

ABSTRAK

Kehidupan maggot Black Soldier Fly (BSF) yang dipengaruhi oleh fluktuasi iklim mikro dan keterbatasan pemantauan manual menjadi masalah utama di TPST. Capstone design ini merancang arsitektur firmware terdistribusi pada Smart Vertical Biopond dengan target/spesifikasi sistem harus mampu mempertahankan suhu pada rentang 27-30°C, kelembapan substrat 60-80%, latensi pengiriman data < 5 detik, serta komputasi konkuren tanpa blocking delay. Sebagai sintesis/desain, pusat kendali menggunakan mikrokontroler ESP32 dual-core bersistem operasi FreeRTOS yang mengeksekusi empat task secara paralel, dipadukan dengan Arduino Mega sebagai pengakuisisi data 15 sensor. Pengendalian dilakukan menggunakan logika fuzzy Mamdani untuk mengatur siklus kerja PWM exhaust fan dan durasi mist maker. Hasil pengujian menunjukkan sistem memenuhi target spesifikasi; komputasi logika fuzzy di perangkat keras identik dengan perhitungan perangkat lunak, dan filter moving average berhasil mereduksi galat. Dari sisi IoT, transmisi data REST API memenuhi kriteria dengan latensi rata-rata 3,5 detik. Kesimpulannya, hasil pengujian secara keseluruhan telah memenuhi seluruh target perancangan, didukung oleh protokol fail-safe yang terbukti responsif mengambil alih sistem secara otonom saat koneksi internet terputus, sehingga stabilitas ekosistem maggot terjamin.

Kata Kunci: *Smart Biopond, Maggot BSF, Fuzzy Mamdani, FreeRTOS, Kontrol Lingkungan, IoT.*