

INTISARI

Indonesia memiliki potensi energi baru terbarukan (EBT) yang tinggi. Salah satu EBT yang memiliki potensi tinggi adalah cahaya matahari. Potensi cahaya matahari yang melimpah dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Namun, cahaya matahari memiliki sifat *intermittent* yang menjadikan tantangan tersendiri dalam melakukan penetrasi PLTS dengan skala yang besar.

Masuknya PLTS dengan skala yang besar ke dalam sistem menyebabkan keandalan sistem terganggu karena karakteristik kurva pembangkitan PLTS yang tinggi pada tengah siang hari dan terdapat perubahan kuva beban yang signifikan ketika matahari terbit dan tenggelam. Oleh sebab itu, penentuan penetrasi PLTS perlu dilakukan dengan maksimum tanpa mengganggu sistem yang sudah berjalan. Penentuan level penetrasi PLTS pada sistem Jawa-Bali dilakukan dengan pendekatan *unit commitment* (UC). UC merupakan penjadwalan nyala matinya pembangkit pada periode tertentu menyesuaikan beban. Penyelesaian penjadwalan pembangkit akan berkaitan dengan besar daya yang di produksi oleh setiap pembangkit dengan tujuan meminimalkan biaya pembangkitan. *Unit commitment* pada *capstone project* ini menggunakan kekangan keseimbangan daya, *minimum up/down time*, *ramp rate*, dan *spinning reserve*.

Selain itu, dilakukan juga pengujian dengan tambahan *energy storage system* (ESS) pada sistem untuk meningkatkan level penetrasi PLTS. Peningkatan level penetrasi dengan adanya tambahan teknologi ESS disebabkan karena ESS mampu menurunkan variabilitas kurva beban dengan melakukan *charging* saat produksi daya berlebih dan melakukan *discharging* ketika produksi daya unit pembangkit rendah.

Luaran dari *Capstone Project* ini adalah hasil simulasi *unit commitment* yang dapat memberikan rekomendasi level maksimal penetrasi PLTS dalam sistem Jawa-Bali. Penentuan level penetrasi maksimum dilakukan dengan cara meningkatkan level penetrasi PLTS secara bertahap sampai optimasi *unit commitment* tidak menemukan solusi yang *feasible*. Berdasarkan hasil simulasi, diperoleh sistem dengan tambahan teknologi BESS memiliki level penetrasi maksimal PLTS naik 4% dibandingkan dengan sistem tanpa BESS pada skenario kurva beban *weekdays* dan *weekends* menjadi 49% dan 35%. Kemudian, pada skenario kurva beban *Idul Fitri* naik 6% dari sistem tanpa BESS menjadi 23%.

Kata kunci; Level penetrasi, PLTS, *intermittent*, *unit commitment*, *energy storage system*, Sistem Jawa-Bali

ABSTRACT

Indonesia has a high potential for new and renewable energy (EBT). One of EBT that has high potential is sunlight. The abundant potential of sunlight can be utilized to generate solar power plants (PLTS). However, sunlight has intermittent nature which makes it a challenge to penetrate PLTS on a large scale.

The entry of PLTS with a large scale into the system causes the reliability of the system to be disrupted due to the characteristics of the PLTS generation curve which is high in the middle of the day and there is a significant change in the load curve when the sun rises and sets. Therefore, the determination of PLTS penetration needs to be done to the maximum without disturbing the system that is already running. Determination of the penetration level of PV mini-grid in the Java-Bali system is carried out using a unit commitment (UC) approach. UC is a schedule for turning on and off the generator at a certain period according to the load. Completion of generator scheduling will be related to the amount of power produced by each generator with the aim of minimizing generation costs. Unit commitment in this capstone project uses power balance constraints, minimum up/down time, ramp rate, and spinning reserve.

In addition, testing was also carried out with an additional energy storage system (ESS) on the system to increase the penetration level of PV mini-grid. The increase in penetration level with the addition of ESS technology is due to the fact that ESS is able to reduce the variability of the load curve by charging when the power production is excessive and discharging when the power production of the generating unit is low.

The output of the Capstone Project is the result of a unit commitment simulation that can provide recommendations for the maximum level of PV mini-grid penetration in the Java-Bali system. Determination of the maximum penetration level is done by gradually increasing the penetration level of the PV mini-grid until the optimization of the unit commitment does not find a feasible solution. Based on the simulation results, it is found that the system with the addition of BESS technology has a maximum penetration level of PV mini-grid, up 4% compared to the system without BESS in the weekdays and weekends load curve scenarios to 49% and 35%, respectively. Then, in the scenario of the Eid al-Fitr load curve, it increases by 6% from the system without BESS to 23%.

Keywords; Penetration level, PLTS, intermittent, unit commitment, energy storage system, Java-Bali system