

Pelatihan Internet of Things (IoT) Berbasis Mikrokontroler untuk Meningkatkan Literasi Teknologi dan Keterampilan Praktik Mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer Universitas Rokania

Ridwan¹, Detri Amelia Chandra², Muslim³, Elyandri Prasiwiningrum⁴, Sri Wahyudi⁵, Jufri⁶
Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Rokania^{1,2,3,4,5,6}

Email: ridwan.psp2018@gmail.com¹, detriamelia@rokania.ac.id², muslimpkuuu@gmail.com³,
epasiwiningrum@gmail.com⁴, sriwahyudi.sl@gmail.com⁵, jufri@rokania.ac.id⁶

Abstract : *This community service activity aims to improve technological literacy and practical skills of students of the Faculty of Computer Science through microcontroller-based Internet of Things (IoT) training. The activity was conducted using an educational, participatory, and project-based practice approach involving 30 students. The training materials included basic IoT concepts, ESP32 microcontroller configuration, sensor and actuator integration, Arduino IDE programming, wireless communication, real-time monitoring, and simple dashboard testing. Data were collected through observation, pre-test and post-test, practical assignments, participant responses, and documentation. The results showed an increase in students' understanding and practical competence. The average score increased from 54.2 in the pre-test to 86.1 in the post-test, with an improvement of 31.9%. Students became more capable of explaining IoT architecture, assembling basic circuits, reading sensor data, uploading programs to microcontrollers, and presenting monitoring results through a simple web-based dashboard. Overall, this training was effective in strengthening IoT literacy, computational thinking, and hands-on competence among students. The activity also confirms that microcontroller-based IoT practice is relevant as a contextual learning strategy for preparing students to face technological developments in the digital industry..*

Keywords: *Internet of Things, microcontroller, ESP32, technology literacy, practical skills.*

Abstrak : Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan literasi teknologi dan keterampilan praktik mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer melalui pelatihan penerapan Internet of Things (IoT) berbasis mikrokontroler. Kegiatan dilaksanakan dengan pendekatan edukatif, partisipatif, dan praktik berbasis proyek yang melibatkan 30 mahasiswa. Materi pelatihan meliputi konsep dasar IoT, konfigurasi mikrokontroler ESP32, integrasi sensor dan aktuator, pemrograman menggunakan Arduino IDE, komunikasi nirkabel, pemantauan data real-time, dan pengujian dashboard sederhana. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi, pre-test dan post-test, tugas praktik, respon peserta, serta dokumentasi kegiatan. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan pemahaman dan keterampilan praktik mahasiswa. Rata-rata nilai peserta meningkat dari 54,2 pada pre-test menjadi 86,1 pada post-test dengan persentase peningkatan sebesar 31,9%. Mahasiswa menjadi lebih mampu menjelaskan arsitektur IoT, merangkai rangkaian dasar, membaca data sensor, mengunggah program ke mikrokontroler, dan menampilkan hasil monitoring melalui

dashboard web sederhana. Secara keseluruhan, pelatihan ini efektif dalam memperkuat literasi IoT, berpikir komputasional, dan kompetensi praktik mahasiswa. Kegiatan ini juga menegaskan bahwa praktik IoT berbasis mikrokontroler relevan digunakan sebagai strategi pembelajaran kontekstual untuk menyiapkan mahasiswa menghadapi perkembangan teknologi industri digital.

Kata Kunci: *Internet of Things, microcontroller, ESP32, literasi teknologi, keterampilan prakti.*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital mendorong perguruan tinggi untuk menyiapkan mahasiswa yang tidak hanya memahami konsep komputasi, tetapi juga mampu menghubungkan perangkat fisik, jaringan, data, dan aplikasi secara terpadu. Internet of Things (IoT) menjadi salah satu teknologi penting karena memungkinkan objek fisik seperti sensor, aktuator, dan mikrokontroler saling terhubung untuk mengumpulkan, mengirim, serta mengolah data secara real-time. Dalam konteks pendidikan, IoT memberikan peluang untuk menghadirkan pembelajaran yang lebih kontekstual, interaktif, dan berbasis pengalaman langsung (Ghashim & Arshad, 2023; Tsiapanitis et al., 2025).

Mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer perlu memiliki literasi teknologi yang memadai agar mampu mengikuti perubahan kebutuhan industri digital. Literasi teknologi tidak hanya dimaknai sebagai kemampuan menggunakan perangkat, tetapi juga kemampuan memahami cara kerja sistem, membaca data, melakukan pemecahan masalah, serta mengambil keputusan berdasarkan hasil pengujian teknologi. Kayyali (2024) menegaskan bahwa literasi digital di perguruan tinggi berperan penting dalam menyiapkan mahasiswa menghadapi kebutuhan dunia kerja masa depan. Selain itu, pemanfaatan teknologi cerdas di institusi pendidikan tinggi dapat mendukung pengembangan kompetensi berkelanjutan apabila diterapkan secara terarah (Shishakly et al., 2024).

Dalam pembelajaran komputer, mata kuliah yang berkaitan dengan pemrograman, sistem tertanam, jaringan komputer, dan rekayasa perangkat lunak sering kali masih dipahami secara terpisah. Akibatnya, sebagian mahasiswa memahami kode program tetapi belum terbiasa melihat hubungan antara perangkat keras, sensor, koneksi internet, pengolahan data, dan visualisasi hasil. Padahal, IoT menuntut kemampuan integratif karena mahasiswa harus memahami alur kerja dari pengambilan data pada sensor hingga data tersebut dapat ditampilkan pada aplikasi atau dashboard.

Mikrokontroler seperti ESP32 menjadi media yang relevan untuk memperkenalkan IoT karena memiliki harga relatif terjangkau, mendukung koneksi Wi-Fi, mudah diprogram, dan dapat digunakan untuk berbagai proyek sederhana. Penggunaan training kit berbasis mikrokontroler terbukti mendukung proses pembelajaran praktik karena mahasiswa dapat melihat secara langsung hubungan antara instruksi program dan respons perangkat fisik. Habibi dan Buditjahjanto (2024) menemukan bahwa penggunaan IoT microcontroller training kit berpengaruh terhadap capaian belajar kognitif, sedangkan Eliza et al. (2025) menunjukkan bahwa perangkat pelatihan mikrokontroler dapat meningkatkan motivasi belajar, partisipasi aktif, keterlibatan, dan kepercayaan diri peserta.

Beberapa kegiatan pengabdian terbaru juga menunjukkan bahwa pelatihan IoT berbasis praktik mampu meningkatkan pemahaman teknologi dan keterampilan peserta. Qolbiyah et al. (2025) melaporkan

bahwa pelatihan IoT berbasis STEM dapat mengembangkan kompetensi digital siswa dan guru. Dinata et al. (2025) menunjukkan bahwa pelatihan dasar IoT menggunakan ESP32 membantu peserta mengenal perangkat IoT, memahami alur komunikasi data, dan membangun aplikasi dasar seperti monitoring sensor. Saputra et al. (2025) juga menegaskan bahwa pembelajaran berbasis proyek dengan IoT dapat digunakan untuk menghasilkan produk sederhana yang dekat dengan kebutuhan nyata.

Meskipun demikian, penerapan IoT dalam pembelajaran tidak lepas dari tantangan. Tantangan yang sering muncul antara lain keterbatasan perangkat, kesiapan jaringan internet, kemampuan awal peserta yang beragam, serta kesulitan dalam menghubungkan konsep pemrograman dengan perangkat keras. Moreira et al. (2024) menunjukkan bahwa pemanfaatan IoT dalam kegiatan sekolah perlu didukung oleh perangkat yang murah, terbuka, dan panduan didaktik yang jelas. Mustafa et al. (2024) juga menekankan bahwa integrasi teknologi dalam pembelajaran memerlukan dukungan infrastruktur, kesiapan pengguna, dan strategi implementasi yang sesuai dengan konteks lembaga.

Berdasarkan kondisi tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dalam bentuk pelatihan penerapan Internet of Things berbasis mikrokontroler bagi mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer. Kegiatan ini dirancang untuk memberikan pengalaman langsung kepada mahasiswa dalam merangkai perangkat, membaca sensor, mengunggah program, menguji koneksi, dan menampilkan data melalui dashboard sederhana. Dengan demikian, mahasiswa tidak hanya memperoleh pengetahuan teoritis, tetapi juga keterampilan praktik yang dapat digunakan sebagai dasar pengembangan proyek IoT lanjutan.

Tujuan kegiatan ini adalah untuk meningkatkan literasi teknologi dan

keterampilan praktik mahasiswa melalui pelatihan IoT berbasis mikrokontroler. Secara khusus, kegiatan ini diarahkan untuk: (1) meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang konsep dan arsitektur IoT; (2) melatih mahasiswa menggunakan ESP32 dan sensor dasar; (3) meningkatkan keterampilan pemrograman mikrokontroler dan pengujian perangkat; serta (4) membangun kepercayaan diri mahasiswa dalam mengembangkan prototipe IoT sederhana.

METODE

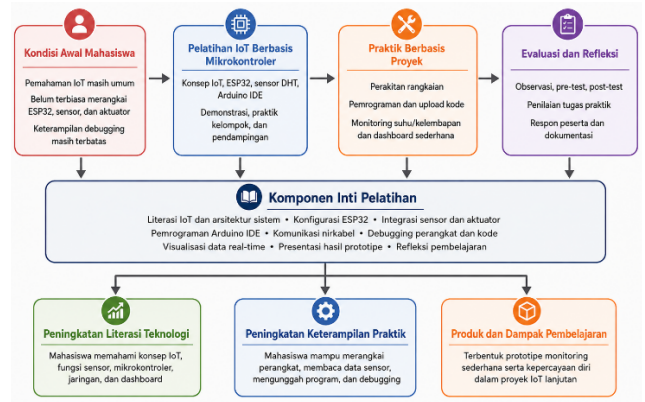
Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menggunakan pendekatan deskriptif dengan model pelatihan edukatif, partisipatif, dan berbasis proyek. Pendekatan ini dipilih karena pelatihan tidak hanya bertujuan menyampaikan materi, tetapi juga membimbing peserta agar mampu mempraktikkan langsung penerapan IoT berbasis mikrokontroler. Model pelatihan berbasis proyek relevan karena memberikan kesempatan kepada peserta untuk memecahkan masalah nyata melalui perancangan, implementasi, pengujian, dan evaluasi produk sederhana. Auliyani et al. (2025) menegaskan bahwa project-based learning yang terintegrasi dengan STEM dapat mendorong keterlibatan peserta, penguasaan konsep, dan kemampuan menyelesaikan masalah secara kolaboratif.

Kegiatan dilaksanakan di lingkungan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Rokania pada bulan Februari 2026. Peserta kegiatan berjumlah 30 mahasiswa yang sedang atau telah menempuh mata kuliah dasar pemrograman, pemrograman web, jaringan komputer, atau mata kuliah terkait perangkat keras dan sistem tertanam. Pemilihan peserta dilakukan secara purposive karena kegiatan ditujukan kepada mahasiswa yang membutuhkan penguatan keterampilan praktik dan literasi teknologi IoT.

Perangkat yang digunakan dalam pelatihan meliputi laptop peserta, mikrokontroler ESP32, sensor suhu dan kelembapan DHT11/DHT22, LED, resistor, breadboard, kabel jumper, kabel USB, jaringan Wi-Fi, Arduino IDE, serta dashboard monitoring sederhana. Materi pelatihan disusun secara bertahap mulai dari pengenalan konsep IoT, pengenalan pin ESP32, instalasi board manager dan library, penulisan program dasar, pembacaan data sensor, pengiriman data, hingga pengujian tampilan monitoring.

Tahapan kegiatan terdiri atas tiga bagian, yaitu persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Pada tahap persiapan, tim pelaksana melakukan identifikasi kebutuhan peserta, penyusunan modul, penyiapan alat dan bahan, serta pengujian rangkaian sebelum pelatihan. Pada tahap pelaksanaan, kegiatan dilakukan melalui penyampaian materi, demonstrasi, praktik kelompok, pendampingan debugging, presentasi hasil, dan refleksi. Pada tahap evaluasi, peserta mengikuti pre-test dan post-test, menyelesaikan tugas praktik, serta mengisi lembar respon kegiatan.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi, pre-test dan post-test, penilaian tugas praktik, angket respon peserta, dan dokumentasi kegiatan. Data kuantitatif dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan rata-rata nilai pre-test dan post-test. Data kualitatif dari observasi dan respon peserta dianalisis melalui pengelompokan temuan berdasarkan keterlibatan peserta, kendala teknis, kemampuan menyelesaikan proyek, dan respon terhadap manfaat pelatihan. Hasil analisis digunakan untuk menggambarkan efektivitas pelatihan dalam meningkatkan literasi teknologi dan keterampilan praktik mahasiswa:



Gambar 1 : Kerangka Berpikir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan pelatihan penerapan IoT berbasis mikrokontroler berjalan dengan baik dan memperoleh respon positif dari peserta. Kegiatan diawali dengan penjelasan mengenai konsep dasar IoT, arsitektur sistem, dan contoh penerapan IoT dalam kehidupan sehari-hari, seperti monitoring suhu, smart home, sistem pertanian cerdas, dan pemantauan lingkungan. Pada tahap awal, peserta diberi pemahaman bahwa IoT tidak hanya berkaitan dengan perangkat keras, tetapi merupakan integrasi antara sensor, mikrokontroler, jaringan, penyimpanan data, aplikasi, dan visualisasi informasi.

Berdasarkan hasil observasi awal, sebagian besar peserta telah mengenal istilah IoT tetapi belum pernah merangkai perangkat IoT secara langsung. Beberapa peserta pernah menggunakan Arduino atau ESP32 secara terbatas, namun belum memahami alur lengkap mulai dari pembacaan sensor hingga pengiriman data ke dashboard. Kondisi ini menunjukkan bahwa pelatihan berbasis praktik sangat dibutuhkan agar mahasiswa memperoleh pengalaman nyata. Temuan ini sejalan dengan Tsipianitis et al. (2025) yang menyatakan bahwa perangkat IoT memiliki potensi pendidikan karena mampu menghubungkan konsep abstrak dengan pengalaman belajar konkret.



Gambar 2 : Kegiatan Pemberian Materi Konsep Dasar IoT dan Mikrokontroler

Pada sesi praktik pertama, peserta diperkenalkan dengan komponen dasar seperti ESP32, sensor DHT, LED, resistor, breadboard, dan kabel jumper. Peserta kemudian dibimbing untuk memahami fungsi pin, cara menghubungkan sensor, serta prinsip dasar pembacaan data. Kegiatan ini membantu mahasiswa memahami bahwa kesalahan kecil seperti salah memilih pin, kabel tidak terpasang sempurna, atau library belum terinstal dapat menyebabkan sistem tidak berjalan. Melalui proses tersebut, peserta belajar bahwa praktik IoT membutuhkan ketelitian, kemampuan membaca skema, dan kesabaran dalam melakukan pengujian.

Pada sesi praktik kedua, peserta melakukan pemrograman ESP32 menggunakan Arduino IDE. Program yang dibuat meliputi pembacaan suhu dan kelembapan, kontrol LED, serta tampilan data melalui serial monitor. Setelah program berhasil dijalankan, peserta diarahkan untuk melakukan modifikasi sederhana, seperti mengubah interval pembacaan data, menambahkan kondisi peringatan suhu, dan menampilkan status perangkat. Aktivitas ini memperkuat pemahaman mahasiswa mengenai hubungan antara logika program dan perilaku perangkat fisik. Habibi dan Buditjahjanto (2024) menunjukkan bahwa penggunaan training kit IoT dalam

pembelajaran mikrokontroler dapat mendukung peningkatan capaian kognitif, terutama karena peserta belajar melalui interaksi langsung dengan perangkat.

Pada sesi praktik lanjutan, peserta diarahkan membuat prototipe monitoring suhu dan kelembapan sederhana. Data sensor ditampilkan melalui serial monitor dan dapat dikembangkan menuju dashboard sederhana. Peserta juga diperkenalkan pada konsep pengiriman data melalui koneksi Wi-Fi agar memahami karakteristik IoT yang menghubungkan perangkat fisik dengan sistem berbasis jaringan. Kegiatan ini memperlihatkan bahwa mahasiswa mulai mampu menghubungkan konsep pemrograman, jaringan, dan visualisasi data dalam satu alur kerja. Eliza et al. (2025) menjelaskan bahwa penggunaan perangkat pelatihan mikrokontroler yang dirancang dengan baik dapat meningkatkan motivasi, partisipasi, keterlibatan, dan kepercayaan diri peserta dalam pembelajaran praktik.

Tabel 1. Perubahan Kondisi Peserta Sebelum dan Sesudah Pelatihan

No	Aspek	Sebelum Kegiatan	Sesudah Kegiatan
1	Pemahaman konsep IoT	Peserta mengenal istilah IoT secara umum	Peserta memahami arsitektur IoT, fungsi sensor, mikrokontroler, jaringan, dan dashboard
2	Kemampuan merangkai perangkat	Belum terbiasa menggunakan ESP32, sensor, dan breadboard	Mampu merangkai sensor dasar dan melakukan pengecekan koneksi perangkat
3	Pemrograman mikrokontroler	Masih terbatas pada contoh kode sederhana	Mampu mengunggah program, membaca data sensor, dan melakukan modifikasi kode

4	Debugging perangkat	Cenderung bingung ketika rangkaian atau kode error	Mampu mengidentifikasi kesalahan pin, library, koneksi, dan logika program
5	Visualisasi data	Belum memahami cara menampilkan data sensor	Mampu menampilkan data melalui serial monitor dan memahami konsep dashboard sederhana
6	Kepercayaan diri praktik	Sebagian peserta ragu memulai proyek perangkat keras	Lebih percaya diri membuat prototipe IoT sederhana secara berkelompok

Tabel 1 menunjukkan adanya perubahan positif pada beberapa aspek utama. Sebelum kegiatan, peserta masih memahami IoT secara umum dan belum terbiasa menghubungkan perangkat keras dengan pemrograman. Setelah kegiatan, peserta mulai memahami bahwa IoT memerlukan keterpaduan antara komponen fisik, logika program, koneksi jaringan, dan pengolahan data. Perubahan paling menonjol terlihat pada kemampuan merangkai perangkat, melakukan debugging, dan memahami alur pembacaan data sensor.

Kegiatan pelatihan juga menunjukkan bahwa pembelajaran IoT lebih mudah dipahami ketika peserta bekerja dalam kelompok kecil. Setiap kelompok membagi peran, seperti perancang rangkaian, penulis kode, penguji perangkat, dan pencatat hasil. Pola kerja ini mendorong kolaborasi dan komunikasi teknis antar peserta. Qolbiyah et al. (2025) menegaskan bahwa pelatihan IoT berbasis STEM dapat mengembangkan kompetensi digital melalui kegiatan yang mengintegrasikan konsep teknologi, praktik, dan penyelesaian masalah. Dalam kegiatan ini, kolaborasi kelompok menjadi salah satu faktor yang membantu peserta menyelesaikan prototipe secara lebih efektif.

Beberapa kendala teknis muncul selama pelatihan, antara lain perangkat tidak terdeteksi pada komputer, kesalahan pemilihan board ESP32, library sensor belum terpasang, kabel jumper longgar, dan koneksi Wi-Fi tidak stabil. Kendala tersebut tidak dianggap sebagai hambatan semata, tetapi menjadi bagian dari proses belajar. Peserta dibimbing untuk membaca pesan error, memeriksa port, mengecek wiring, dan memperbaiki logika program. Proses debugging ini penting karena praktik IoT tidak dapat dipisahkan dari kemampuan menyelesaikan masalah teknis secara bertahap.

Hasil evaluasi melalui pre-test dan post-test menunjukkan peningkatan pemahaman peserta. Penilaian dilakukan pada enam indikator, yaitu pemahaman konsep IoT, pemahaman mikrokontroler ESP32, kemampuan merangkai sensor dan aktuator, kemampuan pemrograman dasar, kemampuan debugging, dan kemampuan membuat prototipe monitoring sederhana. Hasil evaluasi disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Pre-Test dan Post-Test Peserta Pelatihan

No	Indikator Penilaian	Pre-Test	Post-Test	Peningkatan (%)
1	Pemahaman konsep dasar IoT	55	87	32%
2	Pemahaman fungsi mikrokontroler ESP32	54	86	32%
3	Kemampuan merangkai sensor dan aktuator	52	84	32%
4	Kemampuan pemrograman dasar mikrokontroler	53	85	32%
5	Kemampuan debugging	51	83	32%

	perangkat dan kode			
6	Kemampuan membuat prototipe monitoring sederhana	60	92	32%
Rata-rata		54,2	86,1	31,9%

Berdasarkan Tabel 2, rata-rata nilai peserta meningkat dari 54,2 pada pre-test menjadi 86,1 pada post-test. Peningkatan sebesar 31,9% menunjukkan bahwa pelatihan memberikan dampak positif terhadap pemahaman dan keterampilan praktik mahasiswa. Indikator dengan skor akhir tertinggi terdapat pada kemampuan membuat prototipe monitoring sederhana. Hal ini menunjukkan bahwa peserta lebih mudah memahami konsep IoT ketika materi disajikan melalui aktivitas praktik yang menghasilkan produk nyata.

Peningkatan kemampuan peserta juga terlihat dari hasil tugas praktik. Sebagian besar kelompok mampu menjalankan sensor, menampilkan data pada serial monitor, dan menjelaskan hubungan antara sensor, program, dan output data. Peserta juga mampu menjelaskan penyebab error yang mereka alami, seperti kesalahan wiring, library, atau koneksi perangkat. Temuan ini sejalan dengan Dinata et al. (2025) yang menyatakan bahwa pelatihan IoT menggunakan ESP32 dapat membantu peserta memahami perangkat, komunikasi data, dan implementasi aplikasi dasar. Selain itu, Saputra et al. (2025) menunjukkan bahwa penerapan proyek IoT dapat menghasilkan produk sederhana yang meningkatkan pemahaman peserta terhadap teknologi aplikatif.



Gambar 3 : Presentasi Hasil Prototipe IoT oleh Peserta

Dari sisi literasi teknologi, peserta mulai memahami bahwa IoT bukan sekadar perakitan alat, tetapi juga berkaitan dengan kemampuan membaca data, memahami konektivitas, dan merancang sistem yang dapat menyelesaikan masalah. Pada sesi refleksi, peserta menyampaikan bahwa praktik langsung membantu mereka memahami hubungan antara mata kuliah pemrograman, jaringan komputer, dan sistem tertanam. Hal ini memperkuat pandangan Ghashim dan Arshad (2023) bahwa IoT dalam pendidikan dapat memperkaya pengalaman belajar karena menghubungkan lingkungan fisik dengan sistem digital.

Pelatihan ini juga memberikan implikasi bagi pembelajaran di Fakultas Ilmu Komputer. Dosen dapat menjadikan proyek IoT sederhana sebagai media pembelajaran lintas mata kuliah, misalnya pada dasar pemrograman, algoritma, jaringan komputer, sistem digital, sistem tertanam, dan rekayasa perangkat lunak. Namun, integrasi IoT perlu disertai panduan praktik yang jelas, ketersediaan perangkat, dan rubrik penilaian yang tidak hanya menilai produk akhir, tetapi juga proses perancangan, ketepatan rangkaian, kualitas kode, kemampuan debugging, dan kemampuan menjelaskan hasil.

Secara umum, kegiatan pengabdian ini menunjukkan bahwa pelatihan IoT berbasis mikrokontroler relevan untuk meningkatkan literasi teknologi dan keterampilan praktik mahasiswa. Meskipun demikian, kegiatan ini masih memiliki keterbatasan, terutama pada

durasi pelatihan yang relatif singkat, jumlah perangkat yang terbatas, dan ketergantungan pada jaringan internet. Oleh karena itu, kegiatan lanjutan perlu dilakukan melalui pendampingan proyek yang lebih panjang, penyusunan modul praktikum IoT, serta pengembangan laboratorium mini berbasis ESP32 yang dapat digunakan secara berkelanjutan oleh mahasiswa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat, pelatihan penerapan Internet of Things berbasis mikrokontroler bagi mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer berjalan dengan efektif dan memperoleh respon positif dari peserta. Kegiatan ini mampu meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang konsep IoT, fungsi mikrokontroler ESP32, integrasi sensor dan aktuator, pemrograman dasar, debugging perangkat, serta pembuatan prototipe monitoring sederhana.

Hasil pre-test dan post-test menunjukkan adanya peningkatan rata-rata nilai peserta dari 54,2 menjadi 86,1 dengan persentase peningkatan sebesar 31,9%. Peningkatan ini menunjukkan bahwa pendekatan pelatihan yang edukatif, partisipatif, dan berbasis proyek mampu memperkuat literasi teknologi serta keterampilan praktik mahasiswa. Selain itu, peserta menjadi lebih percaya diri dalam merangkai perangkat, membaca data sensor, mengunggah program, dan menjelaskan hasil proyek IoT yang dibuat.

Pelatihan ini menegaskan bahwa IoT berbasis mikrokontroler dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran kontekstual di Fakultas Ilmu Komputer. Penggunaan ESP32 dan sensor sederhana memungkinkan mahasiswa memahami hubungan antara perangkat keras, pemrograman, jaringan, dan visualisasi data. Oleh karena itu, kegiatan serupa perlu dilanjutkan melalui

pendampingan proyek lanjutan, penyusunan modul praktikum, penguatan laboratorium IoT, serta integrasi proyek IoT ke dalam mata kuliah yang relevan agar keterampilan mahasiswa berkembang secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Auliyani, D., Azwar, A., & Musthafa, B. (2025). A systematic literature review of project-based learning integrated with STEM education: Examining implementation strategies, outcomes, and challenges. *Jurnal Visi Ilmu Pendidikan*, 17(1), 214–231. <https://doi.org/10.26418/jvip.v17i1.85610>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). SAGE Publications.
- Dinata, I., Firmansyah, F., & Setiawan, I. (2025). Pelatihan dasar IoT menggunakan ESP32 bagi siswa SMK NU Tasikmalaya. *Jurnal Teknologi Informasi Untuk Masyarakat*, 3(2), 372–382. <https://doi.org/10.29408/jt.v3i2.33357>
- Eliza, F., Candra, O., Mukhaiyar, R., Fadli, R., & Wibowo, Y. E. (2025). Development of a microcontroller training kit to increase student learning motivation. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 15(3), 22319–22326. <https://doi.org/10.48084/etasr.10142>
- Ghashim, I. A., & Arshad, M. (2023). Internet of Things (IoT)-based teaching and learning: Modern trends and open challenges. *Sustainability*, 15(21), 15656. <https://doi.org/10.3390/su152115656>
- Habibi, M. W., & Buditjahjanto, I. G. P. A. (2024). Impact of training kit-based Internet of Things to learn microcontroller viewed in cognitive domain. *TEM Journal*,

- 13(2), 1157–1166.
<https://doi.org/10.18421/TEM132-30>
- Kayyali, M. (2024). Digital literacy in higher education: Preparing students for the workforce of the future. *International Journal of Information Science and Computing*, 11(1), 53–73.
<https://doi.org/10.30954/2348-7437.1.2024.6>
- Moreira, F. T., Vairinhos, M., & Ramos, F. (2024). Teachers' perceptions about IoT technologies in school activities. *Educational Media International*, 61(1–2), 184–197.
<https://doi.org/10.1080/09523987.2024.2358655>
- Mustafa, F., Nguyen, H. T. M., & Gao, X. (2024). The challenges and solutions of technology integration in rural schools: A systematic literature review. *International Journal of Educational Research*, 126, 102380.
<https://doi.org/10.1016/j.ijer.2024.102380>
- Qolbiyah, N. S., Istiqomah, I., Suratman, F. Y., Patriananda, T., Kirana, T. P., Nelson, G., & Sari, N. (2025). Pelatihan Internet of Things berbasis STEM untuk pengembangan kompetensi digital siswa dan guru SMA. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 9(4), 3984–3994.
<https://doi.org/10.31764/jmm.v9i4.32947>
- Saputra, H. T., Tauladan, I. S., Apriwandi, Sujana, T., Harimardika, M. R., Jondya, A. G., & Firdaus. (2025). Penerapan pembelajaran berbasis proyek menggunakan Internet of Things (IoT) pada pembuatan tong sampah otomatis di SMK Negeri 1 Tuah Kemuning, Indragiri Hilir. *BATOBO: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1), 120–128.
<https://doi.org/10.31258/batobo.3.1.120-128>
- Shishakly, R., Almaiah, M. A., Lutfi, A., & Alrawad, M. (2024). The influence of using smart technologies for sustainable development in higher education institutions. *International Journal of Data and Network Science*, 8(1), 77–90.
<https://doi.org/10.5267/j.ijdns.2023.10.015>
- Tsipianitis, D., Misirli, A., Lavidas, K., & Komis, V. (2025). IoT devices and their impact on learning: A systematic review of technological and educational affordances. *IoT*, 6(3), 45.
<https://doi.org/10.3390/iot6030045>