

PENGARUH PENAMBAHAN REFLEKTOR TERHADAP PRODUKTIFITAS DAN EFISIENSI *SOLAR STILL*

Nova R. Ismail¹⁾, Naif Fuhaid²⁾

ABSTRAK

Berbagai teknologi distilasi telah dikembangkan, namun teknologi distilasi dengan sumber energi matahari tersebut masih mengalami berbagai kendala, sehingga diperlukan teknologi dan penelitian lanjutan. Dalam rangka mengembangkan teknologi tersebut, maka dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan reflektor terhadap produktifitas dan efisiensi *solar still*.

Metode penelitian ini dilakukan secara eksperimen, yaitu pengujian *solar still* menggunakan pelat penyerap gelombang dengan penambahan reflektor dan tanpa reflektor. Penelitian dilakukan langsung dibawah sinar matahari.

Penelitian menghasilkan; pelat penyerap gelombang dengan penambahan reflektor dapat meningkatkan produktifitas air kondensat dan efisiensi *solar still*, dibandingkan dengan pelat penyerap gelombang tanpa reflektor.

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

PENDAHULUAN

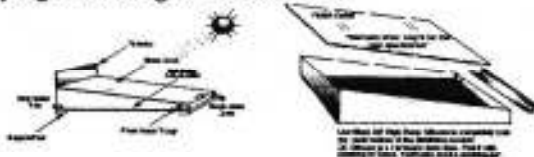
Air bersih sangat dibutuhkan untuk masyarakat yang tinggal didaerah pantai dan kepulauan, dimana hampir sebagian besar sumber air tanah yang didapat adalah air payau. Permasalahan air bersih tersebut dapat diberikan solusi yaitu dengan melakukan penyulingan air laut menjadi air tawar menggunakan energi matahari.

Berbagai teknologi distilasi telah dikembangkan, namun teknologi distilasi dengan sumber energi matahari tersebut masih mengalami berbagai kendala, sehingga diperlukan teknologi dan penelitian lanjutan. Dalam rangka mengembangkan teknologi tersebut, maka dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan reflektor terhadap produktifitas dan efisiensi *solar still*.

Penelitian Terdahulu

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

EPSEA (1995), Penelitian yang dilakukan disepanjang Texas dan Mexico menghasilkan suatu teknologi *solar still* dengan ukuran 34" x 76" dapat menghasilkan air bersih sebanyak 3 galon perhari pada musim panas dan 1,5 galon per hari pada musim dingin. Gambar dibawah ini adalah tipe *solar still* yang dikembangkan oleh EPSEA.



Gambar 1. Tipe *Solar Still* dari EPSEA
Sumber : *Solar Water Distiller-Still*.
<http://www.epsea.org/still.html>

Jackson dan Van Bavel (1965) merancang suatu peralatan solar sederhana, dimana peralatan ini terdiri dari sebuah rangka kayu segi-empat yang pada bagian samping dan atasnya ditutup dengan kaca. Pada waktu pengerjaan pemasangan, permukaan tanah merupakan dasar dari peralatan. Dengan demikian peralatan ini dapat digunakan untuk menghasilkan air bersih dari tanah yang basah akibat dari hujan dan air buangan. Hasil maksimum yang didapat dari peralatan ini hanya sekitar 1,5 liter/m² setiap hari.

Minasian,dkk (1992), membuat tiga peralatan solar untuk penyulingan air tanah, masing-masing peralatan terdiri dari rangka kayu ukuran 1,25 x 0,95 m dengan ketebalan kaca penutup 4mm dengan kemiringan 15° terhadap bidang horisontal dasar peralatan. Pada sumbu memanjang masing-masing peralatan diatur menghadap arah timur barat dan sisi miring peralatan menghadap kearah selatan. Tiga peralatan diletakkan diatas setiap lubang, masing-masing lubang berukuran (1,0 x 0,75) m² dengan kedalaman 1,2 m. Volume hasil distilasi dicatat setiap hari antara jam 09.00 sampai jam 21.30 untuk ketiga peralatan ini. Hasil yang didapat menunjukkan kontribusi rata-rata dinding dalam menyuplai air bersih sebanyak 56%, dimana kontribusi sebelumnya adalah 31%. Ini menu njukan bahwa, peralatan dengan pemisah pada dinding dan dasar lubang memberikan hasil yang lebih tinggi daripada peralatan dengan hanya satu pemisah dengan volume yang sama.

Bhide, dkk (1982), memperkenalkan metode yang sederhana untuk membandingkan *performance thermal* dimana kolektor pelat datar dilapisi dengan suatu lapisan yang diketahui nilai daya serap dan daya pantul sinar matahari. Ini adalah cara yang sederhana untuk mendapatkan nilai α dan ϵ yang tepat untuk pemilihan permukaan kolektor tertentu.

Metode ini menunjukkan adanya batasan pada perbandingan lapisan dalam memilih nilai α dan ε serta akan memberikan keuntungan energi total yang digunakan pada pemilihan lapisan yang baik.

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 $4,5 \text{ m}^2$ dapat menghasilkan air bersih sebanyak 48 liter/hari ($10 \text{ liter/m}^2 \cdot \text{hari}$).

Elkader, dkk (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/m^2 dan kemiringan kaca 15° . Dengan menggunakan gravel hitam dapat ditingkatkan sebesar 19% dengan volume air asin 20 liter/m^2 dan kemiringan 15° .

Rahmat (2001), melakukan penelitian mengenai plat penyerap untuk destilasi air laut. Dari beberapa bahan uji dalam penelitian ini, didapat bahan tembaga yang dilapisi dengan cat hitam jenis doff memiliki koefisien penyerapan panas yang baik, yaitu 0,82. Pada penelitian ini juga dilakukan pengamatan pada kinerja *solar still* dengan ukuran $1 \times 1 \text{ m}$ dengan penambahan batu kerikil diatasnya diatas pelat penyerap, hasil pengujian menunjukkan pelat penyerap dengan penambahan batu kerikil diatasnya mempunyai efisiensi yang baik, dimana didapat efisiensi harian sebesar 0,38 dan dalam setengah hari menghasilkan air bersih sebanyak 2,425 ml.

Erdian (2001), menganalisa kaca penutup dan isolasi pada *solar still* untuk destilasi air laut. Penelitian dilakukan dengan mengkondisikan temperatur kaca penutup agar turun, sehingga air kondensasi yang terbentuk akan lebih cepat. Dari hasil penelitian ini didapatkan penurunan temperatur kaca penutup dari $56,3^\circ \text{C}$ menjadi $49,12^\circ \text{C}$, penurunan temperatur ini akan meningkatkan efisiensi *solar still* sebesar 20,3% dari efisiensi sebelumnya dengan tanpa mengkondisikan permukaan kaca penutup sebesar 9,98%.

Catur (2002), menghitung perencanaan termal dan uji laboratorium pada solar still untuk destilasi air. Pengamatan dilakukan pada solar still dengan luasan 1 m^2 , dengan arah orientasi adalah timur-barat, dimana pada pagi hari sampai pukul 12.00 solar still menghadap ketimur, dan pada pukul 12.00 sampai sore hari solar still menghadap ke barat, didapat produktifitas solar still rata-rata sebesar $2.721 \text{ ml/hari/m}^2$. Efisiensi efektif maksimal yang dicapai adalah 35% dengan intensitas radiasi matahari sebesar 998 W/m^2 .

Monintja (2004), melakukan usaha-usaha untuk meningkatkan efisiensi dan produktifitas *solar still* dengan memberikan variasi pada pelat penyerap yang menghasilkan produktifitas 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.

Ismail (2005), Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan produktifitas dan efisiensi *solar still* dengan penambahan batu kerikil. Penelitian ini menghasilkan penambahan batu kerikil kurang maksimal dibandingkan tanpa batu kerikil. Kondisi demikian terjadi karena pengambilan data dilakukan pada kondisi matahari bersinar minim dan hujan, sehingga energi matahari kurang tersedia dengan baik.

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 baik dibandingkan jenis kuningan dan penggunaan jarak dinding kondensasi 10 cm dan 20 cm.

Suyatno dan Putra (2007), Penelitian dikembangkan dengan memberikan variasi jarak dan jumlah ruang penyerap dan memberikan pendingin air pada dinding kondensasi untuk meningkatkan produktifitas dan efisiensi *solar still*. Hasil yang diperoleh dari eksperimen ini dapat ditingkatkan produktifitas sebesar 5,58 liter dan efisiensi *solar still* menjadi 78,71 %.

Arif, dkk (2007), Penelitian dikembangkan untuk mengetahui pengaruh sudut dan media pendingin dengan *principle of capillary film* terhadap produktifitas dan efisiensi *solar still*. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan variasi sudut 15° , 30° , 45° , dan 60° , sedangkan media pendingin kaca penutup menggunakan pendingin air. Hasil yang diperoleh menggunakan sudut pelat penyerap 15° memperoleh produksi air kondensat tertinggi sebesar $5.4 \text{ liter/hari/m}^2$ 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 $5.60 \text{ liter/hari/m}^2$ dan efisiensi *solar still* sebesar 51.1 % dibandingkan tanpa pendingin.

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:

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

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)

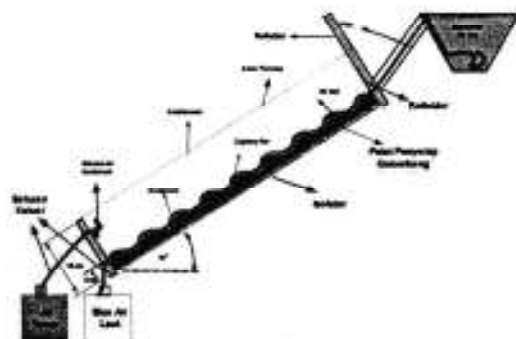
METODE PENELITIAN

Pengukuran Peubah

Variabel bebas : Penambahan Reflektor dan tanpa Reflektor.

Variabel terikat : Temperatur kaca penutup (T_k), Temperatur air diatas pelat penyerap (T_a), Temperatur basin/pelat penyerap (T_b), Temperatur lingkungan (T_l), Radiasi total matahari (G_t) dan produktifitas air tawar (Q_{st}).

Peralatan Penelitian



Gambar 2. Skema alat percobaan pelat penyerap gelombang dengan reflektor

Prosedur pengujian

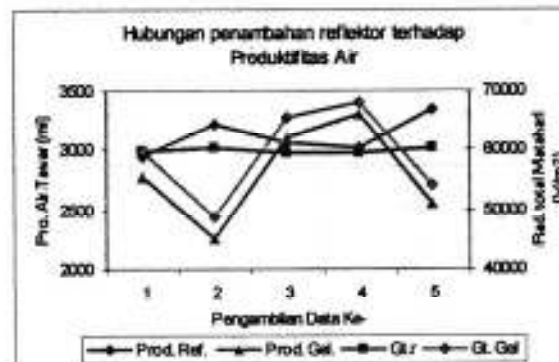
Pengujian dilakukan untuk mendapatkan data pada variabel terikat yang mulai pada jam 07.00 sampai 17.00 WIB dan langsung berada dibawah sinar matahari dengan durasi pencatatan data dilakukan setiap 5 menit pada titik yang telah ditentukan. Lokasi pembuatan dan pengujian di Laboratorium Tenaga Surya dan Energi Alternatif Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang.

Adapun pengambilan data dilakukan dengan menambahkan reflektor pada bagian selatan dan menggunakan pelat penyerap gelombang untuk meningkatkan produktifitas dan efisiensi *solar still*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian penambahan reflektor terhadap produktifitas *solar still*.

Dari data hasil penelitian dan perhitungan dapat dibuat grafik sebagai berikut:

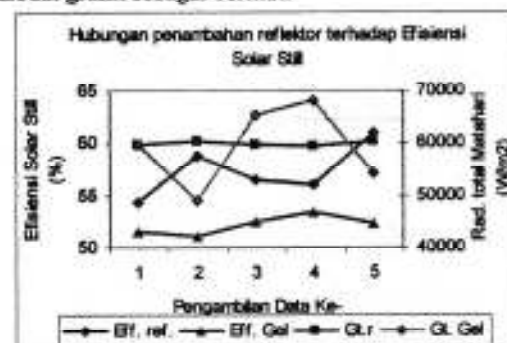


Grafik 1. Hubungan penambahan reflektor terhadap produktifitas *solar still*

Dari grafik diatas yaitu hubungan penambahan reflektor terhadap produktifitas *solar still* diperoleh hasil produktifitas tertinggi yaitu sebesar 3,35 ml pada radiasi total matahari sebesar 60404.65 (W/m^2) yaitu pada tanggal 27 juli 2009, sedangkan tanpa menggunakan reflektor (hanya menggunakan pelat penyerap gelombang) menghasilkan air tawar sebesar 3,30 liter pada radiasi total matahari sebesar 68088.30 (W/m^2) yaitu pada tanggal 17 juli 2009. Dengan demikian penambahan reflektor dapat meningkatkan energi yang diterima oleh pelat penyerap, sehingga dapat meningkatkan produksi air kondensat.

Pengujian penambahan reflektor terhadap efisiensi *solar still*.

Dari data hasil penelitian dan perhitungan dapat dibuat grafik sebagai berikut:



Grafik 2. Hubungan penambahan reflektor terhadap efisiensi *solar still*.

Dari grafik diatas diperoleh hasil efisiensi tertinggi yaitu sebesar 61.0 % pada pengujian kelima pada tanggal 27 juli 2009 dan jika dibandingkan dengan efisiensi tertinggi pada pengujian pelat penyerap gelombang tanpa reflektor diperoleh hasil sebesar sebesar 53.5 % pada tanggal 17 juli 2009.

Kondisi demikian disebabkan oleh energi yang diterima pelat penyerap lebih tinggi dan produksi air kondensat, sehingga efisiensi *solar still* lebih tinggi.

Pembahasan

Dari hasil penelitian yang ditabelkan dan dibuat grafik, dapat dilakukan pembahasan sebagai berikut:

1. Dari hasil analisa diatas diketahui bahwa jumlah produktifitas *solar still* sangat dipengaruhi oleh radiasi matahari, proses evaporasi dan proses kondensasi, sampai air kondensat mengalir menuju bak penampung. Kondisi demikian dapat terlihat dari produksi air kondensat pada pelat penyerap datar lebih rendah dari pelat penyerap gelombang dan produksi air kondensat pada pelat penyerap gelombang lebih rendah dari pelat penyerap gelombang dengan penambahan reflektor.
2. Efisiensi *solar still* menggunakan pelat penyerap gelombang dengan penambahan reflektor lebih tinggi dibandingkan pelat penyerap gelombang tanpa reflektor dan pelat penyerap datar. Kondisi demikian disebabkan oleh energi yang diterima pelat penyerap gelombang menggunakan penambahan reflektor lebih tinggi sehingga evaporasinya lebih cepat, sehingga produktifitas air kondensat meningkat dan dapat meningkatkan efisiensi *solar still*.
3. Pada pengujian *solar still* dengan perbandingan bentuk permukaan pelat penyerap diketahui bahwa pelat penyerap terbaik menggunakan pelat penyerap gelombang. Hal ini dikarenakan panjangnya lintasan air laut yang dilalui dan juga karena bentuknya gelombang, sehingga pada bagian yang cekung air dapat bertahan lebih lama. Air yang berada pada cekungan pelat gelombang mengalami pemanasan oleh radiasi matahari dan pelat penyerap lebih lama, sehingga produksi uap air selalu tersedia dan ketika air kondensat pada kaca penutup mengalir, uap air dengan cepat menempati posisi yang kosong pada kaca penutup. Kondisi demikian menyebabkan produktifitas air meningkat yang akhirnya dapat meningkatkan efisiensi *solar still*.

KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa pelat penyerap gelombang dengan penambahan reflektor dapat meningkatkan produktifitas air kondensat dan efisiensi *solar still* lebih tinggi dibandingkan dengan pelat penyerap gelombang tanpa reflektor dan pelat penyerap datar.

DAFTAR PUSTAKA

Abd Elkader M., et.al., (April 2001), *Solar productivity enhancement*, International Journal Of Renewable Energy Enggineering, Vol. 3, No. 1

Arif, dkk (2007), Penelitian dikembangkan untuk mengetahui pengaruh sudut dan media pendingin dengan *principle of capillary film* terhadap produktifitas dan efisiensi *solar still*. PKMP. DIKTI.

Boucekima B., et. al. (2001). "*Brackish water desalination with heat recovery*". Algeria. Desalination vol 138. 147-155. www.elsevier.com/locate/desal.

Bhide V. G. et. al, (1982)., *Choice of selective coating for flat collector, solar energy*, Vol. 29, No.6, pp. 463-465.

Caddet, (2001), "*A simple, low cost solar desalination still*". <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.

Duffie J.A. dan Beckman W.A. (1980). *Solar Engineering Of Thermal Processes*. New York : John Wiley & Sons.

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.

Kreith F. and Kreider Jan F. "*Solar heating and cooling active and passive desing*". New York : McGraw-Hill.

Lempoy K.A. (2003), "*Pilot proyek basis tipe solar still dipesisir Probolinggo*", Tesis. Malang. Program Pascasarjana Teknik Mesin Univ. Brawijaya Malang.

Minasian. A.N. et al. 1992. *Utilitation of solar eart-water stills for desalination of groundwater. solar energy*, Vol. 49, No.2,pp.107-110.

Monintja N. C. V. (2004). "*Usaha-usaha untuk meningkatkan efisiensi dan produktifitas solar still*". *Thesis*. Malang: Program Pascasarjana Jurusan Teknik Mesin Unibraw Malang.

Rahmad S. (2001), "**Penelitian absorber solar still untuk distilasi air laut**", *Skripsi*, Malang: Jurusan Teknik Mesin FT Unibarw Malang

Suyatno A. dan Putra T. D. (2007), Pengaruh penambahan ruang penyerap terhadap produktifitas dan efisiensi harian *solar still*. PDM DIKTI

Solar Water Purification Project (2000) "**Solar water distillation-still**"
<http://www.epsea.org/still.html>