

TUGAS AKHIR

KAJIAN PENGARUH BENTUK *FIN* TERHADAP KINERJA PARAFIN DALAM SISTEM PENYIMPANAN ENERGI TERMAL MENGGUNAKAN CFD



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS**

2026

ABSTRACT

The increasing demand for energy and the advancement of thermal energy storage technology have encouraged the utilization of Thermal Energy Storage (TES) systems based on Phase Change Materials (PCM). One of the most widely used PCMs is paraffin wax due to its high latent heat of fusion, good chemical stability, non-corrosive properties, and its ability to store a large amount of thermal energy during the phase change process. However, the main drawback of paraffin wax is its low thermal conductivity, which causes the heat transfer process to occur slowly and results in a relatively long melting time. Therefore, a heat transfer enhancement method is required to accelerate the PCM melting process. This study aims to analyze the effect of fin geometry on the heat transfer rate and melting characteristics of paraffin wax PCM in a TES system. The model variations used in this study consisted of a container without fins, a parallel fin, and a square fin with a fin height of 35 mm. Numerical simulations were carried out using ANSYS Fluent software based on the Computational Fluid Dynamics (CFD) method under transient conditions. The parameters analyzed included temperature distribution, liquid fraction, and total PCM melting time. The simulation results showed that the addition of fins was able to improve heat distribution within the PCM, thereby accelerating the phase change process compared to the container without fins. The container without fins required approximately 23,692 seconds to achieve complete melting. The use of parallel fins reduced the melting time to approximately 14,135 seconds, while square fins provided the best performance with a melting time of approximately 9,799 seconds. These results indicate that fin geometry has a significant effect on the heat transfer effectiveness of PCM. Square fins were able to produce a more uniform temperature distribution and enlarge the heat transfer area, resulting in a faster melting process compared to parallel fins.

Keywords: : Phase Change Material (PCM), paraffin wax, parallel fins, square fins, Thermal Energy Storage (TES), ANSYS Fluent.

ABSTRAK

Peningkatan kebutuhan energi serta perkembangan teknologi penyimpanan energi termal mendorong pemanfaatan *Thermal Energy Storage* (TES) berbasis *Phase Change Material* (PCM). Salah satu PCM yang banyak digunakan adalah lilin parafin karena memiliki kalor laten pelelehan yang tinggi, stabilitas kimia yang baik, tidak korosif, serta mampu menyimpan energi panas dalam jumlah besar selama proses perubahan fasa. Namun, kelemahan utama parafin adalah konduktivitas termalnya yang rendah sehingga proses perpindahan panas berlangsung lambat dan menyebabkan waktu pelelehan menjadi relatif lama. Oleh karena itu, diperlukan metode peningkatan perpindahan panas untuk mempercepat proses pelelehan PCM. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh bentuk fin terhadap laju perpindahan panas dan karakteristik pelelehan PCM parafin pada sistem TES. Variasi model yang digunakan terdiri dari kontainer tanpa fin, fin paralel dan fin persegi dengan ketinggian fin 35 mm. Simulasi numerik dilakukan menggunakan perangkat lunak ANSYS Fluent dengan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) dalam kondisi transien. Parameter yang dianalisis meliputi distribusi temperatur, liquid fraction, dan waktu total pelelehan PCM. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penambahan fin mampu meningkatkan distribusi panas di dalam PCM sehingga mempercepat proses perubahan fasa dibandingkan kontainer tanpa fin. Kontainer tanpa fin membutuhkan waktu pelelehan sekitar 23.692 detik untuk mencapai kondisi cair sepenuhnya. Penggunaan fin paralel mempercepat waktu pelelehan menjadi sekitar 14.135 detik, sedangkan fin persegi memberikan performa terbaik dengan waktu pelelehan sekitar 9.799 detik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa bentuk fin berpengaruh signifikan terhadap efektivitas perpindahan panas pada PCM. Fin persegi mampu menghasilkan distribusi temperatur yang lebih merata dan memperluas area perpindahan panas, sehingga proses pelelehan berlangsung lebih cepat dibandingkan fin paralel.

Kata kunci: Phase Change Material (PCM), lilin parafin, fin paralel, fin persegi, Thermal Energy Storage (TES), ANSYS Fluent.