

ANALISIS SISTEM TERMODINAMIKA *COMBINED ORGANIC RANKINE CYCLE* PADA KAPAL

Wahyu Alwi Ridzwan

ABSTRAK

Organic Rankine Cycle (ORC) merupakan inovasi pemulihan energi dari sumber panas bersuhu rendah dengan memanfaatkan fluida organik sebagai media kerjanya. Penelitian ini menganalisis sistem *ORC* terhadap 3 objek, yaitu performa komponen, efisiensi termal, dan *output* energi listrik. Analisis pada penelitian ini menggunakan 3 variasi, yaitu variasi fluida kerja, temperatur, dan tekanan. Untuk variasi fluida kerja menggunakan benzena, propana, toluena, campuran benzena dan propana, serta campuran toluena dan propana. Sedangkan temperatur dan tekanan memiliki 3 variasi yang berbeda. Hasil penelitian pada analisis kinerja pompa ditunjukkan bahwa nilai rata-rata *work pump* tertinggi diperoleh oleh fluida propana dengan skema *Combined ORC*, yaitu sebesar 12,67 kJ/kg. Pada analisis kinerja turbin, diperoleh nilai rata-rata *work turbine* tertinggi pada fluida campuran toluena dan propana dengan skema *Combined ORC*, yaitu sebesar 374,24 kJ/kg. Untuk analisis kinerja evaporator, diperoleh nilai rata-rata *thermal evaporator* tertinggi pada fluida benzena dengan skema *Simple ORC* dengan nilai sebesar 668,24 kJ/kg. Untuk analisis kinerja kondensor, diperoleh nilai rata-rata *thermal condenser* tertinggi pada fluida benzena dengan skema *Simple ORC* juga dengan nilai sebesar 462,57 kJ/kg. Kemudian, pada analisis rata-rata efisiensi termal terungkap fluida campuran toluena dan propana dengan skema *Combined ORC* menjadi nilai tertinggi dengan efisiensi sebesar 0,781. Namun saat turbin mengalami degradasi, efisiensinya berkurang menjadi 0,621. Energi listrik terbesar yang dihasilkan sebesar 374,243 kW. Sedangkan dalam kondisi degradasi turbin, energi listriknya berkurang menjadi 299,395 kW. Demikian penelitian ini dapat menganalisis sistem termodinamika dengan pemanfaatan *Waste Heat Recovery (WHR)* dari gas buangan diesel NATO F-76 terhadap sistem *ORC* dengan variasi fluida kerja, temperatur, dan tekanan. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat mendukung pengembangan sistem energi terbarukan pada kapal perang.

Kata kunci: Termodinamika, *Organic Rankine Cycle (ORC)*, *Waste Heat Recovery (WHR)*.

THERMODYNAMIC SYSTEM ANALYSIS OF COMBINED ORGANIC RANKINE CYCLE ON SHIP

Wahyu Alwi Ridzwan

ABSTRACT

The Organic Rankine Cycle (ORC) is a promising innovation for recovering energy from low-temperature heat sources by utilizing organic fluids as the working medium. This study investigates the thermodynamic of an ORC system based on three key parameters: component performance, thermal efficiency, and electrical energy output. The analysis incorporates variations in three factors: working fluid, temperature, and pressure. The working fluids examined include benzene, propane, toluene, a benzene–propane mixture, and a toluene–propane mixture. Each temperature and pressure parameter was assessed at three distinct levels. The pump performance analysis revealed that propane, under the Combined ORC configuration, produced the highest average work pump, at 12.67 kJ/kg. In the turbine performance analysis, the toluene–propane mixture in the Combined ORC yielded the highest average work turbine, reaching 374.24 kJ/kg. For the evaporator, benzene in the Simple ORC configuration provided the highest thermal evaporator, with a value of 668.24 kJ/kg. Similarly, the condenser performance was highest with benzene in the Simple ORC, showing a thermal condenser value of 462.57 kJ/kg. In terms of thermal efficiency, the toluene–propane mixture in the Combined ORC achieved the highest average efficiency, at 0.781. However, under turbine degradation conditions, this efficiency decreased to 0.621. The maximum electrical power output was 374.243 kW, which dropped to 299.395 kW when turbine degradation was accounted for. This study demonstrates the feasibility of utilizing Waste Heat Recovery (WHR) from NATO F-76 diesel engine exhaust gases to enhance ORC system thermodynamic. The results highlight the importance of working fluid selection and operating conditions in optimizing thermal efficiency and power output. These findings support the development of renewable energy technologies for naval ship applications.

Keywords: *Thermodynamic, Organic Rankine Cycle (ORC), Waste Heat Recovery (WHR).*