

ABSTRAK

Pengelolaan efluen aktif di Instalasi Pengelolaan Limbah Radioaktif (IPLR) merupakan aspek krusial untuk menjamin keselamatan pekerja, masyarakat, dan lingkungan. Efluen aktif sebagai hasil akhir pengolahan limbah radioaktif cair masih mengandung aktivitas radioaktif rendah, sehingga memerlukan pemantauan sebelum dibuang ke lingkungan. Saat ini, pemantauan di IPLR sebagian besar masih dilakukan secara konvensional, sehingga terbatas dari segi efisiensi, kontinuitas, dan berpotensi menimbulkan risiko keselamatan akibat keterlibatan langsung petugas di area radiasi. Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan sistem pemantauan otomatis yang dapat diakses dari jarak jauh untuk meningkatkan efektivitas dan keselamatan operasional. Penelitian ini membuat dan mengimplementasikan prototipe sistem pemantauan level dan pH efluen cair berbasis IoT, yang memanfaatkan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi ketinggian, sensor pH-4502C sebagai pengukur pH, mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, serta aplikasi Telegram sebagai media pemantauan dan notifikasi jarak jauh. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kedua sensor memiliki kestabilan dan konsistensi yang baik. Sensor ultrasonik HC-SR04 mampu membaca ketinggian cairan dengan rata-rata selisih absolut 0,49 cm dan selisih relatif rata-rata 4,08%, sedangkan sensor pH-4502C menunjukkan rata-rata selisih absolut 0,18 pH dan selisih relatif 2,96%. Sistem komunikasi berbasis Telegram berhasil mengirimkan data pemantauan secara otomatis pada batas level yang telah ditentukan, serta menerima input rekomendasi teknis pengguna berdasarkan hasil analisis laboratorium. Kendali valve otomatis mampu mengatur aliran efluen berdasarkan level, pH, dan radioaktivitas. Secara keseluruhan, prototipe yang dikembangkan telah memenuhi tujuan penelitian dan menunjukkan kinerja yang sesuai dengan perencanaan serta kriteria pengendalian yang telah ditetapkan.

Kata Kunci: Efluen aktif, *internet of things*, IPLR, sensor pH, sensor ultrasonik.

ABSTRACT

The management of active effluent at the Radioactive Waste Management Installation (IPLR) is critical to ensuring the safety of workers, the public, and the environment. Active effluent, as the final product of liquid radioactive waste treatment, still contains low levels of radioactivity and therefore requires monitoring prior to discharge. Currently, effluent monitoring at IPLR is mainly performed using conventional methods, which are limited in efficiency and continuity and may increase safety risks due to direct operator involvement in radiation areas. To overcome these limitations, this study develops an Internet of Things (IoT)-based prototype for automatic and remote monitoring of effluent level and pH. The system employs an HC-SR04 ultrasonic sensor, a pH-4502C sensor, an ESP32 microcontroller, and the Telegram application for data transmission and notification. Test results show good sensor stability and consistency, with average absolute errors of 0.49 cm (4.08%) for level measurement and 0.18 pH units (2.96%) for pH measurement. The system successfully delivers automatic notifications and controls effluent flow through an automatic valve based on level, pH, and radioactivity conditions. Overall, the developed prototype met the research objectives and demonstrated performance consistent with the planned design and established control criteria.

Keywords: Active effluent, *internet of things*, IPLR, pH sensor, ultrasonic sensor