

ABSTRACT

Nuclear power plants (NPPs) are one of the main focuses of national research research in Indonesia for the 2020-2024 period which aims to develop the first NPP prototype. Several studies have conducted nonlinear modeling and simulated control algorithms against NuScale reactors. However, there are still shortcomings in the reactor components modeled and the resulting control performance still has parameters that can be improved. As a step to support this goal, this study introduced a NuScale reactor model that can be combined with control prototypes and the application of auto tuning proportional-integral-derivative control (PID) strategies and two degrees of freedom (2-DOF) PID with Kalman filters applied to reactor power control systems. Non-linear modeling is structured in state-space models implemented in LabVIEW software. PID automatic control is used as a power controller by setting reactivity with control parameters set based on algorithms that identify ultimate gain, ultimate period, dead time, and time constant based on Ziegler and Nichols heuristic methods on auto tuning as well as beta and gamma weighting for 2-DOF PID.

The results of verification with NuScale reactor data by design show an error value of below 1% in the main parameters. Reactor simulation under normal thermal power conditions was able to maintain the reactor at the basic design tolerance value of the NuScale reactor on 7 comparison parameters and the Kalman filter was able to reduce noise that occurred in the measurement of the main state parameters. Reactor control simulation is carried out in variations such as normal operation, load follow and several abnormal conditions. PID auto tuning and 2-DOF PID control have better control performance in all aspects and are able to reduce the need to change control rod position when compared to using PID with control parameters that are fixed on changes in control load.

Keywords: point kinetic reactor, kalman filter, PID, control, NuScale, simulator.

INTI SARI

Pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN) menjadi salah satu fokus utama riset penelitian nasional di Indonesia untuk periode 2020-2024 yang bertujuan untuk pengembangan prototipe PLTN pertama. Beberapa penelitian telah melakukan pemodelan nonlinear dan mensimulasi algoritma kendali terhadap reaktor NuScale. Akan tetapi, masih terdapat kekurangan pada komponen reaktor yang dimodelkan dan kinerja kendali yang dihasilkan masih terdapat parameter yang dapat ditingkatkan. Sebagai langkah untuk mendukung tujuan tersebut, penelitian ini memperkenalkan model reaktor NuScale yang dapat dikombinasikan dengan prototipe kendali dan penerapan strategi kendali proporsional-integral-derivatif (PID) auto tuning dan *two degree of freedom* (2-DOF) PID dengan Kalman filter yang diterapkan pada sistem kendali daya reaktor. Pemodelan non-linier disusun dalam model *state-space* yang diimplementasikan dalam perangkat lunak LabVIEW. Kendali otomatis PID digunakan sebagai pengontrol daya dengan mengatur reaktivitas dengan parameter kendali diatur berdasarkan algoritma yang mengidentifikasi *ultimate gain*, *ultimate period*, *dead time*, dan *time constant* berdasarkan metode heuristik Ziegler dan Nichols pada auto tuning serta pembobotan beta dan gamma untuk 2-DOF PID.

Hasil verifikasi dengan data reaktor NuScale dengan desain menunjukkan nilai eror di bawah 1% pada parameter utama. Simulasi reaktor pada kondisi daya termal normal mampu mempertahankan reaktor pada nilai toleransi desain dasar reaktor NuScale pada 7 parameter pembanding dan Kalman filter mampu mereduksi *noise* yang terjadi di dalam pengukuran *state* parameter utama tersebut. Simulasi kendali reaktor dijalankan pada variasi seperti operasi normal, *load follow* serta beberapa kondisi abnormal. Kendali PID auto tuning dan 2-DOF PID memiliki kinerja pengendalian yang lebih baik pada semua aspek serta mampu mengurangi kebutuhan perubahan posisi batang kendali jika dibandingkan dengan menggunakan PID dengan parameter kendali yang tetap pada perubahan beban kendali.

Kata kunci: kinetika reaktor titik, kalman filter, PID, kendali, NuScale, simulator.