

Pelatihan Teknologi Internet of Things (IoT) Bagi Mahasiswa Untuk Penerapan *Smart Farming*

Mahmud Yunus^{1*}, Sigit Setyowibowo², Mohammad As'ad³

^{1,2,3} Teknik, Teknologi Informasi, STMIK Pradnya Paramita, Malang

* Corresponding author, e-mail myoenoes@stimata.ac.id

Info Artikel

Article history
Received 28 Mei 2025
Revised 5 Juni 2025
Accepted 16 Juni 2025

Keywords

Internet of Things
smart farming
microcontroller
evaluation
digital agriculture

ABSTRAK

This community service program was conducted from January to March 2025 in Pandanwangi, Blimbing, Malang, and aimed to enhance students' understanding and skills in implementing Internet of Things (IoT) technology, particularly in agricultural applications. The program combined theoretical lectures and hands-on sessions covering microcontroller programming, sensor integration, MQTT communication protocol, and real-time monitoring using Node-RED. Participants, who were students from STMIK PPKIA Pradnya Paramita, actively engaged in designing, assembling, and deploying smart farming devices on actual agricultural plots. A structured pretest–posttest evaluation revealed significant improvements in both conceptual knowledge and practical competencies among the participants. Beyond technical achievements, the program contributed to increased digital literacy and awareness of technological innovation in agriculture. Furthermore, the developed systems demonstrate promising potential for future commercialization and wider community adoption. This initiative serves as a foundation for sustainable technology-based solutions in farming and encourages students to participate in real world problem solving through applied IoT.

1. Pendahuluan

Pertanian merupakan sektor vital dalam menopang ketahanan pangan dan perekonomian di banyak negara, termasuk Indonesia. Namun, sistem pertanian konvensional masih menghadapi sejumlah tantangan yang signifikan. Ketergantungan terhadap kondisi cuaca, keterbatasan sumber daya manusia terampil, serta rendahnya pemanfaatan teknologi modern menjadi hambatan utama dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi usaha tani (Wolfert et al., 2017). Selain itu, pertanian konvensional seringkali kurang mampu menyediakan data secara *real-time* yang dibutuhkan dalam pengambilan keputusan, seperti waktu tanam, penyiraman, atau pemupukan yang tepat.

Dalam menjawab tantangan tersebut, pendekatan *smart farming* mulai berkembang dan diadopsi secara luas. Smart farming merupakan konsep pertanian berbasis data dan teknologi yang memungkinkan petani atau pelaku usaha tani untuk mengoptimalkan proses produksi secara presisi. Salah satu komponen utama dari sistem ini adalah *Internet of Things* (IoT). IoT merupakan jaringan perangkat fisik yang dilengkapi sensor, perangkat lunak, dan konektivitas internet, yang memungkinkan pengumpulan dan pertukaran data secara otomatis dan terus menerus (Miorandi et al., 2012).

Penerapan teknologi IoT dalam sektor pertanian telah terbukti mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air, pupuk, serta deteksi dini terhadap potensi kerusakan tanaman atau kekeringan. Contohnya, sistem irigasi berbasis sensor kelembaban tanah dapat membantu petani menyiram tanaman hanya ketika diperlukan, sehingga lebih hemat air dan energi (Kamilaris & Prenafeta-Boldú, 2018). Di samping itu, pemantauan kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban udara, serta tinggi permukaan air dapat dilakukan secara real-time melalui dashboard digital, yang dapat diakses melalui smartphone atau komputer.

Sayangnya, adopsi teknologi ini di Indonesia masih sangat terbatas. Salah satu kendala utamanya adalah kurangnya pemahaman dan keterampilan sumber daya manusia, khususnya generasi muda, dalam merancang dan mengimplementasikan sistem IoT di bidang pertanian. Oleh karena itu, diperlukan program pelatihan dan pendampingan yang sistematis untuk meningkatkan literasi digital dan kemampuan teknis mahasiswa agar dapat menjadi agen perubahan dalam penerapan teknologi tepat guna, termasuk di sektor agrikultur (Ojha et al., 2015).

Kegiatan pengabdian masyarakat dalam bentuk pelatihan teknologi *Internet of Things* (IoT) ini merupakan salah satu langkah strategis untuk menjembatani kesenjangan tersebut. Dengan melibatkan mahasiswa sebagai peserta aktif, kegiatan ini bertujuan memberikan pengalaman langsung dalam merancang, membangun, dan menerapkan sistem pertanian cerdas secara terintegrasi. Selain membekali mahasiswa dengan keterampilan praktis, pelatihan ini juga mendorong penguatan kapasitas inovasi teknologi di lingkungan kampus dan masyarakat sekitar.

Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat muncul model pembelajaran dan pengabdian yang mampu menghasilkan solusi nyata terhadap permasalahan riil di masyarakat, khususnya dalam konteks pertanian digital yang berkelanjutan. Pelatihan ini bukan hanya menjadi media transfer pengetahuan, tetapi juga sebagai upaya mendorong kolaborasi antar pemangku kepentingan menuju kemandirian teknologi berbasis lokal.

2. Target dan Luaran

Kegiatan pengabdian masyarakat ini memiliki target utama untuk meningkatkan literasi dan kompetensi mahasiswa dalam menerapkan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam bidang pertanian, khususnya dalam konteks smart farming. Target ini didasarkan pada kebutuhan mendesak akan peningkatan keterampilan praktis mahasiswa agar mampu menghadapi tantangan di era digital, sekaligus menjawab kebutuhan masyarakat terhadap solusi pertanian berbasis teknologi.

Secara lebih spesifik, target yang ingin dicapai melalui program ini adalah sebagai berikut:

- a. **Peningkatan Pengetahuan Teoritis Mahasiswa.** Mahasiswa diharapkan mampu memahami konsep dasar IoT, prinsip kerja mikrokontroler, serta aplikasi sensor dan protokol komunikasi data dalam konteks pertanian. Pengetahuan ini mencakup pemahaman tentang sistem monitoring berbasis jaringan, platform pemrograman mikrokontroler, dan pengelolaan data secara real-time.
- b. **Peningkatan Keterampilan Praktis dan Teknologi.** Peserta pelatihan ditargetkan mampu secara mandiri merancang, merakit, dan menguji sistem smart farming yang terdiri dari perangkat keras (*hardware*) dan lunak (*software*). Keterampilan ini meliputi kemampuan dalam menggunakan Arduino IDE, mengintegrasikan sensor kelembaban tanah dan sensor air, serta membangun sistem monitoring berbasis Node-RED dan MQTT.
- c. **Penerapan Langsung Teknologi di Lahan Pertanian.** Kegiatan ini juga menargetkan penerapan sistem smart farming di lahan pertanian nyata sebagai bentuk pengujian dan validasi terhadap alat yang dirancang oleh peserta. Hal ini sekaligus memberikan pengalaman empiris bagi mahasiswa dalam mengimplementasikan solusi berbasis teknologi di lingkungan nyata.
- d. **Meningkatkan Rasa Kepedulian dan Kemandirian Teknologi.** Melalui pendekatan pengabdian masyarakat, mahasiswa diharapkan tumbuh rasa kepedulian terhadap permasalahan pertanian dan terdorong untuk menghadirkan inovasi yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat luas. Pengalaman ini juga melatih mereka menjadi pengembang teknologi mandiri dan *problem solver* di lingkungan sekitarnya.

Adapun luaran (*output*) yang dihasilkan dari kegiatan ini meliputi:

- a. Sistem perangkat *smart farming* berbasis mikrokontroler dan sensor yang dapat memantau kelembaban tanah dan ketinggian air secara *real-time*.
- b. Dashboard monitoring berbasis Node-RED yang dapat diakses melalui *smartphone* dan komputer untuk melihat data kondisi lahan.
- c. Dokumentasi kegiatan dalam bentuk laporan dan artikel ilmiah pengabdian masyarakat.
- d. Peningkatan nilai *pretest* dan *posttest* peserta sebagai bukti peningkatan pengetahuan dan keterampilan.
- e. Rencana tindak lanjut pengembangan sistem untuk peningkatan efisiensi, serta potensi hilirisasi produk untuk masyarakat petani dan UMKM.

Luaran ini tidak hanya bersifat akademik dan teknis, tetapi juga berdampak pada aspek sosial melalui pemberdayaan mahasiswa sebagai agen perubahan dan pencipta solusi berbasis teknologi di sektor pertanian.

3. Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini dirancang secara bertahap agar mampu memberikan pemahaman konseptual sekaligus pengalaman praktis bagi peserta. Kegiatan ini dilaksanakan selama tiga bulan, mulai dari Januari hingga Maret 2025, berlokasi di Kelurahan Pandanwangi, Kecamatan Blimbing, Kota Malang. Sasaran kegiatan adalah mahasiswa dari STMIK PPKIA Pradnya Paramita yang memiliki minat dalam bidang teknologi dan aplikasinya di sektor pertanian.

Secara garis besar, kegiatan ini terbagi dalam tiga tahapan utama, yaitu pra-pelaksanaan, pelaksanaan inti, dan evaluasi.

3.1. Tahap Pra-Pelaksanaan

Pada tahap awal, tim pelaksana melakukan koordinasi internal untuk merumuskan desain program, menyusun materi pelatihan, serta menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan. Beberapa perangkat keras yang disiapkan antara lain mikrokontroler (Arduino UNO, Arduino Mega, dan NodeMCU ESP8266), sensor kelembaban tanah (*soil moisture sensor*), sensor jarak ultrasonik (untuk pemantauan ketinggian air), serta perangkat pendukung seperti breadboard, kabel jumper, relay dan pompa air. Dari sisi perangkat lunak, tim menggunakan Arduino IDE untuk pemrograman dan Node-RED untuk monitoring antarmuka. Selain itu, tim juga merancang *pretest* dan *posttest* untuk mengukur tingkat pemahaman peserta sebelum dan sesudah kegiatan.



Gambar 1. Pra Pelaksanaan Pelatihan dan Praktik Smart Farming

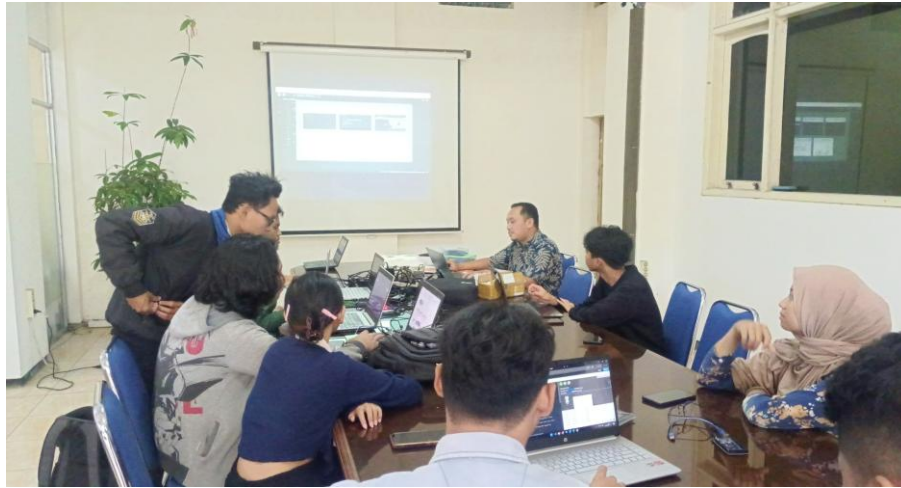
3.2. Tahap Pelaksanaan

Tahap ini merupakan inti dari kegiatan pengabdian masyarakat. Pelaksanaan terdiri atas kombinasi antara sesi ceramah, demonstrasi, praktik langsung, dan pendampingan intensif. Materi disampaikan secara bertahap agar mudah dipahami oleh peserta, dengan pendekatan yang aplikatif dan kontekstual.

Sesi pertama dimulai dengan pengenalan konsep *Internet of Things* (IoT) serta potensinya dalam dunia pertanian. Peserta dikenalkan dengan berbagai jenis mikrokontroler dan prinsip kerja sensor. Selanjutnya, peserta diberikan pelatihan pemrograman dasar menggunakan Arduino IDE, termasuk konfigurasi koneksi jaringan pada modul NodeMCU ESP8266. Pada sesi berikutnya, peserta diajarkan bagaimana membaca data dari sensor kelembaban tanah dan sensor jarak ultrasonik, lalu mengirimkannya ke antarmuka Node-RED melalui protokol MQTT.

Setelah peserta memahami dasar-dasar teknis, mereka dibimbing untuk merancang dan merakit perangkat smart farming secara kelompok. Perangkat yang telah dirakit kemudian diuji coba secara langsung di lahan pertanian yang telah disediakan

oleh mitra. Uji coba ini mencakup pemantauan kelembaban tanah secara *real-time*, water level dalam tandon (toren) dan visualisasi data melalui smartphone atau komputer.



Gambar 2. Pelatihan Pemrograman Mikrokontroller Untuk Smart Farming



Gambar 3. Perakitan Perangkat Smart Farming.

3.3. Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi menjadi bagian penting dalam menilai efektivitas pelaksanaan program pelatihan. Evaluasi ini dilakukan dengan menggunakan dua pendekatan yang saling melengkapi, yakni pendekatan kuantitatif dan kualitatif, untuk mendapatkan gambaran menyeluruh terkait perkembangan pemahaman serta kesiapan peserta dalam mengimplementasikan materi yang telah diberikan.

Pendekatan pertama dilakukan melalui pengukuran nilai pretest dan posttest. Sebelum pelatihan dimulai, peserta diberikan serangkaian soal yang mengukur pemahaman dasar mereka terkait konsep *Internet of Things* (IoT), khususnya dalam konteks penerapan pada sistem smart farming. Setelah seluruh sesi pelatihan selesai, peserta kembali diberikan soal dengan tingkat kesulitan yang sepadan untuk mengukur peningkatan kompetensi mereka. Hasil dari evaluasi ini menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada sebagian besar peserta, baik dalam aspek konseptual maupun keterampilan teknis, seperti pemrograman sensor, pengolahan data, serta integrasi perangkat keras dan lunak dalam sistem pertanian berbasis teknologi.

Pendekatan kedua dalam tahap evaluasi dilakukan secara kualitatif, dengan mengedepankan metode diskusi dan refleksi kelompok sebagai sarana untuk mengevaluasi proses pembelajaran secara holistik. Kegiatan ini dilaksanakan dalam bentuk forum terbuka yang mendorong partisipasi aktif dari seluruh peserta. Dalam sesi ini, peserta diajak untuk merefleksikan pengalaman belajar mereka, mengidentifikasi tantangan yang dihadapi selama pelatihan, serta mengevaluasi kemungkinan penerapan teknologi smart farming di konteks lokal masing-masing.

Metode refleksi kelompok dinilai efektif dalam menggali pemahaman mendalam, karena memungkinkan peserta untuk mengekspresikan ide, berbagi pengalaman, dan membangun pemahaman kolektif. Seperti dijelaskan oleh Brookfield (1995), refleksi kritis adalah komponen penting dalam pembelajaran orang dewasa karena mendorong peserta untuk mengaitkan pengetahuan baru dengan pengalaman mereka sebelumnya, serta mempertanyakan asumsi yang mendasari tindakan mereka.

Pada konteks pelatihan ini, diskusi kelompok tidak hanya membahas aspek teknis seperti pemrograman sensor, integrasi perangkat IoT, dan pengelolaan data, tetapi juga menyentuh faktor-faktor non-teknis yang memengaruhi implementasi teknologi, seperti kesiapan infrastruktur, ketersediaan sumber daya manusia, dan aspek sosial-ekonomi petani. Hal ini sejalan dengan pandangan Röling dan Wagemakers (1998), yang menekankan pentingnya pendekatan partisipatif dalam inovasi pertanian, karena keberhasilan adopsi teknologi tidak hanya ditentukan oleh kecanggihan teknologinya, tetapi juga oleh sejauh mana teknologi tersebut sesuai dengan kebutuhan dan konteks lokal pengguna.

Pendampingan intensif tetap dilakukan sepanjang pelatihan hingga tahap evaluasi akhir, guna memastikan bahwa seluruh peserta memiliki kesempatan belajar yang setara dan mampu menyelesaikan proyek secara mandiri. Secara keseluruhan, pendekatan kualitatif dalam evaluasi ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai keberhasilan program pelatihan, baik dari sisi penguasaan materi teknis maupun kesiapan peserta untuk mengaplikasikannya secara nyata. Evaluasi semacam ini tidak hanya berfungsi sebagai tolok ukur keberhasilan kegiatan, tetapi juga sebagai fondasi penting bagi perbaikan dan pengembangan program pelatihan yang berkelanjutan dan kontekstual.

4. Hasil dan Pembahasan

Pelaksanaan pelatihan berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam konteks pertanian cerdas (*smart farming*) menunjukkan hasil yang menggembirakan. Berdasarkan evaluasi pretest dan posttest, seluruh peserta mengalami peningkatan pemahaman yang signifikan. Rata-rata peningkatan nilai mencapai 40%, mencerminkan lonjakan kemampuan peserta dalam memahami konsep dasar hingga implementasi teknis sistem IoT di bidang pertanian. Peningkatan ini mencakup aspek teoretis, seperti pemahaman sensor dan arsitektur IoT, serta aspek praktis, termasuk pengkodean dan integrasi perangkat keras.

Salah satu capaian konkret dari pelatihan ini adalah keberhasilan peserta dalam merancang dan membangun sistem *smart farming* sederhana yang dapat diimplementasikan secara langsung di lahan pertanian mitra. Sistem ini dirancang untuk memantau dua parameter penting dalam pengelolaan pertanian, yakni kelembaban tanah dan ketinggian air tandon untuk penyiraman lahan. Kedua parameter ini dipilih karena berperan vital dalam menentukan efisiensi penggunaan air dan keberlangsungan pertumbuhan tanaman, terutama pada lahan pertanian yang bergantung pada sistem irigasi terbuka atau tadah hujan.

Tabel 1. Hasil Evaluasi Pretest dan Posttest

Nama Peserta	Pretest (%)	Posttest (%)
Naulan Darmawan	45	93
Anastasya Nosaresti B.	50	90
Fajar Nur Waradana	40	83
Muhamad Masyhuri	55	88
Akbar Atma Riyahtha	48	87
Isna Saharal Fitrah	45	85
Kusumawan Dwi Adita	47	86
Rizky Fajar Maulana	54	93
Dito Aldiano Pratama	52	95
Achmad Syamsul Arifin	45	90
Cahyo Kurniawan	48	90

Sensor yang digunakan terintegrasi dengan mikrokontroler dan dikonfigurasi untuk mengirimkan data secara real-time ke dashboard visual berbasis Node-RED, sebuah platform pengembangan alur kerja IoT yang bersifat open-source dan fleksibel. Visualisasi data ini memudahkan petani atau pengguna akhir dalam memantau kondisi lahan secara langsung melalui perangkat digital, seperti smartphone atau komputer. Dengan demikian, pengambilan keputusan dapat dilakukan secara lebih cepat dan berbasis data aktual, misalnya dalam menentukan waktu penyiraman atau menilai kondisi lahan saat musim tanam.

Implementasi sistem ini dilakukan secara kolaboratif di lahan pertanian milik mitra lokal yang telah berkomitmen mendukung pengembangan pertanian berbasis teknologi. Kegiatan ini sekaligus menjadi laboratorium terbuka bagi peserta untuk menguji langsung sistem yang mereka rancang, sekaligus melakukan kalibrasi dan perbaikan teknis berdasarkan kondisi lapangan. Proses ini juga menumbuhkan semangat kolaboratif antara peserta, fasilitator, dan mitra petani, memperkuat prinsip bahwa inovasi teknologi yang berkelanjutan harus teruji dan berakar pada konteks lokal.



Gambar 4. Pemasangan Perangkat Smart Farming.



Gambar 5. Membaca Data Sensor dengan Antarmuka Node-RED Melalui Protokol MQTT



Gambar 6. Evaluasi dan Pendampingan Kegiatan Pelatihan Smart Farming.

Lebih dari sekadar peningkatan kognitif, pelatihan ini juga mendorong peserta untuk berpikir sistematis, kritis, dan solutif dalam menghadapi tantangan nyata di sektor pertanian. Hasil pelatihan ini menunjukkan bahwa dengan pendekatan pembelajaran berbasis proyek (*project-based learning*), mahasiswa mampu tidak hanya memahami teori, tetapi juga menerapkannya dalam bentuk sistem kerja yang fungsional dan bermanfaat langsung bagi masyarakat.

Dampak sosial dari kegiatan ini adalah meningkatnya literasi digital mahasiswa, kesiapan menghadapi era pertanian modern, dan kontribusi langsung terhadap masyarakat agraris. Secara tidak langsung, kegiatan ini juga memotivasi mahasiswa untuk terlibat dalam riset terapan. Potensi hilirisasi dari kegiatan ini sangat besar. Sistem yang dikembangkan dapat dikomersialisasikan dalam bentuk paket alat monitoring pertanian murah dan mudah digunakan. Hal ini membuka peluang kerja sama dengan petani lokal dan UMKM berbasis teknologi.

4. Kesimpulan

Kegiatan pelatihan ini terbukti efektif dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa terkait teknologi IoT dan penerapannya di bidang pertanian. Peserta mampu merancang sistem smart farming sederhana dengan monitoring real-time.

Disarankan agar kegiatan serupa dapat dikembangkan dengan topik lanjutan seperti kendali otomatis irigasi dan integrasi *cloud computing* untuk pengolahan data pertanian.

Ucapan Terimakasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada STMIK PPKIA Pradnya Paramita atas dukungan tempat, fasilitas termasuk lahan pertanian, dana hibah dana pengabdian, serta semua pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan kegiatan ini.

Referensi

- [1] Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2017). Big data in smart farming – A review. *Agricultural Systems*, 153, 69–80.
- [2] Kamilaris, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2018). Deep learning in agriculture: A survey. *Computers and Electronics in Agriculture*, 147, 70–90.
- [3] Miorandi, D., Sicari, S., De Pellegrini, F., & Chlamtac, I. (2012). Internet of things: Vision, applications and research challenges. *Ad Hoc Networks*, 10(7), 1497–1516.
- [4] Ojha, T., Misra, S., & Raghuwanshi, N. S. (2015). Wireless sensor networks for agriculture: The state-of-the-art in practice and future challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 118, 66–84.
- [5] Brookfield, S. D. (1995). *Becoming a Critically Reflective Teacher*. Jossey-Bass.
- [6] Röling, N., & Wagemakers, M. A. E. (1998). *Facilitating Sustainable Agriculture: Participatory Learning and Adaptive Management in Times of Environmental Uncertainty*. Cambridge University Press.