

INTISARI

Pemanfaatan *waste heat* dari *exhaust gas diesel engine* merupakan langkah yang potensial dalam peningkatan efisiensi energi. *Waste heat* ini dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi termal bagi *thermoacoustic engine*, yang mampu mengubah panas menjadi energi listrik. Namun, Pemanfaatan *waste heat* menjadi sumber kalor pada *thermoacoustic engine* ini membutuhkan alat penukar kalor eksternal agar *waste heat* dari *exhaust gas* dapat dimanfaatkan tanpa adanya pengotoran yang disebabkan oleh *exhaust gas* pada sisi *Hot Heat Exchanger (HHX)* di *thermoacoustic engine*. Salah satu *waste heat heat exchanger* yang sering digunakan adalah jenis *shell and tube*.

Dalam tugas akhir ini dilakukan perancangan dari alat penukar kalor eksternal dengan jenis *shell and tube* untuk *thermoacoustic engine*. Perancangan ini dilakukan menggunakan metode Bell-Delaware yang terdiri dari beberapa tahap: *preliminary design*, perhitungan termal, perhitungan mekanikal, dan perhitungan *pressure drop*. Setelah perancangan selesai, selanjutnya dilakukan prediksi unjuk kerja menggunakan *software* HTRI Xchanger Suite dan prediksi numeris CFD. Hasil dari perancangan menggunakan metode Bell-Delaware, prediksi unjuk kerja *software* HTRI Xchanger Suite, serta prediksi numeris CFD kemudian dilakukan perbandingan. Perbandingan ini meliputi beberapa aspek seperti laju perpindahan kalor, temperatur *outlet tube*, temperatur *outlet shell*, *pressure drop tube*, *pressure drop shell*, koefisien perpindahan kalor total, dan efektivitas.

Hasil dari perancangan alat penukar kalor *shell and tube* bertipe AEL mempunyai 6 *segmental baffle* dengan *shell* menggunakan pipa 6 inci dan 26 buah *tube* sepanjang 850 mm dengan pola *layout square 90°*. Perbandingan hasil perancangan dengan prediksi unjuk kerja *software* HTRI dan prediksi numeris CFD menunjukkan selisih yang kecil pada aspek yang berkaitan dengan energi, dengan selisih maksimum sebesar 10,79 Watt pada laju perpindahan kalor, 0,30 °C pada temperatur *outlet tube*, dan sebesar 4,62 °C pada temperatur *outlet shell*. Namun, perbedaan yang cukup signifikan terjadi pada aspek *tube pressure drop* dengan nilai selisih maksimum sebesar 97,52 Pa dan pada *shell pressure drop* nilai selisih terbesarnya sebesar 129,59 Pa. Sebaliknya, pada aspek performa termal yang terdiri dari koefisien total perpindahan kalor dan efektivitas, perbedaan yang terjadi tergolong tidak signifikan, dengan masing-masing sebesar 1,51 W/m.K, dan 0,003.

Kata kunci: *Waste Heat, Thermoacoustic Engine, Alat Penukar Kalor, Prediksi Numeris*

ABSTRACT

Utilizing waste heat from diesel engine exhaust gas is a potential step toward enhancing energy efficiency. This Waste heat can be harnessed as a thermal energy source for a thermoacoustic engine, which is capable of converting heat into electrical energy. However, utilizing waste heat as a heat source requires an external heat exchanger so that the waste heat from the exhaust gas can be used without contamination from the exhaust gas on the Hot Heat Exchanger (HHX) side of the thermoacoustic engine. One commonly used type of waste heat exchanger is the shell and tube type.

In this thesis, the design of an external heat exchanger of the shell-and-tube type for the thermoacoustic engine is carried out. This design follows the Bell-Delaware method which includes several stages: preliminary design, thermal calculations, mechanical calculations, and pressure drop calculations. After the design process is completed, performance prediction is performed using HTRI Xchanger Suite software and numerical prediction is performed using CFD. The results of the design calculations using the Bell-Delaware method, performance prediction from HTRI Xchanger Suite and numerical prediction CFD are then compared. This comparison included aspects such as heat transfer rate, tube outlet temperature, shell outlet temperature, tube pressure drop, shell pressure drop, total heat transfer coefficient, and effectiveness.

The result of the design of the AEL-type shell and tube heat exchanger features 6 segmental baffles has a shell specification with 6-inch pipes and 26 tubes with a length of 850 mm in a 90° square layout. The comparison of the design results with the performance prediction from the HTRI and the numerical prediction from CFD shows minor differences in energy-related aspects, with the maximum differences of 10,79 Watts in heat transfer rate, 0,30 °C in tube outlet temperature, and 4,62 °C in shell outlet temperature. However, significant differences are obtained in pressure drop with the maximum differences of 97,52 Pa on the tube side and 129,59 Pa on the shell side. On the other hand, thermal performance aspects such as overall heat transfer coefficient and effectiveness show insignificant differences with the maximum differences of 1,51 W/m.K and 0,003, respectively.

Keywords: Waste Heat, Thermoacoustic Engine, Heat Exchanger, Numerical Prediction