

INTISARI

Penggunaan air sebagai material penyimpan kalor jenis sensibel pada pemanas air tenaga surya (PATS) mempunyai kekurangan antara lain densitas energinya rendah. *Phase change material* (PCM) adalah salah satu material penyimpan kalor jenis laten yang memiliki densitas energi yang tinggi. Oleh karena itu, PCM menarik diaplikasikan pada sistem PATS. Penelitian tentang penggunaan PCM pada sistem PATS (PATS-PCM) telah banyak dilakukan. Namun demikian, penelitian tersebut belum mengungkap tentang kinerja termal sistem PATS-PCM pada saat PCM dilakukan *charging* sampai penuh. Pengumpulan energi termal akumulatif PCM yang tersimpan di dalam tangki PATS juga belum dapat dijelaskan, khususnya yang berhubungan dengan variable-variabel teknisnya. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki karakteristik PATS-PCM tipe aktif pada kondisi *full load charged* dengan beberapa variasi.

Penelitian diawali dengan melakukan eksperimen menggunakan PATS tipe aktif. Volume tangki yang dipakai adalah 60 liter. *Paraffin wax* RT 52 diisikan di dalam 13 buah kapsul berbentuk silinder kemudian kapsul dimasukkan di dalam tangki. Sumber energi sistem PATS-PCM berasal dari *solar simulator*. Parameter yang diatur adalah *heat flux* sebesar 1000 W/m^2 dan debit air 2 LPM. Proses *charging* PATS-PCM dilakukan selama 143 menit. Data yang direkam adalah temperatur *heat transfer fluid* (HTF) dan PCM. Langkah berikutnya adalah membangun program simulasi sistem PATS-PCM sebagaimana yang dilakukan dalam eksperimen menggunakan *software* ANSYS. Simulasi dijalankan dengan 4 buah variasi jumlah *mesh*. Hasil distribusi temperatur HTF dan PCM kemudian divalidasi dengan hasil dari eksperimen. Selanjutnya, program simulasi yang paling mendekati dengan hasil eksperimen digunakan untuk menyelidiki perolehan energi termal akumulatif PCM berdasarkan parameter *heat flux*, debit HTF, diameter kapsul dan porositas tangki.

Eksperimen PATS-PCM menghasilkan temperatur akhir HTF dan PCM masing-masing sebesar $60,0520 \text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $56,5760 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Simulasi dengan jumlah *mesh* 460.948 menghasilkan R^2 terbaik yaitu 0,9992 untuk HTF dan 0,9945 untuk PCM. Variasi *heat flux* dan porositas tangki mempengaruhi perolehan energi termal akumulatif PCM secara signifikan, sedangkan pengaruh variasi debit aliran HTF adalah rendah. Konstruksi susunan kapsul memegang peranan penting dalam perolehan energi termal akumulatif PCM untuk variasi diameter kapsul.

Kata kunci: Pemanas air tenaga surya, *phase change material*, *paraffin wax*, *charging*, energi termal akumulatif

ABSTRACT

The use of water as a sensible type of heat storage material in solar water heaters (SWH) has disadvantages, including its low energy density. Phase change material (PCM) is a latent type of heat storage material with a high energy density. Therefore, PCM is interesting to be applied to the SWH system. Research on the use of PCM in the SWH system (SWH-PCM) has been widely conducted. However, this study has not revealed the thermal performance of the SWH-PCM system when the PCM is fully charged. The accumulative thermal energy collection of PCM stored in the SWH tank has not yet been explained, especially concerning its technical variables. This study investigates the characteristics of the active type SWH-PCM at full load charged conditions with several variations.

The research begins with conducting experiments using the active type of SWH. The volume of the tank used was 60 liters. Paraffin wax RT 52 is filled in 13 cylindrical capsules then the capsules were put into the tank. The energy source for the SWH-PCM system comes from the solar simulator. The regulated parameters are a heat flux of 1000 W/m^2 and a water discharge of 2 LPM. The SWH-PCM charging process was carried out for 143 minutes. The data recorded were temperature heat transfer fluid (HTF) and PCM. The next step was to build a PATS-PCM system simulation program with the conditions in the experiment using the ANSYS software. The simulation was run with four variations in the number of meshes. The results of the HTF and PCM temperature distribution were then validated with the results from the experiment. Furthermore, the simulation program closest to the experimental results is used to investigate the accumulative thermal energy gain of PCM based on some parameters of heat flux, HTF discharge, capsule diameter, and tank porosity.

The SWH-PCM experiment produced the final temperatures for HTF and PCM of 60.0520°C and 56.5760°C , respectively. Simulation with a mesh number of 460,948 produces the best R2, namely 0.9992 for HTF and 0.9945 for PCM. The variation of heat flux and tank porosity significantly affected the accumulative thermal energy gain of PCM, while the effect of variation in HTF flow rate was low. The construction of the capsule arrangement plays an important role in the accumulative thermal energy of PCM for variations in capsule diameter.

Key words: Solar water heater, phase change material, paraffin wax, charging, cumulative energy stored