

INTISARI

Krisis ketersediaan air bersih merupakan tantangan global yang semakin mendesak, dengan proyeksi menunjukkan bahwa sekitar lima miliar manusia akan menghadapi kekurangan air yang signifikan pada tahun 2050. Sebagai respons terhadap permasalahan ini, metode pengambilan air dari atmosfer melalui proses kondensasi, yang dikenal sebagai *water harvesting*, diperkirakan dapat menjadi salah satu solusi efektif. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh getaran mekanis terhadap peningkatan efisiensi kondensasi, dengan fokus pada pengukuran kuantitas air yang dapat dipanen pada permukaan pelat tembaga hidrofobik yang dikenai getaran mekanis. Hasil studi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan teknologi *water harvesting* yang lebih efektif untuk mengatasi krisis air di masa depan.

Penelitian ini mengkaji pengaruh vibrasi mekanis terhadap kinerja kondensasi dalam konteks *water harvesting*, dengan fokus pada laju presipitasi droplet kondensat dan efisiensi pembersihan zona kontak pada substrat tembaga hidrofobik. Metodologi melibatkan aplikasi vibrasi berfrekuensi bervariasi pada permukaan kondensor, diikuti analisis komprehensif kinetika dan efektivitas proses kondensasi. Melalui pendekatan eksperimental ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman mendalam tentang mekanisme peningkatan performa kondensasi, yang berpotensi signifikan dalam optimalisasi teknologi ekstraksi air atmosferik. Investigasi ini bertujuan mengevaluasi dampak osilasi mekanis pada frekuensi spesifik terhadap parameter-parameter kunci tersebut, sehingga dapat memberikan wawasan baru dalam pengembangan metode *water harvesting* yang lebih efisien.

Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan dalam efisiensi kondensasi pada proses *water harvesting* ketika sistem dioperasikan pada frekuensi resonansi strukturalnya, dengan laju kondensasi meningkat sebesar 40,91% dibandingkan kondisi tanpa getaran. Peningkatan ini dapat dijelaskan melalui tiga mekanisme utama: percepatan pelepasan droplet kondensat, pembaruan area permukaan aktif untuk kondensasi, dan pencegahan pembentukan lapisan film kondensat yang dapat menghambat transfer panas. Berdasarkan temuan ini, dapat disimpulkan bahwa penerapan getaran mekanis merupakan pendekatan yang efektif dan ekonomis untuk meningkatkan efisiensi perpindahan panas pada sistem kondensasi. Hasil penelitian ini memiliki implikasi penting dalam pengembangan teknologi *water harvesting* yang lebih efisien, yang berpotensi memberikan kontribusi signifikan dalam mengatasi masalah kelangkaan air global.

Kata Kunci: *water harvesting*, kondensasi, getaran mekanis, krisis air tawar

ABSTRACT

The crisis of clean freshwater availability has become a global challenge, with projections indicating that by 2050, five billion people will face severe water scarcity. To address this issue, the extraction of water from the atmosphere using water harvesting techniques through condensation processes is considered a potentially effective solution. This study aims to investigate the effect of mechanical vibrations on enhancing condensation performance by measuring the quantity of water harvested on hydrophobic copper plates.

The research methodology involves the application of vibrations with a range of frequencies on the condenser surface, followed by a comprehensive analysis of the kinetics and effectiveness of the condensation process in the context of water harvesting. The primary objective of this investigation is to evaluate the impact of mechanical oscillations at specific frequencies on two key parameters: first, the rate of condensate droplet precipitation, and second, the efficiency of contact area clearing on copper substrates modified to be hydrophobic. Through this experimental approach, it is anticipated that a deeper understanding of the mechanisms enhancing condensation performance can be achieved, which could significantly contribute to the optimization of atmospheric water extraction technologies.

The study reveals that condensation efficiency in water harvesting significantly improves when the system operates at its structural resonance frequency, with a 40.91% increase in the condensation rate compared to non-vibrating conditions. This improvement is due to mechanical vibrations that expedite condensate droplet detachment, refresh active surface areas for condensation, and prevent the formation of heat-transfer-inhibiting condensate films. Thus, applying mechanical vibrations is an effective and economical method to enhance heat transfer efficiency in condensation systems, with significant implications for developing more efficient water harvesting technologies to address global water scarcity.

Keywords: *Water harvesting, Condensation, Mechanical vibration, Fresh Water Crisis*