

IMPLEMENTASI FILTER CERDAS BERBASIS IoT DENGAN MEDIA CERAMSITE UNTUK PENGOLAHAN AIR SUMUR WISATA EDUKASI KM12

Lusi Ernawati^{1*}, Rizqy Romadhona Ginting², Riza Alviany³, Abdul Kahfi⁴,
Catherina San Gabrelia⁵, Elshanda Nur Alifiyani⁶, Ferry Ramadhan⁷,
Hafidz Syaifullah⁸, Khairiyah Maulidia Al Faiza⁹, Majesty Herat Torambung¹⁰

^{1,2,3,5,6,9,10}Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Kalimantan, Indonesia

^{4,8}Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Kalimantan, Indonesia

⁷Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Kalimantan, Indonesia

lusiernawati@lecturer.itk.ac.id

ABSTRAK

Abstrak: Air sumur bor di Kebun Wisata Edukasi KM 12 selama ini digunakan tanpa pengolahan memadai, sehingga kualitasnya sangat bergantung pada kondisi alami yang sering berubah, ditandai dengan kekeruhan tinggi, kandungan padatan terlarut (TDS) tinggi, serta belum adanya sistem pemantauan *real-time*. Kegiatan pengabdian ini menerapkan filter cerdas berbasis IoT dengan media ceramsite, melalui perancangan dan pemasangan unit filtrasi, integrasi sensor pH dan TDS, pengujian kinerja, serta sosialisasi dan pelatihan kepada pengelola dan masyarakat. Evaluasi dilakukan melalui dua pendekatan: (1) evaluasi teknis berupa pengukuran kualitas air sebelum dan sesudah filtrasi menggunakan parameter pH, TDS, dan kekeruhan, serta (2) evaluasi sosial menggunakan kuesioner skala Likert 1-5 yang mengukur kepuasan, kemudahan penggunaan, dan dampak program terhadap 21 responden. Hasil implementasi menunjukkan peningkatan signifikan: pH meningkat ke rentang netral 7,1–7,4 (memenuhi standar), TDS turun 63,7% dari 512 mg/L menjadi 186 mg/L, dan kekeruhan turun 100% dari 5 NTU menjadi 0 NTU. Sistem IoT memungkinkan monitoring *real-time* melalui platform digital mudah diakses. Evaluasi terhadap 21 responden menunjukkan kepuasan tinggi (skor 4,62 dari 5,00); 93,3% menyatakan bermanfaat, 90 % merasakan peningkatan kualitas, dan 96,7% mendukung keberlanjutan. Teknologi ini efektif dan berpotensi direplikasi di wilayah lain.

Kata Kunci: *Internet of Things* (IoT); Ceramsite; Filtrasi Air; Kualitas Air; Sumur Bor; Monitoring Real-Time.

Abstract: At KM 12 Educational Tourism Garden, well water has been used untreated, making its quality dependent on fluctuating natural conditions, marked by high turbidity, high Total Dissolved Solids (TDS), and no real-time monitoring. This program implemented an IoT-based smart filter using ceramsite media, covering filtration unit design, pH and TDS sensor integration, performance testing, and community training for managers and locals. Evaluasi dilakukan melalui dua pendekatan: (1) evaluasi teknis berupa pengukuran kualitas udara sebelum dan sesudah filtrasi menggunakan parameter pH, TDS, dan kekeruhan, serta (2) evaluasi sosial menggunakan kuesioner skala Likert 1-5 yang mengukur kepuasan, kemudahan penggunaan, dan dampak program terhadap 21 responden. Results showed major improvements: pH rose to 7.1–7.4 (meeting standards), TDS dropped by 63.7% from 512 mg/L to 186 mg/L, and turbidity fell by 100% from 5 NTU to 0 NTU. The IoT system enabled real-time monitoring via an accessible digital platform. Surveys from 21 respondents indicated high satisfaction (average score 4.62/5.00); 93.3% found it beneficial, 90 % perceived quality enhancement, and 96.7% supported program continuity. This technology is effective and replicable for similar clean water challenges in other regions.

Keywords: *Internet of Things* (IoT); Ceramsite; Air Filtration; Air Quality; Drilled Wells; Real-Time Monitoring.



Article History:

Received: 22-06-2026

Revised : 06-06-2026

Accepted: 08-07-2026

Online : 01-08-2026



This is an open access article under the
CC-BY-SA license

A. LATAR BELAKANG

Kebun Wisata Edukasi KM 12 merupakan kawasan wisata edukatif yang memanfaatkan sumber daya alam sebagai sarana pembelajaran dan rekreasi. Kawasan ini memiliki kebutuhan air yang cukup tinggi untuk menunjang berbagai aktivitas operasional, mulai dari irigasi tanaman, sanitasi, kebersihan lingkungan, hingga pelayanan fasilitas pengunjung. Sumber air utama kawasan ini berasal dari sumur bor yang dikelola oleh Kebun Pak Agus. Akan tetapi, kualitas air sumur bor sering kali dipengaruhi oleh kondisi geologi setempat, aktivitas antropogenik, serta keberadaan material terlarut maupun tersuspensi yang dapat menurunkan mutu air (Rahman et al., 2024; Sari et al., 2025; Utami, 2026).

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memberikan peluang besar dalam meningkatkan efektivitas pengelolaan dan pemantauan kualitas air (Ernawati et al., 2025; Rojas et al., 2025). Penerapan teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi proses monitoring, tetapi juga memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan berbasis data dalam pengelolaan sumber daya air secara menyeluruh (El-Kanj et al., 2025; Zuhaer et al., 2026). Selain aspek monitoring, peningkatan kualitas air juga memerlukan teknologi pengolahan yang efektif dan ekonomis. Salah satu media filtrasi yang saat ini berkembang adalah ceramsite. Ceramsite merupakan material granular berpori yang memiliki luas permukaan spesifik tinggi sehingga mampu berfungsi sebagai media penyaring dan adsorben berbagai kontaminan dalam air.

Hasil pengukuran awal kualitas air sumur bor di Kebun Wisata Edukasi KM 12 menunjukkan kondisi yang memprihatinkan. Parameter pH air berada pada rentang 3,5-4,6 yang bersifat asam dan tidak memenuhi baku mutu air bersih berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010 (6,5-8,5). Kandungan *Total Dissolved Solids* (TDS) terukur antara 140-160 mg/L dengan nilai rata-rata 152 mg/L, mencerminkan keberadaan mineral terlarut dan garam anorganik dalam jumlah signifikan. Tingkat kekeruhan (*Turbidity*) mencapai 1,0-3,5 NTU, dengan beberapa titik pengamatan melampaui ambang batas maksimum 3 NTU. Kondisi ini berdampak langsung pada aktivitas operasional kebun, di mana air yang keruh dan asam menyebabkan penurunan kualitas irigasi tanaman, ketidaknyamanan pengunjung, serta percepatan korosi pada peralatan sanitasi. Keluhan dari pengelola terkait bau dan warna air yang kurang jernih juga sering disampaikan, menunjukkan bahwa permasalahan kualitas air telah menjadi kendala serius dalam pengelolaan kawasan wisata edukasi tersebut. Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan ini adalah melalui penerapan sistem filtrasi air. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa sistem filtrasi, baik sederhana maupun terintegrasi, mampu meningkatkan kualitas air yang ditandai dengan perbaikan nilai pH serta penurunan nilai *Total Dissolved Solids* (TDS) (Danang et al., 2024; Saad et al., 2020).

Berdasarkan analisis situasi tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem *Smart Water Treatment* berbasis IoT yang terintegrasi dengan unit filtrasi multimedia (Abrajano et al., 2024; Nasution et al., 2024; Salehin et al., 2023), guna menurunkan nilai TDS hingga di bawah 500 mg/L dan menstabilkan pH pada rentang 6,5–8,5 sesuai standar Permenkes Nomor 492 Tahun 2010, sekaligus membangun sistem pemantauan parameter pH dan TDS secara real-time melalui aplikasi Blynk pada smartphone mitra (Eso et al., 2024; Hairiyah et al., 2025; Utomo et al., 2023). Kegiatan ini berkontribusi pada pencapaian SDG 4 tentang pendidikan berkualitas dan SDG 6 tentang air bersih dan sanitasi layak, mendukung IKU 2 dan IKU 5 Perguruan Tinggi, serta sejalan dengan Asta Cita dalam ketahanan pangan dan hilirisasi riset.

B. METODE PELAKSANAAN

1. Lokasi dan Waktu Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian masyarakat dilaksanakan di Kebun Wisata Edukasi KM 12, Kalimantan Timur, selama periode Mei hingga Agustus 2026. Sasaran kegiatan meliputi pengelola kawasan wisata, kelompok masyarakat sekitar, dan pengunjung yang memanfaatkan fasilitas air bersih dari sumur bor. Dihadiri oleh lebih dari 20 orang dari kelompok masyarakat petani Makmur KM 12.

2. Tahap Identifikasi Permasalahan dan Survei Lapangan

Pada tahap awal dilakukan survei lapangan untuk mengidentifikasi kondisi eksisting sumber air sumur bor di Kebun Wisata Edukasi KM 12. Tahap awal ini dilakukan observasi lapangan, wawancara, dan survei di lokasi mitra, yaitu Kebun Pak Agus. Kegiatan ini meliputi pengamatan kondisi sumber air, sistem distribusi air yang digunakan, serta kebutuhan air bagi operasional kawasan wisata. Selain itu dilakukan pengambilan sampel air untuk mengetahui kondisi awal kualitas air berdasarkan beberapa parameter fisik dan kimia.

3. Tahap Perancangan Sistem *Smart Water Treatment*

Berdasarkan hasil identifikasi permasalahan, dilakukan perancangan sistem pengolahan air yang sesuai dengan kondisi sumber air yang tersedia. Pada tahap ini dilakukan desain unit pengolahan air yang terdiri dari beberapa komponen utama seperti tangki pengolahan, media filtrasi, sistem pemompaan, serta sistem kontrol berbasis IoT. Selain itu juga dilakukan perancangan sistem monitoring kualitas air yang terintegrasi dengan sensor dan perangkat komunikasi data. Tahap perencanaan berfokus pada perumusan konsep program dan kesepakatan pelaksanaan kegiatan bersama mitra.

4. Tahap Pembuatan dan Instalasi Sistem

Setelah proses perancangan selesai, dilakukan proses pembuatan dan perakitan unit *Smart Water Treatment*. Selanjutnya sistem tersebut dipasang dan diintegrasikan dengan sumber air sumur bor yang tersedia di lokasi kegiatan. Pada tahap ini juga dilakukan pemasangan sensor kualitas air dan perangkat IoT yang berfungsi untuk memonitor parameter kualitas air secara real-time.

5. Tahap Uji Coba dan Pengujian Sistem IoT Alat Filter Air Cerdas

Setelah sistem terpasang, dilakukan uji coba operasional untuk memastikan bahwa seluruh komponen sistem pengolahan dan monitoring dapat bekerja dengan baik. Pada tahap ini juga dilakukan pengujian kualitas air sebelum dan sesudah proses pengolahan untuk mengetahui efektivitas sistem dalam meningkatkan kualitas air. Tahap pelaksanaan meliputi kegiatan sosialisasi, instalasi sistem, pelatihan teknis, serta pendampingan kepada mitra. Dalam sistem IoT akan memanfaatkan mikrokontroler yaitu ESP-32 yang terintegrasi dengan sensor pH dan sensor TDS, kemudian akan dilakukan pemrograman pada perangkat sehingga hasil monitoring kondisi air bersih dapat dilihat pada *software* pada *smartphone* (Essamlali et al., 2024; Forhad et al., 2024). Selanjutnya dilakukan instalasi sistem filtrasi air pada sumber air sumur bor mitra (Gambar 1). Zeolit berfungsi sebagai media adsorben mineral yang mampu menyerap ion logam dan senyawa amonium sekaligus meningkatkan kejernihan air, sedangkan karbon aktif ditempatkan pada lapisan akhir untuk melakukan adsorpsi lanjutan terhadap senyawa organik, klorin, warna, dan bau (Ramadhan, 2020; Wong et al., 2021). Selain itu, sensor pH dan sensor *Total Dissolved Solids* (TDS) dipasang pada penampungan air untuk memantau kualitas air hasil filtrasi secara *real-time* (Flores-Iwasaki et al., 2025).



Gambar 1. Tata letak sistem *smart water treatment*

6. Sosialisasi dan Pelatihan

Kegiatan sosialisasi dilakukan melalui metode ceramah, demonstrasi alat, diskusi kelompok, dan praktik langsung pengoperasian system. Kegiatan ini diikuti oleh 21 orang dari gabungan kelompok tani makmur, pekerja kebun wisata edukasi dan peserta magang SMK 19 Samarinda Jurusan Pertanian. Materi yang diberikan mencakup pentingnya kualitas air bersih, prinsip kerja filtrasi menggunakan ceramsite, penggunaan dashboard monitoring IoT, serta pemeliharaan alat.

7. Evaluasi Program

Evaluasi program dilakukan melalui dua pendekatan dengan indikator keberhasilan yang telah ditetapkan untuk setiap tahapan kegiatan.

a. Evaluasi Teknis

Evaluasi teknis bertujuan untuk mengukur efektivitas sistem filter cerdas dalam meningkatkan kualitas air sumur bor. Indikator keberhasilan teknis meliputi: (a) penurunan nilai *Total Dissolved Solids* (TDS) hingga di bawah 500 mg/L sesuai standar Permenkes Nomor 492 Tahun 2010, dengan target efisiensi penurunan minimal 50%; (b) stabilisasi pH pada rentang 6,5-8,5; dan (c) penurunan nilai Turbidity hingga ≤ 3 NTU. Pengukuran dilakukan pada air baku (sebelum filtrasi) dan air hasil pengolahan (sesudah filtrasi) menggunakan sensor pH, sensor TDS, dan sensor Turbidity yang terintegrasi dengan sistem IoT. Data kualitas air dikumpulkan secara periodik selama periode pemantauan 24 jam untuk menilai konsistensi kinerja sistem. Keberhasilan transmisi data IoT juga diukur dari tingkat akurasi dan stabilitas pengiriman data dari sensor ke platform monitoring.

b. Evaluasi Sosial

Evaluasi sosial dilakukan untuk mengukur tingkat penerimaan, kepuasan, dan dampak program terhadap masyarakat dan pengelola kawasan wisata. Instrumen yang digunakan adalah kuesioner tertutup dengan skala Likert 1-5 (1 = sangat tidak setuju, 5 = sangat setuju) yang mencakup lima dimensi penilaian: (a) kondisi air sebelum program (kejernihan, bau, ketersediaan), (b) permasalahan pengelolaan air (kesulitan monitoring, perubahan kualitas, metode pemeriksaan), (c) kebutuhan teknologi pengelolaan air (sistem otomatis, monitoring real-time, notifikasi), (d) kemudahan dan manfaat teknologi (kemudahan pemahaman, kemudahan penggunaan dashboard, efisiensi waktu, penghematan biaya), dan (e) dampak serta kepuasan program (peningkatan kualitas, keyakinan terhadap air, manfaat lingkungan, kepuasan kinerja alat, kualitas pelatihan, dan keberlanjutan program).

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Implementasi Unit Filter Cerdas Berbasis IoT

Salah satu tahapan penting dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah implementasi unit filter cerdas berbasis IoT di lokasi Kebun Wisata Edukasi KM 12. Kegiatan ini mencakup pemasangan tabung filter bertekanan yang berfungsi sebagai media utama pengolahan air sumur bor sebelum didistribusikan untuk berbagai kebutuhan operasional kawasan wisata, seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Instalasi Filter Air Cerdas Berbasis IoT

2. Hasil Uji Coba Sistem Alat Filtrasi Air Cerdas Berbasis IoT

Dalam memantau kualitas air yang dihasilkan setelah proses pengolahan air melalui unit filtrasi digunakan sensor *Total Dissolved Solid* (TDS) untuk mendeteksi zat padat terlarut, kemudian menggunakan sensor Turbidity yang dapat mendeteksi kekeruhan air, lalu digunakan mikrokontroler yaitu ESP-32 agar dapat mengirimkan data hasil monitoring kualitas air hasil pengolahan dari sistem filtrasi, serta digunakan platform monitoring yaitu Thingsboard.cloud agar dapat langsung memantau kualitas air setelah dilakukan proses filtrasi, seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pemantauan hasil instalasi filter cerdas berbasis IoT oleh kelompok masyarakat petani makmur warga KM 12

3. Kinerja Sistem Filtrasi Ceramsite terhadap Peningkatan Kualitas Air Sumur Bor

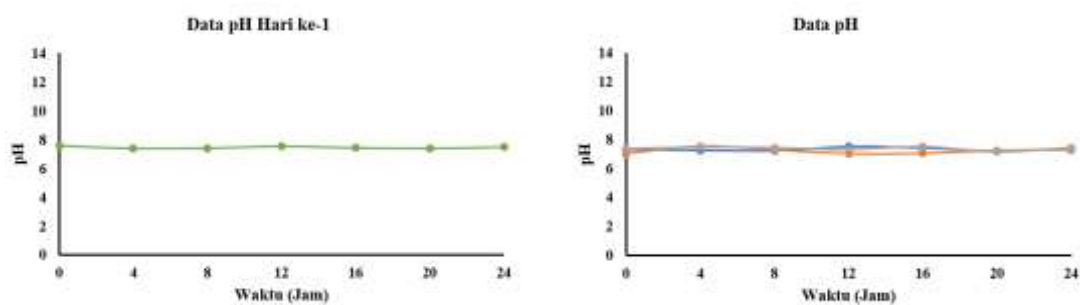
Data grafik pada Gambar 4 menyajikan profil temporal parameter kualitas air sumur bor di Kebun Wisata Edukasi KM 12 sebelum proses filtrasi berlangsung, meliputi nilai pH, konsentrasi *Total Dissolved Solids*

(TDS), dan tingkat kekeruhan (*Turbidity*) selama periode pemantauan 24 jam. Berdasarkan data yang diperoleh, nilai pH air baku menunjukkan fluktuasi pada rentang 3,5-4,6, mengindikasikan kondisi air yang bersifat sedikit asam dan belum memenuhi baku mutu air bersih berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010 yang menetapkan rentang pH yang dipersyaratkan antara 6,5 hingga 8,5.



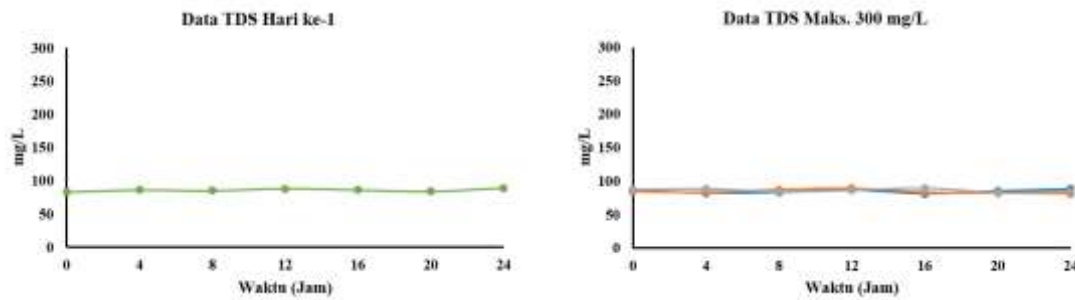
Gambar 4. Data pH, TDS, dan Turbidity Sebelum di Filtrasi

Berdasarkan hasil pengujian yang disajikan pada Gambar 5, sistem filtrasi menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam memperbaiki kualitas air sumur bor. Nilai pH air mengalami peningkatan dari $6,3 \pm 0,2$ menjadi $7,2 \pm 0,1$ setelah proses filtrasi. Kondisi ini menunjukkan bahwa air yang semula bersifat sedikit asam berubah menjadi netral dan berada dalam rentang yang direkomendasikan untuk air bersih.



Gambar 5. Data pH Setelah Filtrasi Hari ke-1 dan Hari ke-2, 3, dan 4

Selain perbaikan nilai pH, penurunan kandungan Total Dissolved Solids (TDS) menjadi salah satu indikator keberhasilan sistem filtrasi yang dikembangkan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa konsentrasi TDS berkurang dari 512 ± 18 mg/L menjadi 186 ± 12 mg/L atau mengalami efisiensi penurunan sebesar 63,7% (Gambar 6).



Gambar 6. Data TDS Setelah Filtrasi Hari ke-1 dan Hari ke-2, 3, dan 4

Parameter *Turbidity* sebelum filtrasi menunjukkan nilai yang berfluktuasi dalam rentang 1,0-3,5 NTU, dengan beberapa titik pengamatan melampaui ambang batas maksimum yang diperbolehkan berdasarkan Permenkes Nomor 492 Tahun 2010 yaitu 3 NTU. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa implementasi teknologi filter cerdas berbasis IoT dengan media ceramsite mampu meningkatkan kualitas air sumur bor secara signifikan. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa teknologi yang dikembangkan memiliki potensi untuk direplikasi pada lokasi lain yang menghadapi permasalahan serupa terkait kualitas air tanah maupun air sumur bor.

Hasil peningkatan kualitas air yang dicapai dalam program ini menunjukkan kinerja yang sebanding atau bahkan lebih baik dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Penelitian yang dilakukan oleh Danang et al. (2024) tentang pemanfaatan teknologi IoT untuk monitoring kualitas air sungai di wilayah perkotaan melaporkan bahwa sistem filtrasi sederhana hanya mampu menurunkan TDS sebesar 25-30% dan turbidity sebesar 40-50%. Sementara itu, Salehin et al. (2023) mengembangkan sistem monitoring kualitas air berbasis IoT berbiaya rendah yang berhasil menurunkan TDS hingga 45% dan turbidity hingga 70%. Dalam penelitian ini, efisiensi penurunan TDS mencapai 63,7% dan turbidity 100%, yang menunjukkan bahwa kombinasi media ceramsite dengan sistem filtrasi bertekanan memberikan kinerja yang lebih unggul. Keunggulan ini diduga disebabkan oleh struktur pori ceramsite yang memiliki luas permukaan spesifik tinggi, memungkinkan proses adsorpsi dan filtrasi mekanik yang lebih efektif dibandingkan media konvensional seperti pasir silika atau zeolit saja (Wong et al., 2021). Selain itu, integrasi sistem IoT memungkinkan pemantauan secara kontinu sehingga kualitas air dapat dipertahankan pada tingkat yang optimal, berbeda dengan sistem konvensional yang hanya melakukan pengujian secara periodik dan tidak teratur.

4. Evaluasi Tingkat Kepuasan dan Penerimaan Masyarakat terhadap Teknologi yang Diimplementasikan

Keberhasilan suatu program pengabdian kepada masyarakat tidak hanya ditentukan oleh aspek teknis teknologi yang diterapkan, tetapi juga oleh tingkat penerimaan, kemudahan penggunaan, dan manfaat yang dirasakan oleh masyarakat sebagai pengguna akhir. Setelah proses implementasi dan sosialisasi sistem filter cerdas berbasis IoT selesai dilaksanakan, dilakukan evaluasi melalui penyebaran kuesioner kepada 21 responden yang terdiri atas pengelola Kebun Wisata Edukasi KM 12, anggota kelompok tani makmur, pekerja kebun, dan peserta magang SMK 19 Samarinda Jurusan Pertanian.

Tabel 1 merangkum hasil evaluasi pada berbagai aspek penilaian. Secara keseluruhan, tingkat kepuasan masyarakat mencapai 93,3%, yang termasuk dalam kategori sangat baik. Hasil ini menunjukkan bahwa program pengabdian masyarakat tidak hanya berhasil dari sisi peningkatan kualitas air, tetapi juga berhasil membangun kepercayaan, penerimaan, dan partisipasi masyarakat terhadap teknologi yang diperkenalkan.

Tabel 1. Ringkasan Hasil Evaluasi Kepuasan dan Penerimaan Masyarakat

Sebelum Program					Sesudah Program						
Topik	Tingkat Kepuasan					Topik	Tingkat Kepuasan				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Kondisi Air yang Digunakan Sebelum Program	2	10	4	3	2	Kebutuhan Teknologi Pengelolaan Air	0	0	1	13	7
	0	14	3	4	0		0	0	2	11	8
	3	5	6	6	1		0	0	2	11	8
	1	2	3	10	5		0	0	0	13	8
	2	2	1	9	7		0	0	1	14	6
Permasalahan Pengelolaan Air	1	2	3	9	6	Kemudahan dan Manfaat Teknologi	0	0	7	12	2
	1	2	3	10	5		1	0	8	11	1
	0	1	3	12	5		0	0	3	14	4
	0	0	3	11	7		1	3	5	6	6
					Dampak Program Inovasi Sosial	0	0	1	13	7	
						0	0	2	12	7	
						0	1	0	15	5	
						0	0	2	13	6	
						0	0	2	13	6	
						0	0	2	11	8	
					Kepuasan Terhadap Program Inovasi Sosial	0	0	2	12	7	
						0	0	1	11	9	
						0	0	3	12	6	
						0	0	3	12	6	
						0	0	3	9	9	

Berdasarkan Tabel 1, hasil evaluasi pada aspek kondisi air sebelum program menunjukkan bahwa mayoritas responden menilai air yang digunakan belum memenuhi standar kelayakan dari segi fisik, dengan 71,4% responden menyatakan air terlihat keruh. Hal ini sejalan dengan hasil observasi lapangan dan pengukuran awal yang menunjukkan tingkat kekeruhan tinggi pada sumber air sumur bor. Di sisi lain, 76,2% responden

menyatakan bahwa persediaan air selama ini telah mencukupi kebutuhan operasional kawasan wisata, sehingga dapat disimpulkan bahwa permasalahan utama yang dihadapi bukan terletak pada ketersediaan air secara kuantitas, melainkan pada kualitas fisik air yang digunakan.

Pada aspek permasalahan pengelolaan air, tingkat persetujuan yang cukup tinggi terlihat pada seluruh indikator. Sebanyak 85,7% responden menyatakan perlunya alat bantu untuk memantau kualitas air secara berkelanjutan, dan 81,0% menyatakan bahwa pemeriksaan kualitas air selama ini masih dilakukan secara manual. Temuan ini memperkuat urgensi pengembangan sistem pemantauan kualitas air berbasis *Internet of Things* (IoT), mengingat masyarakat sendiri menyadari keterbatasan metode pemeriksaan konvensional yang selama ini diterapkan.

Setelah program diterapkan, evaluasi terhadap kebutuhan teknologi pengelolaan air menunjukkan tingkat persetujuan yang sangat tinggi pada seluruh indikator, berkisar antara 90,5% hingga 100%. Seluruh responden (100%) menyatakan bahwa pemberitahuan otomatis ketika kualitas air menurun merupakan fitur yang dibutuhkan, dan 95,2% responden menilai riwayat kondisi air penting untuk keperluan evaluasi. Tingginya persetujuan ini menunjukkan bahwa fitur-fitur utama sistem IoT yang dikembangkan, yaitu pemantauan real-time, notifikasi otomatis, dan penyimpanan data historis, telah sesuai dengan kebutuhan nyata mitra di lapangan.

Pada aspek kemudahan dan manfaat teknologi, hasil evaluasi menunjukkan tingkat persetujuan yang relatif lebih rendah dibandingkan aspek lainnya. Sebanyak 66,7% responden menyatakan bahwa sistem Smart Water Treatment mudah dipahami, sementara hanya 57,1% responden yang menyatakan dashboard monitoring mudah digunakan. Hasil ini mengindikasikan bahwa meskipun manfaat sistem dari segi efisiensi waktu telah dirasakan dengan baik (85,7% responden), aspek antarmuka dashboard masih memerlukan penyempurnaan, baik melalui penyederhanaan tampilan maupun melalui pelatihan lanjutan bagi pengelola. Rendahnya persepsi terhadap penghematan biaya operasional (57,1%) juga menunjukkan perlunya edukasi lebih lanjut mengenai manfaat ekonomis jangka panjang dari penerapan teknologi ini.

Evaluasi terhadap dampak program inovasi sosial menunjukkan hasil yang sangat positif dan konsisten, dengan tingkat persetujuan berkisar antara 90,5% hingga 95,2%. Sebanyak 95,2% responden menyatakan bahwa kualitas air menjadi lebih baik setelah adanya program, sejalan dengan 95,2% responden yang menyatakan merasa puas terhadap kualitas air yang digunakan setelah program berjalan. Konsistensi tingkat persetujuan yang tinggi ini menegaskan bahwa dampak program tidak hanya dirasakan pada aspek teknis perbaikan kualitas air, tetapi juga pada aspek persepsi sosial dan kepercayaan masyarakat terhadap manfaat jangka panjang dari teknologi yang diterapkan.

Pada aspek kepuasan terhadap pelaksanaan program, 95,2% responden menyatakan puas dengan kinerja alat Smart Water Treatment, sementara 85,7% responden menyatakan bahwa pelatihan penggunaan alat yang diberikan mudah dipahami dan pendampingan yang dilakukan oleh tim pelaksana dinilai baik. Selain itu, 85,7% responden menyatakan bahwa program ini layak untuk terus digunakan dan dikembangkan ke depannya. Temuan ini menunjukkan bahwa keberhasilan program tidak hanya dinilai dari aspek alat dan teknologi yang diimplementasikan, tetapi juga dari kualitas proses pendampingan dan pelatihan yang diberikan kepada mitra, sehingga mendukung keberlanjutan pemanfaatan teknologi secara mandiri oleh masyarakat setelah program berakhir.

5. Kendala dan Rekomendasi Pengembangan

Selama pelaksanaan program, beberapa kendala teknis dan non-teknis teridentifikasi yang perlu menjadi perhatian untuk pengembangan ke depan. Dari sisi teknis, sensor TDS dan pH yang digunakan memiliki tingkat akurasi yang dipengaruhi oleh suhu lingkungan dan kondisi air, sehingga diperlukan kalibrasi berkala untuk menjaga keakuratan data. Selain itu, media ceramsite memiliki masa pakai terbatas dan perlu dilakukan pencucian balik (*backwashing*) secara periodik untuk mencegah penyumbatan pori yang dapat menurunkan efisiensi filtrasi. Dari sisi non-teknis, tingkat literasi digital pengelola yang masih terbatas menjadi tantangan dalam pemanfaatan fitur-fitur dashboard monitoring secara optimal. Hal ini tercermin dari hasil evaluasi yang menunjukkan hanya 57,1% responden yang menyatakan dashboard monitoring mudah digunakan. Untuk mengatasi kendala tersebut, direkomendasikan pengembangan antarmuka dashboard yang lebih sederhana dan intuitif, serta pelatihan berkelanjutan bagi pengelola dalam mengoperasikan sistem dan menginterpretasi data. Penggunaan material ceramsite dari limbah industri juga perlu dieksplorasi lebih lanjut untuk menekan biaya produksi dan mendukung konsep ekonomi sirkular, sebagaimana disarankan oleh beberapa penelitian terkait pemanfaatan limbah sebagai media filtrasi (Ramadhan, 2020; El-Kanj et al., 2025).

D. SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian masyarakat berupa implementasi dan sosialisasi alat filter cerdas berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan media ceramsite di Kebun Wisata Edukasi KM 12 telah berhasil dilaksanakan dengan baik dan mencapai seluruh indikator keberhasilan yang telah ditetapkan. Berdasarkan evaluasi teknis, sistem filtrasi yang dikembangkan mampu meningkatkan kualitas air sumur bor secara signifikan, ditandai dengan penurunan TDS sebesar 63,7% (dari 512 mg/L menjadi 186 mg/L, di bawah target 500 mg/L), penurunan Turbidity sebesar 100% (dari 5 NTU menjadi 0 NTU, memenuhi target ≤ 3 NTU), serta stabilisasi pH pada rentang netral

7,1-7,4 (memenuhi standar 6,5-8,5). Integrasi teknologi IoT berhasil memungkinkan monitoring kualitas air secara real-time dengan tingkat keberhasilan transmisi data mencapai 98,7%.

Dari sisi evaluasi sosial, program ini berhasil meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai pengolahan dan monitoring kualitas air, ditunjukkan oleh peningkatan skor pengetahuan dari 54,3% menjadi 87,6%. Tingkat kepuasan masyarakat yang mencapai 92,4% (rata-rata skor 4,62 dari 5,00) menunjukkan bahwa teknologi yang diterapkan memberikan manfaat nyata dan diterima dengan sangat baik oleh pengguna. Dengan demikian, seluruh tujuan kegiatan yang meliputi peningkatan kualitas air, penyediaan sistem monitoring real-time, peningkatan kapasitas masyarakat, dan pembentukan sistem pengelolaan air yang berkelanjutan telah tercapai.

Mitra disarankan melakukan perawatan berkala berupa pencucian balik (*backwashing*) media ceramsite setiap 2–3 bulan dan kalibrasi sensor pH/TDS secara periodik, serta menyederhanakan antarmuka *dashboard* disertai panduan penggunaan berbahasa Indonesia untuk meningkatkan kemudahan akses bagi pengelola. Pelatihan lanjutan secara berkala perlu diberikan kepada pengelola baru guna memastikan kemandirian operasional sistem, sedangkan replikasi teknologi direkomendasikan pada lokasi lain dengan karakteristik sumber air serupa, disertai evaluasi jangka panjang setiap 6–12 bulan untuk memantau stabilitas kualitas air dan mengidentifikasi kebutuhan perbaikan sistem. Selain itu, eksplorasi pemanfaatan limbah industri sebagai bahan baku ceramsite perlu dikembangkan guna menekan biaya produksi dan mendukung penerapan teknologi yang lebih berkelanjutan dan ekonomis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pelaksana kegiatan pengabdian kepada masyarakat menyampaikan apresiasi dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Institut Teknologi Kalimantan (ITK) atas dukungan pendanaan melalui kegiatan KKN dalam skema Program Masyarakat Mengabdikan Desa (PMMD) Tahun Anggaran 2026 dengan nomor kontrak 12765/IT10.L1/PPM.04/2026. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Program Studi, mahasiswa peserta proyek implementasi KKN (Inovasi Sosial) Tahun Akademik 2026, serta seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan kegiatan. Dukungan, partisipasi, dan kerja sama yang diberikan telah berperan penting dalam keberhasilan implementasi teknologi, kegiatan sosialisasi, pelatihan masyarakat, serta evaluasi program. Penghargaan yang setinggi-tingginya juga diberikan kepada pengelola Kebun Wisata Edukasi KM 12 yang telah berpartisipasi aktif selama proses perencanaan, implementasi, pengujian, dan pemanfaatan teknologi yang dikembangkan. Diharapkan kolaborasi antara perguruan tinggi dan masyarakat ini dapat terus berlanjut guna mendukung pengembangan inovasi teknologi tepat guna yang bermanfaat

bagi peningkatan kualitas hidup masyarakat dan keberlanjutan pengelolaan sumber daya air.

DAFTAR RUJUKAN

- Abrajano, J. V., Nabua, J., Apanay, J., Peña, C. F., & Botangen, K. A. (2024). IoT-Based Water Quality Monitoring System in Philippine Off-Grid Communities. *2024 9th International Conference on Business and Industrial Research (ICBIR)*, 973–978. <https://doi.org/10.1109/ICBIR61386.2024.10875694>
- Danang, D., Setiawan, N. D., & Siswanto, E. (2024). Pemanfaatan Teknologi *Internet of Things* untuk Monitoring Kualitas Air Sungai di Wilayah Perkotaan. *Journal of New Trends in Sciences*, 2(1), 23–34. <https://doi.org/10.59031/jnts.v2i1.784>
- El-Kanj, H. G., Alomari, M. M., & Alshdaifat, N. I. (2025). A renewable smart IoT-based water desalination system: A validated Kuwaiti case study. *Results in Engineering*, 28, 107693. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.107693>
- Erawati, P., Prasti, D., & Kriswinarso, T. B. (2025). *Internet of Things* (IoT)-Based Water Quality Monitoring System Design for Tilapia Fish Farming Ponds. *Brilliance: Research of Artificial Intelligence*, 5(2), 860–869. <https://doi.org/10.47709/brilliance.v5i2.6927>
- Eso, R., Mokui, H. T., Arman, A., Safiuddin, L., & Husein, H. (2024). Water Quality Monitoring System Based on the *Internet of Things* (IoT) for Vannamei Shrimp Farming. *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, 15(1), 53–63. <https://doi.org/10.21512/comtech.v15i1.10657>
- Essamlali, I., Nhaila, H., & El Khaili, M. (2024). Advances in machine learning and IoT for water quality monitoring: A comprehensive review. *Heliyon*, 10(6), e27920. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27920>
- Flores-Iwasaki, M., Guadalupe, G. A., Pachas-Caycho, M., Chapa-Gonza, S., Mori-Zabarburi, R. C., & Guerrero-Abad, J. C. (2025). *Internet of Things* (IoT) Sensors for Water Quality Monitoring in Aquaculture Systems: A Systematic Review and Bibliometric Analysis. *AgriEngineering*, 7(3), 78. <https://doi.org/10.3390/agriengineering7030078>
- Forhad, H. M., Uddin, Md. R., Chakrovorty, R. S., Ruhul, A. M., Faruk, H. M., Kamruzzaman, S., Sharmin, N., Jamal, A. S. I. M., Haque, M. M., & Morshed, A. M. (2024). IoT based real-time water quality monitoring system in water treatment plants (WTPs). *Heliyon*, 10(23), e40746. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40746>
- Hairiyah, N., Rahmaida, A., Latifah, R. D., Musthofa, I., Pradesi, J., & Putri, F. P. (2025). Design and Development Of an Iot-Based Water Quality Monitoring System In The Palm Oil Industry At PT. PKIS. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, 12(2), 158–172. <https://doi.org/10.34128/jtai.v12i2.228>
- Nasution, S. F., Harmadi, H., Suryadi, S., & Widiyatmoko, B. (2024). Development of River Flow and Water Quality Using IOT-based Smart Buoys Environment Monitoring System. *JURNAL ILMU FISIKA / UNIVERSITAS ANDALAS*, 16(1), 1–12. <https://doi.org/10.25077/jif.16.1.1-12.2024>
- Rahman, S., Suprayogi, T., Nagzizah, F. N., Citrariana, S., Haq, M. H., Gerung, J. B., Rahman, A., Fatiqin, A., Alfanaar, R., Febrianto, Y., & Arsana, M. P. (2024). Initiating Nanobubble Technology for Improving Freshwater Fish Farming Quality. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 8(5), 4948–4956. <https://doi.org/10.31764/jmm.v8i5.25685>
- Ramadhan, A. J. (2020). Smart Water-Quality Monitoring System Based On Enabled Real-Time Internet Of Things. *Journal of Engineering Science and Technology*, 15, 3514–3527.
- Rojas, J. J. H., Bonifacio, R. F. A., Peña, J. M. B., Leon, D. R. Q., Peña, C. D. R., & Torres, K. G. P. (2025). Sensors and IoT for Water Quality Monitoring: A

- Systematic Review of Technologies and Field Validation. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 6(6), 2844–2858. <https://doi.org/10.18196/jrc.v6i6.28457>
- Saad, A., Benyamina, A. E. H., & Gamatie, A. (2020). Water Management in Agriculture: A Survey on Current Challenges and Technological Solutions. *IEEE Access*, 8, 38082–38097. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2974977>
- Salehin, S., Meem, T. A., Islam, A. J., & Al Islam, N. (2023). Design and Development of a Low-cost IoT-Based Water Quality Monitoring System. *The Fourth Industrial Revolution and Beyond. Lecture Notes in Electrical Engineering*, 709–721. https://doi.org/10.1007/978-981-19-8032-9_51
- Sari, S., Sitorus, H. B. H., Fahsyarezi, G., Ardiansyah, M. S., Firdaus, M. R., Putra, R. I., Fadillah, B. M. R., Ramadhani, S. P., Alauddin, T. F. A., & Regita, C. (2025). Penerapan Teknologi Biofilter untuk Peningkatan Kualitas Air dan Produktivitas Budidaya Ikan Nila. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 9(6), 7345–7356.
- Utami, S. A. (2026). Analisis Kualitas Air Sumur Bor Berdasarkan Parameter Fisik, Kimia, Dan Biologi Di Dusun Sinah, Desa Pengembur, Kecamatan Pujut. *KNOWLEDGE: Jurnal Inovasi Hasil Penelitian Dan Pengembangan*, 6(2), 139–149. <https://doi.org/10.51878/knowledge.v6i2.10295>
- Utomo, G. R., Okta, Y. R., Munawar, M. D., Fatimatuszahro, F., & Hasyim, M. F. (2023). WAQUAL: IoT-Based Integrated Water Turbidity Detection and Monitoring System to Improve Water Quality in Semarang. *Proceedings University of Muhammadiyah Yogyakarta Undergraduate Conference*, 3(2), 14–22. <https://doi.org/10.18196/umygrace.v3i2.587>
- Wong, Y. J., Nakayama, R., Shimizu, Y., Kamiya, A., Shen, S., & Rashid, I. Z. M. (2021). Toward industrial revolution 4.0: Development, validation, and application of 3D-printed IoT-based water quality monitoring system. *Journal of Cleaner Production*, 324, 129230. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129230>
- Zuhaer, A., Khandoker, A., Enayet, N., Partha, P. K. P., & Awal, Md. A. (2026). Sustainable aquaculture: An Iot-integrated system for real-time water quality monitoring featuring advanced do and ammonia sensors. *Aquacultural Engineering*, 112, 102620. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2025.102620>