



Pemberdayaan Masyarakat Proklim Bumiku Kota Tangerang Melalui Integrasi IoT Pendeteksi Banjir dan Bank Sampah Digital untuk Penguatan Ketahanan Lingkungan dan Peningkatan Nilai Ekonomi Masyarakat

Community Empowerment through the "Bumiku Satu" Climate Village Program (Proklim) in Tangerang City: Integrating IoT-based Flood Detection and Digital Waste Banks to Strengthen Environmental Resilience and Enhance Community Economic Value

*Imelda Imelda¹, Indah Rahayu Lestari², Wahyumi Ekawanti³, Arbiyan Arrosyid⁴,
Ananda Reynal Wijaya⁵, Addrie Rizki Maulana⁶, Kaela Astri Febriana⁷

¹Program Studi Teknik Informatika, Universitas Budi Luhur, Indonesia

^{4,5}Program Studi Sistem Komputer, Universitas Budi Luhur, Indonesia

^{2,3,6,7}Program Studi Akuntansi, Universitas Budi Luhur, Indonesia

Email: imelda@budiluhur.ac.id¹, indah.rahayu@budiluhur.ac.id², wahyumi.ekawanti@budiluhur.ac.id³

*Penulis korespondensi: imelda@budiluhur.ac.id

Riwayat Artikel:

Naskah Masuk: 30 Juli 2026

Revisi: 30 Agustus 2026

Diterima: 14 September 2026

Terbit: 01 Oktober 2026

Keywords: *Climate Village; Digital Waste Bank; Flood Monitoring; Internet of Things; Waste Management.*

Abstract: *The "Bumiku Satu" Climate Village Program (Proklim) community in Tangerang City faces interconnected environmental challenges involving residential flood risks and conventional household waste management. Water levels are not yet monitored through real-time, data-driven early warning systems, while waste types, weights, and transactions are recorded manually. This community service program aimed to strengthen environmental resilience and community capacity by integrating flood-detection Internet of Things (IoT) technology and a Digital Waste Bank into the "SIGAP Bumiku" ecosystem. A participatory approach was implemented through five stages: needs identification and outreach, training, technology implementation, mentoring and evaluation, and sustainability strengthening. The IoT system consisted of water-level sensors, microcontrollers, internet connectivity, a dashboard, and Telegram notifications, while the Digital Waste Bank recorded waste types, weights, and transactions. The results show an improvement in participant proficiency, with 91% of the 55 participants shifting from the TM/KM categories in the pre-test to the M/SM categories in the post-test, and the proportion in the M category rising from 0% to 78.5%. The system provides Safe (AMAN), Alert (SIAGA), and Warning (AWAS) status levels and a digital waste recording system. The integration improved flood preparedness, technological literacy, and community waste management.*

Abstrak

Masyarakat Program Kampung Iklim (Proklim) "Bumiku Satu" di Kota Tangerang menghadapi tantangan lingkungan yang saling berkaitan, yaitu risiko banjir di kawasan permukiman dan pengelolaan sampah rumah tangga secara konvensional. Pemantauan ketinggian air belum didukung sistem peringatan dini berbasis data secara real-time, sedangkan pencatatan jenis, berat, dan transaksi sampah masih dilakukan secara manual. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan memperkuat ketahanan lingkungan dan kapasitas masyarakat melalui integrasi teknologi Internet of Things (IoT) untuk deteksi banjir dan Bank Sampah Digital dalam ekosistem "SIGAP Bumiku". Pendekatan partisipatif dilaksanakan melalui lima tahap, yaitu identifikasi kebutuhan dan sosialisasi, pelatihan, implementasi teknologi, pendampingan dan evaluasi, serta penguatan keberlanjutan. Sistem IoT menggunakan sensor ketinggian air, mikrokontroler, konektivitas internet, dasbor, dan notifikasi Telegram, sedangkan Bank Sampah Digital digunakan untuk mencatat jenis, berat, dan transaksi sampah. Hasil menunjukkan peningkatan kemampuan peserta mencapai 91% dari 55 peserta, dengan pergeseran kategori TM/KM pada pre-test menjadi M/SM pada post-test dan rata-rata kategori M meningkat dari 0% menjadi 78,5%. Implementasi menghasilkan sistem pemantauan dengan status Aman, Siaga, dan Awas serta sistem pencatatan bank sampah digital. Integrasi teknologi tersebut meningkatkan kesiapsiagaan banjir, literasi teknologi, dan praktik pengelolaan sampah masyarakat.

Kata Kunci: Bank Sampah Digital; Kampung Iklim; *Internet of Things*; Pemantauan Banjir; Pengelolaan Sampah.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan kawasan perkotaan meningkatkan aktivitas ekonomi dan sosial masyarakat, tetapi pada saat yang sama meningkatkan tekanan terhadap lingkungan. Peningkatan timbunan sampah rumah tangga, keterbatasan ruang terbuka, kepadatan pemukiman dan keterbatasan kapasitas drainase menjadi sejumlah persoalan yang dapat memperbesar kerentanan lingkungan perkotaan (Ramdani, 2024). Kota Tangerang sebagai salah satu kawasan perkotaan dengan aktivitas masyarakat yang tinggi juga menghadapi persoalan dalam pengelolaan lingkungan khususnya sampah dan pengendalian risiko banjir (Provinsi Banten, 2022 ; Walikota Tangerang, 2023). Persoalan tersebut menjadi lebih kompleks pada kawasan yang memiliki karakteristik permukiman relatif rendah dan berpotensi mengalami genangan. Kondisi saluran drainase yang dipengaruhi oleh timbunan sampah dan endapan lumpur dapat memperbesar risiko terhambatnya aliran air. Persoalan banjir dan sampah tidak dapat dipandang sebagai dua permasalahan yang terpisah. Sampah rumah tangga yang tidak di kelola dengan baik dapat masuk ke saluran air dan mengganggu aliran air di selokan, sementara pengolahan sampah melalui pemilahan dan pemanfaatan kembali dapat mengurangi sampah lingkungan. Berbagai upaya penguatan ketahanan lingkungan memerlukan pendekatan yang berorientasi pada penanganan risiko banjir bahkan mendorong perubahan perilaku dan tata kelola pengelolaan sampah di lingkungan wilayah masyarakat.

Komunitas Proklim Bumiku Satu di Kota Tangerang merupakan salah satu kelompok masyarakat yang memiliki aktivitas berbasis lingkungan dan komitmen terhadap adaptasi serta mitigasi perubahan iklim. Namun, berdasarkan identifikasi kebutuhan bersama mitra, terdapat dua persoalan utama yang saling berkaitan. Pertama, pemantauan risiko banjir masih mengandalkan pengamatan dan komunikasi manual melalui kelompok pesan singkat sehingga informasi mengenai kondisi ketinggian air belum tersedia secara terukur dan real-time. Kedua, pengelolaan sampah rumah tangga, termasuk pencatatan setoran dan transaksi bank sampah, masih dilakukan menggunakan buku atau catatan sederhana yang berpotensi menimbulkan kesalahan pencatatan dan kehilangan data. Permasalahan sampah juga mempunyai hubungan dengan risiko banjir. Sampah rumah tangga yang tidak terkelola dapat masuk ke saluran drainase dan menghambat aliran air. Oleh karena itu, mitigasi banjir tidak cukup hanya dilakukan melalui pemantauan ketinggian air, tetapi juga membutuhkan pendekatan pengelolaan lingkungan yang mampu mengurangi sumber permasalahan pada tingkat masyarakat (Elisanti et al., 2024). Kajian Nurlukman et al (2023) mengenai smart environment city menempatkan pemanfaatan teknologi dan tata kelola lingkungan sebagai bagian penting dalam menghadapi persoalan lingkungan perkotaan sedangkan Keyza dan Marcella (2025)

menyoroti tantangan pemerintah daerah dalam menanggulangi kerusakan lingkungan akibat sampah rumah tangga. Sampah yang dipilah dan dikelola dengan baik memiliki potensi untuk memberikan nilai ekonomi kepada masyarakat melalui mekanisme bank sampah. Kemampuan untuk memperoleh informasi mengenai perubahan ketinggian air secara cepat menjadi bagian penting dari kesiapsiagaan menghadapi banjir. Pemanfaatan teknologi digital memberikan peluang untuk menjawab kedua persoalan tersebut. Sistem IoT dapat digunakan untuk memperoleh data ketinggian air secara lebih cepat dan memberikan peringatan dini kepada masyarakat (Alexander dan Imelda, 2021; Indra Dharmawan dan Imelda, 2024). Sementara itu, digitalisasi bank sampah dapat meningkatkan keteraturan pencatatan, transparansi pengelolaan, dan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan lingkungan (Alfia et. al., 2025 ; Yusuf et al. 2023). Pendekatan ekonomi sirkular melalui digitalisasi pengelolaan sampah juga membuka peluang peningkatan nilai ekonomi material yang sebelumnya dipandang sebagai limbah (Rahayu dan Utomo, 2022 ; Rahayu & Ekawanti, 2023). Atas dasar kondisi tersebut, program pengabdian menawarkan integrasi IoT pendeteksi banjir dan Bank Sampah Digital. Sistem IoT dirancang untuk membaca ketinggian air secara real-time dan memberikan peringatan dini, sedangkan Bank Sampah Digital digunakan untuk pencatatan dan pengelolaan transaksi sampah secara lebih tertib. Integrasi ini diharapkan tidak hanya memperkuat ketahanan lingkungan, tetapi juga mendukung ekonomi berbasis lingkungan melalui pemanfaatan sampah sebagai aset ekonomi (Paramita et al., 2025).

Meskipun kedua pendekatan IoT deteksi banjir dan digitalisasi bank sampah telah banyak dikembangkan secara terpisah, kebutuhan mitra menunjukkan perlunya pendekatan yang mengintegrasikan ketahanan terhadap risiko banjir dengan pengelolaan sampah berbasis nilai ekonomi. Integrasi tersebut menjadi dasar pengembangan SIGAP Bumiku, yaitu ekosistem teknologi yang menggabungkan sistem IoT pendeteksi banjir dengan Bank Sampah Digital. Sistem tidak ditempatkan semata-mata sebagai perangkat teknologi, tetapi sebagai instrumen pemberdayaan yang melibatkan masyarakat dalam penggunaan, pengelolaan, dan keberlanjutan sistem. Program Pengabdian Kepada Masyarakat ini mengembangkan pendekatan integratif melalui SIGAP BUMIKU Smart Ecosystem, yaitu penerapan IoT pendeteksi banjir dan Bank Sampah Digital yang dipadukan dengan kegiatan pemberdayaan masyarakat. IoT diarahkan untuk mendukung kesiapsiagaan masyarakat terhadap risiko banjir melalui pemantauan kondisi ketinggian air, sedangkan Bank Sampah Digital diarahkan untuk memperbaiki pencatatan pengelolaan sampah dan mendukung pemanfaatan sampah sebagai sumber nilai ekonomi. Integrasi tersebut memiliki nilai strategis karena teknologi tidak ditempatkan sebagai tujuan akhir, melainkan sebagai instrumen pemberdayaan. Keberadaan

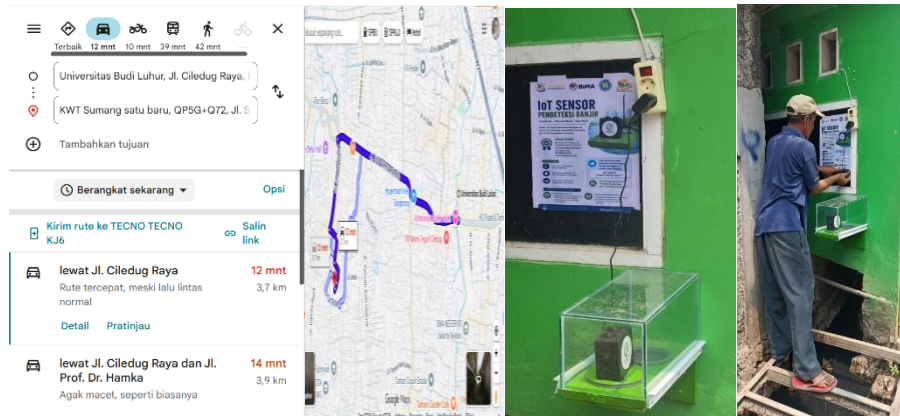
perangkat IoT disertai kemampuan masyarakat dalam memahami informasi lingkungan, sedangkan keberadaan aplikasi Bank Sampah Digital disertai kemampuan pengelola dalam melakukan pencatatan dan pengelolaan data secara konsisten sehingga keberhasilan program ditentukan oleh hubungan antara teknologi, kapasitas masyarakat, tata kelola, dan keberlanjutan.

Solusi usulan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini bertujuan untuk: (1) menerapkan sistem IoT pendeteksi banjir berbasis sensor ketinggian air sebagai alat pendukung kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi bahaya banjir; (2) menerapkan Bank Sampah Digital untuk meningkatkan keteraturan pencatatan dan pengelolaan sampah rumah tangga; (3) meningkatkan pengetahuan dan kemampuan masyarakat dalam memanfaatkan teknologi digital; dan (4) membangun mekanisme pengelolaan yang secara mandiri dan berkelanjutan oleh Masyarakat Proklam Bumiku Satu yang selaras dengan program SDG 8, SDG 11, SDG 12, dan SDG 13, serta mendukung keterlibatan mahasiswa dan dampak nyata perguruan tinggi kepada masyarakat.

Kontribusi utama kegiatan ini terletak pada integrasi pemantauan risiko lingkungan dan pengelolaan sampah berbasis digital dalam satu pendekatan pemberdayaan masyarakat. Pendekatan ini menghasilkan penerapan teknologi yang mendorong peningkatan kapasitas masyarakat untuk memanfaatkan teknologi dalam menjawab persoalan lingkungan masyarakat khususnya di wilayah Proklam Bumiku Satu, Kelurahan Gaga, Kecamatan Larangan, Kota Tangerang.

2. METODE

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat dilaksanakan bersama komunitas Proklam Bumiku Satu, Kota Tangerang. Mitra merupakan kelompok masyarakat yang menjalankan aktivitas produktif berbasis lingkungan dan memiliki perhatian mendalam terhadap pengelolaan lingkungan yang adaptif terhadap risiko perubahan iklim. Lokasi mitra dari Universitas Budi Luhur berjarak 3,7 km melalui jalan darat. Mitra dilibatkan dalam identifikasi kebutuhan, penentuan lokasi pemasangan sensor, pengelolaan bank sampah, pengoperasian sistem, evaluasi, dan penyusunan mekanisme keberlanjutan. Pendekatan yang digunakan adalah partisipatif, tepat guna, dan berkelanjutan.



Gambar 1. Lokasi pemasangan alat pendeteksi dini banjir (Jl. Sumur Mangga Satu Kelurahan Gaga).

(Sumber : dokumentasi pribadi, 2026).

Pelaksanaan dirancang dalam lima tahap *Pertama*, sosialisasi dan identifikasi kebutuhan dilakukan untuk menyepakati masalah prioritas, lokasi pemasangan sistem IoT, serta mekanisme pengelolaan Bank Sampah Digital. Tahap awal kegiatan dilakukan melalui sosialisasi kepada pengurus dan masyarakat Proklim Bumiku Satu. Sosialisasi bertujuan untuk menyampaikan tujuan kegiatan, manfaat program, serta peran dan keterlibatan mitra dalam pelaksanaan pengabdian. Pada tahap ini juga dilakukan diskusi untuk menyepakati lokasi pemasangan sistem IoT pendeteksi banjir dan mekanisme pengelolaan Bank Sampah Digital sesuai dengan kebutuhan dan kondisi lapangan mitra.

Kedua, pelatihan dilaksanakan melalui pengenalan mitigasi banjir, pengelolaan sampah, pengenalan sistem IoT dan aplikasi Bank Sampah Digital, serta praktik pengoperasian. Tahap pelatihan dilaksanakan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam pemanfaatan teknologi digital. Pelatihan meliputi pengenalan sistem IoT pendeteksi banjir, penggunaan aplikasi Bank Sampah Digital, serta tata cara pemilahan dan pencatatan sampah secara digital. Pelatihan dilakukan secara langsung dengan metode praktik agar masyarakat mampu memahami dan mengoperasikan sistem yang diterapkan.

Ketiga, penerapan teknologi dilakukan melalui pemasangan sensor ketinggian air pada titik rawan dan implementasi aplikasi pencatatan sampah. Pada tahap ini dilakukan penerapan teknologi sesuai solusi yang ditawarkan. Tim pengabdian memasang perangkat IoT pendeteksi banjir berupa sensor ketinggian air pada titik rawan banjir yang telah disepakati bersama mitra. Selain itu, sistem Bank Sampah Digital diimplementasikan melalui penyediaan aplikasi dan perangkat pendukung untuk pencatatan dan pengelolaan sampah. Penerapan teknologi dilakukan dengan melibatkan mitra agar masyarakat memahami proses dan fungsi sistem yang digunakan. Keempat, pendampingan dan evaluasi dilakukan melalui observasi keberfungsian

sistem, tingkat pemanfaatan teknologi, pengumpulan umpan balik, dan identifikasi kendala. Setelah penerapan teknologi, dilakukan pendampingan secara berkala untuk memastikan sistem IoT dan Bank Sampah Digital dapat berfungsi dengan baik dan dimanfaatkan oleh masyarakat. Pendampingan mencakup bantuan teknis, pemecahan masalah, serta penguatan pemahaman masyarakat. Evaluasi dilakukan untuk menilai ketercapaian tujuan kegiatan, tingkat partisipasi masyarakat, serta kendala yang dihadapi selama pelaksanaan program.

Kelima, keberlanjutan dilakukan melalui penyerahan sistem, peningkatan kapasitas pengelola, dan pendampingan terbatas. Tahap akhir kegiatan difokuskan pada upaya keberlanjutan program. Tim pengabdian bersama mitra menyusun mekanisme pengelolaan dan pemeliharaan sistem IoT pendeteksi banjir dan Bank Sampah Digital agar tetap berjalan setelah kegiatan selesai. Sistem yang telah diterapkan diserahkan kepada mitra untuk dikelola secara mandiri dengan pendampingan terbatas jika diperlukan.

Mitra Proklim BUMIKU SATU merupakan kelompok masyarakat yang mengarah pada kegiatan produktif berbasis lingkungan. Oleh karena itu, metode pelaksanaan difokuskan pada minimal dua aspek kegiatan, yaitu aspek produksi dan manajemen. Pada aspek produksi, teknologi IoT diarahkan untuk membantu melindungi tanaman produktif dari risiko banjir, sedangkan sampah yang telah dipilah dan tercatat diarahkan menjadi sumber nilai ekonomi. Pada aspek manajemen, digitalisasi diarahkan pada pencatatan, pelaporan, dan pengelolaan data bank sampah secara lebih tertata dan transparan. Evaluasi program dalam menggunakan observasi langsung, pengumpulan data, dan umpan balik mitra. Tabel 1 menunjukkan solusi dan target yang dapat dilakukan ke Mitra. Tabel 1 menjabarkan metode pelaksanaan kegiatan untuk mitra berdasarkan gambaran masalah, solusi dan hasil yang dicapai.

Tabel 1. Tahapan Pelaksanaan dan Keluaran.

Masalah	Solusi	Hasil
Wilayah Proklim BumiKu Satu berada di dataran rendah dan berbentuk seperti cekungan menyebabkan wilayah Mitra sering terjadi genangan dan banjir. Dan, masyarakat belum memiliki sistem peringatan dini banjir. Sebagian masyarakat belum mengetahui bahwa sampah dapat memiliki nilai ekonomi sehingga dapat menjadi sumber pendapatan tambahan.	Pemasangan sensor ketinggian air yang terhubung dengan sistem pemantauan digital Digitalisasi pengelolaan bank sampah melalui sistem pencatatan dan pengelolaan data sampah yang terstruktur.	Implementasi Sistem IoT Pendeteksi Banjir SIGAP Bumiku Penerapan Bank Sampah Digital Berbasis Masyarakat
Saluran drainase tidak berfungsi dengan baik karena banyak sampah dan endapan lumpur sehingga meningkatkan risiko banjir.	Peningkatan pengetahuan dan keterampilan mitra terkait mitigasi banjir, pemilahan sampah, IoT, dan Bank Sampah Digital	Penguatan Partisipasi Aktif Masyarakat sesuai Kebijakan Daerah

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan perencanaan dan tindakan yang dilakukan kepada mitra Proklam Budiku Satu dan merujuk pada metodologi kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat maka dihasilkan kegiatan sebagai berikut:

Implementasi Sistem IoT Pendeteksi Banjir

Salah satu hasil utama kegiatan adalah implementasi perangkat IoT pada lingkungan mitra. Gambar 2 menunjukkan proses pemasangan dan pengujian perangkat pada area saluran air yang menjadi salah satu titik penting dalam pemantauan potensi genangan. Perangkat ditempatkan dalam kotak pelindung dan diberi identitas SIGAP Bumiku sehingga lebih mudah dikenali sebagai bagian dari sistem pemantauan lingkungan.



Gambar 2. Implementasi Sistem IoT Pendeteksi Banjir.

(Sumber ; Dokumentasi Pribadi, 2026)

Implementasi merupakan pengembangan dari konsep sistem yang terdiri atas sensor ketinggian air, mikrokontroler, komunikasi internet, pengolahan data, serta penyampaian informasi kepada pengguna. Dalam rancangan program, data ketinggian air diarahkan untuk dapat dipantau secara real-time dan digunakan sebagai dasar pemberian peringatan dini.

Sistem *prototipe* menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan sensor hujan yang terhubung dengan NodeMCU ESP8266. Data sensor dikirim melalui jaringan internet menuju Firebase dan kemudian ditampilkan pada aplikasi Android secara real-time.

Hasil pengujian teknis pada publikasi tersebut menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 mampu membedakan kondisi aman, waspada, dan bahaya berdasarkan jarak permukaan air. Pada pengujian dengan lima tingkat ketinggian air, rata-rata kesalahan sensor tercatat sebesar 1,67%. Temuan tersebut menjadi dasar teknis yang relevan bagi penerapan sistem pada lingkungan masyarakat, meskipun pengujian lapangan pada kegiatan PKM tetap perlu didokumentasikan secara tersendiri untuk memperoleh data kinerja perangkat pada kondisi

lingkungan sebenarnya. Implementasi tidak berhenti pada pemasangan perangkat. Tim juga melakukan pemeriksaan dan pendampingan terhadap perangkat di lokasi. Hal tersebut penting karena sistem IoT lingkungan sangat bergantung pada posisi sensor, sumber daya listrik, koneksi internet, serta kondisi fisik lingkungan tempat perangkat dipasang (Tamara, 2024).

Implementasi Pemantauan Banjir dan Pengenalan Bank Sampah Digital

Pemantauan IoT pendeteksi banjir dapat dilakukan melalui Web Aplikasi SIGAP Bumiku (Sistem Integrasi IoT Pendeteksi Banjir dan Bank Sampah Digital untuk Proklam Bumiku Satu) yang diakses dari halaman <https://sigapbumiku.com>. Gambar 3 memperlihatkan halaman dashboard aplikasi untuk pemantauan banjir dan Bank Sampah Digital.



Gambar 3. Halaman Dashboard SIGAP Bumiku.

(Sumber : Buku Panduan Web Aplikasi SIGAP Bumiku)

Masyarakat melihat langsung bagaimana web aplikasi mengirim informasi bila terjadi perubahan ketinggian air yang konstan selama 15 detik. Status akan terdiri dari AMAN (Hijau), SIAGA (Kuning) dan AWAS (Merah). Masyarakat juga akan mendapatkan *Alert Information* melalui Channel Telegram SIGAP Bumiku Alert.

Selain teknologi pendeteksi banjir, kegiatan menghasilkan implementasi Bank Sampah Digital sebagai instrumen untuk mendukung pengelolaan sampah masyarakat secara lebih tertata. Peserta diperkenalkan penggunaan web aplikasi SIGAP Bumiku melalui telepon pintar dan melakukan praktik secara langsung. Gambar 4 memperlihatkan beberapa peserta sedang mengakses aplikasi pada perangkat masing-masing selama kegiatan berlangsung.



Gambar 4. Implementasi dan Pengenalan Bank Sampah Digital.

(Sumber ; Dokumentasi Pribadi, 2026)

Implementasi Bank Sampah Digital diarahkan untuk mengubah pencatatan yang sebelumnya bersifat konvensional menjadi pencatatan berbasis digital. Peserta mengikuti penjelasan tim pengabdian serta melakukan praktik penggunaan perangkat digital melalui telepon pintar. Sistem memungkinkan informasi mengenai jenis, berat, dan transaksi sampah dikelola secara lebih terstruktur, sehingga digitalisasi sebagai solusi dapat meningkatkan keteraturan administrasi, transparansi, dan potensi nilai ekonomi sampah.

Keterlibatan tersebut menunjukkan kegiatan telah bergerak dari tahap pengenalan konsep menuju tahap penggunaan teknologi secara langsung. Penggunaan telepon pintar oleh peserta menjadi bagian penting karena sistem yang dikembangkan membutuhkan interaksi pengguna dengan aplikasi digital untuk memperoleh informasi lingkungan dan mengakses layanan Bank Sampah Digital. Kegiatan juga melibatkan mahasiswa dalam proses sosialisasi, pendampingan, dokumentasi, dan praktik teknologi. Dengan demikian, kegiatan menghasilkan pola kolaborasi antara dosen, mahasiswa, dan masyarakat. Model tersebut mendukung tujuan program untuk menghasilkan dampak nyata perguruan tinggi sekaligus memberikan

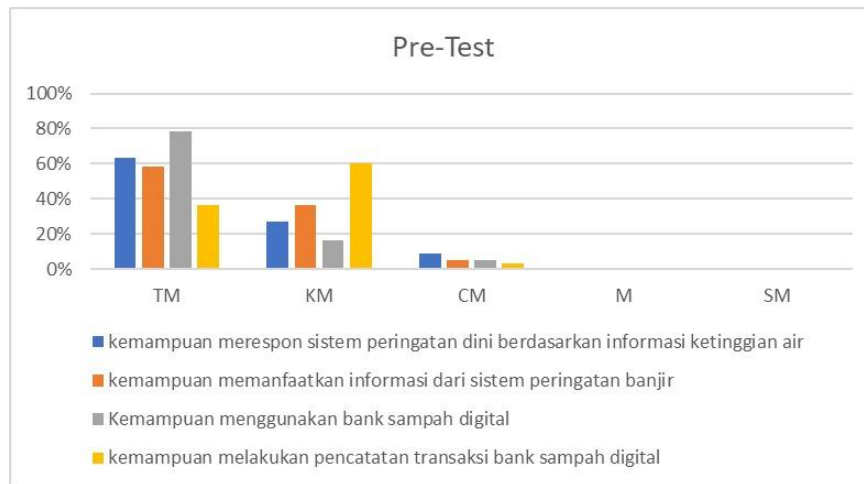
pengalaman penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi kepada mahasiswa. Hasil praktik menunjukkan adanya proses transfer pengetahuan secara langsung antara tim pengabdian dan masyarakat. Hal ini penting karena keberhasilan Bank Sampah Digital tidak hanya ditentukan oleh keberadaan aplikasi, tetapi juga oleh kemampuan pengelola dan anggota masyarakat untuk menggunakannya secara konsisten.

Evaluasi Kegiatan

Empat keluaran utama dari solusi yang ditawarkan: sistem IoT pendeteksi banjir yang berfungsi, sistem Bank Sampah Digital, peningkatan kapasitas masyarakat melalui pelatihan dan pendampingan, serta peningkatan nilai ekonomis sampah melalui pencatatan transaksi dan partisipasi masyarakat. Hasil kegiatan menunjukkan adanya integrasi tiga komponen utama, yaitu teknologi IoT, digitalisasi pengelolaan sampah, dan pemberdayaan masyarakat. Integrasi tersebut terlihat dari rangkaian kegiatan yang mencakup sosialisasi, pelatihan, praktik penggunaan aplikasi, pemasangan perangkat, pendampingan teknis, dan dokumentasi bersama masyarakat. Untuk mengetahui keberhasilan kegiatan bukan hanya melalui pengamatan saja, namun tim juga memberikan kuisioner berupa Pre-Test dan Post Test.

Hasil pre-test sebagai pengukuran kondisi awal dari 55 peserta yang tergabung saat pelatihan pertama dan kedua menunjukkan kemampuan peserta masih beragam dan sebagian besar berada pada kategori Tidak Memahami (TM) dan Kurang Memahami (KM). Gambar 5 menunjukkan indikator kemampuan menggunakan Bank Sampah Digital, kategori TM mencapai 78%, adalah persentase tertinggi pada kondisi awal. Pada indikator kemampuan melakukan pencatatan transaksi Bank Sampah Digital, kategori KM mencapai 60%. Kemampuan merespons sistem peringatan dini berdasarkan informasi ketinggian air berada pada kategori TM sebesar 63% dan KM sebesar 28%, sedangkan kemampuan memanfaatkan informasi dari sistem peringatan banjir berada pada kategori TM sebesar 59% dan KM sebesar 36%.

Secara keseluruhan, kondisi awal menunjukkan bahwa sebelum diberikan pelatihan dan praktik, peserta belum memiliki kemampuan memadai dalam menggunakan teknologi yang diperkenalkan. Jika empat indikator dirata-ratakan, proporsi peserta yang berada pada kategori TM mencapai sekitar 59%, sedangkan kategori KM sekitar 35%. Dengan demikian, sekitar 94% distribusi kemampuan awal berada pada kategori TM dan KM, sementara kategori M belum terlihat pada hasil pre-test.



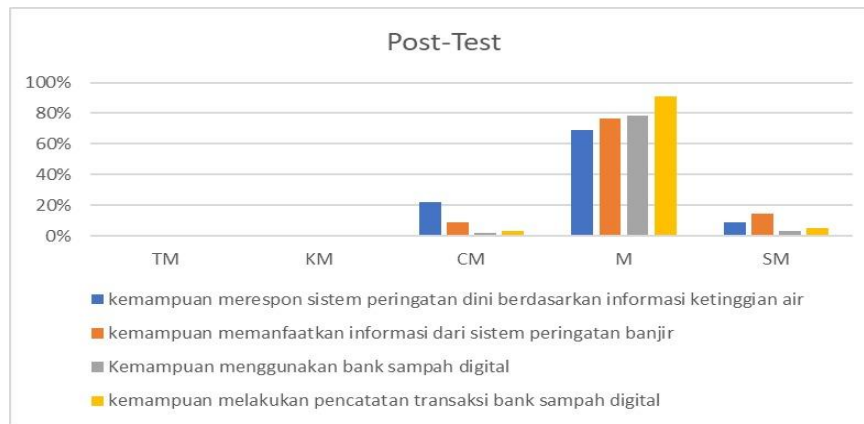
Gambar 5. Distribusi Jawaban Pre-Test PKM BIMA 2026.

Sumber: Data Pre-Test PKM BIMA 2026.

Gambar 6 merupakan hasil post-test, menunjukkan adanya perubahan signifikan dibandingkan kondisi awal. Pada keempat indikator, kategori Tidak Memahami (TM) dan Kurang Memahami (KM) sudah tidak terlihat. Peserta berpindah ke kategori Cukup Memahami/Mampu (CM), Memahami/Mampu (M), dan Sangat Memahami/Sangat Mampu (SM). Perubahan menunjukkan bahwa setelah pembelajaran dan praktik langsung, peserta telah mampu memahami dan menggunakan teknologi yang diterapkan.

Pada indikator kemampuan merespons sistem peringatan dini berdasarkan informasi ketinggian air, sebesar 69% peserta berada pada kategori Mampu (M), 22% berada pada kategori Cukup Mampu (CM), dan 9% berada pada kategori Sangat Mampu (SM). Indikator kemampuan memanfaatkan informasi dari sistem peringatan banjir, sebesar 76% peserta berada pada kategori Mampu (M), 9% pada kategori Cukup Mampu (CM), dan 15% pada kategori Sangat Mampu (SM). Indikator kemampuan menggunakan Bank Sampah Digital, sebesar 78% peserta berada pada kategori Mampu (M), sedangkan 3% berada pada kategori Cukup Mampu (CM) dan 3% pada kategori Sangat Mampu (SM). Sementara itu, indikator kemampuan melakukan pencatatan transaksi Bank Sampah Digital menunjukkan hasil paling tinggi, yaitu 91% peserta berada pada kategori Mampu (M), 3% pada kategori Cukup Mampu (CM), dan 6% pada kategori Sangat Mampu (SM).

Jika dilihat secara keseluruhan, rata-rata proporsi peserta yang mencapai kategori Mampu (M) pada keempat indikator meningkat menjadi sekitar 78,5% pada post-test. Hal ini merupakan perubahan yang sangat jelas dibandingkan pre-test, ketika kategori Mampu belum terlihat pada keempat indikator. Selain itu, pada post-test terdapat sekitar 8,25% peserta pada kategori Sangat Mampu (SM) dan sekitar 9,25% pada kategori Cukup Mampu (CM), sedangkan kategori TM dan KM tidak lagi ditemukan.



Gambar 6. Distribusi Jawaban Post-Test PKM BIMA 2026

Sumber: Data Post-Test PKM BIMA 2026.

Peningkatan keberdayaan mitra menjadi salah satu hasil utama kegiatan. Keberdayaan tidak hanya dilihat dari tersedianya perangkat teknologi, tetapi juga dari peningkatan kemampuan masyarakat dalam memahami dan menggunakan teknologi.

Tabel 1. Perubahan Utama kondisi pre-test dan post-test

Indikator	Kondisi Pre-Test	Kondisi Post-Test
Merespons sistem peringatan dini berdasarkan ketinggian air	63% TM; 28% KM; 9% CM	22% CM; 69% M ; 9% SM
Memfaatkan informasi sistem peringatan banjir	59% TM; 36% KM; 5% CM	9% CM; 76% M ; 15% SM
Menggunakan Bank Sampah Digital	78% TM ; 16% KM; 6% CM	3% CM; 78% M ; 3% SM
Melakukan pencatatan transaksi Bank Sampah Digital	36% TM; 60% KM ; 4% CM	3% CM; 91% M ; 6% SM

Tabel 1 menunjukkan perubahan utama kondisi pre-test dan post-test. Pada kondisi awal, rata-rata distribusi peserta didominasi kategori TM dan KM, yaitu sekitar 59% TM dan 35% KM, sedangkan kategori M belum muncul. Setelah kegiatan, kategori TM dan KM tidak lagi terlihat dan rata-rata 78,5% peserta telah mencapai kategori Mampu (M) pada empat indikator yang diukur. Artinya, kegiatan sosialisasi, demonstrasi, praktik, dan pendampingan mampu meningkatkan pemahaman dan keterampilan peserta memanfaatkan sistem peringatan dini banjir berbasis IoT dan Bank Sampah Digital. Capaian tertinggi terdapat pada kemampuan melakukan pencatatan transaksi Bank Sampah Digital, dengan 91% peserta berada pada kategori Mampu. Perubahan dari kondisi awal yang didominasi TM dan KM menjadi kondisi akhir yang didominasi kategori M dan sebagian SM menjadi bukti adanya peningkatan kapasitas mitra setelah penerapan program.

Tabel 2 dan Tabel 3 menunjukkan bukti peningkatan valid. Pergeseran kategori TM/KM pada pre-test menjadi M/SM pada post-test, dengan rata-rata kategori M meningkat dari 0%

menjadi 78,5%. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa kegiatan PKM memberikan kontribusi positif pemahaman masyarakat mengenai mitigasi banjir, pemanfaatan Internet of Things (IoT), pengelolaan Bank Sampah Digital, literasi digital, dan keberlanjutan lingkungan.

Tabel 2. Hasil Evaluasi Pemahaman Mitra

Indikator yang Diukur	Hasil Pre-Test	Hasil Post-Test	Keterangan
Pemahaman pentingnya deteksi dini banjir	Didominasi TM dan KM	72–91% kategori M	Mengalami peningkatan
Kemampuan merespons informasi ketinggian air	Didominasi TM dan KM	72–91% kategori M	Mengalami peningkatan
Pemahaman manfaat sistem peringatan dini banjir	Didominasi TM dan KM	72–91% kategori M	Mengalami peningkatan
Kemampuan menggunakan Bank Sampah Digital	78% kategori TM	72–91% kategori M	Mengalami peningkatan signifikan
Kemampuan melakukan pencatatan transaksi	60% kategori KM	91% kategori M	Capaian tertinggi
Kategori TM dan KM	Masih ditemukan	Tidak ditemukan	Menunjukkan peningkatan kemampuan

Tabel 3. Peningkatan Pemahaman Mitra

Aspek	Sosialisasi & Peningkatan Kesadaran	Peningkatan Pemahaman Mitra
Yang diukur	Kesadaran, penerimaan, kesiapan	Pemahaman dan keterampilan
Data utama	Kondisi awal/pre-test	Perbandingan pre-test vs post-test
Pre-test	Menunjukkan baseline/kondisi awal	Menjadi pembandingan
Post-test	Tidak menjadi fokus utama	Menjadi bukti peningkatan
Kondisi awal	59% TM dan 35% KM secara rata-rata	M belum terlihat
Kondisi akhir	—	78,5% rata-rata mencapai M
Capaian tertinggi	Kesadaran dan penerimaan teknologi	91% Mampu dalam pencatatan transaksi

Pembahasan

IoT sebagai Instrumen Penguatan Kesiapsiagaan Banjir

Hasil implementasi menunjukkan bahwa penerapan IoT memberikan perubahan penting pada mekanisme pemantauan lingkungan, yaitu dari pola pemantauan yang mengandalkan pengamatan dan komunikasi manual menuju mekanisme yang berorientasi pada data sensor. Kondisi tersebut relevan dengan permasalahan awal mitra yang sebelumnya masih mengandalkan komunikasi melalui kelompok pesan singkat sehingga informasi mengenai ketinggian air belum tersedia secara akurat dan real-time.

Secara teknis, penggunaan sensor ketinggian air memiliki dasar yang kuat. Prototipe menunjukkan bahwa HC-SR04 dapat digunakan untuk membaca ketinggian air dengan tingkat kesalahan rata-rata 1,67% pada pengujian lima tingkat ketinggian. Sistem juga menetapkan zona aman, waspada, dan bahaya berdasarkan jarak permukaan air.

Penerapan pada lingkungan masyarakat memiliki tantangan yang lebih kompleks, kondisi hujan deras, percikan air, perubahan posisi sensor, sumber listrik, dan koneksi Wi-Fi

dapat memengaruhi keberlangsungan sistem. Sistem bergantung pada Wi-Fi dan Firebase serta akurasi sensor dapat dipengaruhi oleh kondisi hujan deras. Oleh karena itu, pendampingan pascapemasangan menjadi bagian penting dari keberlanjutan teknologi.

Digitalisasi Bank Sampah dan Transparansi Pengelolaan

Integrasi Bank Sampah Digital memberikan dimensi pemberdayaan yang berbeda dari teknologi pendeteksi banjir. Jika IoT berfungsi terutama sebagai instrumen pemantauan dan peringatan dini, Bank Sampah Digital berfungsi sebagai instrumen manajemen dan pencatatan ekonomi lingkungan.

Digitalisasi memungkinkan data sampah yang disetorkan masyarakat dikembangkan menjadi informasi yang lebih terstruktur. Jenis sampah, berat, dan transaksi dapat dicatat secara digital sehingga pengelola mempunyai basis data yang lebih mudah ditelusuri dibandingkan pencatatan manual. Dalam draft program, digitalisasi memang diarahkan untuk memperbaiki pencatatan, pelaporan, dan pengelolaan data bank sampah secara lebih tertib dan transparan.

Temuan tersebut sejalan dengan penelitian Alfia et al. (2025) dan Sulasminingsih et al. (2025) yang menempatkan digitalisasi bank sampah sebagai pendekatan untuk mendukung pengelolaan lingkungan, serta Yusuf et al. (2023) yang menekankan pentingnya pendampingan dalam meningkatkan kapasitas pengelola bank sampah. Digitalisasi persampahan dengan pendekatan circular economy, yaitu menjadikan material yang sebelumnya dipandang sebagai limbah sebagai sumber daya yang mempunyai nilai ekonomi.

Integrasi Pengelolaan Sampah dengan Mitigasi Banjir

Integrasi kedua solusi mempunyai relevansi lingkungan yang kuat karena persoalan sampah dan banjir dapat saling berkaitan. Sampah domestik yang tidak terkelola berpotensi masuk ke saluran air dan menghambat aliran, sementara pengelolaan sampah melalui pemilahan dan bank sampah dapat mengurangi material yang berpotensi menjadi sampah lingkungan.

5. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Proklim Bumiku Satu Kota Tangerang berhasil menerapkan pendekatan integratif melalui SIGAP Bumiku, yaitu penggabungan sistem IoT pendeteksi banjir dan Bank Sampah Digital untuk memperkuat ketahanan lingkungan dan kapasitas masyarakat. Sistem IoT memberikan mekanisme pemantauan ketinggian air secara digital dengan klasifikasi kondisi AMAN, SIAGA, dan AWAS, disertai dashboard pemantauan, serta notifikasi melalui Telegram. Sementara itu, Bank Sampah Digital

memberikan mekanisme pencatatan jenis, berat, dan transaksi sampah secara lebih terstruktur dibandingkan pencatatan manual. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan kemampuan peserta sebesar 91% dari 55 peserta, dengan pergeseran kategori TM/KM pada pre-test menjadi M/SM pada post-test dan rata-rata kategori M meningkat dari 0% menjadi 78,5%. Kontribusi utama kegiatan bukan hanya pada pemasangan perangkat IoT atau penerapan aplikasi digital, tetapi pada terbentuknya pendekatan terpadu yang menghubungkan kesiapsiagaan banjir, pengelolaan sampah, literasi digital, dan potensi nilai ekonomi sampah dalam satu ekosistem pemberdayaan masyarakat. Dampak ekonomi pada tahap ini masih berupa penguatan mekanisme dan potensi pemanfaatan sampah sebagai sumber nilai ekonomi. Pengukuran volume sampah, nilai transaksi, perubahan pendapatan, serta histori data banjir dapat menjadi fokus pengembangan program berikutnya. SIGAP Bumiku menunjukkan penerapan teknologi tepat guna yang disertai peningkatan kapasitas dan pendampingan masyarakat dapat menjadi pendekatan yang relevan untuk membangun komunitas yang lebih adaptif terhadap risiko lingkungan sekaligus lebih tertib dalam pengelolaan sumber daya.

PENGAKUAN

Tim pengabdian menyampaikan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi (Kemdiktisaintek) Republik Indonesia atas Pendanaan Hibah BIMA (Basis Informasi Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat) Tahun 2026, Universitas Budi Luhur dan mitra Proklim Bumiku Satu Kota Tangerang atas partisipasinya dalam perancangan keberlanjutan sistem, serta seluruh pihak yang mendukung perencanaan program pengabdian. Apresiasi juga diberikan kepada mahasiswa yang dilibatkan dalam perakitan dan pengujian perangkat, pengembangan dashboard, pengolahan data ekonomi, sosialisasi, pendampingan, dan dokumentasi kegiatan.

DAFTAR REFERENSI

- Alexander, F., & Imelda, I. (2021). Analisis Model Pengukuran Tinggi Permukaan Air Dengan Metode Canny Edge Detection dan Image Contouring Sebagai Indikator Peringatan Dini Bencana Banjir. *Faktor Exacta*, 14(3), 117. <https://doi.org/10.30998/faktorexacta.v14i3.9567>
- Alfia, Y., Rahayu, P., & Stephani, S. B. (2025). Waste Bank Digitalization: Towards a Waste-Free Meruya Selatan Village: Digitalisasi Bank Sampah: Menuju Kelurahan Meruya Selatan Bebas Sampah. *Dinamisia: Jurnal Pengabdian ...*, 9(4), 1035–1045. <https://journal.unilak.ac.id/index.php/dinamisia/article/view/22250%0Ahttps://journal.unilak.ac.id/index.php/dinamisia/article/download/22250/8011>
- Elisanti, A. D., Susanto, B. M., & Ardianto, E. T. (2024). Community Empowerment karang taruna Kelurahan Sempusari melalui penggunaan Aplikasi Pantau Banjir dan pelatihan

- evakuasi korban. *KACANEGARA Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 7(2), 141. <https://doi.org/10.28989/kacanegara.v7i2.1892>
- Indra Dharmawan, & Imelda Imelda. (2024). Penerapan Internet of Things Sistem Deteksi Banjir Menggunakan Sensor Ultrasonik dan Node MCU. *Jurnal Ticom: Technology of Information and Communication*, 12(3), 97–101. <https://doi.org/10.70309/ticom.v12i3.128>
- Kezaya, & Marcella, I. (2025). Tanggung Jawab Pemerintah Daerah Kota Tangerang dalam Menanggulangi Kerusakan Lingkungan Akibat Sampah Rumah Tangga. *Jurnal ISO: Jurnal Ilmu Sosial, Politik Dan Humaniora*, 5(1), 10. <https://doi.org/10.53697/iso.v5i1.2396>
- Nurlukman, A. D., Basit, A., Studi, P., Pemerintahan, I., Tangerang, U. M., Studi, P., Komunikasi, I., Tangerang, U. M., & City, S. E. (2023). *IMPLEMENTASI SMART ENVIRONMENT CITY DALAM*. 9(November), 769–784.
- Paramita, B., Aprilla, R., Panayitsa, A. L., Maisarah, S., Fitriana, F., Habibie, A. K., & Saputra, A. R. (2025). *Nusantara : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Mendorong Partisipasi Aktif Masyarakat dalam Pengelolaan Sampah Melalui Kolaborasi Bank Sampah untuk Mewujudkan Smart City Encouraging Active Community Participation in Waste Management Through Waste Bank Co*. 5(November).
- Provinsi Banten. (2022). Peraturan Daerah No. 2 Tahun 2022 Tentang Pengelolaan Sampah. *Pemerintah Provinsi Banten*, (6), 1–45.
- Rahayu, S., & Ekawanti, W. (2023). *Pengembangan Recycle Park Bank Sampah Teratai*. 2(4), 353–360.
- Rahayu, S., & Utomo, M. N. (2022). *Implementasi Circular Economy Dalam Digitalisasi Management Pengelolaan Sampah Melalui Program Recycle Park* (pp. 145–153). Ikatan Sarjana Ekonomi Indonesia (ISEI) Cabang Bandung Koordinator Jawa Barat.
- Ramdani, S. A. (2024). Pertumbuhan Ekonomi Dan Dampaknya Pada Lingkungan: Studi Kasus Pengelolaan Sampah Di Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Inovasi Daerah*, 3(2), 139–151. <https://doi.org/10.56655/jid.v3i2.286>
- Sulasminingsih, S., Martana, B., Fahrudin, F., Pradana, S., Juwariyah, T., & Sitorus, H. B. H. (2025). *** Pemberdayaan Masyarakat Melalui Penerapan Teknologi Pengolahan Sampah Pada Bank Sampah Sawo Kencana*. *MITRA: Jurnal Pemberdayaan Masyarakat*, 9(2), 56–65. <https://ejournal.atmajaya.ac.id/index.php/mitra/article/view/7132>
- Tamara, N. V. (2024). Sistem Ketinggian Air dan Pendeteksi Dini Banjir menggunakan Wemos D1 Mini Berbasis Esp8266 dengan Notifikasi Telegram dan Whatsapp. *Explore: Jurnal Sistem Informasi Dan Telematika*, 15(1), 39. <https://doi.org/10.36448/jsit.v15i1.3417>
- Walikota Tangerang, P. (2023). Surat Edaran Walikota Tangerang No. 660/8214-DLH/2023 tentang Pengelolaan Sampah. *Tangerangkota.Go.Id*. <https://www.tangerangkota.go.id/berita/detail/36813/begini-isi-se-pengelolaan-sampah-yang-baru>
- Yusuf, D., Kusuma, D. H., Rini, E. M., & Haq, E. S. (2023). Pendampingan Digitalisasi Bank Sampah Istana Sumber Suci di Desa Tambong Kabupaten Banyuwangi. *Archive: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2), 129–137. <https://doi.org/10.55506/arch.v2i2.54>