

PENGARUH PELAT PENYERAP GELOMBANG 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 pelat penyerap gelombang terhadap produktifitas dan efisiensi *solar still*.

Metode penelitian ini dilakukan secara eksperimen, yaitu membandingkan pelat penyerap gelombang dengan pelat penyerap datar terhadap produktifitas dan efisiensi *solar still*. Penelitian dilakukan langsung dibawah sinar matahari.

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

Kata kunci: *solar still*, pelat penyerap gelombang, produktifitas, efisiensi.

PENDAHULUAN

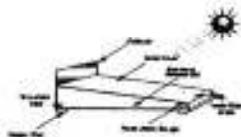
Air bersih sangat dibutuhkan untuk masyarakat yang tinggal didaerah pantai dan kepulauan, dimana hampir sebagian besar sumber air tanah yang didapat adalah air payau. Permasalahan air bersih tersebut dapat diberikan solusi yaitu dengan melakukan penyulingan air laut menjadi air tawar menggunakan energi 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 pelat penyerap gelombang 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 unrtuk ketiga peralatan ini. Hasil yang didapat menunjukan 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 produktivitas 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 di atasnya diatas pelat penyerap, hasil pengujian menunjukkan pelat penyerap dengan penambahan batu kerikil di atasnya 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 produktivitas 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 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.

Ismail (2005), Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas 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 produktivitas dan efisiensi *solar still*. Hasil yang diperoleh dari eksperimen ini dapat ditingkatkan produktivitas 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 produktivitas 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 liter/hari/m² dan efisiensi *solar still* sebesar 27.9 % dibandingkan dengan sudut 30^o, 45^o dan 60^o. 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.

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:

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

dengan:

- m_p = Laju aliran masa produk destilasi persatuan luas (kg/m²s)
- h_{fg} = Panas laten penguapan (J/kg)
- G = Radiasi matahari (W/m²)
- A = Luasan dari *basin* (m²)
- Q_e = Panas yang dibutuhkan untuk evaporasi (J)
- T = Interval waktu pengambilan data (s)

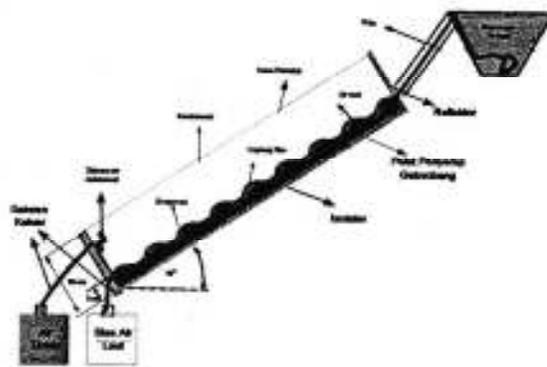
METODE PENELITIAN

Pengukuran Peubah

Variabel bebas : Pelat penyerap gelombang dan Pelat penyerap datar (pembanding)

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_{at})

Peralatan Penelitian



Gambar 2. Skema alat percobaan pelat penyerap gelombang dengan reflektor

Prosedur pengujian

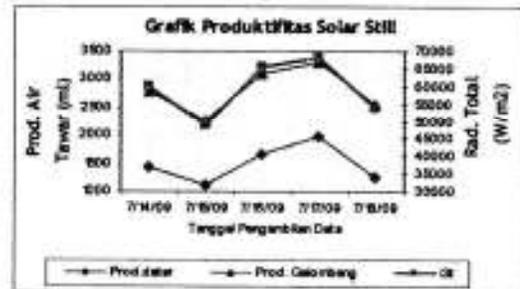
Pengujian dilakukan untuk mendapatkan data pada variabel terikat yang mulai pada jam 07.00 sampai 17.00 WIB dan langsung berada dibawah sinar matahari dengan durasi pencatatan data dilakukan setiap 5 menit pada titik yang telah ditentukan. Lokasi pembuatan dan pengujian di Laboratorium Tenaga Surya dan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

Adapun pengambilan data dilakukan pada waktu yang sama dalam rangka membandingkan bentuk permukaan pelat penyerap gelombang dengan pelat penyerap datar untuk meningkatkan produktifitas dan efisiensi *solar still*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian membandingkan pelat penyerap gelombang dengan pelat penyerap datar terhadap produktifitas solar still

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

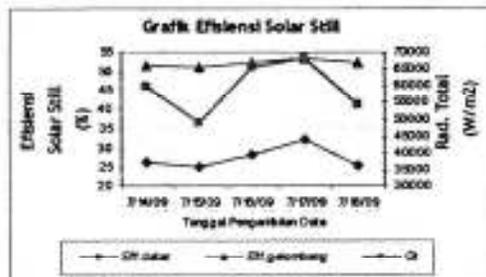


Gambar 3. Hubungan bentuk permukaan pelat penyerap terhadap produktifitas *solar still*.

Dari gambar 3. hubungan bentuk permukaan pelat penyerap terhadap produktifitas *solar still* diperoleh hasil produktifitas tertinggi pada pelat penyerap gelombang, hal demikian terjadi pada pengujian keempat yaitu hari jumat tanggal 17 juli 2009 sebesar 3,3 liter sedangkan produktifitas terendah pada pengujian kedua hari rabu tanggal 15 juli 2009 sebesar 2,252 liter. Pada pelat penyerap datar produktifitas tertinggi terjadi pada pengujian keempat hari jumat tanggal 17 juli 2009 sebesar 1,99 liter, sedangkan produktifitas terendah pada hari rabu tanggal 15 juli 2009 sebesar 1,109 liter.

2. Pengujian membandingkan pelat penyerap gelombang dengan pelat penyerap datar terhadap efisiensi solar still.

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



Gambar 4. Hubungan bentuk permukaan pelat penyerap terhadap efisiensi solar still.

Dari grafik diatas diperoleh hasil efisiensi tertinggi pada pelat penyerap gelombang pada pengujian keempat hari jumat pada tanggal 17 juli 2009 dengan jumlah efisiensi 53,5 % sedangkan efisiensi terendah pada pengujian kedua hari rabu tanggal 15 juli 2009 dengan efisiensi 51,1 %. sedangkan pada pelat penyerap datar efisiensi tertinggi juga pada pengujian keempat hari jumat tanggal 17 juli 2009 dengan jumlah efisiensi 32,3 %. Sedangkan efisiensi terendah pada hari rabu tanggal 15 juli 2009 dengan jumlah efisiensi 25,1 %.

Pembahasan

Dari hasil penelitian dapat dilakukan pembahasan sebagai berikut:

1. Dari gambar 3 dapat di analisa bahwa pelat penyerap gelombang menghasilkan produktifitas air kondensat lebih tinggi dibandingkan dengan pelat penyerap datar. Kondisi demikian disebabkan oleh;
 - Pelat penyerap gelombang mempunyai lintasan aliran air laut yang lebih panjang, sehingga kesempatan air laut untuk menyerap panas dari pelat penyerap lebih lama, sehingga dapat meningkatkan temperatur air laut dan mempermudah proses evaporasi. Pada kondisi demikian dapat meningkatkan produksi air kondensat.
 - Ketersediaan air laut pada daerah cekung pelat penyerap gelombang selalu tersedia dan pada saat air laut berada pada daerah cekung juga mengalami proses pemanasan, sehingga memudahkan proses evaporasi dan selanjutnya dapat meningkatkan produksi air kondensat.
2. Efisiensi *solar still* menggunakan pelat penyerap gelombang lebih tinggi dibandingkan pelat penyerap datar. Kondisi demikian disebabkan oleh;
 - Produksi air kondensat menggunakan pelat penyerap gelombang lebih tinggi dibandingkan dengan pelat penyerap datar, sehingga efisiensi *solar still* menggunakan pelat penyerap gelombang

lebih tinggi dibandingkan dengan pelat penyerap datar.

- Temperatur air laut pada pelat penyerap gelombang lebih rendah dibandingkan dengan pelat penyerap datar. Pada temperatur air laut yang rendah, jika dilihat pada tabel enthalpi penguapan (h_g) nilainya tinggi begitu pula sebaliknya, sehingga efisiensi *solar still* menggunakan pelat penyerap gelombang lebih tinggi dibandingkan dengan pelat penyerap datar.

KESIMPULAN

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

DAFTAR PUSTAKA

- Abd Elkader M., et.al., (April 2001), *Solar productivity enhancement*, International Journal Of Renewable Energy Engeneering, 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.
- Bouchekima 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](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 Willey & 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 basin 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>