

PENGARUH HEAT ABSORBER PADA KOLEKTOR DESTILASI SURYA DENGAN KONDISI VAKUM¹⁾

Jamal, Sri Suwasti²⁾

Abstrak: Destilator tenaga surya merupakan teknologi penyulingan air untuk mendapatkan air tawar dari air laut, teknologi ini dikembangkan untuk mengatasi masalah kekurangan air pada berbagai daerah utamanya dipesisir pantai. Penggunaan material heat absorber adalah untuk meningkatkan serapan energi matahari dan mengangkat air permukaan material untuk diuapkan. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh penggunaan heat absorber (arang dan batu apung) pada kolektor destilasi surya dengan kondisi pengujian bertekanan vakum. Penelitian ini mengamati kuantitas air tawar yang dihasilkan serta mengamati kinerja kolektor destilasi surya. Penelitian ini dilaksanakan dengan observasi langsung untuk pengumpulan data, dilakukan pengujian langsung pada destilator surya dengan heat absorber. Untuk keakuratan penelitian dilaksanakan secara bersamaan untuk semua heat absorber. Penelitian ini menggunakan penutup kaca dengan ketebalan 12 mm, untuk mengatasi tekanan vakum yang terjadi. Hasil yang diperoleh adalah semakin kecil tekanan vakum atau semakin besar kevakuman maka semakin besar volume kondensat rata-rata dan efisiensi rata-ratanya. Penggunaan batu apung lebih baik dibandingkan penggunaan arang untuk semua kondisi vakum dalam penelitian ini.

Kata Kunci: Destilasi, surya, *heat*, *absorber*, vakum.

I. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki luas wilayah 5.193.252 km², sekitar 3.288.683 km² wilayahnya merupakan lautan (Informasi Seputar Bencana (ISB), 2008). Air laut yang berlimpah belum dimanfaatkan secara optimal dalam pemenuhan kebutuhan air bersih bagi masyarakat. Pada beberapa daerah terpencil air menjadi barang eksklusif, untuk mendapatkan air bersih masyarakat harus membelinya (ISB, [ampl.or.id], 2008).

Air laut tidak dapat dikonsumsi langsung karena memiliki kadar garam yang tinggi (Palomar, 2010). Agar air laut layak konsumsi diperlukan proses khusus pengolahan air laut menjadi air bersih. Jumlah garam di laut di Bumi ini sekitar 5 x 10¹⁶ ton garam. Kadar garam (salinitas) air laut bervariasi (rata-rata sekitar 3,5%). Salinitas tertinggi adalah 4% yang terdapat di Laut Merah, Teluk Persia (Palomar, 2010).

Proses pemurnian (destilasi) merupakan salah satu proses pengolahan air laut menjadi air bersih layak konsumsi. Metode destilasi air laut ini telah dimanfaatkan pada beberapa negara maju untuk memenuhi kebutuhan air tawar.

¹ Penelitian Hibah Bersaing Tahun Anggaran 2012 dan 2013

² Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *heat absorber* (arang dan batu apung) dengan kondisi pengujian vakum kolektor destilasi surya, terhadap kuantitas air tawar yang dihasilkan destilator tenaga surya serta untuk mengetahui kinerja kolektor destilasi surya.

Destilasi air laut menjadi air tawar pada intinya adalah merupakan proses pemanasan air laut hingga terjadi proses penguapan air tawar pada air laut, yang kemudian uap air tersebut didinginkan hingga terjadi proses pengembunan sehingga diperoleh air tawar (Abdullah, 2005). Proses destilasi surya merupakan proses pemanasan air laut menggunakan energi radiasi matahari hingga terjadi proses penguapan dan pendinginan oleh aliran udara sekeliling.

Energi radiasi matahari (sinar inframerah) merupakan salah satu komponen penyusun sinar matahari. Sinar matahari memiliki panjang gelombang 0,15 hingga 4 μm , saat melewati kaca hanya panjang gelombang antara 0,32 hingga 2 μm dan yang mampu menembusnya dan membawa energi panas radiasi. Energi panas radiasi akan terakumulasi dalam sistim rumah kaca. Pertambahan panas terjadi karena perubahan panjang gelombang dari 0,32 hingga 2 μm menjadi 3 hingga 80 μm , perubahan panjang gelombang mengakibatkan gelombang tersebut tidak mampu menembus kaca untuk keluar ruang rumah kaca sehingga terjadi penumpukan energi panas radiasi. Sehingga kondisi suhu udara dalam rumah kaca lebih tinggi dari udara lingkungan luar, fenomena ini disebut efek rumah kaca (*Green house effect*) (Wisnubroto, 2004).

Pada daerah tropis lama penyinaran matahari lebih besar dari 12 jam. Semakin lama penyinaran matahari maka jumlah energi panas radiasi yang terkumpul dalam rumah kaca semakin besar, sehingga kemampuan menguapkan air juga semakin besar (Lakitan, 2004). Proses penguapan air menjadi gas mengakibatkan terjadi perubahan berat jenis. Berat jenis uap lebih kecil dari air sehingga ketika terjadi proses penguapan maka unsur penyusun air pada alam yang memiliki berat jenis yang lebih besar (berupa unsur logam, garam, bahan padat, dan lain-lain) dari uap air akan tertinggal sebagai residu (Abdullah, 2005).

Peningkatan kinerja dari kolektor destilasi surya dapat dilakukan dengan menggunakan heat absorber (Astawa, 2008 dan Himawan, 2009) ada beberapa material heat absorber diantaranya adalah arang dan batu apung. Arang adalah suatu bahan hasil proses pirolisis pada suhu 600-900°C. Arang bersifat multifungsi, selain media heat absorber juga berfungsi menyaring mikroba termasuk mikroba pendegradasi sumber pencemar seperti residu pestisida dan logam berat tertentu.

Batu apung (pumice) disebut juga batuan gelas vulkanik silikat adalah batuan yang mengandung buih dari gelembung berdinding gelas dan berwarna terang. Letusan gunung api mengeluarkan materialnya diantaranya magma asam yang ketika secara tiba-tiba bersentuhan dengan udara luar maka terbentuklah batu apung. Batu apung memiliki sifat tahan terhadap pembekuan embun, tidak begitu higroskopis (mengisap air) dan memiliki kemampuan pengantar panas yang rendah.

Penelitian destilasi air laut tenaga surya yang sederhana berupa kolektor destilasi masih merupakan sebuah bak air yang memiliki saluran masuk tempat air laut

memasuki ruangan kolektor yang ditutup dengan kaca satu lapis (Abdullah, 2005). Penelitian destilasi air laut tenaga surya juga dilakukan dalam bentuk menurunkan tekanan dalam ruang kolektor sehingga mengalami kondisi vakum seperti yang dilakukan Mulyono (2006). Bentuk lain penelitian kolektor destilasi air laut tenaga surya adalah menggunakan kaca penutup kolektor satu, dua dan empat lapis yang dilakukan oleh Mulyanef (2006). Prasetya (2009) dan Himawan (2009) juga melakukan penelitian menggunakan kaca penutup kolektor satu dan dua lapis pada proses destilasi air laut tenaga surya. Adapun Astawa (2008) dan Himawan (2009) melakukan penelitian destilasi air laut tenaga surya dengan penggunaan *heat absorber* (penyerap panas).

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan menggunakan dua buah kolektor destilasi surya (gambar 1) yang dioperasikan secara bersamaan dengan kondisi pengujian yang berbeda. Hal ini dilakukan agar diperoleh hasil pengujian yang lebih akurat karena kedua kondisi mengalami perubahan intensitas rasiasi dan kondisi sekeliling yang sama.

Pengujian adalah kondisi vakum sehingga digunakan kaca dengan ketebalan 12 mm karena berdasarkan hasil penelitian Jamal (2012) kaca dengan ketebalan 5 mm tidak mampu menahan kondisi vakum yang tinggi, pengujian kondisi vakum juga hanya menggunakan satu lapis kaca penutup kolektor karena penggunaan dua lapis kaca dengan ketebalan 12 mm akan menurunkan kinerja kolektor (Jamal, 2013).

Pengujian dilaksanakan selama delapan hari menggunakan dua buah kolektor surya dengan kondisi pengujian pada setiap kolektor dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2.



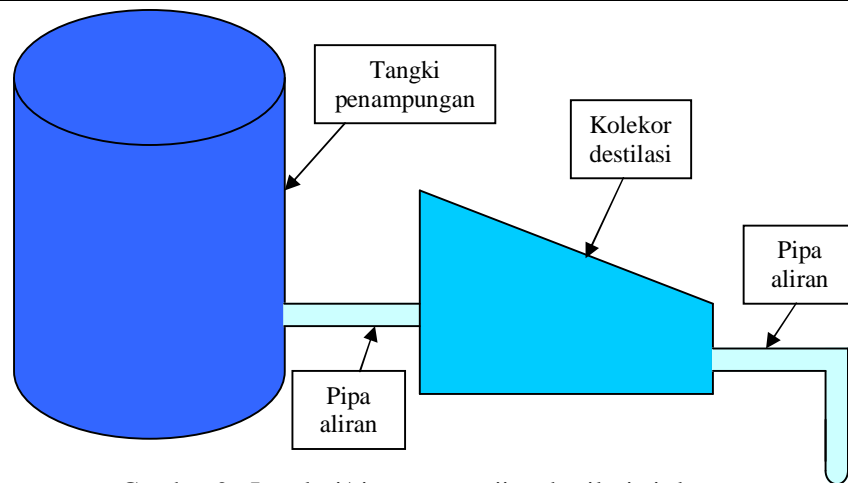
Gambar 1. Alat uji kolektor destilasi surya

Tabel 1. Kondisi dan lama pengujian

No	Kondisi Pengujian	Waktu
1.	Tekanan vakum -4 cmHg, menggunakan head absorber arang	2 Hari
2.	Tekanan vakum -8 cmHg, menggunakan head absorber arang	2 Hari
3.	Tekanan vakum -12 cmHg, menggunakan head absorber arang	2 Hari
4.	Tekanan vakum -16 cmHg, menggunakan head absorber arang	2 Hari
5.	Tekanan vakum -4 cmHg, menggunakan head absorber batu apung	2 Hari
6.	Tekanan vakum -8 cmHg, menggunakan head absorber batu apung	2 Hari
7.	Tekanan vakum -12 cmHg, menggunakan head absorber batu apung	2 Hari
8.	Tekanan vakum -16 cmHg, menggunakan head absorber batu apung	2 Hari

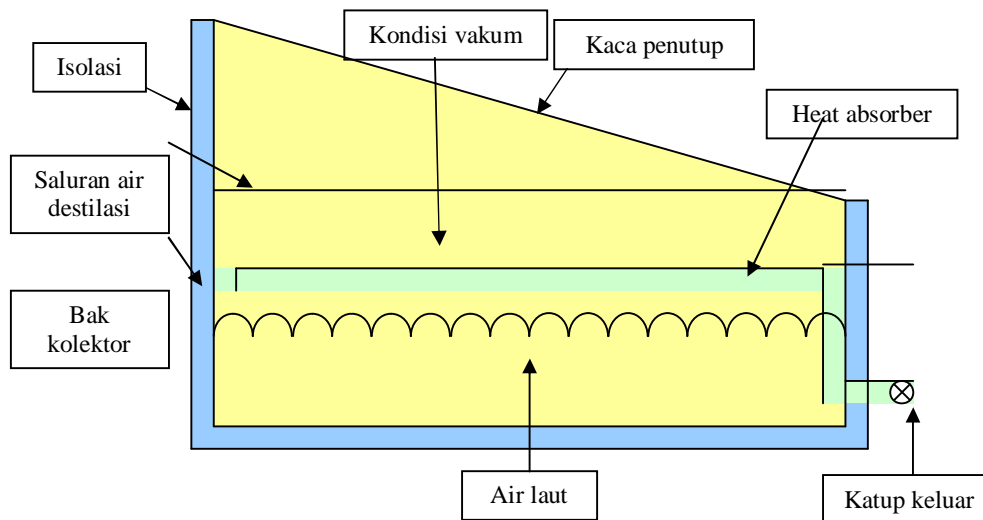
Tabel 2. Kodisi pengujian selama 8 hari dengan 4 buah kolektor

Kolektor Surya	Kondisi Pengujian Setiap Hari							
	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	Hari 7	Hari 8
1	Arang -4 cmHg	Arang -8 cmHg	Arang -12 cmHg	Arang -4 cmHg	Arang -8 cmHg	Arang -12 cmHg	Arang -16 cmHg	Arang -16 cmHg
2	B. Apung -4 cmHg	B. Apung -8 cmHg	B. Apung -12 cmHg	B. Apung -4 cmHg	B. Apung -8 cmHg	B. Apung -12 cmHg	B. Apung -16 cmHg	B. Apung -16 cmHg



Gambar 2. Instalasi/sistem pengujian destilasi air laut

Kolektor destilasi surya pada garis besarnya, terdiri dari tangki penampungan air laut; pipa aliran masuk kolektor; kolektor destilasi; pipa aliran keluar kolektor (gambar 2); wadah penampungan air tawar hasil destilasi dan rangka penopang kolektor. Pada bagian kolektor destilasi terdiri dari bak kolektor; saluran air destilasi; kaca penutup kolektor; isolasi kolektor; dan *heat absorber* serta katup aliran keluar (gambar 3).



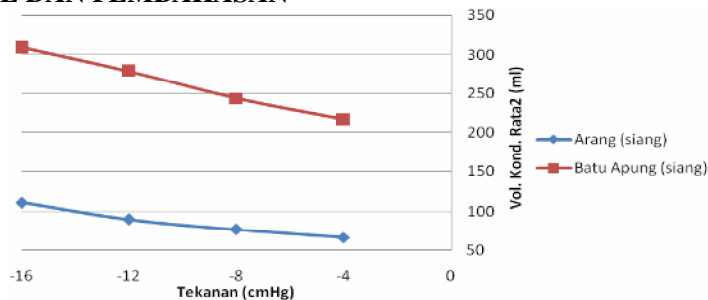
Gambar 3. Komponen pengujian kolektor destilasi air laut

Penelitian dilakukan dengan observasi langsung, dilakukan pengujian langsung pada destilator vakum dengan menggunakan heat absorber arang dan batu apung. Penelitian dilakukan dengan menggunakan dua buah kolektor destilasi surya dan untuk keakuratan data, maka penelitian dilaksanakan secara bersamaan untuk kedua jenis heat absorber.

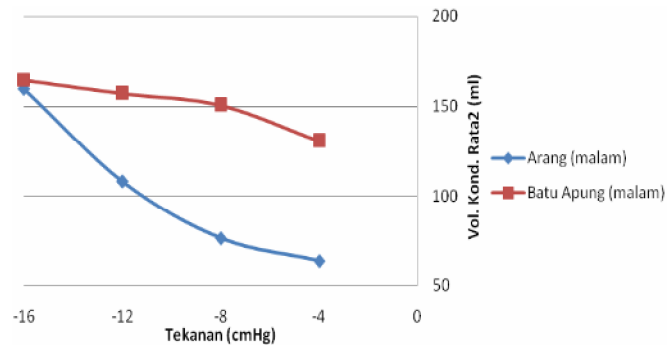
Pengujian dilaksanakan dalam dua tahap yaitu siang hari mulai pukul 08.00 hingga 17.00 wita dan dilanjutkan dengan pengujian malam hari mulai pukul 17.00 hingga 08.00 wita. Data adalah rata-rata dari pengujian selama 2 hari untuk setiap kondisi.

Pengujian kinerja dari kolektor destilasi surya vakum dengan *heat absorber* dilakukan untuk mendapatkan volume kondensat yang terbentuk dan besarnya efisiensi kolektor destilasi surya untuk setiap *heat absorber* dan kondisi pengujian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN



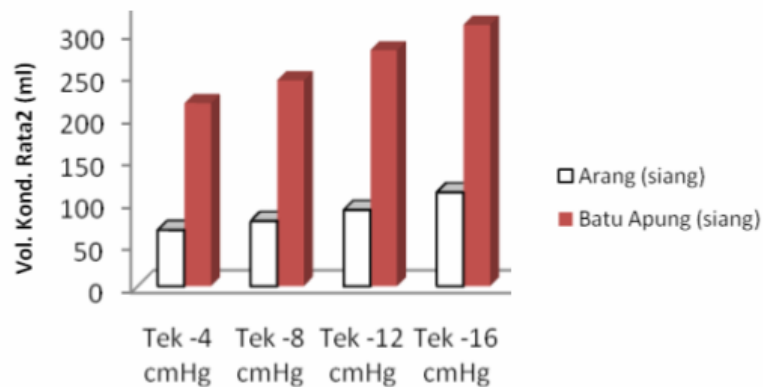
Gambar 4. Volume kondensat pada pengujian siang hari dengan berbagai tekanan



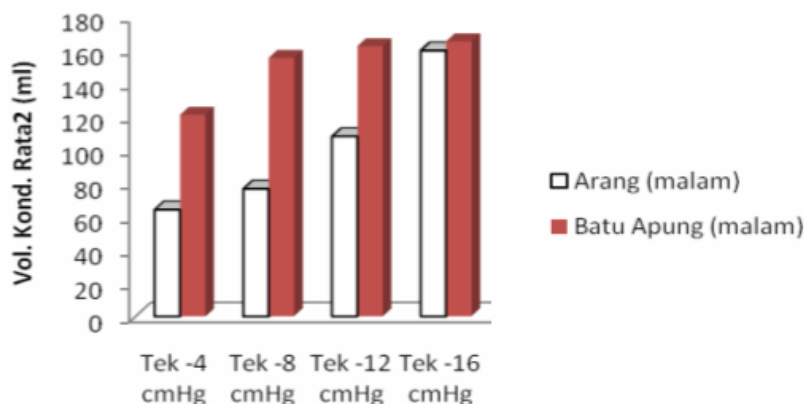
Gambar 5. Volume kondensat pada pengujian siang hari dengan berbagai tekanan

Pada gambar 4 adalah pengujian pada siang hari, diperoleh hasil semakin kecil tekanan vakum atau semakin besar kevakuman maka semakin besar volume kondensat rata-rata yang dihasilkan. Demikian pula pengujian malam hari pada gambar 5 semakin kecil tekanan vakum atau semakin besar kevakuman maka semakin besar volume kondensat rata-rata yang dihasilkan. Secara total pengujian 24 jam, hasil yang diperoleh pada gambar 4 dan 5 adalah penggunaan batu apung lebih baik dari arang.

Pada gambar 6 yaitu pengujian pada siang hari, diperoleh hasil pada kondisi vakum dengan tekanan -4 cmHg penggunaan batu apung menghasilkan volume kondensat rata-rata sebesar 216,5 ml dan penggunaan arang sebesar 66,5 ml. Pada tekanan -8 cmHg penggunaan batu apung sebesar 243,5 ml dan penggunaan arang sebesar 77 ml. Pada tekanan -12 cmHg penggunaan batu apung sebesar 279 ml dan penggunaan arang sebesar 90 ml. Pada tekanan -16 cmHg penggunaan batu apung sebesar 309 ml dan penggunaan arang sebesar 111 ml.



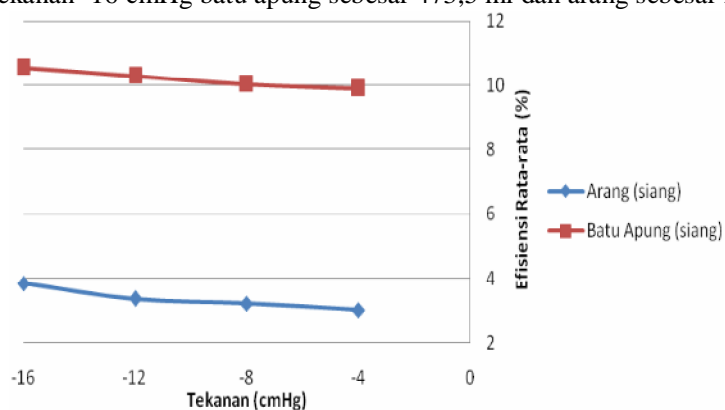
Gambar 6. Volume kondensat pada setiap kondisi pengujian di siang hari



Gambar 7. Volume kondensat pada setiap kondisi pengujian di malam hari

Gambar 7 adalah pengujian pada malam hari, diperoleh hasil pada tekanan -4 cmHg penggunaan batu apung menghasilkan volume kondensat rata-rata sebesar 130,5 ml dan arang 64 ml. Pada tekanan -8 cmHg batu apung sebesar 150,5 ml dan arang sebesar 76,5 ml. Pada tekanan -12 cmHg batu apung sebesar 157 ml dan arang sebesar 108 ml. Pada tekanan -16 cmHg batu apung sebesar 164,5 ml dan arang sebesar 159,5 ml.

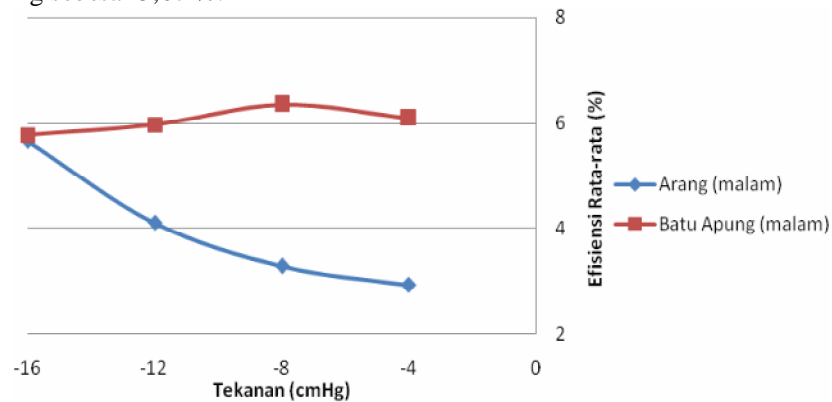
Secara total pengujian selama 24 jam diperoleh hasil pada tekanan -4 cmHg penggunaan batu apung menghasilkan volume kondensat total sebesar 347 ml dan arang 130,5 ml. Pada tekanan -8 cmHg batu apung sebesar 394 ml dan arang sebesar 153,5 ml. Pada tekanan -12 cmHg batu apung sebesar 436 ml dan arang sebesar 198 ml. Pada tekanan -16 cmHg batu apung sebesar 473,5 ml dan arang sebesar 270,5 ml.



Gambar 8. Grafik hubungan tekanan vakum dengan efisiensi rata-rata

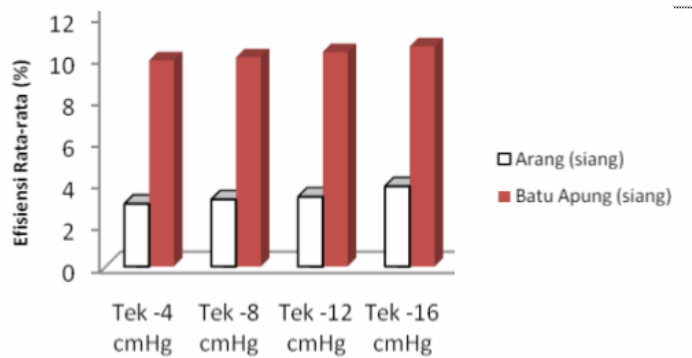
Dari gambar 8 adalah pengujian siang hari terlihat hubungan bahwa semakin rendah tekanan vakum maka efisiensi rata-rata destilator semakin besar. Penggunaan heat absorber batu apung, diperoleh efisiensi rata-rata untuk tekanan -4 cmHg sebesar 9,89 %, tekanan -8 cmHg sebesar 10,03 %, tekanan -12 cmHg sebesar 10,29 % dan tekanan -16 cmHg sebesar 10,56 %. Penggunaan heat absorber arang, diperoleh efisiensi rata-rata untuk tekanan -4 cmHg sebesar 3,01 %, tekanan -8 cmHg sebesar 3,22 %, tekanan -12 cmHg sebesar 3,35 % dan tekanan -16 cmHg sebesar 3,84 %.

Dari gambar 9 adalah pengujian malam hari pada penggunaan arang terlihat bahwa semakin rendah tekanan vakum maka efisiensi rata-rata semakin besar, sedang pada penggunaan batu apung efisiensi rata-rata cenderung konstan. Penggunaan tekanan vakum dengan heat absorber batu apung, diperoleh efisiensi rata-rata tekanan -4 cmHg sebesar 6,10 %, tekanan -8 cmHg sebesar 6,36 %, tekanan -12 cmHg sebesar 5,98 % dan tekanan -16 cmHg sebesar 5,78 %. Penggunaan tekanan vakum dengan heat absorber arang, diperoleh efisiensi rata-rata untuk tekanan -4 cmHg sebesar 2,39 %, tekanan -8 cmHg sebesar 3,28 %, tekanan -12 cmHg sebesar 4,10 % dan tekanan -16 cmHg sebesar 5,67 %.



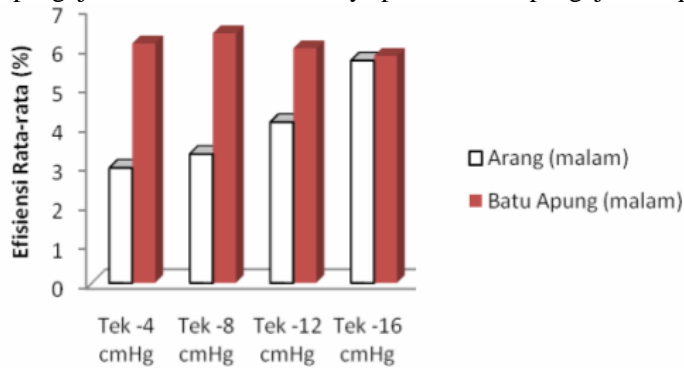
Gambar 9. Grafik hubungan tekanan vakum dengan efisiensi rata-rata

Pada gambar 8 dan gambar 9 terlihat bahwa pada pengujian dengan berbagai tekanan vakum menggunakan heat absorber batu apung lebih baik dari arang pada siang maupun malam hari. Secara total pengujian 24 jam pada gambar 8 dan gambar 9, penggunaan heat absorber batu apung, diperoleh efisiensi total tekanan -4 cmHg sebesar 15,99 %, tekanan -8 cmHg sebesar 16,39 %, tekanan -12 cmHg sebesar 16,26 % dan tekanan -16 cmHg sebesar 16,33 %. Penggunaan heat absorber arang, diperoleh efisiensi rata-rata untuk tekanan -4 cmHg sebesar 5,94 %, tekanan -8 cmHg sebesar 6,5 %, tekanan -12 cmHg sebesar 7,45 % dan tekanan -16 cmHg sebesar 9,51 %.



Gambar 10. Grafik hubungan kondisi pengujian dengan efisiensi rata-rata

Pada gambar 10 diperoleh perbandingan efisiensi rata-rata pada berbagai kondisi penelitian yang dilaksanakan siang hari. Penggunaan batu apung menghasilkan efisiensi lebih besar dari arang pada setiap kondisi dan semakin rendah tekanan vakumnya maka semakin besar efisiensinya. Pada gambar 11 diperoleh perbandingan efisiensi rata-rata pada berbagai kondisi penelitian yang dilaksanakan malam hari. Penggunaan batu apung menghasilkan efisiensi lebih besar dari arang pada kondisi pengujian vakum dan sebaliknya pada kondisi pengujian tanpa vakum.



Gambar 11. Grafik hubungan kondisi pengujian dengan efisiensi rata-rata

IV. KESIMPULAN

1. Penggunaan heat absorber batu apung dan arang diperoleh bahwa semakin kecil tekanan vakum atau semakin besar kevakuman maka semakin besar volume kondensat rata-rata, baik pada siang maupun malam.
2. Penggunaan heat absorber arang diperoleh bahwa semakin kecil tekanan vakum atau semakin besar kevakuman maka semakin besar efisiensi rata-rata.

149 *Jamal, Sri Suwasti, Pengaruh Heat Absorber pada Kolektor Destilasi Surya dengan Kondisi Vakum*

3. Penggunaan heat absorber batu apung pada siang hari diperoleh bahwa semakin kecil tekanan vakum atau semakin besar kevakuman maka semakin besar efisiensi rata-rata. Sedangkan pada malam hari diperoleh efisiensi rata-rata yang cenderung konstan.
4. Penggunaan batu apung lebih baik dibandingkan penggunaan arang untuk semua kondisi pengujian.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terlaksana berkat bantuan, untuk itu diucapkan terima kasih kepada DP2N DIKTI DEPDIKNAS yang telah memberikan dana penelitian hibah bersaing Tahun anggaran 2012 dan 2013.

VI. 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.

Jamal, S. Suwasti. 2012. Sistim Destilasi Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Kolektor Destilasi Dengan Cover Ganda Dan Heat Absorber Serta Kondisi Tekanan Vakum. Laporan Hasil Hibah Bersaing, UPPM PNUP. Makassar.

Jamal, S. Suwasti. 2013. *Analisis Kinerja Kolektor Destilasi Surya Tekanan Vakum Dengan Kaca Penutup Tunggal dan Ganda*. Thn ke-11 No. 1, Sinergi. Makassar.

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.
- Mulyono, A. 2006. *Karakteristik Basin Still Dengan Penurunan Tekanan Ruang Basin Pada Destilasi Air Laut Tenaga Matahari: Internet*. <http://ppsub.ub.ac.id/perpustakaan/abstraksi/tesis/agus-mulyono---Karakteristik-Basin-Still-Dengan-Penurunan-Tekanan-Ruang-Basin-Pada-destilasi-air-laut-tenaga-matahari.pdf>: 12 April 2011.
- Palomar. 2010. *Mengapa Air Laut Asin: Internet*. [http:// www.beritaiptek.com](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.