

RINGKASAN

THERMAL ENERGY STORAGE (TES) BERBASIS PADATAN BATERAI PASIR SEBAGAI ALTERNATIF ENERGY STORAGE SYSTEM (ESS)

Karya tulis ilmiah berupa Tesis, 8 Juli 2025

Siswanto; Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si. dan Dr. Indrayani, S.T., M.T.

Thermal Energy Storage Based on Sand Battery Solid as Alternative Energy Storage System

xx + 56 halaman, 10 tabel, 22 gambar, 5 lampiran (30 halaman)

Krisis energi global dan ketergantungan pada energi fosil mendorong percepatan transisi ke energi terbarukan. Sistem penyimpanan energi (*Energy Storage System*) menjadi elemen penting untuk mengatasi sifat *intermiten* sumber energi seperti matahari dan angin. *Thermal Energy Storage (TES)* berbasis padatan, seperti baterai pasir, menawarkan solusi hemat biaya dengan memanfaatkan material yang melimpah dan ramah lingkungan. Namun, rendahnya konduktivitas termal pasir menjadi hambatan utama dalam pengembangan sistem ini. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi *TES* berbasis pasir laut dengan menambahkan limbah logam besi dalam berbagai proporsi (10, 20 dan 30%). Proses penelitian mencakup desain dan pembuatan perangkat seperti *power supply* 48 VDC 4.000 watt, panel surya 4.000 wp, titik pemasangan *heater*, termokopel, serta *heat exchanger*. Karakteristik pasir laut dan campuran besi diuji melalui Analisa komposisi material menggunakan alat uji *XRD* untuk komposisi pasir dan *LIBS* untuk komposisi besi, dari penelitian ini didapatkan komposisi campuran pasir laut – campuran besi yang optimal sebagai bahan dasar pembuat baterai pasir, karakteristik pengisian (*charging*) dan karakteristik pelepasan energi (*discharging*) pada sistem *TES* berbasis padatan baterai pasir, aplikasi praktisnya sebagai pemanas oven kopra skala *pilot plant*, didapatkan proses *discharging* yang digunakan untuk pemanas oven kopra yang dilakukan selama 12 jam variasi suhu baterai pasir 380 °C - 223 °C dengan suhu oven bertahan di 55 °C - 60 °C adalah suhu terbaik untuk pemanasan kopra menunjukkan suhu oven bertahan selama 12 jam tanpa proses *charging*, sehingga keberhasilan implementasi sistem ini diharapkan dapat diterapkan dalam berbagai skala, baik untuk aplikasi rumah tangga maupun industri, mendukung upaya dekarbonisasi dan pengurangan ketergantungan pada energi fosil.

Kata Kunci: *Thermal Energy Storage*, baterai pasir, *power supply*, *charging*, *discharging*, *pilot plant*.

Kepustakaan: 30 (2016 – 2025)

SUMMARY

THERMAL ENERGY STORAGE BASED ON SAND BATTERY SOLID AS ALTERNATIVE ENERGY STORAGE SYSTEM

Scientific Paper in the form of thesis, 8 Juli 2025

Siswanto; Supervised by Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si. and Dr. Indrayani, S.T., M.T.

Thermal Energy Storage (TES) Berbasis Padatan Baterai Pasir Sebagai Alternatif Energy Storage System (ESS)

xx + 56 pages, 10 table, 22 pictures, 5 attachment (30 pages)

The global energy crisis and dependence on fossil fuels have accelerated the transition to renewable energy. Energy Storage Systems (ESS) have become a crucial element in addressing the intermittent nature of sources such as solar and wind power. Solid-based Thermal Energy Storage (TES), such as sand batteries, offers a cost-effective solution by utilizing abundant and environmentally friendly materials. However, the low thermal conductivity of sand poses a major challenge in the development of such systems. This study aims to enhance the efficiency of sea sand-based TES by adding iron metal waste in varying proportions (10%, 20%, and 30%). The research process included the design and construction of devices such as a 48 VDC 4,000-watt power supply, a 4,000 Wp solar panel, heater installation points, thermocouples, and a heat exchanger. The characteristics of sea sand and iron mixtures were examined using XRD for sand composition and LIBS for iron composition. The study identified the optimal mixture of sea sand and iron waste for use as a base material in sand batteries. The charging and discharging characteristics of the solid-based TES system were evaluated. Its practical application as a heat source for a pilot-scale copra drying oven was also demonstrated. The discharging process maintained the sand battery temperature between 380 °C and 223 °C, while the oven temperature remained stable at 55 °C to 60 °C for 12 hours without any additional charging. This indicates that the system successfully sustained heat, making it suitable for both household and industrial applications. The implementation of this system supports decarbonization efforts and reduces reliance on fossil fuels.

Keywords: Thermal Energy Storage, sand battery, power supply, charging, discharging, pilot plant.

Citation: 30 (2016 – 2025)