

ABSTRAK

Di era teknologi digital yang mengutamakan kinerja tinggi, penting untuk memiliki sistem manajemen termal yang dapat menjaga daya tahan dan efisiensi komponen. Kemampuan pendinginan dalam sistem ini dipengaruhi oleh jenis fluida kerja dan struktur material penghantar panas. Salah satu solusi yang diajukan adalah metode *pool boiling* melalui perendaman. Penelitian telah dilakukan untuk menyelidiki dampak penambahan sudut orientasi terhadap koefisien perpindahan kalor (HTC) dalam sistem *pool boiling*.

Penelitian ini menerapkan sistem *pool boiling* dengan variasi sudut orientasi $\theta = 0^\circ$ hingga $\theta = 30^\circ$. Sebagai media pendingin, menggunakan fluida kerja HFE-7100. Material uji berupa aluminium dengan *inline pin fins* (*Square* dan *Circular*) berukuran $30 \text{ mm} \times 30 \text{ mm}$. tingkat perpindahan kalor bervariasi antara 10 hingga 50 W, dengan pengamatan dilakukan sebelum mencapai *critical heat flux*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sudut orientasi memiliki dampak pada koefisien perpindahan kalor dan dinamika gelembung. Dengan meningkatnya sudut orientasi, daerah sebaran dan pertumbuhan gelembung cenderung berkurang. Penurunan ini berpengaruh pada perpindahan kalor dan peningkatan suhu permukaan. Saat membandingkan dua jenis variasi fins, yaitu *circular pin fins* (CPF) dan *square pin fins* (SPF), terlihat bahwa CPF memiliki performa lebih baik. Secara keseluruhan, nilai \bar{h} tertinggi terjadi pada $\theta = 0^\circ$, dengan nilai \bar{h} sebesar $3,91 \text{ kW/m}^2 \cdot \text{K}$ untuk CPF. Namun, nilai \bar{h} mengalami penurunan seiring peningkatan sudut orientasi. Pada CPF, penurunan \bar{h} pada $\theta = 10^\circ$ sebesar 3,79%, pada $\theta = 20^\circ$ sebesar 6,56% dan pada $\theta = 30^\circ$ sebesar 11,63%. Sementara itu, untuk *square pin fins* (SPF) mencapai performa terbaik pada $\theta = 0^\circ$, dengan nilai \bar{h} adalah $3,32 \text{ kW/m}^2 \cdot \text{K}$. Penurunan \bar{h} pada SPF untuk $\theta = 10^\circ$ sebesar 5,03%, untuk $\theta = 20^\circ$ menurun sebesar 20,84% dan pada $\theta = 30^\circ$ menurun sebesar 22,46%.

Kata kunci: *pool boiling*, *heat transfer coefficient*, *circular pin fins*, *square pin fins*, *bubble*, sudut orientasi.

ABSTRACT

In the era of digital technology that prioritizes high performance, it is important to have a thermal management system that can maintain the durability and efficiency of components. The cooling capability in this system is influenced by the type of working fluid and the structure of the heat-conducting material. One proposed solution is the pool boiling method through immersion. Research has been conducted to investigate the impact of adding orientation angle on heat transfer coefficient (HTC) in pool boiling system.

This research applies pool boiling system with variation of orientation angle $\theta = 0^\circ$ to $\theta = 30^\circ$. As the cooling medium, HFE-7100 working fluid is used. The test material is aluminum with inline pin fins (Square and Circular) measuring $30 \text{ mm} \times 30 \text{ mm}$. The heat transfer rate varies from 10 to 50 W, with observations made before reaching the critical heat flux.

The results show that the orientation angle has an impact on the heat transfer coefficient and bubble dynamics. As the orientation angle increases, the bubble spreading and growth area tends to decrease. This decrease has an effect on heat transfer and an increase in surface temperature. When comparing the two types of fins variations, circular pin fins (CPF) and square pin fins (SPF), it is seen that CPF performs better. Overall, the highest \bar{h} value occurs at $\theta = 0^\circ$, with an \bar{h} value of $3.91 \text{ kW/m}^2 \cdot \text{K}$ for CPF. However, the \bar{h} value decreases as the orientation angle increases. For CPF, the decrease in \bar{h} at $\theta = 10^\circ$ is 3.79%, at $\theta = 20^\circ$ is 6.56% and at $\theta = 30^\circ$ is 11.63%. Meanwhile, the square pin fins (SPF) achieved the best performance at $\theta = 0^\circ$, with a \bar{h} value of $3.32 \text{ kW/m}^2 \cdot \text{K}$. The decrease of \bar{h} in SPF for $\theta = 10^\circ$ is 5.03%, for $\theta = 20^\circ$ it decreases by 20.84% and at $\theta = 30^\circ$ it decreases by 22.46%.

Keyword : pool boiling, heat transfer coefficient, circular pin fins, square pin fins, bubble, orientation angle.