

Peningkatan kapasitas pembangkit energi terbarukan global yang mencapai 4 TW pada tahun 2023 telah mendorong perhatian terhadap stabilitas jaringan listrik, khususnya pada jaringan yang didominasi oleh *inverter base resource* (IBR) dengan inersia rendah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh dua tipe kontrol inverter, yakni *grid following* berbasis *phase-locked loop* (PLL) dan *grid forming* berbasis *Droop Control*, terhadap stabilitas jaringan listrik dengan penetrasi IBR yang tinggi. Kedua tipe kontrol ini diuji pada inverter yang terhubung dengan generator sinkron, atau pada dua inverter yang saling terhubung menuju *infinite bus*. Berbagai skenario pengujian digunakan untuk mengevaluasi pengaruh dari kedua kontrol tersebut, meliputi pengaruh level penetrasi IBR, kekuatan jaringan, bandwidth kontrol sinkronisasi (PLL dan *Droop Control*), serta bandwidth kontrol outer loop. Analisis dilakukan menggunakan metode analisis *small signal*, sementara pengujian respons terhadap gangguan juga dilakukan dengan analisis transien. Respon terhadap frekuensi, sudut rotor, deviasi kecepatan sudut, dan tegangan dianalisis ketika gangguan besar diterapkan pada *infinite bus*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa, meskipun grid following dan grid forming menunjukkan karakteristik yang serupa dalam beberapa pengujian, terdapat perbedaan penting yang harus dipertimbangkan dalam pemilihannya untuk implementasi pada jaringan, guna memastikan kestabilan sistem baik dalam kondisi operasi normal maupun saat terjadi gangguan.

Keywords : Stabilitas *Small Signal*, Stabilitas Transien, *Grid Following*, *Grid Forming*, Generator Sinkron

ABSTRACT

The global increase in renewable energy generation capacity, reaching 4 TW in 2023, has drawn attention to the stability of power grids, particularly those dominated by inverter-based resources (IBR) with low inertia. This study aims to analyze the impact of two types of inverter control: grid-following based on phase-locked loop (PLL) and grid-forming based on Droop Control, on the stability of power grids with high IBR penetration. These control types are tested on inverters connected to synchronous generators, or on two inverters connected to an infinite bus. Various testing scenarios are employed to assess the impact of both controls, including the influence of IBR penetration level, grid strength, synchronization control bandwidth (PLL and Droop Control), and outer loop control bandwidth. The analysis is conducted using small signal analysis methods, while transient response tests are also performed. The responses of frequency, rotor angle, angular speed deviation, and voltage are analyzed when a large disturbance is applied to the infinite bus. Test results show that although grid-following and grid-forming exhibit similar characteristics in some tests, there are significant differences that must be considered when selecting the appropriate control for implementation in grids, ensuring system stability both during normal operation and under disturbance conditions.

Keywords : Small Signal Stability, Transient Stability, Grid Following, Grid Forming, Synchronous Generators