



INTISARI

Generator sinkron (SG) dan sistem transmisi adalah sebuah sistem nonlinear yang sangat kompleks dengan kondisi operasi yang selalu berubah tiap waktu. Gangguan besar seperti hubung singkat pada sistem transmisi dapat mengakibatkan *large signal instability*, terutama pada generator-generator terdekat. *Power system stabilizer* (PSS) didesain untuk meredam osilasi frekuensi rendah yang disebabkan oleh gangguan kecil, seperti perubahan beban sehingga ketika terjadi gangguan besar, PSS terkadang tidak mampu memberikan *damping* yang cukup pada *automatic voltage regulator* (AVR) untuk meredam getaran pada rotor generator, sehingga hal tersebut belum cukup untuk mencegah SG lepas sinkron. Oleh karena itu, pengendalian yang lebih mutakhir pada dinamika *state* harus dilakukan. Pada skripsi ini, penulis merancang *nonlinear* dan *linear model predictive control* (MPC) sebagai pengganti PSS. MPC menggunakan konsep *receding horizon* untuk memberikan sinyal kontrol yang optimal kepada *plant*. Selain memberikan kontrol yang optimal, MPC dapat memberikan konstrain pada *state* dari *plant* sehingga deviasi dan *overshoot* dapat dikendalikan dengan mudah. Model *reference* dari MPC diidentifikasi menggunakan pendekatan *data-driven*, *linear* dan *nonlinear*, yaitu dengan *dynamic mode decomposition* (DMD) dan *sparse identification of nonlinear dynamic* (SINDy). Hasil simulasi menunjukkan bahwa kedua metode pemodelan memiliki hasil yang jauh lebih baik daripada PSS. DMDc-MPC bekerja dengan sangat baik dengan sifat linearnya, SINDy-MPC dapat meredam osilasi dengan sangat baik, tetapi waktu komputasinya sangat berat. Di sisi lain yang walaupun DMD-MPC tidak sebaik SINDy-MPC, tetapi komputasinya jauh lebih ringan daripada SINDy-MPC. Ketika terdapat derau pada *sensor*, SINDy-MPC tidak bekerja dengan baik karena sifatnya yang nonlinear sehingga sensitif terhadap derau. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan pengendali dengan pendekatan *data-driven-MPC* dapat memberikan hasil yang jauh lebih baik daripada penggunaan PSS konvensional dengan pemrosesan derau lebih lanjut.

Kata kunci: Generator sinkron, *data-driven control*, MPC, SINDy, DMD



ABSTRACT

Synchronous Generator (SG) as well as the power network are an extremely complex nonlinear system whose the operating condition changes over time. Faults occurring in power network can cause huge large-signal instability, in particular mostly to the nearby SGs. A power system stabilizer (PSS) is designed to damp low-frequency oscillations caused by small load changes. However, the PSS is sometimes unable to provide enough damping to system dynamics, specifically rotor angle, causing high probability of loss of synchronism. This is due to at least two problems. First, the PSS is designed using linear control techniques, which is only valid for small disturbances. Second, the model of SG is often partially known and hence tuning of PSS using this model can lead to unsatisfactory control performance. In this contex, data-driven approach plays crucial role in improving the stability of SGs. In this thesis, linear and nonlinear model predictive control (MPC) are proposed to replace PSS. MPC has been known for its capability to give an optimal control with receding horizon concept within the constraints given to the state's dynamic in a such way that the overshoots, deviations, as well as the input energy can be controlled easily. The model reference for the MPC are identified using data-driven approach, i.e., dynamic mode decomposition with control (DMDc) as the linear model and sparse identification of nonlinear dynamic (SINDy) as the nonlinear model. The result shows that both SINDy-MPC and DMDc-MPC give much better performance than PSS. DMDc-MPC provides good control and can damp the oscillation quite well with light computation. Furthermore, SINDy-MPC can provide more satisfactory damping to the oscillations, although with a higher computational cost. It has also been observed that when the measurement noise presents in the system, the performance of SINDy-MPC degrades. Overall, this study shows that compared to conventional PSS, a data-driven and machine learning approach, DMDc-MPC and SINDy-MPC can provide much better dynamic results such that the stability of the power system can be maintained.

Keywords: Synchronous generator, data-driven control, MPC, SINDy, DMD