

Analisa Perpindahan Panas Tangki Air Berkapasitas 80 Liter Pada Pemanas Air Tenaga Surya Sistem *Hybrid*

Juelf Roygerst Ambarita¹, A. Halim Nasution², Eko Yohanes Setyawan^{3*}

^{1,2}Universitas Sumatera Utara ; Jl. Dr. T. Mansur No.9, Padang Bulan, Medan, Telp; (061) 8214033

Jurusan Teknik Mesin, FT USU, Medan, Sumatera Utara

³Institut Teknologi Nasional Malang; Jl. Sigura-gura N0. 2 Malang, Telp; (0341) 551431

Jurusan Teknik Mesin, FT ITN Malang, Malang

e-mail: ^{3*}yohanes@lecturer.itn.ac.id

ABSTRAK

Energi matahari merupakan salah satu potensi sumber energi terbarukan yang bisa dimanfaatkan terutama di daerah tropis. Penggunaan energi matahari yang paling umum adalah memanaskan air baik dalam sistem aktif sistem termosifon. Jenis sistem pemanas air yang paling umum adalah kolektor pelat datar. Air akan beredar melalui pipa di dalam kolektor dan akan menyerap panas dari kolektor. Air panas ini akan disimpan di tangki 80 Liter. Tangki telah diisolasi menggunakan polyurethane dan glasswool sehingga energi termal terbuang ke lingkungan dapat diminimalisir. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi tangki setelah diisolasi, berapa suhu ° C yang turun sepanjang malam, dan tes ini dilakukan pada jam 5 sore sampai jam 6 pagi. Hasil penelitian ini adalah: 1) Panas yang paling panas 505,217 MJ. 2) tangki efisiensi tertinggi = 97,02%. 3) Suhu air rata-rata turun di dalam tangki sampai pagi hari = 4,86 ° C.

Keywords: *water heater, solar energy, tank, heat transfer.*

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan air panas saat ini semakin tinggi. Air panas dibutuhkan oleh masyarakat luas, misalnya untuk air mandi ataupun mencuci barang yang berlemak dimana lebih mudah melarutkannya dalam sabun dengan menggunakan air hangat dibandingkan dengan air dingin. Tidak hanya konsumen rumah tangga yang memerlukan air panas, melainkan juga rumah sakit, industri, perhotelan dan untuk penyediaan air pada kolam renang. Salah satu energy terbarukan yang melimpah ketersediaannya yaitu energy radiasi surya. Sekitar setengah energi matahari masuk mencapai permukaan bumi. Bumi menerima 174 peta watt (PW) radiasi matahari masuk di

bagian atas atmosfer. Sekitar 30% tercermin kembali ke ruang sementara sisanya diserap oleh awan, samudra, dan tanah. Total energi matahari yang diserap oleh awan, samudra, dan tanah adalah sekitar 3,850,000 exa joules (EJ) per tahun. Jumlah energi surya mencapai permukaan bumi begitu luas. Bila dibandingkan, energi surya dua kali lebih banyak daripada semua sumber non-terbarukan seperti batu bara, minyak, gas alam, dll.

Pemanfaatan energi surya untuk memanaskan air dilakukan dengan menggunakan alat yang disebut kolektor termal surya. Kolektor termal surya atau yang biasa disebut kolektor surya merupakan suatu peralatan yang digunakan untuk menyerap energi yang terdapat pada radiasi surya, yang kemudian mengubah energi

tersebut menjadi energi termal, kemudian energy tersebut akan ditransfer langsung ke fluida yang dipanaskan maupun ke fluida lain yang digunakan untuk memanaskan. Kolektor yang digunakan yaitu kolektor surya plat datar. Air akan masuk ke dalam kolektor melalui pipa-pipa bersirkulasi, dan air akan menyerap panas yang diterima kolektor dari radiasi matahari. Air panas yang keluar dari kolektor akan disimpan di dalam tangki. Tangki yang digunakan telah diisolasi supaya panas yang keluar dari tangki dapat diminalkan. Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Untuk mengetahui jumlah kalor yang terbuang pada tangki.
2. Untuk mengetahui efisiensi tangki.
3. Untuk mengetahui temperatur air yang turun pada tangki pada pagi hari.

Batasan masalah penulisan meliputi:

1. Lokasi penelitian pada 3,43 °LU dan 98,44 °BT.
2. Air yang digunakan adalah air mineral dari PDAM.
3. Tangki yang digunakan adalah tangki berkapasitas 80 Liter yang dijual di masyarakat umum.
4. Pengujian dilakukan pada pukul 17.00 s/d 06.00 WIB.

TINJAUAN PUSTAKA

Energi

Energi adalah sesuatu yang bersifat abstrak yang sukar dibuktikan, tetapi dapat dirasakan. Energi tidak dapat pula diciptakan dan dimusnahkan. Namun, semua energi dapat diubah dari bentuk yang satu ke bentuk yang lain (Franklin, 2004). Oleh karena itu, hukum kekekalan energi menyatakan energi total sistem tetap konstan, meskipun energi dapat berubah menjadi bentuk lain. Secara umum, energi dapat dikategorikan menjadi beberapa macam, yaitu energi mekanis, listrik, elektromagnetik, kimia, nuklir, dan surya (Pudjanarsa, A. 2008).

Pemanfaatan Energi Surya

Dalam era ini, penggunaan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui semakin meningkat seiring dengan meningkatnya populasi

manusia, kemajuan teknologi dan lain lain. Namun hal ini berbanding terbalik dengan ketersediaan sumber daya alam tersebut. Sehingga para ilmuwan telah mencoba mengembangkan potensi sumber daya alam yang dapat diperbarui contohnya air, angin dan energi surya.

Perpindahan Panas

• Perpindahan Panas Konduksi

Konduksi adalah transfer energi dari partikel yang memiliki energi lebih besar ke substansi dengan energi yang lebih rendah dan sebagai hasilnya terjadi interaksi antara partikel (Cengel, 2002).

Rumus Umum:

$$q = -k.A \frac{dT}{dX}$$

Dimana :

q = Laju perpindahan panas (W)

A = Luas penampang dimana panas mengalir (m²)

$\frac{dT}{dX}$ = Gradien temperatur pada penampang, atau laju perubahan temperatur T terhadap jarak dalam arah aliran panas x

K = Konduktivitas thermal bahan (W/mK)

• Perpindahan Panas Konveksi

Konveksi adalah bentuk dari transfer energi diantara permukaan padat dan fluida yang bergerak dan terkandung efek kombinasi konduksi dan fluida bergerak Setyawan *et al* (2017).

$$q = h.A.\Delta T$$

Dimana :

q = Laju perpindahan panas konveksi (W)

h = Koefisien perpindahan panas konveksi (W/m² K)

A = Luas penampang (m²)

ΔT = Perubahan atau perbedaan temperatur (°C)

• **Perpindahan Panas Radiasi**

Perpindahan panas radiasi adalah perpindahan panas yang terjadi tanpa melalui media perantara (padat dan fluida).

Persamaan untuk mencari perpindahan panas radiasi adalah sebagai berikut (Gray, 1974):

$$q_{rad} = \epsilon A \sigma (T_s^4 - T_{sur}^4)$$

dimana :

q_{rad} = laju perpindahan panas radiasi (W)

ϵ = emisivitas bahan

A = luas permukaan (m²)

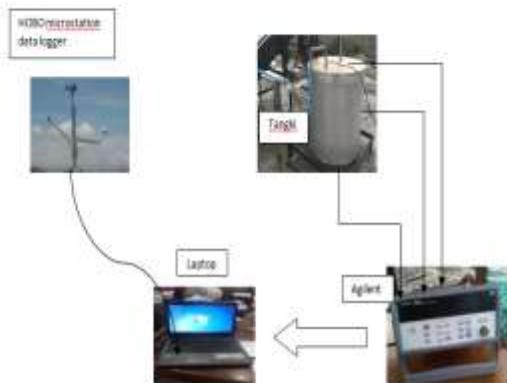
σ = konstanta Stefan – Boltzmann (5,67 x 10⁻⁸ W/m² K⁴)

T_s = temperatur permukaan (K)

T_{sur} = temperatur lingkungan (K)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan Mikro stasiun data Logger untuk mengukur kecepatan angin dan kabel termokopel terhubung langsung ke *agilent* dan ditempelkan pada air dan juga di dinding tangki.



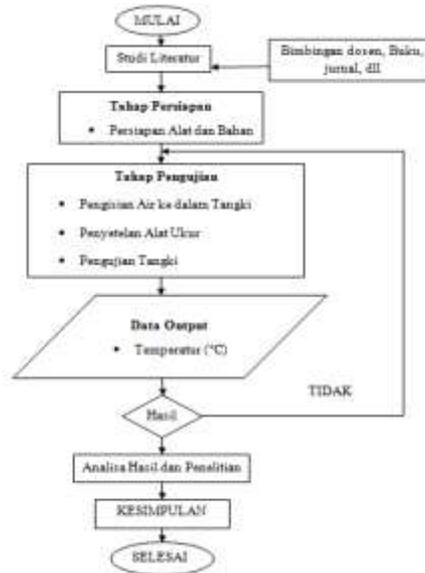
Gambar 1. Set Up Experimental

Adapun beberapa parameter yang akan diukur ialah :

1. T1: Temperatur udara sisi atas tangki
2. T2: Temperatur udara sisi samping tangki
3. T3: Temperatur udara sisi bawah tangki

4. T4: Temperatur air di dalam tangki

Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Energi yang Terdapat pada Air

Untuk mengetahui energi yang terdapat pada air digunakan persamaan:

$$Q = m.Cp.\Delta T$$

Dimana:

Q = energi yang terdapat pada air (Joule)

m = massa air (kg)

Cp = kalor jenis (kJ/kg.K)

ΔT = perubahan suhu (K)

Maka energi yang terdapat pada air adalah:

$$Q = m \times Cp \times \Delta T$$

$$= 79,225 \text{kg} \times 4.180,53 \text{ J/kg.K} \times 27,7 \text{K}$$

$$= 9.174.308,952225 \text{ Joule}$$

$$= 9.174,308 \text{ KJ}$$

Energi yang Terbuang dari Tangki

➤ **Energi Terbuang ke Sisi Samping**

$$q_{out,s} = U . A (T_t - T_{\infty})$$

$$q_{out,s} = \frac{T_t - T_\infty}{\frac{t_t}{k_t \cdot A_t} + \frac{t_{pu}}{k_{pu} \cdot A_{pu}} + \frac{t_{gs}}{k_{gs} \cdot A_{gs}} + \frac{t_{al}}{k_{al} \cdot A_{al}} + \frac{1}{h_u}}$$

$$LQ_{out} = \frac{10,19043849 + 9,726530792}{2} \times 1800 = 17,925,27236 \text{ J}$$

Maka total energi yang terbuang dari tangki adalah:

$$\Sigma LQ_{out,t} = 505217,1637 \text{ J}$$

➤ **Energi Terbuang ke Sisi Atas**

$$q_{out,a} = U \cdot A (T_t - T_\infty)$$

$$q_{out,a} = \frac{T_{ak} - T_\infty}{\frac{t_{ak}}{k_{ak} \cdot A_{ak}} + \frac{t_{pu}}{k_{pu} \cdot A_{pu}} + \frac{t_{ak}}{k_{ak} \cdot A_{ak}} + \frac{1}{h_u}}$$

Efisiensi Tangki

$$\eta = \frac{q_{tersimpan}}{q_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{8.669.091,789}{9.174.308,952} \times 100\%$$

$$= 94,49 \%$$

➤ **Energi Terbuang ke Sisi Bawah**

$$q_{out,b} = U \cdot A (T_t - T_\infty)$$

$$q_{out,b} = \frac{T_t - T_\infty}{\frac{t_t}{k_t \cdot A_t} + \frac{t_{pu}}{k_{pu} \cdot A_{pu}} + \frac{t_{gs}}{k_{gs} \cdot A_{gs}} + \frac{t_{al}}{k_{al} \cdot A_{al}} + \frac{1}{h_u}}$$

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan analisa dat yang dilakukan maka dapat disimpulkan:

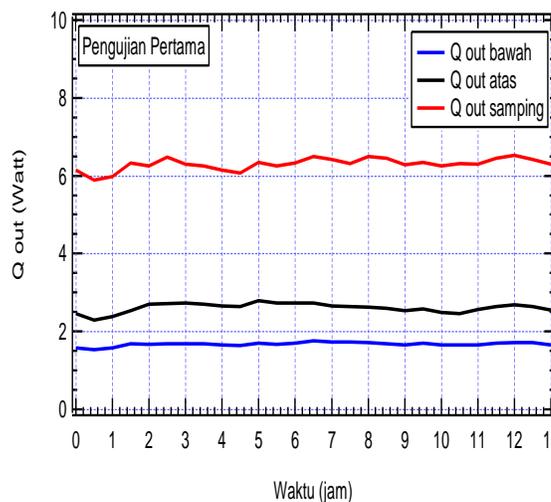
Dari persamaan diatas maka dapat dihitung energi total yang terbuang dari tangki, yaitu:

$$q_{out} = q_{atas} + q_{samping} + q_{bawah}$$

$$q_{out} = 2.453447504 + 6.152249545 + 1.584741442$$

$$q_{out} = 10.19043849 \text{ Watt}$$

- Jumlah kalor yang terbuang pada tangki = 505,217 MJ
- Efisiensi tangki = 94,49 %
- Temperatur air yang turun pada tangki di pagi hari : 57,21 °C turun menjadi 52,55 °C



Gambar 3. Grafik Q out vs Waktu

DAFTAR PUSTAKA

Ambarita, H. 2011. *Energi Surya*. Medan: Departemen Teknik Mesin FT USU

Agyenim, F., Eames, P., Hewit, N., Smyth M. 2009. *A review of materials, heat transfer and phase change problem formulation for latent heat thermal energy storage system (LHTESS)*. Elsevier Yunus, A. Cengel. 2002. *Heat Transfer A Practical Approach, Secend Edition*. MC Graw-Hill, Book Company, Inc: Singapore.

Chouicha, S, dkk. 2016. *Valorization study of treated deglet-nour dates by solar drying using three different solar dries*. Science Direct. Energi Procedia

- Darwin, H. Syah, S. Yadi. 2013. *Studi Performansi Alat Pemanas Air dengan Menggunakan Kolektor Surya Plat Datar*. Banda Aceh: Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia. Volume 5. No. 3
- Duffie, J.A, Beckman, W.A. 1991. *Solar Engineering of Thermal Processes*. John Wiley & Sons,Inc: New York
- Gray, W, A dan Muller, R. 1974. *Engineering Calculations in Radiative Heat Transfer, First Edition*. Pergamon Press: Oxford.P.
- D. Setiawan, W. P. Raharjo. 2011. *Analisa Rancang Bangun Pemanas Air Surya Serbaguna Berkapasitas 600 Liter / Hari*. Surakarta: Jurnal Mekanika. Volume 10. N0 1
- Incropera, F. P., and DeWitt, D. P., 1996, *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*. Fourth edition, Jhon Wiley & Sons, New York.
- Jensen, Ted. J. 1995. *Teknologi Rekayasa Surya*. PT PRADNYA PARAMITA, Jakarta.
- Pudjanarsa, A. 2008. *Mesin Konversi Energi*. Penerbit Andi: Yogyakarta
- Simic, M, dkk. 2017. *Design of a sistem to monitor and control solarpond: A review*. Science Direct.Energi Procedia 110
- Setyawan Y.E., Djiwo S and Sugiarto T, 2017. *“Simulation Model Of Fluid Flow And Temperature Distribution In Porous Media Using Cylindrical, Convergent And Divergent Nozzles”* International Journal of Technology and Sciences (IJTS), Vol. 1, No. 1.