

ANALISIS KINERJA HEAT ABSORBER ARANG DAN BATU APUNG PADA PROSES DESTILASI AIR LAUT¹⁾

Chandra Bhuana, Musrady Mulyadi, Sukma Abadi, Jamal²⁾

Abstrak: Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *heat absorber* arang dan batu apung pada proses destilasi air laut dengan menggunakan kolektor surya kaca ganda. Penelitian dilaksanakan selama 5 hari, dari pukul 08.00 hingga 17.00 wita, pengambilan data setiap 30 menit, juga dilakukan satu kali pengambilan data pada pukul 08.00 wita esok harinya, yang merupakan pengujian 24 jam. Penelitian dilaksanakan menggunakan dua buah kolektor destilasi surya yang diuji secara bersamaan, masing-masing kolektor menggunakan satu jenis *heat absorber*. Heat absorber arang menyerap energi matahari lebih besar dari batu apung, heat absorber arang juga mampu menghasilkan uap dan mengkondensasinya dengan baik secara bersamaan pada intensitas radiasi matahari yang tinggi. Penggunaan heat absorber arang pada siang hari dengan intensitas radiasi matahari yang tinggi menghasilkan kondensat lebih banyak dari batu apung, walaupun pada intensitas radiasi matahari yang rendah heat absorber arang menghasilkan kondensat yang lebih sedikit dari batu apung. Pada malam hari heat absorber batu apung menghasilkan kondensat yang lebih banyak dari arang. Pada pengujian jam 08:00 hingga 17:00 wita, heat absorber arang menghasilkan volume kondensat rata-rata sebesar 158 ml dan batu apung 142 ml. Pada pengujian hingga 24 jam diperoleh volume kondensat rata-rata arang 175 ml dan batu apung 177,2 ml.

Kata Kunci: Destilasi, surya, *heat absorber*, arang, batu apung.

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki julukan sebagai benua maritim, karena merupakan negara kepulauan terbesar di dunia. Luas wilayah Indonesia adalah 5.193.252 km², dengan luas wilayah lautnya sekitar 3.288.683 km². (Informasi Seputar Bencana (ISB), 2008).

Air di permukaan bumi ini seluruhnya asin (kecuali air hujan) dengan kadar yang berbeda-beda. Air minum juga mengandung sedikit sekali garam sehingga tidak terasa lidah. Air laut kadar garamnya sangat tinggi, sehingga tidak layak dikonsumsi (Palomar, 2010).

Air laut yang memiliki ketersediaan berlimpah belum dioptimalkan dalam memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat pesisir pantai utamanya kepulauan terpencil. Kadar garam air laut yang tinggi sehingga tidak dapat dikonsumsi langsung, diperlukan proses khusus untuk mengubah air laut menjadi air tawar layak konsumsi.

¹⁾ Dana DIPA Politeknik Negeri Ujung Pandang Tahun 2013

²⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

Destilasi air laut merupakan proses pemurnian air laut menjadi air minum. Proses ini telah dilaksanakan di beberapa negara maju untuk memenuhi kebutuhan air tawar yang layak konsumsi.

A. Destilasi Air Laut

Teknologi destilasi (penyulingan) air adalah untuk mendapatkan air tawar dari air kotor atau dari air laut, dilakukan dengan memanaskan air laut hingga menguap, kemudian uap tersebut diembunkan sehingga diperoleh air tawar (Abdullah, 2005).

Destilasi surya merupakan proses penyerapan energi radiasi matahari yang merupakan sinar inframerah yaitu salah satu komponen penyusun sinar matahari. Wisnubroto (2004), sinar matahari memiliki panjang gelombang (λ) $0,15 - 4 \mu\text{m}$, dan yang mampu menembus kaca transparan hanya $\lambda = 0,32 - 2 \mu\text{m}$ dan membawa energi panas radiasi.

Selanjutnya, energi panas radiasi akan terakumulasi sehingga suhu semakin tinggi (sistem rumah kaca). Pertambahan panas terjadi karena perubahan $\lambda = 0,32 - 2 \mu\text{m}$ menjadi $3 - 80 \mu\text{m}$, sehingga tidak mampu menembus keluar ruang rumah kaca dan terjadi penumpukan energi panas (Wisnubroto, 2004).

Jumlah energi panas radiasi yang merupakan energi yang menguapkan air bergantung lama penyinaran matahari. Pada daerah tropis yakni daerah dekat equator sampai dengan $23,5^\circ\text{LU}$ lama penyinarannya lebih besar dari 12 jam (Lakitan, 2004).

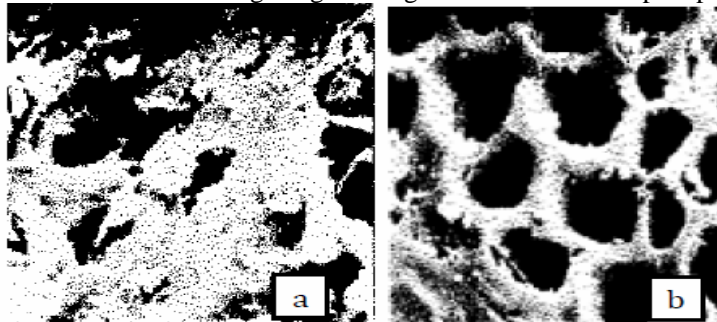
Energi yang dibutuhkan menguapkan air adalah sebesar $0,495 \text{ J.m}^{-3}.\text{K}^{-1}$, yang disebut panas laten evaporasi (*latent heat of vaporization*). Energi yang dibutuhkan menguapkan 1 gram air pada 20°C adalah 586 cal (Lakitan, 2004).

Proses penguapan air dari cair menjadi gas, terjadi penurunan berat jenis. Sehingga terjadi pemisahan air dalam bentuk uap dengan bahan material lainnya yang akan tertinggal sebagai refinat atau residu (Abdullah, 2005).

B. Heat Absorber

1. Arang

Arang aktif adalah suatu bahan hasil proses pirolisis arang pada suhu $600-900^\circ\text{C}$. Perbedaan mendasar arang dengan arang aktif adalah bentuk pori-porinya.



Gambar 1. Struktur pori dari arang (a) dan arang aktif (b)

Pori-pori arang aktif lebih besar dan bercabang serta berbentuk zig-zag. Arang aktif bersifat multifungsi, selain media meningkatkan kualitas lingkungan juga poriporinya sebagai tempat tinggal ideal bagi mikroba termasuk mikroba pendegradasi sumber pencemar seperti residu pestisida dan logam berat tertentu. Keunggulan arang aktif adalah kapasitas dan daya serapnya yang besar.

2. Batu Apung



Gambar 2. Struktur pori dari batu apung

Batu apung (pumice) adalah batuan berwarna terang, mengandung buih dari gelembung berinding gelas, disebut juga batuan gelas vulkanik silikat.

Batu apung terbentuk dari magma asam oleh aksi letusan gunung api yang mengeluarkan materialnya ke udara, pumice terjadi bila magma asam muncul ke permukaan dan bersentuhan dengan udara luar secara tiba-tiba. Buih gelas alam dengan gas didalamnya yang keluar dari magma membeku dengan tiba-tiba. Pumice umumnya memiliki ukuran dari kerikil sampai bongkah. Batuan ini tahan terhadap pembekuan embun (frost), tidak begitu higroskopis (mengisap air). Mempunyai sifat pengantar panas yang rendah.

C. Perkembangan Penelitian

Penelitian destilasi air laut menggunakan kolektor destilasi berupa sebuah bak air yang memiliki saluran masuk tempat air laut memasuki ruangan kolektor yang ditutup dengan kaca satu lapis (Abdullah, 2005).

Bentuk lain perkembangan kolektor destilasi air laut adalah menggunakan kaca penutup kolektor tunggal dan berlapis dua hingga empat seperti penelitian yang dilakukan oleh Mulyanef (2006). Prasetya (2009) juga menggunakan kaca penutup kolektor tunggal dan dua berlapis. Kondisi penelitian ini dilakukan pula oleh Himawan (2009).

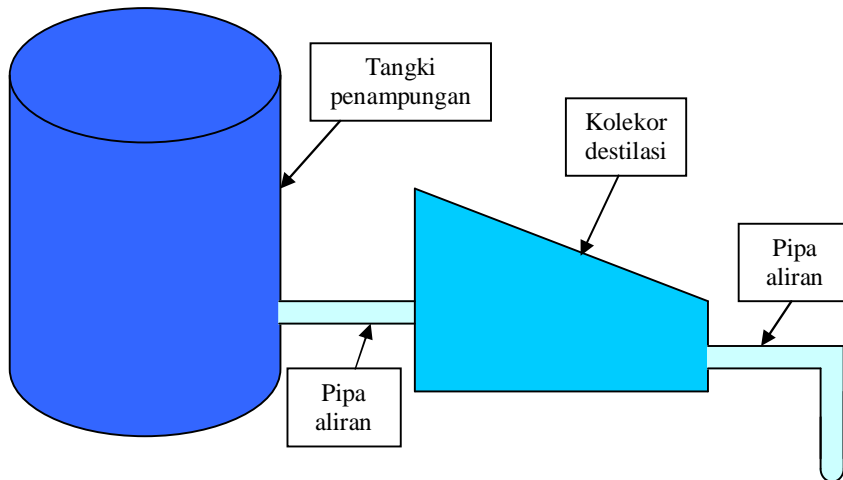
Kolektor destilasi air laut juga mengalami perkembangan berupa penggunaan *heat absorber* (penyerap panas). Bentuk penelitian ini dilakukan oleh Astawa (2008). Kondisi yang sama dilakukan oleh Himawan (2009).

Dari hasil penelitian sebelumnya maka penelitian ini menggunakan kolektor destilasi air laut dengan dua lapis kaca penutup kolektor, dan menggunakan *heat absorber* berupa arang dan batu apung.

II. METODE PENELITIAN

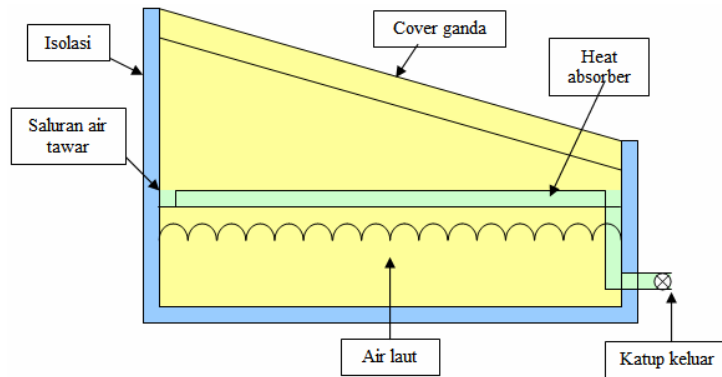
Metode penelitian dilakukan secara eksperimental yang akan ditekankan pada perbandingan kemampuan *heat absorber* arang dan batu apung dalam proses destilasi air laut menggunakan kolektor surya kaca ganda.

Komponen kolektor destilasi yang didesain secara garis besarnya, terdiri dari kolektor destilasi ; rangka penopang kolektor; kaca dua lapis penutup kolektor; isolasi pipa saluran dan kolektor; saluran air dan pipa aliran air; dan *heat absorber* arang dan batu apung ; serta wadah penampungan air laut dan air tawar hasil destilasi.



Gambar 3. Instalasi / sistem pengujian destilasi air laut

Penelitian dilaksanakan di laboratorium energi alternatif program studi teknik konversi energi, jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang. Pengumpulan data dilakukan dengan observasi langsung, dilakukan pengujian langsung pada destilator kaca ganda dengan menggunakan *heat absorber* arang dan batu apung.



Gambar 4. Komponen pengujian kolektor destilasi air laut

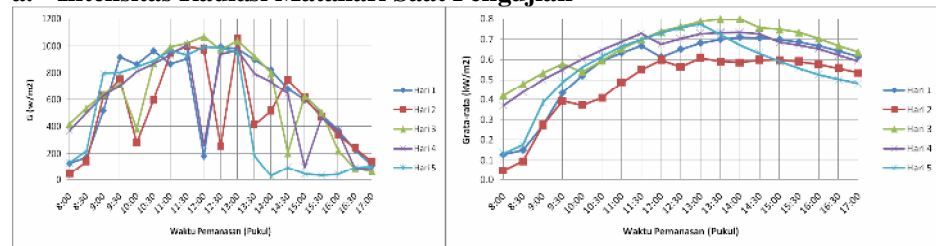
Penelitian dilakukan dengan menggunakan dua buah kolektor destilasi surya. Untuk keakuratan data, maka penelitian dilaksanakan secara bersamaan satu buah kolektor destilasi kaca ganda menggunakan satu jenis *heat absorber*, sehingga penggunaan *heat absorber* arang dan batu apung dapat langsung dibandingkan.

Pengujian dilaksanakan mulai pukul 08.00 hingga 17.00 wita dengan melakukan pencatatan data setiap 30 menit. Pengujian kemudian dilanjutkan dengan mendinginkan kolektor destilasi dari pukul 17.00 hingga 08.00 wita pada esok harinya dan pencatatan data dilakukan hanya pada pukul 08.00 wita. Pengambilan data pengujian dilakukan selama 5 hari.

Pengujian kinerja dari kolektor destilasi surya kaca ganda dengan *heat absorber* arang dan batu apung dilakukan untuk mendapatkan volume kondensat yang terbentuk pada setiap penggunaan *heat absorber* dan membandingkan hasil dari penggunaan kedua *heat absorber* tersebut.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Intensitas Radiasi Matahari Saat Pengujian



Gambar 5. Grafik hubungan waktu pemanasan dengan intensitas radiasi matahari (G (w/m^2)) dan intensitas radiasi matahari rata-rata ($G_{rata-rata}$ (w/m^2)) selama lima hari pengujian

Pada gambar 5, dapat diasumsi bahwa dari pukul 08:00 hingga 14:00 merupakan waktu pemanasan kolektor atau waktu penguapan air, sedangkan dari pukul 14:00 hingga pukul 17:00 merupakan waktu pendinginan kolektor atau waktu kondensasi uap air.

Pada gambar 5, pengujian yang dilakukan selama 5 hari untuk berbagai kondisi intensitas radiasi matahari, diperoleh bahwa pada hari 1, pada pukul 08:00-08:30 intensitas radiasi matahari rendah, tetapi setelah itu mengikuti kondisi normal, kecuali pada pukul 12:00 mengalami penurunan yang sangat drastis. Pada hari 1 waktu pemanasan dan pendinginan mengikuti kondisi normal.

Pada hari 2, pada pukul 08:00-08:30 intensitas radiasi matahari sangat rendah, demikian pula pada pukul 10:00-10:30 dan pukul 12:30 serta pukul 13:30-14:00. Tetapi selain itu mengikuti kondisi normal. Pada hari 2 waktu pemanasan memiliki kondisi yang kurang baik sedangkan waktu pendinginan mengikuti kondisi normal.

Pada hari 3, intensitas radiasi matahari mengikuti kondisi normal pada pagi hari sedangkan pada sore hari mengalami sedikit penurunan. Pada pukul 10:00 dan 14:30 serta 16:00-16:30 mengalami penurunan yang sangat drastis. Pada hari 3 waktu pemanasan mengikuti kondisi normal sedangkan waktu pendinginan mengalami sedikit penurunan.

Pada hari 4, intensitas radiasi matahari mengikuti kondisi normal pada pagi hari sedangkan pada sore hari mengalami sedikit penurunan. Pada pukul 12:00 dan 15:30 serta 16:00 mengalami penurunan yang sangat drastis. Pada hari 4 waktu pemanasan mengikuti kondisi normal sedangkan waktu pendinginan mengalami sedikit penurunan.

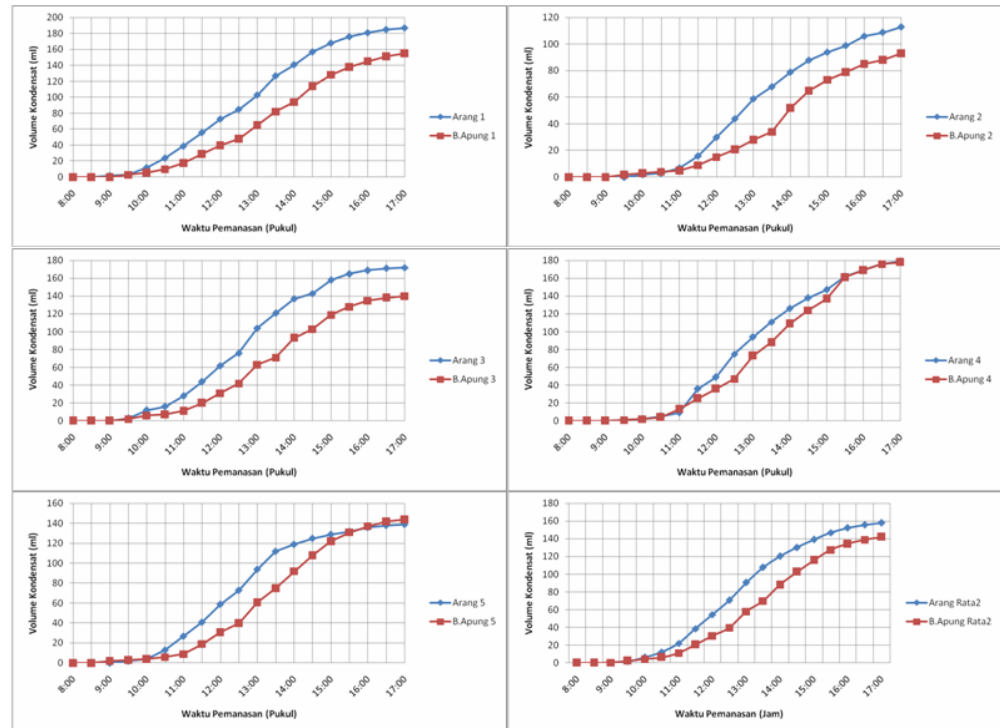
Pada hari 5, intensitas radiasi matahari mengikuti kondisi normal pada pagi hari sedangkan pada sore hari mengalami penurunan drastis. Pada pukul 08:00-08:30 dan 13:00-16:30 mengalami penurunan yang sangat drastis. Pada hari 5 waktu pemanasan mengikuti kondisi normal sedangkan waktu pendinginan mengalami penurunan yang sangat drastis.

b. Perbandingan Heat Absorber Arang dan Batu Apung

Gambar 6, menunjukkan volume kondensat yang terbentuk setiap hari selama pengujian dari jam 08:00 hingga 17:00. Pada hari 1 dimana intensitas matahari rendah di awal waktu pemanasan tetapi setelah ini mengikuti kondisi normal, hingga akhir waktu pendinginan diperoleh penggunaan heat absorber arang menghasilkan volume kondensat yang lebih tinggi dari awal hingga akhir pengujian dibandingkan penggunaan heat absorber batu apung. Pada hari 1, volume kondensat total yang dihasilkan heat absorber arang 187 ml dan batu apung 155 ml.

Hasil yang sama diperoleh pada hari 2 dengan intensitas matahari yang rendah dari awal waktu pemanasan hingga awal waktu pendinginan walaupun pada akhir waktu pendinginan intensitas matahari mengikuti kondisi normal. Pada hari 2, volume kondensat total yang dihasilkan heat absorber arang 113 ml dan batu apung 93 ml.

19 Chandra Bhuana, Musrady Mulyadi, Sukma Abadi, Jamal, Analisis Kinerja Heat Absorber Arang dan Batu Apung pada Proses Destilasi Air Laut



Gambar 6. Grafik hubungan antara waktu pemanasan (pukul) dengan volume kondensat (ml), pengujian selama 5 hari dari pukul 08.00 hingga 17.00 wita

Hasil yang sama dengan hari 1 juga ditunjukkan pada hari 3 dengan intensitas matahari yang tinggi dari awal waktu pemanasan hingga akhir waktu pendinginan. Pada hari 3, volume kondensat total yang dihasilkan heat absorber arang 172 ml dan batu apung 140 ml.

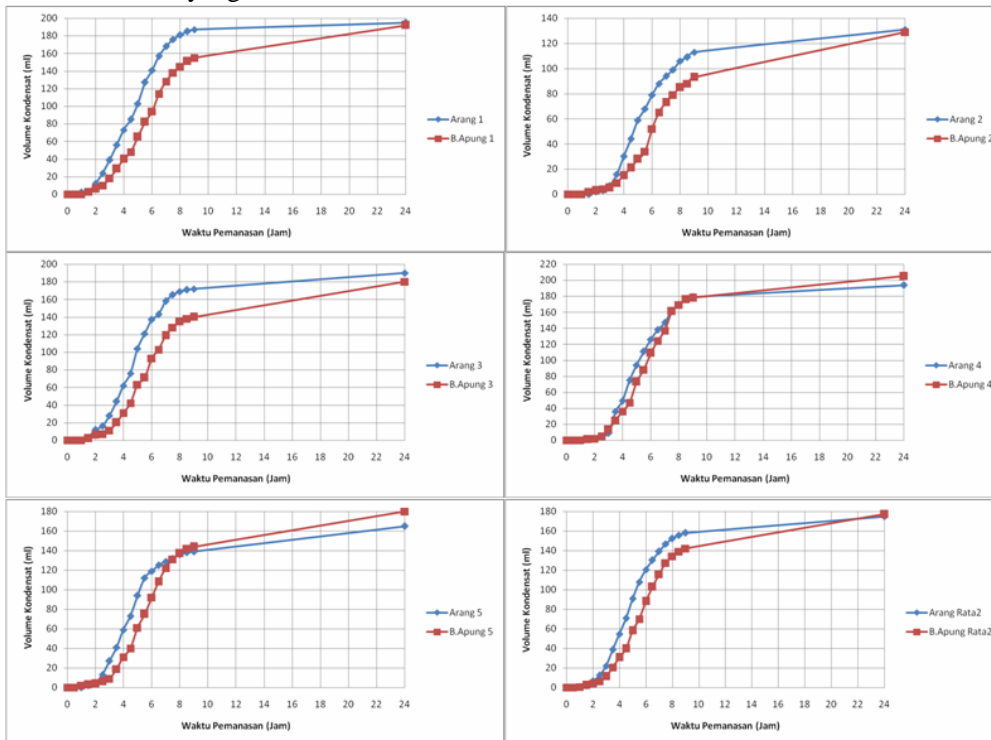
Hasil yang berbeda terlihat pada hari 4 dimana volume kondensat yang terbentuk hampir sama untuk penggunaan kedua heat absorber, pada hari 4 intensitas matahari pada waktu pemanasan tinggi dan terjadi penurunan pada waktu pendinginan. Pada hari 4, volume kondensat total yang dihasilkan heat absorber arang 179 ml dan batu apung 178 ml.

Pada hari 5 penggunaan heat absorber batu apung menghasilkan volume kondensat yang lebih tinggi pada akhir pengujian dibandingkan heat absorber arang walaupun diawal pengujian adalah sebaliknya. Pada hari 5 intensitas radiasi matahari rendah pada awal waktu pemanasan kemudian mengikuti kondisi normal dan pada waktu pendinginan terjadi penurunan yang drastis. Pada hari 5, volume kondensat total yang dihasilkan heat absorber arang 139 ml, batu apung 144 ml.

Penggunaan heat absorber arang menghasilkan volume kondensat rata-rata yang lebih baik dibandingkan penggunaan heat absorber batu apung. Volume kondensat rata-rata heat absorber arang 158 ml dan batu apung 142 ml.

Dari hasil di atas terlihat bahwa heat absorber arang mampu menghasilkan uap dan mengkondensasinya dengan baik secara bersamaan pada intensitas radiasi matahari yang tinggi hal ini dimungkinkan karena tingginya penyerapan energi panas dari heat absorber arang.

Heat absorber batu apung pada intensitas radiasi matahari yang tinggi hanya mampu menghasilkan uap karena energi panas dalam kolektor hanya sebagian kecil yang diserap oleh batu apung. Sedangkan proses kondensasi dilakukan pada intensitas radiasi matahari yang rendah.



Gambar 7. Grafik hubungan antara waktu pemanasan (jam) dengan volume kondensat (ml), pengujian 24 jam dari jam 08.00 hingga 08.00 wita esok hari selama 5 hari

Gambar 7, menunjukkan volume kondensat yang terbentuk setiap hari selama pengujian dari pukul 08:00 hingga 17:00 wita kemudian ditingkatkan dari pukul 17:00 hingga 08:00 wita esok harinya (24 jam). Pengujian dari pukul 08:00 hingga 17:00 wita merupakan pengujian yang sama dengan pengujian gambar 6. Pada pengujian selama 24 jam, diperoleh volume kondensat yang berbeda-beda setiap harinya.

Pada hari 1, untuk pengujian 24 jam diperoleh volume kondensat total yang dihasilkan heat absorber arang 195 ml dan batu apung 192 ml. Hari 2, untuk pengujian 24 jam diperoleh volume kondensat total yang dihasilkan heat absorber arang 131 ml dan batu apung 129 ml. Pada hari 3, untuk pengujian 24 jam diperoleh volume kondensat total yang dihasilkan heat absorber arang 190 ml dan batu apung 180 ml. Pada hari 4, untuk pengujian 24 jam diperoleh volume kondensat total yang dihasilkan heat absorber arang 194 ml dan batu apung 205 ml. Dan hari 5, untuk pengujian 24 jam diperoleh volume kondensat total yang dihasilkan heat absorber arang 165 ml dan batu apung 180 ml.

Penggunaan heat absorber batu apung menghasilkan volume kondensat rata-rata yang sedikit lebih baik dibandingkan penggunaan heat absorber arang, untuk pengujian selama 24 jam. Volume kondensat rata-rata untuk pengujian selama 24 jam menggunakan heat absorber arang 175 ml, batu apung 177,2 ml.

Hasil di atas mempertegas bahwa heat absorber batu apung pada intensitas matahari yang rendah (bahkan malam hari) mampu menghasilkan volume kondensat yang lebih banyak dibandingkan heat absorber arang.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Heat absorber arang menyerap energi panas matahari lebih besar dibandingkan heat absorber batu apung.
2. Penggunaan heat absorber arang mampu menghasilkan uap dan mengkondensasinya dengan baik secara bersamaan pada intensitas radiasi matahari yang tinggi.
3. Penggunaan heat absorber batu apung pada intensitas radiasi matahari yang tinggi menghasilkan uap dengan kondensasi lebih rendah dari heat absorber arang.
4. Pada intensitas radiasi matahari yang rendah penggunaan heat absorber batu apung menghasilkan kondensasi yang lebih baik dari heat absorber arang.
5. Pada malam hari setelah pengujian (telah terbentuk uap) penggunaan heat absorber batu apung menghasilkan kondensasi yang lebih baik dari heat absorber arang.
6. Untuk pengujian dari pukul 08:00 hingga 17:00 wita, penggunaan heat absorber arang menghasilkan volume kondensat rata-rata yang lebih baik dari heat absorber batu apung.
7. Untuk pengujian 24 jam, penggunaan heat absorber batu apung menghasilkan volume kondensat rata-rata sedikit lebih baik dari heat absorber arang.

B. Saran

1. Perlu dilakukan pengujian lanjut menggunakan heat absorber jenis lain untuk mendapatkan heat absorber yang memiliki kinerja maksimum.

2. Perlu dilakukan penelitian lanjut menggunakan intensitas radiasi matahari yang diatur besarnya untuk hal tersebut penyinaran matahari dapat digantikan dengan menggunakan lampu.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan pengujian selama 24 jam dengan tetap melakukan pengambilan data setiap waktunya.
4. Perlu dilakukan penelitian dengan melakukan pengujian kolektor destilasi dengan menggunakan tekanan vakum.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S. 2005. *Pemanfaatan Distilator Tenaga Surya (Solar Energy) Untuk Memproduksi Air Tawar Dari Air Laut*, Thesis. Jogjakarta: UGM.
- Astawa, K. 2008. *Pengaruh Penggunaan Pipa Kondensat Sebagai Heat Recovery Pada Basin Tipe Solar Still Terhadap Efisiensi*, Jurnal. Universitas Udayana, Bali: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram, Vol.2 No.1, Juni 2008.
- Himawan, dkk. 2009. *Destilasi Air Laut Menjadi Air Tawar Dengan Memanfaatkan Energi Surya Dan Pembakaran Sekam Padi Di Paranggupiti Kabupaten Wonogiri*: Jurnal Internet. Universitas Sebelas Maret: LPPM UNS.
- Informasi Seputar Bencana, [ampl.or.id]. 2008. *Desalinasi: Menguapkan Air Laut Menjadi Air Bersih*: Internet. <http://bacatanda.woodpress.com/2008/01/24/desalinasi-menguapkan-air-laut-menjadi-air-bersih/>: 11 April 2011.
- Lakitan, B. 2004. *Dasar-dasar klimatologi*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Mulyanef, dkk. 2006. *Sistem Destilasi Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Kolektor Plat Datar Dengan Tipe Penutup Kaca Miring*: Internet. <http://cahyadi.start4all.com/files/2008/06/icci2006s2pp13.pdf>: 13 April 2011.
- Palomar. 2010. *Mengapa Air Laut Asin*: Internet. <http://www.beritaiptek.com>, 11 April 2011.
- Prasetya. 2009. *Perencanaan Dan Pembuatan Sistem Destilasi Air Laut*, Skripsi. Surabaya: Universitas Petra.
- Wisnubroto, S. 2004. *Meteorologi Pertanian Indonesia*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.