UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Perancangan dan Studi Eksperimen Penyimpan Energi Termal dengan Pemanas Induksi Horizontal pada
Variasi Volume Phase Change Material dan Laju Aliran Massa**
Indra Permana, Ir. Joko Waluyo, M.T., Ph.D., IPM., ASEAN Eng., APEC Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Ketergantungan global terhadap bahan bakar fosil untuk penyediaan air panas domestik memicu peningkatan kebutuhan energi sebesar 315 EJ dan menghasilkan sekitar 2.100 Mt emisi CO_2 langsung serta memperparah krisis iklim. Pemanfaatan energi terbarukan menjadi salah satu solusi untuk mengurangi ketergantungan tersebut, tetapi ketersediaan energinya yang bersifat intermiten menyebabkan pasokan energi tidak selalu sejalan dengan kebutuhan. Sistem penyimpan energi termal berbasis kalor laten hadir sebagai solusi efisien untuk mengatasi permasalahan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, memanufaktur, dan mengevaluasi kinerja sistem penyimpan energi termal dengan konfigurasi pemanas induksi horizontal menggunakan *Phase Change Material* (PCM) berupa *Stearic acid* sebagai media penyimpan kalor. Parameter yang dikaji meliputi variasi fraksi volume PCM sebesar 75%, 85%, dan 95% pada proses pengisian (*charging*) dengan daya konstan 600 W, serta variasi laju aliran *Heat Transfer Fluid* (HTF) sebesar 2 LPM, 3 LPM, dan 4 LPM pada proses pelepasan (*discharging*). Hasil perancangan teoritis menetapkan kebutuhan energi pemanasan air sebesar 3,27 MJ dengan kebutuhan massa total *Stearic acid* 14,53 kg. Sistem dirancang menggunakan wadah berbentuk balok berukuran 25 × 25 × 33 cm yang terbuat dari pelat besi baja dan diintegrasikan dengan pipa tembaga berdiameter ½-inci sebagai saluran HTF. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan volume fraksi PCM dari 75% menjadi 95% secara signifikan memperpanjang waktu *charging* dari 95 menit menjadi 150 menit dan 275 menit akibat meningkatnya kebutuhan kalor sensibel dan kalor laten. Sebaliknya, pada proses *discharging*, peningkatan laju aliran HTF dari 2 LPM menjadi 4 LPM mempercepat tercapainya kesetimbangan termal. Selama proses tersebut, temperatur awal fluida keluar berada pada kisaran 43–53°C dan secara bertahap menurun hingga mendekati temperatur masuk sebesar 29°C.

Kata kunci: c*harging*, *discharging*, *phase change material*, penyimpan energi termal, *stearic acid*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Perancangan dan Studi Eksperimen Penyimpan Energi Termal dengan Pemanas Induksi Horizontal pada
Variasi Volume Phase Change Material dan Laju Aliran Massa**
Indra Permana, Ir. Joko Waluyo, M.T., Ph.D., IPM., ASEAN Eng., APEC Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

Global reliance on fossil fuels for domestic water heating drives substantial energy demand of approximately 315 EJ and generated around 2,100 Mt of direct CO_2 emissions, thereby exacerbating the global climate crisis. Renewable energy has emerged as a promising alternative to reduce this dependence. However, its intermittent nature often causes a mismatch between energy supply and demand. Thermal energy storage (TES) system based on latent heat present an efficient solution to overcome this challenge. This study aims to design, manufacture, and evaluate the performance of a thermal energy storage system employing a horizontal induction heater using *Stearic acid* as the Phase Change Material (PCM). The parameters investigated include PCM volume fractions of 75%, 85%, and 95% during a constant 600 W charging process, and Heat Transfer Fluid (HTF) flow rates of 2 LPM, 3 LPM, and 4 LPM during the discharging process. Theoretical design determined that a water heating energy requirement of 3.27 MJ with a total required stearic acid mass of 14.53 kg. The system was designed with a 25 × 25 × 33 cm rectangular steel-plate container integrated with a ½-inch copper pipe as the HTF channel. Experimental results showed that increasing the PCM volume fraction from 75% to 95% significantly extended the charging time from 95 minutes to 150 minutes and further to 275 minutes, due to the increasing sensible and latent heat requirements. Conversely, during discharging, increasing the HTF flow rate from 2 LPM to 4 LPM accelerated the attainment of thermal equilibrium. Throughout this process, the outlet fluid temperature started in the range of 43 to 53°C and gradually decreased toward the inlet temperature of 29°C.

Keywords: charging, discharging, phase change material, stearic acid, thermal energy storage