

INTISARI

Heat exchanger adalah sebuah alat yang digunakan untuk memfasilitasi perpindahan kalor antara dua fluida atau lebih yang memiliki perbedaan temperatur. Seiring dengan perkembangan zaman, teknologi menjadi semakin maju dan mendorong manusia untuk dapat memodifikasi alat penukar kalor sehingga menghasilkan alat penukar kalor yang memiliki unjuk kerja yang lebih efisien. Salah satu caranya adalah menggunakan sisipan *twisted tape insert* dan penggunaan fluida nano sebagai fluida kerja. Penggunaan *twisted tape insert* dan fluida nano dapat meningkatkan nilai perpindahan kalor dari *heat exchanger*, namun juga dapat meningkatkan penurunan tekanan di sepanjang pipa sehingga mengakibatkan kenaikan daya pemompaan. Tujuan dari penelitian ini adalah mencari pengaruh dari penambahan sisipan pita terpilin atau *twisted tape insert* dan penggunaan fluida nano terhadap unjuk kerja alat penukar kalor konsentris pipa ganda.

Pengujian dilakukan pada seksi uji berupa penukar kalor pipa ganda sepusat (*concentric*) yang terdiri dari pipa dalam dan pipa luar sepanjang 1,5 dan 1,2 meter. Pipa dalam merupakan pipa tembaga berdiameter dalam 38,1 mm setebal 1 mm dan pipa luar berbahan stainless steel dengan diameter dalam 75,2 mm setebal 1 mm. Pada pipa dalam dialirkan fluida nano yang dijaga pada suhu sekitar 20°C yang divariasikan debitnya pada 10 LPM; 12 LPM; 14 LPM; 16 LPM; 18 LPM; dan 20 LPM. Pada pipa luar dialirkan fluida dengan arah aliran *parallel* terhadap fluida nano berupa air dengan suhu 60°C yang dijaga debitnya pada 18 LPM sepanjang eksperimen. Untuk mengukur suhu digunakan 10 termokopel yang dipasang pada *inlet* dan *outlet* fluida serta pada permukaan luar pipa dalam. *Pressure sensor* dipasang pada kedua ujung seksi uji untuk mengukur penurunan tekanan yang terjadi. *Twisted tape* yang digunakan berbahan aluminium sejumlah 3 buah dengan variasi *twist ratio* yang berbeda yaitu 7,35; 5,25; dan 4,72. Sedangkan fluida nano yang digunakan merupakan campuran dari Thermo XT 32 dan nanopartikel TiO₂ yang mempunyai variasi fraksi volume 0%; 0,1%; dan 0,3%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *twisted tape* menyebabkan peningkatan perpindahan kalor yang ditunjukkan dengan meningkatnya nilai bilangan Nusselt. Peningkatan bilangan Reynolds diiringi dengan meningkatnya nilai perpindahan kalor. Peningkatan fraksi volume fluida nano juga terbukti meningkatkan nilai perpindahan kalor. Nilai *twist ratio* 4,72 dan bilangan Reynolds pada debit 20 LPM menghasilkan bilangan Nusselt tertinggi. Penggunaan fraksi volume fluida nano 0,3% juga menghasilkan bilangan Nusselt tertinggi. Namun, peningkatan bilangan Nusselt tersebut juga diikuti oleh kenaikan daya pemompaan dan peningkatan *pressure drop* yang terjadi sehingga mempengaruhi efisiensi performa dari alat penukar kalor. Dari eksperimen diketahui bahwa kondisi operasi paling efisien didapatkan pada penggunaan fluida nano dengan fraksi volume 0,3% dengan kondisi pipa yang polos yang memiliki laju perpindahan kalor maksimal dengan daya pemompaan minimal.

Kata kunci : *Heat Exchanger, twisted tape insert*, bilangan Nusselt, daya pemompaan, fluida nano

ABSTRACT

Heat exchanger is a device used to facilitate heat transfer between two or more fluids that have a temperature difference. Nowadays, the technology becomes more advanced and encourage humans to be able to modify the heat exchanger to produce a heat exchanger that has a more efficient performance. One way to do so is by using twisted tape insert and the use of nano fluids as working fluids. The use of twisted tape insert and nano fluid can increase the heat transfer value of the heat exchanger, but it can also increase pressure drop along the pipe resulting in increased pumping power. The purpose of this study is to find the effect of the addition of twisted tape insert on the performance of the Double Pipe Concentric Heat Exchanger using nano fluids as the working fluid.

Tests were carried out on a test rig equipment in the form of a double pipe concentric heat exchanger that consists of 2 pipes. The inner pipe and outer pipe are 1.5 and 1.2 meters respectively. The inner pipe is made of copper material with a diameter of 38.1 mm and a thickness of 1 mm, while the outer pipe is made of stainless steel with a diameter of 75.2 mm and a thickness of 1 mm. Inside the inner pipe, nano fluid flowed with a low temperature which was maintained at around 20°C and the flow debit was varied at 10 LPM; 12 LPM; 14 LPM; 16 LPM; 18 LPM; and 20 LPM. The outer pipe was used to flow hot water in a parallel direction to the fluid inside the inner pipe with a temperature maintained at 60°C and constant debit at 18 LPM during the experiment. To measure the temperature, 10 thermocouples were mounted on the inlet and outlet of both hot and cold fluid flows and on the outer surface of the inner pipe to measure the wall temperature. Pressure sensors were installed on both ends of the test section to measure the pressure drop. Twisted tape insert which are used for the experiment are made of aluminum and have 3 twist ratio variations of: 7,35; 5,25; and 4,72. The nano fluid which was used as working fluid was composed of TiO₂ nano particle and Thermo XT 32 oil as a base fluid. It had 3 volume fraction variations of 0%; 0.1%; and 0.3%.

The results showed that the addition of twisted tape insert led to increased heat transfer, as indicated by the increased value of the Nusselt number. Increasing the Reynolds number is followed by the increase of the heat transfer. Increasing concentrations of nanofluid also showed an increase of the heat transfer. The twist ratio of 4,72 and Reynolds number at 20 LPM flow generated the highest Nusselt number. The use of 0.3% volume fraction of nanofluid also produced the highest Nusselt number. However, an increase in the Nusselt number was also followed by an increase in pumping power and an increase in pressure drop that decreased the optimum performance of the heat exchanger. The experiments showed that the most efficient operating conditions found in the use of nano fluid volume fraction of 0.3% with the plain pipe. This operating condition had a maximum rate of heat transfer with minimal pumping power.

Keywords : Heat Exchanger, twisted tape insert, Nusselt number, pumping power, nano fluid