

ABSTRACT

State estimation provides state information that subsequently is used in the supervisory control and data acquisition (SCADA) application function such as load forecasting, optimal power flow, automatic generation control, and security analysis. However, today most of power system state estimation is provided by conventional SCADA measurement. Conventional SCADA measurements has few disadvantages low accuracy, low sampling rate in measuring the measurements data, and asynchronous measurements between instrument. Due to these disadvantages, state estimation resulted low accuracy, and vulnerable to the fast system change. Therefore, PMU installation is needed to eliminate these disadvantages. PMU is an instrument that measuring accurate voltage phasor at bus and the current phasor of the line that are connected to that bus, compared with conventional SCADA measurements PMU has higher sampling rate, and measurements between PMU is synchronized. But, due to high price of PMU installation. A smart selection of number and location is needed to reduce cost of PMU installation.

This research present technique to find optimal number and location of PMU should be installed to increase the accuracy of state estimation, IEEE-30 bus with 116 SCADA conventional measurements existed is used to simulated the propose technique. Load variation at bus 30 for 30 seconds, and real-time state estimation with data time series is implemented to represent the effect of sampling rate, and synchronization of measurement to the accuracy of state estimation. Genetic algorithm (GA) is implemented to find the optimal number and location of PMU to increase the accuracy of state estimation. The weighted least square (WLS) is used to compute state estimation, and mean absolute error (MAE) is used to asses the accuracy of state estimation

The result shows an optimal number of PMUs installed is 6. The optimal locations of PMU are placed on busses (2, 10, 12, 15, 25 and 27). The average MAE system with PMU is 7.20718×10^{-6} . While, the average MAE system without PMU is 0,110162054.

Keywords – *mean absolute error, PMU, conventional measurement , asynchronous measurement, genetic algorithm.*

INTISARI

State estimation menyediakan informasi *state variable* yang selanjutnya digunakan dalam fungsi aplikasi *supervisory control and data acquisition* (SCADA) seperti *load forecasting*, *optimal power flow*, *automatic generation control* (AGC), dan analisis keamanan pada sistem tenaga listrik. Oleh karena itu, pentingnya memperhatikan tingkat akurasi dari *state estimation*. Namun, kebanyakan sistem tenaga listrik saat ini menghasilkan *state estimation* dari data pengukuran alat ukur konvensional SCADA. Pengukuran konvensional SCADA memiliki beberapa kekurangan di antaranya pengukuran yang tidak akurat, laju pencuplikan yang rendah dalam mencuplik besaran pengukuran, dan pengukuran tidak sinkron antar alat ukur konvensional SCADA. Oleh karena itu, *state estimation* yang dihasilkan rendah akurasi, dan rentan pada perubahan sistem yang cepat. Kekurangan-kekurangan pengukuran konvensional SCADA tersebut dapat dieliminasi dengan pemasangan alat ukur *phasor measurement unit* (PMU) pada sistem tenaga listrik. PMU adalah alat ukur yang mengukur tegangan fasor pada bus, dan arus fasor pada jaringan yang terhubung dengan bus dimana PMU terpasang. Laju pencuplikan PMU lebih tinggi dibandingkan pengukuran konvensional SCADA, dan pengukuran antar alat ukur PMU tersinkronisasi. Namun, karena harga PMU yang mahal, penentuan jumlah dan lokasi optimal PMU dibutuhkan untuk mengurangi biaya instalasi PMU.

Pada penelitian ini, pemasangan alat ukur PMU dilakukan pada sistem uji IEEE-30 bus yang telah terpasang 116 alat ukur konvensional SCADA. Kemudian, perubahan atau bervariasinya nilai beban pada bus 30 selama 30 detik, dan *real-time state estimation* dengan data runtun waktu diterapkan untuk merepresentasikan pengaruh laju pencuplikan, dan sinkronisasi pengukuran terhadap akurasi *state estimation*. Algoritme genetika (AG) diimplementasikan untuk menentukan jumlah dan lokasi optimal PMU yang terpasang untuk meningkatkan akurasi *state estimation*. Metode *weighted least square* (WLS) digunakan untuk menghitung *state estimation*, dan rata-rata *mean absolute error* (MAE) digunakan untuk menilai tingkat akurasi *state estimation*.

Hasil menunjukkan jumlah optimal PMU yang terpasang adalah 6. Lokasi optimal pemasangan PMU tersebut adalah pada bus-bus (2, 10, 12, 15, 25, dan 27). Nilai rata-rata MAE sistem dengan PMU adalah $7,20718 \times 10^{-6}$. Sementara, nilai rata-rata MAE sistem tanpa PMU adalah 0,110162054.

Kata kunci – *mean absolute error*, PMU, pengukuran konvensional SCADA, pengukuran tidak sinkron, algoritme genetika.