

STUDY AWAL SOLAR WATER HEATER DENGAN MENGGUNAKAN METODE NATURAL SIRKULASI

M. Abdul Gofar¹, Khotib Maulani², M. Arlan², Ruly Gumilar⁴, Arif Sulaeman⁵, and M. Nurul Subkhi⁶

Energy and Nuclear Laboratory
Dept Physics
Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati
Jl. A.H. Nasution 105 Bandung 40614 Indonesia
Email : abdul.elas25@gmail.com

Halaman 15-18

Diterima: 29 November 2014, Direview: 1 Desember 2014 ,Dipublikasi: 9 Desember 2014

ABSTRAK

Rancang bangun *solar water heater* telah dilakukan dengan menggunakan radiasi Matahari. Besar energi yang diradiasikan sangat bergantung dari kondisi permukaan benda, panjang gelombang dan pada temperaturnya. Kemampuan memancarkan atau menyerap energi radiasi yang dimiliki sebuah benda hitam dapat diperkirakan berdasarkan nilai emisivitasnya. Nilai emisivitas berkisar antara 0 dan 1 atau ditulis $0 \leq e \leq 1$. Hukum yang berhubungan dengan radiasi benda hitam adalah hukum pergeseran Wien. Percobaan dilakukan dengan menggunakan plastik berlapis hitam-putih dengan memanfaatkan cahaya matahari. Pada percobaan *solar water heater* ini akan membuktikan bahwa selain terjadinya radiasi benda hitam, terjadi sirkulasi alami (*natural circulation*) yaitu perpindahan panas atau temperatur dari temperatur tinggi ke temperatur rendah. Percobaan ini dilakukan dengan mengamati temperatur pada 3 titik (lubang kanan, lubang ring toren, dan lubang kiri) *solar water heater*. Hasil dari percobaan ini menunjukkan bahwa terjadinya *natural circulation*, dengan adanya perubahan suhu pada tiap titik. Pada titik T1(bagian tertutup) suhunya sebesar 28,5 °C, titik tengah (lubang ring toren) 28,3 °C, dan titik T3(bagian terbuka) sebesar 28,7 °C. Dan pada *solar water heater* yang lubang sirkulasinya terbuka semua bahkan lebih lebih cepat perubahan temperatur dari titik T1 ke titik T2 dan T3 yaitu masing-masing sebesar 28,2 °C, 27,8 °C dan 28 °C.

Kata kunci: *solar water heater*, hukum pergeseran Wien, natural sirkulasi.

PENDAHULUAN

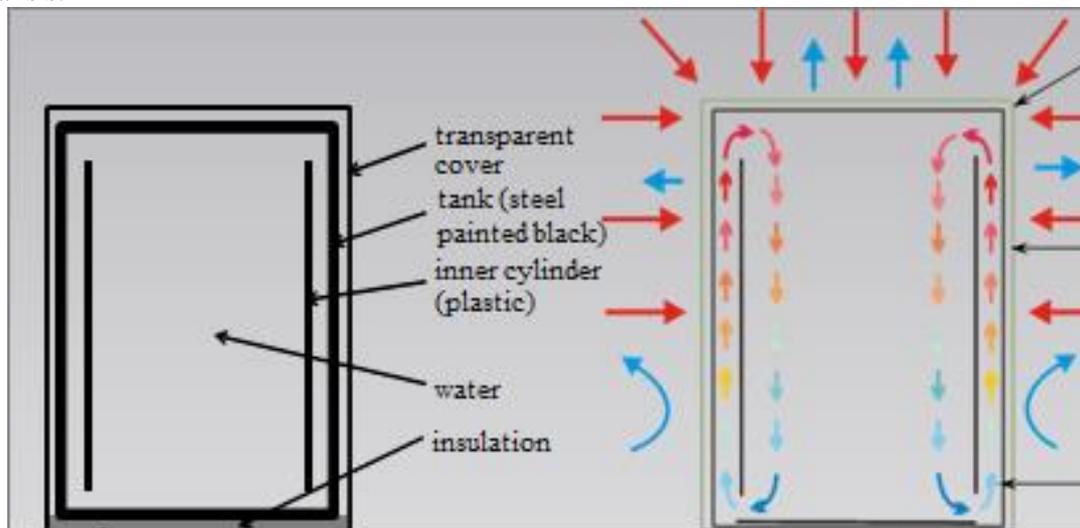
Kemajuan teknologi yang menyertai perkembangan peradaban manusia mengakibatkan peningkatan penggunaan energi dalam memenuhi kebutuhan manusia. Bahan bakar fosil merupakan sumber energi utama yang dipergunakan sampai saat ini. Adanya keterbatasan cadangan energi fosil mengakibatkan krisis energi mulai melanda dunia. Berbagai upaya dalam mencari sumber energi alternatif dilakukan dengan berbagai pengenalan pemanfaatan energi terbarukan. Matahari merupakan salah satu energi alternatif yang tidak akan pernah habis dan layak untuk dimanfaatkan, terutama di daerah sekitar khatulistiwa seperti Indonesia, mengingat daerah ini memperoleh pancaran energi matahari sepanjang tahun sebesar 1.700 kWh/m²/tahun.

Berkaitan dengan semakin meningkatnya penggunaan air panas dalam kehidupan sehari-hari, dibuatlah alat sederhana absorpsi radiasi benda hitam pada *solar water heater* sebagai alat penyedia air panas menggunakan tenaga matahari menjadi penting untuk diperkenalkan di kalangan masyarakat, selain mudah untuk dibuat, bahan dan cara kerja dapat dilakukan oleh semua kalangan. Dalam percobaan ini dilakukan penelitian pada plastik warna hitam dengan pengambilan data temperatur pada

3 titik berbeda. Hal ini dilakukan untuk membuktikan bahwa dalam water heater terjadi sirkulasi alami aliran air dari suhu tinggi ke suhu rendah. Proses sirkulasi alamiah atau *natural circulation* adalah suatu keadaan dimana suatu fluida dalam sistem terus mengalir tanpa pengaruh kerja pompa dan sejenisnya. Dan pada akhirnya dengan percobaan yang telah dilakukan dapat menghasilkan efisiensi energi yang bergantung pada tingkat intensitas radiasi matahari[1]-[6].

METODE EKSPERIMEN

Pada eksperimen ini yang harus dilakukan adalah kantong plastik *solar water heater* yang sudah dibuat diisi dengan air sampai penuh. Pada *water heater* terdapat 2 lubang sirkulasi yang terdapat di samping kanan (titik T1) dan kiri (titik T3) ring toren, lubang kiri dibiarkan terbuka dan lubang kanan lagi tertutup, kemudian *solar water heater* dijemur di bawah terik matahari. Selang 10 menit diukur suhu dan intensitasnya pada tiap titik (lubang tertutup, titik tengah dan lubang yang terbuka) dari jam 11.25 s/d 13.05 lalu dibandingkan perubahannya dengan suhu awal dan suhu lingkungan. Langkah tersebut diulang dengan titik pengamatan berbeda yaitu untuk *natural circulation*. Pengamatan dilakukan pada 3 titik berbeda yaitu pada 2 lubang sirkulasi kiri-kanan dan pada lubang ring toren, setelah itu diuji dan dianalisis.



Gambar 1. Proses *Natural circulation* pada *solar water heater*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses penerimaan energi panas pada kolektor *solar water heater* dapat diperlihatkan seperti pada grafik pergeseran Wien, dimana energi panas matahari masuk melalui absorpsi plastik kolektor, selanjutnya energi panas sebagian diserap oleh air melalui spektrum plastik *absorber* dan sebagian lainnya keluar kembali ke lingkungan sebagai kalor lepas (Q_{loss}).

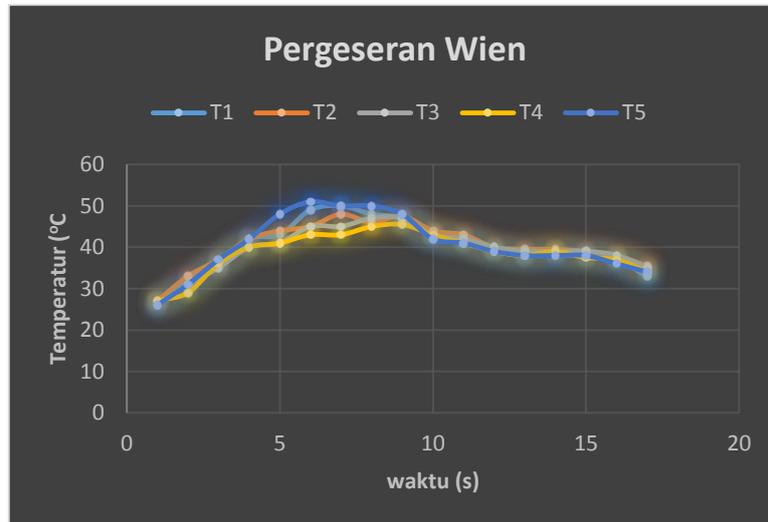
Setiap benda atau zat dapat memancarkan radiasi elektromagnetik yang sifatnya bergantung pada sifat dan temperature zat itu. Zat padat memancarkan spectrum yang mengandung semua frekuensi atom dalam zat padat saling berdekatan sehingga interaksinya menghasilkan sejumlah besar keadaan kuantum yang berdekatan yang tidak berdekatan dari energinya.

Kemampuan benda untuk beradiasi sangat berdekatan dengan kemampuannya untuk menyerap radiasi. Benda pada temperature konstan berada dalam kesetimbangan termal dengan sekelilingnya dan harus mengabsorpsi energi dari sekelilingnya dengan laju yang sama seperti benda itu mengemisi energi. Namun, benda yang mengabsorpsi semua radiasi yang jatuh padanya tapi tidak bergantung frekuensinya, inilah yang dinamakan benda hitam.

“Benda hitam meradiasi lebih banyak jika bendanya panas. Dan spectrum benda hitam panas mempunyai puncak pada frekuensi lebih tinggi daripada puncak spectrum benda hitam yang lebih dingin”.

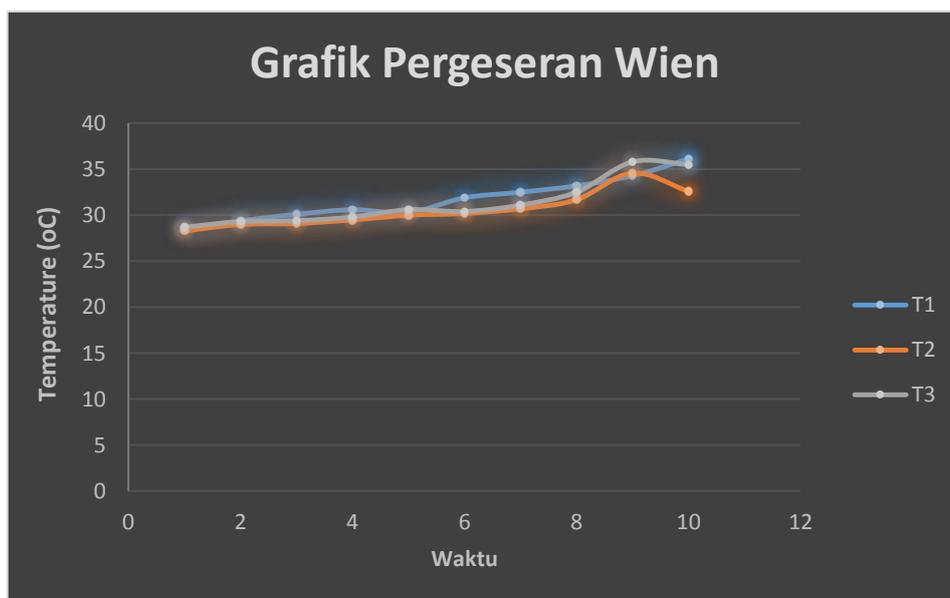
Pergeseran Wien dapat dilihat pada gambar 2, Pergeseran Wien dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari dimana intensitas tertinggi terjadi pada pukul 11.00 WIB, pada keadaan tersebut Pergeseran Wien sangat jelas terlihat, jika diamati dari data pertama atau pada pukul 08.30 WIB,

kenaikan temperatur sebanding dengan kenaikan intensitas. Tingkat intensitas cahaya matahari juga menjelaskan pada setiap temperatur energi radiasi yang dipancarkan terdiri dari berbagai panjang gelombang termal dengan intensitas radiasi berbeda, namun pada satu temperatur terdapat satu panjang gelombang yang memiliki energi radiasi maksimum. Panjang gelombang yang memiliki energi radiasi maksimum terjadi saat intensitas cahaya matahari tinggi maka semakin tinggi intensitas cahaya matahari semakin pendek panjang gelombang sehingga energi radiasi atau temperaturnya semakin tinggi. Hal tersebut dibuktikan dengan data pengamatan yang menyatakan temperatur hampir kembali pada keadaan temperatur awal, penurunan temperaturnya bersamaan dengan penurunan intensitas cahaya matahari.

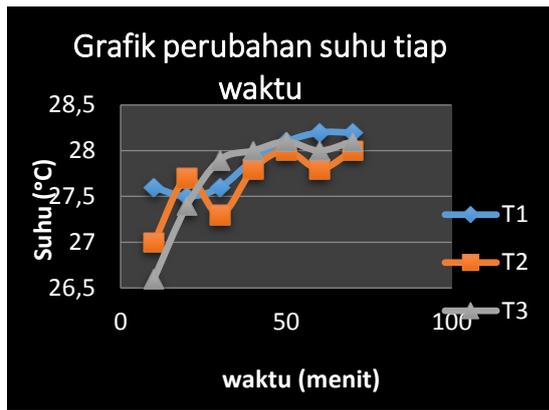


Gambar 2. Grafik pergeseran Wien

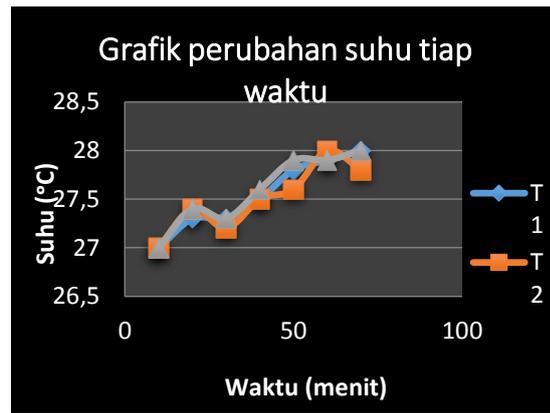
Percobaan berikutnya membuktikan proses *natural circulation* pada *solar water heater*. Dengan cara *solar water heater* diberi lubang sirkulasi pada sisi kanan (titik T1) dan kiri (titik T3) ring torennya. Lubang kiri tertutup dan lubang yang kanan dibiarkan terbuka agar proses *natural circulation* dapat terlihat. Perubahan suhunya dari 3 titik (lubang kanan, lubang ring toren, dan lubang kiri). Dari gambar 3 terlihat bahwa lubang yang tertutup lebih cepat panas dibandingkan dengan lubang yang terbuka.



Gambar 3. Grafik *natural circulation* dengan titik T1 terbuka dan T3 tertutup



(a)



(b)

Gambar 4. *Solar water heater*: (a) dengan lubang sirkulasi; (b) tanpa lubang sirkulasi

Kedua grafik di atas menunjukkan bahwa pada *solar water heater* terjadi proses sirkulasi alamiah atau *natural circulation*. Air dalam plastik yang pada awalnya temperatur sama di semua titik. Namun pada gambar 4 temperaturnya sudah berubah, karena temperatur awalnya tidak dicantumkan. setelah diukur dengan selang waktu 10 menit pada 3 titik tertentu dengan temperatur dimasing-masing titik sekitar 26,6 °C; 27 °C; 27,6 °C, dan pada akhirnya temperatur akan turun kembali dengan temperatur yang sama. Karena pada proses sirkulasi alami air yang panas mengalir ke air yang dingin, dan begitu seterusnya. Pada gambar 4 proses *natural circulation* berlangsung cepat, sedangkan pada gambar 5 *natural circulation* berlangsung lambat.

KESIMPULAN

Berdasarkan data dan analisis yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa *solar water heater* dapat menyerap semua cahaya matahari. Naik-turunnya besar intensitas cahaya, temperaturnya juga demikian. Dan pada *solar water heater* terjadi proses sirkulasi alami atau yang disebut dengan *natural circulation*, dengan adanya perubahan temperatur pada tiap titik secara perlahan. Temperatur tertinggi pada proses *Natural circulation* adalah pada titik T1 yaitu 32,5°C dan T3 31,1°C sedangkan titik tengahnya (lubang ring toren) 30,7°C.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Campbell, *Build Your Own Solar Water Heater*. Garden Way Associates Inc., 1978.
- [2] Y.A. Cengel, *Heat and Mass Transfer: Fundamentals and Application*. Mc Graw Hill Company, 2010.
- [3] F. P. Incropera, and D. P. DeWitt, *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*. 4th Edition, New York, USA: John Wiley & Sons, 1996.
- [4] J. A. Duffie, and W. A. Beckman, *Solar Engineering Of Thermal Processes*, Third Edition, John Wiley & Sons , Inc., 2006.
- [5] J. P. Holman, *Heat Transfer Text Book*, Sixth Edition, Mc Graw Hill Company, 1986.
- [6] A. Zerrouki, A. Boume'dien, and K. Bouhadeb, "The Natural Circulation Solar Water Heater Model with Linear Temperature Distribution." *Renewable Energy*, vol. 26, no. 4, pp. 549–559, 2002.