

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performa teknis dan keekonomian sistem pembangkitan listrik tenaga surya terapung (Floating PV) yang terintegrasi dengan sistem penyimpanan energi berbasis baterai (Battery Energy Storage System/BESS) pada proyek PLTS Terapung Cirata. Studi difokuskan pada konfigurasi kapasitas PV 145 MW sebagai sistem eksisting serta ekspansi menuju kapasitas 500 MW. Pemodelan dan simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak HOMER Pro dengan pendekatan evaluasi Levelized Cost of Energy (LCOE), emisi, throughput energi tahunan, dan estimasi umur teknis baterai sebagai indikator utama.

Simulasi dilakukan terhadap beberapa skenario kombinasi kapasitas BESS dan strategi operasinya, khususnya Cycle Charging dan Load Following, untuk berbagai kapasitas penyimpanan dari 0% hingga 100% dari kapasitas PV terpasang. Hasil menunjukkan bahwa konfigurasi optimal pada sistem PV 145 MW diperoleh dengan teknologi baterai Sodium-Ion berkapasitas 29 MWh yang dioperasikan dalam mode Cycle Charging, dengan LCOE sebesar 0,0815 USD/kWh serta kontribusi signifikan terhadap pengurangan emisi dan pembelian energi dari jaringan. Pada skenario PV 500 MW, konfigurasi BESS 145 MWh dengan strategi operasi yang sama juga memberikan hasil keekonomian terbaik, meskipun perbedaan antara strategi Cycle Charging dan Load Following relatif kecil.

Selain itu, nilai LCOE sistem BESS pada konfigurasi optimal lebih rendah dibandingkan dengan kisaran LCOE pembangkit beban puncak berbahan bakar gas (0,091 – 0,135 USD/kWh), yang mengindikasikan potensi BESS sebagai pengganti sebagian peran pembangkit gas dalam melayani beban puncak. Dengan demikian, integrasi PV dan BESS tidak hanya berdampak pada efisiensi biaya dan penurunan emisi, tetapi juga meningkatkan fleksibilitas dan keandalan sistem tenaga listrik nasional secara keseluruhan.

Kata kunci: *Floating PV, BESS, LCOE, HOMER Pro, Cycle Charging, Load Following, PLTS Cirata*

ABSTRACT

This study aims to analyze the technical performance and economic feasibility of a floating solar photovoltaic (Floating PV) power generation system integrated with a Battery Energy Storage System (BESS) at the Cirata Floating PV project. The research focuses on two configurations: the existing 145 MW PV system and a planned expansion to 500 MW. Modeling and simulation were conducted using the HOMER Pro software, with key evaluation indicators including the Levelized Cost of Energy (LCOE), carbon emissions, annual energy throughput, and estimated battery lifetime.

Several scenarios combining various BESS capacities and operational strategies were simulated, particularly Cycle Charging and Load Following modes, with storage capacities ranging from 0% to 100% of the installed PV capacity. The results show that the optimal configuration for the 145 MW PV system is achieved using a 29 MWh Sodium-Ion battery operated in Cycle Charging mode, yielding an LCOE of 0.0815 USD/kWh and significantly reducing emissions and grid energy purchases. For the 500 MW PV scenario, a BESS capacity of 145 MWh with the same operational strategy also provided the best economic outcome, although the performance difference between Cycle Charging and Load Following was relatively minor.

Furthermore, the LCOE of the optimal BESS configuration is lower than the LCOE range of gas-fired peaking power plants (0,091 – 0,135 USD/kWh), indicating the potential of BESS to partially replace gas peakers in serving peak demand. Thus, the integration of PV and BESS contributes not only to cost efficiency and emission reduction but also enhances the overall flexibility and reliability of the national power system.

Keywords: *Floating PV, BESS, LCOE, HOMER Pro, Cycle Charging, Load Following, Cirata PV plant*