

ABSTRAK

Stabilitas frekuensi merupakan salah satu faktor penting dalam menjaga keandalan sistem tenaga listrik. Pengujian langsung pada sistem fisik berisiko tinggi dan mahal, sehingga penelitian ini memilih metode *Hardware in the Loop Simulation* (HILS) berbasis mikrokontroler Arduino Uno R3 sebagai alternatif yang lebih aman dan ekonomis. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan Proportional-Integral (PI) *controller* dalam bentuk rangkaian analog untuk meminimalkan deviasi frekuensi menggunakan metode HILS, dengan batasan penelitian pemodelan *two area power system* berbasis MATLAB/Simulink.

Langkah yang dilakukan meliputi perancangan PI *controller* dalam simulasi MATLAB *two area power system*, penentuan parameter K_p dan K_i melalui tuning, serta implementasi kontroler dalam bentuk rangkaian analog berbasis OP-AMP LM358 yang terhubung dengan Arduino. Integrasi ini diuji menggunakan metode HILS untuk mengevaluasi kinerja pengendalian frekuensi secara *real time* terhadap gangguan beban.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa kontrol integral mencapai *rise time* 2 detik pada kedua area, *settling time* 18 detik di area 1 dan 25 detik di area 2, dengan maksimum *overshoot* +0,15 Hz, minimum *undershoot* -0,75 Hz, dan *steady state* error 0 Hz. Pada implementasi HIL, diperoleh *rise time* 2 detik pada kedua area, *settling time* 20 detik, maksimum *overshoot* +0,15 Hz di area 1 dan +0,65 Hz di area 2, minimum *undershoot* -1,15 Hz dan -0,05 Hz, serta *steady state* error $\pm 0,8$ Hz. Dengan demikian, penelitian ini membuktikan bahwa PI *controller* berbasis HIL mampu menjaga stabilitas frekuensi, meskipun masih terdapat deviasi *steady state* yang perlu diperbaiki.

Kata Kunci: frekuensi, HILS, listrik, PI *Controller*, stabilitas