

## ABSTRAK

*Budidaya hidroponik konvensional umumnya menggunakan sistem kendali yang kaku karena hanya berfokus pada satu jenis tanaman, serta rentan terhadap risiko kelebihan dosis nutrisi (overshoot) akibat waktu tunda fluida (transport delay). Penelitian ini merancang sistem instrumentasi dan kendali cerdas berbasis System on Chip (SoC) ESP32 yang bersifat adaptif untuk berbagai komoditas (multi-komoditas). Sistem ini mengintegrasikan arsitektur Universal Lookup Table (LUT) pada memori lokal untuk memodifikasi target parameter kepekatan nutrisi (TDS) dan derajat keasaman (pH) secara otomatis berdasarkan jenis dan usia aktual tanaman tanpa memerlukan pemrograman ulang. Pengendalian aktuator injeksi nutrisi dikelola oleh algoritma Logika Fuzzy Sugeno Orde-Nol (Singleton) yang menghasilkan keluaran berupa durasi waktu nyala pompa peristaltik secara dinamis guna mengatasi sifat non-linier air dan mencegah overshoot. Selain itu, sistem menggunakan kontrol On-Off untuk menjaga batas minimum pH secara paralel. Hasil pengujian perangkat keras menunjukkan sistem instrumentasi beroperasi dengan tingkat presisi yang sangat tinggi, dibuktikan dengan nilai simpangan (error) pembacaan sensor pH dan TDS di bawah 1%, serta debit aktuator yang stabil. Pengujian integrasi sistem membuktikan bahwa mikrokontroler berhasil mengeksekusi perpindahan parameter target dari LUT secara sinkron. Logika Fuzzy terbukti mampu mengendalikan durasi aktuator secara proporsional sesuai dengan besaran defisit nutrisi, sehingga sistem berhasil mencapai titik kestabilan dosis secara real-time tanpa memicu overshoot yang membahayakan tanaman.*

**Kata kunci:** Hidroponik, Logika Fuzzy, Universal Lookup Table, Multi-Komoditas, Durasi Aktuator, Mikrokontroler ESP32.