

IMPLEMENTASI FUZZY SUGENO TIPE-0 PADA IOT *REAL-TIME* UNTUK PENGENDALIAN KUALITAS AIR AKUARIUM IKAN HIAS

Muhammad Haykal Islam Baskoro

ABSTRAK

Pemeliharaan ikan hias membutuhkan pemantauan kualitas air secara kontinu karena perubahan suhu, pH, dan kekeruhan dapat memengaruhi kondisi akuarium. Penelitian ini mengimplementasikan purwarupa IoT real-time berbasis ESP32 dengan Logika Fuzzy Sugeno Tipe-0 untuk mengolah data sensor DS18B20, pH-4502C, dan SEN-0175 serta mengendalikan heater, kipas, pompa filter, pompa drain, dan pompa fill. Proses inferensi menggunakan tiga variabel input, 27 aturan, operator minimum, dan weighted average. Data dikirim melalui MQTT ke backend Node.js, diteruskan melalui WebSocket, disimpan pada Supabase, dan divisualisasikan melalui dashboard web. Hasil pengujian menunjukkan waktu inferensi Sugeno sebesar 9,391 μ s, lebih rendah daripada Tsukamoto sebesar 17,871 μ s dan Mamdani sebesar 1.462,504 μ s. Sensor suhu menghasilkan rata-rata galat absolut 0,275°C, sedangkan sensor kekeruhan menunjukkan penurunan tegangan dari 4,5912 V menjadi 4,1464 V dengan koefisien variasi di bawah 0,12%. Pada kondisi ekstrem, heater, cooler, dan filter mencapai keluaran 99–100%. Pengujian black-box terhadap tiga pengguna menghasilkan 63 dari 63 skenario berhasil. Hasil tersebut menunjukkan bahwa purwarupa mampu menghasilkan kendali bertahap dan mendukung pemantauan kualitas air secara real-time.

Kata Kunci: akuarium ikan hias, ESP32, Fuzzy Sugeno Tipe-0, IoT *real-time*, kualitas air.

IMPLEMENTASI FUZZY SUGENO TIPE-0 PADA IOT REAL-TIME UNTUK PENGENDALIAN KUALITAS AIR AKUARIUM IKAN HIAS

Muhammad Haykal Islam Baskoro

ABSTRACT

Ornamental fish keeping requires continuous water-quality monitoring because changes in temperature, pH, and turbidity can affect aquarium conditions. This study implements a real-time IoT prototype based on an ESP32 and Type-0 Sugeno Fuzzy Logic to process data from DS18B20, pH-4502C, and SEN-0175 sensors and control a heater, fan, filter pump, drain pump, and fill pump. The inference process uses three input variables, 27 rules, the minimum operator, and weighted average. Data are transmitted through MQTT to a Node.js backend, forwarded through WebSocket, stored in Supabase, and visualized on a web dashboard. Test results show that Sugeno achieved an inference time of 9.391 μ s, lower than Tsukamoto at 17.871 μ s and Mamdani at 1,462.504 μ s. The temperature sensor produced a mean absolute error of 0.275°C, while the turbidity sensor voltage decreased from 4.5912 V to 4.1464 V with a coefficient of variation below 0.12%. Under extreme conditions, the heater, cooler, and filter reached outputs of 99–100%. Black-box testing with three users resulted in 63 successful scenarios out of 63. These results indicate that the prototype provides gradual control and supports real-time water-quality monitoring.

Keywords: ESP32, ornamental fish aquarium, real-time IoT, Type-0 Sugeno Fuzzy Logic, water quality.