

INTISARI

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi global dan pengurangan cadangan energi fosil, sistem konversi energi yang lebih efisien dan ramah lingkungan menjadi semakin penting. Salah satu teknologi yang menjanjikan adalah *Organic Rankine Cycle* (ORC), yang memanfaatkan fluida kerja organik dengan titik didih rendah untuk menghasilkan energi listrik pada suhu dan tekanan lebih rendah dibandingkan siklus Rankine konvensional. Pada sistem ORC, evaporator jenis *shell and tube heat exchanger* digunakan untuk menguapkan fluida kerja organik, seperti *n*-Pentana, dengan memanfaatkan panas dari sumber energi.

Penelitian tugas akhir ini berfokus pada perancangan dan prediksi numeris evaporator jenis *shell and tube heat exchanger* pada sistem ORC. Evaporator dirancang berdasarkan standar TEMA dengan konfigurasi tipe AEM, menggunakan *segmental baffle*, fluida kerja pada *shell* berupa *n*-Pentane cair, dan fluida pemanas pada *tube* berupa air panas. Penelitian ini juga melibatkan analisis pengaruh variasi jumlah *baffle* terhadap performa alat, termasuk efektivitas perpindahan kalor, *pressure drop*, dan distribusi suhu. Prediksi numeris dilakukan menggunakan perangkat lunak ANSYS Fluent dengan pendekatan *Finite Volume Method* (FVM).

Hasil perancangan menunjukkan bahwa untuk versi *original size* dari evaporator dirancang dengan ukuran diameter *inlet shell* sebesar 380 mm, jumlah *tube* 149, dan panjang *tube* 3000 mm. Pada desain ini, digunakan 17 *baffle* yang dioptimalkan untuk meningkatkan perpindahan kalor dan efisiensi sistem. Sedangkan untuk versi *scaled down size* memiliki ukuran *diameter inlet shell* sebesar 190 mm, jumlah *tube* 31, panjang *tube* 1200 mm, dan jumlah *baffle* 5. Hasil simulasi yang dilakukan dengan menggunakan versi *scaled down* menunjukkan bahwa peningkatan jumlah *baffle* meningkatkan koefisien perpindahan kalor total dari $1142,76 \text{ W/m}^2 \cdot \text{C}$ menjadi $1621,05 \text{ W/m}^2 \cdot \text{C}$. Namun, peningkatan jumlah *baffle* juga menaikkan *pressure drop* sebesar 1446,29 Pa pada sisi *shell* dan penurunan *pressure drop* sebesar 1609,09 Pa pada *tube*. Sehingga rasio unjuk kerja dari evaporator mengalami penurunan dari 1,868 menjadi 0,787. Distribusi suhu dan *pressure drop* yang dihasilkan memberikan gambaran performa evaporator secara menyeluruh. Penelitian ini memberikan pemahaman mengenai karakteristik perubahan fasa fluida kerja dan performa evaporator jenis *shell and tube* pada sistem ORC, sekaligus menjadi referensi untuk pengembangan lebih lanjut dalam teknologi pembangkit energi berbasis ORC.

Kata Kunci : *Evaporator*, ORC, Perancangan, Prediksi Numeris, *Baffle*, Unjuk Kerja

ABSTRACT

With the growing global energy demand and the declining availability of fossil fuel reserves, the development of efficient and environmentally friendly energy conversion systems has become increasingly essential. One of the promising technologies addressing this need is the Organic Rankine Cycle (ORC), which utilizes organic working fluids with low boiling points to generate electricity at lower temperatures and pressures compared to conventional Rankine cycles. In an ORC system, a shell and tube heat exchanger-type evaporator is employed to vaporize the organic working fluid, such as n-Pentane, by utilizing heat from an external energy source.

This final project focuses on the design and numerical prediction of a shell-and-tube heat exchanger evaporator in an Organic Rankine Cycle (ORC) system. The evaporator is designed based on TEMA standards with an AEM configuration, utilizing segmental baffles. The working fluid in the shell is liquid n-pentane, while the heating fluid in the tubes is hot water. This research also involves analyzing the effect of varying the number of baffles on the evaporator's performance, including heat transfer effectiveness, pressure drop, and temperature distribution. Numerical predictions are conducted using ANSYS Fluent software with the Finite Volume Method (FVM) approach.

The design results indicate that the original size version of the evaporator is equipped with a shell inlet diameter of 380 mm, 149 tubes, and a tube length of 3000 mm. The design incorporates 17 baffles, optimized to enhance heat transfer and overall system efficiency. Meanwhile, the scaled-down version features a shell inlet diameter of 190 mm, 31 tubes, a tube length of 1200 mm, and 5 baffles. The simulation results using the scaled-down version reveal that increasing the number of baffles improves the overall heat transfer coefficient from $1142,76 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ to $1621,05 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$. However, the increase in baffle count also leads to a pressure drop rise of 1446.29 Pa on the shell side and a pressure drop reduction of 1609.09 Pa on the tube side. As a result, the performance ratio of the evaporator decreased from 1.868 to 0.787. The obtained temperature and pressure drop distributions provide a comprehensive depiction of the evaporator's performance. This research offers valuable insights into the phase change characteristics of the working fluid and the performance of a shell-and-tube heat exchanger evaporator in an ORC system, serving as a reference for further advancements in ORC-based energy generation technologies.

Keyword: Evaporator, ORC, Design, Numerical Prediction, Baffle, Performance