

ABSTRACT

Due to fuel prices that continue to increase, the use of diesel generators as backup for hotels in near future it is predicted becomes uneconomical. This research proposes a hybrid photovoltaic generator-battery-diesel as an economic backup generator for hotel replaces the diesel generator and save the fuel consumption. Optimization process is needed in order to realize these goals. This study uses optimization techniques particle swarm optimization (PSO) to optimize the size of the plant, especially the number of photovoltaic (PV) and battery to obtain an economic backup generators for hotels. The assessment criteria used are economic value to generating electrical energy, such as fuel consumption, life cycle cost (LCC) and cost of energy (COE). Renewable fraction was also estimated to determine the competition of renewable energy source for generating electrical energy reserves for hotel. LCC and COE plants calculation are divided into 2 scenarios, scenario 1 and scenario 2. In scenario 1, energy excess can be sell out to the grid and in scenario 2, energy excess cannot be sell out to the grid. Sensitivity variables are also calculated because those variabel can influence the LCC and COE value. The sensitivity variabel used in this research are the price of fuel and the reliability of the grid or energy index ratio (EIR).

The results showed that the most economic backup generator hybrid PV-battery-diesel system for hotels in this research are consist of diesel generator and inverter with each capacity of 400kW or equal to 227,27% with hotels load peak, 167 x 0,25kWp PV modules or equal to 23,72% with hotels load peak and 66 x 2,22kWh battery bank or equal to 105,41% with hotels average energy consumption. Economic analysis shows that scenario 1 and scenario 2 of hybrid systems are more economical than using only diesel generator as backup generator for hotel. Hybrid PV-battery-diesel system for backup generator are able to save fuel consumption by 44,97% for EIR value at 0,95 and 39,88% for the IER value at 0,90. Scenario 1 is able to save the LCC system by 33,62% for EIR value at 0,95 and 32,86% for EIR value at 0,90, while the COE system was lower by 25,22% for EIR value at 0,95 and 12,82% for EIR value at 0,90 compared to using diesel generators. Scenario 2 is able to save the LCC system by 10,46% for EIR value at 0,95 and 22,51% for EIR value at 0,90, but the COE system was higher by 8,58% for EIR value 0,95 and 6,54% for EIR value at 0,90 compared to using diesel generators. Backup generation hybrid system can absorb renewable energy use with an RF value of 38% for grid EIR value at 0,95 and 21,94% for grid EIR value at 0,90. Hybrid PV-battery-diesel with scenario 1 also more economical compared to using diesel generator only with fuel prices are in the range of \$ 0,6 - \$1 per liter.

Keywords: Renewable energy, hybrid power plant, hotels, photovoltaic, backup generator, life cycle cost, cost of energy.

INTISARI

Akibat harga BBM cenderung terus meningkat, penggunaan generator diesel sebagai pembangkit cadangan hotel dimasa depan menjadi tidak ekonomis. Penelitian ini mengusulkan pembangkit hibrida *photovoltaic*-baterai-diesel sebagai pembangkit cadangan hotel yang ekonomis menggantikan penggunaan generator diesel dan menghemat konsumsi bahan bakar. Proses optimasi diperlukan untuk mewujudkan tujuan tersebut. Penelitian ini menggunakan teknik optimasi *particel swarm optimization* (PSO) untuk mengoptimalkan ukuran pembangkit khususnya jumlah *photovoltaic* (PV) dan baterai sehingga didapatkan pembangkit cadangan hotel yang ekonomis. Kriteria penilaian yang digunakan adalah nilai ekonomis pembangkit yaitu, konsumsi bahan bakar, *life cycle cost* (LCC), *cost of energy* (COE). *Renewable fraction* juga dihitung untuk mengetahui penyerapan sumber energi terbarukan oleh pembangkit cadangan hotel. Perhitungan LCC dan COE pembangkit dibagi menjadi dua skenario yaitu, skenario 1 dan skenario 2. Pada skenario 1 energi lebih dapat dijual ke grid sedangkan pada skenario 2 energi lebih tidak dijual ke grid. Perhitungan nilai ekonomis tambahan terhadap pengaruh variabel sensitifitas yaitu harga bahan bakar dan reabilitas grid (*energy index ratio*) juga dilakukan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembangkit cadangan sistem hibrida PV-baterai-diesel yang paling ekonomis untuk hotel pada penelitian ini terdiri dari generator diesel dan inverter masing-masing dengan kapasitas sebesar 400 kW atau setara dengan 227,27% beban puncak hotel, 167 x 0,25kWp modul PV atau setara dengan 23,72% dari beban puncak hotel, 66 x 2,22kWh kapasitas energi baterai atau setara 105,41% kebutuhan rata-rata energi listrik hotel per jam. Analisis ekonomis memperlihatkan bahwa baik menggunakan skenario 1 maupun skenario skenario 2 pembangkit sistem hibrida lebih ekonomis dibandingkan hanya menggunakan generator diesel saja. Pembangkit cadangan sistem hibrida PV-baterai-diesel mampu menghemat konsumsi bahan bakar sebesar 44,97 % untuk EIR 0,95 dan 39,88% untuk IER 0,90. Skenario 1 mampu menghemat LCC sistem sebesar 33,62% pada EIR 0,95 dan 32,86% pada EIR 0,90, sedangkan COE sistem lebih rendah sebesar 25,22% pada EIR 0,95 dan 12,82% pada EIR 0,90 dibandingkan menggunakan generator diesel. Skenario 2 mampu menghemat LCC sistem sebesar 10,46% pada EIR 0,95 dan 22,51% pada EIR 0,90, sedangkan COE sistem meningkat sebesar 8,58% pada EIR 0,95 dan 6,45% pada EIR 0,90 dibandingkan menggunakan generator diesel. Pembangkit cadangan sistem hibrida dapat menyerap penggunaan energi terbarukan dengan nilai RF sebesar 38% pada grid dengan nilai EIR sebesar 0,95 dan 21,94% pada EIR 0,90. Pembangkit cadangan sistem hibrid PV-baterai-diesel dengan perhitungan biaya menggunakan skenario 1 lebih ekonomis dibanding pembangkit diesel jika harga bahan bakar berada pada rentang \$0,6 – \$1 per liter.

Kata kunci – Energi terbarukan, pembangkit sistem hibrid, hotel, *photovoltaic*, pembangkit cadangan, *life cycle cost*, *cost of energy*.