

## INTISARI

Sistem *annular heater* memegang peranan penting dalam berbagai aplikasi industri, terutama dalam meningkatkan efisiensi energi melalui kontrol panas yang efektif. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa modifikasi geometri pada *annular heater*, seperti penambahan *rectangular wire coil* dan *outsert*, dapat mempengaruhi kinerja perpindahan panas secara signifikan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi jumlah *axial fin insert* dengan variasi *plain tube*, 2, 3, 4, dan 5 buah yang dioperasikan pada *mass flow rate* yang beragam (0,1 kg/s, 0,2 kg/s, 0,3 kg/s, dan 0,4 kg/s) terhadap kinerja perpindahan panas pada *annular heater*. Metode yang digunakan melibatkan simulasi numerik menggunakan *Computational Fluid Dynamics* (CFD), yang divalidasi dengan data eksperimental.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa validasi antara eksperimen dan simulasi menunjukkan deviasi sebesar 2,9%. Peningkatan *mass flow rate* pada *annular heater* meningkatkan bilangan Reynolds dan Nusselt, yang memengaruhi karakteristik aliran dan perpindahan panas fluida di sisi *annulus*. Untuk meningkatkan kinerja perpindahan panas, dilakukan modifikasi desain dengan empat variasi jumlah *axial fin insert*, yang dapat meningkatkan nilai koefisien perpindahan kalor lebih tinggi dibandingkan desain konvensional (*plain tube*), meskipun terjadi peningkatan *pressure drop*. Studi ini menunjukkan bahwa desain *annular heater* dengan penambahan lima buah *axial fin insert* memberikan performa terbaik, menghasilkan parameter analisa peningkatan perpindahan kalor keseluruhan sebesar 1,133 pada *mass flow rate* 0,4 kg/s. Nilai parameter analisa peningkatan perpindahan kalor keseluruhan relatif stabil untuk berbagai variasi geometri *axial fin insert*, sehingga desain ini memiliki potensi signifikan dalam meningkatkan kinerja perpindahan kalor *annular heater*.

**Kata Kunci :** *Annular heater, axial fin, Computational Fluid Dynamics* (CFD), Eksperimental, perpindahan panas, koefisien perpindahan panas, *pressure drop*

## **ABSTRACT**

*The annular heater system plays a crucial role in various industrial applications, particularly in enhancing energy efficiency through effective heat control. Previous studies have shown that geometric modifications to annular heaters, such as the addition of rectangular wire coils and outserts, can significantly impact heat transfer performance.*

*This study aims to evaluate the effect of varying the number of axial fin inserts (plain tube, 2, 3, 4, and 5 fins) operated at different mass flow rates (0.1 kg/s, 0.2 kg/s, 0.3 kg/s, and 0.4 kg/s) on heat transfer performance in annular heaters. The methodology involves numerical simulations using Computational Fluid Dynamics (CFD), validated against experimental data.*

*The research results show that the validation between the experimental and simulation data indicates a deviation of 2.9%. An increase in the mass flow rate in the annular heater leads to higher Reynolds and Nusselt numbers, which affect the fluid flow and heat transfer characteristics on the annulus side. To enhance heat transfer performance, a design modification was carried out with four variations in the number of axial fin inserts. These modifications resulted in higher heat transfer coefficients compared to the conventional (plain tube) design, although they also caused an increase in pressure drop. This study demonstrates that the annular heater design with the addition of five axial fin inserts provides the best performance, resulting in an overall heat transfer enhancement factor of 1.133 at a mass flow rate of 0.4 kg/s. The enhancement factor remains relatively stable across different axial fin insert geometries, indicating that this design holds significant potential for improving the heat transfer performance of annular heaters.*

**Keywords:** *Annular heater, axial fin, Computational Fluid Dynamics (CFD), experimental, heat transfer, heat transfer coefficient, pressure drop.*