

INTISARI

Perhatian utama disertasi ini adalah kendali tegangan bus DC pada sistem *photovoltaic* (PV) yang terhubung ke jaringan distribusi listrik tiga fase empat kawat. Untuk mengintegrasikan PV ke jaringan distribusi ini digunakan *inverter* dua tingkat yang terdiri atas *boost converter* dan *inverter* tiga fase empat kaki. *Inverter* dua tingkat berfungsi untuk mengirimkan semua daya PV yang tersedia ke jaringan dan meningkatkan kualitas daya jaringan. Perbaikan kualitas daya mencakup kompensasi harmonik, daya reaktif, dan ketidakseimbangan arus. *Boost converter* dikendalikan dengan algoritme *perturb & observe* (PO) untuk mendapatkan output daya PV maksimum. Sedangkan dua buah pengendali digunakan untuk mengendalikan *inverter* tiga fase empat kaki yaitu pengendali arus menggunakan *hysteresis* dan regulator tegangan DC menggunakan kendali proporsional-integral (PI). Regulator tegangan DC berperan penting dalam menentukan keseimbangan daya antara *photovoltaic* dan sumber tiga fase dengan cara mengatur tegangan bus DC tetap konstan pada nilai referensi yang ditentukan. Ketika *inverter* bekerja pada kondisi operasi yang fluktuatif maka nilai optimal konstanta PI pada regulator tegangan DC sulit ditentukan. Hal ini dapat menyebabkan operasi *inverter* menjadi tidak optimal.

Pada penelitian ini dibuat simulasi untuk mengintegrasikan PV dan jaringan distribusi yang dilanjutkan dengan desain regulator tegangan DC. Algoritme *ant colony optimization* (ACO) digunakan untuk menentukan nilai konstanta PI pada regulator tegangan DC dengan menggunakan *integral time absolute error* (ITAE) sebagai fungsi obyektif. Sedangkan *fuzzy* digunakan untuk mengoptimalkan regulator tegangan DC saat kondisi dinamis. Penelitian dilakukan dengan simulasi menggunakan PSIM yang dihubungkan dengan Matlab.

Hasil simulasi menunjukkan kendali *inverter* dua tingkat dapat bekerja secara efektif. Hal ini ditunjukkan dengan injeksi daya maksimum yang tersedia dari PV ke jaringan, distorsi harmonik yang berkurang, peningkatan faktor daya pada jaringan, dan arus yang seimbang pada jaringan distribusi. Regulator tegangan DC dengan kendali PI yang nilai konstantanya ditentukan dengan menggunakan ACO dapat mengatur tegangan bus DC tetap konstan pada nilai referensi yang ditentukan sehingga transfer daya maksimum dapat dilakukan. Regulator tegangan DC dengan kendali PI-*fuzzy* dapat menurunkan deviasi tegangan bus DC sekitar 50% sampai dengan 80% dibandingkan dengan kendali PI tanpa *fuzzy* saat kondisi dinamis.

Kata-kata kunci : *photovoltaic*, *inverter*, jaringan distribusi, tiga fase empat kawat, PI, *ant colony optimization* (ACO), *fuzzy*

ABSTRACT

Main concern of this dissertation was DC bus voltage control for grid connected photovoltaic system. The grid was three-phase four-wire distribution system. A two-stage inverter comprising a boost converter and three-phase four legs inverter was implemented. Two-stages inverter was used to transmit all available power from PV to the system and to improve power quality of the system. The inverter provided harmonics, reactive power, and current imbalance compensation. Boost converter was controlled by perturb & observe (PO) algorithms to get maximum power. Two controllers used to control the three-phase four legs inverter were hysteresis current controller and PI based DC voltage regulator. The DC voltage regulator plays an important role in transferring power from renewable energy source to the grid by regulating DC bus voltage remaining constant at the specified reference value. When inverter worked on fluctuating operating conditions the optimal value of the PI gain was difficult to determine. This could cause not optimum inverter operation.

In this research, a simulation to integrate PV and distribution system was created and continued with the design of the DC voltage regulator. Ant colony optimization (ACO) algorithm was used to determine the value of PI gain using integral time absolute error (ITAE) as the objective function. While fuzzy was used to optimize DC voltage regulator at dynamic conditions. Research was carried out by using PSIM simulation associated with Matlab.

The simulation results showed that the control of two-stages inverter could work effectively. This was showed by the maximum available power injection of PV to PCC, reduced harmonic distortion, power factor improvement, and balanced current in distribution network. Proportional-integral gains were determined using ant colony optimization (ACO) can regulate the DC bus voltage remaining constant at the reference value so that the maximum power transfer can be done. Voltage regulator with PI-fuzzy control can reduce the DC bus voltage deviation of about 50% to 80% compared with PI control without fuzzy when dynamic conditions.

Key words: photovoltaic (PV), inverter, distribution system, three phase four wire, PI, ant colony optimization (ACO), fuzzy