

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil dari perancangan, implementasi, dan pengujian lapangan yang dilakukan terhadap sistem pemantauan kualitas air kolam ikan nila berbasis Internet of Things (IoT) telah mencapai beberapa kesimpulan utama sebagai berikut: Berdasarkan hasil dari perencanaan, implementasi, dan pengujian lapangan yang dilakukan terhadap sistem pemantauan kualitas air kolam ikan nila berbasis metode ambang dan sistem peringatan dini, kami dapat mencapai beberapa kesimpulan berikut:

1. Integrasi Perangkat Keras dan Lunak:

Mikrokontroler Arduino UNO R3 dan modul Wi-Fi ESP8266 telah digunakan untuk membangun sistem pemantauan kualitas air yang berhasil. Sensor pH-4502C dan sensor suhu DS18B20 berfungsi dengan baik untuk menyajikan data kondisi air secara real-time, yang dapat diakses melalui dashboard aplikasi Blynk tanpa terbatas pada jarak, asalkan perangkat terhubung ke jaringan internet.

2. Efektivitas Algoritma Filter dan Threshold:

Penggunaan algoritma filter median sepuluh sampel juga dikenal sebagai algoritma filter rata-rata terbukti sangat penting untuk menstabilkan sinyal analog sensor pH, yang memungkinkan pengurangan variasi suara. Selain itu, sesuai dengan standar fisiologis ikan nila, yaitu rentang pH 6,5–8,5 dan suhu 25°–33°C, metode batas berhasil mengklasifikasikan kondisi air ke dalam tiga status (Aman, Waspada, dan Bahaya). Melalui indikator fisik seperti buzzer dan notifikasi yang ada di smartphone, sistem dapat memberikan respons yang cepat.

3. Keandalan Sistem Peringatan Dini (EWS):

Sistem peringatan ganda—juga dikenal sebagai peringatan dua lapisan dibangun dengan tingkat responsivitas yang tinggi. Dengan menggunakan millis(), fungsi non-blocking memungkinkan sistem terus mengirimkan data ke cloud meskipun buzzer sedang aktif memberikan alarm fisik. Sistem Peringatan Dini (EWS) responsif, yang membedakan pola suara buzzer berdasarkan tingkat kekritisian air (pola lambat untuk status Waspada dan pola cepat untuk status Bahaya/Kritis), membantu staf lapangan mengenali tingkat urgensi masalah secara instan tanpa harus selalu memeriksa monitor.

4. Validasi Akurasi dan Kelayakan:

Hasil uji komparasi dengan alat industri Horiba U-50 standar menunjukkan tingkat kesalahan rata-rata (MAPE) yang sangat rendah, yaitu 1,92 persen untuk parameter pH dan 1,71 persen untuk parameter suhu. Dengan tingkat akurasi di atas 98%, sistem ini dinyatakan sangat layak dan dapat diandalkan sebagai solusi alternatif berbiaya rendah untuk pembudidaya ikan nila, khususnya di BBI Ciganjur, untuk mengatasi celah informasi (blind spot) yang selama ini Hasil pengujian akurasi menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan sempurna. Memiliki MAPE sebesar 1,92% (akurasi 98,08%), dan MAPE sebesar 1,71% (akurasi 98,29%), sensor pH dan sensor suhu keduanya menunjukkan bahwa alat ini dapat digunakan sebagai alat ukur standar untuk pembudidaya ikan Nila di BBI Ciganjur.

5.2 Saran

Beberapa saran dapat dipertimbangkan untuk pengembangan sistem yang lebih komprehensif dan implementatif di masa mendatang: Penulis menyarankan beberapa poin berikut untuk pengembangan sistem yang lebih sempurna di masa depan:

1. Pengembangan Sistem Kontrol Otomatis (Closed-Loop System):

Penelitian menunjukkan bahwa fungsi sistem dapat ditingkatkan dari pemantauan (monitoring) menjadi pengendalian otomatis. Dengan menambah aktuator seperti pompa air atau aerator yang terintegrasi dengan status "BAHAYA", kondisi air dapat secara langsung dinormalisasi tanpa perlu intervensi manual dari petugas. Sistem selanjutnya juga dapat dikembangkan untuk pemantauan dan kontrol otomatis seperti pompa air atau aerator yang akan menyala sendiri saat terdeteksi status "BAHAYA" untuk menormalkan kembali kondisi air.

2. Peningkatan Durabilitas Perangkat:

Sensor pH tipe industri yang dilengkapi dengan pelindung anti-korosi dan anti-lumut disarankan untuk digunakan pada kolam luar ruangan (outdoor). Untuk memastikan bahwa semua komponen elektronik terlindungi dari kelembapan tinggi dan cuaca buruk, desain kotak panel harus ditingkatkan menjadi standar IP65/IP66. Penggunaan sensor pH kelas industri: Jika digunakan di kolam luar ruangan untuk waktu yang lama, gunakan sensor pH kelas industri yang lebih tahan terhadap kotoran dan korosi. Ini akan memastikan masa pakai alat lebih lama.

3. Kemandirian Energi (Panel Surya):

Karena lokasi kolam budidaya sering kali jauh dari sumber listrik konvensional, sangat disarankan untuk menggabungkan sistem manajemen daya berbasis baterai dan panel surya. Hal ini akan meningkatkan efisiensi biaya operasional sekaligus memastikan sistem tetap beroperasi. Pemasangan panel surya dapat menjadi solusi untuk meningkatkan efisiensi energi dan

kemandirian peralatan di lapangan, terutama di lokasi kolam budidaya yang seringkali jauh dari sumber listrik.

4. Implementasi Kecerdasan Buatan (Machine Learning):

Algoritme pembelajar mesin dapat digunakan untuk mengembangkan analisis data historis yang tersimpan di cloud untuk melakukan pemodelan prediksi kualitas air. Dengan demikian, sistem tidak hanya dapat bereaksi saat kondisi kritis terjadi, tetapi juga dapat memberikan peringatan preventif sebelum kualitas air menurun secara signifikan.

