

Desain dan Optimasi Proses Pemanfaatan Energi Dingin Hidrogen Cair untuk Unit Pemisahan Udara dan Pembangkit Energi Listrik = Design and Process Optimization of Liquid Hydrogen Cold Energy Utilization for Air Separation Unit and Power Generation

Fikri Eli Rosady, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920545134&lokasi=lokal>

Abstrak

Dengan permintaan hidrogen yang tinggi di masa depan, pemanfaatan energi dingin tampaknya menjadi solusi alternatif untuk meningkatkan rantai ekonomi hidrogen dengan memaksimalkan pemanfaatan limbah energi dingin selama regasifikasi. Suhu rendah hidrogen cair (-253°C pada 1 atm) akan memberikan beragam aplikasi yang dapat diimplementasikan. Makalah ini mengusulkan pembangkit daya dan unit pemisahan udara sebagai proses integrasi dari regasifikasi hidrogen cair. Untuk mencapai desain proses terbaik, pemilihan proses dibuat dengan mempertimbangkan tingginya pembangkitan daya dan rendahnya kerusakan eksergi. Desain proses terpilih akan diintegrasikan dengan unit pemisahan udara dengan 4 skenario laju alir dan dioptimasi untuk mendapatkan kondisi ideal dengan maksimal energi listrik hasil dan kerusakan eksergi yang minimum. Solusi ideal setiap scenario akan dievaluasi keekonomiannya. Dari hasil pemilihan proses, cascade rankine cycle mampu memulihkan energi pencairan hidrogen hingga 11,46 % dan menghasilkan kerusakan eksergi yang paling minim. Cascade rankine cycle kemudian diintegrasikan dengan unit pemisahan udara dan dioptimasi. Dari hasil simulasi, semakin tinggi laju alir udara akan menghasilkan energi listrik yang semakin rendah tetapi mampu mengurangi kerusakan eksergi hingga 1700 kW. Dari hasil perhitungan, skenario D, dengan laju alir 12000 kg/jam mampu memberikan internal rate of return paling tinggi (23,96%) dan payback period tersingkat 5,14 tahun dibanding dengan skenario lainnya.

.....With the future's high demand for hydrogen, utilizing cold energy appears to be an alternative solution to enhance the hydrogen economic chain by maximizing the use of cold energy waste during regasification. The low temperature of liquid hydrogen (-253°C at 1 atm) offers various applicable implementations. This paper proposes integrating a power plant and an air separation unit with the liquid hydrogen regasification process. To achieve the optimal process design, the selection process considers both high power generation and low exergy destruction. The chosen process design will be integrated with the air separation unit under four different flow rate scenarios and optimized to obtain ideal conditions, maximizing electrical energy output and minimizing exergy destruction. The economic feasibility of the ideal solution for each scenario will be evaluated. Based on the process selection results, the cascade Rankine cycle can recover up to 11.46% of the hydrogen liquefaction energy and produce the least exergy destruction. The cascade Rankine cycle is then integrated with the air separation unit and optimized. Simulation results indicate that higher air flow rates yield lower electrical energy but can reduce exergy destruction by up to 1700 kW. According to economic calculations, scenario D, with a flow rate of 12,000 kg/hour, provides the highest internal rate of return (23.96%) and the shortest payback period of 5.14 years compared to other scenarios.