UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengaruh Variasi Getaran Terhadap Kinerja Pemanenan Air dan Karakteristik Kondensasi Pada Pelat Vertikal Hidrofilik-Hidrofobik
Mukhammad Nabil Assadid, Dr. Eng. Ir. Adhika Widyaparaga, ST, M. Biomed.;Dr. Ir. I Made Miasa, ST, M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Ketersediaan air bersih menjadi salah satu tantangan global yang semakin meningkat akibat pertumbuhan populasi dan perubahan iklim. Salah satu metode yang berpotensi untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah pemanenan air dari atmosfer melalui proses kondensasi uap air. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penerapan getaran mekanis terhadap peningkatan kinerja pemanenan air kondensasi pada pelat kondensor dengan pola permukaan hidrofilik–hidrofobik. Kombinasi sifat permukaan tersebut diharapkan mampu mempercepat proses pembentukan dan pelepasan tetesan kondensat sehingga meningkatkan laju pemanenan air dan perpindahan panas.

Metode penelitian dilakukan secara eksperimental dengan menerapkan variasi getaran mekanis pada pelat kondensor berpola hidrofobik-hidrofilik vertikal menggunakan beberapa bentuk gelombang. Penelitian dilakukan pada kondisi temperatur saturasi, temperatur permukaan, dan kelembaban stabil. Penelitian ini mengamati beberapa parameter meliputi karakteristik pembentukan dan pelepasan kondensasi yang terjadi pada permukaan, perpindahan panas pemanenan air, daya getaran yang diberikan oleh speaker, serta efisiensi peningkatan perpindahan panas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan getaran mekanis mampu meningkatkan kinerja pemanenan air kondensasi secara signifikan. Fluks perpindahan panas pemanenan air meningkat dari 94,97 W/m² pada kondisi tanpa getaran menjadi nilai maksimum 257,77 W/m² pada getaran mono 240 Hz square, atau meningkat sekitar 171%. Peningkatan ini terjadi karena getaran mempercepat koalesensi tetesan dan pelepasan kondensat dari permukaan, sehingga mempercepat pembaruan area kondensasi. Selain itu, kombinasi permukaan hidrofilik–hidrofobik membantu mengarahkan aliran tetesan menuju jalur hidrofilik sehingga mempermudah pelepasan kondensat. Tetesan yang terbentuk pada permukaan hidrofobik dan hidrofilik menunjukkan perbedaan baik dalam rezim pembentukan maupun ukurannya, di mana tetesan pada permukaan hidrofilik cenderung berukuran lebih besar dibandingkan dengan yang terbentuk pada permukaan hidrofobik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan getaran mekanis pada pelat kondensor merupakan metode yang efektif untuk meningkatkan laju kondensasi, pemanenan air, serta perpindahan panas pada sistem kondensasi atmosferik.

Kata Kunci: Kondensasi, Pemanenan Air, Pelat Hidrofilik-Hidrofobik, Getaran Mekanis, Kinerja Perpindahan Panas

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengaruh Variasi Getaran Terhadap Kinerja Pemanenan Air dan Karakteristik Kondensasi Pada Pelat Vertikal Hidrofilik-Hidrofobik
Mukhammad Nabil Assadid, Dr. Eng. Ir. Adhika Widyaparaga, ST, M. Biomed.;Dr. Ir. I Made Miasa, ST, M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

The availability of clean water has become an increasingly significant global challenge due to population growth and climate change. One potential method to address this issue is harvesting water from the atmosphere through the condensation of water vapor. This study aims to examine the effect of applying mechanical vibrations on improving the performance of condensate water harvesting on a condenser plate with a hydrophilic–hydrophobic patterned surface. This combination of surface properties is expected to accelerate droplet formation and removal, thereby enhancing the water harvesting rate and heat transfer.

The research method was conducted experimentally by applying variations of mechanical vibrations to a vertically oriented hydrophilic–hydrophobic patterned condenser plate using several waveform types. The experiments were carried out under stable saturation temperature, surface temperature, and humidity conditions. This study observed several parameters, including the characteristics of condensation formation and removal on the surface, heat transfer in water harvesting, vibration power generated by the speaker, and the efficiency of heat transfer enhancement.

The results of the study reveal that the application of mechanical vibrations significantly improves the performance of condensate water harvesting. The heat flux of water harvesting increased from 94.97 W/m² under no-vibration conditions to a maximum value of 257.77 W/m² under mono vibration at 240 Hz with a square waveform, representing an increase of approximately 171%. This enhancement occurs because vibrations accelerate droplet coalescence and condensate removal from the surface, thereby promoting faster renewal of the condensation area. In addition, the hydrophilic–hydrophobic surface combination helps direct droplet flow toward hydrophilic pathways, facilitating condensate removal. Droplets formed on hydrophobic and hydrophilic surfaces exhibit differences in both formation regimes and size, where droplets on hydrophilic surfaces tend to be larger than those on hydrophobic surfaces. These findings indicate that the application of mechanical vibrations on a condenser plate is an effective method to enhance condensation rate, water harvesting performance, and heat transfer in atmospheric condensation systems.

Keywords: *Air Condensation, Atmospheric Water Harvesting, Hydrophilic–Hydrophobic Surface, Mechanical Vibration, Heat Transfers Performance*