

INTISARI

Perkembangan teknologi mengandalkan digitalisasi dengan kinerja yang tinggi diperlukan sistem manajemen termal untuk menjaga ketahanan dan efektifitas kinerja suatu komponen. Kemampuan perpindahan kalor dalam sistem manajemen termal dipengaruhi oleh jenis fluida kerja, dan struktur material kerja penghantar kalor. Pendinginan dengan cara direndam dengan metode *pool boiling* menjadi salah satu solusi yang diberikan. Penelitian kemudian dilakukan untuk mengetahui pengaruh dalam sistem *pool boiling* dengan penambahan orientasi terhadap *heat transfer coefficient* (HTC).

Dalam studi ini, sistem *pool boiling* menggunakan sudut orientasi dengan $\theta = 0^\circ - 30^\circ$. Fluida kerja HFE-7100 yang bersifat dielektrik digunakan sebagai fluida kerja dalam penelitian. Material uji berbahan aluminium dengan *inline pin fin* berbentuk *square* dan *circular* berukuran $30 \text{ mm} \times 30 \text{ mm}$ telah diuji dalam eksperimen. Besar *heat rate* yang digunakan dalam penelitian adalah $10 - 50 \text{ W}$. Pengamatan dilakukan sebelum mencapai *critical heat flux* (CHF).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sudut orientasi (θ) sangat mempengaruhi koefisiensi perpindahan kalor dan dinamika *bubble*. Dari hasil studi menunjukkan bahwa semakin meningkatnya sudut θ maka daerah sebaran pertumbuhan *bubble* semakin berkurang. Berkurangnya daerah pertumbuhan *bubble* ini berpengaruh pada temperatur permukaan yang semakin meningkat.

Pada perbandingan dua jenis fin yaitu *circular pin fin* (CPF) dan *square pin fin* (SPF) didapatkan *circular pin fins* memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan dengan *square pin fins*. *Circular pin fins* menghasilkan temperatur permukaan (T_s) yang lebih rendah dibandingkan dengan *square pin fins*. Pada sudut $\theta = 0^\circ$, CPF memiliki rata – rata temperatur permukaan yang lebih rendah sebesar $0,68^\circ\text{C}$ dibandingkan SPF. Pada sudut $\theta = 10^\circ$, selisih rata – rata temperature permukaan yang dihasilkan oleh CPF dan SPF sangat kecil, sehingga tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Pada $\theta = 20^\circ$, CPF memiliki rata – rata temperatur permukaan yang lebih rendah sebesar $1,76^\circ\text{C}$ dibandingkan dengan SPF. Dan pada $\theta = 30^\circ$, CPF memiliki rata – rata temperatur permukaan yang lebih rendah sebesar $2,43^\circ\text{C}$ dibandingkan dengan SPF.

Secara keseluruhan nilai \bar{h} dengan hasil yang terbaik ditunjukkan pada sudut orientasi dengan $\theta = 0^\circ$. Penurunan nilai \bar{h} terjadi pada kenaikan nilai θ . Pada CPF dengan $\theta = 0^\circ$ memiliki nilai \bar{h} sebesar $2,00 \text{ kW/m}^2\cdot\text{K}$. Hasil perbandingan dengan sudut $\theta = 0^\circ$ pada CPF adalah sebagai berikut, pada $\theta = 10^\circ$ menurun sebesar $1,61\%$, pada $\theta = 20^\circ$ menurun sebesar $12,39\%$, dan pada $\theta = 30^\circ$ menurun sebesar $3,28\%$. Sedangkan untuk SPF dengan $\theta = 0^\circ$ memiliki nilai \bar{h} sebesar $1,94 \text{ kW/m}^2\cdot\text{K}$. Hasil perbandingan dengan sudut $\theta = 0^\circ$ pada SPF adalah sebagai berikut, pada $\theta = 10^\circ$ menurun sebesar $4,99\%$, pada $\theta = 20^\circ$ sebesar $23,36\%$, sedangkan pada $\theta = 30^\circ$ menurun sebesar $20,52\%$.

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

ABSTRACT

Technological developments relying on digitalization with high performance require a thermal management system to maintain performance resilience and effectiveness of a component's performance. The ability of heat transfer in the thermal management system is influenced by the type of working fluid, and the structure of the work material that conducts heat. Cooling through soaking by pool boiling method is one of the solutions given. Research was then carried out to determine the effect on the pool boiling system with the addition of orientation to the heat transfer coefficient (HTC).

In this study, the pond boiling system uses an orientation angle with $\theta = 0^\circ$ - 30° . The dielectric HFE-7100 working fluid is used as the working fluid in the research. The test material made of aluminum with square and circular inline pin fins measuring $30 \text{ mm} \times 30 \text{ mm}$ was tested in the experiment. The large heat rate used in this research is $10 - 50 \text{ W}$. This is done before reaching the critical heat flux (CHF).

The results showed that the orientation angle (θ) significantly affects the heat transfer coefficient and bubble dynamics. The results of the study show that as the angle increases, the area of distribution of bubble growth decreases. The reduced area of bubble growth has an effect on the increasing surface temperature.

In a comparison of two types of fins, namely circular pin fins (CPF) and square pin fins (SPF), it is found that circular pin fins have better results than square pin fins. Circular pin fins produce a lower surface temperature (T_s) than square pin fins. At the angle of $\theta = 0^\circ$, CPF has a lower average surface temperature of 0.68°C than SPF. At the angle of $\theta = 10^\circ$, the difference in the average surface temperature produced by CPF and SPF is very small, so there is no significant difference. At $\theta = 20^\circ$, CPF has a lower average surface temperature of 1.76°C compared to SPF. And at $\theta = 30^\circ$, CPF has a lower average surface temperature of 2.43°C compared to SPF.

Overall, the value of \bar{h} with the best results is shown at the orientation angle with $\theta = 0^\circ$. The decrease in the value of \bar{h} occurs when the value of θ increases. The CPF with $\theta = 0^\circ$ has a value of \bar{h} of $2.00 \text{ kW/m}^2\cdot\text{K}$. The comparison results with the angle of $\theta = 0^\circ$ on CPF are as follows, at $\theta = 10^\circ$ it decreased by 1.61%, at $\theta = 20^\circ$ decreased by 12.39%, and at $\theta = 30^\circ$ decreased by 3.28%. Meanwhile, SPF with $\theta = 0^\circ$ has a value of \bar{h} of $1.94 \text{ kW/m}^2\cdot\text{K}$. The comparison results with the angle of $\theta = 0^\circ$ at SPF are as follows, at $\theta = 10^\circ$ it decreased by 4.99%, at $\theta = 20^\circ$ by 23.36%, while at $\theta = 30^\circ$ it decreased by 20.52%.

Keywords: pool boiling, heat transfer coefficient, circular pin fin, square pin fin, bubble, orientation angle.