

Pemberdayaan Geukom Agrifarm melalui Penerapan Irigasi Cerdas Berbasis IoT

Teuku Ferijal¹⁾ | Dewi Sri Jayanti^{2*)} | Ashfa³⁾ | Diana Sapha A.H⁴⁾ | Khairul Anwar⁵⁾

^{1,2,5)} Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Jl. Tgk. Hasan Krueng Kalee 3, Darussalam, Banda Aceh 23111, Indonesia

³⁾ Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia

⁴⁾ Program Studi Ekonomi Pembangunan, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Syiah Kuala, Jl. T. Nyak Arief, Darussalam, Banda Aceh 23111, Indonesia

^{1,2,5)} Pusat Studi Mekanisasi dan Perbengkelan Pertanian (Pusmeptan), Universitas Syiah Kuala

t.ferijal@usk.ac.id | [*dewisrijayanti@usk.ac.id](mailto:dewisrijayanti@usk.ac.id) | ashfa.achmad@usk.ac.id | diana.sapha@usk.ac.id | khairulanwar0709@usk.ac.id

Abstrak: Geukom Agrifarm di Gampong Geuceu Komplek, Banda Aceh, merupakan unit pertanian urban yang mengembangkan budidaya anggur pada lahan pekarangan. Penyiraman sebelumnya masih dilakukan secara manual atau semi-konvensional berdasarkan pengamatan pengelola dan belum mengacu pada kondisi aktual media tanam. Kegiatan pengabdian ini bertujuan menerapkan sistem irigasi cerdas berbasis *Internet of Things* (IoT), mengoptimalkan pemanfaatan lahan melalui budidaya hortikultura, serta mendukung kesiapan mitra dalam mengoperasikan sistem. Pelaksanaan menggunakan pendekatan partisipatif melalui identifikasi kebutuhan, penataan lahan, pembangunan bedengan, instalasi perangkat, uji fungsi, serta pendampingan pengoperasian. Sistem mengintegrasikan sensor kondisi tanah dan lingkungan, mikrokontroler ESP32, modul *relay*, pompa, tandon, jaringan distribusi, *dripper*, serta Arduino IoT Cloud. Evaluasi tahap awal dilakukan menggunakan daftar periksa fungsional. Hasil pengujian diperoleh instalasi sistem telah selesai dan komponen utama dapat berfungsi secara terintegrasi pada uji awal. Uji fungsi menunjukkan data sensor dapat dibaca oleh unit kendali, ESP32 dan *relay* merespons sesuai fungsi, pompa dapat dioperasikan, air mengalir hingga titik pemberian, serta data dan status sistem dapat dipantau secara daring. Kegiatan ini juga membangun empat bedengan hortikultura yang ditanami pakcoy, sawi, selada, kailan, dan bawang prei. Mitra terlibat dalam instalasi, pemeriksaan fungsi, dan praktik pengoperasian awal. Capaian tahap awal menunjukkan kesiapan teknis dan keberfungsian sistem, serta keterlibatan mitra dalam instalasi dan pengoperasian awal. Hasil akhir berupa efisiensi penggunaan air, pertumbuhan, produktivitas, dan dampak ekonomi belum dapat dinyatakan besarnya karena tanaman masih berada pada fase awal setelah pindah tanam.

Kata Kunci: irigasi cerdas; *Internet of Things*; teknologi tepat guna; *urban farming*; pemberdayaan masyarakat.

Pendahuluan

Pertanian perkotaan berbasis pekarangan menjadi salah satu alternatif pemanfaatan ruang produksi pada kawasan dengan keterbatasan lahan. Pengelolaan air tidak cukup hanya mengandalkan penyiraman rutin, tetapi perlu disesuaikan dengan kondisi aktual media tanam agar pemberian air lebih tepat dan kehilangan air dapat ditekan. Pendekatan ini sejalan dengan perkembangan irigasi presisi yang menggabungkan pengukuran kondisi tanah, otomasi, dan pengambilan keputusan berbasis data (Dantas et al., 2025; Evans & Sadler, 2008; Obaideen et al., 2022).

Geukom Agrifarm merupakan kelompok tani sekaligus unit pertanian urban di Gampong Geuceu Komplek, Kecamatan Banda Raya, Kota Banda Aceh, dengan luas lahan sekitar 600 m² dan tanaman anggur sebagai komoditas utama. Kondisi awal, sebelum pelaksanaan program, penyiraman masih bergantung pada kebiasaan dan pengamatan langsung pengelola, sedangkan kelembapan media tanam belum dipantau secara terintegrasi. Akibatnya, waktu dan jumlah pemberian air belum dapat dikaitkan dengan kondisi aktual media tanam. Selain itu, sebagian lahan juga belum dimanfaatkan secara produktif meskipun memiliki potensi untuk pengembangan tanaman hortikultura. Kondisi awal lokasi kegiatan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kondisi awal lahan sebelum pelaksanaan kegiatan pengabdian

Sistem irigasi berbasis sensor memungkinkan pola penyiraman bergeser dari pendekatan berbasis perkiraan menuju pengendalian berdasarkan kondisi media tanam. Kelembapan tanah dapat digunakan sebagai parameter utama dalam menentukan kebutuhan penyiraman, sedangkan mikrokontroler ESP32 berfungsi membaca data sensor, menjalankan logika kendali, serta menghubungkan sensor dan aktuator dengan platform digital. Integrasi IoT dan *cloud* memungkinkan kondisi media tanam dan status perangkat dipantau secara *real-time* sehingga pengelolaan sistem dapat dilakukan secara lebih responsif dan terukur (Aisyah et al., 2025; Kenali et al., 2026; Morchid et al., 2026; Togneri et al., 2023). Irigasi cerdas tidak hanya berkaitan dengan otomasi pemberian air tetapi juga pemanfaatan data lapangan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengelolaan irigasi (Colizzi et al., 2025).

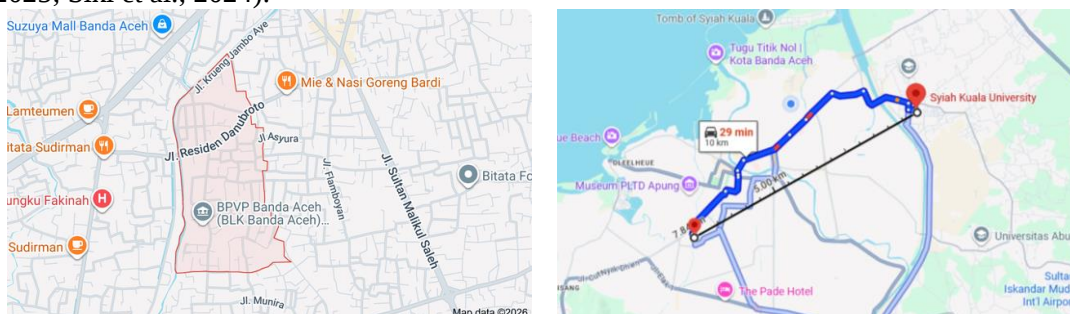
Keberhasilan penerapan teknologi pada tingkat mitra tidak hanya ditentukan oleh keberfungsian perangkat, tetapi juga oleh kesesuaiannya dengan kondisi dan kebutuhan lapangan serta kemampuan pengguna dalam mengoperasikan serta melakukan pemeliharaan dasar. Keterlibatan pengguna mulai dari tahap instalasi, praktik pengoperasian, hingga pendampingan telah digunakan dalam berbagai kegiatan penerapan irigasi berbasis sensor dan IoT sebagai bagian dari proses alih teknologi kepada masyarakat (Fatimah et al., 2024; Kurniasih et al., 2025; Siki et al., 2024). Kondisi tersebut relevan dengan Geukom Agrifarm yang menghadapi tiga kebutuhan utama, yaitu penyiraman yang belum berbasis kondisi aktual media tanam, pemanfaatan lahan yang belum optimal, dan pengalaman pengelola dalam penggunaan perangkat IoT yang masih terbatas.

Berdasarkan kondisi tersebut, program pengabdian dirancang dengan mengintegrasikan penerapan irigasi cerdas, pemanfaatan lahan untuk tanaman hortikultura, dan pendampingan teknis kepada mitra. Kegiatan ini bertujuan menerapkan sistem irigasi cerdas berbasis IoT pada tanaman anggur dan bedengan hortikultura, mengoptimalkan pemanfaatan lahan melalui diversifikasi tanaman, serta mendukung kesiapan dan kemampuan mitra dalam mengoperasikan sistem. Tahapan penerapan awal ini, keberhasilan kegiatan difokuskan pada keterpasangan dan keberfungsian sistem, pemanfaatan lahan, serta keterlibatan mitra dalam pengoperasian awal. Efisiensi penggunaan air, pertumbuhan tanaman, produktivitas, dan dampak ekonomi ditempatkan sebagai indikator evaluasi lanjutan karena memerlukan periode budidaya dan data pembandingan yang memadai.

Realisasi Kegiatan

Kegiatan dilaksanakan di Geukom Agrifarm, Gampong Geuceu Komplek, Kecamatan Banda Raya, Kota Banda Aceh (Gambar 2). Pelaksanaan menggunakan pendekatan *Participatory Rural Appraisal* (PRA) dengan melibatkan mitra dalam identifikasi kebutuhan, perencanaan teknis, penyiapan lahan, pemasangan perangkat, pengujian awal, dan pendampingan pengoperasian.

Observasi lapangan mencakup tata letak tanaman, sumber air, pola penyiraman, ketersediaan listrik dan koneksi internet, serta area yang dapat dikembangkan menjadi budidaya hortikultura. Hasil observasi menjadi dasar penentuan posisi tandon dan pompa, jalur distribusi air, titik pemasangan sensor dan *dripper*, serta area pengembangan bedengan. Pendekatan partisipatif digunakan agar rancangan teknologi sesuai dengan kondisi lapangan dan kemampuan operasional mitra (Kurniasih et al., 2025; Siki et al., 2024).



Gambar 2. Peta lokasi kegiatan pengabdian (Sumber: Google Maps, 2026)

Berdasarkan hasil observasi, empat bedengan dibangun pada lahan yang sebelumnya belum dimanfaatkan secara produktif dan selanjutnya digunakan untuk budidaya pakcoy, sawi, selada, kailan, dan bawang prei. Pelaksanaan dibagi menjadi empat tahap: (1) penyiapan lahan dan jaringan distribusi; (2) pemasangan sensor, unit kendali, pompa, dan komponen pendukung; (3) integrasi perangkat dengan Arduino IoT Cloud dan uji fungsi; serta (4) pendampingan pengoperasian dan perawatan. Pelaksanaan kegiatan secara bertahap bertujuan agar fungsi setiap komponen diperiksa sebelum sistem dioperasikan secara terintegrasi.

Kegiatan ini melibatkan tim pengabdian, mahasiswa, dan pengelola Geukom Agrifarm. Mahasiswa berperan dalam observasi, penyiapan bedengan, instalasi jaringan dan perangkat, pengujian awal, dokumentasi, serta pendampingan kepada mitra. Keterlibatan mahasiswa diarahkan sebagai pembelajaran lapangan sekaligus mendukung proses alih teknologi kepada pengguna.

Alat dan Bahan Kegiatan

Perangkat utama terdiri atas sensor kondisi tanah untuk memantau kelembapan serta parameter pendukung berupa suhu, pH, dan EC tanah; sensor suhu dan kelembapan udara; mikrokontroler ESP32; modul *relay*; pompa; tandon air; jaringan pipa/selang distribusi; *dripper*; konektivitas Wi-Fi; catu daya; dan Arduino IoT Cloud.

Bahan budidaya meliputi media bedengan yang dikombinasikan dengan kotoran kambing, kotoran sapi, guano dan asam humat; serta bibit pakcoy, sawi, selada, kailan, dan bawang prei. Pemilihan komponen diarahkan pada sistem yang relatif sederhana untuk dioperasikan dan dirawat oleh mitra, dengan tetap mengutamakan pemantauan kondisi media tanam dan pengendalian penyiraman secara terintegrasi.

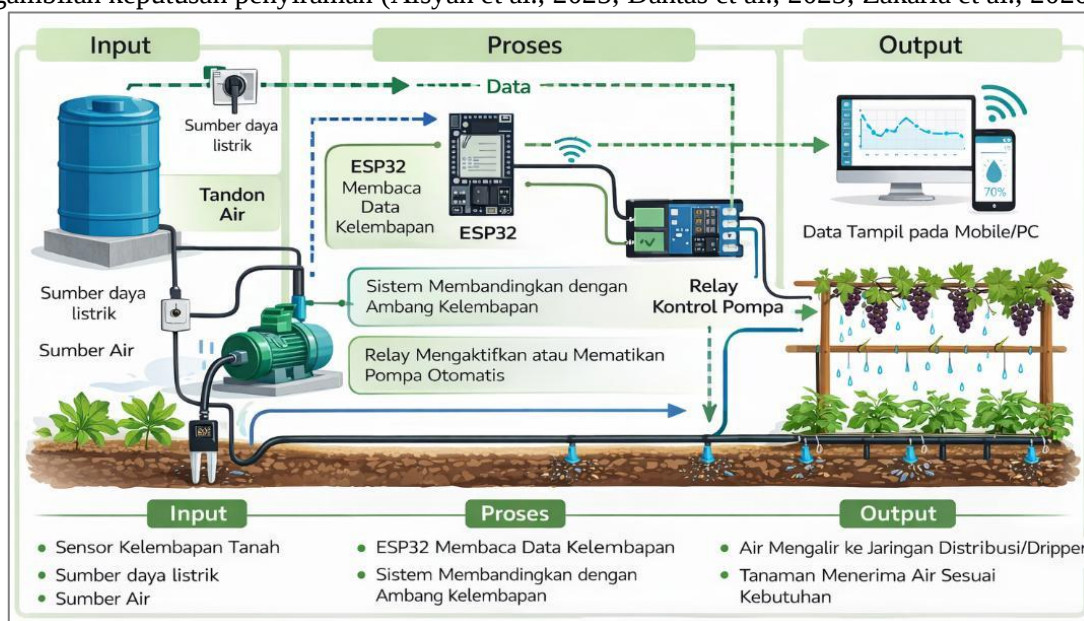
Rancangan Sistem Irigasi Cerdas

Sistem dirancang dengan kelembapan tanah sebagai parameter utama dalam pengendalian penyiraman, sedangkan suhu, pH, dan EC tanah serta suhu dan kelembapan udara digunakan sebagai

parameter pendukung pemantauan. Data sensor diterima oleh ESP32 dan diproses untuk mengendalikan *relay* dan pompa berdasarkan nilai ambang kelembapan yang ditetapkan.

Ketika kelembapan media berada di bawah nilai ambang, ESP32 memberikan perintah kepada *relay* untuk mengaktifkan pompa. Pompa dihentikan setelah kondisi kelembapan mencapai batas pengendalian yang ditentukan. Air dari tandon kemudian dialirkan melalui jaringan distribusi menuju *dripper* pada area tanaman. Data sensor dan status operasional sistem dikirimkan dengan Arduino IoT Cloud untuk mendukung pemantauan daring.

Nilai ambang yang digunakan pada tahap ini berfungsi sebagai parameter operasional untuk memverifikasi respons sistem dan belum diposisikan sebagai nilai optimum agronomis. Penyesuaian nilai ambang pada tahap berikutnya perlu mempertimbangkan karakteristik media tanam, jenis tanaman, dan fase pertumbuhan. Prinsip pengendalian berbasis kondisi kelembapan media tersebut sejalan dengan pendekatan irigasi cerdas yang menggunakan informasi tanah sebagai dasar pengambilan keputusan penyiraman (Aisyah et al., 2025; Dantas et al., 2025; Zakaria et al., 2026).



Gambar 3. Skema operasional sistem irigasi cerdas berbasis IoT yang diterapkan

Instalasi, Uji Fungsi, dan Pendampingan

Instalasi dilakukan secara bertahap mulai dari penyiapan bedengan dan jalur distribusi, pemasangan sensor, perakitan panel kendali, hingga integrasi ESP32, *relay*, pompa, dan Arduino IoT Cloud. Tahap pengujian difokuskan pada keberfungsian dasar dan keterhubungan antar-komponen. Setelah seluruh komponen utama terpasang, dilakukan uji fungsi untuk memastikan sensor dapat dibaca, unit kendali dan *relay* dapat merespons perintah, pompa dapat diaktifkan dan dihentikan, air mengalir melalui jaringan distribusi dan *dripper*, konektivitas internet tersedia, serta tampilan data dan status perangkat tampil pada dashboard.

Pendampingan dilakukan bersamaan dengan proses instalasi agar mitra dapat mengenali fungsi komponen sejak tahap awal. Materi pendampingan mencakup pembacaan data sensor, pengoperasian unit kendali, pemantauan melalui Arduino IoT Cloud, pemeriksaan aliran dan kebocoran jaringan distribusi, serta pemeliharaan dasar. Praktik langsung diberikan agar mitra tidak hanya menerima perangkat yang telah terpasang, tetapi juga memperoleh pengalaman dalam mengoperasikan dan memeriksa sistem (Kurniasih et al., 2025; Siki et al., 2024).

Evaluasi tahap penerapan awal menggunakan observasi lapangan dan daftar periksa fungsional. Suatu komponen dinyatakan berfungsi apabila mampu menjalankan fungsi dasar yang direncanakan,

meliputi keterbacaan data sensor, respons unit kendali dan relay, operasi pompa, aliran air hingga titik pemberian, pengiriman data ke platform IoT, dan akses terhadap dashboard. Evaluasi dampak kuantitatif selanjutnya diarahkan pada pencatatan penggunaan air, pertumbuhan dan hasil tanaman, kebutuhan tenaga penyiraman, serta indikator ekonomi pada periode budidaya yang sebanding.

Hasil

Implementasi Sistem di Lapangan

Implementasi kegiatan pengabdian ini menghasilkan dua perubahan fisik utama pada lokasi mitra. Pertama, lahan yang sebelumnya belum dimanfaatkan disiapkan menjadi empat bedengan hortikultura. Kedua, jaringan distribusi air, sensor, panel kendali, dan perangkat pendukung dipasang agar sistem dapat mencakup tanaman anggur dan bedengan sayuran.

Pekerjaan lapangan melibatkan tim pengabdian, mahasiswa, dan mitra dalam penataan bedengan, penyambungan jaringan distribusi, pemasangan sensor, perakitan sistem, serta pemeriksaan panel kendali. Keterlibatan mitra selama proses instalasi juga memberikan kesempatan bagi pengguna untuk mengenali susunan sistem dan fungsi dasar setiap komponen. Tahapan implementasi di lapangan ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Tahapan implementasi sistem di lapangan: (a) penyiapan bedengan; (b) perakitan jaringan distribusi; (c) pemasangan panel kendali; dan (d) pemeriksaan unit kontrol.

Perubahan Kondisi Lahan dan Sistem Penyiraman

Perubahan paling nyata pada tahap awal setelah pelaksanaan program adalah bertambahnya area produktif dan tersedianya infrastruktur irigasi berbasis sensor. Sebelum program, kegiatan budidaya terfokus pada tanaman anggur dan penyiraman bergantung pada pengamatan pengelola. Setelah penataan lahan, empat bedengan hortikultura telah tersedia sebagai area produksi tambahan dan terhubung dengan jaringan irigasi yang telah dipasang.

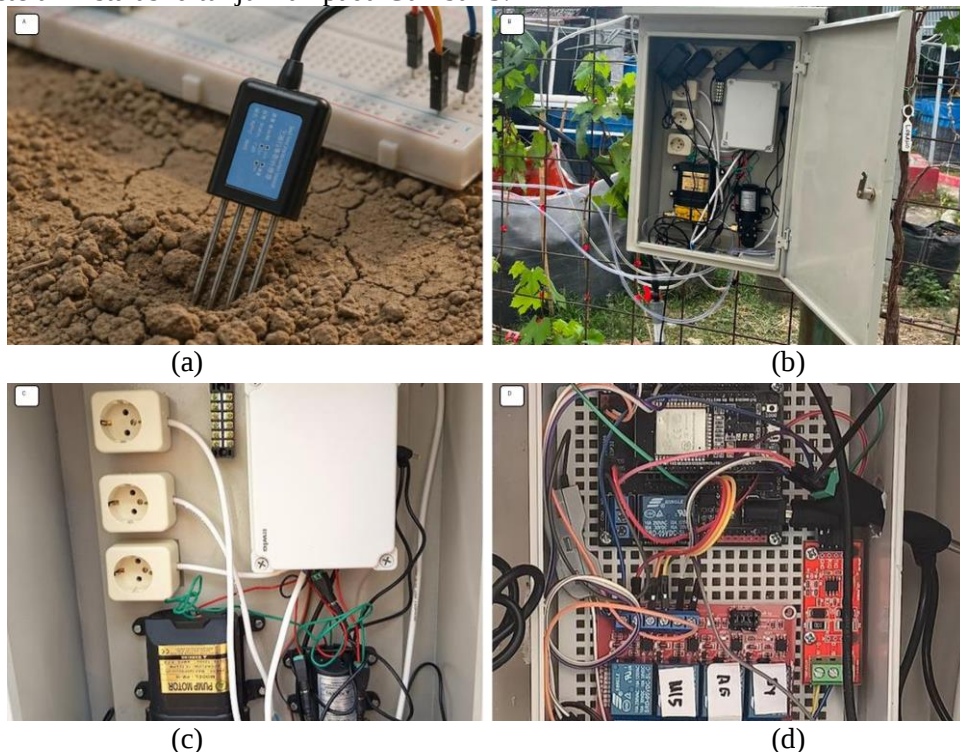
Tanaman sayuran pada saat evaluasi masih berada pada fase awal setelah pindah tanam. Oleh karena itu, perubahan yang dapat dinilai pada tahap ini terutama berkaitan dengan ketersediaan

infrastruktur dan cara pemantauan kondisi media tanam. Data kelembapan tanah digunakan sebagai masukan dalam pengoperasian sistem sehingga keputusan penyiraman tidak lagi hanya bergantung pada pengamatan visual.

Penggunaan data kondisi tanaman dan media sebagai dasar pengelolaan kebutuhan air merupakan salah satu karakteristik utama irigasi cerdas (Togneri et al., 2023). Sensor dan mikrokontroler juga berperan dalam menghubungkan kondisi media tanam dengan respons penyiraman otomatis (Wahyudi et al., 2025; Zakaria et al., 2026). Penerapan sistem juga diikuti pemanfaatan lahan yang sebelumnya belum produktif menjadi empat bedengan hortikultura. Penerapan irigasi tetes menunjukkan bahwa perbaikan distribusi air perlu disertai keterlibatan petani sejak instalasi dan evaluasi agar teknologi dapat digunakan secara berkelanjutan (Fatimah et al., 2024).

Kinerja Awal Sistem

Hasil uji fungsi pada tahapan awal menunjukkan bahwa komponen utama telah terintegrasi dan menjalankan fungsi dasar yang direncanakan. Sensor dapat mengirimkan data ke unit kendali, ESP32 memproses masukan dan menjalankan logika kendali, relay merespons sinyal dari ESP32, pompa dapat diaktifkan dan dihentikan, serta air mencapai titik pemberian melalui jaringan distribusi dan dripper. Data sensor dan status sistem juga dapat ditampilkan melalui Arduino IoT Cloud. Konfigurasi sistem setelah instalasi ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Sistem irigasi cerdas setelah pemasangan: (a) sensor pada media tanam; (b) panel kendali; (c) pompa dan komponen pendukung; dan (d) unit kontrol berbasis ESP32 dan relay

Pengujian pada tahap ini difokuskan pada keberfungsian perangkat dan keterhubungan antar-komponen. Sistem tersebut menunjukkan kesiapan operasional perangkat pada tahap awal, tetapi belum dapat digunakan untuk menyimpulkan tingkat penghematan air atau peningkatan pertumbuhan tanaman karena kedua indikator tersebut membutuhkan pengukuran selama periode budidaya yang konsisten. Hasil uji fungsi sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji fungsi awal sistem irigasi cerdas berbasis IoT

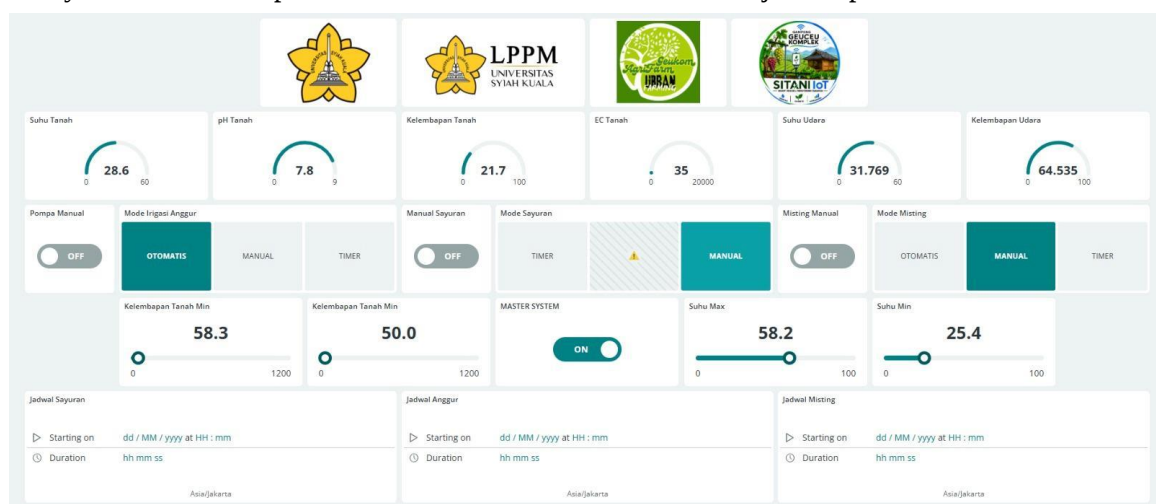
Komponen	Indikator pengujian	Hasil uji awal
Sensor	Data sensor dapat dibaca oleh ESP32	Berfungsi
ESP32	Unit kendali menerima data	Berfungsi
Relay	Merespons perintah dari unit kendali	Berfungsi
Pompa	Pompa diaktifkan dan dihentikan melalui sistem kendali	Berfungsi
Jaringan distribusi	Air mengalir hingga titik pemberian air (emitter tetes)	Berfungsi
<i>Dripper</i>	Air keluar pada titik distribusi tanaman	Berfungsi
Koneksi IoT	Data dapat dikirim ke Arduino IoT Cloud	Berfungsi
Dashboard	Data sensor dan status sistem dipantau secara daring	Berfungsi

Berdasarkan Tabel 1, seluruh komponen yang diuji telah menjalankan fungsi dasarnya pada tahap penerapan awal. Integrasi sensor, ESP32, *relay*, pompa, jaringan distribusi, *dripper*, dan platform IoT memberikan dasar teknis bagi pengoperasian sistem baik proses pemantauan maupun pengendalian penyiraman secara terintegrasi. Capaian tersebut menunjukkan keberfungsian teknis awal, tetapi belum menggambarkan tingkat efisiensi penggunaan air maupun respons agronomis tanaman.

Monitoring Berbasis IoT

Integrasi dengan Arduino IoT Cloud memungkinkan pengelola memantau data sensor dan status perangkat secara daring tanpa harus selalu melakukan pemeriksaan langsung di lokasi. Data dari sensor diteruskan melalui ESP32 ke platform cloud sehingga kondisi media tanam dan status operasional perangkat dapat diperiksa melalui dashboard.

Konektivitas antara sensor, ESP32, aktuator, dan *platform cloud* merupakan bagian penting Data dari sensor diteruskan melalui ESP32 ke platform cloud sehingga kondisi media tanam dan status operasional perangkat dapat diperiksa melalui dashboard (Kenali et al., 2026; Morchid et al., 2026). Colizzi et al. (2025) juga menyatakan bahwa konektivitas IoT dan pemantauan jarak jauh merupakan komponen penting dalam pengembangan pengelolaan irigasi berbasis teknologi. Fungsi dashboard terutama digunakan untuk memastikan keterbacaan data dan status sistem. Manfaatnya terhadap penghematan air belum dapat diperkirakan sebelum tersedia data volume air selama periode budidaya memadai. Tampilan dashboard Arduino IoT Cloud ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan dashboard Arduino IoT Cloud untuk pemantauan data dan status sistem

Aplikasi Awal pada Tanaman dan Batasan Evaluasi

Aplikasi sistem pada tanaman hortikultura masih berada pada fase awal setelah pindah tanam. Kondisi tersebut belum memberikan periode pengamatan yang cukup untuk menilai pengaruh irigasi terhadap pertumbuhan, produktivitas, maupun kualitas hasil. Efisiensi penggunaan air juga belum dapat dihitung secara valid sebelum tersedia data volume air dari periode sebelum dan sesudah penerapan sistem dalam kondisi yang dapat dibandingkan. Indikator keberhasilan pada tahap awal pada keterpasangan sistem, keberfungsian komponen, distribusi air hingga tanaman, pemanfaatan lahan, serta akses terhadap pemantauan daring. Pembatasan ini diperlukan agar interpretasi hasil tetap sesuai dengan data yang tersedia.

Pada penerapan irigasi berbasis sensor, penyiraman otomatis, dan irigasi tetes memiliki potensi mengurangi penggunaan air dibandingkan pola penyiraman konvensional (Fatimah et al., 2024; Kurniasih et al., 2025; Wahyudi et al., 2025). Efisiensi aktual dipengaruhi oleh rancangan jaringan, jenis dan fase pertumbuhan tanaman, karakteristik media, nilai ambang kelembapan, dan pola pengoperasian sistem. Kurniasih et al. (2025) menyatakan potensi penurunan konsumsi air pada penerapan irigasi cerdas berbasis sensor mencapai 30%, tetapi nilai tersebut tidak dapat langsung digunakan untuk menggambarkan kinerja sistem di Geukom Agrifarm. Evaluasi berikutnya perlu membandingkan volume air sebelum dan sesudah penerapan; pengamatan pertumbuhan dan hasil tanaman pada periode setara. Kondisi awal dan capaian penerapan sistem disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Capaian tahap penerapan awal sistem irigasi cerdas.

Aspek	Kondisi awal	Capaian tahap penerapan awal
Pemanfaatan lahan	Sebagian lahan belum produktif	Empat bedengan hortikultura telah dibangun dan mulai dimanfaatkan
Komoditas	Didominasi tanaman anggur	Anggur dipadukan dengan pakcoy, sawi, selada, kailan, dan bawang prei
Sistem penyiraman	Manual/semi-konvensional	Sistem irigasi cerdas berbasis IoT telah terpasang dan berfungsi pada uji awal
Pemantauan media tanam	Belum terintegrasi	Sensor digunakan untuk membaca kondisi tanah dan lingkungan
Sistem kendali	Belum tersedia	ESP32, relay, pompa, tandon, jaringan distribusi, dan dripper telah terintegrasi
Pemantauan daring	Belum tersedia	Dashboard Arduino IoT Cloud dapat digunakan untuk pemantauan awal
Tahap tanaman sayuran	Belum dibudidayakan	Masih pada fase awal setelah pindah tanam
Kapasitas mitra	Pengalaman IoT terbatas	Mitra terlibat dalam instalasi, pemeriksaan fungsi, dan pengoperasian awal
Efisiensi air dan produktivitas	Belum terukur	Belum dinyatakan sebagai capaian; memerlukan evaluasi lanjutan

Pemberdayaan Masyarakat dan Keberlanjutan

Pemberdayaan mitra dilakukan melalui keterlibatan sejak penentuan tata letak jaringan, penyiapan lahan, pemasangan perangkat, pemeriksaan fungsi, hingga praktik pengoperasian awal. Pendekatan tersebut menempatkan mitra sebagai pengguna yang terlibat dalam proses penerapan teknologi, bukan hanya sebagai penerima perangkat. Proses pemberdayaan dilakukan melalui koordinasi, praktik lapangan, dan pendampingan pemeriksaan sistem (Gambar 7). Praktik langsung selama instalasi dan pengujian memberikan kesiapan operasional awal untuk mengenali fungsi komponen, membaca informasi pada dashboard, memeriksa aliran air dan kebocoran jaringan, serta melakukan pemeriksaan sederhana terhadap sistem. Pendekatan melalui demonstrasi, praktik langsung, dan pendampingan juga diterapkan dalam berbagai kegiatan introduksi irigasi berbasis IoT

sebagai bagian dari proses adopsi teknologi pada kelompok tani (Kurniasih et al., 2025; Siki et al., 2024).



Gambar 7. Keterlibatan mitra (a) koordinasi kegiatan; (b) pendampingan pemeriksaan unit kendali

Keberlanjutan program diarahkan pada penyusunan prosedur operasional sederhana, pencatatan penggunaan air, pemeriksaan berkala sensor dan jaringan distribusi, penyesuaian nilai ambang berdasarkan kondisi media tanam dan fase pertumbuhan. Penyiapan pengguna lokal yang mampu melakukan pemeriksaan dasar juga diperlukan untuk mengurangi ketergantungan terhadap tim pengabdian. Evaluasi manfaat ekonomi dilakukan setelah tersedia data penggunaan air, kebutuhan tenaga penyiraman, hasil panen, dan penerimaan usaha pada periode setelah sistem beroperasi secara stabil. Keberlanjutan program tidak hanya ditentukan oleh keberadaan perangkat, tetapi juga kemampuan mitra dalam mempertahankan fungsi sistem dan memanfaatkan informasi yang dihasilkan dalam pengelolaan budidaya.

Kesimpulan

Program pengabdian di Geukom Agrifarm telah menghasilkan sistem irigasi cerdas berbasis IoT yang terpasang dan menjalankan fungsi dasar pada tahap penerapan awal. Sistem mengintegrasikan sensor kondisi media tanam dan lingkungan, ESP32, *relay*, pompa, tandon, jaringan distribusi, *dripper*, dan Arduino IoT Cloud. Uji fungsi menunjukkan bahwa data sensor dapat dibaca oleh unit kendali, perangkat kendali dan pompa merespons sesuai fungsi, air mencapai titik pemberian, serta data dan status sistem dapat dipantau secara daring.

Implementasi program juga memperluas pemanfaatan lahan melalui pembangunan empat bedengan hortikultura untuk pakcoy, sawi, selada, kailan, dan bawang prei. Keterlibatan mitra sejak penentuan tata letak, instalasi, pemeriksaan fungsi, hingga pengoperasian sistem menunjukkan terbentuknya kesiapan operasional awal dalam pemanfaatan teknologi. Efisiensi penggunaan air, respons pertumbuhan, produktivitas, dan manfaat ekonomi belum dinyatakan sebagai capaian akhir karena tanaman masih berada pada fase awal budidaya. Evaluasi lanjutan perlu memprioritaskan pengukuran volume penggunaan air, pertumbuhan dan hasil tanaman, kebutuhan tenaga penyiraman, serta penguatan prosedur operasional dan pemeliharaan untuk mendukung keberlanjutan sistem.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Syiah Kuala yang mendanai kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat Berbasis Produk Teknologi Tepat Guna (PKMBP-TTG) Tahun Anggaran 2026 melalui Surat Perjanjian Penugasan Nomor 923/UN11.L1/PM.01.01/9401-PTNBH/2026 tanggal 10 Juni 2026. Apresiasi juga disampaikan kepada pengelola Geukom Agrifarm, Pemerintah dan masyarakat Gampong Geuceu Komplek, serta mahasiswa KKN tematik 2026 yang terlibat dalam pelaksanaan kegiatan.

Daftar Pustaka

- Aisyah, N., Ulhaq, D., Dharmawan, A., & Purbakawaca, R. (2025). Design of an Iot-Based Smart Irrigation System Using Soil Moisture Sensors for Water Efficiency. *JoP*, 11(1), 89–97.
- Colizzi, L., Dimauro, G., Guerriero, E., & Lomonte, N. (2025). Artificial intelligence and IoT for water saving in agriculture: A systematic review. *Smart Agricultural Technology*, 11(May), 101008. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.101008>
- Dantas, R. A. S., Togneri, R. M., Prati, R. C., & Kamienski, C. A. (2025). A review of Smart Irrigation. *Biosystems Engineering*, 257(September), 104220. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2025.104220>
- Evans, R. G., & Sadler, E. J. (2008). Methods and technologies to improve efficiency of water use. *Water Resources Research*, 44(7), 1–15. <https://doi.org/10.1029/2007WR006200>
- Fatimah, S., Sutanto, Sutoyo, M. R., Zahra, M., Mulyati, A. H., & Warnasih, S. (2024). Penerapan Sistem Irigasi Tetes untuk Memaksimalkan Penggunaan Air bagi Petani Desa Kalong Liud. *Jurnal Abdimas Kartika Wijayakusuma*, 5(3), 890–899. <https://doi.org/10.26874/jakw.v5i3.548>
- Kenali, E. W., Rofianto, D., Khusnatul Amaliah, Jaka Fitra, Halim Fathoni, Tiara Kurnia Khoerunnisa, & Hevia Purnama Sari. (2026). IoT-Based Smart Irrigation and Fertilization System with Realtime Cloud Integration. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 15(1), 34–43. <https://doi.org/10.22146/jnteti.v15i1.23124>
- Kurniasih, R., Sugeru, H., Nurthoyibah, H. A., Abadi, K. K. L., & Musa, P. (2025). Sistem Irigasi Cerdas Untuk Pertanian Perkotaan Di Depok: Memberdayakan Kelompok Tani D'Rangrang. *Jurnal Abdimas Musi Charitas*, 9(2), 145–154. <https://doi.org/10.32524/jamc.v9i2.1739>
- Morchid, A., Qjidaa, H., Alami, R. El, Mobayen, S., Skruch, P., & Bossoufi, B. (2026). Smart irrigation-based internet of things and cloud computing technologies for sustainable farming. In *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/s41598-026-35810-0>
- Obaideen, K., Yousef, B. A. A., AlMallahi, M. N., Tan, Y. C., Mahmoud, M., Jaber, H., & Ramadan, M. (2022). An overview of smart irrigation systems using IoT. *Energy Nexus*, 7(July), 100124. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100124>
- Siki, Y. C. H., Pattiraja, A. H., Bano, M., Naifio, R. B., & Gaspez, E. A. (2024). Pengenalan Irigasi Tetes Berbasis IoT bagi Kelompok Tani Sinar Baru Toobaun untuk Produksi Tanaman Sayur. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara*, 5(4), 6100–6106.
- Togneri, R., Prati, R., Nagano, H., & Kamienski, C. (2023). Data-driven water need estimation for IoT-based smart irrigation: A survey. *Expert Systems with Applications*, 225(April), 120194. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120194>
- Wahyudi, W., Pradana, A. I., & Permatasari, H. (2025). Implementasi Sistem Irigasi Otomatis Berbasis IoT untuk Pertanian Greenhouse. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 5(2), 435–446. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.656>
- Zakaria, Y., Al Munawaroh, I. H., Widyaningsih, S. N., & Apriliyanto, E. (2026). Pengujian dan Evaluasi Sistem Penyiraman Pintar Berbasis IoT untuk Monitoring Kelembapan Tanah. *Journal of Computer Science and Informatics Engineering*, 05(2), 157–171. <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>