

INTISARI

Integrasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) ke dalam sistem Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) dapat memengaruhi kestabilan frekuensi akibat variasi beban dinamis dan pengaruh kondisi lingkungan seperti iradiasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh integrasi PLTS terhadap kestabilan frekuensi PLTG menggunakan sistem sinkronisasi pada inverter PLTS melalui Matlab/SIMULINK. Model sistem mencakup gas turbin, generator sinkron, sistem eksitasi, *PV array*, *boost converter*, dan inverter yang diuji pada berbagai kondisi beban, kapasitas PLTS dan pengaruh iradiasi atau suhu.

Hasil menunjukkan bahwa penambahan *Load Frequency Control* (LFC) meningkatkan kestabilan dengan mengembalikan frekuensi ke nilai nominal. Pada kenaikan beban 70% dan 80% kapasitas sistem mengalami penurunan frekuensi, bahkan pada 90% kapasitas, sistem tanpa PLTS kehilangan kestabilan. Integrasi PLTS ditujukan mengurangi perubahan frekuensi dan mempercepat redaman. Penggunaan PLL berhasil menjaga sinkronisasi sudut fasa inverter dengan *grid*. Kapasitas PLTS optimal berada pada 30–40% daya beban, menghasilkan IAD minimum (0,08–2,38), RoCoF kecil (-0,14 hingga -0,79 Hz/s), dan waktu pemulihan tercepat 2–11 s. Pada kondisi beban dinamis acak, sistem hybrid menunjukkan frekuensi minimum 49,95 Hz, waktu pemulihan 1,89 s dengan dinamika bentuk frekuensi mengikuti dinamika bentuk beban dinamis, serta perubahan iradiasi dan suhu yang mempengaruhi daya keluaran PLTS yang berakibat pada kestabilan frekuensi.

Kesimpulannya, integrasi PLTS dengan kontrol di inverter dan LFC di gas turbin mampu meningkatkan kestabilan frekuensi dan menambah jumlah kapasitas pembangkitan pada beban dinamis serta mampu menjaga sinkronisasi tegangan di antara kedua pembangkit sistem tenaga industri yang fluktuatif.

Kata kunci : PLTG, PLTS, Frekuensi, Kestabilan, Redaman

ABSTRACT

The integration of a solar power plant (PLTS) into a gas-turbine power plant (PLTG) system can affect frequency stability due to dynamic load variations and environmental conditions such as irradiation. This study aims to analyze the effect of PV integration on gas-turbine frequency stability using control on a PV inverter using Matlab/SIMULINK. The system model includes a gas turbine, synchronous generator, excitation system, PV array, boost converter, and inverter, tested under various load conditions, PV capacity, and irradiation or temperature influences.

The results show that the addition of Load Frequency Control (LFC) improves stability by returning the frequency to the nominal value. At load increases of 70% and 80% capacity, the system experiences a frequency decrease, and at 90% capacity, the system without PV loses stability. PV integration reduces frequency fluctuations and accelerates damping. The use of PLL successfully maintains the inverter's phase angle synchronization with the grid. Optimal solar PV capacity is at 30–40% of the load capacity, resulting in a minimum IAD (0,08–2,38), a small RoCoF (-0,14 to -0,79 Hz/s), and a fast recovery time of 2–11 s. Under random dynamic load conditions, the hybrid system exhibits a minimum frequency of 49,95 Hz and a recovery time of 1,89 s, with the frequency shape dynamically following the dynamic load shape. Changes in irradiance and temperature, which affect the solar PV output power, impact frequency stability.

In conclusion, the integration of a solar PV system with control in the inverter and LFC in the gas turbine can increase frequency stability and increase generation capacity for under dynamic loads and maintain voltage synchronization between the two plants in fluctuating industrial power systems.

Keywords : PLTG, PLTS, Frequency, Stability, Damping