

INTISARI

Peningkatan kebutuhan energi global akibat kompleksitas aktivitas manusia berdampak langsung pada tingginya emisi gas rumah kaca dan percepatan perubahan iklim. Salah satu sektor dengan konsumsi energi yang signifikan adalah sistem pendingin udara, yang menuntut efisiensi termal tinggi guna mengurangi dampak lingkungan. Dalam sistem ini, proses kondensasi memainkan peranan penting dalam pelepasan kalor dari refrigeran ke lingkungan sekitar. Kondensasi terjadi dalam dua moda utama, yaitu *filmwise* dan *dropwise*, di mana *dropwise condensation* memiliki keunggulan dalam efektivitas perpindahan panas. Oleh karena itu, riset mengenai modifikasi permukaan pipa kondensasi menjadi penting untuk mencapai efisiensi termal yang lebih baik.

Penelitian ini akan berfokus pada proses perancangan, pembuatan, dan pengujian fasilitas eksperimen yang dirancang khusus untuk mempelajari proses perpindahan kalor kondensasi pada permukaan pipa horizontal. Pada tahap awal, proses perancangan dilakukan dengan mempertimbangkan aspek-aspek teknis, kemudahan perakitan, integrasi sistem data akuisisi, dan fleksibilitas pengujian. Dilanjutkan dengan proses pembuatan dan perangkaian fasilitas secara utuh, Serta dilakukan serangkaian pengujian untuk memastikan fasilitas eksperimen dapat berfungsi dengan baik.

Fasilitas eksperimen yang dibangun terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu *condensation chamber* ($300 \times 300 \times 300$ mm), *steam generator* ($250 \times 250 \times 250$ mm), *heat exchanger* ($275 \times 60 \times 150$ mm), dan *water reservoir* ($150 \times 150 \times 150$ mm). Sistem ini dilengkapi dengan instrument pengukuran seperti termokopel, *pressure transducer*, *pressure gauge*, dan *temperature gauge* untuk mendukung proses akuisisi data. Serangkaian pengujian awal menggunakan air sebagai fluida kerja dan pendingin menunjukkan bahwa fasilitas tidak mengalami kebocoran, sistem instrumentasi dapat mencatat data dengan baik, serta mampu menyerap kalor rata-rata sebesar 11,44 kW, dengan *heat fluks* 2732,67 kW/m², koefisien perpindahan panas rata-rata sebesar 64,05 kW/m²·°C, dan *degree of subcooling* rata-rata 44,46 °C. Hasil ini menunjukkan bahwa fasilitas eksperimen berfungsi dengan baik dan siap digunakan untuk studi lanjutan terkait pengaruh modifikasi permukaan pipa terhadap efisiensi perpindahan kalor kondensasi.

Kata kunci: perpindahan kalor kondensasi, *dropwise condensation*, modifikasi permukaan, efisiensi termal, pipa horizontal, fasilitas eksperimen.

ABSTRACT

The increasing global energy demand, driven by the complexity of human activities, has a direct impact on the rise of greenhouse gas emissions and the acceleration of climate change. One of the sectors with significant energy consumption is air conditioning systems, which require high thermal efficiency to minimize environmental impact. In these systems, the condensation process plays a crucial role in transferring heat from the refrigerant to the surrounding environment. Condensation occurs in two main modes filmwise and dropwise with dropwise condensation offering superior heat transfer effectiveness. Therefore, research on modifying the surface of condensation pipes is essential to achieve better thermal efficiency.

This study will focus on the design, fabrication, and testing of an experimental facility specifically developed to investigate the condensation heat transfer process on horizontal pipe surfaces. In the initial stage, the design process considers technical aspects, ease of assembly, integration of the data acquisition system, and testing flexibility. This is followed by the complete fabrication and assembly of the facility, along with a series of tests to ensure the experimental system operates properly.

The constructed experimental facility consists of several main components: a condensation chamber ($300 \times 300 \times 300$ mm), a steam generator ($250 \times 250 \times 250$ mm), a heat exchanger ($275 \times 60 \times 150$ mm), and a water reservoir ($150 \times 150 \times 150$ mm). The system is equipped with measurement instruments such as thermocouples, pressure transducers, pressure gauges, and temperature gauges to support the data acquisition process. A series of preliminary tests using water as both the working and cooling fluid showed that the facility was free from leakage, the instrumentation system was able to record data properly, and the system successfully absorbed an average heat of 11.44 kW, with a heat flux of 2732.67 kW/m², an average heat transfer coefficient of 64.05 kW/m²·°C, and an average degree of subcooling of 44.46 °C. These results indicate that the experimental facility functions well and is ready to be used for further studies on the effect of pipe surface modification on the efficiency of condensation heat transfer.

Keywords: heat transfer condensation, dropwise condensation, thermal efficiency, horizontal tube, experimental facility.