

INTISARI

Belakangan ini sumber energi terbarukan sebagai sumber energi listrik baik skala rumah tangga maupun skala besar mulai marak digunakan. Penggunaan sumber energi terbarukan pada sistem *microgrid* sangat membantu dalam pengurangan emisi dan penggunaan bahan bakar fosil. Selain menguntungkan, sumber energi terbarukan juga memiliki dampak buruk khususnya untuk sistem *microgrid*. Sistem *microgrid* dengan sumber energi dari *renewable energy* cenderung mengalami ketidakstabilan sistem. Hal ini disebabkan karena sifat *renewable energy* yang cenderung intermiten. Sifat intermiten yang dimiliki oleh sumber energi terbarukan tidak dapat diatasi oleh sistem kendali sederhana karena pada dasarnya generator berbasis sumber energi terbarukan tidak memiliki inersia sistem. Pada generator sinkron konvensional, inersia sistem akan berfungsi untuk menjaga kestabilan tegangan dan frekuensi sistem saat terjadi perubahan permintaan daya. Penambahan inersia virtual pada sistem kendali inverter berbasis energi terbarukan dapat digunakan sebagai salah satu upaya mencapai sebuah sistem *microgrid* berbasis energi terbarukan yang stabil. Salah satu metode kendali inverter yang memiliki kemampuan untuk memproduksi inersia virtual adalah *Virtual Synchronous Generator (VSG)*. VSG merupakan algoritma kendali inverter yang menggunakan parameter generator sinkron konvensional sebagai acuan kendali inverternya. Salah satu metode VSG yang ada adalah *synchronverter*. *Synchronverter* merupakan algoritma kendali VSG yang menurunkan beberapa parameter dan karakteristik generator sinkron secara langsung.

Penelitian ini menggunakan sistem *microgrid* sederhana untuk menguji keandalan algoritma *synchronverter* dalam menjaga kestabilan tegangan dan frekuensi sistem. Sistem akan menggunakan sebuah sumber energi terbarukan yang terhubung dengan baterai dan direpresentasikan oleh sumber tegangan konstan. Beban lokal akan ditambahkan pada sistem untuk menguji kemampuan algoritma kendali *synchronverter* dalam menjaga kestabilan tegangan dan frekuensi *microgrid*. Penambahan inersia virtual pada algoritma kendali *synchronverter* akan bernilai kecil dibandingkan inersia yang ada pada generator sinkron konvensional. Pada sistem kendali juga digunakan *frequency-droop loop* dan *voltage-droop loop* untuk menjaga kestabilan frekuensi dan tegangan berdasarkan perubahan daya aktif maupun reaktif layaknya karakteristik generator sinkron konvensional. Pengujian akan dilakukan dengan dua skenario, yaitu berupa pengujian karakteristik sistem kendali tanpa terhubung *microgrid* dan pengujian algoritma kendali *synchronverter* terhubung dengan *infinite bus*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa karakteristik sistem kendali *synchronverter* sudah sesuai dengan generator sinkron di mana respon frekuensi dipengaruhi oleh perubahan torsi sedangkan tegangan sistem dipengaruhi oleh arus rotor (M_{fi}). Algoritma kendali *synchronverter* juga dapat menjaga kestabilan tegangan dan frekuensi sistem saat terjadi perubahan permintaan daya.

Kata kunci : *Synchronverter*, *Microgrid*, Stabilitas, *Utility Grid*, Inverter, Generator Sinkron.

ABSTRACT

Recently, the use of renewable energy sources as a power supply, both at the household and large-scale levels, has become increasingly widespread. The utilization of renewable energy in electricity grid will reduce emissions and fossil fuels consumption. Besides being advantageous, renewable energy sources have some drawbacks, especially for microgrid systems. Microgrid systems powered by renewable energy tend to experience system instability. This is due to the intermittent nature of renewable energy sources. The intermittency characteristic cannot be overcome by simple control systems because generators based on renewable energy do not possess system inertia. In conventional synchronous generators, system inertia serves to maintain voltage and frequency stability when there are changes in power demand. The addition of virtual inertia in control system of renewable energy-based inverters can be used to achieve a stable renewable energy-based microgrid system. One of the inverters control method capable to provide virtual inertia is Virtual Synchronous Generator (VSG). The Virtual Synchronous Generator is an inverter control algorithm that uses parameters of synchronous generators as a reference for inverter control. One of the existing VSG method is synchronverter. The synchronverter is a VSG control algorithm that directly adopts several parameters and characteristics of synchronous generators.

This research will use a simple microgrid system to test the reliability of the synchronverter algorithm in maintaining the voltage and frequency stability of the system. The system will employ a renewable energy source connected to a battery and represented by a constant voltage source. A local load will be added to the system to examine whether the synchronverter control algorithm can maintain the voltage and frequency stability of the microgrid. The addition of virtual inertia in the synchronverter control algorithm will be small compared to the real SG's inertia. The control system also utilizes frequency-droop and voltage-droop loops to maintain frequency and voltage stability based on power demand, mimicking the characteristics of conventional synchronous generators. Testing will be conducted under two scenarios: testing the control system characteristics without connection to the microgrid and testing the synchronverter control algorithm connected to an infinite bus. The results indicate that the characteristics of the synchronverter control system correspond to those of synchronous generators, where frequency response is influenced by torque changes, and system voltage is influenced by rotor current ($M_f i_f$). The synchronverter control algorithm can also maintain the voltage and frequency stability of the system during changes in power demand.

Keywords : Synchronverter, Microgrid, Stability, Utility Grid, Inverter, Synchronous Generator