



INTISARI

Peningkatan permintaan listrik mendorong adopsi sumber energi terbarukan menjadi semakin signifikan. Untuk memastikan pembangkit energi terbarukan dapat beroperasi secara optimal dan selaras dengan sistem jaringan listrik, diperlukan pengendalian yang baik terhadap kinerja pembangkit. Salah satu pendekatan yang diterapkan untuk mencapai hal tersebut adalah dengan menggunakan inverter dengan sistem *Grid-Following* (GFL), yang mampu menyesuaikan operasi pembangkit dengan kondisi jaringan secara efektif.

Estimasi terhadap kondisi *state* pada inverter dapat dilakukan menggunakan algoritma *Unscented Kalman Filter* (UKF), yang merupakan sebuah metode yang mampu melakukan estimasi terhadap sistem non-linear dan kondisi dinamisnya secara akurat. Proses estimasi dengan UKF dimulai dengan penentuan *sigma point* untuk melakukan *Unscented Transformation*, yang bertujuan memperoleh nilai *mean* dan *covariance* melalui perhitungan statistik terhadap variabel acak yang mengalami transformasi non-linear. Estimasi ini berjalan melalui dua tahap utama, yaitu tahap prediksi (*time update*) dan tahap koreksi (*measurement update*), sehingga memungkinkan pemantauan dan pengendalian inverter dilakukan secara lebih efektif.

Simulasi estimasi *state* dilakukan pada beberapa skenario studi kasus, meliputi kondisi *steady state*, gangguan berupa perubahan nilai *input* sistem, perbedaan *initial value* terhadap kondisi *steady state*, serta penambahan derau proses dan derau pengukuran. Hasil pengujian pada berbagai kondisi dinamis tersebut menunjukkan bahwa estimasi DSE pada inverter GFL tetap memberikan kinerja yang baik dan akurat, dengan nilai *Mean Square Error* (MSE) yang relatif kecil.

Kata kunci : *State Estimation, Grid Following System, Inverter, Stabilitas Sistem Tenaga, Unscented Kalman Filter*

ABSTRACT

The increasing demand for electricity has driven the adoption of renewable energy sources to become more significant. To ensure that renewable energy generators operate optimally and remain synchronized with the power grid, proper control of generator performance is required. One approach implemented to achieve this goal is the use of Grid-Following (GFL) inverters, which enable power plants to effectively adjust their operation according to grid conditions.

State estimation of the inverter can be performed using the Unscented Kalman Filter (UKF) algorithm, a method capable of accurately estimating nonlinear systems and their dynamic conditions. The estimation process begins with calculating the sigma points to perform the Unscented Transformation, which aims to obtain the mean and covariance values through statistical calculations of random variables undergoing nonlinear transformations. This estimation operates through two main stages, which are the prediction (time update) and correction (measurement update) phases, making it more effective for inverter monitoring and control.

State estimation simulations are carried out under several study case scenarios, including steady state conditions, disturbances due to changes in system input values, initial value deviations from steady-state conditions, as well as the addition of process noise and measurement noise. The test results under these dynamic conditions show that DSE in the GFL inverter maintains accurate and good performance, with relatively small Mean Square Error (MSE) values.

Keywords: *State Estimation, Grid Following System, Inverter, Power System Stability, Unscented Kalman Filter*