

ABSTRAK

Akuaponik merupakan metode budidaya berkelanjutan yang keberhasilannya sangat bergantung pada kestabilan parameter kualitas air dan lingkungan. Selama ini, pemantauan parameter krusial seperti suhu, tingkat pH, dan kekeruhan air umumnya masih dilakukan secara manual. Hal ini menimbulkan permasalahan efisiensi, di mana keterlambatan dalam mendeteksi anomali ekosistem sering terjadi, yang pada akhirnya menghambat respons penanganan dan berpotensi menurunkan produktivitas panen. Permasalahan tersebut mendorong dilakukannya pengembangan sistem monitoring dan kontrol akuaponik cerdas (SmartAquaponic) terintegrasi yang berbasis *Internet of Things* (IoT). Pengembangan sistem ini menerapkan metode Scrum, menggunakan *framework* Laravel untuk antarmuka *website* dan Node.js sebagai layanan *backend*. Pada sisi perangkat keras, sistem mengimplementasikan arsitektur *Master-Slave* menggunakan mikrokontroler ESP32 untuk mengoptimalkan efisiensi komunikasi. Perangkat ESP32 Slave secara spesifik bertugas membaca data dari sensor (DS18B20, DHT22, PH4502C, dan SEN-0175) serta mengendalikan aktuator (pompa, aerator, *feeder*, dan *grow light*). Data dari *Slave* dikirimkan secara lokal ke ESP32 Master melalui protokol ESP-NOW. Selanjutnya, ESP32 Master meneruskan data tersebut ke *server* melalui jaringan internet menggunakan protokol *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) dengan HiveMQ sebagai *broker*. Hasil implementasi berupa sistem terintegrasi yang menyediakan fitur pemantauan *real-time*, pencatatan riwayat data, notifikasi peringatan, serta *dashboard* manajemen kontrol aktuator. Evaluasi sistem dilakukan secara komprehensif, mencakup pengujian komunikasi data (ESP-NOW dan MQTT), respon perangkat keras (sensor dan aktuator), serta metode *Black Box Testing* pada aplikasi yang terdiri dari 48 butir uji dari 17 *use case*, dengan seluruh hasil uji menunjukkan status Diterima. Hal ini menegaskan bahwa sistem telah memenuhi kebutuhan fungsional baik dari sisi perangkat lunak maupun perangkat keras, dan dinyatakan layak untuk diimplementasikan.

Kata kunci : Internet of Things, Akuaponik, MQTT, ESP32, Monitoring, Kontrol.