

INTISARI

Pemanfaatan energi dingin yang terbuang saat proses regasifikasi LNG menawarkan potensi besar untuk meningkatkan efisiensi sistem pendinginan dan pembangkitan listrik secara berkelanjutan. Penelitian ini mengkaji secara menyeluruh sistem bertahap, dimulai dengan penggunaan LNG sebagai *heat sink* pada kondensor siklus *Organic Rankine Cycle* untuk menghasilkan daya listrik. Dilanjutkan oleh aplikasi *cold storage* untuk penyimpanan produk bersuhu rendah, serta penerapan sisa energi dingin untuk pendinginan ruangan. Analisis termodinamika dilakukan menggunakan pemodelan numerik di EES, dengan asumsi metana murni, laju alir konstan 2,328 kg/s, dan suhu air 25 °C. Hasil menunjukkan total energi dingin yang dapat dimanfaatkan mencapai 2.335 kW yang terbagi menjadi 1.832 kW untuk ORC di mana propana terpilih sebagai fluida kerja optimal dengan daya maksimum 451,3 kW dan efisiensi termal 19,77 %. Aplikasi *cold storage* menghasilkan 287,4 kW dengan dimensi optimal 12,728 m × 12,728 m × 3 m yang mampu menampung 486 m³ dan produk seberat 69.396 kg. Untuk memenuhi beban ini, larutan etilen glikol/air 60/40 membutuhkan laju aliran massa 20,21 kg/s sedangkan larutan propilen glikol/air 60/40 membutuhkan 18,56 kg/s; laju aliran massa udara dalam cold storage sebesar 52,75 kg/s. Pompa optimal menggunakan larutan propilen glikol/air 60/40 dengan diameter pipa 0,3048 m (12 inci) menghasilkan *pressure drop* 8,573 kPa dan memerlukan daya pompa 0,1854 kW. Aplikasi pendinginan ruangan memanfaatkan 215,5 kW pada ruang berukuran 49,45 m × 32,97 m × 3 m, dengan larutan etilen glikol/air 10/90 memerlukan 10,9 kg/s dan larutan propilen glikol/air 10/90 memerlukan 10,62 kg/s, serta laju aliran massa udara 39,56 kg/s. Analisis *pressure drop* fluida perantara pada kedua aplikasi menegaskan diameter pipa optimal 12 inci menegaskan kesesuaian desain sistem kriogenik berbasis LNG sebagai solusi hemat energi dan ramah lingkungan bagi industri penyimpanan dingin serta pendinginan udara.

Kata Kunci: LNG, Energi Dingin, *Organic Rankine Cycle*, *Cold Storage*, Pendinginan Ruangan, Fluida Perantara.

ABSTRACT

The utilization of cold energy wasted during the LNG regasification process offers great potential to improve the efficiency of cooling systems and electricity generation in a sustainable manner. This study comprehensively examines a staged system, beginning with the use of LNG as a heat sink in the condenser of an Organic Rankine Cycle to generate electric power. It continues with a cold storage application for low-temperature product preservation followed by use of the remaining cold energy for room cooling. Thermodynamic analysis was carried out via numerical modeling in EES, assuming pure methane, a constant mass flow rate of 2.328 kg/s, and a water temperature of 25 °C. Results show that the total cold energy available reaches 2,335 kW, of which 1,832 kW is allocated to the ORC, propane being selected as the optimal working fluid, yielding a maximum power output of 451.3 kW and a thermal efficiency of 19.77%. The cold storage application provides 287.4 kW with optimal dimensions of 12.728 m × 12.728 m × 3 m, accommodating 486 m³ of volume and 69,396 kg of product. To meet this load, a 60/40 ethylene glycol–water solution requires a mass flow rate of 20.21 kg/s, while a 60/40 propylene glycol–water solution requires 18.56 kg/s; the air mass flow rate within the cold storage is 52.75 kg/s. The optimal pump configuration uses the 60/40 propylene glycol–water solution in 0.3048 m (12 inch) piping, producing a pressure drop of 8.573 kPa and requiring 0.1854 kW of pump power. The room-cooling application utilizes 215.5 kW in a space measuring 49.45 m × 32.97 m × 3 m, with a 10/90 ethylene glycol–water solution needing 10.9 kg/s and a 10/90 propylene glycol–water solution needing 10.62 kg/s, along with an air mass flow rate of 39.56 kg/s. Pressure-drop analysis of the intermediate fluids in both applications confirms a 12-inch pipe diameter as optimal, underscoring the LNG-based cryogenic system design’s effectiveness as an energy-efficient and environmentally friendly solution for cold storage and air cooling industries.

Keywords: LNG, Cold Energy, Organic Rankine Cycle, Cold Storage, Space Cooling, Intermediate Fluid.