

INTISARI

Data Center (DC) saat ini menjadi infrastruktur yang sangat penting. Hal ini dikarenakan DC menyimpan sekitar 175 *zettabyte* data yang digunakan untuk menyediakan layanan data jarak jauh, baik untuk kebutuhan bisnis, hiburan, maupun berbagai keperluan lainnya. Namun, DC juga mengonsumsi sekitar 3% dari total listrik global, dan angka ini diperkirakan akan meningkat hingga 12%, di mana 45% dari konsumsi listrik DC dialokasikan untuk sistem pendinginan. Oleh karena itu, pengembangan dan pengoptimalan sistem pendingin untuk DC menjadi perhatian yang sangat krusial.

Penelitian ini melakukan uji coba eksperimental untuk mengevaluasi kinerja sistem pendinginan menggunakan metode *immersion cooling* pada *data center*. *Data center* ditempatkan di dalam sebuah *chamber* yang berisi fluida dielektrik yang dialirkan dengan bantuan pompa. Penelitian ini bertujuan membandingkan kinerja metode *fan cooling* dengan *immersion cooling*. Parameter yang dianalisis mencakup temperatur rata-rata, temperatur maksimum, koefisien perpindahan kalor, *pressure drop*, *thermal resistance*, dan PUE, dengan variasi laju aliran fluida antara 0,5 – 2,5 LPM.

Hasil penelitian mengungkapkan bahwa peningkatan laju aliran fluida berkontribusi terhadap penurunan temperatur CPU. Selain itu, semakin tinggi laju aliran fluida, semakin besar nilai *heat transfer coefficient*, sementara *thermal resistance* cenderung menurun. Temperatur CPU tertinggi tercatat pada laju aliran fluida 0,5 LPM dengan nilai 65,16 °C, sedangkan temperatur terendah ditemukan pada laju aliran fluida 2,5 LPM dengan nilai 59,26 °C. Secara keseluruhan, metode *immersion cooling* menunjukkan performa pendinginan yang lebih optimal dibandingkan dengan metode *fan cooling*. Selain itu, berdasarkan perhitungan efisiensi daya listrik melalui nilai PUE, *immersion cooling* terbukti lebih hemat energi dibandingkan *fan cooling*. Temuan ini menegaskan bahwa *immersion cooling* dapat menjadi alternatif solusi pendinginan yang lebih unggul bagi DC, baik dari segi kinerja termal maupun efisiensi energi, sehingga mampu mengatasi tantangan dalam sistem pendinginan konvensional.

Kata Kunci: *immersion cooling, dielectric fluid, data center, thermal management, energy saving.*

ABSTRACT

Data Center (DC) is currently a very important infrastructure. This is because DCs store around 175 zettabytes of data that is used to provide remote data services for business, entertainment, and other purposes. However, DCs also consume about 3% of total global electricity, and this figure is expected to increase to 12%, of which 45% of DC electricity consumption is allocated to cooling systems. Therefore, the development and optimization of cooling systems for DCs is a crucial concern.

This research conducts experimental trials to evaluate the performance of cooling systems using the immersion cooling method in data centers. The data center is placed in a chamber containing dielectric fluid which is flowed with the help of a pump. This research aims to compare the performance of the fan cooling method with immersion cooling. The parameters analyzed include average temperature, maximum temperature, heat transfer coefficient, pressure drop, thermal resistance, and PUE, with variations in fluid flow rates between 0,5 – 2,5 LPM.

The results revealed that increasing the fluid flow rate contributed to the decrease in CPU temperature. In addition, the higher the fluid flow rate, the greater the heat transfer coefficient value, while the thermal resistance tends to decrease. The highest CPU temperature was recorded at 0.5 LPM fluid flow rate with a value of 65.16°C, while the lowest temperature was found at 2.5 LPM fluid flow rate with a value of 59.26°C. Overall, the immersion cooling method shows more optimal cooling performance compared to the fan cooling method. In addition, based on the monitoring of electrical power efficiency through PUE values, immersion cooling proved to be more energy efficient than fan cooling. These findings confirm that immersion cooling can be a superior alternative cooling solution for DCs, both in terms of thermal performance and energy efficiency, thus overcoming the challenges in conventional cooling systems.

Keywords: *immersion cooling, dielectric fluid, data center, thermal management, energy saving.*