

## INTISARI

Penukar kalor (*heat exchanger*) adalah alat yang digunakan untuk memindahkan panas antara dua atau lebih fluida. Alat ini dapat dikategorikan berdasarkan arah aliran fluida atau desain konstruksinya. Penukar kalor banyak digunakan dalam berbagai aplikasi teknik. Alat ini telah lama dikenal dalam industri yang terkait dengan perpindahan panas. Peningkatan efisiensi perpindahan panas dari berbagai jenis penukar kalor telah diterapkan secara luas di industri, seperti pada proses pemulihan panas, pendingin udara pada refrigerasi, dan reaktor kimia. Peningkatan kuantitas perpindahan panas dapat dicapai dengan beberapa metode, termasuk memperluas permukaan perpindahan panas, meningkatkan turbulensi aliran fluida dengan merusak lapisan batas, serta menggunakan fluida nano sebagai fluida kerja.

Penelitian ini mengkaji peningkatan perpindahan kalor dengan penggunaan fluida nano Titanium Oxide (TiO<sub>2</sub>) sebagai fluida kerja pada alat penukar kalor pipa konsentrik saluran annular. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi fluida nano, temperatur fluida, dan debit aliran terhadap efektivitas alat penukar kalor. Fluida nano TiO<sub>2</sub> dengan fraksi volume 0 %Vol dan 0,5 %Vol diuji pada variasi temperatur 35°C, 45°C, dan 55°C serta debit aliran 1 dan 2 liter per menit (LPM).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan fluida nano TiO<sub>2</sub> meningkatkan konduktivitas termal dan koefisien perpindahan panas. Pada konsentrasi 0,5%Vol, terjadi peningkatan laju perpindahan kalor dibandingkan fluida dasar (0%Vol), terutama pada temperatur dan debit yang lebih tinggi. Namun, peningkatan viskositas akibat partikel nano mengurangi efisiensi perpindahan kalor pada beberapa kondisi, terutama pada debit tinggi. Penggunaan fluida nano TiO<sub>2</sub> berpotensi meningkatkan efisiensi termal dalam sistem penukar kalor, meskipun tantangan seperti viskositas dan stabilitas dispersi masih perlu diperhatikan untuk aplikasi skala industri.

**Kata kunci:** *penukar kalor, fluida nano, titanium oxide, konduktivitas termal*

## ABSTRACT

A heat exchanger is a device used to transfer heat between two or more fluids. It can be classified based on the flow direction of the fluids or its design construction. Heat exchangers are widely used in various engineering applications and have long been recognized in industries related to heat transfer. Enhancing the efficiency of heat transfer in various types of heat exchangers has been extensively implemented in industries, such as in heat recovery processes, air cooling in refrigeration systems, and chemical reactors. The increase in heat transfer efficiency can be achieved through several methods, including expanding the heat transfer surface area, increasing fluid flow turbulence by disrupting the boundary layer, and utilizing nanofluids as the working fluid.

This study investigates the enhancement of heat transfer through the use of Titanium Oxide ( $\text{TiO}_2$ ) nanofluids as the working fluid in a concentric tube heat exchanger with an annular flow channel. The objective is to determine the effects of varying nanofluid concentration, fluid temperature, and flow rate on the effectiveness of the heat exchanger.  $\text{TiO}_2$  nanofluids with a volume fraction of 0% and 0.5% were tested at varying temperatures of 35°C, 45°C, and 55°C, and flow rates of 1 and 2 liters per minute (LPM).

The results indicate that the use of  $\text{TiO}_2$  nanofluids enhances thermal conductivity and the heat transfer coefficient. At a concentration of 0.5% by volume, the heat transfer rate increased compared to the base fluid (0% volume), particularly at higher temperatures and flow rates. However, the increase in viscosity due to the presence of nanoparticles reduced heat transfer efficiency under certain conditions, especially at high flow rates. The use of  $\text{TiO}_2$  nanofluids has the potential to improve thermal efficiency in heat exchanger systems, although challenges such as viscosity and dispersion stability must still be addressed for industrial-scale applications.

**Keywords:** *heat exchanger, nanofluids, titanium oxide, thermal conductivity*