

## ABSTRACT

Displacement economy from agrarian economy into industrial economy makes the energy sector is very important for the growth of development in Indonesia. Palu city is one of the developing city in Indonesia which often experienced crisis of electrical energy. Most of the electricity in Palu city are generated by power plants that use conventional energy sources. On the other side, the availability of conventional energy sources are limited in nature. These case makes more efforts to save the energy. One of efforts is attempt to diversification power generation by developing a hybrid energy system using renewable energy sources. The purpose of this research is to get the optimal configuration capacity components of hybrid energy system, by exploiting the potential of solar and wind energy in accordance the climatological conditions of Palu city using particle swarm optimization (PSO) with a minimal value of net present cost (NPC), and also obtain system information associated with the cost of energy (COE) and carbon emission intensity (CEI).

This research presents three scenarios of hybrid energy system being simulated. The hybrid energy system scenario 3 is recommended to be developed in the Palu city. The system consists of a 2.70 MW solar panels, 149.51 MW wind turbines, 17.54 MWh batteries, and 73.72 MW inverters to be connected to electrical PLN's grid, with the net present cost (NPC) of US\$ 2,232,870,108. This system has a price of electricity every kWh or COE of US\$ 0.347/kWh, equivalent to Rp. 4,164.00/kWh (assuming of US\$ 1 = Rp. 12,000.00). Of the environment side, this system has CEI of 490.22 g CO<sub>2</sub>-eq/kWh, or reduced the amount of grid carbon emissions in Palu city by 56,430.16 tons/year.

**Keywords** - hybrid energy systems, renewable energy, optimization, NPC, COE, CEI.

## INTISARI

Pergeseran bentuk perekonomian dari bentuk ekonomi agraris menjadi ekonomi industri membuat sektor energi sangat penting bagi pertumbuhan pembangunan di Indonesia. Kota Palu merupakan salah satu daerah berkembang di Indonesia yang masih sering mengalami krisis akan energi listrik. Sebagian besar listrik kota Palu dihasilkan oleh pembangkit listrik yang memanfaatkan sumber energi konvensional. Disisi lain, ketersediaan sumber energi konvensional semakin terbatas di alam. Hal ini membuat berbagai upaya untuk penghematan energi. Salah satunya adalah upaya diversifikasi pembangkit tenaga listrik dengan mengembangkan sistem energi hibrid yang memanfaatkan sumber energi terbarukan. Penelitian ini bertujuan mendapatkan konfigurasi kapasitas komponen sistem energi hibrid yang optimal, dengan memanfaatkan potensi energi terbarukan matahari dan angin sesuai dengan kondisi cuaca kota Palu menggunakan metode *particle swarm optimization* (PSO) dengan nilai *net present cost* (NPC) sistem yang minimal, dan juga mendapatkan informasi sistem terkait dengan *cost of energy* (COE) dan *carbon emission intensity* (CEI).

Penelitian ini menyajikan tiga skenario sistem energi hibrid yang disimulasikan. Sistem energi hibrid skenario 3 menjadi sistem yang direkomendasikan untuk dapat dikembangkan di kota Palu. Sistem ini terdiri dari 2,70 MW panel surya, 149,51 MW turbin angin, 17,54 MWh baterai, dan 73,72 MW inverter yang akan tersambung ke jaringan listrik PLN, dengan NPC sebesar US\$ 2.232.870.108. Sistem ini memiliki harga energi listrik per kWh atau COE sebesar US\$ 0,347/kWh atau setara Rp. 4.164,00/kWh (asumsi kurs US\$ 1 = Rp. 12.000,00). Dari sisi lingkungan, sistem ini memiliki CEI yaitu sebesar 490,22 g CO<sub>2</sub>-eq/kWh, atau mengurangi emisi karbon jaringan listrik kota Palu sebesar 56.430,16 ton per tahun.

**Kata Kunci** – Sistem energi hibrid, energi terbarukan, optimasi, NPC, COE, CEI.