

Perancangan Pemanas Air Tenaga Surya Sistem Termosipon di Kabupaten Muara Jambi

Iqbal Rosyidin Irhamni¹, Vivi Apriyanti^{1*}, Marfizal¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Jambi

*Corresponding author, e-mail: viviapriyanti@stiteknas.ac.id

ABSTRACT

Solar water heater is a device that uses radiation or sunlight to heat water. In the design, several parts need special calculations including determining the area of the collector, the length of the copper pipe and the thickness of the insulator. The results obtained from the design of a thermosiphon system water heater with a capacity of 20 liters of water storage with a height dimension of 270 mm and a diameter of 370 mm and a tank plate thickness of 1 mm. The tank material is ECCS (electrolytic chromium coated steel) and aluminium. The solar collector has dimensions of 1000 mm in length, 500 mm in width and 100 mm in height. The heating pipe uses a ½ in size with an outer diameter of 12.7 mm, an inner diameter of 12 mm and a thickness of 0.7 mm. The minimum length of the heating pipe is 8.5 m. The heat insulator made of aluminum foil has a thermal conductivity of 237 W/m²K and glass wool has a thermal conductivity of 0.031 W/mK. The thickness of the heat insulator is 3 cm.

Keywords: water heater, designing, thermosiphon

ABSTRAK

Pemanas air tenaga surya merupakan suatu perangkat yang memanfaatkan radiasi atau pancaran sinar matahari untuk memanaskan air. Dalam perancangan, beberapa bagian perlu perhitungan khusus diantaranya menentukan luas kolektor, panjang pipa tembaga dan tebal isolator. Hasil yang diperoleh dari perancangan alat pemanas air sistem termosifon berkapasitas penyimpanan air 20 liter dengan dimensi tinggi 270 mm dan diameter 370 mm dan tebal plat tangki 1 mm. Material tangki berupa ECCS (*electrolytic chromium coated steel*) dan aluminium. Kolektor surya memiliki dimensi panjang 1000 mm, lebar 500 mm dan tinggi 100 mm. Pipa pemanas menggunakan ukuran ½ in berdiameter luar 12,7 mm, diameter dalam 12 mm dengan tebal 0,7 mm. Panjang minimum pipa pemanas adalah 8,5 m. Isolator panas terbuat dari material aluminium foil memiliki konduktivitas termal 237 W/m² K dan glass wool memiliki konduktivitas termal 0,031 W/m K. Ketebalan isolator panas adalah 3 cm.

Kata kunci: Pemanas air, perancangan, termosipon

PENDAHULUAN

Saat ini kebutuhan air panas semakin meningkat baik dalam pemanfaatan di rumah tangga maupun industri. Semakin banyak masyarakat yang memanfaatkan air panas untuk mandi, mencuci piring dan laundry. Ketersediaan air panas juga menjadi alternatif dasar pemilihan fasilitas yang disediakan penginapan dan hotel. Air panas ini dapat disediakan dengan berbagai macam cara atau proses, antara lain yang telah umum dilakukan dengan merebus air menggunakan sumber panas api. Akan tetapi ada cara lain yang lebih murah dan mudah yaitu dengan memanfaatkan panas matahari melalui peralatan pemanas air dengan

sistem tenaga surya (*solar water heater system*). Seiring berkembangnya teknologi, pemanfaatan panas matahari semakin hari juga semakin meningkat. Melalui pancaran tenaga surya/sinar matahari langsung ini, dapat diperoleh pemanasan air tanpa harus menggunakan energi listrik ataupun harus membeli bahan bakar.

Pemanas air tenaga surya termosipon telah banyak digunakan di negara-negara maju. Pemanas termosipon merupakan sistem pemanas air yang sederhana, sistem ini hanya terdiri dari sebuah tangki penyimpan yang ditempatkan lebih tinggi di bagian atas dari kolektor. Termosipon terjadi karena adanya perbedaan massa jenis

fluida, saat kolektor memperoleh panas dari matahari, maka massa jenis fluidanya menjadi turun, ketika perbedaan massa jenis fluida di dalam kolektor dan tangki telah cukup besar untuk mengatasi gesekan pada sistem, maka terjadilah suatu sirkulasi, air hangat dari kolektor dipindahkan ke tangki penyimpan dan diganti oleh air yang dingin dari dasar tangki. Sirkulasi ini berlangsung hingga temperatur fluida seragam kembali. Gerakan sirkulasi fluida ini terjadi secara alami sehingga tidak lagi memerlukan penambahan lainnya seperti alat-alat kontrol, pompa atau motor.

METODE

Potensi Panas di Kabupaten Muara Jambi

Sebagai data awal perancangan diperoleh kisaran intensitas radiasi matahari pada tahun 2021 di daerah Kabupaten Muara Jambi yang diperoleh dari Stasiun Klimatologi Jambi, Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) yang berada di Jalan Raya Jambi-Muara Bulian KM.18 Provinsi Jambi, dengan koordinat 103.5400 BT, -1.6800 LS, Elevasi 24 seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data bulanan di pos Staklim Jambi tahun 2021

Bulan	Intensitas radiasi matahari Cal/cm ² hari	Temperatur Udara (°C)
Januari	233,7	26
Februari	289,9	26,8
Maret	285	26,6
April	264,8	27
Mei	259,1	27,4
Juni	285,6	27,9
Juli	305,5	27,3
Agustus	272,7	26,8
September	275,7	26,6
Oktober	300,5	27,3
November	284,3	27,2
Desember	1058,8	26,9
Rata-rata	342.95	26,9

Perhitungan Dimensi

Dalam mendesain sebuah komponen dari alat pemanas air dibutuhkan dimensi, untuk mencari dimensi dari masing-masing part digunakan persamaan-persamaan sebagai berikut:

A. Perhitungan volume tangki penyimpanan

Untuk menghitung volume tabung berdasarkan kebutuhan uap air menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot t \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan : v = volume tabung
r = jari – jari tabung
t = tinggi tabung

B. Perhitungan luas kolektor surya

Luas permukaan kolektor sangat mempengaruhi berapa besar energi matahari yang dapat diserap oleh kolektor. Berikut adalah persamaan mencari luas kolektor.

$$Q_{kolektor} = Q_{in} \times A \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :
Q = Kebutuhan energi surya untuk memanaskan air
Q_{in} = Panas yang dipancarkan matahari
A = Luas kolektor

C. Kalor yang diterima kolektor surya

$$Q_{rad.total} = (I_{total} \cdot A)/s \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :
Q_{rad total} = kalor yang diterima kolektor (watt)
I_{total} = kalor yang di pancarkan matahari (watt/m²)
S = sekon (menit)

D. Panjang pipa minimum yang dibutuhkan

Untuk memperoleh panjang pipa minimum yang digunakan untuk memanaskan air, diperlukan nilai nilai koefisien perpindahan panas menyeluruh pada pipa. Berikut adalah prosedur penyelesaiannya: [6]

$$q = U \cdot A \cdot \text{LMTD} \quad \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

- q = Waktu (s)
- U = koefisien perpindahan panas menyeluruh
- A = Luas penampang pipa
- LMTD = koefisien perpindahan panas menyeluruh

E. Ketebalan isolator kolektor surya

Panas yang diterima kolektor surya adalah 239 watt, maka isolator panas harus memiliki konduktifitas termal yang baik, dalam perancangan ini menggunakan isolator aluminium foil di lapisan pertama dan gasbul dilapisan kedua. Yang diasumsikan, aluminium foil memiliki konduktifitas termal 237 W/m² K dan gaswool memiliki konduktifitas termal 0,031 W/mK. Maka dapat diasumsikan ketebalan isolator panas adalah 3 cm.

Pemilihan material

A. Tangki penampung air

Air yang nantinya akan disirkulasikan terlebih dahulu akan disimpan dan ditampung di dalam tangki. Oleh karena itu penyimpanan harus mempunyai sifat yang tahan terhadap air, diantaranya harus tahan terhadap terjadinya karat. Apabila tangki air ini mudah terkena karat akan berbahaya, karena air yang disimpan akan ikut jadi kotor.

Tangki penyimpan air sebaiknya menggunakan bahan yang tidak mudah berkarat. Alat pemanas air termosifon ini akan mempergunakan tangki yang terbuat dari material *ECCS (electrolytic chromium coated steel)*.

B. Pipa saluran air

Dalam pemanas air tenaga surya ini digunakan pipa tembaga sebagai penyalur aliran air. Pipa tembaga ini dipilih karena memiliki konduktifitas termal yang baik yaitu 385 W/m°C. Selain itu material pipa tembaga juga memiliki ketahanan korosi terhadap air yang cukup baik.

C. Kolektor surya

Kolektor merupakan suatu komponen atau peralatan yang fungsinya untuk menangkap atau menerima sinar

matahari yang digunakan untuk memanasi air yang mengalir di dalam kolektor. Bahan untuk kolektor ini menggunakan kaca dan plat seng talang yang di cat hitam. Kaca berfungsi sebagai penerima dan pengumpul sinar matahari. Kaca mempunyai konduktivitas thermal rata-rata 0,043 W/mK. Sedangkan plat seng yang dicat warna hitam memiliki konduktifitas termal 0,1636 w/m².

D. Rangka alat pemanas air

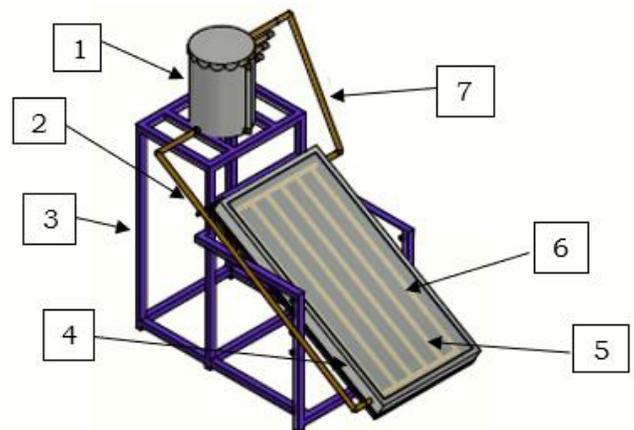
Rangka yang dibuat menggunakan material besi hollow gypsum dengan ukuran tebal 3mm x 3mm, material ini memiliki berbagai keunggulan di antaranya :

- A. Mudah dipasang dan kokoh
- B. Tidak dimakan rayap
- C. Memiliki nilai estetika
- D. Tahan terhadap api
- E. Harganya yang terjangkau.

F. Isolasi kolektor surya

Isolasi berfungsi sebagai penghambat panas agar panas yang diterima kolektor tidak keluar dari dalam kotak kolektor surya. Material yang dipilih adalah aluminium foil dan glasswool.

HASIL



Gambar 1. Skema perancangan alat pemanas air sistem termosifon.

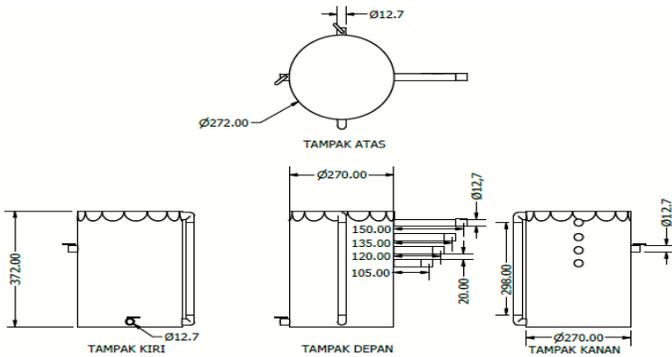
Gambar 1 memperlihatkan rancangan alat pemanas air tenaga surya system termosifon dengan keterangan komponen sebagai berikut:

1. Tangki reservoir
2. Pipa input air menuju pipa absorber
3. Rangka
4. Kolektor surya
5. Pipa absorber
6. Kaca kolektor
7. Pipa output air dari pipa absorber menuju tangki penampung.

SPESIFIKASI KOMPONEN ALAT PEMANAS AIR

Tangki reservoir

Tangki reservoir (penyimpanan air) berupa sebuah tabung yang dilengkapi dengan pemantau ketinggian air (*water level*) seperti disajikan pada Gambar 2 dengan spesifikasi tertera pada Tabel 1.



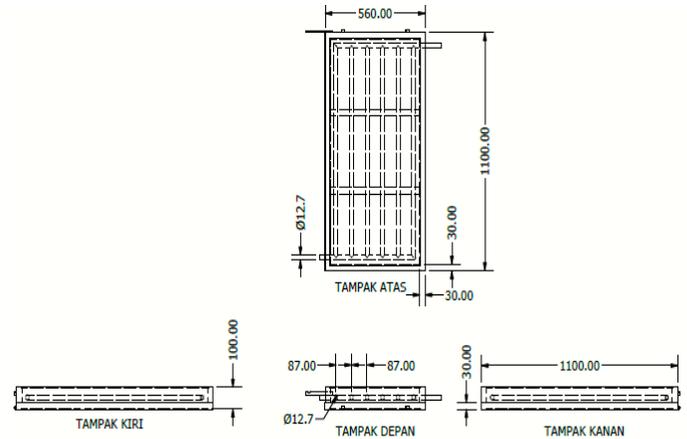
Gambar 2. Desain perancangan tangki penyimpanan air

Tabel 1. spesifikasi tangki penyimpanan

Part	Dimensi	Material
Diameter tangki penyimpanan	270 mm	ECCS
Tinggi tangki penyimpanan	370 mm	(Electrolytic
Tebal tangki penyimpanan	1 mm	chromium-Coated
Volume tangki penyimpanan	20 liter	Steel dan aluminium.

Kolektor surya

Dimensi kolektor surya diperlihatkan pada Gambar 3 dan spesifikasinya disajikan pada Tabel 2.



Gambar 3. Perancangan kolektor surya

Tabel 2. Spesifikasi kolektor surya

Part	Dimensi	Material
Panjang Kolektor	1000 mm	Kayu pulai
Lebar Kolektor	500 mm	
Tinggi Kolektor	100 mm	
Ketebalan kaca penutup	3 mm	Kaca bening
Ketebalan sirip kolektor	300 mm	Kayu pulai

Pipa saluran air

Spesifikasi pipa air ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi pipa pemanas air

Part	Dimensi	Material
Panjang pipa kolektor	8,5 m	
Diameter pipa kolektor	12,7 mm	Pipa tembaga
Ketebalan pipa kolektor	0,7 mm	
Volume pipa kolektor	9,6 liter	

Isolator kolektor surya

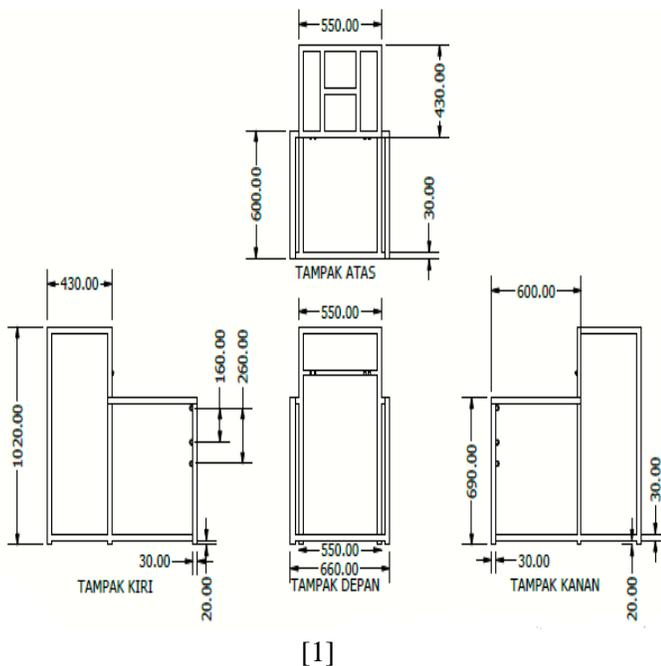
Desain isolator yang telah didapatkan merupakan hasil dari pengumpulan data dan perhitungan yang telah dilakukan. Berikut spesifikasi perancangan isolator yang ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Spesifikasi isolator panas

Part	Dimensi	Material
Tebal sirip papan kolektor	300 mm	Kayu pulai
Tebal isolator panas	300 mm	Glass woll
Panjang isolator panas	1000 mm	Kayu pulai
Lebar isolator panas	500 mm	

Rangka

Gambar perancangan rangka alat pemanas air sistem termosifon ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Perancangan rangka alat

KESIMPULAN

Berdasarkan data pengukuran dan perhitungan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kolektor surya yang didesain memiliki dimensi panjang 1000 mm, lebar 500 mm dan tinggi 100 mm. Yang dapat menyerap 239 watt/m² dalam 300 menit.
2. Tangki penyimpanan memiliki kapasitas 20 L yang berbentuk tabung dengan tinggi 270 mm dan diameter 370 mm yang memiliki tebal 1 mm, material tangki terbuat dari ECCS dan aluminium.
3. Material pipa pemanas air terbuat dari bahan tembaga dengan diameter luar 12,7 mm, diameter dalam 12 mm dan tebal 0,7 mm. Panjang minimum pipa pemanas adalah 8,5 m.
4. Isolator panas terbuat dari material aluminium foil memiliki konduktivitas termal 237 Watt/m.K dan glasswool dengan konduktivitas termal 0,031 W/m K dengan ketebalan isolator adalah 3 cm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Stasiun Klimatologi Jambi, Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Provinsi Jambi atas bantuan mendapatkan data dan penggunaan alat ukur intensitas radiasi matahari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tri Wiradhani, "Rancang Bangun Pemanas Air Tenaga Surya Dengan Menggunakan Kolektor Surya Plat Datar", *Tugas Akhir*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2012.
- [2] Anjas Putra Junianto, Slamet Riyadi, "Perancangan Pemanas Air Tenaga Surya Pasif Kapasitas 20 Liter", *Jurnal Media Teknologi*, Vol. 06., 185-194, 2019.
- [3] Mulia Rahman, Budianto Lanya, Tamrin, "Rancang Bangun Alat Pengumpul Panas Energi Matahari Dengan Sistem Termosifon", *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, Vol. 2, No. 2, 95 – 104, 2013.
- [4] Finansius Gonsales Lumban Raja, Ayong Hiendro, Febri Prima, "Rancang Bangun Pemanas Air Tenaga

Surya dan Analisa Pengaruh Sudut Kemiringan Kolektor Surya Terhadap Efisiensi Termal Kolektor Surya”, *Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin (JTRAIN)*, Vol. 3, No. 1, 81-86, 2022.