

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Pustaka

Penelitian sebelumnya yang menjadi acuan dalam penelitian ini dirangkum pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Rangkuman kajian penelitian

| No | Nama | Tahun | Asal Universitas | Debit Air (Liter/Menit) | Kemirngan Panel (°) |
|----|--|-------|-------------------------------|----------------------------|------------------------|
| 1 | Finansius Gonsales Lumban Raja, Ayong Hiendro, dan Febri Prima | 2022 | Universitas Tanjungpura | 1 dan 15 | 0, 15, dan 30 |
| 2 | Abdurrahman Alvarizi, Muhammad Faqih, dan Isman Harianda | 2021 | Politeknik Negeri Medan | <i>Continue</i> | 30 |
| 3 | Rahmad Fikri Hidayatulloh dan Bayu Rudiyanto | 2021 | Politeknik Negeri Jember | 2 dan 4 | - |
| 4 | Anjas Putra Junianto dan Slamet Riyadi | 2019 | Universitas Galuh Ciamis | 20 | 45 |
| 5 | Isra Hutaaruk, Himsar Ambarita, dan Eko Yohanes Setyawan | 2018 | Universitas Sumatera Utara | <i>Continue</i> | 15 dan 30 |

Pada penelitian ini, penulis menggunakan kolektor alumunium kaleng minuman dengan pemilihan sudut kemiringan serta debit air yang divariasikan. Hal ini ditujukan agar didapatkan debit air dan kemiringan yang efektif pada alat *solar water heater* sistem thermosipon.

2.2. Energi Surya

Energi surya adalah energi yang didapat dengan mengubah energi panas surya (matahari) melalui peralatan tertentu menjadi sumber daya dalam bentuk lain. Energi surya menjadi salah satu sumber pembangkit daya selain air, uap, angin, biogas, batu bara, dan minyak bumi. Teknik pemanfaatan energi surya mulai muncul pada tahun 1839, ditemukan oleh A.C. Becquerel. Ia menggunakan kristal silikon untuk mengkonversi radiasi matahari, namun sampai tahun 1955 metode itu belum banyak dikembangkan. Selama kurun waktu lebih dari satu abad itu, sumber energi yang banyak digunakan adalah minyak bumi dan batu bara (Frengky et al.2016). Sumber energi surya berjumlah besar dan bersifat kontinyu yang tersedia bagi manusia, khususnya energi elektrik magnetik yang dipancarkan oleh matahari.

Surya telah banyak diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Beberapa aplikasi energi surya adalah:

1. Pencahayaan bertenaga surya,
2. Pemanasan bertenaga surya, untuk memanaskan air, memanaskan dan mendinginkan ruangan,
3. Desalinisasi dan desinfektifikasi,
4. Untuk memasak, dengan menggunakan kompor tenaga surya.

Sebelumnya, pemanfaatan energi surya termal di Indonesia masih dilakukan secara tradisional. Para petani dan nelayan di Indonesia memanfaatkan energi surya untuk mengeringkan hasil pertanian dan perikanan secara langsung. Sebenarnya, pemanfaatan energi surya termal dapat dikembangkan untuk berbagai keperluan.

2.3. Pemanas Air Tenaga Surya (*Solar Water Heater*)

Solar water heater merupakan peralatan yang digunakan untuk memanaskan air dengan memanfaatkan energi surya. Energi surya diperoleh dengan mengkonversikan energi radiasi matahari menjadi panas sehingga dapat dimanfaatkan untuk berbagai kegunaan dengan menggunakan kolektor surya (Ridwan et al.2019). Ketika cahaya matahari menimpa alat pada pemanas air tenaga surya, sebagian cahaya akan dipantulkan kembali ke lingkungan, sedangkan sebagian besarnya akan diserap dan dikonversikan menjadi energi panas, lalu dipindahkan kepada fluida yang bersirkulasi didalam pipa pemanas air (Purnama et al. 2015).

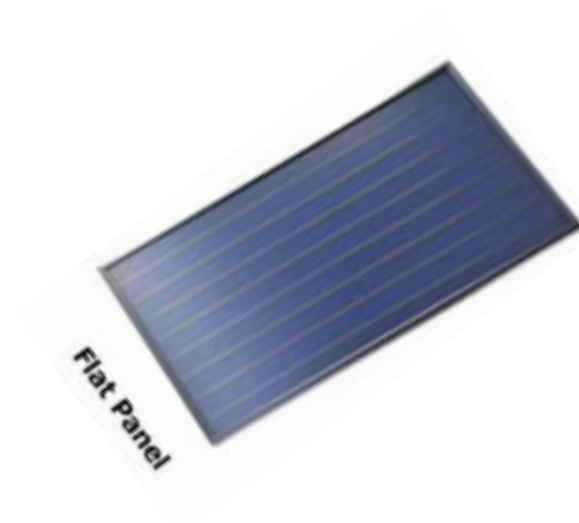
2.4. Kolektor Surya

Pemanasan air yang terjadi di solar water heater sepenuhnya menggunakan radiasi energi surya sebagai sumber utama yang dikonversi menjadi panas di dalam kolektor surya dan diteruskan ke air sebagai media yang dipanaskan (Kristian et al. 2017). Kolektor surya berfungsi untuk mengumpulkan radiasi matahari dan mengubahnya menjadi energi panas yang kemudian diteruskan ke fluida yang berada di dalam pipa-pipa kolektor. Secara umum terdapat tiga jenis kolektor surya untuk *solar water heater* (Setyadi & Dwiyantoro, 2015).

2.3.1. Kolektor Surya Plat Datar (*Flat Plat Collector*)

Kolektor surya plat berfungsi untuk menyerap energi radiasi matahari. Radiasi yang diterima permukaan penutup transparan kolektor, sebageian besar diteruskan dan kemudian diterima plat kolektor yang bekerja sebagai pengumpul energi. Kolektor surya plat datar mempunyai temperatur keluaran dibawah 95°C. Performansi kolektor dinyatakan dengan keseimbangan energi yang menggambarkan distribusi energi matahari yang datang terhadap energi yang bermanfaat dan beberapa energi yang hilang (Kristanto,2011). Prinsip kerja pada kolektor surya plat datar, yaitu bahwa air yang masuk kedalam kolektor melalui pipa distribusi yang akan mendapatkan panas yang baik melalui radiasi langsung matahari maupun didalam konduksi dan konveksi. Hal ini di sebabkan energi radiasi matahari didalam kolektor yang dibatasi kaca bening tembus cahaya.

Kolektor surya plat datar umumnya dipasang pada tempat yang diam seperti dinding maupun atap rumah .



Gambar 2.1 Kolektor Surya Plat Datar
Sumber : gmwaterheater.com

Terjadinya perpindahan panas terhadap pipa – pipa distribusi pada plat datar mengakibatkan suhu air di dalam pipa tersebut akan secara langsung bertambah, hal tersebut mengakibatkan adanya perbedaan massa jenis. Air yang bersuhu tinggi memiliki massa jenis yang lebih kecil, sehingga cenderung akan mengalir kearah yang lebih tinggi. Sebaliknya air yang bersuhu rendah memiliki massa jenis lebih besar dan cenderung akan bergerak kebawah, sehingga terjadi konveksi secara alami. Susunan pipa pada kolektor berpengaruh terhadap kinerja kolektor dimana dengan lebih panjang pipa laluan mengakibatkan luas permukaan pipa semakin besar dan meningkat kinerja kolektor (Made Wirawan dkk,2015).

2.3.1. *Evacuated Reciever*

Pada kolektor surya jenis ini dirancang untuk menghasilkan energi panas yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan kolektor pelat datar maupun kolektor konsentrik. Keistimewaannya terletak pada efisiensi transfer panasnya yang tinggi tetapi faktor kehilangan panasnya yang relatif rendah. Pada kolektor surya jenis *evacuated reciever* fluida yang terjebak diantara absorber dan *cover*-nya dikondisikan dalam keadaan vakum, sehingga mampu meminimalisasi kehilangan panas yang terjadi secara konveksi dari permukaan luar absorber menuju lingkungan.



Gambar 2.2 *evacuated reciever*
Sumber : mdpi.com

2.3.3. *Concentrating Collector*

Kolektor jenis ini diaplikasikan pada temperatur 100° – 400°C dan mampu memfokuskan energi radiasi cahaya matahari pada suatu receiver, sehingga dapat meningkatkan kuantitas energi panas yang diserap oleh absorber. Spesifikasi jenis ini dapat dikenali dari adanya komponen konsentrator yang terbuat dari material dengan transmisivitas tinggi.



Gambar 2.3 *Concentrating Collector*
Sumber : Infostudikimia.com

2.4. **Perpindahan Panas**

Sistem sirkulasi pemanas air energi surya merupakan sebuah rangkaian pemanas air yang terdiri dari berbagai komponen pemanas air untuk menghasilkan air panas yang konstan secara alami. Dalam pemanas air energi surya terdapat tiga cara perpindahan panas yaitu perpindahan panas secara konduksi, konveksi, dan radiasi. Pada penelitian pemanas air energi surya ini, perpindahan panas yang

terjadi adalah secara konveksi dan radiasi. Perpindahan panas secara konveksi merupakan proses perpindahan panas dengan melibatkan perpindahan massa molekul-molekul fluida dari satu tempat ke tempat yang lain.

2.4.1. Konduksi

Konduksi merupakan perpindahan panas melalui materi solid seperti dinding. Laju alir dari panas proporsional dengan perubahan temperatur yang melalui dinding dengan luasnya. Jika t merupakan temperatur dari dinding dan x merupakan ketebalan dinding dari arah flow panas maka laju alir panasnya sebagai berikut :

$$dQ = kA (- dt dx) \quad \dots(\text{Kern,DQ.,1965})$$

dimana :

dt = Temperature difference 2 sisi masuk dan keluar panas ($^{\circ}\text{C}$)

dx = Ketebalan dinding (m)

A = Luas permukaan dinding (m^2)

k = Konduktivitas thermal dinding ($\text{W}/\text{m}^2\text{C}$)

Tingginya konduktivitas thermal dari suatu bahan mempengaruhi laju perpindahan panas. Berbagai material yang ada memiliki konduktivitas thermal yang berbeda-beda sehingga menjadikannya bersifat thermal konduktif maupun insulator.

2.4.2. Radiasi

Ketika radiasi dikeluarkan dari sumber radiasi ke penerima radiasi, sebagian energi di serap dan sebagian lagi dipantulkan. Berdasarkan hukum kedua termodinamika, Boltzman menetapkan laju transfer panas yang diberikan sebagai berikut :

$$dQ = \sigma \varepsilon dA T^4 \quad \dots(\text{Kern,DQ.,1965})$$

σ = Konstanta boltzman ($5,669 \times 10^{-8} \text{ W}/\text{m}^2\text{K}^4$)

ε = Emisivitas

A = Luas permukaan absorber (m^2)

T = Absolut Temperatur (K)

2.4.3. Konveksi

Konveksi merupakan perpindahan panas antara fluida panas dengan fluida dingin melalui proses pencampuran. Laju alir panas secara konveksi dapat menggunakan persamaan :

$$dQ = hA dt \quad \dots(\text{Kern,DQ.,1965})$$

dt = Temperature difference fluida panas dan dingin ($^{\circ}\text{C}$)

A = Luas permukaan kontak fluida (m^2)

h = Koefisien heat transfer ($\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{C}$)

Sementara h dapat dicari dengan persamaan (Holman, 1988; Cengel, 1997) :

$h = \frac{Nu \cdot K}{D}$ dimana Nu adalah angka Nusselts, K menyatakan konduksi fluida ($\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{C}$), dan D adalah diameter pipa tembaga (m).

Pada umumnya koefisien koveksi h dinyatakan menggunakan parameter tanpa dimensi yang disebut bilangan Nusselt. Karena aliran dalam pemanas air energi surya laminer dan tabung-tabungnya adalah relatif pendek, maka bilangan Nusselt rata-rata dan harga rata-rata h dalam tabung dapat dicari menggunakan grafik seperti yang dianjurkan oleh Duffie dan Beckman. Untuk menggunakan grafik dalam gambar tersebut haruslah menghitung sebuah bilangan tidak berdimensi yang disebut dengan bilangan Reynolds.dapun bilangan Reynolds (Re) dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$Re = \frac{4 \cdot \dot{m}}{\pi \cdot d_i \cdot \eta} \quad \dots(\text{Holman, 1988; Cengel, 1997})$$

dengan \dot{m} adalah laju aliran massa fluida (kg/s), dan μ adalah viskositas dinamik ($\text{kg}/\text{m}\cdot\text{s}$). Selain itu untuk menggunakan grafik dalam gambar tersebut haruslah menghitung sebuah bilangan tanpa dimensi lain yang disebut dengan bilangan Prandtl.

Adapun bilangan Prandtl (Pr) dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$Pr = \frac{C_p \cdot u}{k} \quad \dots(\text{Holman, 1988; Cengel, 1997})$$

2.5. Prinsip Kerja Pemanas Air Tenaga Surya

Pemanas air tenaga surya adalah suatu jenis pemanas air yang mengandalkan matahari sebagai sumber energi untuk memanaskan air. Pemanas

air tenaga surya sering kita lihat sudah terinstal di berbagai rumah, karena pemanas dengan tipe atau jenis ini dikenal lebih hemat energi dibandingkan dengan pemanas yang menggunakan listrik sebagai sumber energinya. (Gihon. Matondang, A. Aziz, dan Rahmat I. Imainil. 2016).

Prinsip dasar kerja pemanas air tenaga surya adalah pada saat matahari bersinar, lempengan penyerap panas yang ada dalam panel kolektor akan menangkap radiasi sinar matahari dan mengalirkan panas secara konduksi ke pipa tembaga, kemudian air yang disirkulasikan dalam pipa tembaga tersebut akan menerima perpindahan panas secara konveksi dari pipa tembaga, sehingga suhu air di dalam pipa tersebut perlahan meningkat. Untuk sistem aktif pada dasarnya air dingin akan disirkulasikan oleh pompa dari dalam tangki ke dalam kolektor surya dan air yang telah panas akan kembali ke dalam tangki, hal tersebut mengakibatkan adanya perbedaan massa jenis. Air yang bersuhu tinggi memiliki massa jenis yang lebih kecil, sehingga cenderung akan mengalir ke arah yang lebih tinggi. Sebaliknya air yang bersuhu rendah memiliki massa jenis yang lebih besar dan cenderung akan bergerak ke bawah.

2.6. Kemiringan Panel

Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mendapatkan panas yang maksimal pada kolektor solar water heater adalah dengan menentukan posisi sudut kemiringan panel terhadap pergerakan arah matahari. Kemiringan atau *slope* adalah sudut antara permukaan bidang yang dinyatakan dengan permukaan horizontal. Menurut Ismail (2015) kemampuan kolektor surya untuk menangkap dan menyimpan radiasi dipengaruhi oleh intensitas penyinaran matahari yang tertangkap oleh reflektifitas kolektor.

2.7. Pipa Saluran Air

Dalam pemanas air tenaga surya ini, digunakan pipa *stainless steel* sebagai penyalur aliran air. Pipa *stainless steel* ini dipilih karena mempunyai kecenderungan kuat atau tahan terhadap panas yang keluar dari kolektor, selain itu dari segi ketahanan terhadap korosi pipa *stainless steel* lebih tahan jika dibandingkan dengan pipa tembaga dan aluminium.

2.8. Pemanas Air Sistem Thermosipon

Sistem Thermosipon merupakan suatu sistem yang mengacu pada metode pertukaran panas pasif berdasarkan konveksi alam, yang beredar tanpa perlu adanya pompa mekanik. Efek *thermosiphoning* terjadi karena massa jenis tetesan air terhadap kenaikan suhu. Oleh karena itu, dengan aksi radiasi matahari diserap, air dalam kolektor dipanaskan dan dengan demikian memuai, menjadi lebih kecil padat, dan naik melalui kolektor ke bagian atas tangki penyimpanan. Di sana ia digantikan oleh air dingin yang telah tenggelam ke dasar tangki, dari mana itu mengalir ke kolektor. Sirkulasi terus menerus selama matahari bersinar.

Pemanas air tenaga matahari ini jauh lebih sederhana dan lebih efisien dibandingkan dengan pemanas air elektrik, karena pemanas tenaga surya hanya memerlukan panas matahari yang cukup untuk membangkitkan panas yang digunakan untuk memanaskan air dalam kolektor, selain itu pemanas air ini tentunya akan lebih menghemat penggunaan listrik (Nugroho, 2004).