

PENINGKATAN KAPASITAS PEMANAS AIR KOLEKTOR PEMANAS AIR SURYA PLAT DATAR DENGAN PENAMBAHAN BAHAN PENYIMPAN KALOR

Firman, Sri Suwasti¹⁾, Fitriah Darmawan, Nurul Husna²⁾

Abstrak: Penelitian ini bertujuan mengkaji secara eksperimental perpindahan kalor pada kolektor pemanas air tenaga surya dengan menggunakan penambahan bahan penyimpanan kalor asam stearat. Penggunaan asam stearat untuk meningkatkan penyerapan kalor, sehingga kinerja pemanas air tenaga surya semakin meningkat. Material penyimpanan kalor diisikan ke dalam sela-sela pipa antara Pipa dengan diameter 3/8 inci digunakan sebagai tempat mengalirnya air yang akan dipanaskan oleh radiasi matahari, sedangkan untuk pipa diameter 3/4 inci digunakan sebagai tempat penyimpanan asam stearat sebagai bahan penyimpan kalor yang akan membungkus pipa ukuran 3/8 inci, yang disusun secara berderetan di dalam kolektor. Pengujian aliran fluida dalam pipa tembaga dilakukan untuk menganalisis proses penyimpanan kalor pada material penyimpan kalor. Pengujian dilakukan dengan variasi debit air 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 dan 0,5 liter/menit selama 4 minggu. Temperatur air dalam tangki dan kolektor diukur dengan menggunakan thermometer. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan selama 4 minggu maka didapatkan nilai temperatur tertinggi yaitu 95 °C dengan radiasi matahari mencapai 930 W/m² dengan efisiensi 21.39% sedangkan yang tidak menggunakan penyimpan kalor yaitu 57°C dengan radiasi matahari 879 W/m² dengan efisiensi 31.18%.

Kata Kunci: energy surya, pemanas air, material penyimpan kalor.

I. PENDAHULUAN

Energi yang dihasilkan matahari merupakan salah satu energi alternatif yang terbarukan dan telah banyak dimanfaatkan dalam beberapa penelitian dan dalam kehidupan sehari-hari. Karena energi surya adalah energi yang tidak polutif, bersifat kontinyu dan tidak dapat habis, Salah satu bentuk pemanfaatan energi radiasi matahari adalah untuk memanaskan air. Agar dapat memanfaatkan energi radiasi matahari untuk memanaskan air digunakan suatu perangkat untuk mengumpulkan energi radiasi matahari yang sampai ke permukaan bumi dan mengubahnya menjadi energi kalor yang berguna. Perangkat ini disebut dengan kolektor surya.

Penelitian pemanasan air kolektor surya telah banyak dilakukan, salah satunya pemanfaatan kolektor surya dengan plat datar dan penambahan bahan penyimpan kalor. Penambahan bahan penyimpan kalor berfungsi menampung panas yang sudah diserap sehingga mampu menjaga air tetap panas untuk waktu tertentu. Dengan adanya penambahan bahan penyimpan kalor pada kolektor surya diharapkan mampu meningkatkan efektifitas kinerja dari kolektor surya.

Howel (1982), ada tiga mekanisme dasar untuk menganalisis perpindahan panas pada kolektor ini, yaitu mekanisme konduksi, konveksi, dan radiasi. Suatu gambaran mengenai tiga cara perpindahan panas dalam sebuah alat pemanas surya dapat dijelaskan sebagai berikut : panas mengalir secara konduksi sepanjang plat

¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

²⁾ Alumni Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

penyerap (absorber) dan melalui dinding luar masuk ke permukaan dinding dalam saluran. Kemudian panas dari permukaan dinding dalam dipindahkan ke fluida dalam saluran dengan cara konveksi. Plat penyerap (absorber) yang panas itu melepaskan panas ke plat datar dan kaca penutup dengan cara konveksi alamiah dan cara radiasi.

Prinsip kerjanya adalah panas dari matahari diterima oleh kolektor yang terdapat di dalam terdapat pipa-pipa berisi air. Panas yang diterima kolektor akan diserap oleh air yang berada di dalam pipa sehingga suhu air meningkat. Air dingin dialirkan dari bawah sedangkan air panasnya dialirkan lewat atas karena massa jenis air panas lebih kecil daripada massa jenis air dingin (prinsip *thermosipon*). Air ini lalu masuk ke dalam penyimpanan panas. Pada penyimpanan panas, panas dari air ini dipindahkan ke pipa berisi air yang lain yang merupakan persediaan air untuk mandi/antiseptik. Sedangkan air yang berasal dari kolektor akan diputar kembali ke kolektor dengan menggunakan pompa atau hanya menggunakan prinsip *thermosipon*. Persediaan air panas akan disimpan di dalam tangki penyimpanan yang terbuat dari bahan isolator thermal. Pada sistem ini terdapat pengontrol suhu jika suhu air panas yang dihasilkan kurang dari yang diinginkan maka air akan dimasukkan kembali ke tangki penyimpanan panas untuk dipanaskan kembali.

Pipa-pipa tembaga yang berada di dalam kolektor surya akan dibungkus dengan menggunakan plat aluminium yang kemudian akan dipasangkan bahan penyerap kalor diantara pipa-pipa tembaga tersebut. Pada penelitian ini bahay yang digunakan untuk penyimpanan panas ialah Asam Stearat.

Lane (1984), penyimpanan energi panas laten memerlukan volume yang lebih kecil dibandingkan dengan penyimpanan energi panas sensibel. Disamping itu penyimpanan energi panas laten dapat menyimpan sejumlah besar energi panas dengan perubahan yang kecil pada temperature.

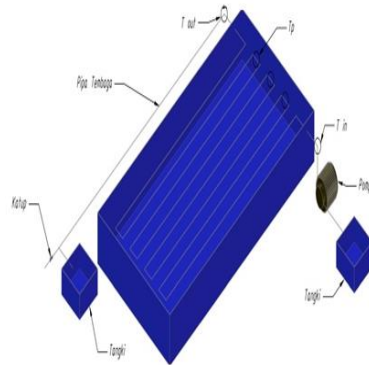


Gambar 1. Asam Stearat

Karman, dkk. (2015) Asam stearat memiliki kalor laten yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kalor sensibel zat yang dipanaskan (temperatur lebur zat pemanas lebih reaksi kimia yang stabil, biaya rendah, tidak beracun, dan tidak menyebabkan korosi. Asam stearat merupakan padatan pada temperatur ruang. Padatan tersebut berupa butiran seperti gula pasir yang berwarna putih seperti lilin.

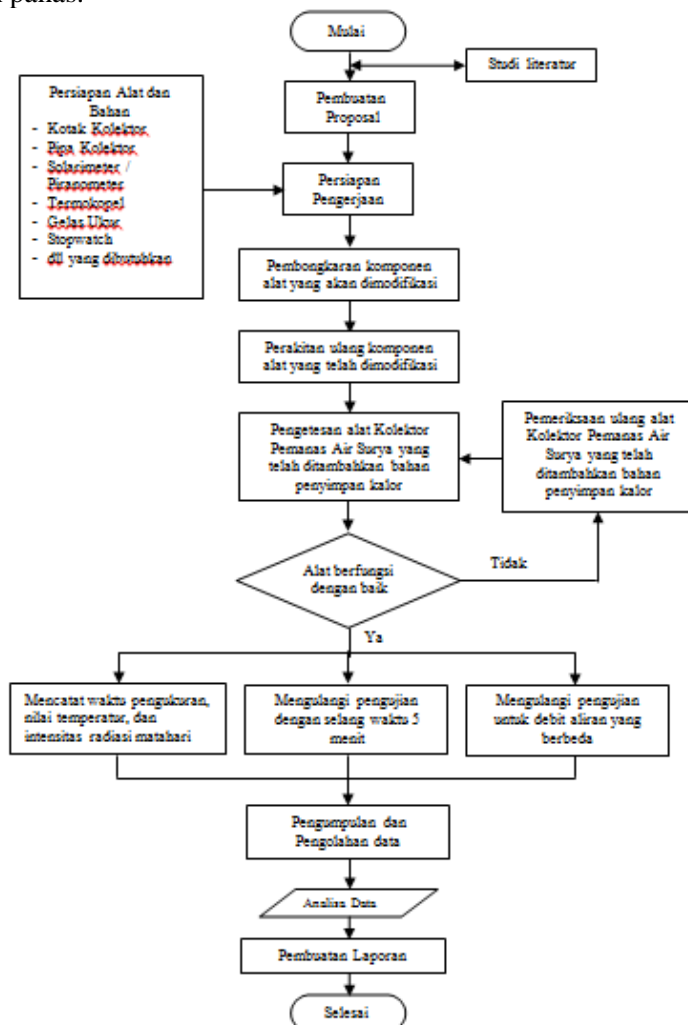
II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Teknik Konversi Energi dan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang. Pada penelitian ini bahan yang digunakan untuk penyimpanan panas ialah Asam Stearat. Pada pelaksanaan penelitian ini diperlukan beberapa peralatan yaitu: *thermocouple*, *thermometer*, alat sensor suhu dan *pirano meter*. Rangkaian eksperimental berdasarkan pada prinsip pemasangan seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian kolektor pemanas air surya

Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan metode efisiensi sesaat untuk mengetahui unjuk kerja sistem kolektor surya. Yang ditekankan pada proses pemanas air pada kolektor surya, kolektor yang digunakan adalah plat datar dengan menggunakan bahan penyimpan kalor yang diharapkan meningkatkan proses perpindahan panas.



Gambar 3. Diagram Alir Prosedur Perancangan

Pengambilan data pada kolektor pemanas air surya dibagi dalam 5 tahap, dengan debit yang berbeda untuk tiap harinya, mulai dari debit $0,5 \text{ m}^3/\text{s} - 0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ yang dilakukan selama 4 minggu mulai dari pukul 10.00 – 16.00 WITA. Hal ini dilakukan untuk membandingkan data mulai dari minggu 1 sampai minggu ke 4.

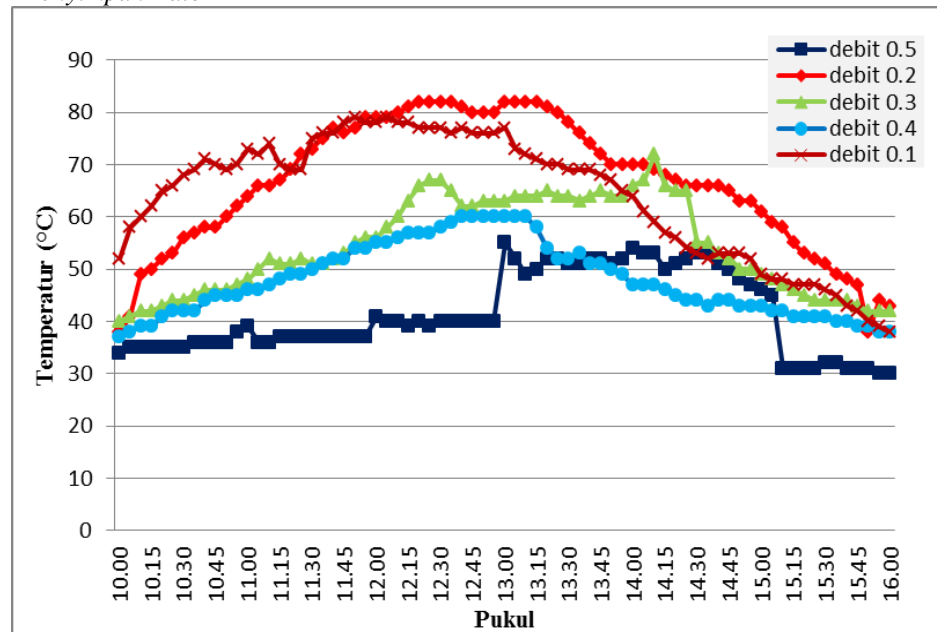
Jumlah penggunaan asam stearat selama proses pengambilan data berlangsung yakni sebanyak 3,5 kg yang pada awalnya asam stearat ini dicairkan kemudian dituang ke dalam pipa-pipa penyimpanan asam stearat sampai penuh yang nantinya akan membantu proses pemanasan air dalam pipa.

Ada beberapa hal yang diukur dalam pengambilan data, yaitu temperatur air masuk, temperatur air keluar, temperatur asam stearat, dan intensitas radiasi matahari yang akan dicatat setiap 5 menit selama proses pengujian berlangsung.

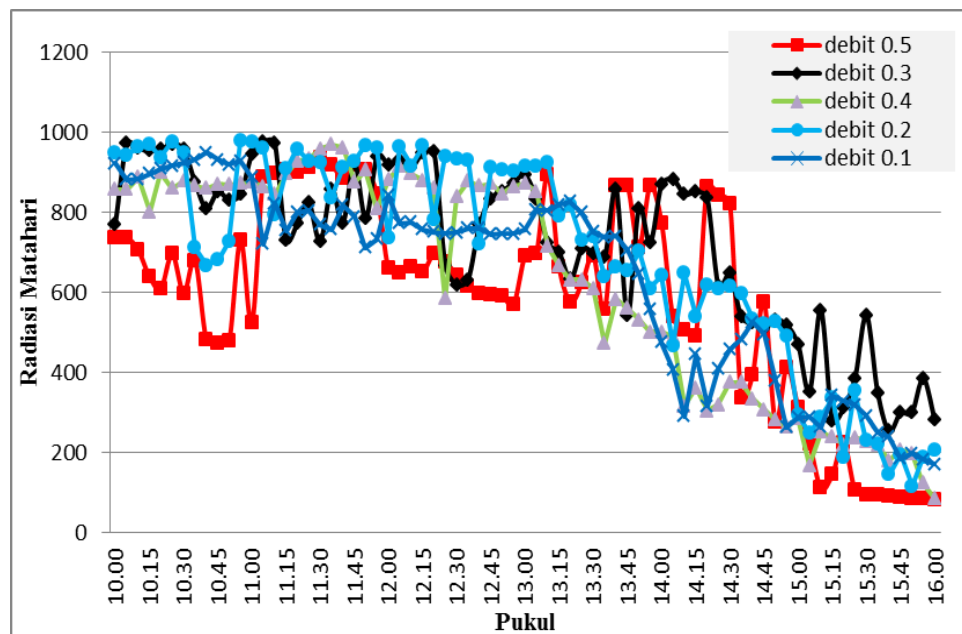
Berdasarkan analisa data untuk debit $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$, maka diperoleh hasil sebagai berikut, $T_f = 48 \text{ }^\circ\text{C}$, $\rho = 988,92 \text{ kg/m}^3$, $Q = 8,33 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$, $\dot{m} = 0,0082 \text{ kg/s}$, $Q_s = 1176 \text{ Watt}$, $C_p = 4180 \text{ kJ/kg }^\circ\text{C}$, $\dot{Q}_u = 274 \text{ Watt}$, $\eta_s = 23\%$.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada gambar 4 untuk debit $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$, yang mengalami peningkatan mulai dari pukul 10.00 sampai pukul 13.00 dengan temperatur tertinggi yaitu sebesar $55 \text{ }^\circ\text{C}$ dan mengalami penurunan temperatur secara drastis pada pukul 15.00 yang disebabkan kondisi cuaca yang mendung. Untuk debit $0,4 \text{ m}^3/\text{s}$ menunjukkan grafik kondisi temperatur yang mengalami peningkatan mulai pada pukul 10.00 sampai pada pukul 13.10 dengan temperatur sebesar $60 \text{ }^\circ\text{C}$ dan setelah pukul 13.10 temperatur solar waterheater mengalami penurunan sampai mencapai temperatur terendah sebesar $38 \text{ }^\circ\text{C}$. Untuk debit $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ menunjukkan grafik kondisi temperature yang fluktuatif dikarenakan kondisi cuaca yang tidak menentu selama proses pengujian dan selama pengujian tersebut temperatur tertinggi yang mampu dicapai solar water heater yaitu sebesar $72 \text{ }^\circ\text{C}$ pada pukul 14.10. Untuk debit $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ menunjukkan grafik kondisi temperatur yang mengalami peningkatan mulai pada pukul 10.00 sampai pada pukul 13.15 dengan temperatur sebesar $82 \text{ }^\circ\text{C}$ dan setelah pukul 13.15 temperatur solar waterheater mengalami penurunan sampai mencapai temperatur terendah sebesar $38 \text{ }^\circ\text{C}$. Untuk debit $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ menunjukkan grafik kondisi temperature yang fluktuatif karena kondisi cuaca yang berubah-ubah selama proses pengujian dan selama pengujian tersebut temperatur tertinggi yang mampu dicapai solar water heater yaitu sebesar $79 \text{ }^\circ\text{C}$ pada pukul 12.05 dan temperatur terendah yaitu sebesar $38 \text{ }^\circ\text{C}$ pada pukul 16.00.



Gambar 4. Grafik hubungan antara waktu (t) terhadap temperatur ($^{\circ}\text{C}$) untuk seluruh laju aliran.



Gambar 5. hubungan antara waktu (t) terhadap radiasi matahari (E_s) untuk seluruh laju aliran.

Pada gambar 5 untuk debit $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$, menunjukkan grafik kondisi dari radiasi matahari yang fluktuatif, hal tersebut disebabkan karena kondisi cuaca yang tidak menentu selama proses pengujian dan selama pengujian tersebut radiasi matahari tertinggi yang diperoleh untuk memanaskan air yaitu sebesar $937 \text{ W}/\text{m}^2$ pada pukul 11.30 dan radiasi matahari terendah yaitu sebesar $82 \text{ W}/\text{m}^2$ pada pukul 16.00. Untuk debit $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$, juga menunjukkan grafik kondisi radiasi matahari yang fluktuatif, namun radiasi tertinggi diperoleh pada pukul 11.35 dengan intensitas

radiasi matahari sebesar 969 W/m^2 dan radiasi matahari terendah pada pukul 16.00 sebesar 87 W/m^2 . Untuk debit $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$, menunjukkan grafik kondisi dari radiasi matahari yang fluktuatif, ini disebabkan karena kondisi cuaca yang tidak menentu selama proses pengujian berlangsung dan selama pengujian tersebut radiasi matahari tertinggi yang diperoleh untuk memanaskan air yaitu sebesar 977 W/m^2 pada pukul 11.05 dan radiasi matahari terendah yaitu sebesar 254 W/m^2 pada pukul 15.40. Untuk debit $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$, juga menunjukkan grafik kondisi radiasi matahari yang fluktuatif, namun radiasi tertinggi diperoleh pada pukul 10.55 dengan intensitas radiasi matahari sebesar 978 W/m^2 dan radiasi matahari terendah pada pukul 15.50 sebesar 117 W/m^2 . Untuk debit $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$, menunjukkan grafik kondisi radiasi matahari yang fluktuatif karena kondisi cuaca yang berubah-ubah selama proses pengujian berlangsung dan selama pengujian tersebut radiasi matahari tertinggi yang diperoleh untuk memanaskan air yaitu sebesar 949 W/m^2 pada pukul 10.40 dan intensitas radiasi matahari terendah yaitu 171 W/m^2 pada pukul 16.00.

Kemampuan asam stearat memanaskan air dalam kondisi cuaca yang cerah signifikan mengalami peningkatan temperatur. Temperatur air tertinggi diperoleh pada percobaan minggu 1 untuk debit $0,1 \text{ L/min}$ yang menghasilkan temperatur air sebesar 95°C pada pukul 12.05 WITA dengan radiasi matahari 930 W/m^2 . Untuk kondisi cuaca yang mendung terjadi pada setiap pengujian dan temperatur air mengalami penurunan, namun penurunan temperatur tidak terlalu besar. Sedangkan untuk kondisi pada saat hujan terjadi pada percobaan minggu ke 2 untuk debit $0,4 \text{ L/min}$ pada pukul 14.30. Pada kondisi ini asam stearat masih menyimpan panas dengan temperatur 41°C dan temperatur air sebesar 39° . Hingga pukul 16.00 temperatur air terus menurun sampai 31°C .

Adapun hasil percobaan yang dilakukan pada alat menunjukkan adanya peningkatan volume air panas yang dihasilkan, yaitu sebesar 18 liter per jam dibanding untuk hasil percobaan pada alat sebelumnya hanya mampu menghasilkan 9 liter per jam untuk temperatur yang sama yaitu 57°C . Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa dengan adanya penambahan bahan penyimpan kalor, maka kapasitas pemanas air dapat meningkat.

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan bahan penyimpan kalor dapat disimpulkan bahwa temperatur air keluaran akan meningkat ketika radiasi matahari yang diterima kolektor surya meningkat dan temperatur tertinggi yaitu 95°C dengan radiasi matahari mencapai 930 W/m^2 pada pukul 12:05 WITA sehingga suhu temperature keluarannya meningkat. Adapun efisiensinya yaitu 21.39%. Sedangkan pada penelitian tanpa material penyimpan kalor temperatur air keluarannya yaitu 57°C dengan radiasi matahari 879 W/m^2 dan efisiensi 31.18%.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Howel, R.& John. 1982. *Solar Thermal Energy System Analisis and Design*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Karman, dkk. 2015. *Penyimpanan Energi Panas untuk Meningkatkan Kinerja Pemanas*. Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim Semarang.