

Analisis Thermo-ekonomi Organic Rankine Cycle (ORC) skala kecil dengan konfigurasi single cycle dan dual cycle menggunakan fluida kerja R134a dan R245fa berbasis simulasi = Thermo-economic analysis of a Small-Scale Organic Rankine Cycle (ORC) with single cycle and dual cycle configurations using R134a and R245fa as working fluids based on simulation

Dzakiyya Yumna Fitrasani, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920570499&lokasi=lokal>

Abstrak

Sumber panas tingkat rendah dari energi terbarukan dan waste heat dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan daya listrik melalui Organic Rankine Cycle (ORC), yaitu modifikasi dari siklus Rankine yang menggunakan fluida kerja bertitik didih rendah, umumnya senyawa hidrokarbon. Penelitian ini mensimulasikan sistem ORC skala kecil dengan konfigurasi single cycle dan dual cycle menggunakan perangkat lunak Cycle- Tempo, serta fluida kerja R134a dan R245fa. Pada konfigurasi dual cycle, topping cycle menggunakan R245fa, sementara bottoming cycle menggunakan R134a. Temperatur sumber panas divariasikan dalam rentang 85–100 °C untuk R134a, 90–120 °C untuk R245fa, dan 90–105 °C untuk konfigurasi dual cycle. Hasil simulasi telah diverifikasi terhadap data eksperimen dengan tingkat error kurang dari 5%. Pada konfigurasi single cycle, R134a menghasilkan daya netto lebih tinggi, sedangkan R245fa menunjukkan efisiensi termal yang lebih baik. Adapun konfigurasi dual cycle memberikan peningkatan signifikan baik pada daya netto maupun efisiensi termal, dengan capaian maksimum sebesar 2,17 kW dan 7,30% pada temperatur sumber panas 105 °C. Pada kondisi optimal, dengan peningkatan efisiensi expander dan pompa, daya netto meningkat menjadi 6,86 kW dengan efisiensi termal 21,87%. Dari sisi ekonomi, pada kondisi aktual, konfigurasi single cycle dengan R134a pada 100 °C menghasilkan net present value (NPV) sebesar US\$ 24.930, internal rate of return (IRR) sebesar 9,29%, dan payback period selama 13,64 tahun. Sementara itu, pada kondisi optimal, konfigurasi dual cycle pada 105 °C memberikan NPV tertinggi sebesar US\$ 74.452, dengan IRR sebesar 8,81% dan payback period selama 13,93 tahun.

.....Low-grade heat sources from renewable energy and waste heat can be utilized to generate electricity through the Organic Rankine Cycle (ORC), which is a modification of the Rankine cycle using working fluids with low boiling points, typically hydrocarbon compounds. This study simulates a small-scale ORC system with single cycle and dual cycle configurations using Cycle-Tempo software, employing R134a and R245fa as working fluids. In the dual cycle configuration, the topping cycle uses R245fa, while the bottoming cycle uses R134a. The heat source temperature is varied within the range of 85–100 °C for R134a, 90–120 °C for R245fa, and 90–105 °C for the dual cycle configuration. The simulation results have been validated against experimental data with an error margin of less than 5%. In the single cycle configuration, R134a produces a higher net power output, while R245fa demonstrates better thermal efficiency. The dual cycle configuration provides significant improvements in both net power and thermal efficiency, with maximum outputs of 2.17 kW and 7.30% efficiency at a heat source temperature of 105 °C. Under optimal conditions, with increased expander and pump efficiencies, the net power increases to 6.86 kW with a thermal efficiency of 21.87%. From an economic perspective, under actual conditions, the single cycle configuration with R134a at 100 °C yields a net present value (NPV) of US\$ 24,930, an internal rate

of return (IRR) of 9.29%, and a payback period of 13.64 years. Meanwhile, under optimal conditions, the dual cycle configuration at 105 °C provides the highest NPV of US\$ 74,452, with an IRR of 8.81% and a payback period of 13.93 years.