

ABSTRACT

Information regarding the synchronous generator state values is an important element in the control and monitoring of electrical power systems. By knowing the values of each synchronous generator state, system stability can be well maintained during operation. However, these state values cannot be directly obtained through measurement. Therefore, a method is needed to accurately estimate the state from terminal generator measurements.

This study presents a Dynamic State Estimation (DSE) approach based on measurement data from the generator terminal using the Cubature Kalman Filter (CKF). The CKF method uses spherical cubature rules to generate a set of cubature points with equal weights without linearizing the model. Previous studies have shown that CKF can provide accurate estimates for nonlinear systems such as synchronous generators. In this study, the synchronous generator is modeled as a sub-transient model to accurately describe the behavior of synchronous generators. The CKF estimation results will be compared with the actual conditions using various disturbance and noise scenarios. The accuracy of the CKF will be assessed using the Mean Square Error (MSE).

The DSE process using the CKF algorithm allows for monitoring and estimating dynamic conditions that cannot be directly observed at the generator terminal. To test the robustness of the CKF in estimating the state, various scenarios are devised, including short circuit fault, measurement noise, process noise, step input, unknown input, and parameters. Virtually in all cases, the CKF estimation results converge with the actual values based on measurements using MSE. The CKF algorithm also demonstrates robustness against various disturbances and noise.

Keywords :Dynamic State Estimation (DSE), Synchronous Generator, Cubature Kalman Filter (CKF), Monitoring.

INTISARI

Informasi mengenai nilai *state* generator sinkron merupakan elemen penting dalam kontrol dan *monitoring* pada sistem tenaga listrik. Dengan mengetahui nilai setiap *state* generator sinkron, stabilitas sistem dapat dijaga dengan baik ketika sedang beroperasi. Namun, nilai *state* tersebut masih belum dapat diperoleh melalui pengukuran secara langsung. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang dapat digunakan untuk mengestimasi *state* secara akurat dari pengukuran terminal generator.

Penelitian ini menyajikan pendekatan *Dynamic State Estimation* (DSE) berdasarkan data pengukuran dari terminal generator dengan menggunakan *Cubature Kalman Filter* (CKF). Metode CKF menggunakan aturan *spherical cubature* untuk menghasilkan kumpulan titik-titik *cubature* dengan bobot yang sama tanpa melakukan linierisasi model. Pada penelitian sebelumnya telah ditunjukkan bahwa CKF dapat memberikan estimasi akurat untuk sistem nonlinier seperti generator sinkron. Dalam penelitian ini generator sinkron dimodelkan sebagai model *sub-transient* untuk menggambarkan perilaku generator sinkron secara akurat. Hasil estimasi CKF akan dibandingkan dengan kondisi aktual menggunakan berbagai macam skenario gangguan dan derau. Penilaian terhadap akurasi CKF dilakukan menggunakan *Mean Square Error* (MSE).

Proses DSE menggunakan algoritme CKF memungkinkan *monitoring* dan estimasi kondisi dinamis yang tidak dapat diamati secara langsung pada terminal generator. Untuk menguji akurasi CKF dalam mengestimasi *state* dilakukan proses pengujian melalui berbagai skenario, termasuk gangguan *short circuit*, derau pengukuran, derau proses, gangguan pada *input*, nilai *input* dan parameter yang tidak diketahui. Setelah dilakukan pengujian didapatkan hasil estimasi CKF yang konvergen dengan nilai sebenarnya berdasarkan pengukuran menggunakan MSE. Algoritme CKF juga terbukti akurat terhadap berbagai gangguan dan derau.

Kata kunci – *Dynamic State Estimation* (DSE), Generator Sinkron, *Cubature Kalman Filter* (CKF), *Monitoring*.