

# Penerapan Teknologi untuk Mendukung Infrastruktur Pengelola Air melalui Sistem Telemetry LoRa-SMS di Desa Cibuluh

Yuliadi Erdani <sup>1\*</sup>, Abdur Rohman Harits Martawireja <sup>2</sup>, Ridwan <sup>3</sup>,  
Muhammad Irsyad Ukar <sup>4</sup>, Fariz Al-Fadh <sup>5</sup>

<sup>1-5</sup> Politeknik Manufaktur Bandung

\* yuliadi@ae.polman-bandung.ac.id

## Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Desa Cibuluh dilaksanakan melalui dua jalur yang saling mendukung, yaitu penerapan teknologi pada infrastruktur pengelola air dan keterlibatan langsung dalam kegiatan pendidikan, keagamaan, serta sosial desa. Pada jalur teknologi, tim menerapkan sistem telemetry yang mengintegrasikan *flowmeter* YF-S201, ESP32, komunikasi LoRa *point-to-point*, *gateway* lokal, dan SIM800L untuk meneruskan informasi debit dan volume melalui SMS. Pelaksanaan meliputi koordinasi dengan mitra, survei jaringan distribusi, penentuan titik pemasangan, perakitan, instalasi, verifikasi fungsi, dan pendampingan awal. Untuk memperkuat hubungan dengan masyarakat, tim juga mengajar mengaji, mendampingi bimbingan belajar setelah sekolah, mengenalkan Arduino melalui proyek sederhana kepada anak sekolah, mengikuti pengajian rutin, dan berpartisipasi dalam kegiatan desa. Hasil teknis menunjukkan alur data dari titik ukur hingga telepon pengguna dapat berfungsi. Kegiatan pendidikan dan sosial melibatkan 20 anak dalam pendampingan mengaji, 20 anak dalam enam kali pertemuan bimbingan belajar, serta satu kelas siswa sekolah dasar yang dibagi menjadi empat kelompok untuk merakit empat proyek kit energi terbarukan. Kegiatan tersebut memperluas interaksi tim dengan anak-anak, tokoh agama, pengelola air, serta masyarakat. Hasil evaluasi awal menunjukkan bahwa kegiatan menghasilkan sarana pemantauan air, pengalaman belajar berbasis praktik, dan terbangunnya keterlibatan sosial antara tim dan masyarakat.

**Kata Kunci:** *LoRa-SMS, pengelola air, sensor aliran, kegiatan sosial*

## Pendahuluan

Desa Cibuluh, Kecamatan Tanjungsang, Kabupaten Subang, telah memiliki sumber mata air, penampungan, dan jaringan perpipaan untuk mendukung kebutuhan air bersih masyarakat. Penyediaan air bersih tidak hanya membutuhkan pembangunan infrastruktur, tetapi juga pemeliharaan, pengelolaan, dan keterlibatan masyarakat agar layanan dapat berlangsung secara berkelanjutan (Alfiandri et al., 2019; Nanda et al., 2023). Namun, berdasarkan hasil survei awal, pemantauan distribusi masih bergantung pada pemeriksaan langsung dan belum dilengkapi pencatatan debit serta volume secara otomatis. Penerapan teknologi pada infrastruktur air Desa Cibuluh sebelumnya telah

dilakukan melalui sistem pengolahan air berbasis vortex dan penggunaan pompa hidram untuk mendukung distribusi air (Martawireja et al., 2025; Sunarya et al., 2025). Kondisi tersebut menyebabkan perubahan aliran atau gangguan distribusi tidak selalu diketahui dengan segera. Jaringan tersebut dikelola oleh rukun warga, melayani sekitar 30 kepala keluarga, dan mencakup tiga titik pemantauan. Selain persoalan pengelolaan air, hasil koordinasi dengan masyarakat juga menunjukkan adanya kebutuhan pendampingan pendidikan, pengenalan teknologi sederhana, dan keterlibatan dalam kegiatan sosial-keagamaan desa.

Untuk menjawab kebutuhan tersebut, program pengabdian dilaksanakan melalui dua kelompok kegiatan. Kegiatan teknologi meliputi koordinasi dengan pemerintah desa dan pengelola air, survei jaringan distribusi, penentuan titik pemasangan, perakitan dan instalasi perangkat, pengujian fungsi, serta pendampingan penggunaan sistem telemetri. Kegiatan pendidikan dan sosial meliputi mengajar mengaji, bimbingan belajar setelah sekolah, pengenalan Arduino melalui proyek sederhana, pelaksanaan dan partisipasi dalam pengajian rutin, serta keterlibatan dalam kegiatan desa. Rangkaian kegiatan ini memperluas interaksi tim dengan anak-anak, tokoh agama, pengelola air, dan masyarakat, sehingga penerapan teknologi tidak berdiri sendiri, tetapi menjadi bagian dari proses pengabdian yang lebih menyeluruh. Pendekatan yang memadukan penerapan teknologi, sosialisasi, dan pendampingan diperlukan agar teknologi tidak hanya terpasang, tetapi juga dipahami serta diterima oleh mitra (Alfiandri et al., 2019; Jalil et al., 2026).

Teknologi yang diterapkan mengintegrasikan flowmeter YF-S201, ESP32, komunikasi LoRa *point-to-point*, gateway lokal, dan modul SIM800L. LoRa telah digunakan untuk pengiriman data sensor pada sistem pertanian, pemantauan kualitas air, dan lingkungan pedesaan karena mampu mengirimkan data berukuran kecil melalui komunikasi nirkabel dengan jangkauan relatif luas (Atthoyib et al., 2024; Jabbar et al., 2024; Pires & Gomes, 2024; Syed Taha et al., 2024). Flowmeter berbasis pulsa juga dapat diintegrasikan dengan mikrokontroler dan sistem IoT untuk menghasilkan informasi debit dan volume secara digital (Nas & Zubair, 2023; Supriyanto et al., 2021). Dalam kegiatan ini, hasil uji fungsi menunjukkan bahwa data dapat dikirimkan dari node sensor menuju gateway dengan melalui komunikasi LoRa dan diteruskan ke telepon pengguna melalui SMS. Meskipun demikian, faktor konversi sensor, penempatan perangkat, dan kestabilan komunikasi masih memerlukan penyempurnaan sebelum sistem digunakan secara operasional dalam jangka panjang. Meskipun demikian, performa LoRa tetap dipengaruhi oleh jarak, kondisi *line-of-sight*, penghalang, posisi antena, dan karakteristik lingkungan pengujian (Atthoyib et al., 2024; Syed Taha et al., 2024).

Kegiatan pengabdian ini bertujuan menerapkan teknologi telemetri LoRa-SMS untuk mendukung pengelolaan infrastruktur air di Desa Cibuluh sekaligus memperkuat kegiatan pendidikan, keagamaan, dan sosial masyarakat. Manfaat langsung yang diharapkan adalah tersedianya informasi awal mengenai debit dan volume air, meningkatnya pemahaman pengelola terhadap penggunaan perangkat, bertambahnya pengalaman belajar anak melalui kegiatan bimbingan dan Arduino, serta terbangunnya hubungan yang lebih erat antara tim pelaksana dan masyarakat. Manfaat jangka panjang terhadap efisiensi pengelolaan air dan peningkatan kapasitas masyarakat masih memerlukan evaluasi lanjutan melalui pemantauan penggunaan perangkat, dokumentasi hasil kegiatan, dan penilaian terhadap keterlibatan mitra.

## Metode Pelaksanaan

### Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian dilaksanakan di Desa Cibuluh, Kecamatan Tanjungsiang, Kabupaten Subang. Lokasi kegiatan mencakup jaringan distribusi air bersih, lingkungan permukiman, tempat kegiatan mengaji, lokasi bimbingan belajar, serta fasilitas desa yang digunakan untuk kegiatan sosial masyarakat. Pelaksanaan kegiatan berlangsung pada 7 Juni 2026 sampai dengan 20 Juni 2026 selama 2 minggu. Peta lokasi dan titik penerapan teknologi pada jaringan distribusi air ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Lokasi kegiatan dan titik penerapan teknologi pada jaringan distribusi air Desa Cibuluh

### Khalayak Sasaran dan Mitra Kegiatan

Mitra utama kegiatan adalah Pemerintah Desa Cibuluh dan pengelola jaringan distribusi air setempat. Khalayak sasaran lainnya meliputi anak-anak usia sekolah, peserta kegiatan mengaji, tokoh agama, serta masyarakat yang terlibat dalam kegiatan desa. Penentuan mitra dan sasaran dilakukan melalui koordinasi awal dengan pemerintah desa, observasi lapangan, serta identifikasi kebutuhan masyarakat.

Pengelola air dipilih sebagai mitra utama karena memiliki tanggung jawab terhadap pengoperasian dan pemeliharaan jaringan distribusi air. Anak-anak usia sekolah dipilih sebagai sasaran kegiatan pendidikan karena mengikuti kegiatan mengaji, bimbingan belajar, dan pengenalan teknologi Arduino.

### Tahapan Pengabdian

Pelaksanaan kegiatan menggunakan pendekatan penerapan teknologi tepat guna, demonstrasi, pelatihan, pendampingan, serta partisipasi sosial. Kegiatan dilaksanakan melalui tahapan koordinasi, survei, penyiapan perangkat, pemasangan, pengujian fungsi, pengenalan penggunaan, dan penyusunan tindak lanjut. Rangkaian pelaksanaan kegiatan disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian dan keluaran setiap tahapan

| Tahap | Kegiatan Utama                                                             | Keterlibatan Mitra                                               | Keluaran                                      |
|-------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1     | Koordinasi dan identifikasi kebutuhan                                      | Menjelaskan kondisi jaringan air dan kebutuhan masyarakat        | Rumusan kebutuhan dan program kegiatan        |
| 2     | Survei sumber air, penampungan, jalur pipa, dan lokasi kegiatan masyarakat | Menunjukkan lokasi serta kondisi lapangan                        | Peta lokasi dan titik pelaksanaan             |
| 3     | Penyiapan dan penyesuaian perangkat                                        | Memberikan masukan terhadap posisi perangkat dan media informasi | Node sensor, gateway LoRa, dan gateway GSM    |
| 4     | Pemasangan dan verifikasi fungsi                                           | Mendampingi akses lokasi dan mengamati hasil pengujian           | Perangkat terpasang dan data dapat diteruskan |
| 5     | Demonstrasi penggunaan dan pemeriksaan dasar                               | Mengikuti penjelasan dan praktik sederhana                       | Pemahaman awal pengoperasian perangkat        |
| 6     | Penyusunan tindak lanjut                                                   | Menentukan penanggung jawab dan kebutuhan pemeliharaan           | Rencana operasi dan perawatan                 |

Selain penerapan teknologi pada jaringan distribusi air, kegiatan pengabdian juga mencakup pendidikan, keagamaan, dan partisipasi sosial. Kegiatan tersebut dilaksanakan melalui pendampingan langsung, pembelajaran kelompok kecil, demonstrasi, praktik sederhana, serta keterlibatan dalam agenda masyarakat. Rangkaian kegiatan disajikan pada Tabel 2.

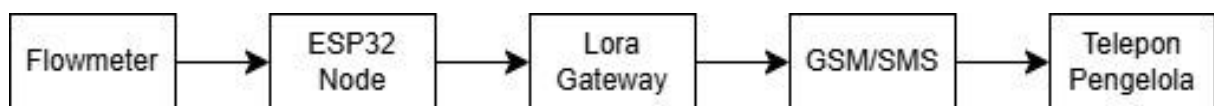
**Tabel 2.** Kegiatan pendidikan, keagamaan, dan partisipasi sosial

| Bidang               | Bentuk kegiatan                               | Sasaran                  | Metode pelaksanaan                                              |
|----------------------|-----------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Pendidikan keagamaan | Mengajar mengaji                              | Anak-anak                | Pendampingan membaca Al-Qur'an, hafalan, dan praktik individual |
| Pendidikan umum      | Bimbingan belajar setelah sekolah             | Siswa sekolah            | Pendampingan kelompok kecil dan penyelesaian tugas              |
| Literasi teknologi   | Implementasi Arduino melalui proyek sederhana | Anak usia sekolah        | Demonstrasi, perakitan, pemrograman, dan pengujian proyek       |
| Keagamaan sosial     | Pengajian rutin                               | Masyarakat               | Partisipasi, persiapan, dan dukungan pelaksanaan                |
| Partisipasi sosial   | Kegiatan desa                                 | Warga dan perangkat desa | Keterlibatan sesuai agenda dan kebutuhan desa                   |

Solusi teknologi yang diterapkan terdiri atas flowmeter YF-S201, ESP32, node LoRa, gateway LoRa, gateway GSM, dan modul SIM800L. Flowmeter menghasilkan pulsa yang diolah oleh ESP32 menjadi informasi debit dan volume. Penggunaan sensor aliran berbasis pulsa pada sistem mikrokontroler telah diterapkan pada berbagai sistem pemantauan dan pengendalian aliran (Nas & Zubair, 2023; Supriyanto et al., 2021). Data selanjutnya dikirim melalui komunikasi LoRa menuju gateway lokal. Pemanfaatan LoRa untuk sistem sensor dan pemantauan air telah menunjukkan kemampuannya dalam mengirimkan data pada lingkungan dengan keterbatasan jaringan Internet (Jabbar et al., 2024; Pires & Gomes, 2024; Syed Taha et al., 2024). Alur penerapan teknologi ditunjukkan pada Gambar 3.



**Gambar 2.** Kegiatan Pengabdian masyarakat Politeknik Manufaktur Bandung di Desa Cibuluh.



**Gambar 3.** Alur penerapan teknologi dari titik pengukuran menuju telepon pengelola.

## Indikator Keberhasilan

Keberhasilan kegiatan diukur berdasarkan ketercapaian keluaran teknis, pendidikan, keagamaan, dan sosial. Indikator yang digunakan disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Indikator keberhasilan kegiatan pengabdian

| Bidang             | Indikator keberhasilan                                | Target keberhasilan                                                                                                                                                          |
|--------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Teknologi air      | Data debit dan volume diterima pada telepon pengelola | Data berhasil diterima melalui SMS pada setiap uji fungsi                                                                                                                    |
| Pengelola air      | Pengelola mampu membaca SMS dan memeriksa perangkat   | Minimal satu pengelola mampu melakukan demonstrasi ulang                                                                                                                     |
| Mengaji            | Kehadiran dan keterlibatan anak                       | Minimal 20 anak mengikuti kegiatan                                                                                                                                           |
| Bimbingan belajar  | Pertemuan terlaksana dan tugas diselesaikan           | Enam pertemuan dengan minimal 20 peserta                                                                                                                                     |
| Literasi teknologi | Proyek dapat dirakit dan dijalankan                   | Empat kelompok berhasil menjalankan empat kit                                                                                                                                |
| Pengajian rutin    | Keterlibatan tim                                      | Tim mengikuti pengajian malam Jumat dan peringatan hari besar Islam                                                                                                          |
| Kegiatan desa      | Partisipasi dalam kegiatan masyarakat                 | Berdasarkan demonstrasi ulang, satu orang pengelola mampu membaca informasi debit dan volume yang diterima melalui SMS serta melakukan pemeriksaan dasar terhadap perangkat. |

## Metode Evaluasi

Evaluasi penerapan teknologi dilakukan melalui observasi fungsi perangkat, perbandingan pembacaan *flowmeter* dengan alat ukur referensi, pengamatan komunikasi LoRa, pemeriksaan data pada *gateway*, dan verifikasi penerimaan SMS. Evaluasi terhadap pengelola dilakukan melalui demonstrasi ulang, wawancara, serta *checklist* kemampuan membaca informasi dan melakukan pemeriksaan dasar perangkat.

Evaluasi kegiatan pendidikan dan sosial dilakukan melalui daftar hadir, observasi keterlibatan peserta, dokumentasi hasil kegiatan, penyelesaian latihan, keberhasilan proyek Arduino, dan tanggapan lisan dari peserta atau mitra. Indikator ketercapaian dibandingkan dengan target pada Tabel 3.

## Hasil dan Pembahasan

Secara keseluruhan, kegiatan pengabdian menghasilkan dua kelompok keluaran. Pertama, penerapan awal sistem telemetri untuk mendukung pemantauan distribusi air melalui *flowmeter*, komunikasi LoRa, dan SMS. Kedua, pelaksanaan kegiatan pendidikan, keagamaan, dan sosial berupa pendampingan mengaji, bimbingan belajar setelah sekolah, pengenalan Arduino melalui proyek sederhana, keikutsertaan dalam pengajian rutin, serta partisipasi dalam kegiatan desa. Penerapan teknologi menghasilkan jalur informasi dari titik pengukuran menuju telepon pengelola, sedangkan kegiatan sosial dan pendidikan memperluas interaksi tim dengan anak-anak, tokoh agama, pengelola air, perangkat desa, dan masyarakat. Ringkasan hasil kegiatan disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Ringkasan hasil pelaksanaan kegiatan pengabdian

| Bidang Kegiatan           | Hasil Langsung                                                        | Manfaat Awal Bagi Mitra                                                       | Data Pendukung                                                                                            |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pemantauan distribusi air | Sistem telemetri mampu membaca dan meneruskan data debit serta volume | Pengelola memiliki alternatif informasi selain pemeriksaan langsung           | Hasil uji <i>flowmeter</i> , LoRa, UART, dan SMS                                                          |
| Pendampingan mengaji      | Kegiatan pembelajaran Al-Qur'an terlaksana                            | Anak-anak memperoleh tambahan pendampingan belajar keagamaan                  | 20 Orang Anak ikut dalam kegiatan mengaji, cerita sejarah dll.                                            |
| Bimbingan belajar         | Pendampingan belajar setelah sekolah terlaksana                       | Anak memperoleh bantuan memahami materi dan menyelesaikan tugas               | 20 Orang Anak ikut dalam 6 kali pertemuan pendampingan tugas matematika, bahasa Indonesia dan sejarah     |
| Literasi teknologi        | Pembelajaran Arduino melalui proyek sederhana terlaksana              | Anak memperoleh pengalaman awal merangkai dan memprogram perangkat elektronik | 1 kelas anak SD dibagi ke dalam 4 kelompok dan ada 4 proyek kit energi terbarukan yang dirakit dan dicoba |
| Pengajian rutin           | Tim terlibat dalam kegiatan keagamaan masyarakat                      | Terbangun komunikasi dengan tokoh agama dan warga                             | Terlaksananya pengajian malam jumat dan hari besar islam                                                  |
| Kegiatan desa             | Tim berpartisipasi dalam agenda masyarakat                            | Meningkatkan interaksi dan penerimaan sosial terhadap program                 | Terlaksananya majlis taklim                                                                               |

## **Pemetaan Kebutuhan Pengelolaan Air**

Hasil survei menunjukkan bahwa air dari sumber dialirkan menuju penampungan sebelum didistribusikan kepada masyarakat melalui jaringan perpipaan. Infrastruktur fisik telah tersedia, tetapi belum dilengkapi sistem pencatatan debit dan volume secara otomatis. Kondisi tersebut menyebabkan pengelola masih bergantung pada pemeriksaan langsung untuk mengetahui keadaan aliran pada titik distribusi. Kebutuhan utama yang teridentifikasi adalah tersedianya informasi dasar mengenai debit dan volume yang dapat diterima tanpa mengharuskan pengelola selalu berada di lokasi pengukuran.

Hasil pemetaan menjadi dasar pemilihan solusi komunikasi. Sistem berbasis platform daring tidak dijadikan pilihan utama karena akses Internet pada titik sensor tidak selalu tersedia. LoRa digunakan untuk mengirimkan data dari node menuju gateway lokal, sedangkan SMS dipilih sebagai media penyampaian informasi kepada pengelola. Pemilihan LoRa sesuai dengan penelitian yang menunjukkan bahwa teknologi tersebut dapat mendukung komunikasi data sensor pada bidang pertanian, pemantauan air, dan wilayah pedesaan dengan keterbatasan konektivitas (Atthoyib et al., 2024; Jabbar et al., 2024; Pires & Gomes, 2024; Syed Taha et al., 2024).

Manfaat pemetaan bagi mitra adalah tersusunnya gambaran awal kebutuhan sistem, calon titik pemasangan, kondisi lintasan komunikasi, dan media informasi yang sesuai dengan kebiasaan pengguna. Keterlibatan pengelola dalam pemetaan kebutuhan penting agar teknologi yang diterapkan sesuai dengan kondisi infrastruktur dan kapasitas masyarakat setempat (Alfiandri et al., 2019; Nanda et al., 2023)



**Gambar 4.** *Pemetaan kebutuhan dan penentuan titik penerapan teknologi bersama mitra.*

## **Penerapan Teknologi pada Infrastruktur Air**

Perangkat dipasang sebagai sistem pendukung pada infrastruktur distribusi yang telah tersedia. Infrastruktur air di Desa Cibuluh sebelumnya telah dikembangkan melalui penerapan sistem pengolahan air berbasis vortex dan penggunaan pompa hidram untuk membantu distribusi air (Martawireja et al., 2025; Sunarya et al., 2025). Flowmeter ditempatkan pada jalur distribusi untuk memperoleh data aliran, sedangkan ESP32 digunakan untuk mengolah pulsa menjadi informasi debit dan volume. Data kemudian

dikirimkan melalui LoRa menuju gateway dan diteruskan melalui modul GSM dalam bentuk SMS. Penempatan perangkat dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi jaringan pipa, akses lokasi, lintasan komunikasi, dan ketersediaan jaringan seluler.

Penerapan tersebut menghasilkan alur informasi baru dari titik pengukuran menuju telepon pengelola. Pengelola dapat memperoleh informasi awal tanpa hanya mengandalkan pengamatan visual. Secara praktis, sistem ini berpotensi membantu penentuan waktu pemeriksaan dan pengenalan perubahan aliran. Meskipun demikian, pengurangan frekuensi inspeksi atau peningkatan kecepatan respons belum dapat dinyatakan karena belum tersedia data perbandingan sebelum dan sesudah penerapan.



**Gambar 5.** Pemasangan perangkat pada jaringan distribusi air dan keterlibatan mitra.

### Hasil Verifikasi Fungsi Teknologi

Verifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa teknologi yang diterapkan mampu menghasilkan data dan meneruskannya kepada pengguna. Hasil pengujian flowmeter menunjukkan kecenderungan pembacaan lebih rendah daripada volume referensi. Nilai

bias sebesar  $-0,0795$  L, *mean absolute error* sebesar  $0,0795$  L, *mean absolute percentage error* sebesar  $16,36\%$ , dan *root mean square error* sebesar  $0,0885$  L menunjukkan bahwa faktor konversi sensor masih memerlukan penyesuaian.

Temuan tersebut penting bagi mitra karena perangkat belum boleh diposisikan sebagai alat ukur operasional yang akurat sebelum dilakukan kalibrasi dan validasi ulang. Sensor aliran berbasis pulsa membutuhkan penyesuaian faktor konversi karena hasil pembacaan dapat dipengaruhi oleh karakteristik aliran, kondisi instalasi, dan karakteristik fluida (Nas & Zubair, 2023; Supriyanto et al., 2021).

Pada pengujian komunikasi LoRa, *packet loss*  $0\%$  diperoleh pada jarak  $15$  m dalam kondisi *line-of-sight*. Paket masih dapat diterima pada jarak  $326,19$  m, tetapi *packet loss* mencapai  $56,2\%$ . Pada jarak  $86,62$  m dengan penghalang tembok dan pepohonan, tidak ada paket yang diterima. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Syed Taha et al. (2024), yang menunjukkan bahwa performa jaringan LoRa dipengaruhi oleh jarak, kondisi lingkungan, dan karakteristik lintasan komunikasi. Atthoyib et al. (2024) juga menunjukkan bahwa susunan jaringan, posisi perangkat, dan kondisi propagasi berpengaruh terhadap keberhasilan pengiriman data. Meskipun LoRa telah diterapkan secara efektif pada pemantauan kualitas air di wilayah pedesaan, perancangan penempatan gateway dan node tetap harus disesuaikan dengan kondisi lapangan (Jabbar et al., 2024; Pires & Gomes, 2024).

Pengiriman melalui UART dan SMS telah berhasil diverifikasi secara fungsional. Setelah format *payload* diseragamkan, *delimiter* antar-*field* diterapkan, dan terminator *newline* ditambahkan, informasi identitas node, debit, volume, dan waktu dapat diteruskan ke telepon pengguna. Namun, tingkat keberhasilan pengiriman dan waktu tunda belum dapat dihitung karena jumlah SMS terkirim, SMS diterima, dan waktu penerimaan belum dicatat secara terstruktur.

**Tabel 5.** Hasil verifikasi fungsi dan tindak lanjut penerapan teknologi

| Aspek              | Hasil Awal                                                      | Makna Bagi Mitra                                               | Tindak Lanjut                                            |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Flowmeter          | MAE $0,0795$ L; MAPE $16,36\%$ ; cenderung <i>under-reading</i> | Data aliran dapat diperoleh, tetapi belum dapat diklaim akurat | Penyesuaian faktor konversi dan validasi ulang           |
| LoRa $15$ m LOS    | <i>Packet loss</i> $0\%$                                        | Jalur komunikasi berfungsi pada lintasan terbuka               | Mempertahankan konfigurasi dan posisi yang sesuai        |
| LoRa berpenghalang | <i>Packet loss</i> $56,2-100\%$                                 | Posisi gateway dan lintasan memengaruhi penerimaan             | Optimasi antena, elevasi, dan posisi gateway             |
| UART dan SMS       | <i>Payload</i> diterima secara fungsional                       | Pengelola dapat menerima informasi melalui telepon             | Uji berulang, pencatatan waktu tunda, dan penyusunan SOP |

## Kegiatan Pendidikan, Keagamaan, dan Sosial

Kegiatan pendidikan, keagamaan, dan sosial dilaksanakan sebagai bagian yang terintegrasi dengan program pengabdian. Interaksi melalui kegiatan belajar, pengajian, dan agenda desa membantu membangun komunikasi dengan masyarakat sekaligus

memperluas pemahaman tim terhadap kondisi sosial mitra. Kegiatan tersebut juga mendukung penerimaan program teknologi karena keberlanjutan perangkat tidak hanya bergantung pada aspek teknis, tetapi juga pada kepercayaan, komunikasi, dan keterlibatan masyarakat.

### **Pendampingan Mengaji**

Pendampingan mengaji dilakukan kepada anak-anak melalui pembacaan bergiliran, koreksi bacaan, pengulangan materi, dan hafalan sesuai kebutuhan peserta. Kegiatan ini menyediakan tambahan pendampingan bagi anak-anak dan memperkuat hubungan tim dengan pengajar serta tokoh agama setempat. Kebermanfaatan kegiatan dapat dilihat dari kesempatan anak memperoleh perhatian individual dalam memperbaiki bacaan.

### **Bimbingan Belajar Setelah Sekolah**

Bimbingan belajar dilaksanakan setelah jam sekolah dengan metode pendampingan kelompok kecil. Anak-anak memperoleh bantuan dalam memahami materi dan menyelesaikan tugas sekolah. Pendekatan kelompok kecil memungkinkan penjelasan disesuaikan dengan kesulitan masing-masing peserta. Manfaat awal yang dapat dinyatakan adalah tersedianya ruang belajar tambahan dan kesempatan bertanya di luar jam sekolah.

### **Pengenalan Arduino melalui Proyek Sederhana**

Kegiatan Arduino memperkenalkan konsep dasar hubungan antara program dan perangkat elektronik. Peserta diarahkan untuk mengenali komponen, merangkai rangkaian, mengunggah program, mengamati keluaran, dan melakukan koreksi sederhana. Metode demonstrasi dan praktik langsung dipilih karena pembelajaran berbasis proyek dapat membantu peserta memahami teknologi melalui pengalaman konkret.

Manfaat kegiatan bagi anak-anak adalah bertambahnya pengalaman dalam menggunakan perangkat elektronik dan pemrograman sederhana. Keberhasilan kegiatan dapat diperlihatkan melalui jumlah peserta yang mampu menyelesaikan rangkaian atau menjalankan proyek.

### **Pengajian Rutin**

Tim mengikuti pengajian rutin sebagai bentuk keterlibatan dalam kehidupan keagamaan masyarakat. Keikutsertaan tersebut membuka ruang komunikasi informal dengan tokoh agama, orang tua, pengelola air, dan warga. Selain sebagai kegiatan keagamaan, pengajian menjadi sarana membangun kepercayaan dan memperkenalkan program kepada masyarakat. Tim mengikuti pengajian malam Jumat dan kegiatan peringatan hari besar Islam bersama masyarakat Desa Cibuluh. Keikutsertaan tersebut membuka ruang komunikasi informal dengan tokoh agama, pengelola air, dan warga.

### **Partisipasi dalam Kegiatan Desa**

Partisipasi dalam kegiatan desa dilakukan dengan mengikuti agenda masyarakat dan perangkat desa selama program berlangsung. Kegiatan ini menunjukkan bahwa tim tidak hanya hadir untuk memasang teknologi, tetapi juga ikut terlibat dalam aktivitas sosial

masyarakat. Manfaat bagi mitra berupa tambahan dukungan tenaga dan terbentuknya komunikasi antara tim dengan masyarakat.



**Gambar 6.** Rangkaian kegiatan pendidikan, keagamaan, dan sosial bersama masyarakat Desa Cibuluh

### **Manfaat, Kendala, dan Keberlanjutan Program**

Manfaat langsung program bagi pengelola air adalah tersedianya perangkat awal untuk memperoleh informasi debit dan volume melalui telepon seluler. Bagi anak-anak, program menyediakan tambahan pendampingan mengaji, bimbingan belajar, dan pengalaman praktik Arduino. Bagi masyarakat, keterlibatan tim dalam pengajian dan kegiatan desa memperluas interaksi sosial serta mendukung penerimaan program. Manfaat tersebut masih berada pada tingkat keluaran dan manfaat awal, sedangkan peningkatan pengetahuan, keterampilan, efisiensi pengelolaan, dan perubahan perilaku memerlukan evaluasi lebih lanjut.

Kendala teknis meliputi perlunya kalibrasi flowmeter, tingginya kehilangan paket pada lintasan tertentu, ketergantungan gateway terhadap jaringan seluler, dan belum adanya penyimpanan data historis. Dari sisi pelaksanaan pengabdian, evaluasi manfaat jangka panjang dan dokumentasi kemampuan pengelola dalam mengoperasikan serta memelihara perangkat masih perlu diperkuat.

Keberlanjutan program memerlukan penetapan penanggung jawab perangkat, jadwal pemeriksaan, sumber biaya pulsa, prosedur penanganan gangguan, dan kalibrasi berkala.

Kegiatan pendidikan juga dapat dilanjutkan melalui penyediaan modul, penyerahan perangkat Arduino sederhana, keterlibatan pendamping lokal, dan penyusunan jadwal belajar. Dengan demikian, keberlanjutan tidak hanya diarahkan pada pemeliharaan alat, tetapi juga pada keberlangsungan transfer pengetahuan kepada masyarakat.

## Kesimpulan

Kegiatan pengabdian di Desa Cibuluh menghasilkan model pelaksanaan yang memadukan penerapan teknologi untuk mendukung pengelolaan air dengan kegiatan pendidikan, keagamaan, dan sosial masyarakat. Unsur baru dari kegiatan ini terletak pada penggunaan sistem telemetri LoRa-SMS sebagai sarana informasi debit dan volume bagi pengelola air yang diterapkan bersamaan dengan pendampingan mengaji, bimbingan belajar, pengenalan Arduino, pengajian rutin, dan partisipasi dalam kegiatan desa.

Manfaat langsung yang diperoleh masyarakat adalah tersedianya jalur informasi awal dari titik pengukuran menuju telepon pengelola, bertambahnya ruang belajar bagi anak-anak, serta semakin luasnya interaksi antara tim pelaksana, tokoh agama, perangkat desa, pengelola air, dan warga. Secara teoritik, kegiatan ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi tepat guna di masyarakat perlu didukung oleh pendekatan sosial, pendidikan, dan pendampingan agar teknologi lebih mudah diterima dan berpeluang dipelihara secara berkelanjutan.

Kegiatan berikutnya disarankan mencakup kalibrasi ulang flowmeter, optimasi posisi gateway dan antena, pengujian sistem dalam periode yang lebih panjang, penyusunan SOP pemeliharaan, serta penetapan penanggung jawab perangkat. Dokumentasi kegiatan pendidikan dan sosial juga perlu diperkuat melalui daftar hadir, hasil proyek, observasi, dan wawancara agar manfaat program dapat dievaluasi secara lebih terukur.

## Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Politeknik Manufaktur Bandung atas dukungan kelembagaan, fasilitas, dan pendampingan selama pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Pemerintah Desa Cibuluh, pengelola jaringan distribusi air, tokoh agama, serta seluruh masyarakat Desa Cibuluh yang telah mendukung dan berpartisipasi dalam rangkaian kegiatan.

## Referensi

- Alfiandri, A., Pandiangan, F. I., Sushanty, V. M., Audah, K. A., & Legowo, E. H. (2019). Penyediaan dan pemeliharaan fasilitas air bersih dan sanitasi untuk peningkatan kualitas hidup masyarakat di desa binaan. *Prosiding Konferensi Nasional Pengabdian kepada Masyarakat dan Corporate Social Responsibility*, 2, 516–522.  
<https://doi.org/10.37695/pkmcsr.v2io.462>
- Atthoyib, L. H., Irsyadi, F., & Baskoro, H. R. (2024). Rancang bangun sistem komunikasi sensor nirkabel pada perangkat pertanian menggunakan LoRa dengan topologi

- mesh. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 12(1), 35–45.  
<https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2024.012.01.04>
- Jabbar, W. A., Ting, T. M., Hamidun, M. F. I., Kamarudin, A. H. C., Wu, W., Sultan, J., Alsewari, A. A., & Ali, M. A. H. (2024). Development of LoRaWAN-based IoT system for water quality monitoring in rural areas. *Expert Systems with Applications*, 242, Article 122862. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.122862>
- Jalil, A., Suaib, E., Erdani, Y., Rachim, M. F., Susilawati, F. T., Simanjuntak, R. A. H., Badia, B. A., Yusuf, M., Larobu, F. E., & Darwis, M. (2026). Penerapan teknologi energi surya dan sosialisasi energi hijau di Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik (FISIP) Universitas Halu Oleo (UHO). *KACANEGARA: Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*, 9(1), 1–8. <https://doi.org/10.28989/kacanegara.v9i1.2981>
- Martawireja, A. R. H., Supriyanto, H., Purnomo, W., Nugraha, N. W., Anggraeni, P., Mardoyo, E., Cahyadi, D., & Dzulfikar, M. F. (2025). Pompa hidram sebagai solusi pompa hemat listrik untuk distribusi air Desa Cibuluh. *Madaniya*, 6(2), 804–812. <https://doi.org/10.53696/27214834.1228>
- Nanda, M., Chairunnisa, C., Br. Sitepu, R. N., Zariah, A., Siregar, A. A., Hasibuan, K., & Rafif, M. K. (2023). Analisa partisipasi masyarakat terhadap ketersediaan air bersih di Kota Medan. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 4(3), 2376–2382. <https://doi.org/10.31004/jkt.v4i3.16352>
- Nas, M., & Zubair, A. (2023). Flow sensor berbasis IoT. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, 21(1), 150–155. <https://doi.org/10.31963/sinergi.v21i1.4232>
- Pires, L. M., & Gomes, J. (2024). River water quality monitoring using LoRa-based IoT. *Designs*, 8(6), Article 127. <https://doi.org/10.3390/designs8060127>
- Sunarya, A. S., Suryatini, F., Aminah, S., Pratama, R. A., & Erdani, Y. (2025). Rancang bangun vortex treatment system di Desa Cibuluh Kecamatan Tanjung Siang Kabupaten Subang. *Jurnal Abdidas*, 6(1), 52–58. <https://doi.org/10.31004/abdidas.v6i1.1101>
- Supriyanto, H. (2021). Analisis kontrol aliran fluida berviskositas tinggi dengan sensor flow YF-S201 pada otomatisasi dispenser minyak goreng. *Jurnal Teknologi Terapan*, 7(1). <https://doi.org/10.31884/jtt.v7i1.311>
- Syed Taha, S. N., Abu Talip, M. S., Mohamad, M., Azizul Hasan, Z. H., & Tengku Mohmed Noor Izam, T. F. (2024). Evaluation of LoRa network performance for water quality monitoring systems. *Applied Sciences*, 14(16), Article 7136. <https://doi.org/10.3390/app14167136>