diberikan; air kondensat yang diperoleh dari proses distilasi perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang komposisi kimia air kondensat yang dihasilkan dan perlu dilakukan penelitian tentang endapan air garam yang dalam beberapa hari sudah menjadi kristal garam.

Wijaya A., Ovidhin V.A. dan Arrawi A., (PIMNAS 2007), penelitiannya bertujuan untuk mengetahui pengaruh sudut dan media pendingin dengan *principle of capillary film* terhadap produktivitas dan efisiensi *solar still*. Hasil yang diperoleh menggunakan sudut pelat penyerap 15° memperoleh produksi air kondensat tertinggi sebesar 5.4 liter/hari/m² dan efisiensi *solar still* sebesar 27.9 % dibandingkan dengan sudut 30° , 45° dan 60° . Pada pengujian pendingin air pada kaca penutup menggunakan media pendingin air mempunyai produksi dan efisiensi *solar still* lebih tinggi sebesar 5.60 liter/hari/m² dan efisiensi *solar still* sebesar 51.1 % dibandingkan tanpa pendingin.

Nurhidayati L (2007), Nilai komersial garam ditentukan oleh kemurnian natrium klorida. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan natrium klorida yang murni dengan mengurangi kadar pencemarnya melalui

rekristalisasi bertingkat. Setelah garam dapur curah direkristalisasi empat kali diperoleh natrium klorida yang memenuhi persyaratan sebagai bahan baku farmasetis.

Tetuko dkk (2009), meneliti *heat transfer* pada sistem desalinasi tenaga surya dengan pelat penyerap berbasis tembaga. Telah dilakukan perhitungan perpindahan panas (*heat transfer*) pada sistem desalinasi air laut menggunakan tenaga surya. Dari hasil perhitungan panas untuk aplikasi Dari hasil perhitungan panas untuk aplikasi desalinasi air laut berbasis tenaga surya, didapatkan: heat flux radiasi surya = 884.80 W/m², kerugian panas radiasi = 1.91 W/m², heat flux konveksi = 162.19 W/m², heat flux konduksi = 68.40 W/m², nilai heat flux evaporasi dan kondensasi = 300.93 W/m²

La Aba (2008), meneliti karakteristik permukaan *absorber* radiasi matahari pada *solar still* dan aplikasinya sebagai alat destilasi air laut menjadi air tawar. penelitian menghasilkan pelat absorber gelombang dan tebal paling efektif untuk meningkatkan kinerja *solar still*.

Astawa, K (2008), Pengaruh Penggunaan Pipa Kondensat sebagai *Heat Recovery* pada Basin Type *Solar Still* terhadap efisiensi Pengaruh. Hasil yang diperoleh dengan penambahan pipa kondensat sebesar 26.8 % dan terjadi peningkatan efisiensi sebesar 46.1 %.

Suyatno A., dan Ismail N. R., (2007), Pengaruh jarak dan jumlah ruang penyerap terhadap produktivitas dan efisiensi harian *solar still*. Penelitian menghasilkan dengan jumlah ruang penyerap tiga buah dan dengan penambahan pendingin air diperoleh produktivitas sebesar 5.58 liter dan efisiensi *solar still* menjadi 78.71 %.

Fitriana R. (2000), Lokasi pembuatan garam yang ideal adalah memenuhi persyaratan antara lain lokasi landai, kedap air, air laut dapat naik ke lahan tambak garam (dengan atau tanpa bantuan alat), konsentrasi air baku minimum 2,5 derajat Be. Lokasi juga bersih dari sumber air tawar, dengan curah hujan sedikit dan banyak sinar matahari untuk optimalnya penguapan air laut.

Efisiensi Solar Still

Efisiensi *solar still* dapat di definisikan sebagai perbandingan antara perpindahan panas pada alat distilasi dengan evaporasi kondensasi terhadap besarnya radiasi matahari, dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$\eta_i = \frac{q_e}{G} \dots (\text{Duffie 1980:645})$$

Untuk efisiensi harian yang dihasilkan oleh *solar still*, sebagai berikut:

$$\eta_i = \frac{m_p h_{fg}}{GAt} (\text{Duffie 1980:646})$$

dengan:

- m_p = Laju aliran masa produk destilasi persatuan luas ($\text{kg/m}^2\text{s}$)
- h_{fg} = Panas laten penguapan (J/kg)
- G = Radiasi matahari (W/m^2)
- A = Luasan dari *basin* (m^2)
- Q_e = Panas yang dibutuhkan untuk evaporasi (J)
- T = Interval waktu pengambilan data (s)

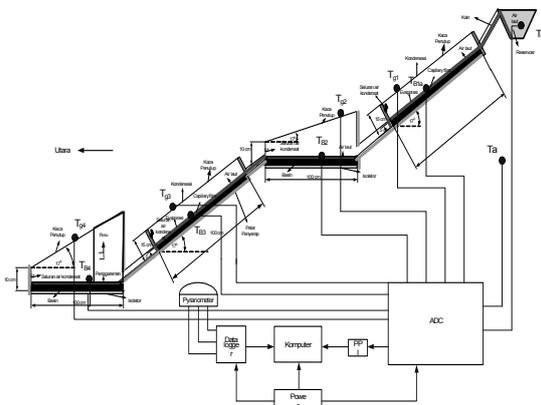
METODE PENELITIAN

Pengukuran Peubah

Variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel bebasnya adalah: satu tingkat, dua tingkat, tiga tingkat dan empat tingkat *solar still/distillation*.
2. Variabel terikatnya adalah: Temperatur kaca penutup (T_g), Temperatur air dalam *basin* (T_{ab}), Temperatur lingkungan (T_a), Radiasi total matahari (G_t), Produksi air tawar (m_p), Produksi garam (m_g) dan Kualitas air tawar dan garam

Model Peralatan



Gambar 1 Set Up Peralatan

Prosedur pengujian

Prosedur pengambilan data satu tingkat

Adapun prosedur pengambilan data penelitian sebagai berikut :

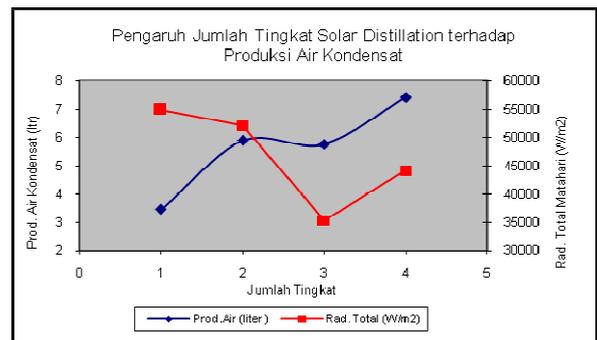
1. Pengambilan data dimulai pukul 07.00 WIB hingga 17.00 WIB.
2. Pengambilan data temperatur dan radiasi total matahari dilakukan secara bersamaan dengan durasi pengambilan data setiap 5 menit.
3. Pengambilan data volume air tawar yang ditampung pada bak penampung dilakukan pengukuran pada sore hari dan pagi hari pada hari berikutnya.
4. Pengambilan data garam dilakukan sore hari pada hari berikutnya.

5. Air tawar dan garam yang diperoleh, kemudian dilakukan uji kualitas dan dibuat tabulasi tersendiri.
6. Prosedur pengambilan data dua tingkat, tiga tingkat, dan empat tingkat menggunakan prosedur yang sama dengan pengujian satu tingkat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hubungan Jumlah Tingkat Solar Distillation terhadap Produksi Air Kondensat (Tawar).

Selama pengujian diperoleh data dan kemudian dibuat grafik sebagai berikut:

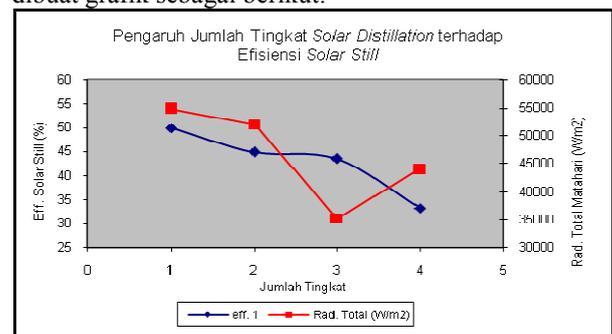


Gambar 1. Hubungan jumlah tingkat *solar distillation* terhadap prod. air kondensat

Berdasarkan gambar 1. diatas, dapat dilihat trend produksi air kondensat pada satu tingkat menghasilkan produksi air kondensat paling sedikit dan cenderung naik produksi air kondensat seiring dengan jumlah tingkat *solar distillation* yang di gunakan. Kondisi demikian disebabkan oleh luasan pelat penyerap meningkat sesuai dengan jumlah tingkat *solar distillation* yang digunakan, selain itu luasan kaca penutup yang berfungsi sebagai media atau tempat kondensasi juga bertambah, sehingga dengan peningkatan luasan pelat penyerap dan kaca penutup dapat meningkatkan produktifitas air kondensat.

2. Hubungan Jumlah Tingkat Solar Distillation terhadap Efisiensi Solar Still.

Selama pengujian diperoleh data dan kemudian dilakukan perhitungan menggunakan persamaan yang telah tersedia pada studi pustaka, dan hasilnya dapat dibuat grafik sebagai berikut:

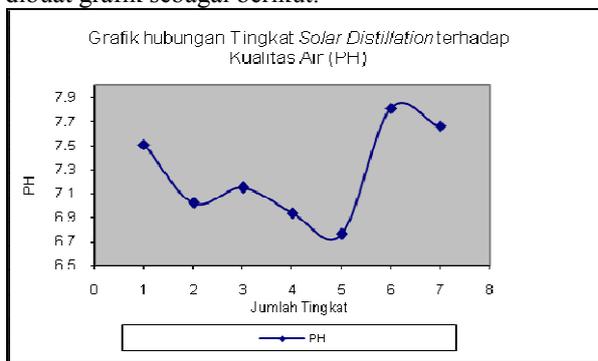


Gambar 2.. Hubungan jumlah tingkat *solar distillation* terhadap efisiensi *solar still*

Berdasarkan gambar 2. diatas, dapat dilihat trend efisiensi *solar still* menurun, yaitu pada satu tingkat menghasilkan efisiensi *solar still* rata-rata paling tinggi dan cenderung turun seiring dengan jumlah tingkat *solar distillation* yang di gunakan. Kondisi demikian disebabkan oleh air laut yang ditampung pada bak penampung mengalir kurang merata pada peralatan dua tingkat dan empat tingkat, sehingga produksinya kurang maksimal pada kedua tingkat tersebut. Selain itu temperatur air diatas *basin* tinggi menjadi lebih tinggi, sehingga nilai enthalpy penguapannya rendah.

3. Hubungan Jumlah Tingkat Solar Distillation terhadap PH Air

Selama pengujian diperoleh data dan hasilnya dibuat grafik sebagai berikut:



Keterangan:

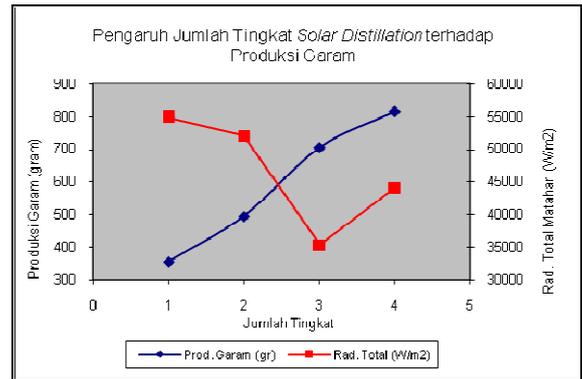
- | | |
|-------------------|------------------------|
| 1 = satu tingkat | 5 = Air mineral (Club) |
| 2 = dua tingkat | 6 = Air PDAM |
| 3 = tiga tingkat | 7 = Air Laut |
| 4 = empat tingkat | |

Gambar 3.. Hubungan jumlah tingkat *solar distillation* terhadap efisiensi *solar still*

Berdasarkan gambar 3. diatas, dapat dilihat PH terendah dimiliki oleh air mineral (Club) dan PH air tertinggi terjadi pada air PDAM dan air laut. Pengujian PH dimaksudkan untuk melihat nilai keasaman dari air kondensat yang dihasilkan. Besaran pH berkisar dari 0 (sangat asam) sampai dengan 14 (sangat basa/alkalis). Nilai pH kurang dari 7 menunjukkan lingkungan yang masam sedangkan nilai diatas 7 menunjukkan lingkungan yang basa (alkalin). Sedangkan pH = 7 disebut sebagai pH netral. Dari hasil pengujian menggunakan *solar distillation* menghasilkan air kondensat dengan nilai pH pada daerah netral, dan menurut SNI pH air yang layak di minum mempunyai pH diantara 6.5 sampai dengan 8.5, sehingga air kondensat hasil pengujian layak digunakan/dimanfaatkan untuk kebutuhan manusia.

4. Hubungan Jumlah Tingkat Solar Distillation terhadap Produksi Garam

Selama pengujian diperoleh data dan hasilnya dibuat grafik sebagai berikut:

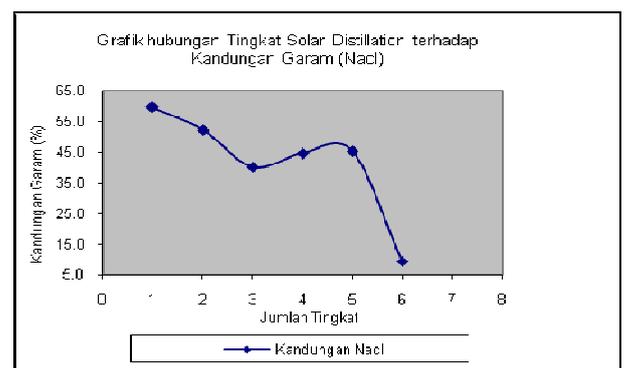


Gambar 4. Hubungan jumlah tingkat *solar distillation* terhadap produksi garam

Berdasarkan gambar 4. diatas, dapat dilihat produksi garam meningkat seiring dengan peningkatan jumlah tingkat *solar distillation*. Produksi garam juga ditinjau dari jumlah air laut yang dimasukkan atau diproses menjadi air kondensat dan garam. Produksi garam tidak terjadi pada semua tingkat, namun hanya terjadi pada satu tingkat dan tiga tingkat. Sedangkan pada dua tingkat dan empat tingkat tidak digunakan untuk produksi garam, melainkan untuk meningkatkan produksi air kondensat dan mempercepat proses penggaraman. Dengan demikian terdapat korelasi antara jumlah air laut sebagai bahan baku dengan produknya yaitu air kondensat dan garam, sehingga semakin besar jumlah air laut dan semakin luas tempat produksi dan luasan produksi garam akan meningkatkan jumlah garam yang dihasilkan.

5. Hubungan Jumlah Tingkat Solar Distillation terhadap Kualitas/Kandungan Garam

Selama pengujian diperoleh data dan hasilnya dibuat grafik sebagai berikut:



Keterangan:

- | | | |
|------------------|-------------------|------------------|
| 1 = satu tingkat | 3 = tiga tingkat | 5 = Garam Grasak |
| 2 = dua tingkat | 4 = empat tingkat | 6 = Air Laut |

Gambar 5. Hubungan jumlah tingkat *solar distillation* terhadap kandungan garam (NaCl)

Berdasarkan gambar 5.6 diatas, dapat dilihat bahwa kandungan NaCl dalam garam hasil produksi *solar distillation* bertingkat relatif lebih tinggi dibandingkan dengan dengan garam grasak. Dan dari hasil penelitian garam yang dihasilkan dalam penelitian terlihat lebih putih dibandingkan dengan garam grasak.

5.2. Pembahasan

Dari data dan analisa grafik dapat dilakukan pembahasan sebagai berikut:

1. Produksi air kondensat semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah tingkat *solar distillation*. Kondisi demikian disebabkan oleh luasan pelat penyerap meningkat sesuai dengan jumlah tingkat *solar distillation* yang digunakan, selain itu luasan kaca penutup yang berfungsi sebagai media atau tempat kondensasi juga bertambah, sehingga dengan peningkatan luasan pelat penyerap dan kaca penutup dapat meningkatkan produktifitas air kondensat. Peningkatan jumlah ini tidak merata, kondisi ini disebabkan oleh air laut tidak mengalir secara kontinyu pada dua tingkat dan empat tingkat. Air kondensat yang telah dihasilkan masih pada area dapat di konsumsi oleh manusia, jika di lihat dari tingkat keasaman (pH).
2. Efisiensi *solar still* sangat bergantung pada radiasi matahari, jumlah produksi air kondensat, enthalpy penguapan, luasan pelat penyerap dan luasan kaca penutup. Selain factor diatas, peralatan juga mempunyai peranan yang penting dalam menghasilkan produksi air kondensat dan efisiensi *solar still*. Dalam persamaan efisiensi, luasan berfungsi sebagai pembagi, sehingga semakin luas pelat penyerap efisiensi *solar still* akan menurun tentunya jika tidak diringi oleh kenaikan nilai enthalpy dan jumlah produksi air kondensat. Pada pengujian ini jumlah tingkat *solar distillation* akan mempengaruhi luasan pelat penyerap, dimana semakin tinggi jumlah tingkat akan menurunkan efisiensi *solar still*, walaupun produktifitas air kondensat meningkat. Pada peralatan yang digunakan terdapat kekurangan yaitu ketika air pada tendon habis, maka pada peralatan dua tingkat dan empat tingkat tidak ada aliran air diatas pelat penyerap, sehingga produksi air kondensat tidak optimal. Dengan demikian penurunan efisiensi *solar still* karena jumlah luasan pelat penyerap tidak diikuti oleh produksi yang air kondensat.
3. Produksi garam meningkat seiring dengan peningkatan jumlah tingkat *solar distillation*. Produksi garam juga ditinjau dari jumlah air laut yang dimasukkan atau diproses menjadi air kondensat dan garam. Produksi garam tidak terjadi pada semua tingkat, namun hanya terjadi pada satu tingkat dan tiga tingkat. Sedangkan pada dua tingkat dan empat tingkat tidak digunakan untuk produksi garam, melainkan untuk meningkatkan

produksi air kondensat dan mempercepat proses penggaraman. Dengan demikian terdapat korelasi antara jumlah air laut sebagai bahan baku dengan produknya yaitu air kondensat dan garam, sehingga semakin besar jumlah air laut dan semakin luas tempat produksi dan luasan produksi garam akan meningkatkan jumlah garam yang dihasilkan.

4. Kandungan NaCl dalam garam hasil produksi *solar distillation* bertingkat relatif lebih tinggi dibandingkan dengan dengan garam grasak. Dan dari hasil penelitian garam yang dihasilkan dalam penelitian terlihat lebih putih dibandingkan dengan garam grasak.

Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Produksi air kondensat (tawar) dan garam meningkat seiring dengan jumlah tingkat *solar distillation*.
2. Efisiensi solar still cenderung menurun seiring dengan jumlah tingkat *solar distillation*.
3. Kualitas air yang dihasilkan, mempunyai keasaman (pH) rata-rata 7 dan cenderung netral, sehingga layak untuk dimanfaatkan manusia.
4. Kandungan garam (NaCl) relatif lebih tinggi dibandingkan dengan garam grasak hasil petani garam.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd Elkader M., et.al., (April 2001), *Solar productivity enhancement*, International Journal Of Renewable Energy Engeneering, Vol. 3, No. 1
- Bouhekima B., et. al. (2001). “*Brackish water desalination with heat recovery*”. Algeria. Desalination vol 138. 147–155. www.elsevier.com/locate/desal.
- Caddet, (2001), “*A simple, low cost solar desalination still*”. [Http://www.cadet.co.uk/html/contjapa.htm](http://www.cadet.co.uk/html/contjapa.htm)
- Catur W. T. (2002). “*Perencanaan thermal dan uji laboratorium terhadap solar still untuk distilasi air*”. *Skripsi*. Malang: Jurusan Teknik Mesin FT Unibraw Malang.
- Dini Purbani (2006), Proses pembentukan kristalisasi garam, Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumberdaya Nonhayati, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan. <http://www.oocities.org>
- Duffie J.A. dan Beckman W.A. (1980). *Solar Engineering Of Thermal Processes*. New York : John Willey & Sons.
- Fitriana, R. (April 2000), *Memperbaiki kualitas garam produksi lokal*. Bisnis Indonesia. 11.

- menjadi Air Tawar.
journal.lib.unair.ac.id/index.php/sgm
- Ismail N. R. (Juli 2006), **Pemanfaatan panas konduksi untuk meningkatkan produktifitas dan efisiensi solar still**, PDM DIKTI
- Ismail N. R. (September 2006), **Studi eksperimen pengaruh jenis dan jarak dinding kondensasi terhadap efisiensi dan produktifitas solar still**, Thesis. Malang: Program Pascasarjana Jurusan Teknik Mesin Unibraw Malang.
- Jackson R. D and Van Bavel C. H. M., (1965). “**Solar distillation of water from soil and plant material, a simple desert survival technique**”, *science*, 149,1377-1379.
- Kreider. F. Jan and Kreith F. “**Solar heating and cooling active and passive desing**”. New York : McGraw-Hill.
- Lempoy K.A. (2003), “**Pilot proyek basin tipe solar still dipesisir Probolinggo**”, Tesis. Malang. Program Pascasarjana Teknik Mesin Univ. Brawijaya Malang.
- Monintja N. C. (2004). “**Usaha-usaha untuk meningkatkan efisiensi dan produktifitas solar still**”. Thesis. Malang: Program Pascasarjana Jurusan Teknik Mesin Unibraw Malang.
- Subarkah Rahmad, (2001), “**Penelitian absorber solar still untuk distilasi air laut**”, *Skripsi*, Malang: Jurusan Teknik Mesin FT Unibarw Malang
- Solar Water Purification Project (2000) “**Solar water distillation-still**” <http://www.epsea.org/still.html>
- Nurhidayati L (2007), Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan natrium klorida yang murni dengan mengurangi kadar pencemarnya melalui rekristalisasi bertingkat.
www.chem.ui.ac.id/seminar-snk2007/Abstrak/30_160507_Lilie
- T.etuko A.P, Khaerudini D.S., Muljadi dan Sebayang P., (2009), *Heat Transfer* pada Sistem Desalinasi Tenaga Surya dengan Pelat Penyerap berbasis Tembaga, <http://fisika.brawijaya.ac.id/bss-ub/proceeding>
- Astawa, K (2008), Pengaruh Penggunaan Pipa Kondensat sebagai *Heat Recovery* pada Basin Type *Solar Still* terhadap efisiensi, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM*, Vol. 2, No.1, 34-41.
- La Aba (2008), Karakteristik Permukaan *Absorber* Radiasi Matahari pada *Solar Still* dan Aplikasinya Sebagai Alat Destilasi Air Laut