

KARAKTERISTIK ALAT PENJERNIH AIR TENAGA SURYA DENGAN KOLEKTOR PLAT GELOMBANG

FW. IVANA LINTARSARI
M0202028
Jurusan Fisika FMIPA UNS

INTISARI

Dalam penelitian ini telah dilakukan penentuan efisiensi termal kolektor dan laju penguapan dari alat penjernih air tenaga surya dengan kolektor plat gelombang dengan luas kolektor $0,53 \text{ m}^2$. Penjernih air ini menggunakan kolektor surya yang digunakan untuk memanaskan air kemudian air tersebut akan menguap dan mengembun kembali untuk menjadi air bersih. Penelitian dilakukan mulai pukul 08.00-15.00 WIB selama tiga hari berturut-turut. Hasil penelitian menunjukkan kolektor plat gelombang yang digunakan mampu memanaskan air hingga mencapai temperatur 45°C . Dan efisiensi kolektor rata-rata sebesar 72,13%. Air jernih rata-rata yang dihasilkan alat penjernih air tenaga surya ini sebesar 455 ml.

Kata kunci : Alat penjernih air, kolektor plat gelombang, efisiensi kolektor, laju penguapan

I. PENDAHULUAN

Memang tidak diragukan lagi bahwa *solar cell* adalah salah satu sumber energi yang ramah lingkungan dan sangat menjanjikan pada masa yang akan datang, karena tidak ada polusi yang dihasilkan selama proses konversi energi, dan lagi sumber energinya banyak tersedia di alam, yaitu sinar matahari. Indonesia sangat berpotensi untuk menjadikan *solar cell* sebagai salah satu sumber energi masa depannya mengingat posisi Indonesia pada khatulistiwa yang memungkinkan sinar matahari diterima di permukaan bumi di hampir seluruh Indonesia.

Air merupakan sumber kehidupan. Air merupakan kebutuhan yang paling penting dalam kehidupan manusia terutama air tawar yang bersih dan sehat. Namun demikian, kelangkaan dan kesulitan mendapatkan air bersih dan layak pakai menjadi permasalahan yang mulai muncul di banyak tempat dan semakin mendesak dari tahun ke tahun. Kecenderungan konsumsi air naik secara eksponensial, sedangkan ketersediaan air bersih cenderung melambat akibat kerusakan alam dan pencemaran, yaitu diperkirakan sebesar 15-35% per kapita pertahun. Dengan demikian di Indonesia, dengan jumlah penduduk yang mencapai lebih dari 200 juta, kebutuhan air bersih menjadi semakin mendesak (www.walhi.or.id)

Pemanfaatan energi surya untuk menghasilkan air bersih menjadi alternatif yang perlu mendapat perhatian lebih serius. Ketersediaan energi surya di daerah tropis cukup melimpah, maka diperlukan suatu metode pemanfaatannya, diantaranya dengan melakukan pengolahan air baku dengan tenaga surya. Prinsip dasar pengolahan air baku dengan tenaga surya adalah dengan cara menguapkan air kotor, kemudian menampung air yang diembunkan, sehingga diharapkan garam mineral dan kotoran-kotoran yang ada pada air baku tersebut akan terpisahkan. Sehingga diperoleh hasil akhir berupa air bersih.

II. METODOLOGI PENELITIAN

II.1. Tempat dan Waktu Pengambilan Data

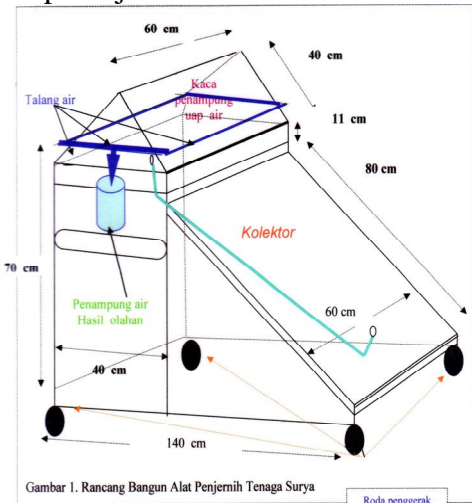
Penelitian ini dilaksanakan di halaman depan gedung pascasarjana UNS Surakarta pada tanggal 6 sampai 8 Agustus 2007 pukul 08.00-15.00 WIB.

II.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan :

- Alat penjernih air tenaga surya
- Multimeter digital
- Pyranometer
- Stopwatch
- Air sumur 10 liter

II.3. Prinsip Kerja Alat

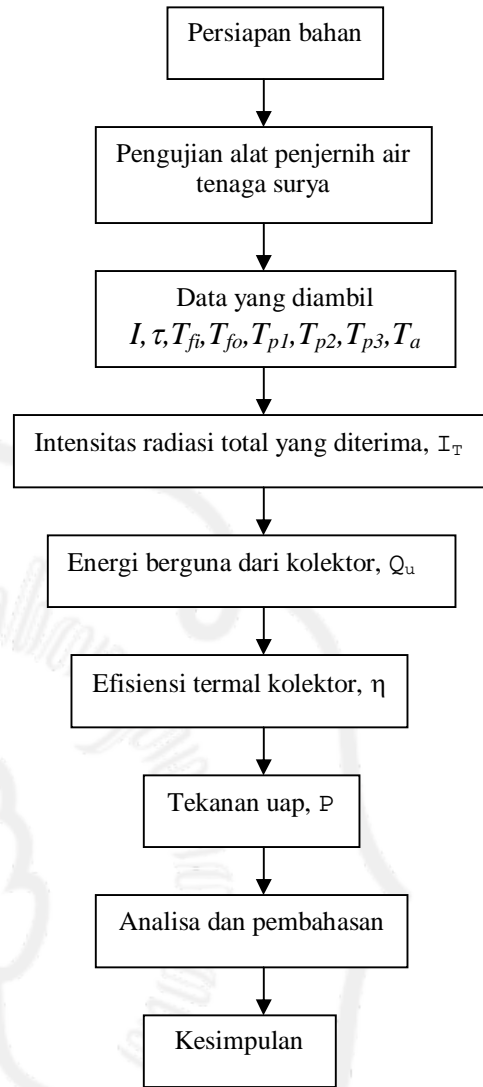


Gambar 3.1 Rancang bangun alat penjernih tenaga surya (Nur Rosyid Anang Kusuma, 2006)

Prinsip kerja alat penjernih tenaga surya mendasarkan pada prinsip perpindahan panas secara konduksi, konveksi, dan radiasi. Sebagai suatu gambaran mengenai tiga cara perpindahan panas dalam sebuah alat penyulingan air tenaga surya, panas mengalir secara konduktif sepanjang pelat penyerap dan melalui dinding saluran. Kemudian panas dipindahkan ke fluida dalam saluran dengan cara konveksi. Pelat penyerap yang panas itu melepaskan panas ke pelat penutup kaca (yang menutupi kolektor dan berfungsi untuk menjebak panas) dengan cara konveksi alamiah dan dengan cara radiasi.

Pada saat radiasi matahari jatuh ke permukaan kolektor, energinya akan diserap dan diubah menjadi panas. Selanjutnya panas akan dikonduksikan oleh pelat kolektor ke pipa berisi air. Air dalam pipa akan panas akibat konveksi dari permukaan pipa. Dan air yang panas ini akan bergerak ke atas untuk kemudian melewati pipa pengalir menuju bak penampungan. Di bak penampungan akan terjadi penguapan air yang panas. Uap air akan menempel pada kaca penampung uap air. Uap air yang menempel pada kaca akan mengembun, dan mengalir ke talang karena pengaruh gaya gravitasi. Selanjutnya, air yang tertampung di talang akan mengalir menuju bak penampungan air hasil olahan.

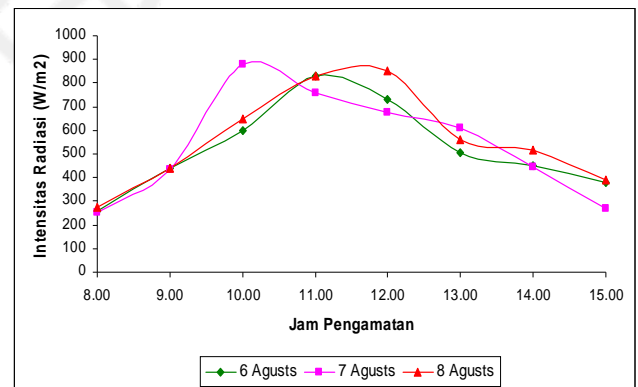
II.4. Diagram Alir Penelitian



III. HASIL DAN PEMBAHASAN

III.1. Intensitas Radiasi Surya

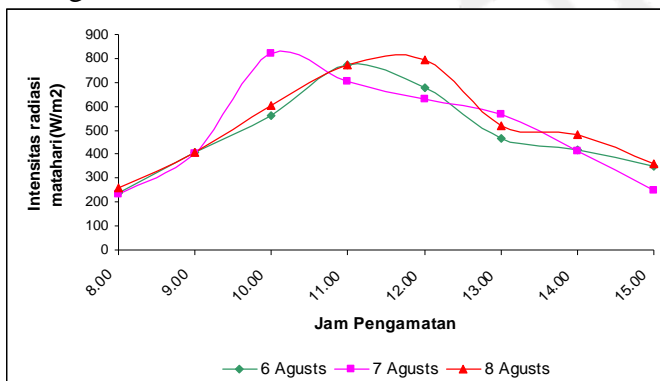
III.1.1. Intensitas radiasi matahari pada bidang datar



Gambar 3.1 Grafik Intensitas Matahari terhadap Waktu

Pengukuran intensitas radiasi matahari dilakukan tiap jam dari pukul 08.00 WIB sampai dengan pukul 15.00 WIB. Pengukuran intensitas radiasi matahari menggunakan pyranometer yang diletakkan didaerah terbuka yang terkena sinar matahari langsung untuk mendapatkan hasil intensitas radiasi matahari yang maksimal. Pada hari pertama, tanggal 6 Agustus 2007, nilai intensitas radiasi matahari terus meningkat hingga mencapai nilai tertinggi pada pukul 11.00 WIB dan setelah itu nilainya terus menurun. Pada hari kedua nilai intensitas radiasi matahari mencapai nilai tertinggi pada pukul 10.00 WIB setelah itu nilainya terus menurun. Namun pada hari ketiga, tanggal 8 Agustus 2007 langit cukup cerah sepanjang hari, hal ini terlihat dari nilai intensitas radiasi matahari yang terus meningkat hingga pukul 12.00 WIB dan kemudian turun kembali. Intensitas radiasi rata-rata perjam pada tanggal 6 Agustus 2007 adalah 523,43 W/m², sedangkan pada tanggal 7 Agustus adalah 540,71 W/m² dan pada tanggal 8 Agustus 2007 adalah 564,22 W/m². Untuk daerah tropis seharusnya besarnya intensitas radiasi matahari bisa lebih tinggi dari perolehan data tersebut, hal ini disebabkan adanya awan yang terbentuk dilangit sehingga menghalangi radiasi matahari sampai ke bumi. Jarak pengambilan data yang besar yaitu 1 jam memungkinkan adanya pola intensitas radiasi matahari yang hilang, intensitas radiasi matahari berubah setiap saat dan nilainya sangat fluktuatif disebabkan karena kondisi cuaca yang berubah karena adanya gumpalan awan yang menghalangi radiasi matahari sampai ke bumi.

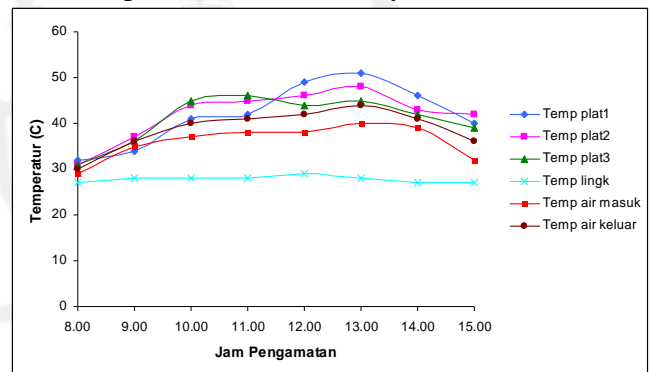
III.1.2. Intensitas radiasi matahari pada bidang miring



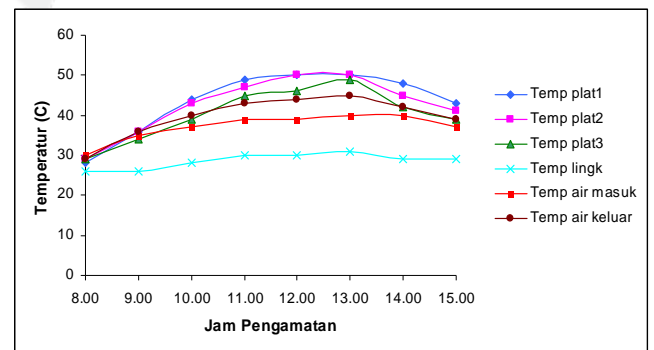
Gambar 3.2 Grafik intensitas matahari pada bidang miring terhadap waktu

Disini akan diukur intensitas radiasi yang mengenai permukaan kolektor yang memiliki kemiringan 34,43°. Terlihat pada tanggal 6 Agustus 2007 intensitas radiasi tertingginya pada pukul 11.00 WIB yaitu sebesar 773,71 W/m² dan kemudian nilainya terus menurun. Sedangkan pada tanggal 7 Agustus 2007 intensitas radiasi tertinggi terjadi pada pukul 10.00 WIB sebesar 819,09 W/m² dan pada tanggal 8 Agustus 2007 pada pukul 12.00 WIB sebesar 792,96 W/m². Intensitas matahari yang masuk ke kolektor akan maksimum jika permukaan kolektor tegak lurus dengan posisi matahari. Ada kalanya intensitas radiasi matahari pada bidang miring lebih kecil dari intensitas radiasi matahari pada bidang datar misalnya saat tengah hari, namun saat pagi dan sore hari intensitas radiasi matahari pada bidang miring lebih besar dari intensitas radiasi matahari pada bidang datar karena bidang miring lebih bisa menghadap matahari dari pada bidang datar. Intensitas radiasi surya yang tinggi penting untuk memperoleh temperatur air yang tinggi.

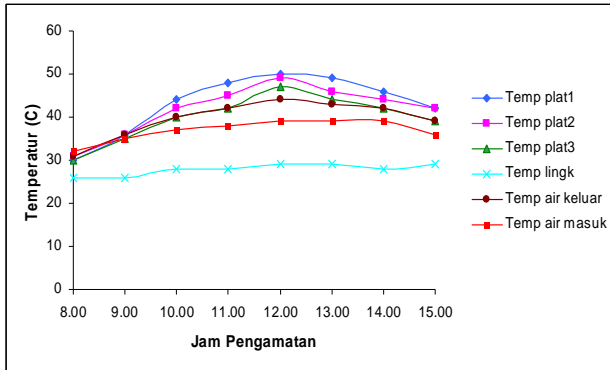
III.2. Temperatur Kolektor Surya



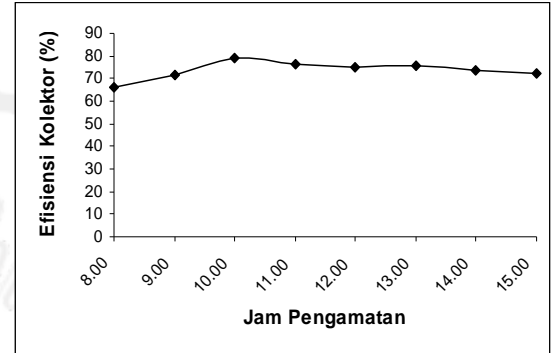
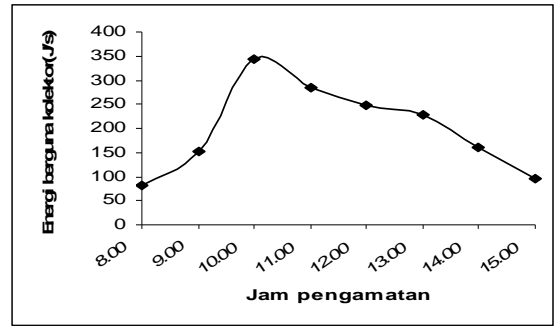
Gambar 3.2 Grafik hubungan temperatur terhadap waktu pada tanggal 6 Agustus 2007



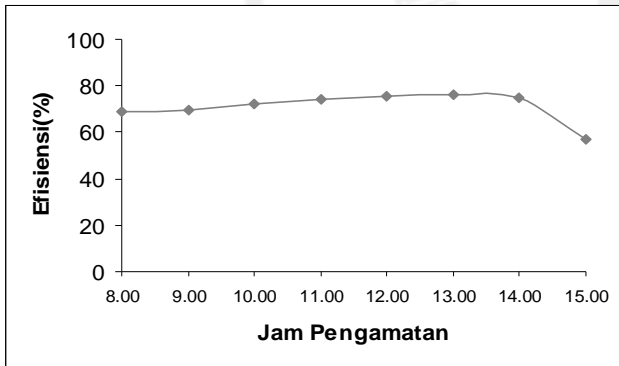
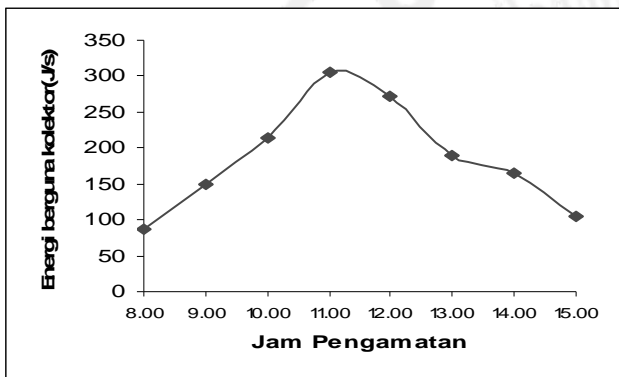
Gambar 3.3 Grafik hubungan temperatur terhadap waktu pada tanggal 7 Agustus 2007



Gambar 3.4 Grafik hubungan temperatur terhadap waktu pada tanggal 8 Agustus 2007

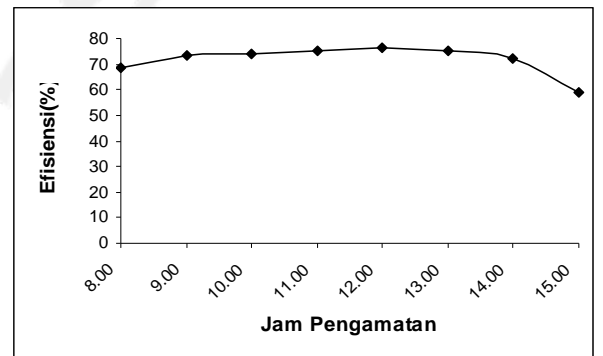
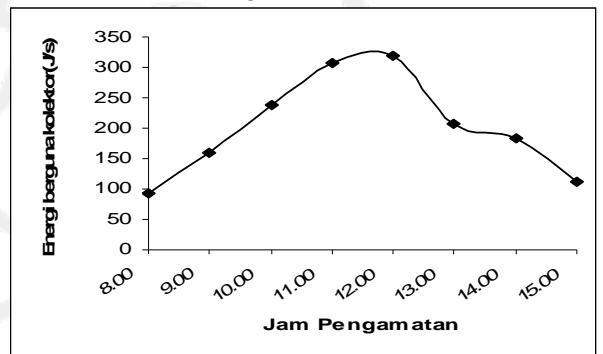


III.3. Energi berguna kolektor (Q_u) dan efisiensi kolektor (η)



Gambar 3.5 grafik energi berguna kolektor (Q_u) dan efisiensi kolektor (η) terhadap waktu pada tanggal 6 Agustus 2007

Gambar 3.6 grafik energi berguna kolektor (Q_u) dan efisiensi kolektor (η) terhadap waktu pada tanggal 7 Agustus 2007



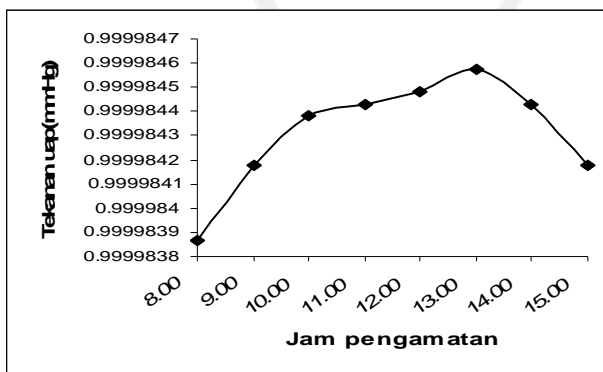
Gambar 3.7 grafik energi berguna kolektor (Q_u) dan efisiensi kolektor (η) terhadap waktu pada tanggal 8 Agustus 2007

Dari ke-6 grafik diatas untuk ketiga hari pengambilan data dapat dilihat bahwa energi berguna kolektor akan mengalami peningkatan dari pagi hingga tengah hari, setelah itu mengalami penurunan. Kenaikan ini sebanding dengan besarnya intensitas radiasi matahari yang diterima. Meningkatnya intensitas radiasi matahari yang diterima kolektor akan menyebabkan meningkatnya temperatur plat penyerap. Panas yang diterima plat penyerap akan dipindahkan secara konveksi ke air yang melewati pipa, sehingga temperatur air pun mengalami peningkatan. Energi yang dipindahkan dari plat penyerap ke air didalam pipa merupakan energi berguna kolektor.

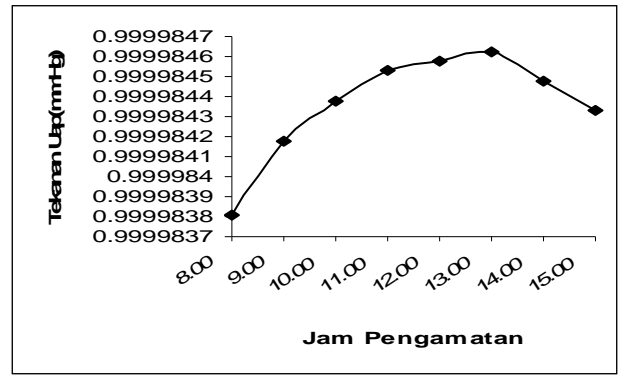
Dari hasil perhitungan efisiensi ini didapat bahwa semakin besar intensitas matahari dan energi berguna kolektor maka semakin kecil panas yang hilang ke lingkungan, hal ini ditandai dengan semakin meningkatnya nilai efisiensi kolektor saat nilai intensitas matahari dan energi berguna kolektornya naik.

Sehingga dapat dikatakan bahwa hasil perhitungan efisiensi termal dari kolektor surya dalam penelitian ini bukanlah suatu konstanta melainkan sebuah karakteristik dengan variabel yang tergantung dari temperatur lingkungan, tingkat radiasi surya dan temperatur fluida pada lubang masuk.

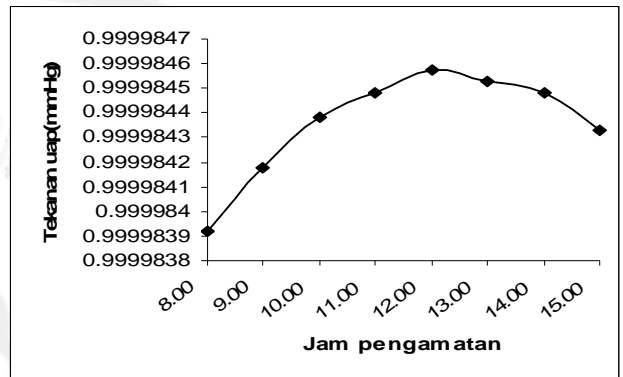
III.4. Laju Penguapan



Gambar 3.8 Grafik tekanan uap (P) terhadap waktu pada tanggal 6 Agustus 2007



Gambar 3.9 Grafik hubungan tekanan uap (P) terhadap waktu pada tanggal 7 Agustus 2007



Gambar 3.10 Grafik hubungan tekanan uap (P) terhadap waktu pada tanggal 8 Agustus 2007

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa besarnya tekanan uap pada tanggal 6 Agustus 2007 nilainya terus meningkat hingga mencapai nilai tekanan uap tertinggi sebesar 0,999984577 mmHg. Sedangkan pada tanggal 7 Agustus 2007 tekanan uapnya lebih tinggi dari hari yang lain setelah memasuki pukul 10.00 WIB dan nilai tekanan uap tertinggi sebesar 0,999984626 mmHg. Untuk pengambilan data tanggal 8 Agustus 2007 tekanan uap tertingginya mencapai 0,999984577 mmHg. Besarnya tekanan uap tergantung dari tinggi rendahnya intensitas matahari. Semakin tinggi intensitas radiasi matahari maka temperatur air yang keluar dari kolektor semakin tinggi sehingga tekanan uapnya juga semakin tinggi.

Dari ketiga grafik diatas terlihat bahwa kenaikan intensitas radiasi diikuti pula oleh kenaikan tekanan uap dari air yang keluar kolektor. Namun ketika intensitas radiasi matahari mencapai puncak dan kemudian nilainya terus menurun, besarnya tekanan uap terus naik dan akhirnya mencapai puncak 1 atau 2 jam setelah intensitas

radiasi matahari mencapai puncak. Hal ini dikarenakan berdasarkan gambar 4.3, 4.4, dan 4.5 terlihat bahwa temperatur air yang keluar kolektor terus naik walaupun nilai intensitas radiasi matahari sudah mulai menurun.

Setelah air menguap, uap tersebut akan mengembun dan kembali menjadi air. Air yang dihasilkan setelah proses penguapan merupakan air jernih. Pada hari pertama tanggal 6 Agustus 2007 diperoleh air sebanyak 475 ml, pada tanggal 7 Agustus 2007 diperoleh air jernih sebanyak 435 ml dan pada tanggal 8 Agustus 2007 sebanyak 455 ml.

Menurut grafik intensitas radiasi matahari terhadap waktu, gambar 4.1, intensitas terendah pada tanggal 6 Agustus 2007 dan tertinggi pada tanggal 8 Agustus 2007. Hal ini dikarenakan air bersih yang dihasilkan ada yang menguap, sehingga saat intensitas matahari tinggi maka air bersih yang menguap juga semakin banyak. Jadi air bersih yang dihasilkan pada tanggal 8 Agustus 2007 lebih sedikit dari tanggal 6 Agustus 2007.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

IV.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Efisiensi termal kolektor selama tiga hari percobaan masing-masing sebesar 71,00%, 73,70%, dan 71,70%. Sehingga didapat nilai efisiensi kolektor rata-rata harian dari alat penjernih air tenaga surya sebesar 72,13%.
2. Tekanan uap mengindikasikan laju penguapan. Semakin tinggi tekanan uap maka laju penguapannya pun semakin besar. Tekanan uap pada alat penjernih air tenaga surya ini bergantung pada intensitas radiasi yang diterima kolektor surya.
3. Air jernih yang dihasilkan oleh alat penjernih air tenaga surya selama tiga hari percobaan masing-masing sebesar 475 ml, 435 ml dan 455 ml

V.2. Saran

1. Menambah titik pengukuran temperatur pada plat untuk mendapatkan nilai temperatur plat yang lebih akurat.
2. Perlunya penelitian tentang cover selain kaca, agar diperoleh cover yang lebih murah dan aman untuk aplikasi.

3. Menambah ketebalan insulator agar kerugian panas ke lingkungan pada kolektor bagian belakang kecil sehingga efisiensi dapat meningkat.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2007 :website : *www.kamase.org*, tanggal 2 September 2007
- Anonim, 2007 :website : *www.surakarta.go.id*, tanggal 2 Maret 2007
- Anonim, 2007 :website : *www.walhi.or.id*, tanggal 2 September 2007
- Anonim, 2007 :website : *www.wikipedia.org*, tanggal 26 September 2007
- Archie W. Culp, 1979 : *Principles of Energy Conversation*. Mc Graw-Hill, Ltd.
- Arko Prijono, 1986 : *Prinsip-prinsip Perpindahan Panas*. PT Saksama, Jakarta.
- Beiser, A., 1995 : *Concepts of Modern Physics*, 5th edition, Mc Graw-Hill, New York
- Davies, P.A. dan Paton, C., 2004 : website : *www.journals.mup.man.ac.uk*, tanggal 26 September 2007
- Duffie, J.A. dan Beckman, W.A., 1991 : *Solar Engineering of Thermal Processes*, John Willey and Sons Inc, Wisconsin.
- Leonardi Yulius, 2002 : *Studi Eksperimental Pemanas Air Energi Surya Sistem Termosifon dengan Menggunakan Kolektor Plat Datar*, Skripsi Teknik Mesin Teknik UNS, Surakarta.
- Matilda Gati, Thomas Ari Negara, Ferdinan Sinaga dan Yohannes Ridwan, 2006 : website : *www.thomasworld.web.ugm.ac.id*, tanggal 17 September 2007
- Nur Rosyid Anang Kusuma, 2006 : *Kualitas Air Hasil Produksi Teknologi Penjernihan Air Dengan Tenaga Surya di Daerah Marginal Kabupaten Madiun*, Tesis Ilmu Lingkungan Pascasarjana UNS, Surakarta.
- Wiranto Arismunandar, 1985 : *Teknologi Rekayasa Surya*, Edisi pertama, PT Pradnya Paramita.