UNJUK KERJA DESTILASI AIR ENERGI SURYA MENGGUNAKAN KONDENSER PASIF

Doddy Purwadianto[i] **dan F.A. Rusdi Sambada**[ii]

Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Sanata Dharma
Alamat korespondensi: Kampus III Paingan Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta
E-mail: [i] *purwadodi@gmail.com;* [ii] *rusdisambada@yahoo.co.id*

ABSTRACT

Nowadays the existing problems in solar energy water distillation is the low efficiency that can be generated. One factor that greatly affects the efficiency is vapor concentrations excess in distillation equipment during the process of water evaporation. The use of passive condenser is one of the effective and efficient way to overcome the problem of the vapor concentration excess. One of the factors that affect the efficiency of a passive condenser is the condenser position. Study of the efficiency influence of condenser with position in front of the distillation equipment has not been done.

This study aimed to analyze the influence of efficiency on distillation equipment with condenser position in front of the equipment and to analyze the relative efficiency between a conventional distillation apparatus with distillation using passive condenser. Research equipment consists of three configuration of distillation equipment i.e. distillation equipment without passive condenser, distillation using passive condenser in front and behind of the distillation equipment. The variables recorded were water temperature (T_W), the cover glass temperature (T_C), the mass amount of distilled water that produced by distillation equipment (m_D), the mass amount of distilled water that produced by the condenser (m_K) and solar energy (G). The results showed the average efficiency and distilled water produced by distillation with condenser in front of the distillation i.e. 0,32 liter/(m^2.hour) and efficiency of 32,55%.

***Keywords**: Efficiency, Water distillation, Solar energy, The position of the condenser.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air bersih merupakan keperluan sehari-hari masyarakat terutama untuk air minum. Sumber air yang ada sering telah terkontaminasi tanah, garam (air laut) atau bahan lain yang dapat merugikan kesehatan jika dikonsumsi secara langsung. Air dalam kondisi ini harus dijernihkan lebih dahulu sebelum dikonsumsi. Ada beberapa cara penjernihan air diantaranya dengan menggunakan alat destilasi air energi surya. Alat destilasi air energi surya memiliki keuntungan dalam hal biaya yang murah, pemakaian dan perawatan yang mudah. Prinsip kerja alat destilasi air energi surya adalah penguapan air yang terkontaminasi dan pengembunan uap air. Alat destilasi air energi surya umumnya terdiri dari 2 (dua) komponen penting yakni bak air dan kaca penutup. Bak air juga berfungsi sebagai absorber yang menyerap energi surya untuk menguapkan air sehingga air terpisah dari zat kontaminasi. Kaca penutup juga berfungsi sebagai tempat mengembunnya uap air sehingga dihasilkan air bersih yang dapat langsung dikonsumsi. Alat destilasi energi surya konvensional umumnya dapat menghasilkan air bersih 6 liter/hari tiap satu meter persegi luasan kolektor. Keuntungan alat destilasi energi surya sebagai penjernih air diantaranya tidak memerlukan biaya tinggi dalam pembuatannya, pengoperasian dan perawatannya mudah (Kunze, 2001). Unjuk kerja suatu alat destilasi surya diukur dari efisiensi yang dihasilkan. Permasalahan yang ada pada alat destilasi air energi surya saat ini adalah masih rendahnya efisiensi yang dihasilkan. Banyak faktor yang mempengaruhi efisiensi alat destilasi air energi surya diantaranya keefektifan absorber dalam menyerap energi surya, keefektifan kaca dalam mengembunkan uap air, jumlah massa air di alat destilasi, temperatur awal air masuk kedalam alat destilasi, konsentrasi uap air di dalam 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 panas, jika kaca terlalu panas maka uap akan sukar mengembun. Jumlah massa air yang ada di dalam alat destilasi tidak boleh terlalu banyak karena akan memperlama proses penguapan air. Tetapi jika massa air dalam alat terlalu sedikit maka alat destilasi dapat rusak karena terlalu panas (umumnya kaca penutup akan pecah). Temperatur air masuk alat destilasi harus diusahakan sudah tinggi. Semakin tinggi temperatur air masuk alat destilasi maka air bersih yang dihasilkan akan semakin banyak sehingga efisiensi alat destilasi semakin meningkat. Konsentrasi uap air di dalam alat destilasi diusahakan tidak terlalu banyak. Semakin banyak uap air di dalam alat destilasi semakin sulit air yang akan didestilasi menguap. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengurangi konsentrasi uap di dalam alat destilasi adalah dengan menggunakan kondensor pasif.

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 (Naim et. al., 2002a). Penelitian alat destilasi energi surya menggunakan penyimpan panas dengan material berubah fasa menghasilkan air destilasi 4,536 liter/m^2 dalam 6 jam atau setara dengan efisiensi 36,2%. Material penyimpan panas yang digunakan adalah air lilin parafin dan minyak parafin. Dengan menggunakan bahan penyimpan panas alat destilasi ini dapat bekerja siang dan malam (Naim et. al., 2002b). 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 (Badran, 2007). Penelitian alat destilasi energi surya jenis kolam tunggal seluas 3m^2 di Amman, Jordania menggunakan campuran garam, pemberian warna lembayung dan arang untuk meningkatkan daya serap air terhadap energi surya menghasilkan peningkatan efisiensi sebesar 26% (Nijmeh et. al., 2005).

Kondensor pasif adalah suatu volume yang ditambahkan pada alat destilasi misalnya dengan menambahkan kotak di bagian belakang alat destilasi. Penggunaan kotak pada alat destilasi menyebabkan sebagian uap air hasil proses penguapan pada alat destilasi akan mengalir ke dalam kotak. Mengalirnya sebagian uap air ke dalam kotak menyebabkan konsentrasi uap di dalam alat destilasi berkurang sehingga air lebih mudah menguap. Faktor yang mempengaruhi laju perpindahan uap air dari alat destilasi ke dalam kondensor pasif adalah perbandingan volume alat destilasi dengan volume kondensor pasif dan posisi kondensor pasif pada alat destilasi.

Penelitian destilasi energi surya dengan posisi kondensor dibagian bawah destilator dan posisi destilator miring menghasilkan kenaikan efisiensi yang cukup baik sehingga dapat menghasilkan air destilasi sebanyak 5,1 kg/(m^2.hari). Posisi alat destilasi yang miring menyebabkan terjadinya sirkulasi alami udara yang mendorong uap air ke kondensor dibagian bawah. Pada alat destilasi dengan posisi miring berpindahnya uap air disebabkan oleh beda tekanan destilastor dengan kondensor dan sirkulasi alami (Fath et. al.,2004). Penelitian secara teoritis dan eksperimental menggunakan kondensor pasif di bagian belakang menghasilkan kenaikan efisiensi sebesar 50% (Fath et. al., 1993). Penelitian secara teoritis dan eksperimental menggunakan kondensor pasif di bagian belakang menghasilkan kenaikan efisiensi sebesar 48% sampai 70% jika kondensor mengalami pendinginan (Bahi et. al., 1999). Penelitian destilasi air energi surya dengan kondensor pasif menghasilkan efisiensi yang berbeda pada posisi kondensor yang berbeda. Posisi kondensor di bagian atas alat destilasi menghasilkan efisiensi 15,1% sementara pada posisi di bawah dihasilkan efisiensi 30,54%. (Ahmed, 2012).

Penelitian yang ada tentang alat destilasi dengan kondensor pasif umumnya hanya membahas tentang pengaruh faktor perbandingan volume alat destilasi dengan volume kondensor pasif. Posisi kondensor umumnya terletak di belakang atau di bawah alat destilasi. Belum ada penelitian tentang pengaruh faktor posisi kondensor pasif dengan posisi di depan alat destilasi. Penelitian ini akan menganalisis pengaruh posisi kondensor pasif di depan alat destilasi terhadap efisiensi yang dihasilkan.

1.2 Perumusan masalah

Berdasarkan gambaran tentang penelitian-penelitian sebelumnya masalah-masalah dapat dihimpun sebagai berikut: (a) bagaimana pengaruh

posisi kondensor pasif di depan alat destilasi terhadap efisiensi yang dihasilkan, dan (b) berapa peningkatan efisiensi pada alat destilasi air energi surya menggunakan kondensor pasif pada posisi di belakang dan kondensor pasif pada posisi di depan dibandingkan alat destilasi air energi surya konvensional (tanpa kondensor pasif).

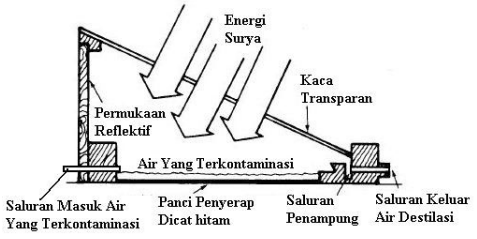
1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan: (a) menganalisis pengaruh posisi kondensor pasif di depan alat detilasi terhadap efisiensi yang dihasilkan, dan menganalisis efisiensi relatif antara efisiensi alat destilasi konvensional dengan alat destilasi menggunakan kondensor pasif pada posisi kondensor pasif di depan maupun posisi kondenser pasif di belakang.

2. KAJIAN TEORI

Komponen utama yang terdapat pada sebuah alat destilasi energi surya pada umumnya (Gambar 1) adalah bak air dan kaca penutup. Bak air juga berfungsi sebagai absorber yakni sebagai penyerap energi surya untuk memanasi air yang akan didestilasi. Kaca penutup juga berfungsi sebagai kondenser yang berfungsi mengembunkan uap air. Bagian lain yang umum terdapat pada alat destilasi adalah saluran masuk air terkontaminasi, saluran keluar air bersih. Komponen penting lainnya adalah pengatur jumlah massa air dalam alat destilasi agar tidak terlalu banyak dan konstan

Proses destilasi meliputi penguapan dan pengembunan air. Air yang terkontaminasi menguap karena mendapat kalor dari absorber, bagian yang menguap hanya air sedangkan bahan kontaminasi tertinggal di absorber. Uap naik keatas dan bersentuhan dengan kaca, karena temperatur kaca bagian luar lebih rendah dari temperatur bagian dalam kolektor maka air mengembun. Embun mengalir ke saluran keluar karena posisi kaca yang miring.



Gambar 1. Skema Alat Destilasi Energi Surya yang Umum

Efisiensi alat destilasi energi surya didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah energi yang digunakan dalam proses penguapan air dengan jumlah radiasi surya yang datang selama waktu tertentu (Arismunandar, 1995):

$$\eta = \frac{m.h_{fg}}{A_C \int_o^t G.dt} \quad (1)$$

dengan A_C adalah luas alat destilasi (m^2), dt adalah lama waktu pemanasan (detik), G adalah energi surya yang datang (W/m^2), h_{fg} adalah panas laten air (J/(kg)) dan m_g adalah massa uap air (kg). Massa uap air (m_g) dapat diperkirakan dengan persamaan matematis berikut (Arismunandar, 1995):

$$m_g.h_{fg} = q_{uap} = 16{,}27.10^{-3} .q_{knov}.\left(\frac{Pw - Pc}{Tw - Tc}\right) \quad (2)$$

$$q_{konv} = 8{,}84.10^{-4}\left[Tw - Tc + \frac{Pw - Pc}{268{,}9.10^3 - Pw}.Tw\right]^{1/3}.(Tw - Tc) \quad (3)$$

Dengan q_{uap} adalah bagian energi matahari yang digunakan untuk proses penguapan (W/m^2), q_{konv} bagian energi matahari yang hilang karena konveksi (W/m^2), P_W adalah adalah tekanan parsial uap air pada temperatur air (N/m^2), P_C adalah tekanan parsial uap air pada temperatur kaca penutup (N/m^2), T_W adalah temperatur air (^OC) dan T_C adalah temperatur kaca penutup (^OC).

Kondensor pasif adalah suatu volume yang ditambahkan pada alat destilasi air energi matahari, misalnya berbentuk kotak. Penggunaan kondensor pasif dapat meningkatkan efisiensi alat destilasi air energi surya karena: (1) dapat mengefektifkan proses pengembunan (temperaturnya dapat diupayakan rendah), (2) dapat meningkatkan kapasitas pengembunan karena pengembunan tidak hanya terjadi di kaca tetapi juga di kondensor pasif, (3) dapat mempercepat proses penguapan. Berpindahnya sejumlah massa uap air dari destilator ke kondensor menyebabkan massa uap air di destilator berkurang sehingga penguapan dapat lebih cepat, (4) dengan kondensor energi panas dalam uap air dapat digunakan untuk penguapan air pada tingkat berikutnya atau disimpan dalam penyimpan panas untuk proses destilasi air pada malam hari. Tanpa kondensor energi uap air hanya akan dibuang di kaca. Mekanisme

perpindahan massa uap air dari bak air ke kaca penutup pada alat destilasi air (Gambar 2) terjadi secara: konveksi alami, *purging* dan difusi. Sebagian besar massa uap air berpindah secara konveksi alami dan hanya sebagian kecil yang berpindah secara *purging* dan difusi. Mekanisme perpindahan massa uap air dari destilator ke dalam kondensor pasif pada alat destilasi air dengan kondensor pasif terjadi secara: *purging* dan difusi. Sebagian besar massa uap air berpindah secara *purging* dan hanya sebagian kecil yang berpindah secara difusi.

Konveksi alami adalah mekanisme berpindahnya massa uap air karena perbedaan temperatur. Molekul air yang mempunyai temperatur lebih tinggi akan mempunyai energi kinetik yang lebih besar dan dapat lepas dari permukaan air (menguap). *Purging* adalah mekanisme berpindahnya massa uap air yang disebabkan adanya perbedaan tekanan. Uap air akan mengalir dari tempat yang mempunyai tekanan lebih tinggi ke tempat yang mempunyai tekanan lebih rendah.



(a) (b)

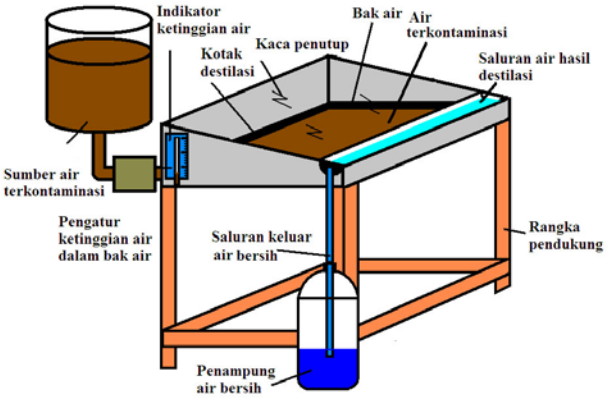
Gambar 2. Mekanisme Perpindahan Massa Uap Air pada Destilator Tanpa Kondensor (a) dan Destilator Berkondensor (b)

Difusi adalah mekanisme berpindahnya massa uap air yang disebabkan perbedaan konsentrasi uap air. Uap air akan mengalir dari tempat dengan konsentrasi uap tinggi ke tempat dengan konsentrasi uap rendah. Dari penelitian tentang mekanisme *purging* yang pernah dilakukan dapat disimpulkan bahwa besar perpindahan massa uap air dari destilator ke kondensor pasif dengan mekanisme *purging* sebanding dengan perbandingan antara volume kondensor pasif dengan jumlah volume kondensor pasif dan destilator (Fath, 1993):

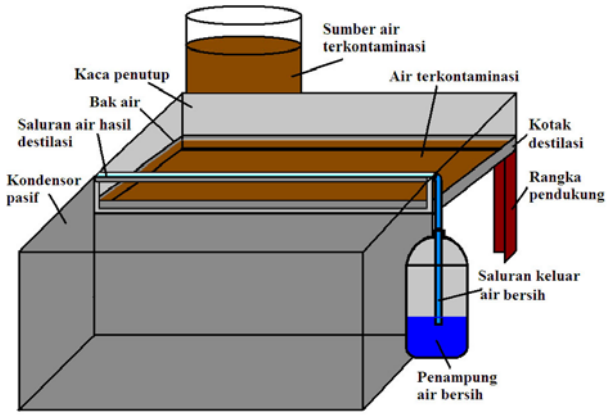
$$\frac{m_{purging}}{m_{penguapan}} = \frac{volume_{kondensor}}{volume_{kondensor} + volume_{destilator}} \quad (4)$$

3. METODE PENELITIAN

Alat destilasi air energi surya pada penelitian ini terdiri dari 3(tiga) konfigurasi alat destilasi air energi surya yakni (1) alat destilasi tanpa kondensor pasif (Gambar 3), (2) alat destilasi menggunakan kondensor pasif di depan (Gambar 4) dan (3) alat destilasi menggunakan kondensor pasif di belakang (Gambar 5). Variabel yang divariasikan pada penelitian ini adalah posisi kondensor: (1) di depan, dan (2) di belakang destilator. Variabel yang diukur pada penelitian ini adalah (1) temperatur air (T_W), (2) temperatur kaca penutup (T_C), (3) jumlah massa air destilasi yang dihasilkan di alat destilasi (m_D), (4) jumlah massa air destilasi yang dihasilkan di kondensor (m_K), (5) energi surya yang datang (G) dan (6) lama waktu pencatatan data (t).



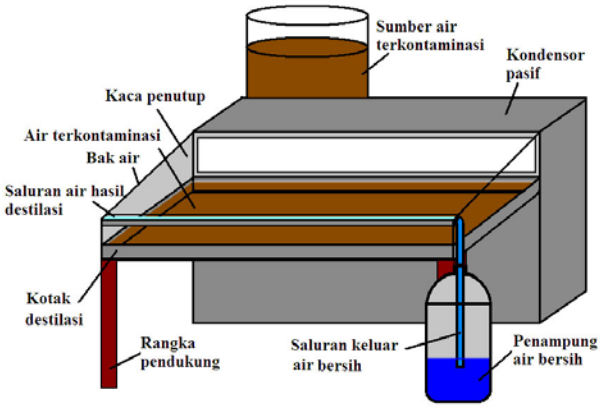
Gambar 3. Skema Alat Destilasi Air Energi Surya tanpa Kondensor



Gambar 4. Skema Alat Destilasi Air Energi Surya dengan Kondensor di Depan

Untuk pengukuran temperatur digunakan termokopel tipe K dan untuk pengukuran intensitas energi surya yang datang digunakan *pyranometer*. Tiga

bagian penting alat destilasi yang harus diperhatikan adalah bak air, kondensor dan alat pengatur ketinggian (jumlah massa) air. Bak air dibuat dari stainless steel agar air yang akan didestilasi tidak tercemar oleh karat. Kondensor dibuat dari pelat tembaga agar proses pengembunan dapat berlangsung dengan efektif dan efisien. Untuk pengaturan ketinggian (jumlah massa) air digunakan pengatur ketinggian dari alat pemberi minum ayam. Setelah pembuatan alat perlu dilakukan uji coba untuk memastikan alat destilasi dapat bekerja dengan baik. Tujuan uji coba adalah untuk mengevaluasi alat destilasi yang dibuat dapat bekerja dengan baik atau tidak. Jika dari uji coba diperoleh data yang menyatakan alat destilasi dapat bekerja dengan baik maka langkah selanjutnya adalah pengambilan data.

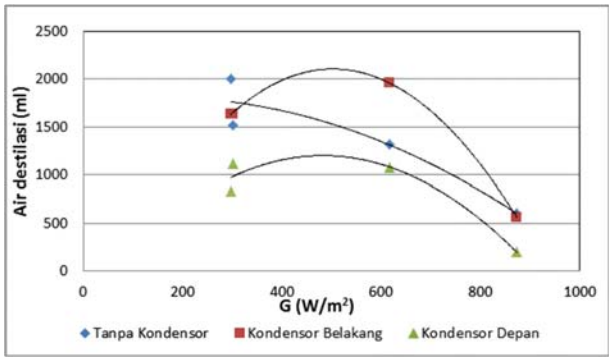


Gambar 5. Skema Alat Destilasi Air Energi Surya dengan Kondensor di Belakang

Secara rinci langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut: (1) penyiapan alat seperti Gambar 3, 4 dan 5, (2) ketiga konfigurasi alat di panasi dengan energi surya secara bersamaan. Pengambilan data dimulai pada akhir Juni, pada bulan tersebut matahari berada dibelahan bumi selatan maka keempat alat dihadapkan ke arah selatan, (3) pengambilan data dilakukan tiap 2 detik selama 25 hari untuk tiap variasi jumlah massaair dalam alat destilasi dan (4) data yang dicatat adalah temperatur air (T_W), temperatur kaca penutup (T_C), jumlah massa air destilasi yang dihasilkan (m), radiasi surya yang datang (G) dan lama waktu pencatatan data (t). Pengolahan dan analisa data diawali dengan melakukan perhitungan pada parameter-parameter yang diperlukan dengan menggunakan persamaan (1) sampai dengan (4).

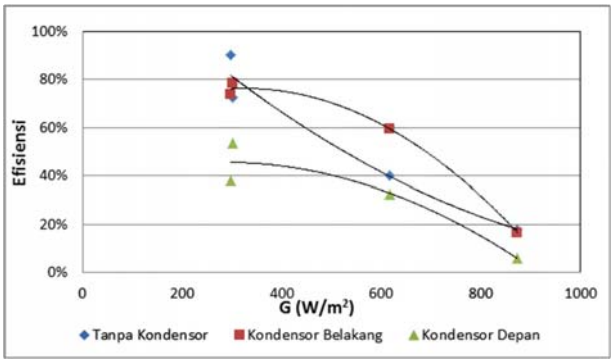
4. PEMBAHASAN

Dari data pengukuran yang diperoleh, diolah dengan excel kemudian dianalisis menggunakan persamaan (1) sampai (4). Analisis akan lebih mudah dilakukan dengan membuat grafik hubungan antara variabel seperti Gambar 6 sampai 11.



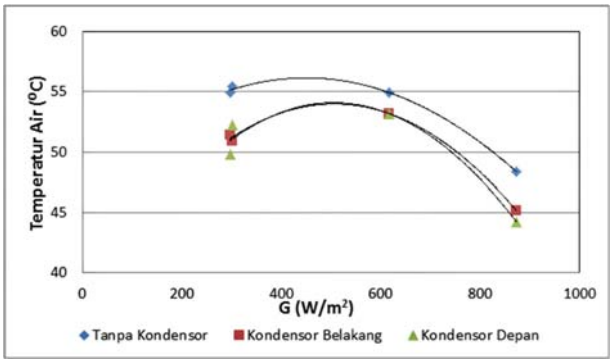
Gambar 6. Air Destilasi yang Dihasilkan Ketiga Konfigurasi Alat

Gambar 6 menunjukkan hubungan air destilasi yang diperoleh dengan radiasi surya yang datang. Pada Gambar 6 terlihat air destilasi terbanyak dihasilkan oleh alat destilasi dengan kondensor di bagian belakang dengan jumlah air destilasi maksimum sebanyak 0,57 liter/(m^2.jam). Hasil terbanyak kedua dihasilkan oleh alat destilasi tanpa kondensor dengan jumlah air destilasi maksimum sebanyak 0,42 liter/(m^2.jam). Hasil air destilasi paling sedikit dihasilkan alat destilasi dengan kondensor di depan dengan jumlah air destilasi maksimum 0,32 liter/(m^2.jam). Hasil tersebut menunjukkan posisi kondensor berpengaruh terhadap jumlah air destilasi yang diperoleh. Uap air secara alami akan bergerak ke atas sehingga posisi kondensor di depan yang relatif lebih rendah dari posisi alat destilasi tidak menguntungkan sehingga hanya sedikit uap air yang masuk ke dalam kondensor. Efisiensi yang dihasilkan ketiga konfigurasi alat penelitian dapat dilihat pada Gambar 7. Dari Gambar 7 terlihat efisiensi terbesar dihasilkan alat destilasi dengan kondensor di belakang yakni rata-rata sebesar 57,17%.



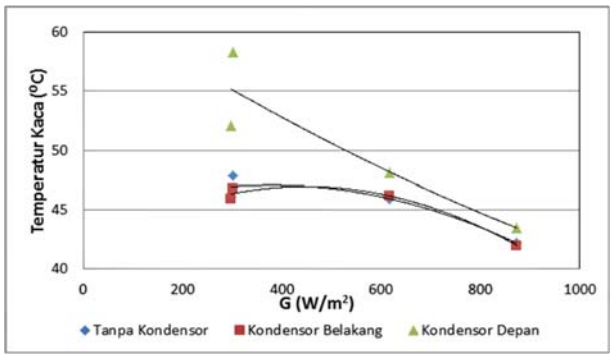
Gambar 7. Efisiensi yang Dihasilkan Ketiga Konfigurasi Alat

Efisiensi terbesar kedua dihasilkan alat destilasi tanpa kondensor yakni rata-rata sebesar 55,24% dan efisiensi terendah dihasilkan alat destilasi dengan kondensor di depan yakni rata-rata sebesar 32,55%. Hasil ini sesuai dengan hasil air destilasi yang diperoleh karena efisiensi merupakan perbandingan massa uap yang dihasilkan dibandingkan dengan energi surya yang datang (Persamaan 1) sehingga alat destilasi yang menghasilkan air destilasi terbanyak mengindikasikan efisiensi yang lebih baik. Dalam penelitian ini massa uap yang dihasilkan dianggap sama dengan massa air destilasi yang diperoleh atau diasumsikan rugi-rugi kebocoran uap pada alat destilasi tidak ada.



Gambar 8. Temperatur Air dalam Bak yang Dihasilkan Ketiga Konfigurasi Alat

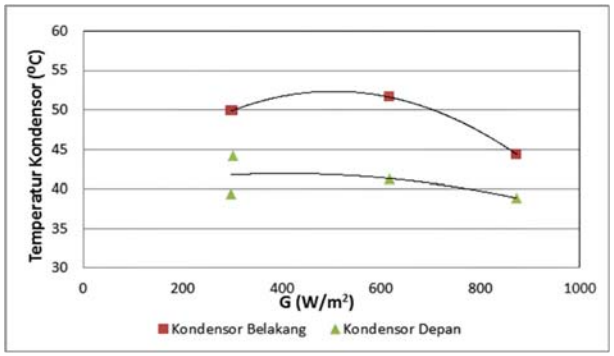
Gambar 8. menunjukkan temperatur air dalam bak yang dihasilkan ketiga konfigurasi alat penelitian. Dari Gambar 8 terlihat temperatur air tertinggi dihasilkan alat destilasi tanpa kondensror yakni dengan rata-rata temperatur air sebesar 53,39^{o}C. Rata-rata temperatur air terbesar kedua dihasilkan alat destilasi dengan kondensor di belakang yakni 50,17^{o}C dan rata-rata temperatur air terendah dihasilkan alat destilasi dengan kondensor di depan yakni 49,85^{o}C. Uap air yang terbentuk karena pemanasan air pada alat destilasi tanpa kondensor akan terkonsentrasi di atas permukaan air dalam bak sedangkan pada alat destilasi yang mempunyai kondensor sebagian uap akan mengalir kedalam kondensor. Hal tersebut menyebabkan konsentrasi massa uap air di atas permukaan air pada alat destilasi tanpa kondensor lebih besar dibandingkan alat destilasi dengan kondensor. Konsentrasi massa uap air yang lebih besar menyebabkan tekanan parsial uap air juga lebih besar sehingga temperatur penguapan air juga menjadi lebih besar. Temperatur kaca ketiga konfigurasi alat penelitian dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Temperatur Kaca Penutup yang Dihasilkan Ketiga Konfigurasi Alat

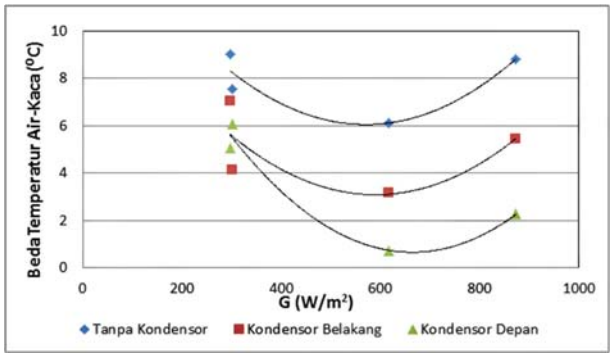
Dari Gambar 9 terlihat temperatur kaca terbesar terdapat pada alat destilasi dengan kondensor di depan dengan rata-rata 50,5^{o}C. Temperatur kaca pada alat destilasi dengan kondensor di belakang hampir sama dengan temperatur kaca alat destilasi tanpa kondensor yakni rata-rata 45,22^{o}C dan 45,5^{o}C. Temperatur kaca pada alat destilasi dengan kondensor di depan semakin turun dengan bertambah besarnya energi surya yang datang. Hal tersebut menunjukkan pengembunan uap air terbanyak terjadi pada radiasi energi surya yang lebih besar, hal ini berhubungan dengan kondisi optimal pengembunan uap air. Pengembunan uap air akan lebih mudah terjadi jika konsentrasi uap semakin besar dan konsentrasi uap semakin besar jika energi surya yang diterima alat destilasi juga semakin besar. Temperatur kondensor pada alat destilasi dengan kondensor di depan dan di belakang dapat dilihat pada Gambar 10. Terlihat temperatur kondensor pada posisi di belakang alat destilasi lebih besar dibandingkan temperatur kondensor pada posisi di depan. Temperatur rata-rata

kondensor pada posisi di belakang sebesar 48,92^{o}C , sedangkan temperatur rata-rata kondensor pada posisi di depan sebesar 40,92^{o}C. Hal tersebut menunjukkan massa uap air yang masuk kedalam kondensor dengan posisi di belakang alat destilasi lebih banyak dibandingkan massa uap air yang masuk kedalam kondensor dengan posisi di depan.



Gambar 10. Temperatur Kondensor yang Dihasilkan Ketiga Konfigurasi Alat

Beda temperatur antara air di bak dengan temperatur kaca pada ketiga konfigurasi alat penelitian dapat dilihat pada Gambar 11. Beda temperatur antara air di bak dengan temperatur kaca terbesar terjadi pada alat destilasi tanpa kondensor dengan rata-rata beda temperatur sebesar 7,89^{o}C. Rata-rata beda temperatur air di bak dengan temperatur kaca pada alat destilasi dengan kondensor di belakang dan di depan adalah 4,95^{o}C dan 3,54^{o}C. Semakin besar beda temperatur air di bak dengan temperatur kaca semakin besar massa uap yang terjadi (Persamaan 2 dan 3). Dari hasil yang diperoleh dapat diketahui bahwa massa uap terbanyak terjadi pada alat destilasi tanpa kondensor. Hasil akhir menunjukkan jumlah air destilasi terbanyak diperoleh dari alat destilasi dengan kondensor di belakang. Hal tersebut menunjukkan penggunaan kondensor di belakang dapat meningkatkan laju pengembunan karena selain faktor konsentrasi massa uap air, faktor temperatur dinding pengembun juga berpengaruh pada proses pengembunan. Pada kondensor di posisi belakang dinding pengembun mempunyai temperatur lebih rendah dibandingkan dinding pengembun pada alat destilasi tanpa kondensor. Dinding pengembun pada alat destilasi tanpa kondensor adalah kaca yang juga merupakan jalan masuk energi surya kedalam alat destilasi sehingga mempunyai temperatur lebih tinggi dibanding dinding pengembun kondensor di belakang yang terlindung dari radiasi energi surya.



Gambar 11. Beda Temperatur Air di Bak dan Kaca pada Ketiga Konfigurasi Alat

Secara umum hasil penelitian ini menunjukkan posisi kondensor berpengaruh pada hasil air destilasi yang diperoleh dan posisi kondensor di belakang lebih baik dibandingkan posisi di depan karena sifat alami gerak uap air. Dari pengamatan selama pengambilan data dapat diketahui beberapa hal, pertama perubahan energi surya yang datang tidak secara langsung berdampak pada temperatur kaca sebagai contoh pada saat energi surya yang datang berkurang secara tiba-tiba maka temperatur kaca belum tentu juga turun, demikian juga jika terjadi sebaliknya. Hal tersebut disebabkan kaca mempunyai nilai kapasitas panas dan massa tertentu sehingga kaca dapat menyimpan panas. Selain itu temperatur kaca tidak hanya dipengaruhi oleh energi surya yang datang tetapi juga oleh kecepatan angin dan konsentrasi uap di dalam kotak destilasi. Hal kedua yang dapat diketahui dari pengamatan selama pengambilan data adalah pada saat awal pengambilan data (pagi hari), temperatur kaca sering kali lebih tinggi dari dibandingkan temperatur air di dalam bak, tetapi pada sore hari temperatur air selalu lebih tinggi dari temperatur kaca. Hal tersebut disebabkan karena air mempunyai nilai kapasitas panas yang lebih besar dibandingkan kaca. Karena mempunyai kapasitas panas yang lebih besar air dapat menyimpan panas lebih banyak dari kaca, akibatnya temperatur air naik lebih lambat dibanding kaca. Selain itu karena kapasitas kaca lebih kecil dibanding air maka temperatur kaca lebih mudah turun dibanding air jika panas yang sudah tersimpan di kaca berpindah ke lingkungan.

5. PENUTUP

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan berikut:

1. Air hasil destilasi rata-rata alat destilasi dengan kondensor di depan adalah 0,32 liter/(m^2.jam). Efisiensi rata-rata alat destilasi dengan kondensor di depan adalah 32,55%
2. Air hasil destilasi rata-rata terbanyak dihasilkan alat destilasi dengan kondensor di belakang yakni 0,57 liter/(m^2.jam). Sedangkan Air hasil destilasi rata-rata paling sedikit dihasilkan alat destilasi dengan kondensor di depan yakni 0,08 liter/(m^2.jam).
3. Efisiensi rata-rata terbesar dihasilkan alat destilasi dengan kondensor di belakang yakni 57,17% dan efisiensi terkecil dihasilkan alat destilasi dengan kondensor di depan yakni 32,55%.
4. Beda temperatur antara air dengan kaca terbesar dihasilkan alat destilasi tanpa kondensor yakni 9,01^{o}C sedangkan beda temperatur terkecil dihasilkan alat destilasi dengan kondensor di depan yakni 0,73^{o}C.
5. Temperatur kondensor terbesar dihasilkan oleh alat destilasi dengan kondensor di belakang yakni 51,6^{o}C, sedangkan temperatur kondensor terkecil dihasilkan oleh alat destilasi dengan kondensor di depan yakni 38,87^{o}C.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmed, H.M. 2012. "Experimental Investigations of Solar Stills Connected to External Passive Condensers". *Journal of Advanced Science and Engineering Research,* 2, p. 1-11.

Arismunandar, Wiranto. 1995. *Teknologi Rekayasa Surya.* Jakarta: Pradnya Paramita.

Badran, O.O. 2007. "Experimental Study Of The Enhancement Parameters On A Single Slope Solar Still Productivity". *Desalination,* 209, p. 136–143.

Bahi, A.E.; Inan, D. 1999. "Analysis of a Parallel Double Glass Solar Still with Separate Condenser". *Renewable Energy, 17, 4,* p. 509–521.

Fath, H.E.S.; Samy M. Elsherbiny, S.M. 1993. "Effect of adding a passive condenser on solar still performance". *Energy Conversion and Management, 34, 1,* p. 63–72.

Fath, H.E.S; Elsherbiny, S.M.,; Ghazy, A. 2004. "A Naturally Circulated Humidifying/ Dehumidifying Solar Still With A Built-In Passive Condenser". *Desalination,* 169, p. 129–149.

Kunze, H.H. 2001. "A New Approach To Solar Desalination For Small- And Medium-Size Use In Remote Areas". *Desalination,* 139, p. 35–41.

Naim, M.M.; Mervat, A.; Kawi, A.E. 2002a. "Non-Conventional Solar Stills Part 1. Non-Conventional Solar Stills With Charcoal Particles As Absorber Medium". *Desalination,* 153, p. 55–64

Naim, M.M.; Mervat, A.; Kawi, A.E. 2002b. "Non-Conventional Solar Stills Part 2. Non-Conventional Solar Stills With Energy Storage Element". *Desalination,* 153, p. 71–80.

Nijmeh, S.; Odeh, S.; Akash, B. 2005. "Experimental And Theoretical Study Of A Single-Basin Solar Still In Jordan". *International Communications in Heat and Mass Transfer,* 32, p. 565–572