

Unjuk Kerja Destilasi Air Energi Surya Dengan Kolektor Pipa Seri

Gregorius Widyatmoko¹, F.A. Rusdi Sambada²

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma
Kampus III Paingan Maguwoharjo Depok Sleman Yogyakarta 55282
Email : gregooke22@gmail.com

ABSTRAK

Masih banyak daerah yang kekurangan air bersih. Destilasi adalah salah satu upaya untuk meringankan beban tersebut. Efisiensi yang dapat dihasilkan dari alat destilasi dapat ditingkatkan dengan beberapa cara. Penggunaan kolektor berupa pipa seri bertujuan untuk mempengaruhi kinerja sistem dapat menambah efisiensi daripada tanpa menggunakannya. Alat ini menggunakan absorber berupa bak penampung air yang ditutup oleh kaca. Faktor yang mempengaruhi laju kecepatan penguapan air tersebut adalah temperatur absorber dan luas penampang. Kolektor berguna untuk menangkap energi panas matahari agar temperatur air kotor yang masuk ke bak absorber menjadi lebih tinggi. Variasi yang dilakukan adalah volume air yang akan didestilasi dan luasan reflektor pada kolektor. Dari penelitian ini efisiensi rata-rata per jam maksimal didapatkan sebesar 49.27%, efisiensi harian sebesar 17.27%, dan hasil air terbanyak sebesar 0.87%.

Kata kunci: air bersih, energi, matahari

ABSTRACT

There are still many areas that lack of water. Distillation is an effort to ease the burden. The efficiency that can be produced from distillation devices can be increased in several ways. The use of collector in the form of series pipes aims to influence system performance can increase efficiency rather than without using it. This tool uses an absorber in the form of a water reservoir that is covered by glass. The factors that influence the rate of evaporation of water are temperature absorber and cross-sectional area. Collectors are useful for capturing solar thermal energy so that the temperature of dirty water entering the absorber becomes higher. The variation is the volume of water to be distilled and the area of the reflector in the collector. From this study the maximum hourly average efficiency was 49.27%, daily efficiency was 17.27%, and the highest water yield was 0.87%.

Keywords: clean water, energy, sun

1. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan semua makhluk hidup untuk bertahan hidup. Masih banyak daerah di Indonesia yang kekurangan air bersih karena terkontaminasi dengan tanah maupun air laut. Air yang kotor tidak akan layak dikonsumsi dan dapat mengganggu kesehatan. Oleh karena itu, perlu adanya alat yang dapat memurnikan air sehingga digunakanlah alat destilasi air energi surya untuk mendapatkan air bersih dengan cara menguapkan air kotor sehingga dapat memisahkan kotoran dengan air bersih. Alat ini memiliki keuntungan yaitu mudah digunakan dan perawatan yang mudah. Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya proses penguapan di antaranya adalah memperluas permukaan zat cair, meniupkan udara di atas permukaan, mengurangi tekanan dan memanaskan zat cair. Sedangkan faktor-faktor yang mempengaruhi pengembunan antara lain adalah suhu, tekanan dan kelembaban. Proses destilasi air dimulai dari penguapan air kotor (air terkontaminasi) kemudian mengembunkan kembali uap tersebut. Uap yang berasal dari air kotor tidak membawa zat-zat yang mencemarinya sehingga air yang dihasilkan dari pengembunan uap ini sudah layak untuk dikonsumsi.

Permasalahan yang ada dalam destilasi air energi surya adalah masih rendahnya efisiensi. Jenis absorber bak adalah jenis destilasi yang paling sederhana tetapi unjuk kerja yang dihasilkan jenis ini termasuk yang terendah. Rendahnya unjuk kerja destilasi jenis absorber bak disebabkan jumlah massa air yang cukup banyak pada bak mengakibatkan proses penguapan tidak cepat berlangsung. Penambahan kolektor panas dapat menyebabkan penguapan air semakin cepat. Kolektor diletakkan pada bagian bawah berupa bak penampung air yang termasuk absorber dari panas matahari dimana air akan dipanaskan dan menguap ke kaca.

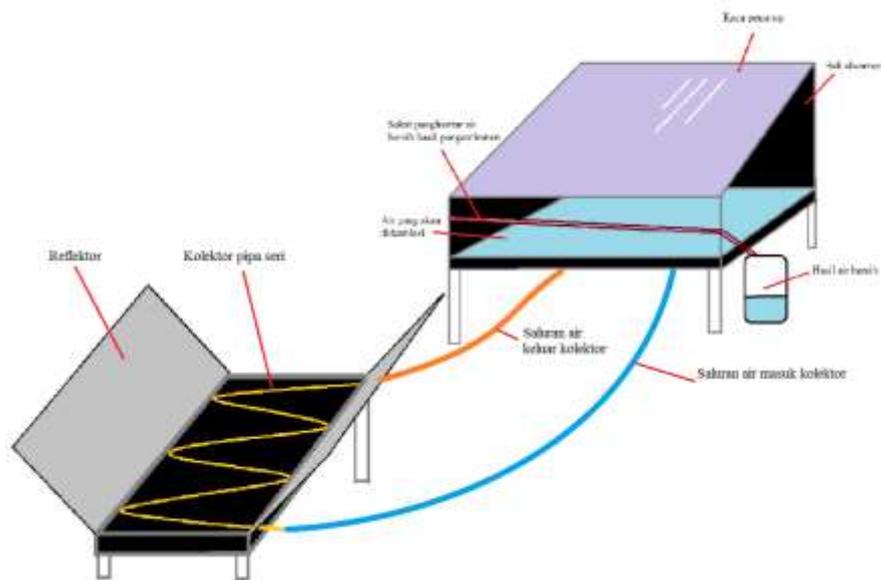
Unjuk kerja suatu alat destilasi energi surya ditentukan oleh jumlah air bersih yang dapat dihasilkan, unjuk kerja kolektor dan unjuk kerja destilator. Banyak faktor yang mempengaruhi jumlah air destilasi yang di hasilkan, diantaranya: keefektifan absorber dalam menyerap energi panas, keefektifan kaca dalam mengembunkan uap air, jumlah massa/volume air yang terdapat pada alat destilasi, luas permukaan air yang akan didestilasi, lama waktu pemanasan, dan temperatur air yang masuk kedalam alat destilasi. Absorber harus

terbuat dari bahan dengan absorbtivitas energi surya yang baik, untuk meningkatkan absorbtivitas umumnya absorber dicat dengan warna hitam. Kaca penutup tidak boleh terlalu panas karena jika kaca terlalu panas maka uap akan sukar untuk mengembun. Jumlah massa/volume air dalam alat destilasi tidak boleh terlalu banyak karena akan memperlama proses penguapan. Tetapi jika massa/volume air dalam alat destilasi terlalu sedikit maka alat destilasi akan mudah rusak karena terlalu panas (umumnya kaca penutup akan pecah). Temperatur air yang masuk alat destilasi harus di usahakan sudah tinggi. Semakin tinggi temperatur air yang masuk maka proses penguapan akan semakin cepat dan air destilasi yang di hasilkan akan semakin banyak sehingga unjuk kerja alat destilasi semakin besar. Cara yang dapat digunakan untuk membuat temperatur air menjadi tinggi adalah dengan pemanasan awal air yang akan di destilasi misalnya dengan menggunakan kolektor plat datar pipa seri. Pada dasarnya penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kenaikan efisiensi antara alat destilasi air bak dengan kolektor dan alat destilasi air bak tanpa kolektor serta mengetahui kenaikan hasil air destilasi jika alat destilasi air yang menggunakan kolektor dipadukan dengan reflektor yang mempunyai luasan tertentu. Dalam penelitian kali ini terdapat dua alat yang akan digunakan yaitu alat destilasi air bak dengan kolektor pipa seri sebagai alat penelitian serta alat destilasi air bak tanpa kolektor sebagai alat pembanding. Volume air pada alat destilasi air akan dibuat 10 liter, 8 liter, dan 6 liter. Luasan absorber pada alat penelitian ditambahkan dengan luasan reflektor.

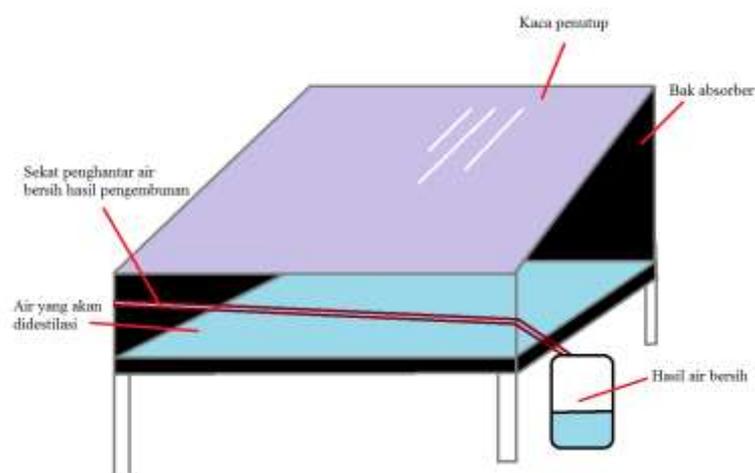
2. METODE PENELITIAN

Dalam pengambilan data secara eksperimen, beberapa variabel yang digunakan untuk analisis akan diukur. Variabel-variabel tersebut adalah : temperatur *absorber* dalam model destilasi (T_w), temperatur kaca (T_c), temperatur lingkungan (T_s), temperatur air masuk (T_{in}), temperatur air keluar (T_{out}) jumlah air destilasi yang dihasilkan, energi panas yang datang dari energi surya (G), dan luasan alat destilasi (A_c). Secara terinci, langkah penelitian ini secara eksperimen adalah :

1. Menyiapkan alat destilasi yakni alat destilasi jenis bak dengan kolektor dan reflektor (Gambar 1) dan alat destilasi yakni alat destilasi jenis bak (Gambar 2)
2. Mempersiapkan alat-alat ukur yang akan digunakan di antaranya adalah *temperature sensor, sensor level, solar meter, microcontroller adruino, stopwatch, gelas ukur.*
3. Mengatur kemiringan alat dan pembanding sebesar 15 derajat.
4. Mencatat temperatur *absorber* dalam model destilasi (T_w), temperatur kaca (T_c), temperatur lingkungan (T_s), jumlah air destilasi yang dihasilkan (liter) dan energi panas yang datang dari energi surya (G) rata-rata setiap jam.
5. Melakukan pengulangan langkah 3 dan 5 dengan variasi volume air di dalam alat destilasi bak yaitu (1).10 liter dengan penambahan reflektor dengan luas 100%, (2).10 liter dengan reflektor dengan luas 50%, (3).10 liter, (4).8 liter, (5).6 liter.
6. Melakukan analisis data dengan persamaan (1).



Gambar 1. Destilasi air bak menggunakan kolektor seri dan reflektor



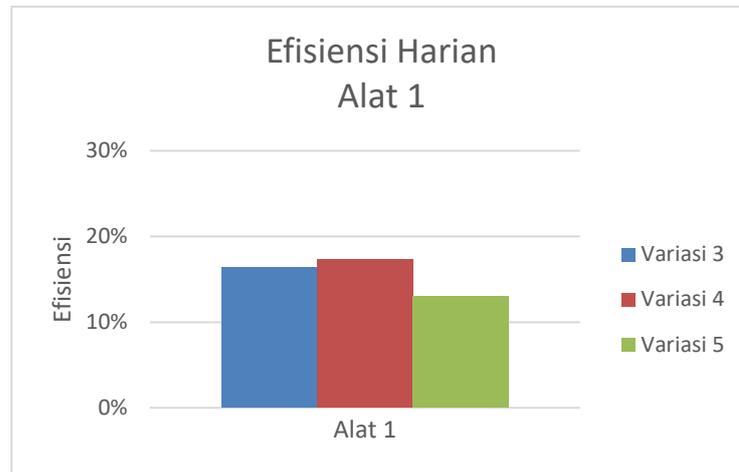
Gambar 2. Destilasi air bak

Efisiensi destilator didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah energi yang digunakan dalam proses penguapan air dengan jumlah radiasi surya yang datang selama waktu tertentu. Efisiensi alat destilasi (η_L) dapat dihitung dengan Persamaan 2 dengan M_{uap} adalah hasil air destilasi (kg), h_{fg} adalah panas laten penguapan (kJ/kg), A_c adalah luasan destilasi (m^2), G adalah energi surya yang datang ($Watt/m^2$), dt adalah lama waktu pemanasan (detik).

$$\eta_L = \frac{M_{uap} \cdot h_{fg}}{A_c \cdot G \cdot dt} \quad (1)$$

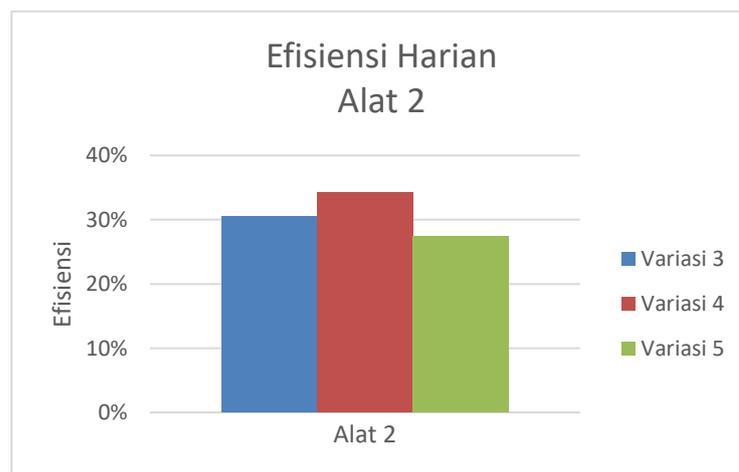
3. HASIL DAN ANALISIS

Dari data pengukuran yang diperoleh, diolah dengan excel kemudian dianalisis menggunakan beberapa persamaan yang salah satunya adalah persamaan (1). Analisis akan lebih mudah dilakukan dengan membuat grafik hubungan antara variabel seperti pada Gambar 3 sampai Gambar 7.



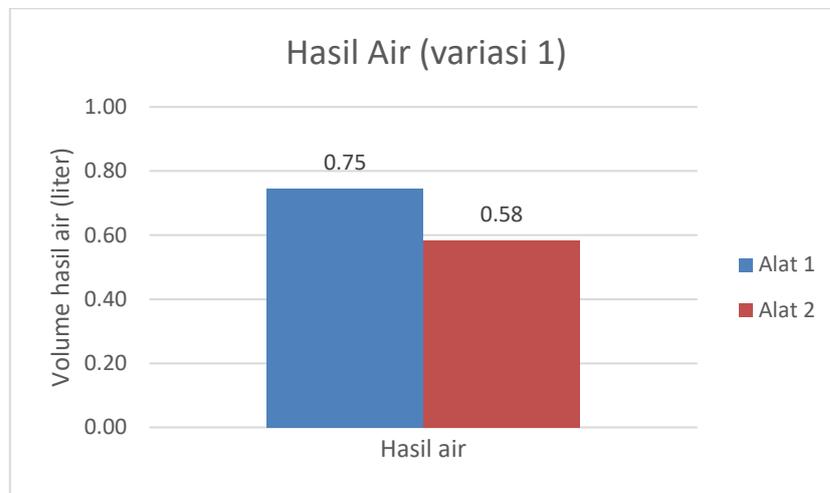
Gambar 3. Perbandingan efisiensi pada alat 1

Dari hasil ketiga efisiensi pada alat 1, didapatkan efisiensi tertinggi pada variasi 4 yaitu pada volume air sebesar 8 liter. Hal ini dipengaruhi oleh besarnya kenaikan hasil air yang diterima pada jam 13 yang didapatkan dari selisih suhu pada absorber dan kaca yang besar sehingga menyebabkan pengembunan dari hasil uap air yang banyak dari jam sebelumnya. Sedangkan pada variasi 5 yaitu pada volume 6 liter, penguapan tetap terjadi namun pengembunan yang terjadi jauh lebih kecil dari variasi 3 dan 5 karena selisih suhu absorber dan kaca yang rendah.

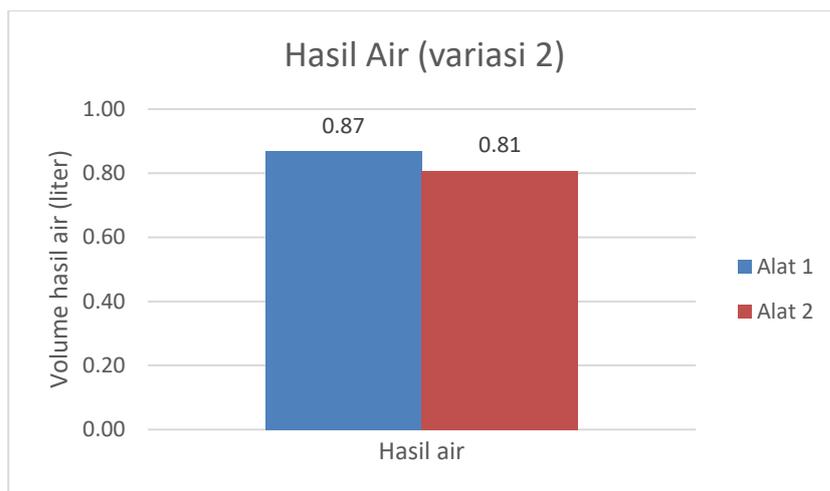


Gambar 4. Perbandingan efisiensi pada alat 2

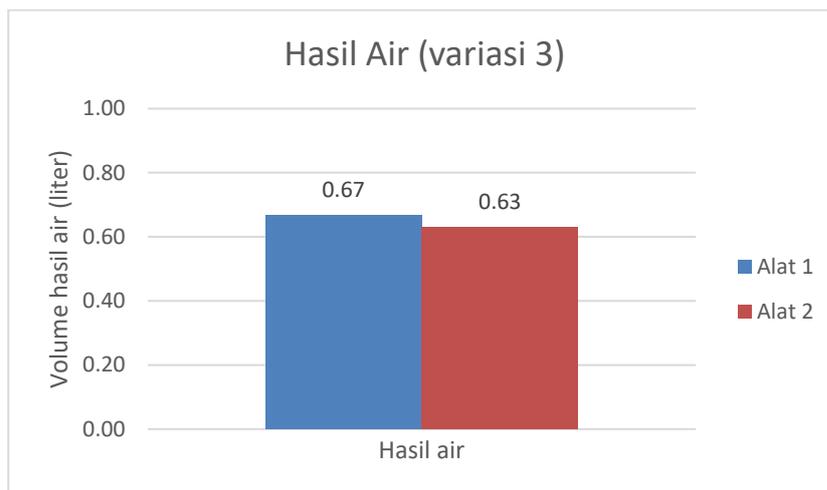
Dari hasil ketiga variasi pada alat 2 didapatkan efisiensi tertinggi pada variasi 4 yaitu pada volume air sebesar 8 liter. Hal ini terjadi karena hasil air yang terbesar juga dihasilkan pada variasi 4, dipengaruhi oleh penguapan yang besar pada pagi hari dan pengembunan yang sangat baik pada siang harinya. Jika dalam grafik garis, akan ditemukan bahwa energi panas yang diterima absorber lebih besar dan selisih suhu absorber dan kaca juga lebih besar dibandingkan dengan variasi 3 dan 5.



Gambar 5. Perbandingan hasil air pada variasi 1



Gambar 6. Perbandingan hasil air pada variasi 2



Gambar 7. Perbandingan hasil air pada variasi 3

Dari hasil air ketiga variasi tersebut, dapat dilihat hasil air terbesar diperoleh dari alat 1 pada variasi 4 karena efisiensi harian terbesar juga dihasilkan oleh variasi 2. Pada variasi 2, nilai penguapan yang baik diimbangi oleh pengembunan yang baik juga sehingga uap yang ada di kaca dapat mengembun dan secara maksimal. Sedangkan pada alat 2 variasi 1, didapatkan hasil air terkecil dikarenakan pengembunan rata-rata perhari yang lebih kecil dibandingkan hasil dari alat 1 pada variasi 2 dan 3 sehingga hasil air yang dihasilkan lebih kecil.

4. KESIMPULAN

Hasil air yang didapatkan tergantung dari energi surya yang didapatkan dan juga berbanding lurus dengan efisiensi. Selisih suhu antara absorber dan kaca terhadap hasil air ternyata sangat mempengaruhi efisiensi. Meskipun alat penelitian menggunakan alat pemanas tambahan berupa kolektor jenis seri, belum tentu akan menghasilkan efisiensi yang lebih baik juga, karena jika selisih antara suhu absorber dan kaca yang tidak terlalu besar akan membuat suhu kaca akan terkonveksi oleh suhu air sehingga tidak terjadi proses pengembunan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada rekan-rekan mahasiswa teknik mesin khususnya kepada mereka yang membantu menyiapkan keperluan dalam proses penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmed Z Al-Garni, A.H.K.F.S.a.F.A. et al., 2011. Effect of glass slope angle and water depth on productivity of double slope solar still. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 70, pp.884-90.
- [2] Ahmed, H.M. & Alfaylakawi, K.A., 2012. Productivity enhancement of conventional solar still using water sprinklers and cooling fan. *Journal of Advanced Science and Engineering Research*, 2(3), pp.168-77.
- [3] Ali A. Badran, A.A.A.-H.I.A.E.S.M.Z.O., 2005. A solar still augmented with a flat-plate collector. *Desalination*, 172, p.227-234.
- [4] Anil Kr. Tiwari, G.N.T., 2006. Effect of water depths on heat and mass transfer in a passive solar still: in summer climatic condition. *Desalination*, 195, p.78-94.
- [5] Arunkumar, T. et al., 2010. Study of thermo physical properties and an improvement in production of distillate yield in pyramid solar still with boosting mirror. *Indian Journal of Science and Technology*, 3(8), pp.879-84.
- [6] Hassan E.S. Fath, S.M.E., 1993. Effect of adding a passive condenser on solar still performance. *Energy Conversion and Management*, 34(1), pp.63-72. Hitesh N Panchal, D.P.K.S., 2011. Effect of Varying glass cover thickness on performance of Solar still: in a Winter Climate Conditions. *International Journal Of Renewable Energy Research*, 1(4), pp.212-23.