

## INTISARI

Perkembangan teknologi mengandalkan *hardware* dengan kinerja tinggi dan diperlukan sistem manajemen termal untuk durabilitas dan efektifitas. Dalam sistem manajemen termal, kemampuan perpindahan kalor ditentukan oleh tiga hal, yaitu: jenis fluida kerja, jenis aliran, dan jenis struktur material penghantar kalor. Salah satu solusi yang diberikan adalah metode *immersion cooling* dengan *pool boiling*. Penelitian kemudian dilakukan untuk mengetahui pengaruh ketiga hal tersebut terhadap *heat transfer coefficient* (HTC).

Dalam studi ini, digunakan sistem *pool boiling* dengan fluida kerja HFE 7100 yang bersifat dielektrik. Material perpindahan kalor berukuran 30 mm × 30 mm dan menggunakan bahan aluminium dengan *inline pin fin* berbentuk *rectangular* dan *circular*. Selain geometri fin, variasi struktur fin dibedakan berdasarkan jarak antar batang fin dan perbandingan antar geometri pada luas yang sama. Besar *heat rate* yang diaplikasikan adalah 10 – 50 W. Pengamatan dilakukan sebelum mencapai *critical heat flux* (CHF).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dinamika *bubble* sangat mempengaruhi HTC. Nilai HTC terkecil adalah fase *natural convection*, kemudian pertumbuhan *bubble* awal, dan terbesar saat proses *bubble merger*. Perbaikan HTC setelah *merger* sebesar 65 – 84 % dengan nilai tertinggi oleh R<sub>3</sub> sebesar 3,21 kW/m<sup>2</sup>.K dan S<sub>3</sub> sebesar 2,84 kW/m<sup>2</sup>.K. Dinamika *bubble* ini dipengaruhi oleh nilai *capillary resistance*. Pada jarak antar batang fin makin besar, menghasilkan nilai *capillary resistance* yang lebih kecil dan HTC rerata *boiling* ( $\bar{h}_b$ ) yang lebih besar. Pada perbandingan geometri *circular* dan *rectangular* dengan nilai luasan yang sama, HTC kondisi *low heat flux* dengan *bubble* yang masih sedikit tidak terlalu dipengaruhi oleh nilai *capillary resistance*. Sedangkan pada *high heat flux* dengan *bubble* yang banyak, nilai *capillary resistance* yang disebabkan tinggi fin mempengaruhi *micro-convection* dan kemampuan *rewet*. Nilai tertinggi  $\bar{h}_b$  oleh RS<sub>1</sub> sebesar 5,95 kW/m<sup>2</sup>.K.

Kata Kunci: *pool boiling*, *heat transfer coefficient*, *capillary resistance*, *inline mini pin fin*, *bubble*

## ABSTRACT

Technology developments rely on high performance hardware and require effective and durable thermal management system. Furthermore, the heat transfer performance is determined by three aspects, i.e.: working fluid, convection type, and material surface structure. One of the present breakthrough is pool boiling immersion cooling technology. This research then has been conducted for investigating heat transfer coefficient characteristics based on impacts of those three aspects.

Pool boiling system was applied with HFE 7100 as dielectric working fluid. 30 mm × 30 mm aluminium based inline pin fin with rectangular and circular geometry was attached as heat transfer structured material in the system. The structured material was set in various pin fin gap and height as comparison of geometry effects with same value of area. Applied heat rate was in range 10 – 50 W before running into critical heat flux state.

Result saw that bubble hydrodynamic was major reason affecting HTC value. Lowest value of HTC was natural convection region, followed by early bubble formation and development, and bubble merger process as highest value. 65 – 84 % HTC improvement was caused by bubble merger with highest value of  $R_3$  3,21 kW/m<sup>2</sup>.K and  $S_3$  2,84 kW/m<sup>2</sup>.K.. This bubble hydrodynamic phenomena was occurred primarily because of capillary resistance disturbance. At the addition of pin fin gap both rectangular and circular pin fin, HTC ( $\overline{h_b}$ ) was increased in contrary to decreasing value of capillary resistance. HTC ( $\overline{h_b}$ ) value also had same result along with addition of pin fin height in high heat flux region of geometry comparison with same value of area. However, for low heat flux region with few amount of bubble formation, capillary resistance gave slight impact resulting HTC value quiet similar. Highest value of  $\overline{h_b}$  was  $RS_1$  5,95 kW/m<sup>2</sup>.K.

Kata Kunci: *pool boiling, heat transfer coefficient, capillary resistance, inline mini pin fin, bubble*