Analisis Tekno-Ekonomi Pemanfaatan Excess Energi dari Floating Solar PV 1 MWP Untuk Produksi Hidrogen Menggunakan Alkaline Water Electrolyzer (AWE) di PLTU Lontar
Ihsan Mulyawan, Dr. Ir. Rachmawan Budiarto, S.T., M.T., IPU.;Dr. Eng. Ir. Dwi Joko Suroso, S.T., M.Eng., IPP.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ANALISIS TEKNO-EKONOMI PEMANFAATAN *EXCESS* ENERGI DARI FLOATING SOLAR PV 1 MWP UNTUK PRODUKSI HIDROGEN MENGGUNAKAN ALKALINE WATER ELECTROLYZER (AWE) DI PLTU LONTAR

Oleh

Ihsan Mulyawan

Diajukan ke Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada pada 17 April 2026 untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat Magister program Studi Teknik Fisika

INTISARI

Indonesia menghadapi tantangan besar dalam menurunkan emisi karbon sektor energi, sementara pembangkit listrik berbasis fosil masih mendominasi sistem kelistrikan nasional[1]. Pemanfaatan floating solar photovoltaic (FPV) pada aset eksisting PLTU menjadi pendekatan yang relevan untuk mendukung transisi energi bersih. Namun, karakter intermiten energi surya dapat menghasilkan excess energy yang belum termanfaatkan optimal apabila tidak dikonversi ke bentuk energi lain[5]. Oleh karena itu, penelitian ini mengkaji pemanfaatan energi berlebih dari FPV 1 MWp di PLTU Lontar untuk produksi hidrogen hijau menggunakan alkaline water electrolyzer (AWE).

Penelitian ini menggunakan pendekatan tekno-ekonomi berbasis data operasional aktual PLTU Lontar di Tangerang, Banten. Energi listrik FPV yang tidak terserap oleh beban internal gedung administrasi dimanfaatkan untuk menyuplai elektroliser AWE berkapasitas 2 × 5 Nm^3/jam, dengan operasi sekitar 2–5 jam per hari selama 360 hari per tahun. Berdasarkan produksi energi tahunan FPV sebesar 1.416,69 MWh dan kebutuhan listrik utilitas sebesar 829,845 MWh, energi berlebih yang tersedia diperkirakan sebesar 586,84 MWh per tahun. Energi tersebut mampu menghasilkan sekitar 647,63-1619,08 kg hidrogen hijau per tahun, sehingga mencukupi kebutuhan pendinginan rotor generator PLTU Lontar sebesar 785,07 kg per tahun.

Evaluasi tekno-ekonomi menunjukkan nilai *levelized cost of hydrogen* (LCOH) sebesar sekitar 13,78 USD/kg, Nilai ini masih berada dalam kisaran biaya produksi hidrogen hijau berbasis elektrolisis yang dilaporkan beberapa referensi internasional, khususnya untuk sistem elektroliser skala kecil hingga menengah. Namun, nilai tersebut masih berada pada sisi atas kisaran biaya, sehingga daya saing ekonominya masih dipengaruhi oleh harga listrik, faktor kapasitas, dan CAPEX elektroliser. Selain itu dengan penerapan *floating solar photovoltaic (FPV)* berkapasitas 1 MWp dapat mereduksi emisi CO_2 sebesar 755,56 ton CO_2 dengan faktor emisi 0,80 ton CO_2 sesuai penetapan faktor emisi sistem ketenagalistrikan nasional [41]. Integrasi temuan ini menegaskan peran sistem hidrogen skala kecil berbasis aset sebagai solusi transisi dalam mendukung dekarbonisasi sekaligus menjaga kedanalan operasional di negara berkembang.

Kata Kunci : *floating solar photovoltaic (FPV),* Hidrogen Hijau*, alkaline water electrolyzer(AWE),* tekno-ekonomi, Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Rachmawan Budiarto, S.T., M.T., IPU.

Pembimbing Pendamping : Dr. Eng. Ir. Dwi Joko Suroso, S.T., M.Eng., IPP.

Analisis Tekno-Ekonomi Pemanfaatan Excess Energi dari Floating Solar PV 1 MWP Untuk Produksi Hidrogen Menggunakan Alkaline Water Electrolyzer (AWE) di PLTU Lontar
Ihsan Mulyawan, Dr. Ir. Rachmawan Budiarto, S.T., M.T., IPU.;Dr. Eng. Ir. Dwi Joko Suroso, S.T., M.Eng., IPP.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

TECHNO-ECONOMIC ANALYSIS OF THE UTILIZATION OF EXCESS ENERGY FROM A 1 MWP FLOATING SOLAR PV SYSTEM FOR HYDROGEN PRODUCTION USING AN ALKALINE WATER ELECTROLYZER (AWE) AT THE LONTAR COAL-FIRED POWER PLANT

by

Ihsan Mulyawan

Submitted to the Department of Nuclear Engineering dan Physics Faculty of Engineering, Universitas Gadjah Mada on April 17, 2026, to fulfill part of the requirements for the Master's degree from the Physics Engineering Program

ABSTRACT

Indonesia faces a major challenge in reducing carbon emissions from the energy sector, while fossil-fuel-based power plants still dominate the national electricity system[1]. The use of floating solar photovoltaics (FPV) on existing coal-fired power plant assets is a relevant approach to support the clean energy transition. However, the intermittent nature of solar energy can result in excess energy that remains underutilized if not converted into other forms of energy[5]. Therefore, this study examines the utilization of excess energy from a 1 MWp FPV system at the Lontar coal-fired power plant for the production of green hydrogen using an alkaline water electrolyzer (AWE). This study employs a techno-economic approach based on actual operational data from the Lontar Coal-Fired Power Plant in Tangerang, Banten. The surplus electricity generated by the PV system that is not consumed by the internal load of the administrative building is utilized to power an AWE electrolyzer with a capacity of 2 × 5 Nm^3/h, operating approximately 2–5 hours per day for 360 days per year. Based on the annual PV energy production of 1,416.69 MWh dan the utility electricity demdan of 829.845 MWh, the available surplus energy is estimated at 586.84 MWh per year. This energy can produce approximately 647.63-1619.08kg of green hydrogen per year, which is sufficient to meet the cooling needs of the Lontar coal-fired power plant's generator rotors, estimated at 785.07 kg per year. A techno-economic evaluation indicates a levelized cost of hydrogen (LCOH) of approximately 13.78 USD/kg. This figure remains within the range of production costs for electrolysis-based green hydrogen reported in several international references, particularly for small- to medium-scale electrolyzer systems. However, this value is still at the upper end of the cost range, so its economic competitiveness is still influenced by electricity prices, capacity factors, dan electrolyzer CAPEX. Additionally, the implementation of a 1 MWp floating solar photovoltaic (FPV) system can reduce CO2 emissions by 755.56 tons of CO2, using an emission factor of 0.80 tons of CO2, in accordance with the national electricity system's emission factor [41]. The integration of these findings underscores the role of small-scale, asset-based hydrogen systems as a transition solution to support decarbonization while maintaining operational reliability in developing countries.

Keywords: *floating solar photovoltaic (FPV), green hydrogen, alkaline water electrolyzer (AWE), techno-economics, coal-fired power plant (CFPP)*

Supervisor : Dr. Ir. Rachmawan Budiarto, S.T., M.T., IPU.

Co-Supervisor : Dr. Eng. Ir. Dwi Joko Suroso, S.T., M.Eng., IPP.