

## Peningkatan Literasi Smart Farming melalui Pelatihan Monitoring Kelembapan Tanah dan Kontrol Pompa Otomatis Berbasis Internet of Things bagi Alumni Geografi Universitas Negeri Makassar di Kota Makassar, Sulawesi Selatan

Nurul Afdal Haris<sup>1\*</sup>, Uca<sup>2</sup>, Galih Citra Yogyanti<sup>3</sup>, Criana Dulvita<sup>4</sup>, Saputra<sup>5</sup>,  
Muhammad Syukron<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Jurusan Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia

<sup>6</sup> Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia

\*e-mail: nurul.afdal.haris@unm.ac.id

### Abstrak

Persepsi bahwa berkebun merupakan aktivitas konvensional dapat membatasi minat lulusan perguruan tinggi terhadap pertanian. Kegiatan pengabdian ini bertujuan memperkenalkan konsep dan praktik operasional smart farming dan mendeskripsikan respons alumni Jurusan Geografi Universitas Negeri Makassar setelah mengikuti pelatihan monitoring kelembapan tanah dan kontrol pompa otomatis berbasis Internet of Things. Kegiatan dilaksanakan pada Selasa, 25 Agustus 2026 di Ruang Microteaching, Gedung B Jurusan Geografi FMIPA Universitas Negeri Makassar, Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Sebanyak 20 alumni mengikuti pengenalan konsep, demonstrasi sistem sensor-mikrokontroler-relay-pompa, serta praktik terpandu membaca dashboard dan mengamati pengaturan ambang 30%–60%. Data evaluasi yang tersedia berupa rekap akhir tiga indikator dengan respons dikotomis, yaitu respons positif terhadap berkebun, keterbukaan terhadap teknologi, dan penerimaan Internet of Things untuk mulai berkebun. Respons positif dikodekan apabila peserta pada sesi penutup menyatakan bahwa berkebun dipandang lebih modern atau relevan dan rasa gengsi berkurang. Sebanyak 17 peserta (85%; IK Wilson 95%: 64,0%–94,8%) memberikan respons positif pascapelatihan. Seluruh peserta (100%; IK Wilson 95%: 83,9%–100%) menunjukkan keterbukaan terhadap teknologi dan menerima Internet of Things untuk berkebun. Seluruh peserta mengikuti praktik terpandu, tetapi penguasaan operasional individual belum diukur dengan lembar observasi keterampilan. Hasil ini merupakan gambaran evaluasi akhir, bukan bukti perubahan berdasarkan pengukuran sebelum dan sesudah kegiatan.

**Kata kunci:** alumni Geografi; Internet of Things; kelembapan tanah; respons pascapelatihan; smart farming

### Abstract

The perception of gardening as a conventional activity may limit university graduates' interest in agriculture. This community service program introduced operational smart farming literacy and described the post-training responses of Geography alumni of Universitas Negeri Makassar after Internet of Things-based soil-moisture monitoring and automatic pump-control training. The program was held on Tuesday, 25 August 2026, in the Microteaching Room, Building B, Department of Geography, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Makassar, Makassar City, South Sulawesi. Twenty alumni attended the concept introduction, demonstration of the sensor-microcontroller-relay-pump system, and guided practice in reading the dashboard and observing the 30%–60% threshold setting. Available evaluation data consisted of an end-of-program recap of three dichotomous indicators: a positive response toward gardening, openness to technology, and acceptance of the Internet of Things for starting gardening. A response was coded as positive when participants stated during the closing session that gardening appeared more modern or relevant and that prestige-related reluctance had decreased. Seventeen participants (85%; 95% Wilson CI: 64.0%–94.8%) provided a positive post-training response. All participants (100%; 95% Wilson CI: 83.9%–100%) were open to technology and accepted the Internet of Things for gardening. All participants joined the guided practice; however, individual operational mastery was not assessed using a skills-observation checklist. These findings describe end-of-program responses and do not constitute evidence of change from paired pre- and post-training measurements.

**Keywords:** Geography alumni; Internet of Things; post-training response; smart farming; soil moisture

## 1. PENDAHULUAN

Transformasi digital menggeser pertanian dari kegiatan yang dominan mengandalkan pengamatan manual menuju sistem yang didukung sensor, komunikasi data, visualisasi, dan otomasi. Dalam kerangka smart farming, kondisi lingkungan dapat dipantau secara lebih terukur dan keputusan operasional dapat dibantu oleh data. Internet of Things menghubungkan sensor, unit pemrosesan, jaringan komunikasi, dashboard, dan aktuator dalam satu alur kerja pertanian digital (Gzar et al., 2022; Quy et al., 2022; Rehman et al., 2022).

Penerapan yang mudah dipahami oleh peserta pemula adalah monitoring kelembapan tanah dan kontrol pompa otomatis. Sensor membaca kondisi media tanam, mikrokontroler mengolah nilai, dan relay mengendalikan pompa berdasarkan batas yang ditetapkan. Data ditampilkan melalui dashboard agar perubahan kondisi, status sensor, dan aktivitas pompa dapat diikuti pengguna. Arsitektur ini memperlihatkan hubungan langsung antara pengukuran, informasi, keputusan, dan tindakan fisik, sebagaimana dibahas dalam kajian irigasi cerdas berbasis sensor, telemetri, dan komputasi awan (Morchid et al., 2024; Obaideen et al., 2022).

Perkembangan smart farming juga berkaitan dengan kemampuan mengelola data yang heterogen dan mengubahnya menjadi informasi yang dapat ditindaklanjuti. Data sensor, cuaca, citra, dan aktivitas perangkat membentuk siklus observasi dan keputusan yang berkelanjutan. Kajian mutakhir menunjukkan bahwa pengembangan sistem perlu memperhatikan interoperabilitas, keamanan, energi, kualitas data, serta kesiapan pengguna, bukan hanya ketersediaan perangkat (Huo et al., 2024; Pathmudi et al., 2023; Qazi et al., 2022).

Meskipun potensi teknologi meningkat, daya tarik sektor pertanian bagi generasi muda masih menjadi tantangan. Hasil Sensus Pertanian 2023 mencatat 6.183.009 petani milenial berusia 19–39 tahun atau 21,93% dari petani di Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2023). Angka nasional tersebut tidak digunakan untuk menggambarkan kondisi alumni Geografi Universitas Negeri Makassar, tetapi sebagai konteks bahwa regenerasi pertanian memerlukan citra sektor yang ilmiah, digital, dan prospektif. Permasalahan spesifik mitra tetap menjadi dasar utama perancangan kegiatan.

Alumni Jurusan Geografi memiliki modal yang relevan berupa pemahaman hubungan manusia–lingkungan, karakteristik tanah dan air, analisis wilayah, interpretasi data, Sistem Informasi Geografis (SIG), dan penginderaan jauh. Data lapangan dapat dipadukan dengan pengamatan spasial untuk mendukung keputusan berbasis lokasi (Fuentes & Chang, 2022; Radočaj et al., 2022; Sideng et al., 2023). Dengan demikian, Internet of Things tidak ditempatkan sebagai perangkat elektronika semata, melainkan sebagai sumber data temporal yang dapat melengkapi kompetensi spasial alumni.

Mitra kegiatan adalah DPK IKA FMIPA Universitas Negeri Makassar. Identifikasi awal dilakukan secara kualitatif melalui koordinasi dengan mitra dan tidak diposisikan sebagai survei dasar. Mitra mengemukakan bahwa citra berkebun sebagai aktivitas konvensional masih dijumpai di lingkungan alumni, pengalaman langsung menggunakan sensor dan otomasi pertanian masih terbatas, dan diperlukan contoh yang mempertemukan teknologi digital dengan kompetensi Geografi. Karena tidak ada pengukuran awal individual, temuan kebutuhan ini digunakan sebagai dasar perancangan program, bukan sebagai data pembandingan sebelum pelatihan.

Dua puluh alumni dipilih sebagai kelompok sasaran aktual karena seluruhnya terhubung dengan jejaring mitra dan mengikuti rangkaian kegiatan secara utuh. Mereka telah akrab dengan teknologi digital umum, tetapi belum memiliki pengalaman terstruktur yang menghubungkan sensor kelembapan, dashboard, pengaturan ambang, dan kontrol pompa dengan analisis lingkungan serta data spasial. Kesenjangan pengalaman tersebut menjadi alasan program menekankan demonstrasi dan praktik terpandu, bukan hanya penyampaian materi umum.

## 2. METODE

### 2.1 Mitra, peserta, dan pendekatan kegiatan

Kegiatan pengabdian dilaksanakan bersama DPK IKA FMIPA Universitas Negeri Makassar pada Selasa, 25 Agustus 2026 pukul 09.00–12.00 WITA atau selama 180 menit. Lokasi kegiatan adalah Ruang Microteaching, Gedung B Jurusan Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar, Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Peserta yang mengikuti seluruh rangkaian berjumlah 20 orang dan seluruhnya merupakan alumni Jurusan Geografi Universitas Negeri Makassar. Pendekatan kegiatan menggunakan capacity building berbasis pengalaman langsung melalui penjelasan konsep, demonstrasi perangkat, praktik terpandu, diskusi, dan refleksi.

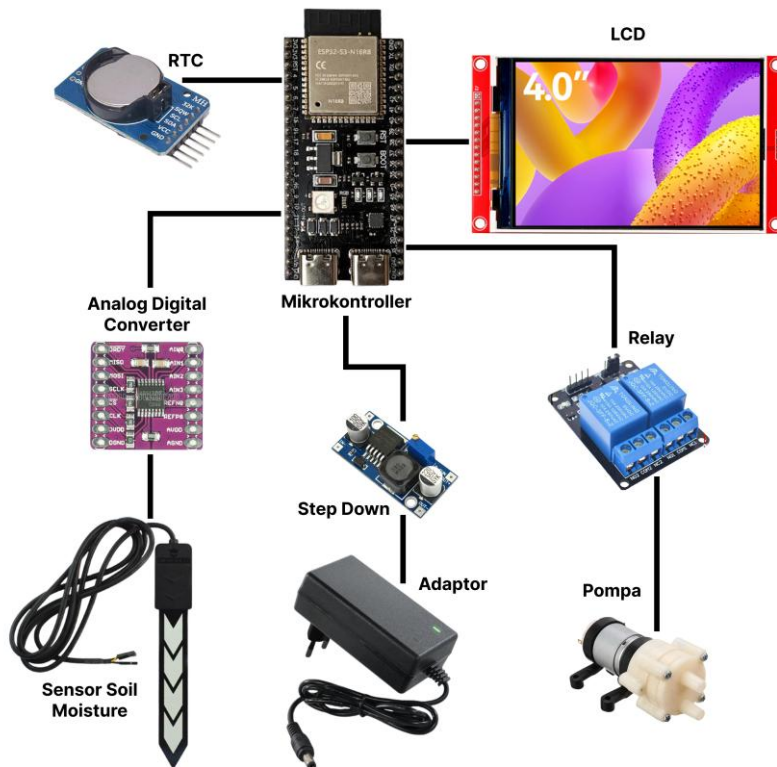
Rangkaian kegiatan disusun dalam empat sesi berurutan: (1) orientasi masalah dan pengenalan smart farming; (2) pengenalan sensor kelembapan, analog digital converter, mikrokontroler, dashboard, relay, pompa, dan catu daya; (3) demonstrasi serta praktik terpandu membaca nilai sensor, menginterpretasikan status pompa, dan mengamati logika kontrol ambang 30%–60%; serta (4) diskusi reflektif dan evaluasi akhir. Pembagian waktu antarsesi dilakukan secara fleksibel sesuai dinamika praktik dalam total 180 menit.

### 2.2 Teknologi yang diperkenalkan

Demonstrator berupa sistem monitoring kelembapan tanah dan penyiraman otomatis berbasis Internet of Things. Sistem menggunakan sensor kelembapan tanah sebagai input; analog digital converter untuk membantu akuisisi sinyal; mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pemrosesan dan komunikasi; real-time clock untuk pencatatan waktu; LCD dan dashboard sebagai antarmuka; relay sebagai pengendali aktuator; serta pompa dan catu daya sebagai keluaran. Struktur perangkat ini sejalan dengan arsitektur monitoring dan kontrol pertanian cerdas yang mengintegrasikan sensor, komunikasi, pengolahan data, antarmuka, dan aktuator (Quy et al., 2022; Rehman et al., 2022). Struktur perangkat ditunjukkan pada Gambar 1.

Logika kendali menggunakan ambang bawah dan ambang atas. Pada konfigurasi demonstrasi, pompa aktif ketika kelembapan turun di bawah 30% dan berhenti ketika kelembapan mencapai 60%. Kedua nilai digunakan sebagai contoh operasional pada dashboard, bukan rekomendasi universal untuk semua tanaman. Nilai ambang pada penerapan nyata perlu dikalibrasi terhadap jenis sensor, media tanam, tanaman, dan kondisi iklim mikro (Morchid et al., 2024; Obaideen et al., 2022). Prinsip kontrol berbasis ambang dipilih karena mudah diamati dan memperjelas bagaimana data sensor diubah menjadi tindakan otomatis.

Dashboard menampilkan jumlah sensor aktif, rata-rata kelembapan, nilai masing-masing sensor, status pompa, grafik kelembapan, pengaturan ambang, dan log aktivitas. Tampilan tersebut memberi umpan balik langsung sehingga pengguna tidak hanya melihat pompa menyala atau mati, tetapi juga memahami data yang mendasari tindakan tersebut. Antarmuka pemantauan berbasis data berperan penting dalam membuat kondisi lapangan lebih terbaca dan dapat ditindaklanjuti (Rokade et al., 2022). Contoh tampilan dashboard ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Arsitektur perangkat penyiraman otomatis berbasis Internet of Things  
*Sumber: Dokumentasi sistem kegiatan pengabdian.*



Gambar 2. Dashboard monitoring kelembapan tanah dan kontrol pompa  
*Sumber: Dokumentasi antarmuka sistem kegiatan pengabdian.*



### 2.3 Evaluasi dan analisis data

Data evaluasi yang tersedia berupa lembar rekap tim pada akhir kegiatan, bukan tes pengetahuan tervalidasi dan bukan instrumen sebelum-sesudah. Rekap memuat tiga butir indikator dengan respons dikotomis positif/ya atau tidak tercatat positif: (1) respons terhadap berkebun setelah memahami smart farming; (2) keterbukaan terhadap teknologi; dan (3) penerimaan Internet of Things untuk mulai berkebun. Respons pada indikator pertama dikodekan positif apabila peserta pada sesi penutup menyatakan bahwa berkebun dipandang lebih modern atau relevan dan rasa gengsi untuk berkebun berkurang. Indikator kedua dan ketiga dikodekan positif apabila peserta menyatakan terbuka terhadap penggunaan teknologi dan menerima Internet of Things sebagai sarana berkebun.

Analisis dilakukan menggunakan frekuensi dan proporsi dengan penyebut 20 peserta. Interval kepercayaan (IK) Wilson 95% digunakan untuk mengomunikasikan ketidakpastian estimasi pada kelompok kecil (Brown et al., 2001). Karena tidak tersedia data awal yang sebanding, angka 85% ditafsirkan sebagai proporsi respons positif pascapelatihan, bukan perubahan skor individual atau efek kausal pelatihan. Temuan mengenai berkurangnya rasa gengsi diperlakukan sebagai bagian dari respons reflektif akhir.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pelaksanaan dan pengalaman belajar peserta

Dua puluh alumni Jurusan Geografi mengikuti seluruh rangkaian kegiatan. Seluruh peserta terbiasa menggunakan teknologi digital dalam kehidupan sehari-hari, sehingga pengenalan sistem dapat dimulai dari konsep data dan keterhubungan perangkat, kemudian diarahkan pada konteks pertanian. Sesi demonstrasi memperlihatkan alur menyeluruh: kondisi media tanam dibaca sensor, nilai diproses mikrokontroler, hasil ditampilkan pada dashboard, dan pompa dikendalikan melalui relay. Alur ini membantu peserta melihat berkebun sebagai sistem observasi, analisis, dan tindakan, bukan sekadar pekerjaan fisik berulang.



Gambar 3. Pelaksanaan Kegiatan Program Kemitraan Masyarakat

*Sumber: Dokumentasi kegiatan pengabdian.*

Seluruh 20 peserta mengikuti praktik terpandu membaca nilai kelembapan, mengenali status pompa pada dashboard, dan mengamati perubahan pengaturan ambang 30%–60%. Kegiatan ini menunjukkan keterlibatan peserta pada fungsi utama demonstrator, tetapi tidak dapat ditafsirkan bahwa 20 peserta telah menguasai pengoperasian secara mandiri karena tim belum menggunakan lembar observasi keterampilan individual. Keterlihatan hubungan sebab-

akibat antara nilai sensor, tampilan dashboard, dan aktivasi pompa membantu menjembatani konsep Internet of Things dengan pengalaman nyata (Jaiswal et al., 2025; Rokade et al., 2022).

### 3.2 Ringkasan respons peserta pada evaluasi akhir

Tabel 1. Ringkasan respons peserta pada evaluasi akhir pascapelatihan

| Indikator evaluasi akhir                            | Jumlah peserta | Persentase | IK 95%      | Makna hasil                                                                                |
|-----------------------------------------------------|----------------|------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Peserta kegiatan                                    | 20             | 100%       | —           | Seluruh peserta merupakan alumni Jurusan Geografi.                                         |
| Respons positif terhadap berkebun setelah pelatihan | 17             | 85%        | 64,0%-94,8% | Peserta memandang berkebun lebih modern atau relevan dan menyatakan rasa gengsi berkurang. |
| Terbuka terhadap teknologi                          | 20             | 100%       | 83,9%-100%  | Seluruh peserta menunjukkan kesiapan menerima pendekatan digital.                          |
| Menerima Internet of Things untuk mulai berkebun    | 20             | 100%       | 83,9%-100%  | Seluruh peserta menerima pemanfaatan Internet of Things sebagai sarana berkebun.           |

Sumber: Rekap hasil aktual kegiatan pengabdian, diolah oleh tim.

Sebanyak 17 dari 20 peserta atau 85% memberikan respons positif terhadap kegiatan berkebun setelah memahami smart farming. Berdasarkan kriteria rekap, respons tersebut merujuk pada pernyataan bahwa berkebun dipandang lebih modern atau relevan dan rasa gengsi berkurang. IK Wilson 95% berada pada 64,0%–94,8%. Tiga peserta lainnya tidak tercatat memberikan respons positif. Karena tidak tersedia data awal yang sebanding, hasil ini dilaporkan sebagai respons positif pascapelatihan dan tidak disebut sebagai perubahan yang telah dibuktikan melalui pengukuran sebelum dan sesudah.

Seluruh peserta menunjukkan keterbukaan terhadap teknologi dan menerima pemanfaatan Internet of Things untuk berkebun (20/20; 100%). Untuk kedua indikator tersebut, IK Wilson 95% adalah 83,9%–100%. Konsistensi respons akhir memperlihatkan penerimaan yang kuat pada kelompok peserta kegiatan, tetapi tidak dimaksudkan sebagai generalisasi bagi seluruh alumni atau masyarakat. Temuan ini menjadi dasar untuk pelatihan lanjutan pada perakitan, kalibrasi, pemrograman, dan pemeliharaan perangkat.

### 3.3 Respons peserta terhadap citra pertanian modern

Proporsi respons positif sebesar 85% menunjukkan bahwa setelah pelatihan sebagian besar peserta mengaitkan berkebun dengan pengukuran, visualisasi data, dan otomatisasi. Sensor, dashboard, dan pompa otomatis memberi contoh konkret bahwa aktivitas berkebun dapat dibaca sebagai praktik pengelolaan lingkungan berbasis data. Interpretasi ini dibatasi pada respons akhir peserta karena persepsi awal tidak diukur menggunakan instrumen yang sebanding.

Berkurangnya rasa gengsi muncul dalam respons reflektif akhir ketika peserta menempatkan teknologi sebagai unsur yang membuat berkebun lebih presisi, eksperimental, dan dekat dengan identitas lulusan sains. Temuan tersebut mendukung penjelasan mengenai perubahan citra kegiatan, tetapi belum membuktikan perubahan psikologis individual atau keberlanjutannya dalam jangka panjang. Pemantauan pascakegiatan diperlukan untuk mengetahui apakah penerimaan tersebut berkembang menjadi praktik berkebun mandiri.

### 3.4 Peran literasi teknologi alumni Geografi

Keterbukaan seluruh peserta terhadap teknologi mempercepat pengenalan sistem. Alumni telah memiliki kerangka berpikir observasional dan analitis yang dapat dialihkan ke konteks pertanian, sehingga dashboard dapat dipahami sebagai representasi kondisi lapangan, sensor sebagai alat observasi, dan grafik sebagai rekaman dinamika waktu. Temuan tentang penerimaan teknologi relevan dengan kajian adopsi layanan pertanian digital yang menempatkan niat penggunaan, kondisi pendukung, ekspektasi kinerja, pengaruh sosial, dan kualitas data sebagai faktor penting (Wang & Dong, 2023).

Literasi teknologi juga berfungsi sebagai modal adaptif karena sistem pertanian digital menghadapi variasi sensor, konektivitas, energi, keamanan, dan lingkungan. Pengguna perlu mampu membaca status sistem, mengenali anomali, dan melakukan troubleshooting dasar. Tinjauan mutakhir menegaskan bahwa penerapan Internet of Things untuk pertanian berkelanjutan melibatkan interoperabilitas, pengelolaan data, keamanan, dan kesiapan pengguna, bukan hanya perangkat keras (Pathmudi et al., 2023; Qazi et al., 2022).

### 3.5 Relevansi smart farming dengan kompetensi geografi

*Smart farming* relevan dengan tiga dimensi utama kompetensi geografi. Pertama, dimensi lingkungan: kelembapan tanah, ketersediaan air, topografi, cuaca, dan penggunaan lahan merupakan variabel yang menentukan budidaya. Kedua, dimensi spasial: nilai sensor selalu berasal dari lokasi tertentu sehingga interpretasinya menjadi lebih bermakna ketika dikaitkan dengan posisi, zona, dan keragaman lahan. Ketiga, dimensi temporal: *dashboard* merekam perubahan kondisi dari waktu ke waktu sehingga pola penyiraman dan respons media tanam dapat dianalisis.

Keterampilan geografi dalam mengintegrasikan multi-data memberi dasar untuk memperluas sistem dari satu atau dua titik sensor menjadi pemantauan kewilayahan. Tradisi geografi teknis menggabungkan data lingkungan, topografi, dan model spasial untuk menghasilkan informasi keputusan (Sideng et al., 2023). Dalam pertanian presisi, data penginderaan jauh dan sensor dari berbagai platform dapat digunakan untuk membaca variasi tanaman dan lahan secara spasial (Fuentes & Chang, 2022; Radočaj et al., 2022). Data sensor lapangan memberi detail temporal, sedangkan SIG dan penginderaan jauh memberi konteks spasial yang lebih luas.

### 3.6 Kontribusi dashboard dan otomatisasi terhadap citra berkebun

*Dashboard* berfungsi sebagai perangkat edukasi sekaligus simbol modernisasi. Secara edukatif, dashboard menerjemahkan sinyal sensor menjadi informasi yang dapat dibaca: persentase kelembapan, status normal, tren, batas kontrol, dan log aktivitas. Secara sosial, tampilan digital mengubah pengalaman berkebun menjadi aktivitas yang dekat dengan *monitoring* sistem, analisis data, dan kendali perangkat. Perubahan inilah yang membantu mengurangi jarak simbolik antara identitas lulusan perguruan tinggi dan kegiatan berkebun.

Otomatisasi memperkuat pesan modernisasi karena penyiraman dapat dipicu oleh kondisi aktual, bukan hanya jadwal atau perkiraan. Dashboard yang terbaca dan logika kendali yang transparan membantu pengguna memahami alasan di balik tindakan sistem. Kajian terbaru menempatkan Internet of Things, kecerdasan buatan, sensor, dan analitik sebagai komponen pengembangan pertanian presisi, tetapi juga menekankan pentingnya keterbacaan sistem bagi pengguna (Huo et al., 2024; Rokade et al., 2022; Sharma & Shivandu, 2024). Dalam kegiatan ini, kontrol berbasis ambang digunakan sebagai pintu masuk sebelum peserta diperkenalkan pada model prediktif yang lebih kompleks.

### 3.7 Peluang integrasi IoT-SIG-penginderaan jauh

Tindak lanjut paling relevan bagi alumni Geografi adalah menghubungkan tiga skala informasi. Sensor Internet of Things menyediakan data in situ dengan frekuensi tinggi; SIG mengelola lokasi, zonasi, dan hubungan antarvariabel; sedangkan penginderaan jauh menyediakan cakupan spasial melalui citra satelit atau wahana udara. Integrasi data lapangan dan

penginderaan jauh dapat memperluas dashboard dari tampilan dua sensor menjadi sistem keputusan spasial (Fuentes & Chang, 2022; Radočaj et al., 2022).

Pada skala demonstrasi, pengembangan dapat dimulai dengan menambahkan koordinat setiap sensor, menyimpan data waktu, dan menampilkan peta kelembapan sederhana. Pada skala demoplot, data sensor dapat digunakan untuk memvalidasi indeks kelembapan atau vegetasi dari citra. Pada skala kawasan, peta tanah, kemiringan, curah hujan, tutupan lahan, dan kondisi tanaman dapat digabungkan untuk menentukan zona prioritas penyiraman. Perkembangan smart irrigation bergerak menuju integrasi Internet of Things, aplikasi pemantauan, komputasi awan, dan model pembelajaran mesin, sementara kompetensi SIG memberi konteks spasial yang dibutuhkan (Huo et al., 2024; Jaiswal et al., 2025).

### **3.8 Implikasi dan tindak lanjut**

Hasil evaluasi akhir pada 20 peserta menunjukkan dasar penerimaan yang kuat untuk pengembangan program. Respons positif pascapelatihan sebesar 85% dan penerimaan teknologi sebesar 100% mengarahkan tindak lanjut pada penguatan kompetensi praktis. Tahap pertama dapat berupa klinik kalibrasi sensor, perakitan, keselamatan kelistrikan, dan troubleshooting. Tahap kedua berupa demoplot yang mencatat kelembapan, volume air, status pompa, cuaca, dan pertumbuhan tanaman. Tahap ketiga mengintegrasikan koordinat sensor, peta zonasi, dan citra penginderaan jauh.

Evaluasi pada program berikutnya perlu menggunakan instrumen pengetahuan sebelum dan sesudah yang memuat pemahaman sensor, pembacaan dashboard, pengaturan ambang, dan logika kontrol pompa; dilengkapi lembar observasi keterampilan individual serta pemantauan praktik pascakegiatan. Rancangan tersebut akan memungkinkan analisis perubahan individual dan keberlanjutan perilaku. Pada kegiatan ini, hasil hanya menggambarkan respons akhir dan keterlibatan dalam praktik terpandu.

## **4. KESIMPULAN**

Pelatihan monitoring kelembapan tanah dan kontrol pompa otomatis berbasis Internet of Things telah menjangkau 20 alumni Jurusan Geografi Universitas Negeri Makassar. Berdasarkan evaluasi akhir, 17 peserta (85%) memberikan respons positif dengan memandang berkebun sebagai kegiatan yang lebih modern atau relevan dan menyatakan rasa gengsi berkurang. Seluruh peserta menunjukkan keterbukaan terhadap teknologi dan menerima Internet of Things sebagai sarana untuk mulai berkebun. Hasil tersebut merupakan respons pascapelatihan dan tidak dimaknai sebagai perubahan yang telah dibuktikan melalui pengukuran sebelum dan sesudah.

Dashboard dan otomatisasi menjadi penghubung antara data dan tindakan sekaligus membantu membentuk citra berkebun sebagai praktik berbasis teknologi. Seluruh peserta mengikuti praktik terpandu pada fungsi utama sistem, tetapi penguasaan operasional individual belum dinilai dengan lembar observasi. Kompetensi alumni Geografi dalam analisis lingkungan, SIG, dan penginderaan jauh memperkuat peluang pengembangan sistem menuju integrasi informasi temporal dan spasial. Tindak lanjut diarahkan pada demoplot, pelatihan teknis lanjutan, evaluasi sebelum-sesudah yang terdokumentasi, serta pemantauan praktik peserta.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Tim pelaksana menyampaikan terima kasih kepada DPK IKA FMIPA Universitas Negeri Makassar atas dukungan kemitraan, serta kepada seluruh alumni Jurusan Geografi yang berpartisipasi aktif dalam kegiatan pelatihan, demonstrasi, diskusi, dan evaluasi.



## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2023, December 4). *Hasil pencacahan lengkap Sensus Pertanian 2023—Tahap I*. <https://www.bps.go.id/id/pressrelease/2023/12/04/2050/hasil-pencacahan-lengkap-sensus-pertanian-2023-tahap-i.html>
- Brown, L. D., Cai, T. T., & DasGupta, A. (2001). Interval estimation for a binomial proportion. *Statistical Science*, 16(2), 101–133. <https://doi.org/10.1214/ss/1009213286>
- Fuentes, S., & Chang, J. (2022). Methodologies used in remote sensing data analysis and remote sensors for precision agriculture. *Sensors*, 22(20), 7898. <https://doi.org/10.3390/s22207898>
- Gzar, D. A., Mahmood, A. M., & Al-Adilee, M. K. A. (2022). Recent trends of smart agricultural systems based on Internet of Things technology: A survey. *Computers & Electrical Engineering*, 104, 108453. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2022.108453>
- Huo, D., Malik, A. W., Ravana, S. D., Rahman, A. U., & Ahmedy, I. (2024). Mapping smart farming: Addressing agricultural challenges in data-driven era. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 189, 113858. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113858>
- Jaiswal, N., Kumar, T. V., & Shukla, C. (2025). Smart drip irrigation systems using IoT: A review of architectures, machine learning models, and emerging trends. *Discover Agriculture*, 3, 253. <https://doi.org/10.1007/s44279-025-00430-1>
- Morchid, A., Jebabra, R., Khalid, H. M., El Alami, R., Qjidaa, H., & Jamil, M. O. (2024). IoT-based smart irrigation management system to enhance agricultural water security using embedded systems, telemetry data, and cloud computing. *Results in Engineering*, 23, 102829. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102829>
- 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, 100124. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100124>
- Pathmudi, V. R., Khatri, N., Kumar, S., Abdul-Qawy, A. S. H., & Vyas, A. K. (2023). A systematic review of IoT technologies and their constituents for smart and sustainable agriculture applications. *Scientific African*, 19, e01577. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01577>
- Qazi, S., Khawaja, B. A., & Farooq, Q. U. (2022). IoT-equipped and AI-enabled next generation smart agriculture: A critical review, current challenges and future trends. *IEEE Access*, 10, 21219–21235. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3152544>
- Quy, V. K., Hau, N. V., Anh, D. V., Quy, N. M., Ban, N. T., Lanza, S., Randazzo, G., & Muzirafuti, A. (2022). IoT-enabled smart agriculture: Architecture, applications, and challenges. *Applied Sciences*, 12(7), 3396. <https://doi.org/10.3390/app12073396>
- Radočaj, D., Jurišić, M., & Gašparović, M. (2022). The role of remote sensing data and methods in a modern approach to fertilization in precision agriculture. *Remote Sensing*, 14(3), 778. <https://doi.org/10.3390/rs14030778>
- Rehman, A., Saba, T., Kashif, M., Fati, S. M., Bahaj, S. A., & Chaudhry, H. (2022). A revisit of Internet of Things technologies for monitoring and control strategies in smart agriculture. *Agronomy*, 12(1), 127. <https://doi.org/10.3390/agronomy12010127>
- Rokade, A., Singh, M., Malik, P. K., Singh, R., & Alsuwian, T. (2022). Intelligent data analytics framework for precision farming using IoT and regressor machine learning algorithms. *Applied Sciences*, 12(19), 9992. <https://doi.org/10.3390/app12199992>
- Sharma, K., & Shivandu, S. K. (2024). Integrating artificial intelligence and Internet of Things (IoT) for enhanced crop monitoring and management in precision agriculture. *Sensors International*, 5, 100292. <https://doi.org/10.1016/j.sintl.2024.100292>
- Sideng, U., Upu, H., Haris, N. A., & Rahmayana, D. (2023). 2D simulation of design discharge in flood hazard spatial analysis using HEC-RAS (case study Mata Allo Sub-Watershed, Enrekang, Indonesia). *Geographia Technica*, 18(2), 1–13. [https://doi.org/10.21163/GT\\_2023.182.01](https://doi.org/10.21163/GT_2023.182.01)

Wang, B., & Dong, H. (2023). Research on the farmers' agricultural digital service use behavior under the rural revitalization strategy—Based on the extended technology acceptance model. *Frontiers in Environmental Science*, 11, 1180072. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1180072>