

INTISARI

Peningkatan efektivitas termal pembangkit listrik merupakan salah satu pilar penting dalam tercapainya Net Zero Emission Indonesia pada tahun 2060. Dalam pembangkit listrik tenaga gas dan uap yang memiliki fleksibilitas operasional yang baik, penukar kalor shell and tube memiliki peranan yang sangat vital terutama dalam hal efektivitas termal. Optimasi *shell and tube heat exchanger* (STHE) dapat dilakukan dengan beberapa metode, salah satunya adalah merencanakan bentuk baffle untuk mendapatkan efektivitas perpindahan panas yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa secara komputasi pengaruh variasi rasio potongan dan jarak antar *fold segmental baffle* terhadap unjuk kerja penukar kalor *shell and tube*.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) menggunakan perangkat lunak *ANSYS Fluent* dengan model turbulensi *Realizable k-ε*. Geometri *baffle* yang dimodifikasi adalah tipe *fold segmental baffle* dengan sudut lipatan 150° . Variabel bebas yang divariasikan meliputi rasio potongan 15%, 20%, dan 25% terhadap diameter *shell*, serta jarak antar *baffle* yang direpresentasikan oleh jumlah *baffle* 13, 19, dan 25 buah. Parameter yang dianalisis meliputi distribusi temperatur, distribusi tekanan, distribusi kecepatan aliran, laju perpindahan panas, koefisien perpindahan panas, efektivitas, dan *pressure drop*. Model simulasi telah divalidasi terhadap data lapangan dengan deviasi maksimum 9,43%, sehingga masih berada dalam batas toleransi dan layak digunakan untuk simulasi variasi.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa rasio potongan *baffle* yang lebih kecil dan jumlah *baffle* yang lebih banyak mampu meningkatkan performa termal STHE karena aliran sisi *shell* lebih sering diarahkan melintasi *tube bundle*. Konfigurasi 25 *baffle* dengan rasio potongan 15% menghasilkan performa termal tertinggi, yaitu temperatur *outlet shell* $36,16^\circ\text{C}$, dengan laju perpindahan panas 2499,43 kW, koefisien perpindahan panas $4,36 \text{ kW/m}^2\text{C}$, dan efektivitas 26,53%. Namun, konfigurasi tersebut juga menghasilkan *pressure drop* tertinggi sebesar 289.508 Pa. Dengan mempertimbangkan keseimbangan antara performa termal dan kerugian tekanan, konfigurasi 25 *baffle* dengan rasio potongan 25% dapat menjadi pilihan yang lebih optimal dari keseluruhan simulasi secara termohidrolik karena masih menghasilkan performa termal yang baik dengan *pressure drop* lebih rendah, yaitu 74.873 Pa.

Kata Kunci: *Shell and Tube Heat Exchanger*, *Fold Segmental Baffle*, Rasio Potongan *Baffle*, CFD, Efektivitas Termal

ABSTRACT

Enhancing thermal effectiveness in power generation is a key pillar in Indonesia's roadmap toward achieving Net Zero Emission by 2060. In Combined Cycle Power Plant, which provide substantial operational flexibility, the Shell and Tube Heat Exchanger (STHE) plays a critical role in sustaining overall thermal performance. Improvements in STHE effectiveness can be achieved through various approaches, one of which involves modifying the baffle geometry to enhance heat transfer characteristics. This study aims to numerically investigate the effects of varying the cut ratio and pitch of folded segmental baffles on the thermohydraulic performance of a STHE.

The method used in this study is Computational Fluid Dynamics (CFD) simulation using ANSYS Fluent with the Realizable $k-\epsilon$ turbulence model. The modified baffle geometry is a folded segmental baffle with a folding angle of 150° . The independent variables include baffle cut ratios of 15%, 20%, and 25% of the shell diameter, as well as baffle spacing represented by the number of baffles, namely 13, 19, and 25 baffles. The analyzed parameters include temperature distribution, pressure distribution, flow velocity distribution, heat transfer rate, heat transfer coefficient, effectiveness, and pressure drop. The simulation model was validated against field data, with a maximum deviation of 9.43%, which is still within the acceptable tolerance range and indicates that the model is suitable for variation simulations.

The simulation results show that a smaller baffle cut ratio and a higher number of baffles can improve the thermal performance of the STHE, as the shell-side flow is more frequently directed across the tube bundle. The configuration with 25 baffles and a 15% baffle cut ratio produced the highest thermal performance, with a shell outlet temperature of 36.16°C , a heat transfer rate of 2499.43 kW, a heat transfer coefficient of $4.36 \text{ kW/m}^2\text{C}$, and an effectiveness of 26.53%. However, this configuration also resulted in the highest pressure drop of 289.508 Pa. Considering the balance between thermal performance and pressure loss, the configuration with 25 baffles and a 25% baffle cut ratio can be considered the most optimal thermohydraulic configuration among all simulated cases, as it still provides good thermal performance with a lower pressure drop of 74.873 Pa

Keywords: Shell and Tube Heat Exchanger, Fold Segmental Baffle, Baffle Cut Ratio, CFD, Thermal Effectiveness