

ANALISIS TEKNO-EKONOMI SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA-HIDROGEN MENGGUNAKAN SIMULASI HOMER PRO

Umar Fatahillah

ABSTRAK

Peningkatan kebutuhan energi listrik dan tuntutan pengurangan emisi karbon mendorong pengembangan sistem pembangkit listrik berbasis energi terbarukan yang andal dan berkelanjutan. Salah satu solusi yang berpotensi mendukung transisi energi adalah integrasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan sistem penyimpanan energi berbasis baterai dan hidrogen. Penelitian ini bertujuan merancang dan membandingkan kinerja teknis serta ekonomis pada tiga konfigurasi sistem PLTS *off-grid*, yaitu PLTS dengan Baterai, PLTS-H₂, dan PLTS-H₂ dengan Baterai pada skenario beban rendah dan beban tinggi menggunakan perangkat lunak HOMER Pro. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konfigurasi PLTS-H₂+Baterai memberikan kinerja teknis terbaik dengan efisiensi sistem tertinggi sebesar 65,03% pada skenario beban tinggi, serta mampu meningkatkan pemanfaatan energi surya melalui konversi surplus energi menjadi hidrogen. Sementara itu, konfigurasi PLTS dengan Baterai memerlukan investasi awal terendah sebesar Rp809 juta dan memiliki periode pengembalian investasi tercepat, yaitu 31 tahun. Namun, konfigurasi PLTS-H₂ dengan Baterai menghasilkan biaya siklus hidup sistem yang lebih rendah dengan nilai NPC sebesar Rp1,69 miliar dan LCOE sebesar Rp8.680/kWh, sehingga lebih menguntungkan dari perspektif biaya jangka panjang. Temuan tersebut menunjukkan adanya *trade-off* antara kinerja teknis dan ekonomis, sehingga pemilihan konfigurasi sistem perlu disesuaikan dengan prioritas kebutuhan pengguna. Integrasi teknologi hidrogen pada sistem PLTS *off-grid* berpotensi meningkatkan keandalan dan pemanfaatan energi terbarukan sebagai alternatif penyediaan energi yang lebih berkelanjutan dimasa depan.

Kata Kunci: PLTS, Hidrogen, Baterai, HOMER PRO, *Renewable Energy*

TECHNO-ECONOMIC ANALYSIS OF A SOLAR PHOTOVOLTAIC–HYDROGEN POWER GENERATION SYSTEM USING HOMER PRO SIMULATION

Umar Fatahillah

ABSTRACT

The increasing demand for electrical energy and the urgency to reduce carbon emissions have driven the development of reliable and sustainable renewable energy generation systems. One potential solution supporting the energy transition is the integration of Photovoltaic (PV) systems with battery and hydrogen-based energy storage systems. This study aims to design and compare the technical and economic performance of three off-grid PV system configurations: PV-Battery, PV- H_2 , and PV- H_2 -Battery, under low-load and high-load scenarios using HOMER Pro software. The results show that the PV- H_2 -Battery configuration provides the best technical performance, achieving the highest system efficiency of 65.03% under the high-load scenario, and enhances solar energy utilization by converting surplus energy into hydrogen. Meanwhile, the PV-Battery configuration requires the lowest initial investment of IDR 809 million and has the fastest payback period of 31 years. However, the PV- H_2 -Battery configuration yields a lower life-cycle cost with a Net Present Cost (NPC) of IDR 1.69 billion and a Levelized Cost of Energy (LCOE) of IDR 8,680/kWh, making it more advantageous from a long-term cost perspective. These findings demonstrate a clear trade-off between technical and economic performance, indicating that the choice of system configuration must be tailored to the user's priority needs. The integration of hydrogen technology into off-grid PV systems has the potential to enhance reliability and renewable energy utilization as a more sustainable energy supply alternative for the future.

Keywords: Photovoltaic, Hydrogen, Battery, HOMER Pro, Renewable Energy.