UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Analisis Pengaruh Getaran Mekanis terhadap Perpindahan Panas dan Karakteristik Kondensasi pada Pelat
Tembaga Bermotif Hidrofilikâ€“Hidrofobik Berpola Kotak-Kotak**
Muhammad Haekal Suwanda, Dr. I Made Miasa, S.T., M.Sc. ; Dr. Eng. Adhika Widyaparaga, S.T., M.Biomed.E.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Menurunnya ketersediaan air bersih yang tidak sebanding dengan meningkatnya kebutuhan menjadi salah satu tantangan global yang semakin mendesak. Salah satu pendekatan yang berpotensi untuk menghasilkan air adalah melalui pemanenan air atmosfer berbasis proses kondensasi uap air di udara. Performa proses kondensasi sangat dipengaruhi oleh karakteristik permukaan kondensasi serta dinamika pembentukan dan pelepasan droplet yang terjadi di atas permukaan tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penerapan getaran mekanis terhadap kinerja perpindahan panas dan karakteristik kondensasi pada pelat tembaga dengan motif hidrofilik–hidrofobik berpola kotak-kotak (bifilik).

Eksperimen dilakukan menggunakan sistem pemanen air kondensasi yang memanfaatkan pelat tembaga sebagai permukaan kondensasi yang didinginkan menggunakan modul termoelektrik. Permukaan pelat dimodifikasi sehingga memiliki pola hidrofilik dan hidrofobik berbentuk kotak-kotak. Getaran mekanis kemudian diterapkan pada sistem dengan beberapa kondisi variasi untuk mengamati pengaruhnya terhadap dinamika pembentukan dan pelepasan droplet, fluks laju pemanenan air kondensasi, serta koefisien perpindahan panas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan getaran mekanis mampu mempercepat pelepasan droplet dari permukaan kondensasi sehingga mengurangi akumulasi droplet dan mempertahankan mekanisme kondensasi tetesan (*dropwise condensation*). Kondisi tersebut meningkatkan efektivitas perpindahan panas dan fluks laju pemanenan air hingga 137% dibandingkan dengan kondisi tanpa penerapan getaran. Selain itu, keberadaan pola permukaan bifilik membantu mengarahkan pertumbuhan droplet pada area tertentu sehingga meningkatkan efisiensi transportasi air kondensasi pada permukaan.

Berdasarkan hasil tersebut, kombinasi antara rekayasa permukaan bifilik dan penerapan getaran mekanis menunjukkan potensi yang signifikan dalam meningkatkan kinerja sistem pemanenan air berbasis kondensasi atmosfer.

Kata Kunci: Kondensasi, Permukaan bifilik, Getaran mekanis, Pemanenan air atmosfer, Efisiensi perpindahan kalor.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Analisis Pengaruh Getaran Mekanis terhadap Perpindahan Panas dan Karakteristik Kondensasi pada Pelat
Tembaga Bermotif Hidrofilikâ€“Hidrofobik Berpola Kotak-Kotak**
Muhammad Haekal Suwanda, Dr. I Made Miasa, S.T., M.Sc. ; Dr. Eng. Adhika Widyaparaga, S.T., M.Biomed.E.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

The decreasing availability of clean water combined with increasing demand has become one of the pressing global challenges. One promising approach to produce water is atmospheric water harvesting through the condensation of water vapor in the air. The performance of the condensation process is strongly influenced by the surface characteristics and the dynamics of droplet formation and removal on the condensing surface. Therefore, this study aims to analyze the effect of mechanical vibration on heat transfer performance and condensation characteristics on a copper plate with a checkerboard-patterned hydrophilic–hydrophobic (biphilic) surface.

The experiment was conducted using a condensation-based water harvesting system in which a copper plate served as the condensation surface and was cooled using a thermoelectric module. The plate surface was modified to create a checkerboard pattern consisting of alternating hydrophilic and hydrophobic regions. Mechanical vibration was applied to the system under several operating conditions to observe its effect on droplet formation and detachment dynamics, condensation water harvesting flux, and the heat transfer coefficient.

The results indicate that the application of mechanical vibration accelerates droplet detachment from the condensation surface, thereby reducing droplet accumulation and maintaining dropwise condensation conditions. This mechanism enhances heat transfer performance and increases the condensation water harvesting flux by up to 137% compared to the condition without vibration. Furthermore, the biphilic surface pattern helps guide droplet growth in specific regions, thereby improving the efficiency of condensate transport on the surface.

These findings demonstrate that the combination of biphilic surface engineering and mechanical vibration has significant potential to enhance the performance of atmospheric water harvesting systems based on condensation.

Keywords: *Condensation, Biphilic surface, Mechanical vibration, Atmospheric water harvesting, Heat transfer efficiency.*