

Edukasi IOT Untuk Meningkatkan Kemampuan Pengembang Software dan Hardware Secara Fundamental pada MTs Mathlaul Anwar Pamulang

Makhsun¹, Mardiyanto², Aditya Komara³, Hanif Ramadhan⁴, Mochamad Yusuf⁵,
Ahmad Zaid⁶, Rosyaida Saara Hellena⁷, Panggih Tribowo⁸, Eka Windriyani^{9*}

¹²³⁴⁵⁶⁷⁸⁹Fakultas Pascasarjana, Program Studi Teknik Informatika S-2, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Banten, Indonesia

Email: ¹dosen00345@unpam.ac.id, ²dosen00027@unpam.ac.id, ³email@adityakomara.id,
⁴h4nif.ramadhan@gmail.com, ⁵twodollaryus@gmail.com, ⁶ahmadzaid917@gmail.com,
⁷hellena811117@gmail.com, ⁸panggihtribowo@gmail.com, ⁹ekawindriyani.unpam@gmail.com*
(* : coresponding author)

Abstrak—Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini bertujuan untuk meningkatkan literasi teknologi dan kemampuan dasar Internet of Things (IoT) pada siswa Madrasah Tsanawiyah (MTs) Mathlaul Anwar Pamulang. Rendahnya pemahaman siswa terhadap konsep elektronika dasar dan logika pemrograman menjadi permasalahan utama yang perlu segera ditangani, mengingat IoT merupakan kompetensi penting dalam menghadapi tantangan Revolusi Industri 4.0. Kegiatan ini dirancang dalam bentuk workshop edukatif berbasis praktik (project-based learning) menggunakan perangkat ESP32, sensor cahaya (LDR), dan lampu LED sebagai media simulasi sistem input-output. Metode pelaksanaan meliputi sosialisasi, penyampaian teori dasar elektronika, pelatihan pemrograman dasar menggunakan logika if-else, serta pendampingan pembuatan proyek mini berupa sistem lampu otomatis berbasis intensitas cahaya. Evaluasi kegiatan dilakukan melalui pre-test dan post-test untuk mengukur peningkatan pemahaman siswa, observasi praktik rangkaian IoT, serta kuesioner untuk mengetahui respon peserta. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan kemampuan siswa dalam memahami konsep digital input-output dan analog input-output, serta meningkatnya minat siswa terhadap teknologi IoT. Program ini diharapkan dapat menjadi model pembelajaran praktis yang dapat direplikasi guru di sekolah serta mendukung penguatan kompetensi teknologi sejak dini.

Kata Kunci: Pengabdian Masyarakat; Internet of Things; ESP32; Elektronika Dasar; Project-based learning

Abstract—This Community Service Program (PKM) aims to enhance technological literacy and fundamental Internet of Things (IoT) skills among students of Madrasah Tsanawiyah (MTs) Mathlaul Anwar Pamulang. The main problem identified is the low understanding of basic electronics concepts and programming logic among students, despite the increasing importance of IoT competencies in the era of the Fourth Industrial Revolution. This program was designed as a practical, project-based learning workshop using ESP32 microcontrollers, light sensors (LDR), and LED indicators as simulation media for input-output systems. The implementation stages included outreach, delivery of basic electronics theory, introductory programming training using simple if-else logic, and assistance in developing a mini project involving an automatic lighting system based on light intensity detection. Evaluation was conducted using pre-tests and post-tests to measure the improvement in students' understanding, practical observation of IoT circuit assembly, and questionnaire responses to assess participants' engagement. The results showed a significant improvement in students' comprehension of digital and analog input-output concepts as well as increased interest in IoT technology. This program is expected to serve as a practical learning model that can be replicated by teachers and contribute to strengthening technological competencies at the secondary education level.

Keywords: Community Service; Internet of Things; ESP32; Basic Electronics; Project-based learning

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah memasuki berbagai aspek kehidupan dan menjadi salah satu kompetensi penting pada era Revolusi Industri 4.0. IoT tidak hanya menghubungkan perangkat fisik dengan internet, tetapi juga memungkinkan terjadinya integrasi antara sistem perangkat keras dan perangkat lunak secara otomatis, *real-time*, dan cerdas. Kemampuan tersebut menjadikan IoT sebagai bidang strategis untuk dipelajari oleh peserta didik sejak jenjang pendidikan menengah, termasuk di tingkat Madrasah Tsanawiyah (MTs). Pembelajaran yang berorientasi pada literasi teknologi dasar, pemrograman, serta pemahaman sensorik diperlukan untuk menyiapkan generasi muda yang mampu beradaptasi dengan perubahan teknologi yang cepat (Pratama & Firmansyah, 2021).

MTs sebagai lembaga pendidikan Islam memiliki tantangan tersendiri dalam memastikan peserta didik tidak tertinggal dalam kompetensi digital. Banyak penelitian menunjukkan bahwa integrasi IoT pada pendidikan tingkat menengah mampu meningkatkan kemampuan berpikir komputasional, kreativitas, serta pemahaman mendasar terhadap rekayasa software dan hardware (Rahman et al., 2020; Fitriani & Nugroho, 2022). Pengenalan teknologi IoT secara terstruktur juga dapat meningkatkan minat siswa terhadap bidang STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), terutama ketika proses pembelajaran dirancang secara praktis dan kontekstual (Susanto & Arifin, 2023).

MTs Mathlaul Anwar Pamulang sebagai salah satu lembaga pendidikan yang berkomitmen dalam pengembangan kompetensi siswa perlu melakukan inovasi pembelajaran melalui edukasi IoT. Kegiatan edukasi ini diharapkan mampu membekali siswa dengan keterampilan dasar seperti pemrograman mikro-kontroler, pemahaman sensor dan aktuator, pengolahan data, serta integrasi perangkat keras dan perangkat lunak. Kompetensi fundamental tersebut menjadi pondasi penting bagi siswa yang kelak ingin melanjutkan studi atau berkarier di bidang teknologi (Hidayat & Sari, 2021).

Selain itu, edukasi IoT di tingkat MTs memiliki nilai strategis dalam membangun kemandirian teknologi dan membentuk profil pelajar yang adaptif serta kompetitif. Dengan pelatihan yang tepat, siswa dapat memahami konsep dasar otomasi, melakukan perakitan sederhana, dan membangun mini-proyek berbasis IoT. Hal ini sejalan dengan arah kebijakan penguatan literasi digital nasional yang menekankan pentingnya pengembangan keterampilan abad 21, termasuk *critical thinking*, *problem solving*, dan *digital skill* (Kemdikbud, 2023).

Dengan demikian, penting untuk mengembangkan program edukasi IoT pada MTs Mathlaul Anwar Pamulang sebagai upaya peningkatan kemampuan fundamental siswa dalam pengembangan software dan hardware. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi kegiatan edukasi IoT dan kontribusinya terhadap peningkatan kompetensi dasar siswa dalam pemrograman serta perakitan perangkat teknologi.

2. METODE PELAKSANAAN

2.1 Tahapan Kegiatan

Metode pelaksanaan menggunakan *Project-based learning* (PBL) yang terdiri dari beberapa tahapan berikut:

2.1.1 Analisis kebutuhan mitra

Mengidentifikasi kesenjangan pemahaman terkait konsep IoT dan dasar elektronika. Mitra (guru dan siswa MTs Mathlaul Anwar Pamulang) berperan aktif dalam pelaksanaan program. Pihak sekolah menyediakan fasilitas ruang kelas/laboratorium untuk praktik. Guru mitra turut mendampingi siswa selama kegiatan berlangsung, sementara siswa berpartisipasi aktif dalam praktik kelompok kecil. Pasca kegiatan, guru diharapkan melanjutkan pembelajaran mandiri menggunakan modul dan perangkat yang telah disediakan.

2.1.2 Desain materi edukasi

Materi pembelajaran meliputi konsep dasar Internet of Things (IoT) sebagai integrasi perangkat fisik yang dilengkapi sensor, aktuator, dan konektivitas internet untuk mengumpulkan serta memproses data secara otomatis, dilanjutkan dengan pemahaman input dan output digital serta analog pada mikrokontroler, termasuk pembacaan logika HIGH-LOW, sinyal analog, dan penggunaan PWM. Peserta juga dikenalkan dengan mikrokontroler ESP32 beserta fitur, pin GPIO, ADC, serta penggunaannya melalui Arduino IDE, kemudian mempelajari sensor cahaya (LDR) yang bekerja berdasarkan perubahan resistansi terhadap intensitas cahaya dan cara membacanya menggunakan ESP32. Sebagai implementasi, peserta mengembangkan proyek mini lampu otomatis yang memanfaatkan data sensor cahaya untuk mengendalikan lampu secara otomatis

berdasarkan kondisi terang dan gelap, sehingga memperkuat pemahaman konsep IoT dan penerapannya secara praktis.

Rancangan alur pelatihan disusun dalam beberapa sesi seperti yang ditunjukkan pada Tabel

Tabel 1. Alur Kegiatan Pelatihan

Waktu	Topik dan Kegiatan
18 Oktober 2025 (09.00 - 10.00)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sosialisasi program kepada siswa, guru, dan pihak sekolah. 2. Pengenalan dasar elektronika (arus, tegangan, resistor, sensor, <i>I/O digital-analog</i>). 3. Pembagian modul pembelajaran.
18 Oktober 2025 (10.00 - 12.00)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Praktik pengenalan mikrokontroler ESP32. 2. Simulasi: Sensor cahaya (<i>input</i>) → ESP32 (proses) → LED 3,3V (<i>output</i>). 3. Latihan logika pemrograman dasar (<i>if-else</i>). 4. Proyek mini: Membuat lampu otomatis berbasis cahaya.
Pasca - Pelatihan	Pendampingan Lanjutan: Guru mitra didorong untuk mengulang praktik bersama siswa lain dengan dukungan modul dan dokumentasi dari tim

2.1.3 Workshop edukasi IoT

Dilaksanakan selama dua jam dengan praktik langsung perakitan rangkaian dan pemrograman logika *if-else*. Prosedur pelaksanaan kegiatan dibagi menjadi tiga tahapan utama, yaitu persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi.

1. Tahap Persiapan

Pada tahap ini, tim pelaksana melakukan survei awal dan observasi ke MTs Mathlaul Anwar Pamulang untuk mengidentifikasi kondisi siswa dan fasilitas sekolah. Dilanjutkan dengan rapat koordinasi tim pengurus untuk pembagian tugas, penentuan jadwal, dan studi literatur untuk penyusunan modul. Tim juga menyiapkan peralatan (ESP32, sensor cahaya, LED, breadboard, laptop) serta platform Blynk untuk simulasi transfer data.

2. Tahap Pelaksanaan

Pelaksanaan dilakukan pada 18 Oktober 2025 di ruang kelas/laboratorium MTs Mathlaul Anwar Pamulang. Kegiatan diawali dengan sosialisasi program dan *pre-test* sederhana untuk mengukur pemahaman awal siswa. Kegiatan inti berupa pelatihan dan pendampingan praktik langsung (ESP32, sensor cahaya, LED, monitoring LCD dan *Blynk*), latihan pemrograman Arduino, dan pembuatan proyek mini lampu otomatis berbasis sensor cahaya.

3. Tahap Evaluasi

Tahap akhir adalah evaluasi, yang terdiri dari pelaksanaan post-test untuk mengukur peningkatan pemahaman siswa setelah pelatihan. Selain itu, dilakukan diskusi bersama guru mengenai keberlanjutan program dan dokumentasi hasil praktik siswa.

2.1.4 Observasi dan evaluasi

Penilaian dilakukan pada aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik menggunakan lembar observasi. Evaluasi keberhasilan program ini difokuskan pada metode observasi langsung secara mendalam selama kegiatan pelatihan berlangsung. Pengamatan ini menilai secara kualitatif tingkat keterlibatan, partisipasi aktif, dan antusiasme siswa selama sesi praktik. Indikator keberhasilan utama yang dicatat oleh tim pelaksana meliputi kemampuan siswa dalam mengikuti instruksi perakitan perangkat, inisiatif mereka dalam mengajukan

pertanyaan relevan, serta kemampuan dasar mereka dalam memecahkan masalah (*troubleshooting*) yang muncul saat mengerjakan proyek mini.

Dengan demikian, observasi ini menjadi tolak ukur utama untuk menilai serapan materi dan peningkatan keterampilan praktis siswa secara langsung di lapangan. Keberlanjutan program diharapkan dapat tercapai melalui pemanfaatan modul pembelajaran oleh guru untuk kegiatan ekstrakurikuler. Selain itu, diharapkan adanya replikasi proyek sederhana dengan variasi sensor lain (misalnya suhu atau kelembaban) dan potensi pengembangan kerjasama lanjutan dengan Universitas Pamulang untuk pembinaan IoT tingkat lanjut.

2.2 Lokasi dan Peserta

Kegiatan dilaksanakan di MTs Mathlaul Anwar Pamulang yang beralamat di Jl. H. Rean No.111 RT.03/01, Benda Baru, Kecamatan Pamulang, Kota Tangerang Selatan. Kegiatan dilaksanakan oleh tim dosen dan mahasiswa dari Magister Teknik Informatika Universitas Pamulang, dengan melibatkan guru serta siswa sebagai peserta utama.pada 18 Oktober 2025 dengan peserta siswa kelas menengah yang dibagi menjadi tiga kelompok.

2.3 Metode Pelatihan

Metode pelatihan yang diterapkan berbasis solusi atas permasalahan mitra, dengan pendekatan *project-based learning* (PBL) menggunakan perangkat ESP32, sensor cahaya, dan LED 3,3V. Pelatihan dirancang untuk memberikan pemahaman dari dasar elektronika hingga implementasi proyek mini.

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil penelitian berdasarkan observasi kualitatif terhadap domain kognitif, afektif, dan psikomotorik peserta didik selama pembelajaran praktik berbasis *project-based learning* (PBL) dengan durasi dua jam. Observasi dilakukan terhadap tiga kelompok, yaitu Kelompok Perempuan, Kelompok Tengah, dan Kelompok Pojok.

3.1 Hasil Observasi Kegiatan

Hasil observasi menunjukkan adanya perbedaan capaian antar kelompok pada masing-masing domain pembelajaran. Untuk memudahkan interpretasi, ringkasan capaian disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 2. Ringkasan Hasil Observasi Kualitatif Tiap Kelompok

Domain	Indikator Utama	Kelompok Perempuan	Kelompok Tengah	Kelompok Pojok
Kognitif	Mengajukan pertanyaan relevan	Cukup	Cukup	Cukup
	Memecahkan masalah sebelum-bertanya	Cukup	Cukup	Sangat
	Mengikuti instruksi	Cukup	Cukup	Sangat
Afektif	Antusiasme dan fokus	Cukup	Cukup	Sangat
	Kerja sama	Cukup	Cukup	Cukup
	Rasa ingin tahu	Cukup	Cukup	Cukup
Psikomotorik	Kelancaran merakit komponen	Cukup	Cukup	Cukup
	Ketelitian sesuai skema	Kurang	Kurang	Cukup

Keterangan: Kurang = skor 1; Cukup = skor 2; Sangat = skor 3

Secara kognitif, seluruh kelompok menunjukkan pemahaman dasar yang cukup, yang tercermin dari kemampuan mengajukan pertanyaan relevan selama kegiatan praktik. Namun demikian, Kelompok Pojok menunjukkan capaian yang lebih tinggi pada indikator pemecahan masalah secara mandiri dan kemampuan mengikuti instruksi, yang mengindikasikan tingkat kemandirian belajar serta pemahaman prosedural yang lebih baik. Pada domain afektif, keterlibatan peserta relatif merata pada aspek kerja sama dan rasa ingin tahu, sementara antusiasme dan fokus belajar lebih menonjol pada Kelompok Pojok, menunjukkan intensitas

keterlibatan yang lebih tinggi selama proses praktik. Sebaliknya, pada domain psikomotorik masih ditemukan keterbatasan, terutama pada aspek ketelitian pemasangan sesuai skema. Meskipun seluruh kelompok menunjukkan kelancaran dasar dalam merakit komponen, Kelompok Perempuan dan Kelompok Tengah masih mengalami kesulitan dalam mencapai presisi perakitan, sehingga domain psikomotorik menjadi aspek yang paling lemah secara umum.

3.2 Pembahasan Hasil

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan *project-based learning* efektif dalam menstimulasi domain afektif peserta didik secara merata. Capaian kerja sama dan rasa ingin tahu pada kategori “Cukup” di seluruh kelompok menegaskan bahwa PBL mampu meningkatkan partisipasi aktif dan minat belajar dalam pembelajaran praktik TIK. Perbedaan performa paling signifikan terlihat pada Kelompok Pojok, yang menunjukkan capaian lebih tinggi pada domain kognitif dan afektif. Kemampuan memahami instruksi dan memecahkan masalah secara mandiri berkorelasi positif dengan capaian psikomotorik mereka, khususnya pada aspek ketelitian perakitan. Temuan ini menunjukkan bahwa penguasaan kognitif dan fokus belajar merupakan faktor penting dalam keberhasilan keterampilan praktik. Sebaliknya, Kelompok Perempuan dan Kelompok Tengah menunjukkan kesenjangan antara pemahaman konseptual dan implementasi teknis. Meskipun memahami langkah kerja dan mampu merakit komponen secara umum, kedua kelompok masih mengalami kesulitan dalam menerapkan skema secara presisi. Hal ini mengindikasikan bahwa durasi praktik dua jam cukup untuk pengenalan konsep dan pembentukan sikap positif, namun belum optimal untuk melatih keterampilan psikomotorik yang membutuhkan ketelitian dan latihan berulang. Dengan demikian, ketelitian pemasangan sesuai skema dapat dijadikan indikator utama serapan materi praktik serta dasar evaluasi untuk perbaikan desain pembelajaran, seperti penambahan waktu praktik, pemberian contoh bertahap, atau pendampingan lebih intensif pada tahap perakitan.

4. KESIMPULAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) yang dilaksanakan dengan metode *project-based learning* (PBL) berhasil mengenalkan konsep dasar Internet of Things (IoT) kepada siswa MTs Mathlul Anwar Pamulang. Pendekatan praktik langsung menggunakan ESP32 dan sensor terbukti efektif dalam menstimulasi domain afektif peserta didik, yang tercermin dari meningkatnya antusiasme, rasa ingin tahu, serta kemampuan bekerja sama dalam tim pada seluruh kelompok.

Namun demikian, hasil evaluasi menunjukkan bahwa durasi sesi praktik selama dua jam belum optimal untuk mengembangkan keterampilan psikomotorik yang menuntut ketelitian, khususnya dalam pemasangan rangkaian sesuai skema. Sebagian besar kelompok masih mengalami kesulitan dalam menerjemahkan diagram menjadi rangkaian fisik secara presisi. Ditemukan pula korelasi positif antara kemampuan kognitif dan keberhasilan psikomotorik, di mana kelompok dengan pemahaman instruksi dan kemampuan pemecahan masalah yang lebih baik menunjukkan hasil perakitan yang lebih optimal. Temuan ini menegaskan perlunya penguatan pemahaman prosedural melalui penambahan waktu praktik, scaffolding bertahap, serta pendampingan intensif pada kegiatan PKM selanjutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian berjudul “*Edukasi IoT untuk Meningkatkan Kemampuan Pengembang Software dan Hardware Secara Fundamental pada MTs Mathlul Anwar Pamulang*” dapat diselesaikan dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada MTs Mathlul Anwar Pamulang atas dukungan dan kesempatan yang diberikan, kepada Bapak/Ibu guru serta seluruh siswa-siswi atas partisipasi aktif selama kegiatan berlangsung, kepada dosen pembimbing dan pihak akademik atas bimbingan dan masukan yang diberikan, serta kepada seluruh rekan yang telah membantu secara langsung maupun

tidak langsung dalam pelaksanaan kegiatan ini. Semoga seluruh dukungan yang diberikan memperoleh balasan yang setimpal dari Allah SWT.

REFERENCES

- Aditya, R., & Fauzi, A. (2024). ESP32 as a modern educational tool for introducing IoT and wireless communication concepts. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 71(1), 45–58.
- Baskoro, F., & Utami, S. (2020). Challenges in teaching abstract concepts in technology to middle school students: A case study in Indonesia. *Asia-Pacific Journal of Education*, 40(3), 321–335.
- Firmansyah, H. (2022). The role of microcontrollers in demystifying physical computing for K-12 education. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 24(2), 150–162.
- Habibie, I., & Anwar, S. (2023). The power of instant visual feedback in STEM learning environments for young adolescents. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 37, 100590.
- Indrawan, G., & Susilo, B. (2025). An integrated model for fundamental IoT education: Combining experiential learning with dual-feedback systems. *Journal of Science Education and Technology*, 34(1), 112–128.
- Kusuma, A. J., & Wibowo, S. (2024). Understanding the spectrum: A pedagogical framework for teaching analog signals in introductory electronics. *IEEE Transactions on Education*, 67(2), 190–198.
- Lestari, P. (2022). Binary logic in practice: A project-based approach to teaching digital input/output to beginners. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 11(1), 25–34.
- Nasution, R. A., & Putri, D. E. (2021). Making data tangible: The use of environmental sensors to enhance concrete understanding in science education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(8), em1998.
- Permana, Y. (2022). The utility of on-device LCDs for real-time debugging and local monitoring in educational robotics. *Journal of Robotics and Mechatronics*, 34(3), 580–587.
- Pratama, I., & Lim, C. P. (2021). IoT as a conceptual bridge: A framework for unifying software and hardware education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 16(1), 1–18.
- Rizky, M., & Setiawan, A. (2023). First principles: The critical role of mastering input/output concepts in physical computing education. *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 9(2), 235–242.
- Santoso, H. B. (2023). Experiential learning in the digital age: A framework for IoT education. *Education and Information Technologies*, 28, 5621–5640.
- Suryani, E. (2024). Strategic relevance of integrating IoT education into the middle school curriculum for future competency. *Indonesian Journal of Educational Review*, 11(1), 78–89.
- Wijaya, T. T., & Siregar, Y. (2022). Beyond consumption: Shifting digital literacy towards creation and innovation in 21st-century education. *Jurnal Pendidikan Terbuka dan Jarak Jauh*, 23(1), 45–57.
- Zahra, F., & Nugraha, A. (2025). Cloud-based visualization for IoT beginners: An evaluation of the Blynk platform in an educational context. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 19(2), 35–150.