

Enhancing Energy Efficiency in FMCG Beverage Filling Processes Through the Utilization of U-Shaped Heat Pipe Heat Exchanger in HVAC Systems = Meningkatkan Efisiensi Energi dalam Proses Pengisian Minuman FMCG Melalui Pemanfaatan Heat Pipe Berbentuk U dalam Sistem HVAC

Irfan Zidny, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920544667&lokasi=lokal>

Abstrak

In tropical countries like Indonesia, maintaining comfortable and healthy indoor environments is a significant challenge due to high temperatures and humidity levels. This issue is particularly critical for the Fast-Moving Consumer Goods (FMCG) industry, where specific room ambient conditions are necessary to ensure product safety and quality, especially during processes like beverage filling. This research delves into integrating heat pipes into HVAC systems to improve energy efficiency in regards to ensuring clean room conditions during beverage filling processes. With hopes to align with the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs). The research employed two-row U-shaped heat pipes with a wick structure made of sintered copper, filled with water at a 50% ratio. The U-shaped HPHE facilitates both precooling and reheating processes. The evaporator section absorbs heat from incoming air, reducing the compressor's workload. After passing through the cooling coil, the air temperature rises again due to heat release at the condenser side of the HPHE, reducing the energy needed for reheating during dehumidification. Initial characterization of the heat pipe was conducted with an inlet air temperature of 45°C and an air velocity of 1.4 m/s. Our experiments revealed a peak temperature increase of 6.4°C on the condenser side, resulting in a 20.7% reduction in relative humidity. The temperature drop on the evaporator side was 0.7°C. Maximum energy savings of 304.44 W were achieved at this inlet temperature with an air velocity of 2.2 m/s. To understand the performance under lower temperature conditions, further tests were conducted at inlet temperatures of 30°C, 35°C, and 40°C. These variations demonstrated the versatility of the U-shaped HPHE in improving dehumidification efficiency across a range of operating conditions. The highest effectiveness observed was 21.04%, showcasing the potential of U-shaped HPHEs in enhancing energy efficiency in HVAC systems.

.....Di negara-negara tropis seperti Indonesia, menjaga lingkungan dalam ruangan yang nyaman dan sehat merupakan tantangan besar karena suhu tinggi dan tingkat kelembapan yang tinggi. Masalah ini sangat penting bagi industri barang konsumen cepat saji (Fast-Moving Consumer Goods atau FMCG), di mana kondisi ruangan tertentu diperlukan untuk memastikan keamanan dan kualitas produk, terutama selama proses pengisian minuman. Penelitian ini mendalami integrasi pipa panas ke dalam sistem HVAC untuk meningkatkan efisiensi energi dalam menjaga kondisi ruangan bersih selama proses pengisian minuman. Dengan harapan untuk selaras dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan Perserikatan Bangsa-Bangsa (SDGs). Studi ini menggunakan pipa panas berbentuk U dengan struktur sumbu yang terbuat dari tembaga sinter, diisi dengan air pada rasio 50%. HPHE berbentuk U ini memfasilitasi proses pendinginan awal dan pemanasan ulang. Bagian evaporator menyerap panas dari udara yang masuk, mengurangi beban kerja kompresor. Setelah melewati koil pendingin, suhu udara naik kembali karena pelepasan panas di sisi kondensor HPHE, mengurangi energi yang dibutuhkan untuk pemanasan ulang selama dehumidifikasi.

Karakterisasi awal pipa panas dilakukan dengan suhu udara masuk 45°C dan kecepatan udara $1,4\text{ m/s}$. Eksperimen ini mengungkapkan peningkatan suhu puncak sebesar $6,4^{\circ}\text{C}$ di sisi kondensor, menghasilkan pengurangan kelembapan relatif sebesar $20,7\%$. Penurunan suhu di sisi evaporator adalah $0,7^{\circ}\text{C}$. Penghematan energi maksimum sebesar $304,44\text{ W}$ dicapai pada suhu udara masuk ini dengan kecepatan udara $2,2\text{ m/s}$. Untuk memahami kinerja pada kondisi suhu yang lebih rendah, pengujian lebih lanjut dilakukan pada suhu udara masuk 30°C , 35°C , dan 40°C . Variasi ini menunjukkan fleksibilitas HPHE berbentuk U dalam meningkatkan efisiensi dehumidifikasi di berbagai kondisi operasi. Efektivitas tertinggi yang diamati adalah $21,04\%$, menunjukkan potensi HPHE berbentuk U dalam meningkatkan efisiensi energi di sistem HVAC.