

PEMBUATAN PENGKONVERSI SINAR SURYA MENJADI PANAS GUNA PENYEDIAAN AIR PANAS DALAM RUMAH TANGGA

Suharto

Jurusan Fisika, Universitas Gadjah Mada

ABSTRAK

Telah dibuat suatu sistem Pengkonversi sinar surya menjadi panas guna penyediaan air panas dalam rumah tangga. Sistem ini terdiri dari pengumpul sinar, serta penyerap panas. Pengumpul sinar terbuat dari lempengan cermin 10 cm x 61 cm sebanyak 28 lembar, yang dipasang melengkung dengan jarak fokus 100 cm. Penyerap panas terbuat dari lembaran tembaga dengan ketebalan 3 mm, dengan ukuran 100 cm x 25 cm dan 100 cm x 12 cm. Kedua lembaran ini disatukan sehingga membentuk rongga dengan volume 3,05 liter.

Penyerap panas dikenai pantulan sinar surya yang mengumpul sehingga menjadi panas. Didalam rongganya diisi air, sehingga air inipun menjadi panas.

Pada saat langit cerah antara pukul 11:00 sampai pukul 14:00, maka dalam waktu 32 menit air dalam rongga bisa mendidih. Maka dapat disimpulkan bahwa kemampuan sistem ini adalah 5,7 liter air panas dalam satu jam, serta efisiensi 5%.

Sistem ini belum dilengkapi dengan pengendali pemantul, pengendali sirkulasi air panas serta penampung air panas, sehingga masih diperlukan kelanjutan untuk menjadi sistem yang bisa menyediakan air panas secara praktis. Perbaikan sistem juga diperlukan, supaya efisiensinya menjadi lebih tinggi.

PENDAHULUAN

Air panas di rumah tangga, misalnya untuk mandi, cuci, masak, minum sudah menjadi kebutuhan yang diperlukan setiap hari. Pengadaan air panas secara praktis dirumah tangga membutuhkan bahan bakar konvensional seperti bahan bakar minyak (bbm), bahan bakar gas (bbg), tenaga listrik ataupun bahan bakar kayu/arang.

Pemanfaatan tenaga surya untuk penyediaan air panas bagi keperluan rumah tangga masih belum populer di masyarakat. Hal ini disebabkan kurang dikenalnya pengkonversi sinar surya menjadi panas dalam air, disamping harga pengkonversi yang ditawarkan juga dirasa mahal.

Bila ada model pengkonversi yang bisa dibuat sendiri secara mudah dan murah, kemungkinan pemanfaatan tenaga surya untuk penyediaan air panas bisa menjadi populer di masyarakat. Dengan memasyarakatnya pemanas air tenaga surya, maka pemakaian bahan bakar konvensional akan bisa dikurangi.

Dalam penelitian ini dibuat alat pengkonversi tenaga surya dengan ukuran 2 m^2 , yang dipasang dilingkungan rumah tinggal. Diharapkan alat ini bisa menghasilkan air panas dengan suhu diatas 90°C . Model alat pengkonversi dipilih model yang paling sederhana, sehingga bisa dibuat oleh bengkel biasa

TINJAUAN PUSTAKA

Latar belakang

Pemanfaatan sinar surya telah banyak dikembangkan, baik dinegara beriklim tropis maupun subtropis (Bradford).

Panel surya yang berfungsi untuk menangkap sinar surya juga telah dikembangkan dibanyak negara (Harris). Bentuk panel surya yang umum adalah datar, cermin cekung dan setengah silinder. Panel surya datar menangkap sinar surya secara langsung. Sedangkan panel

cermin cekung dan setengah silinder memakai prinsip pemantulan. Kelebihan panel cermin cekung dan setengah silinder ini adalah sinar surya bisa dipantulkan kesatu titik/garis pusat, sehingga diperoleh intensitas sinar surya yang lebih besar dibandingkan dengan cara langsung (Keith). Dengan demikian bisa diharapkan sinar surya terpusat ini akan bisa memberikan energi panas yang lebih besar.

Air panas untuk rumah tangga biasanya digunakan untuk membuat minuman panas, memasak, mandi dan cuci (Dale). Untuk membuat minuman panas misalnya kopi diperlukan suhu diatas 85°C. Karena itu persediaan air panas untuk rumah tangga ini sebaiknya dengan suhu diatas 90°C, supaya bisa memenuhi kebutuhan yang riil (Metcalf). Efisiensi dari pemanas tenaga surya ini sebesar 40%.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan membuat alat pengkonversi tenaga surya untuk menghasilkan air panas pada suhu didih, serta mempelajari kapasitas produksi air panasnya. Dalam penelitian ini dibuat alat pengkonversi tenaga surya, untuk menghasilkan air panas, yang dipasang dilingkungan rumah tinggal. Model alat pengkonversi dipilih model yang paling sederhana, sehingga bisa dibuat oleh bengkel biasa.

METODA PENELITIAN

Gambaran umum

Dalam penelitian ini akan dibuat pengkonversi sinar surya yang berupa pengumpul sinar surya dengan bentuk setengah silinder, serta penyerap panas. Pengumpul ini menggunakan prinsip pengumpulan sinar pada cermin cekung. Bahan pemantul dibuat dari susunan lembaran-lembaran cermin. Ukuran luas permukaan adalah sekitar 2 m². Penyerap panas berupa lempeng tembaga berongga dengan panjang yang sama dengan panjang panel surya. Penyerap panas ini dipasang pada garis fokus pengumpul sinar. Kemudian perangkat ini ini ditempatkan dihalaman rumah, dalam lingkungan pemukiman.

Untuk intensitas tenaga surya I , maka jumlah tenaga panas P yang diterima oleh suatu permukaan seluas A yang tegak lurus terhadap sinar surya adalah:

$$P = I \times A. \quad (1)$$

Besarnya I adalah sekitar 1Kw/m².

Jadi untuk luasan 2m² maka $P = 2$ Kw.

Dalam waktu t maka energi panasnya :

$$E = P \times t = I \times A \times t. \quad (2)$$

Energi E ini akan terserap oleh penyerap panas dengan efisiensi h . Maka energi yang diserap :

$$E_s = E \times h. \quad (3)$$

E_s inilah yang akan dipakai untuk memanaskan air, sehingga menjadi air panas. Dalam satu siang hari E_s ini bisa memanaskan air dengan volume tertentu sebanyak Q . Bila suhu air mula-mula T_1 kemudian suhu akhirnya T_2 serta kalor jenis k maka :

$$Q \times k \times (T_2 - T_1) = E_s$$

$$\text{Jadi : } Q = E_s / (k \times (T_2 - T_1)) \quad (4)$$

Q adalah produktifitas pengkonversi sinar surya menjadi panas dalam air.

Perangkat penelitian .

Dalam penelitian ini digunakan :

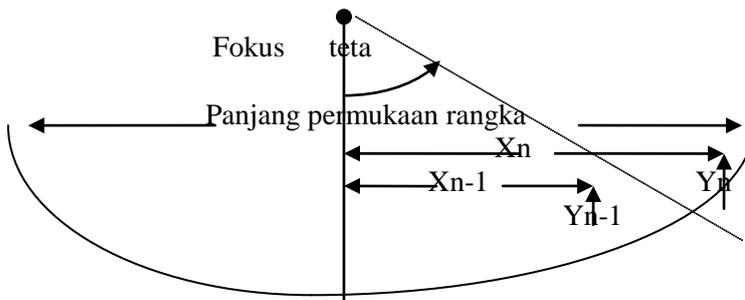
1. Thermometr air raksa
2. Alat-alat pertukangan.
3. Bilah-bilah cermin yang disusun sebagai lengkungan menjadi panel surya pengumpul sinar.
4. Lembaran tembaga 3 mm, dibentuk menjadi penyerap panas
5. Air sumur
6. Ember

Pengumpul sinar (reflektor).

Pengumpul sinar berbentuk lengkung (gambar 1.), dengan fokus 100 cm. Kelengkungan bisa didekati dengan :

$$Y_n = Y_{n-1} + 0,5 x teta. \tag{5}$$

(untuk nilai $X_n - X_{n-1}$ kecil)



Gambar 1. Rangka pengumpul sinar

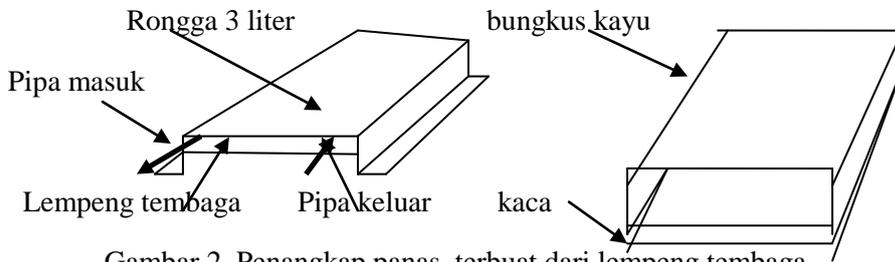
Kelengkungan pemantul sinar, dinyatakan dalam posisi x_n, y_n disajikan dalam tabel 1.

Tabel1. Kelengkungan pengumpul sinar, dalam cm.

| X_n (cm) | Y_n (cm) |
|------------|------------|
| 1.00 | 0.00 |
| 10.00 | 0.27 |
| 20.00 | 1.05 |
| 30.00 | 2.33 |
| 40.00 | 4.11 |
| 50.00 | 6.40 |
| 60.00 | 9.18 |
| 70.00 | 12.47 |
| 80.00 | 16.25 |
| 90.00 | 20.53 |
| 100.00 | 25.32 |

Penangkap panas

Penangkap panas terbuat dari lembaran tembaga dengan ketebalan 3 mm, disajikan dalam gambar 2. Panjangnya 100 cm, lebar 25 cm. Penyerap panas ini dibungkus dengan kayu, kecuali bagian bawah ditutup dengan kaca supaya sinar bisa mengenai pengumpul panas.



Gambar 2. Penangkap panas, terbuat dari lempeng tembaga.

HASIL DAN PEMBAHASAN

SISTEM YANG DIBUAT

Rangka pengumpul panas sinar sepanjang 2 m dibuat dengan kelengkungan sesuai dengan tabel 1, ditempeli dengan cermin berukuran 10 cm X 61 cm, sehingga membentuk semacam parabola. Pengumpul sinar ini disajikan dalam gambar 3.

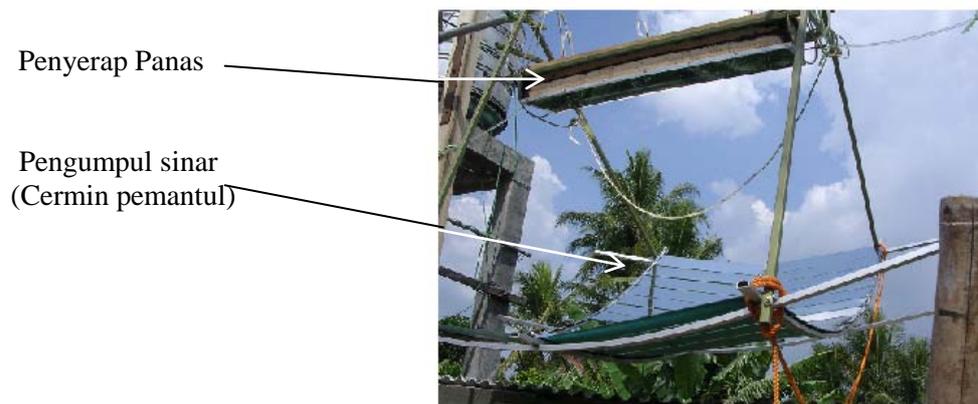
Jumlah lempeng cermin yang dipasang adalah 28 lembar.

Luasan cermin = $28 \times 61 \times 10 \text{ cm}^2 = 17080 \text{ cm}^2 = 1,7 \text{ m}^2$

Luasan yang terkena sinar matahari = $175 \times 122 \text{ cm}^2 = 21350 \text{ cm}^2 = 2,135 \text{ m}^2$.

Bagian tengah rangka tidak dipasang cermin, karena selalu terkena bayangan penyerap panas.

Penyerap panas terbuat dari lembaran tembaga yang dibungkus dengan kayu dibagian atas dan samping, sedangkan dibagian bawah ditutup dengan kaca. Penyerap panas disajikan dalam gambar 3. Penyerap panas ini berongga dengan volume 3,05 liter. Rongga ini diisi air dingin yang akan dipanaskan sampai suhu didih.



Gambar 3. Pengkonversi sinar surya menjadi panas yang menghasilkan air panas pada suhu didih.

Pengumpul sinar dipasang pada satu poros, sehingga bisa mengikuti arah datang sinar matahari. Sedangkan penyerap panas dipasang pada daerah fokus dari pemantul sinar. Sistem lengkap tersaji dalam gambar 3.

Dalam percobaan, antara jam 11 sampai jam 14 siang saat langit cerah, air dalam penyerap panas mulai mendidih setelah 30 sampai 34 menit sinar surya yang terkumpul mengenai penyerap panas.

PEMBAHASAN

Dari percobaan didapatkan :

Dimensi alat : Luasan yang terkena sinar surya = $175 \times 122 \text{ cm}^2 = 2,135 \text{ m}^2$.
Luas cermin = $28 \times 10 \text{ cm} \times 61 \text{ cm} = 17080 \text{ cm}^2 = 1,7 \text{ m}^2$.

Suhu air dingin : 30°C .

Suhu air panas : 100°C .

Volume air : 3,05 liter

Waktu didih : 32 menit \pm 2 menit.

Produktivitas : 3,05 liter setiap 32 menit atau = 5,7 liter/jam

Perhitungan efisiensi penyerapan panas.

Tenaga surya dianggap mempunyai intensitas $1 \text{ KW}/\text{m}^2$.

Tenaga surya dianggap mengenai seluruh luasan pengumpul sinar.

Menurut rumus (1) maka : $P = I \times A = 1 \text{ KW}/\text{m}^2 \times 2,135 = 2,135 \text{ KW}$.

Dengan rumus (2): $E = P \times t = 2.135 \text{ W} \times 32 \times 60 \text{ s} = 4099200 \text{ J}$

Menurut rumus (4) $E_s = Q \times k \times (T_1 - T_2)$
 $= 3050 \times 1 \times (100 - 30) \text{ J} = 213500 \text{ J}$.

Maka efisiensinya h :

$$h = E_s / E = 213500 / 4099200 = 0,05 \\ = 5 \%$$

Dari perhitungan diatas ternyata efisiensi sistem ini masih sangat rendah. Keadaan ini dikarenakan oleh beberapa hal sebagai berikut :

1. Belum sempurnanya pengumpul sinar., sinar belum bisa terfokus dengan baik.
2. Kaca penutup/penyekat pada penyerap panas bukan kaca yang bebas kandungan besi, sehingga masih ada sifat menghalangi cahaya yang melewatinya.
3. Cermin pemantul mudah kotor karena debu, sehingga mengurangi daya pantulnya.
4. Penyerap panas belum diisolasi dengan bahan isolator yang baik, sehingga kemungkinan masih banyak panas yang bocor keluar dari kotak penyerap panas.

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

1. Telah berhasil dibuat sistem pemanas air dengan tenaga surya, menggunakan cara pemantulan sinar yang dipusatkan. Sistem ini menghasilkan air panas pada suhu didihnya. Luas permukaan sistem $2,135 \text{ m}^2$, dan produktifitasnya 5,7 liter per jam, serta efisiensi 5 %.
2. Sistem yang dibuat masih rendah efisiensinya, dikarenakan kurang sempurnanya pengumpul sinar maupun penyerap panasnya.

SARAN

Guna perbaikan sistem maupun pengembangannya bisa dilakukan hal-hal berikut :

1. Bagian pengumpul sinar maupun penyerap panasnya disempurnakan, sehingga efisiensi bisa ditingkatkan.
2. Sistem dilengkapi dengan pengendali arah permukaan pengumpul sinar supaya bisa mengikuti gerakan matahari sepanjang siang hari, dari pagi sampai petang.
3. Sistem dilengkapi dengan pengendali air yang keluar masuk penyerap panas, sehingga bisa dilakukan pengambilan air panasnya maupun menambahkan air dinginnya dari/ke penyerap panas secara tepat waktu.
4. Bagian penyerap panas dirancang ulang untuk bisa menghasilkan uap air (steam), dengan maksud bisa dipakai untuk menghasilkan tenaga untuk memutar turbin uap, yang seterusnya bisa menghasilkan listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Bradford Travis ,2006, *Solar Revolution: The Economic Transformation of the Global Energy Industry*, MIT Press, ISBN 026202604X.
- Dale Andreta, 2004, *A summary of water pasteurization techniques*, UNICEF, <http://solarcooking.org/solarwat.htm>
- Harris J. and Lenz T.,1985, *Thermal performance of solar concentrator / cavity receiver systems*. *J. Sol. Energy* 34, 135-142 (1985).
- Keith Lovegrove, 2007, *Concentrating Solar Thermal Fundamentals*, The Solar Thermal Research ANU, http://engnet.anu.edu.au/DEResearch/solarthermal/high_temp/concentrators/basics.php.
- Metcalf Robert,Dr, 2004, "*Recent Advances in Solar Water Pasteurization*" ,Peru, <http://solarcooking.org/metcalf.htm>