

SISTEM PEMANAS AIR PEMANFAATAN TENAGA MATAHARI MENGGUNAKAN METODE CFD

Ismayati Sutina Azis^{1*)}, Esta Larosa²⁾, Andi Muhammad Fiqri Achmad³⁾, Sabdha Purna Yudha⁴⁾, Rifaldy Ramadhan Latief⁵⁾

^{1),4),5)}Teknik Manufaktur Industri Agro, Politeknik ATI Makassar

²⁾Teknik Industri, Universitas Negeri Gorontalo

³⁾ Teknik Industri Agro, Politeknik ATI Makassar

E-mail : ismayatisutinaazis@atim.ac.id

Abstrak

Energi matahari banyak dimanfaatkan sebagai energi terbarukan yang berlimpah dan berasal dari sumber daya alam dari proses yang berkelanjutan. Sistem pemanas air pemanfaatan tenaga matahari yang menggunakan metode CFD ini adalah sistem yang memanfaatkan sumber energi berasal dari tenaga matahari. Menggunakan pelat absorber sebagai penyerap panas. Penelitian dengan metode CFD yang dilakukan ini sebagai tindak lanjut unjuk kerja Sistem pemanas air pemanfaatan tenaga matahari dengan tambahan penggunaan material yaitu PCM (Phase Change Material). Contoh pemodelan dari absorber kolektor pemanas pemanas air pemanfaatan tenaga matahari dilakukan dengan memvariasikan absorber plat yang digunakan sebagai media penyimpanan PCM maupun dengan tanpa penyimpanan PCM. Pelat absorber sebagai penyerap energi matahari untuk penyimpanan energi pada PCM dimodelkan dengan pemberian tiga model ketebalan variasi dengan masing masing ketebalan PCM adalah 0,015 m, 0,01 m, dan 0,006 m. Data pengujian yang dilakukan secara eksperimental yang diambil pada penelitian sebagai nilai rujukan awal untuk penelitian ini, sedangkan untuk pemodelan dilakukan dengan metode software CFD (Computational Fluid Dynamics) FLUENT. Dari hasil penelitian dengan metode CFD terlihat efisiensi dari absorber pelat kolektor tertinggi yang terlihat pada penelitian ini adalah pada kolektor yang menggunakan PCM dengan variasi tebal PCM yaitu 0,015 m. Efisiensi yang didapatkan dirata-rata 67,49 %.

Kata Kunci: Pemanas air tenaga matahari, PCM, CFD.

Abstract

The Utilization of solar energy as renewable energy is overflow and comes from natural resources of sustainable natural processes. The water heating system that utilizes solar energy using the CFD method is a system that utilizes energy sources originating from solar energy. It heating system uses a heat-absorbing plate. This research is the development of thermal performance on a solar water heating system with PCM (Phase Change Material). Modeling of solar water heater collector with absorber plate variation using PCM storage and without PCM storage was investigated by numerical simulation. The absorbent plate with PCM storage was given three variations of PCM thickness, namely 0.015 m, 0.01 m, and 0.006 m. By using experimental test data as a reference value, the simulation used CFD (Computational Fluid Dynamics) FLUENT software. The results showed that the greatest collector efficiency was provided by a solar water heating system using PCM storage with a thickness of 0.015 m, where the average efficiency was 67.49%.

Keywords: Solar water heater; Phase change material (PCM) , computational fluid dynamics (CFD).

PENDAHULUAN

Pengembangan sistem pemanas air dengan memanfaatkan tenaga matahari kini telah berkembang pesat dan karena perlunya pengembangan sistem peralatan yang menggunakan sumber energi terbarukan sehingga terus menerus dilakukan upaya pengembangan penelitian. Sistem pemanas air pemanfaatan tenaga matahari yang

menggunakan metode CFD ini sebagai pengembangan dari sistem pemanas air pemanfaatan tenaga matahari sebelumnya dan tentunya perlu ada peningkatan efisiensi dengan pengembangan teknologi dari penelitian ini.

Penelitian ini yaitu dilakukan pemodelan suatu sistem pemanas air pemanfaatan tenaga matahari yang menggunakan metode CFD ini dengan

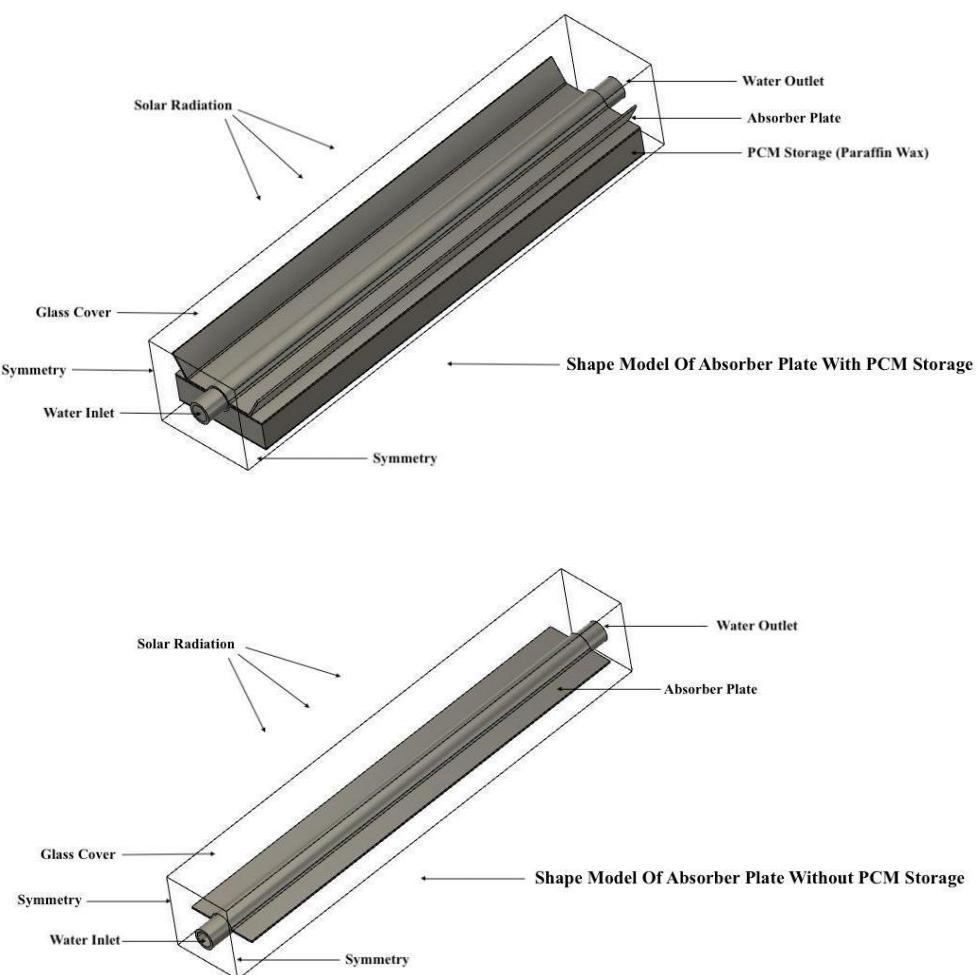
penambahan pelat absorber sebagai kolektor penyerap untuk media penyimpanan PCM.

Pendekatan komparatif numerik terkait adanya unsur tambahan Phase Change Material pada sistem pemanas air tenaga matahari sebelumnya telah ditinjau oleh Bouhal. Temuan dari hasil penelitiannya menunjukkan bahwa pemilihan ada peranan penting PCM dalam hal peningkatan efisiensi. Tentunya dengan melihat fenomena perubahan fasa dan sistem kinerja termal.

Dari hasil pemodelan ini terlihat bahwa terjadi perubahan temperature air yang mengalir keluar dari pelat absorber dibandingkan dengan temperatur air yang masuk. Perbedaan temperature antara air masuk dan air keluar menghasilkan efisiensi 68.32%.

METODE PENELITIAN

Pengujian dilakukan menggunakan metode simulasi numerik dengan pemodelan geometri yang disimulasikan masing-masing terdiri dari satu buah kaca penutup, satu buah pipa, satu buah pelat absorber baik itu yang datar (konvensional) tanpa PCM storage, atau yang berbentuk V untuk sistem pemanas air memanfatkan tenaga matahari dengan PCM storage, satu buah PCM storage dengan ketebalan PCM masing-masingnya adalah 0,015 m, 0,01 m, dan 0,006 m, serta kedua sisi yang simetri kiri dan kanannya. Pengujian dilakukan dengan variasi intensitas radiasi matahari yang konstan yaitu : 400 W/m², 700 W/m², dan 1000 W/m².

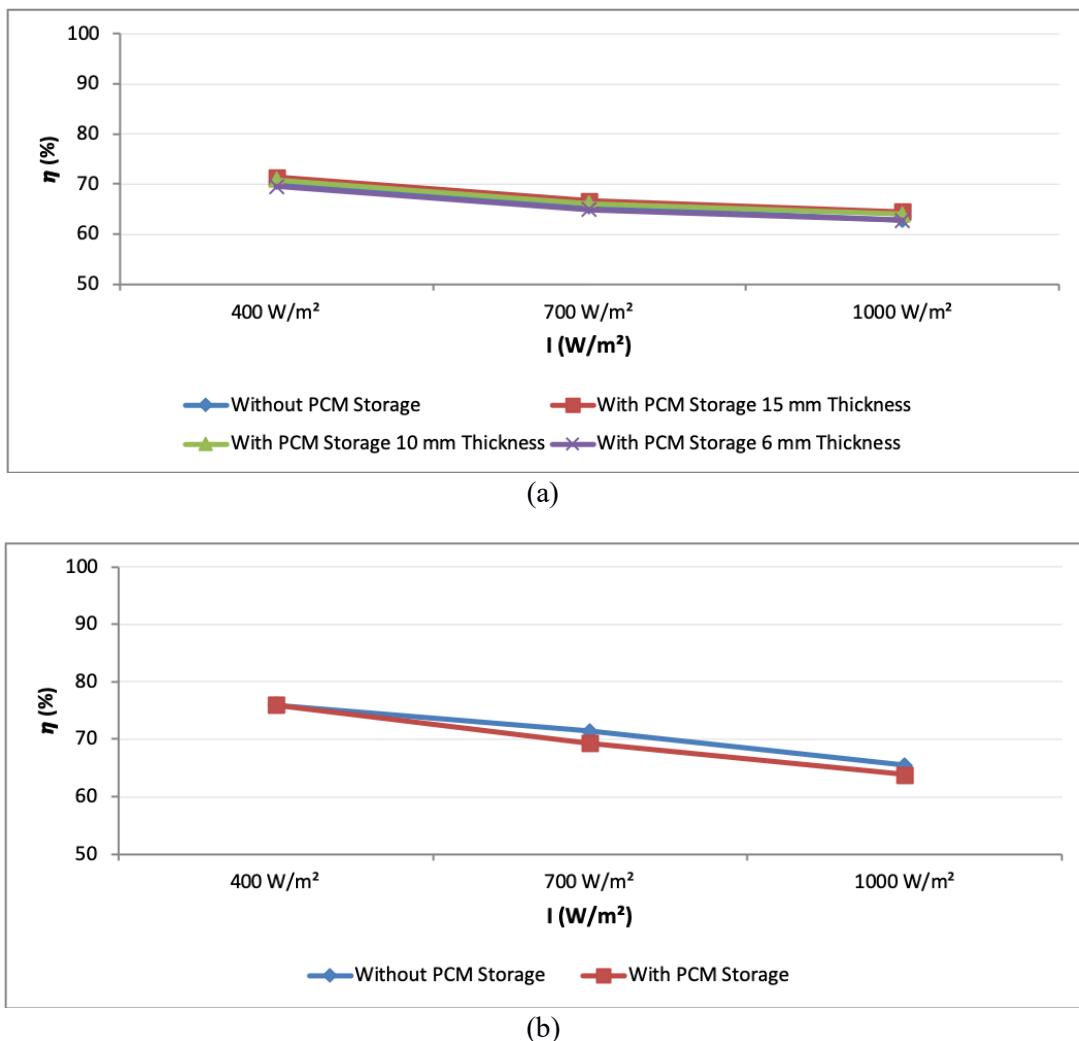


Gambar 3. Skema Pengujian Simulasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Grafik uji simulasi dibawah ini menunjukkan air yang masuk ke dalam pipa pada absorber telah dipanaskan dengan intensitas matahari konstan dengan tingkat intensitas matahari yang diberikan bervariasi yaitu 400 W/m^2 , 700 W/m^2 dan 1000 W/m^2 .

Diperoleh efisiensi SWH dengan dan tanpa PCM storage pada variasi intensitas matahari 400 W/m^2 , 700 W/m^2 , dan 1000 W/m^2 menggunakan metode simulasi numerik dan eksperimental sebagai berikut:

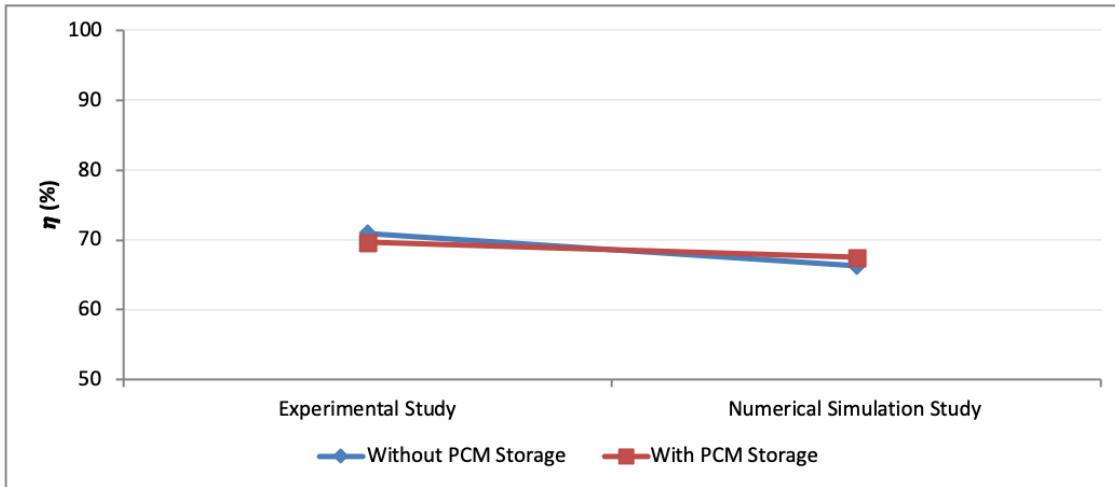


Gambar 2. Efisiensi Pelat Absorber (a) Menggunakan Metode Simulasi Numerik, (b) Menggunakan Metode Eksperimental

Pada Grafik efisiensi diatas, terlihat bahwa efisiensi cenderung menurun seiring meningkatnya intensitas matahari. Meningkatnya temperatur air masuk kolektor terhadap waktu operasi dalam hal ini peningkatan intensitas matahari menyebabkan terjadinya penurunan efisiensi tersebut. Dengan menggunakan metode simulasi numerik, efisiensi rata-rata dari pelat absorber tanpa PCM storage yaitu sebesar 66,24 %, lebih kecil

jika dibandingkan dengan pelat absorber dengan PCM storage tebal 0,015 m yakni 67,49 % dan PCM storage tebal 0,01 m yakni 67 %. Namun jika dibandingkan dengan pelat absorber yang menggunakan PCM storage tebal 0,006 m masih lebih besar jika yaitu 65,73 %. Sementara itu, validasi data efisiensi pelat absorber dengan dan tanpa PCM storage menggunakan metode eksperimental dan

simulasi numerik dapat kita lihat pada gambar berikut.



Gambar 3. Validasi Data Efisiensi Pelat Absorber Dengan dan Tanpa PCM Storage Menggunakan Metode Eksperimental dan Simulasi Numerik.

KESIMPULAN

Energi panas yang diterima air di dalam pipa akan semakin meningkat hingga terjadi perbedaan suhu yang signifikan antara air yang masuk dan air yang keluar dari panel penyerap, baik yang tidak menggunakan penyimpanan PCM dibandingkan dengan yang tidak menggunakan penyimpanan PCM.

Dari hasil simulasi didapatkan bahwa efisiensi kolektor terbesar diberikan oleh sistem pemanas air tenaga matahari yang menggunakan PCM storage dengan ketebalan 0.015 m, dimana efisiensi rata-ratanya adalah 68.32%.

Untuk penelitian kedepannya, dengan melihat hasil yang didapatkan dari penelitian ini yaitu dengan peningkatan efisiensi dengan menggunakan PCM, tentunya diharapkan penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan menggunakan PCM dengan sebelumnya melalukan penelitian pada PCMnya yaitu termasuk thermopysic dari material PCM. Sehingga dapat diketahui temperatur leleh dan panas latennya yang sangat berpengaruh pada penelitian ini. Selain itu penelitian selanjutnya dapat me redesign bentuk dari kolektor agar dapat mengurangi loses yang terjadi pada

penelitian kali ini, sehingga dapat mendapatkan efisiensi yang lebih tinggi lagi.

Untuk selanjutnya terlihat perbedaan efisiensi yang cukup besar antara validasi data efisiensi pelat absorber dengan dan tanpa PCM storage menggunakan metode eksperimental dan simulasi numerik yang dapat dilakukan perbaikan dan menjadi potensi untuk paper yang berkelanjutan untuk penelitian kedepan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Allouhi, A., Msaad, A.Ait., Amine, M.Benzakour. (2018). Saidur, R., *Optimization of Melting and Solidification Processes of PCM : Application to Integrated Collector Storage Solar Water Heaters (ICSSWH)*, Solar Energy, 171, pp. 562-570.
- [2] Bouhal, T., El Rhafiki, T., Kousksou, T. (2018). *PCM Addition Inside Solar Water Heaters : Numerical Comparative Approach*, Energy Storage, 19, pp. 232-246.
- [3] El-Bialy A A and El-Naggar M 2017 *Applied Thermal Engineering* 110 787-794
- [4] Kabeel A E, Teamah MA, Abdelaied M and Aziz GBA 2017 *Journal of Cleaner Production* 161 881-887
- [5] Palacio, Mario., Rincon, Anggie., Carmona, Mauricio. (2020). *Experimental Comparative Analysis of Flat Plate Solar Collector With and Without PCM*, Solar Energy, 206, pp. 708-721.

- [6] Shalaby, S.M., Kabeel, A.E., Moharram, B.E., Fleafl, A.H. (2020). *Experimental Study of the Solar Water Heater Integrated with Shell and Finned Tube Latent Heat Storage System*, Journal of Energy Storage, 31, pp. 101628.
- [7] Wei, Wu., Suzhou, Dai., Yiping, Dou. (2018). *Experimental Study on the Performance of a Novel Solar Water Heating System with and without PCM*, Solar Energy, 171, pp. 604-612.
- [8] Yiing Kee, Shin., Munusamy, Yamuna., Seng Ong, Kok. (2017). *Review of Solar Water Heaters Incorporating Solid-Liquid Organic Phase Change Materials as Termal Storage*, Applied Termal Energy, 17, pp. 1359-4311.
- [9] Yousef M S and Hassan H 2019 Energy Conversion and Management 179 349–361
- [10] Yousef M S, Hassan H, Kodama S and Sekiguchi H 2019 An experimental study on the performance of single slope solar still integrated with a PCM-based pin-finned heat sink Proceeding of 2018 5th International Conference on Power and Energy Systems Engineering CPESE 2018, Energy Procedia 156 pp 100–104