BAB 5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan rangkaian penelitian yang telah dilaksanakan, mulai dari tahap perancangan prototipe hingga tahap evaluasi dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa penelitian dengan judul "Penerapan Teknologi IoT untuk Monitoring Kualitas Air Limbah Pasca Pengolahan di Puskesmas Kampung Sawah" menghasilkan beberapa temuan utama sebagai berikut:

1. Sistem berhasil melakukan pengambilan data secara otomatis, menampilkan informasi secara *real-time*, dan mengirim notifikasi peringatan melalui WhatsApp saat parameter melewati ambang batas. Server juga mampu merespons permintaan data pengguna dengan cepat dan akurat melalui WA.
2. Nilai pH sensor sebesar 6,41, sedangkan laboratorium menunjukkan 6,69, dengan selisih 0,28 atau sekitar 4,19%. TDS sensor menunjukkan 259,46 ppm (ambang 1000 ppm), sedangkan TSS laboratorium 8,83 mg/L (ambang 30 mg/L).
3. Sensor IoT menunjukkan akurasi yang baik dibandingkan hasil laboratorium. Meski TDS tidak diuji langsung, nilainya sejalan dengan hasil TSS yang masih di bawah ambang batas, sehingga tetap representatif.
4. Sistem memiliki ketahanan yang baik terhadap gangguan eksternal, untuk memastikan keberlanjutan pemantauan kualitas air.
5. Raspberry Pi Zero 3 berfungsi stabil selama 72 jam pengujian tanpa gangguan, menunjukkan performa yang andal untuk sistem IoT jangka panjang.

5.2. Saran

Penelitian yang telah dilakukan masih memiliki beberapa keterbatasan dan membuka peluang untuk dilakukannya studi lebih lanjut. Oleh karena itu, penulis memberikan beberapa saran yang dapat diterapkan dalam penelitian selanjutnya bagi pembaca yang ingin mengembangkan sistem monitoring kualitas air limbah berbasis teknologi IoT atau yang relevan dengan penelitian ini, yaitu:

1. Untuk memperluas cakupan kondisi penggunaan sistem, disarankan agar dilengkapi dengan sumber daya internal seperti baterai, UPS mini, atau solar panel guna mengakomodasi area dengan keterbatasan akses listrik. Selain itu, pengembangan sistem notifikasi melalui saluran alternatif seperti SMS juga direkomendasikan, untuk memastikan pengiriman peringatan atau pengiriman data tetap berjalan meskipun pada kondisi koneksi internet tidak tersedia.

2. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambahkan pengukuran parameter lain seperti *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD), dan amonia agar informasi yang diperoleh mengenai kualitas air lebih menyeluruh seperti pada pengujian yang dilakukan oleh Dinas Kesehatan.
3. Untuk meningkatkan keandalan hasil pengukuran, penggunaan sensor kelas industri dengan akurasi lebih tinggi perlu dipertimbangkan, serta dilakukan kalibrasi dan perawatan sensor secara rutin. Perawatan yang dilakukan meliputi pembersihan sensor dari lumut atau kotoran dan pemeriksaan rutin terhadap kondisi fisik sensor dan konektor untuk menjaga performa optimal sistem monitoring.
4. Penelitian ke depan dapat fokus pada evaluasi performa sistem dalam penggunaan jangka panjang, misalnya lebih dari tiga bulan, untuk mengetahui potensi degradasi sensor, stabilitas perangkat keras, dan kebutuhan perawatan rutin.
5. Penelitian berikutnya dapat mengembangkan fitur berbasis algoritma prediksi atau *machine learning*, yang mampu memproyeksikan tren kualitas air berdasarkan data historis sehingga tindakan preventif dapat dilakukan lebih awal.