

ABSTRAK

Budidaya sarang burung walet (*Aerodramus fuciphagus*) merupakan komoditas agribisnis bernilai ekonomi tinggi di Indonesia. Pengelolaan kondisi lingkungan Rumah Burung Walet (RBW) yang masih dilakukan secara manual menyebabkan ketidakstabilan suhu, kelembapan, dan kadar amonia yang berdampak langsung pada produktivitas koloni. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem perangkat keras multi-node berbasis ESP32 dengan protokol ESP-NOW dan MQTT TLS sebagai lapisan perangkat keras dari sistem *Smart Swiftlet Farming*.

Sistem terdiri dari empat jenis node: Nest Node yang dilengkapi sensor SHT31-D dan SEN0567, LMB Node sebagai unit pemutar suara panggilan walet, Pump Node untuk pengendalian mist sprayer, dan Gateway Node sebagai jembatan antara jaringan ESP-NOW lokal dan *backend server* melalui MQTT TLS. *Firmware* setiap node dikembangkan menggunakan FreeRTOS dengan validasi CRC16, antrian paket FIFO, dan sinkronisasi *multitasking*. Pengujian dilakukan pada miniatur RBW skala laboratorium dan di RBW Swiftlead di Indramayu selama 7 hari operasional nyata.

Hasil pengujian menunjukkan deviasi sensor suhu $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$, kelembapan $\pm 0,9\%$ RH, dan amonia $\pm 0,4$ ppm, seluruhnya di bawah batas toleransi. Komunikasi ESP-NOW mencapai reliabilitas 99-100% pada jarak operasional 6-25 meter. MQTT TLS mempertahankan reliabilitas minimal 99% pada seluruh kondisi jaringan. Sistem berhasil mengumpulkan 10.080 titik data per lantai selama pengujian lapangan.

Kata kunci: ESP32, ESP-NOW, MQTT TLS, *Smart Swiftlet Farming*, FreeRTOS