

INTISARI

Thermal Energi Storage (TES) merupakan metode yang dapat digunakan untuk mengatasi kekurangan *Solar Water Heater* (SWH). TES memerlukan media penyimpanan energi yang disebut *Phasa Change Material* (PCM). Salah satu jenis material PCM yaitu *paraffin wax* karena memiliki densitas energinya cukup tinggi (200 kJ/kg) namun konduktivitas termalnya rendah (0,2 W/m.°C), sehingga perlu penambahan material lain yang memiliki konduktivitas termal yang tinggi. Pada penelitian ini campuran PCM yang digunakan yaitu campuran *paraffin wax* dengan serbuk tembaga fraksi massa 10%. Kesulitan dalam penelitian secara eksperimental yaitu waktu terjadinya proses pelelehan dan pembekuan PCM tidak dapat diprediksi, oleh karena itu diperlukan studi simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Salah satu tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui waktu proses terjadinya pelelehan dan pembekuan campuran *paraffin wax* dengan serbuk tembaga fraksi massa 10%.

Konfigurasi geometri terdiri dari tangki sebagai *Heat Transfer Fluid* (HTF) dan 32 pipa tembaga berisi campuran PCM. Simulasi ini dilakukan menggunakan ANSYS Fluent 18.0 yang terdiri dari proses *charging* dan *discharging* secara kontinyu. Pada proses *charging* memiliki debit air 0,6 LPM dan 0,9 LPM dengan pemanas fluks kalor 1200 Watt. Sementara pada *discharging* debit air 1,5 LPM dan 2,5 LPM. Objek simulasi meliputi evolusi temperatur serta waktu pelelehan dan pembekuan campuran PCM.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa semakin besar debit aliran maka semakin cepat waktu pelelehan dan pembekuannya. Waktu pelelehan sempurna pada proses *charging* variasi 0,6 LPM yaitu 3,43 jam dan 0,9 LPM yaitu waktu 2,96 jam. Sementara waktu mencapai pembekuan sempurna pada proses *discharging* secara kontinyu pada variasi 1,5 LPM yaitu 0,46 jam dan 2,5 LPM yaitu 0,39 jam.

Besar nilai laju penyerapan kalor tertinggi terjadi pada variasi 0,9 LPM sebesar : 638,74 J/s pada air, 73,61 J/s pada PCM sensibel dan 216,43 J/s pada PCM laten. Pada variasi 0,6 LPM sebesar : 557,04 J/s pada air, 55,95 J/s pada PCM sensibel dan 228,71 pada PCM laten. Besar nilai pelepasan kalor tertinggi terjadi pada variasi 2,5 LPM sebesar : 810,75 J/s pada air, 36,95 J/s pada PCM sensibel dan 7085,00 J/s pada PCM laten. Sedangkan nilai pelepasan kalor pada variasi 1,5 LPM sebesar : 526,47 J/s pada air, 28,55 J/s pada PCM sensibel dan 3298 J/s pada PCM laten. Besar nilai kenaikan temperatur tertinggi terjadi pada variasi 0,9 LPM sebesar : 12,76 °C/jam pada air dan 12,50 °C/jam pada PCM. Sedangkan kenaikan temperatur pada variasi 0,6 LPM sebesar : 11,12 °C/jam pada air dan 10,88 °C/jam pada PCM. Besar nilai penurunan temperatur tertinggi terjadi pada variasi 2,5 LPM sebesar : 16,19 °C/jam pada air dan 15,592 °C/jam pada PCM. Pada variasi 1,5 LPM sebesar : 10,51 °C/jam pada air dan 10,28 °C/jam pada PCM.

Nilai deviasi dari pengujian *charging* variasi 0,6 LPM yaitu 32,09 % dan pada variasi 0,9 LPM yaitu 17,80 %. Sementara pengujian *discharging* secara kontinyu variasi 1,5 LPM yaitu 61,35 % dan pada variasi 2,5 LPM yaitu 48,79 %.

Kata kunci: Fluent, TES, PCM, fluks kalor, *discharging* kontinyu.

ABSTRACT

Thermal Energy Storage (TES) is a method that can be used to overcome the shortcomings of Solar Water Heater (SWH). TES requires an energy storage medium called the Phase Change Material (PCM). One type of PCM material is paraffin wax because it has a high energy density (200 kJ / kg) but the thermal conductivity is low (0.2 W / m.°C), so it is necessary to add other materials that have high thermal conductivity. In this study the PCM mixture used was a mixture of paraffin wax with 10% mass fraction copper powder. The difficulty in experimental research is that when the melting and solidification of the PCM can not be predicted, therefore it need a Computational Fluid Dynamics (CFD) simulation study. One of the objectives of this research is to determine the time of the melting and solidification of the paraffin wax mixture with 10% copper fraction mass powder.

The geometry configuration consists of a tank as a Heat Transfer Fluid (HTF) and 32 copper pipes containing a PCM mixture. This simulation using ANSYS Fluent 18.0 which consists of continuous charging and discharging processes. The charging process has a water discharges of 0.6 LPM and 0.9 LPM with a 1200 Watt heat flux heater. While the discharging of 1.5 LPM and 2.5 LPM water discharges. Simulation objects include temperature evolution and melting time and solidification of the PCM mixture.

The simulation results show that the greater the flow rate, the faster the melting and solidification time. This is evidenced by the perfect melting time in the charging process variation of 0.6 LPM, which is 3.43 hours and 0.9 LPM which is 2.96 hours. While the time to achieve perfect solidification in the process of continuous discharging at a variation of 1.5 LPM is 0.46 hours and 2.5 LPM is 0.39 hours. The highest value of heat absorption rate occurred at a variation of 0.9 LPM : 638.74 J/s in water, 73.61 J/s in sensible PCM, and 216.43 J/s in latent PCM. At a variation of 0.6 LPM : 557.04 J/s in water, 55.95 J/s in sensible PCM and 228.71 J/s in latent PCM. The highest value of heat release occurred at a variation 2.5 LPM : 810.75 J/s in water, 36.95 J/s in sensible PCM and 7085.00 J/s in latent PCM. Whereas the value of heat release in the variation of 1.5 LPM was: 526.47 J/s in water, 28.55 J/s in sensible PCM and 3298 J/s in latent PCM. The highest value of temperature rise occurred at a variation of 0.9 LPM : 12.76 °C/hour in water and 12.50 °C/hour in PCM. While the increase in temperature at a variation of 0.6 LPM of : 11.12 °C/hour in water and 10.88 °C/hour in PCM. The highest value of temperature reduction occurred at a variation of 2.5 LPM of : 16.19 °C/hour in water and 15.592 °C/hour in PCM. At a variation of 1.5 LPM of : 10.51 °C/hour in water and 10.28 °C/hour in PCM. The deviation value of the 0.6 LPM variation charging test is 32.09 % and the 0.9 LPM variation is 17.80 %. While testing the continuous discharging variation of 1.5 LPM is 61.35 % and at 2.5 LPM variation is 48.79 %.

Keywords: Fluent, TES, PCM, heat flux, continuous discharging.