

Unjuk Kerja Destilasi Air Energi Surya

I Gusti Ketut Puja^{1)*}, FA. Rusdi Sambada²⁾

^{1, 2)} Program Studi Teknik Mesin Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma
Kampus III Paingan Maguwoharjo Depok Sleman Yogyakarta 55282
Email: ketut@usd.ac.id

Abstrak

Air bersih merupakan keperluan sehari-hari masyarakat terutama untuk minum dan memasak. Sumber air yang ada sering terkontaminasi dengan tanah, garam (air laut), logam berat, bakteri atau bahan lain yang merugikan. Air dalam kondisi ini dapat merugikan kesehatan jika digunakan untuk minum atau memasak, untuk itu air tersebut harus dijernihkan lebih dahulu. Banyak cara untuk menjernihkan air yang terkontaminasi, salah satunya dengan cara destilasi. Proses destilasi air memerlukan energi panas untuk menguapkan air yang terkontaminasi sebelum diembunkan dan menghasilkan air jernih. Energi panas untuk proses destilasi dapat berasal dari berbagai sumber, salah satunya adalah energi surya. Tujuan penelitian ini adalah meneliti perberdaan unjuk kerja yang dihasilkan alat destilasi air energi surya yang menggunakan reflektor dan menggunakan kolektor parabola silinder dengan alat destilasi air energi surya tanpa menggunakan reflektor dan kolektor parabola silinder (bentuk dasar). Air hasil destilasi akan diuji di laboratorium untuk mengetahui apakah kualitas air setelah didestilasi memenuhi syarat sebagai air minum atau tidak. Alat destilasi yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari tangki air terkontaminasi, destilator dan tangki penyimpanan air hasil destilasi. Destilator berukuran panjang 1 meter dan lebar 0,5 meter. Destilator yang digunakan sebanyak tiga buah, satu destilator dilengkapi reflektor, satu destilator dilengkapi kolektor parabola silinder dan satu destilator tanpa reflektor dan kolektor (bentuk dasar). Alat destilasi dilengkapi dengan pengatur ketinggian air di dalam destilator, Ketinggian air di dalam destilator divariasikan setinggi 5 mm, 7,5 mm, dan 10 mm. Hasil penelitian menunjukkan air destilasi maksimum yang dihasilkan sebesar 0,850 liter selama 2 jam dengan efisiensi rata-rata 49,2% dihasilkan destilator dengan menggunakan reflektor dengan ketinggian air destilasi setinggi 5 mm. Hasil air destilasi maksimum pada ketinggian air destilator 10 mm sebesar 0,20 liter selama 2 jam dihasilkan destilator dengan menggunakan kolektor parabola silinder. Hasil uji laboratorium menyatakan kualitas air destilasi sudah termasuk air yang layak sebagai air minum.

Kata kunci : unjuk kerja, destilator, reflektor, parabola silinder

Abstract

Clean water is daily needs for society, especially for drinking and cooking. Existing water sources often already contaminated with dirt, salt (sea water), heavy metals, bacteria or other harmful materials. The water in this condition can be detrimental to health if used for drinking or cooking, hence the water has to be rarefied first. There are many ways to purify contaminated water, one way is by distillation. Distillation process requires heat to evaporate the contaminated water before condensed and produce clean water. Thermal energy for distillation process can come from many sources, one of which is solar energy. The purpose of this study is to investigate the performance difference between solar powered water distillation that uses parabolic collector and reflector with solar powered water distillation without the use of parabolic collector and reflector (basic form). Distilled water will be tested in the laboratory to determine whether the water quality qualifies as drinking water or not after distillation process. Equipment which used in this study consisted of contaminated water tanks, distillation apparatus and distilled water storage. Distillation apparatus has a length of 1 meter and 0.5 meters wide. There are three variations on the distillation apparatus used i.e. distillation with reflector, distillation with parabolic collector and distillation without reflector and collector (basic form). Distillation appliance is equipped with water depth indicator. Water depth inside the distillation varied i.e. 5 mm, 7.5 mm, and 10 mm. The results showed a maximum of distilled water produced is 0.850 liter in 2 hours with an average efficiency of 49.2% produced by the distillation using reflector with 5 mm water depth. Maximum of distilled water yield with 10 mm water depth is 0.20 liter in 2 hours produced by distillation using parabolic collectors. Laboratory test stated that quality of distilled water can be accepted as drinking water.

Keywords: performance, distillation, reflectors, parabolic collectors

1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari di masyarakat, air bersih merupakan kebutuhan hidup yang sangat penting bagi manusia terutama untuk minum dan memasak. Sumber air yang ada sering sudah terkontaminasi dengan tanah, garam (air laut), logam berat, bakteri, dan bahan lain yang merugikan kesehatan. Sehingga air yang terkontaminasi seperti ini dapat menyebabkan penyakit jika dikonsumsi. Untuk itu air yang terkontaminasi tersebut harus dijernihkan terlebih dahulu sebelum dikonsumsi sehingga tidak merugikan kesehatan. Ada beberapa cara penjernihan air diantaranya dengan menggunakan alat destilasi energi surya. Alat destilasi energi surya memiliki beberapa keuntungan, diantaranya adalah biaya pembuatan dan perawatan yang murah dan pengoperasian yang mudah karena tidak memerlukan teknologi tinggi. Alat destilasi energi surya umumnya terdiri dari 2 (dua) komponen penting yakni pelat absorber dan penutup kaca. Pelat absorber berfungsi menyerap energi surya untuk menguapkan air sehingga air terpisah dari bahan-bahan yang mengkontaminasinya. Penutup kaca berfungsi sebagai tempat mengembunnya uap air sehingga dihasilkan air murni.

*Penuliskorespondensi, phone 0274-883037, Fax : 0274-886529
Email: ketut@usd.ac.id

Unjuk kerja suatu alat destilasi surya dinyatakan oleh efisiensi dan jumlah air bersih yang dapat dihasilkan persatuan waktu dan luas alat destilasi. Banyak faktor yang mempengaruhi jumlah air destilasi yang dapat dihasilkan diantaranya: keefektifan absorber dalam menyerap energi surya, keefektifan kaca dalam mengembunkan uap air, ketinggian air yang ada di alat destilasi, jumlah energi surya yang datang dan temperatur air masuk kedalam alat destilasi. Absorber harus terbuat dari bahan dengan absorbtivitas energi surya yang baik, untuk meningkatkan absorbtivitas umumnya absorber dicat hitam. Kaca penutup tidak boleh terlalu tebal, jika kaca terlalu tebal maka kaca akan menyimpan panas cukup banyak sehingga uap air akan susah mengembun. Ketinggian air yang ada di dalam alat destilasi tidak boleh tinggi (tebal) karena akan memperlama proses penguapan air. Tetapi jika air dalam alat destilasi terlalu sedikit maka alat destilasi dapat rusak karena terlalu panas (umumnya kaca penutup akan pecah). Alat destilasi harus rapat sehingga kebocoran uap air sangat sedikit atau tidak ada. Temperatur air masuk ke dalam destilator diusahakan tinggi karena semakin tinggi temperatur air masuk alat destilasi maka air jernih yang dihasilkan akan semakin banyak sehingga unjuk kerja alat destilasi semakin meningkat. Cara yang dapat digunakan untuk mempertinggi temperatur air masuk ke dalam alat destilasi adalah dengan menggunakan kolektor. Selain temperatur air masuk, unjuk kerja alat destilasi energi surya dipengaruhi jumlah energi surya yang masuk ke dalam destilator, semakin banyak energi surya yang masuk, semakin baik unjuk kerja alat destilasi yang dihasilkan. Cara untuk meningkatkan jumlah energi surya yang masuk ke dalam alat destilasi salah satunya adalah dengan menambahkan reflektor pada destilator.

Informasi tentang unjuk kerja alat destilasi yang menggunakan reflektor di Indonesia belum banyak sehingga masih perlu dilakukan banyak penelitian tentang hal ini. Penelitian ini pada dasarnya bertujuan untuk mengetahui kenaikan unjuk kerja alat destilasi dengan menggunakan kolektor (jenis parabola silinder) untuk menaikkan temperatur air masuk ke dalam destilator dan menggunakan reflektor untuk menaikkan jumlah energi surya yang masuk ke dalam destilator. Pada penelitian ini akan dibuat 3 (tiga) bentuk alat destilasi yakni alat destilasi dengan bentuk dasar (tanpa reflektor atau kolektor parabola silinder), alat destilasi dengan reflektor dan alat destilasi dengan kolektor parabola silinder. Ketinggian air di dalam destilator akan divariasikan sebesar 5 mm, 7,5 mm, dan 10 mm. Unjuk kerja alat destilasi dinyatakan dengan jumlah air destilasi yang dihasilkan dan efisiensi alat destilasi. Alat destilasi energi surya bentuk dasar umumnya dapat menghasilkan air bersih sebanyak 1,2 liter per jam tiap satu meter persegi luasan destilator.

Keuntungan alat destilasi energi surya sebagai penjernih air diantaranya tidak memerlukan biaya tinggi dalam pembuatannya, pengoperasian dan perawatannya mudah [1]. Alat destilasi air laut energi surya menggunakan arang sebagai absorber sekaligus sebagai sumbu menghasilkan efisiensi 15% diatas alat destilasi jenis sumbu. Pada penelitian ini alat destilasi diposisikan miring dan air laut dialirkan dari satu sisi alat kesisi lain yang lebih rendah [2]. Penelitian alat destilasi energi surya menggunakan penyimpanan panas dengan material berubah fasa menghasilkan air destilasi 4,536 l/m² dalam 6 jam atau setara dengan efisiensi 36,2%. Material penyimpan panas yang digunakan adalah air, lilin parafin dan minyak parafin. Dengan menggunakan bahan penyimpanan panas alat destilasi ini dapat bekerja siang dan malam [3]. Penelitian alat destilasi surya satu tingkat menggunakan aspal sebagai penyimpan panas dapat bekerja siang dan malam. Efisiensi yang dihasilkan sampai 51%. Proses destilasi pada malam hari memberikan kontribusi sebanyak 16% dari total air destilasi yang dihasilkan. Alat destilasi ini dilengkapi dengan penyembur air [4]. Penelitian alat destilasi energi surya jenis kolam tunggal seluas 3m² di Amman, Jordania menggunakan campuran garam, pemberian warna lembayung dan arang untuk meningkatkan daya serap air terhadap energi surya menghasilkan peningkatan efisiensi sebesar 26% [5].

2. METODE

Alat destilasi yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 3 (tiga) buah. Satu alat destilasi merupakan bentuk dasar yang umum dijumpai (Gambar 1). Pada alat destilasi bentuk dasar, destilator tidak dilengkapi dengan reflektor maupun kolektor. Dua alat destilasi yang lain dilengkapi dengan reflektor (Gambar 2) dan kolektor jenis parabola silinder (Gambar 3). Tujuan penambahan reflektor adalah untuk memperbesar energi surya yang masuk ke dalam destilator sehingga diharapkan akan menguapkan air terkontaminasi lebih cepat dengan luasan destilator yang tetap. Tujuan penggunaan kolektor parabola silinder adalah untuk memperbesar temperatur air masuk ke dalam destilator. Dengan bertambahnya energi surya yang masuk ke dalam destilator dan bertambahnya temperatur air masuk ke dalam destilator diharapkan unjuk kerja yang dihasilkan alat destilasi juga meningkat.

Efisiensi alat destilasi didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah energi yang digunakan dalam proses penguapan air dengan jumlah total radiasi surya yang datang ke destilator selama waktu tertentu. Efisiensi dapat dihitung dengan persamaan [6]:

$$\eta_L = \frac{m_g \cdot h_{fg}}{A_c \int_0^t G \cdot dt} \quad (1)$$

Dengan A_c adalah luas destilator, ditambah luas reflektor dan kolektor jika menggunakan reflektor dan kolektor (m²), dt adalah lama waktu pendidihan (detik), G menunjukkan radiasi surya yang datang (W/m²), h_{fg} adalah panas laten air (J/(kg)) dan m_g adalah massa uap air yang dihasilkan (kg).



Gambar 1. Bentuk dasar alat destilasi energi surya



Gambar 2. Alat destilasi energi surya menggunakan reflektor

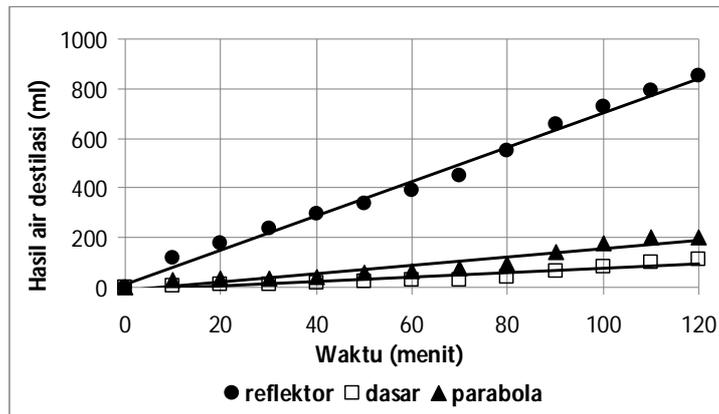


Gambar 3. Alat destilasi energi surya menggunakan kolektor parabola silinder

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

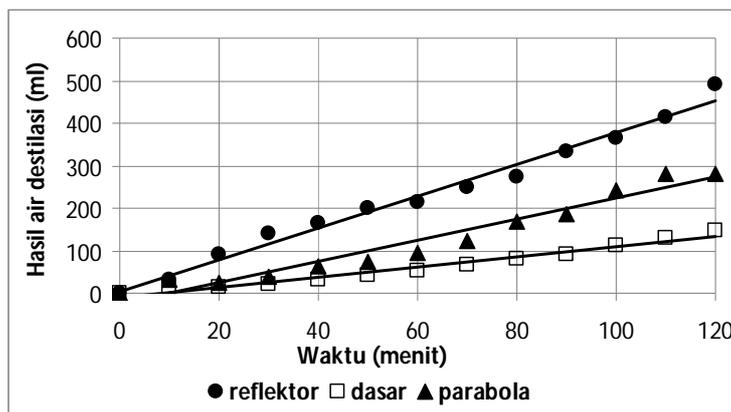
Hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 4 sampai Gambar 10. Gambar 4 menunjukkan hasil air destilasi dari ketiga jenis destilator (bentuk dasar, dengan reflektor dan dengan kolektor parabola silinder) dengan variasi ketinggian air dalam destilator setinggi 5 mm. Dari hasil yang didapat destilator yang menggunakan reflektor menghasilkan air destilasi terbanyak yakni 0,85 liter sedangkan destilator yang menggunakan kolektor parabola

silinder menghasilkan air destilasi sebanyak 0,20 liter dan destilator bentuk dasar menghasilkan air destilasi 0,12 liter selama 2 jam.



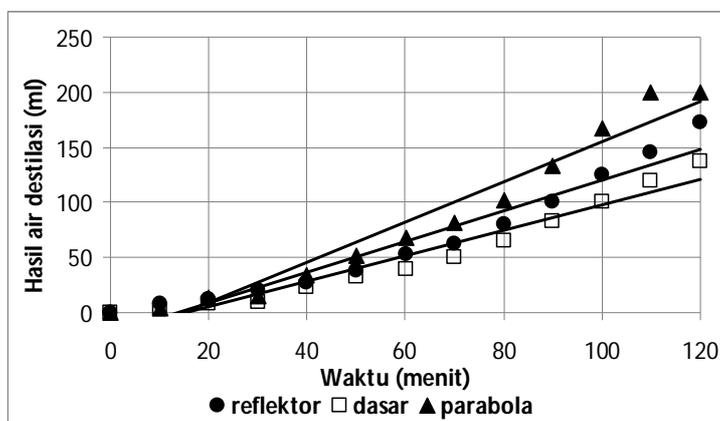
Gambar 4. Perbandingan hasil air destilasi dengan ketinggian air dalam destilator 5 mm

Gambar 5 menunjukkan hasil air destilasi dari ketiga jenis destilator (bentuk dasar, dengan reflektor dan dengan kolektor parabola silinder) dengan variasi ketinggian air dalam destilator setinggi 7,5 mm. Dari hasil yang didapat destilator yang menggunakan reflektor menghasilkan air destilasi terbanyak yakni 0,5 liter sedangkan destilator yang menggunakan kolektor parabola silinder menghasilkan air destilasi sebanyak 0,28 liter dan destilator bentuk dasar menghasilkan air destilasi 0,15 liter selama 2 jam.



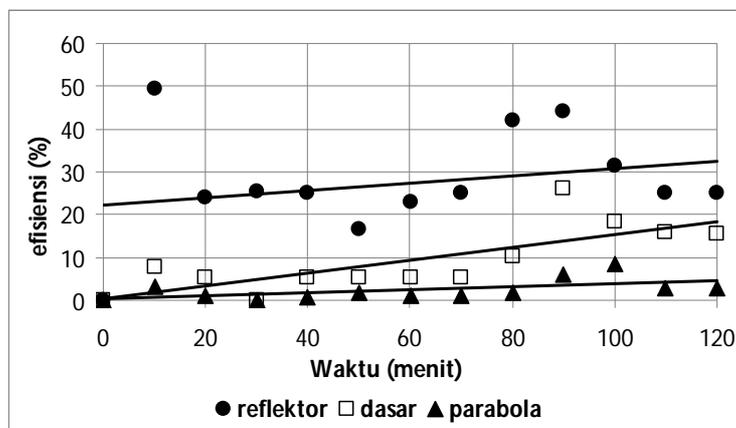
Gambar 5. Perbandingan hasil air destilasi dengan ketinggian air dalam destilator 7,5 mm

Gambar 6 menunjukkan hasil air destilasi dari ketiga jenis destilator (bentuk dasar, dengan reflektor dan dengan kolektor parabola silinder) dengan variasi ketinggian air dalam destilator setinggi 10 mm. Dari hasil yang didapat destilator yang menggunakan kolektor parabola silinder menghasilkan air destilasi terbanyak yakni 0,2 liter sedangkan destilator yang menggunakan reflektor menghasilkan air destilasi sebanyak 0,17 liter dan destilator bentuk dasar menghasilkan air destilasi 0,14 liter selama 2 jam.

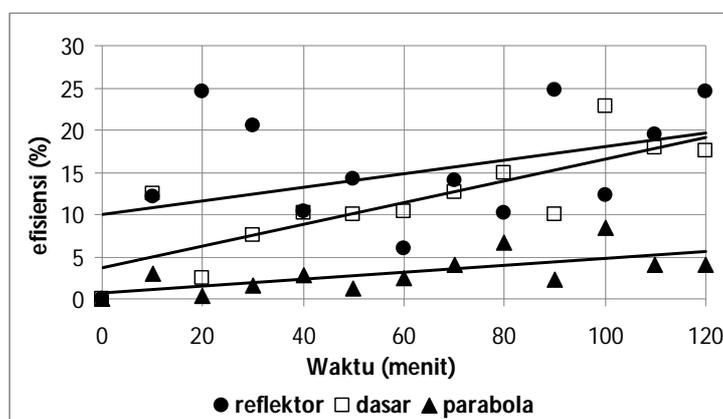


Gambar 6. Perbandingan hasil air destilasi dengan ketinggian air dalam destilator 10 mm

Dari Gambar 4, 5 dan 6 dapat diketahui pengaruh ketinggian air di dalam destilator terhadap air destilasi yang dapat dihasilkan. Umumnya semakin kecil ketinggian air di dalam alat destilator akan menghasilkan air destilasi yang semakin banyak. Pada destilator yang menggunakan reflektor terlihat semakin kecil ketinggian air di dalam destilator, semakin banyak air destilasi yang dihasilkan. Berbeda dengan destilator yang menggunakan reflektor, pada destilator yang menggunakan kolektor parabola silinder dan destilator bentuk dasar, hasil air destilasi terbanyak diperoleh dengan ketinggian air di dalam destilator setinggi 7,5 mm. Jumlah air destilasi yang dapat dihasilkan sangat bergantung pada keefektifan proses penguapan dan pengembunan air di dalam destilator. Proses penguapan air di dalam destilator bergantung pada temperatur air, tekanan udara dan kelembaban udara di dalam destilator. Penguapan air akan lebih mudah jika temperatur air di dalam destilator semakin tinggi, tekanan semakin rendah dan kelembaban udara semakin rendah. Proses pengembunan uap di dalam destilator bergantung pada temperatur kaca penutup, semakin rendah temperatur kaca penutup maka semakin mudah uap air mengembun. Tekanan pada ketiga alat destilator yang digunakan dapat dikatakan sama yakni sama dengan tekanan udara sekitar. Hasil air destilasi dengan variasi ketinggian air di dalam destilator setinggi 5 mm pada destilator bentuk dasar dan destilator yang menggunakan kolektor parabola silinder lebih sedikit dibanding variasi ketinggian 7,5 mm dapat disebabkan karena kelembaban udara di dalam destilator pada variasi ketinggian air 5 mm lebih besar dibandingkan kelembaban udara pada variasi ketinggian air 7,5 mm. Kelembaban udara yang lebih tinggi akan menghambat proses penguapan air. Pada kelembaban yang lebih tinggi diperlukan temperatur air yang lebih tinggi agar air dapat menguap. Pada variasi ketinggian air 5 mm temperatur air sangat mungkin lebih tinggi dibanding temperatur air pada variasi ketinggian 7,5 mm tetapi tidak cukup tinggi untuk menguapkan air pada kelembaban yang terjadi saat itu. Kelembaban udara dapat terjaga tetap rendah jika proses pengembunan yang terjadi cukup baik. Faktor lain selain kelembaban yang dapat menyebabkan hasil air destilasi pada variasi ketinggian 5 mm lebih sedikit dibandingkan pada variasi 7,5 mm adalah keandalan alat pengatur ketinggian air di dalam destilator dan kebocoran uap. Pada penelitian ini digunakan alat yang biasa digunakan untuk memberi minum ternak ayam sebagai alat pengatur ketinggian air di dalam destilator. Alat pengatur tersebut mempunyai kelemahan dalam mengatur ketinggian air di dalam destilator khususnya untuk ketinggian yang kecil. Masalah kebocoran dapat juga mempengaruhi hasil air destilasi pada variasi ketinggian 5 mm lebih sedikit dibandingkan pada variasi 7,5 mm. Dari Gambar 4, 5 dan 6 secara umum dapat diketahui destilator yang menggunakan reflektor dan kolektor parabola silinder menghasilkan air destilasi yang lebih banyak dibandingkan alat destilasi bentuk dasar. Dari Gambar 4, 5 dan 6 juga dapat diketahui bahwa untuk ketinggian air di dalam destilator yang besar, cara memperbesar air hasil destilasi dengan menaikkan temperatur air masuk (dengan menggunakan kolektor parabola silinder) lebih efektif dibandingkan cara memperbesar energi surya yang datang (dengan menggunakan reflektor)



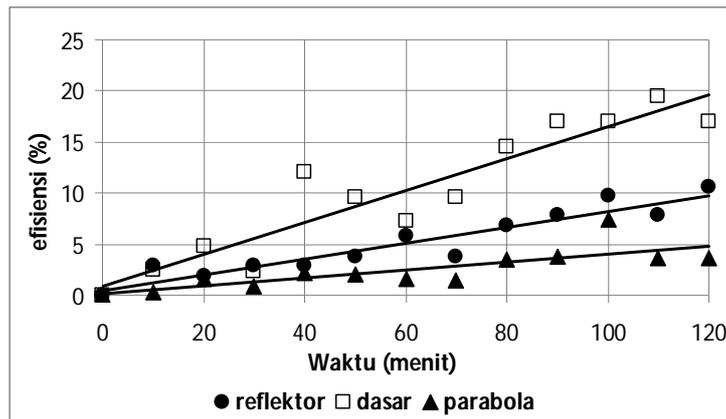
Gambar 7. Perbandingan efisiensi dengan ketinggian air dalam destilator 5 mm



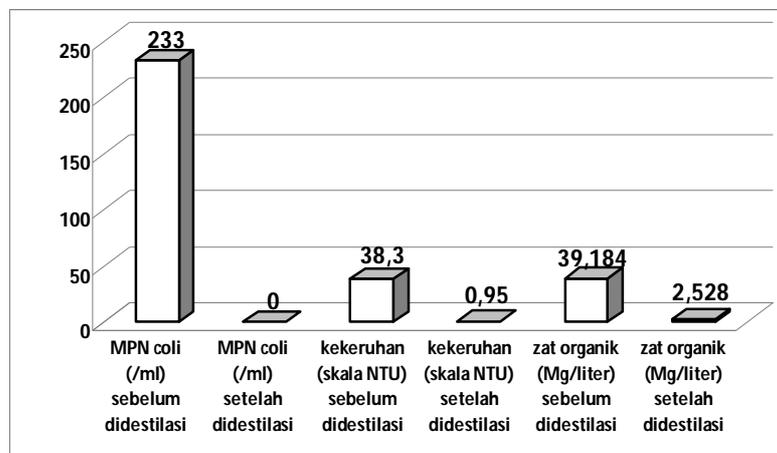
Gambar 8. Perbandingan efisiensi dengan ketinggian air dalam destilator 7,5 mm

Gambar 7 menunjukkan efisiensi dari ketiga jenis destilator (bentuk dasar, dengan reflektor dan dengan kolektor parabola silinder) dengan variasi ketinggian air dalam destilator setinggi 5 mm. Dari hasil yang didapat destilator yang menggunakan reflektor menghasilkan efisiensi rata-rata terbaik yakni 27,4% (efisiensi maksimum 49,2%) sedangkan destilator yang menggunakan kolektor parabola silinder menghasilkan efisiensi rata-rata 2,4% (efisiensi maksimum 8,4%) dan destilator bentuk dasar menghasilkan efisiensi rata-rata 9,2% (efisiensi maksimum 26,1%) selama 2 jam.

Gambar 8 menunjukkan efisiensi dari ketiga jenis destilator (bentuk dasar, dengan reflektor dan dengan kolektor parabola silinder) dengan variasi ketinggian air dalam destilator setinggi 7,5 mm. Dari hasil yang didapat destilator yang menggunakan reflektor menghasilkan efisiensi rata-rata terbaik yakni 14,8% (efisiensi maksimum 24,7%) sedangkan destilator yang menggunakan kolektor parabola silinder menghasilkan efisiensi rata-rata 3,1% (efisiensi maksimum 8,4%) dan destilator bentuk dasar menghasilkan efisiensi rata-rata 11,5% (efisiensi maksimum 22,9%) selama 2 jam.



Gambar 9. Perbandingan efisiensi dengan ketinggian air dalam destilator 10 mm



Gambar 10. Perbandingan kualitas air sebelum dan sesudah didestilasi.

Gambar 9 menunjukkan efisiensi dari ketiga jenis destilator (bentuk dasar, dengan reflektor dan dengan kolektor parabola silinder) dengan variasi ketinggian air dalam destilator setinggi 10 mm. Dari hasil yang didapat destilator bentuk dasar menghasilkan efisiensi rata-rata terbaik yakni 10,2% (efisiensi maksimum 19,5%) sedangkan destilator yang menggunakan reflektor menghasilkan efisiensi rata-rata 5,1% (efisiensi maksimum 10,6%) dan destilator yang menggunakan kolektor parabola silinder menghasilkan efisiensi rata-rata 2,5% (efisiensi maksimum 7,5%) selama 2 jam. Dari Gambar 7, 8 dan 9 terlihat efisiensi destilator yang menggunakan reflektor semakin turun dengan naiknya ketinggian air di dalam destilator. Destilator yang menggunakan parabola silinder mempunyai efisiensi terendah dibandingkan destilator bentuk dasar dan destilator yang menggunakan reflektor pada semua variasi ketinggian air di dalam destilator. Efisiensi destilator bentuk dasar dan destilator yang menggunakan kolektor parabola silinder mencapai maksimum pada ketinggian air 7,5 mm.

Efisiensi merupakan perbandingan antara jumlah energi surya yang digunakan untuk menguapkan air dengan energi surya yang datang. Tidak semua energi surya yang datang digunakan untuk penguapan air di dalam destilator. Selain digunakan untuk menguapkan air sebagian energi surya yang datang hilang dengan cara radiasi dan konveksi di dalam destilator, hal ini merupakan kerugian energi dari alat. Walaupun ketiga destilator menerima intensitas surya yang sama (karena dioperasikan pada jam dan hari yang sama) tetapi jumlah energi

surya yang diterima ketiga destilator berbeda. Perbedaan tersebut disebabkan penggunaan reflektor dan parabola silinder pada dua destilator selain destilator bentuk dasar. Pada destilator yang menggunakan reflektor maka jumlah energi surya yang diterima lebih besar dibanding destilator bentuk dasar, karena luasan penerima energi surya pada destilator yang menggunakan reflektor merupakan jumlah luas kaca penutup ditambah luas *aperture* reflektor. Pada destilator yang menggunakan kolektor parabola silinder maka luasan luasan penerima energi surya merupakan jumlah luas kaca penutup ditambah luas kolektor. Penggunaan reflektor dan kolektor merupakan cara meningkatkan jumlah air distilasi tetapi belum tentu menaikkan efisiensinya. Secara ekonomis penggunaan reflektor dan kolektor akan menaikkan biaya investasi atau pembelian/pembuatan alat tetapi tidak menaikkan biaya operasional karena energi panas yang digunakan merupakan energi alam yang tidak berbayar yakni energi surya.

Untuk kandungan hasil air yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 10. Dari hasil uji lab yang telah dilakukan, terbukti bahwa air destilasi masih dalam kelayakan air bersih. Hal ini dapat dilihat dari berkurangnya MPN coli tinja sebelum didestilasi yaitu 233/100 ml menjadi 0/100 ml dari batas kelayakan air bersih 0/100 ml. Selain itu dapat juga dilihat dari nilai kekeruhan air dari 38,3 NTU menjadi 0,95 NTU dari batas kelayakan air bersih 25 NTU. Kandungan Besi (Fe) sebelum didestilasi 0,304 Mg/liter menjadi <0,001 Mg/liter. Kandungan mangan (Mn) sebelum didestilasi 0,478 Mg/liter menjadi <0,001 Mg/liter. Kandungan nitrit sebelum didestilasi 0,185 Mg/liter menjadi 0,018 Mg/liter. Kandungan sulfat (SO₄) sebelum didestilasi 12,87 Mg/liter menjadi 2,458 Mg/liter. Kesadahan (CaCO₃) sebelum didestilasi 16 Mg/liter menjadi 0 Mg/liter. Kandungan zat organik (KMnO₄) sebelum didestilasi 39,184 Mg/liter menjadi 2,528 Mg/liter. Dengan hasil uji laboratorium ini maka air hasil destilasi dapat langsung digunakan untuk air minum atau memasak.

4. SIMPULAN

- Hasil air destilasi maksimum sebesar 0,850 liter selama 2 jam dengan efisiensi rata-rata 49,2% dihasilkan destilator dengan menggunakan reflektor dengan ketinggian air destilasi sebesar 5 mm
- Hasil air destilasi maksimum pada ketinggian air destilator 10 mm sebesar 0,2 liter selama 2 jam dihasilkan destilator dengan menggunakan kolektor parabola silinder
- Hasil uji laboratorium menyatakan kualitas air destilasi sudah termasuk air yang layak sebagai air minum.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terma kasih kami sampaikan kepada saudara Christiawan Hardi Prasetyo dan Imanuel Suryo Lindung atas bantuannya pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kunze, H. H., *A New Approach To Solar Desalination For Small- And Medium-Size Use In Remote Areas*, Desalination, 139, pp 35–41, 2001.
- [2] Naim, M.M.; Mervat, A.; Kawi, A. E., *Non-Conventional Solar Stills Part 1. Non-Conventional Solar Stills With Charcoal Particles As Absorber Medium*, Desalination, 153, pp 55–64, 2002.
- [3] Naim, M.M.; Mervat, A.; Kawi, A. E., *Non-Conventional Solar Stills Part 2. Non-Conventional Solar Stills With Energy Storage Element*, Desalination, 153, pp 71–80, 2002.
- [4] Badran, O.O., *Experimental Study Of The Enhancement Parameters On A Single Slope Solar Still Productivity*, Desalination, 209, pp 136–143, 2007.
- [5] Nijmeh, S.; Odeh, S.; Akash, B., *Experimental And Theoretical Study Of A Single-Basin Solar Still In Jordan*, International Communications in Heat and Mass Transfer, 32, pp 565–572, 2005.
- [6] Arismunandar, W., *Teknologi Rekayasa Surya*. Jakarta : PT Pradnya Paramita, 1995.