

STUDI EKSPERIMENTAL EFEK DIAMETER KOIL PADA KINERJA PENUKAR KALOR HELIKAL DI TANGKI PENYIMPANAN SISTEM PEMANAS AIR TENAGA SURYA

oleh
Endah Safitri
12/333562/TK/39910

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 28 September 2016
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
sarjana S-1 Program Studi Teknik Fisika

INTISARI

Sistem pemanas air tenaga surya merupakan bentuk pengembangan sumber energi terbarukan yang memanfaatkan kolektor termal surya untuk menangkap radiasi matahari. Air panas dari kolektor disimpan terlebih dahulu dalam tangki penyimpanan termal sehingga bisa dimanfaatkan pada waktu tertentu. Pada penelitian ini, proses perpindahan panas dari tangki penyimpanan menuju air berlangsung pada penukar kalor helikal. Gaya sentrifugal yang dialami oleh aliran air dalam pipa helikal menimbulkan aliran sekunder yang dapat meningkatkan laju perpindahan panas dari penukar kalor. Studi eksperimental skala laboratorium dilakukan untuk mengetahui pengaruh diameter koil terhadap perpindahan panas pada penukar kalor helikal. Diameter koil (D_c) divariasikan menjadi 71, 89, dan 107 mm. Suhu air panas di dalam tangki divariasikan menjadi 50, 70, dan 90°C dengan kecepatan aliran air dingin 0,68; 0,44; dan 0,33 m/s. Pengukuran suhu dilakukan menggunakan *thermocouple* tipe-K dan TC-08 *thermocouple data logger* dalam rentang waktu 5 menit dengan periode 50 ms.

Metode plot Wilson digunakan dalam perhitungan koefisien perpindahan panas dan bilangan Nusselt di dalam dan di luar pipa. Analisis dilakukan pada kondisi *quasy-steady* terhadap 100 data pencuplikan pada tiap variasi laju aliran air dingin, dengan pencuplikan dilakukan sebanyak 3 kali pada tiap koil dan suhu air panas yang sama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi laju aliran di dalam pipa dan suhu air panas di dalam tangki, maka perpindahan panas di dalam pipa semakin meningkat. Peningkatan suhu air panas di dalam tangki dan diameter koil tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perpindahan panas di luar pipa. Korelasi bilangan Nusselt konveksi paksa di dalam pipa memenuhi persamaan $Nu_i = 0,03771 \cdot De^{0,86} \cdot Pr^{0,4}$, sedangkan konveksi natural di luar pipa memenuhi persamaan $Nu_o = 55,305 \cdot Ra_{LN}^{-0,016}$.

Kata kunci— Tangki penyimpanan termal, Penukar kalor helikal, Diameter koil, Plot Wilson, Koefisien perpindahan panas, Bilangan Nusselt.

Pembimbing Utama : Dr.-Ing Sihana
Pembimbing Pendamping : Ir. Ester Wijayanti, MT.

EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFECT OF COIL DIAMETER ON HELICAL HEAT EXCHANGER PERFORMANCE AT STORAGE TANK IN SOLAR WATER HEATING SYSTEMS

by
Endah Safitri
12/333562/TK/39910

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Physic Engineering
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on September 28th, 2016
in partial fulfillment of the Degree of Bachelor of Engineering
in Engineering Physics

ABSTRACT

Solar water heating system is a form of the development of renewable energy sources that make use solar thermal collectors to capture solar radiation. The hot water from the collectors are stored in a thermal storage tank so that can be used at certain times. In this study, the process of heat transfer from the storage tank to water was taken place on helical heat exchanger. The centrifugal force experienced by the water flow in a helical pipe caused secondary flow which can increase the rate of heat transfer from the heat exchanger. Laboratory scale experimental study have been conducted to determine the influence of the coil diameter to heat transfer in helical heat exchanger. Coil diameter were varied to 71, 89, and 107 mm. The temperatures of the hot fluid in the tank were varied to 50, 70, and 90°C with a cold water flow rate of 0.68; 0.44; and 0.33 m/s. Temperature measurement was conducted by using K type thermocouple and TC-08 thermocouple data logger in a span of 5 minutes with a period of 50 ms.

Wilson plot method was used in the calculation of heat transfer coefficient and Nusselt number inside and outside the pipe. Analysis was conducted on the quasi-steady condition of 100 sampling data on every variation of the flow rate of cold water and sampling is done 3 times in the same coil and hot water temperature. The results showed that higher the cold water flow rate in the pipe and the temperature of the hot water in the tank, the heat transfer inside the pipe were increasing. The increasing of hot water temperature in the tank and coil diameter didn't give significant influence with the heat transfer outside the pipe. The Nusselt number correlation of forced convection inside the pipe satisfies equation $Nu_i = 0,03771 \cdot De^{0,86} \cdot Pr^{0,4}$, while natural convection outside the pipe satisfies equation $Nu_o = 55,305 \cdot Ra_{LN}^{-0,016}$.

Keywords: Thermal storage tanks, Helical heat exchangers, Coil diameter, Plot Wilson, Heat transfer coefficient, Nusselt number.

Supervisor : Dr.-Ing Sihana
Co-supervisor : Ir. Ester Wijayanti, MT.