

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem akuaponik otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan metode *fuzzy logic Mamdani*, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Sistem kendali berbasis *fuzzy logic Mamdani* yang diimplementasikan pada mikrokontroler ESP32-S3 mampu mengatur kecepatan pompa air secara otomatis berdasarkan empat parameter utama yaitu suhu air, pH, kekeruhan, dan ketinggian air. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata error sebesar 0,34%, yang menandakan sistem memiliki tingkat akurasi tinggi dan selaras dengan hasil simulasi MATLAB.
2. Sistem monitoring berbasis *dashboard web real time* berfungsi dengan baik dalam menampilkan data pembacaan sensor, status pompa, serta kondisi kualitas air. Fitur notifikasi otomatis melalui Telegram terbukti efektif dalam memberikan peringatan dini kepada pengguna ketika kondisi kualitas air berada pada status waspada atau krisis.
3. Sensor-sensor yang digunakan, seperti DS18B20 (suhu air), pH sensor, *turbidity sensor* (kekeruhan), dan *ultrasonic sensor* (level air) menunjukkan performa pembacaan yang stabil dengan rata-rata error di bawah 2%. Hal ini membuktikan bahwa sistem akuisisi data berjalan dengan baik dan mampu memberikan informasi akurat untuk proses *inferensi fuzzy*.
4. Sistem akuaponik ini mampu menjaga stabilitas kualitas air pada kolam ikan

dan tanaman dengan baik. Pengaturan pompa air berdasarkan logika *fuzzy* terbukti dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air serta menjaga kondisi ekosistem tetap optimal bagi ikan nila dan tanaman selada.

5. Secara keseluruhan, hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem *Smart Aquaponic* berbasis IoT dan *Fuzzy Logic Mamdani* ini dapat berfungsi dengan baik.

5.2 Saran

Dalam proses penelitian dan pengembangan sistem ini, masih terdapat beberapa keterbatasan yang dapat disempurnakan di masa mendatang. Adapun saran untuk pengembangan sistem ke depan adalah sebagai berikut:

1. Sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan algoritma *machine learning* untuk melakukan prediksi kualitas air dan pertumbuhan tanaman secara adaptif berdasarkan pola historis data.
2. Perlu dilakukan kalibrasi sensor secara berkala serta penggunaan sensor dengan akurasi lebih tinggi, khususnya pada sensor *pH* dan kekeruhan, agar hasil pengukuran lebih presisi.
3. Ditambahkan fitur notifikasi otomatis yang memberikan informasi bahwa kondisi air kolam sudah benar-benar optimal dan aman digunakan, guna mendukung penelitian lanjutan serta memastikan stabilitas sistem.
4. Pengembangan aplikasi *mobile* berbasis *Android/iOS* agar pengguna dapat melakukan pemantauan dan kontrol sistem secara lebih praktis tanpa harus melalui *browser*.