Indonesian Journal of Community Services
Vol. 8 No. 2, November 2026
http://jurnal.unissula.ac.id/index.php/ijocs
DOI: http://dx.doi.org/10.30659/ijocs.8.2.235-241

Pelatihan Koding dan Kecerdasan Artifisial Berbasis ESP32 dan LED Dot Matrix Bagi Siswa SMA Negeri 15 Semarang

Coding and Artificial Intelligence Training Using ESP32 and LED Dot Matrix for Students of SMA Negeri 15 Semarang

[1]Sri Mulyono[*], [1]Budi Pramono Jati, [1]Badieah, [1]Mustafa
[1]Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, Indonesia

*Corresponding Author
Prodi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri UNISSULA
E-mail: sri.m@unissula.ac.id

Received:	Revised:	Accepted:	Published:
17 July 2026	23 September 2026	30 October 2026	22 November 2026

Abstrak

Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0 menuntut siswa Sekolah Menengah Atas (SMA) memiliki literasi digital memadai, khususnya dalam koding, Internet of Things (IoT), dan kecerdasan artifisial (KA). Namun, pembelajaran TIK di banyak sekolah masih berfokus pada aplikasi perkantoran dan belum menyentuh keterampilan berpikir komputasional secara aplikatif. Kegiatan pengabdian ini bertujuan meningkatkan keterampilan digital dan minat siswa SMA Negeri 15 Semarang terhadap teknologi melalui pelatihan pembuatan "Jam Digital Cerdas" berbasis mikrokontroler ESP32, modul LED Dot Matrix MAX7219, dan integrasi kecerdasan artifisial (Gemini API). Kegiatan dilaksanakan dengan metode Project Based Learning (PBL) melalui pendekatan joyful, mindful, dan meaningful, terbagi dalam lima tahapan proyek: pengenalan ESP32, penampilan teks pada dot matrix, sinkronisasi waktu melalui NTP, penambahan pesan motivasi lokal, hingga integrasi pesan motivasi berbasis kecerdasan artifisial. Pelatihan diikuti 30 siswa di Laboratorium Komputer SMA Negeri 15 Semarang. Evaluasi dilakukan melalui pre-test dan post-test pada aspek kognitif, lembar observasi unjuk kerja pada aspek psikomotorik, serta lembar observasi sikap pada aspek afektif. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pemahaman siswa terhadap konsep ESP32, komunikasi SPI, NTP, dan API, ditandai kenaikan rata-rata skor kognitif serta tingkat keberhasilan unjuk kerja di atas 80%. Kegiatan ini diharapkan menjadi model pembelajaran koding, IoT, dan KA yang aplikatif dan dapat direplikasi pada sekolah menengah lain.

Kata kunci: ESP32; Internet of Things; kecerdasan artifisial; literasi digital; pengabdian masyarakat

Abstract

Industry 4.0 and Society 5.0 require senior high school students to possess adequate digital literacy, particularly in coding, the Internet of Things (IoT), and artificial intelligence (AI). However, ICT instruction in many schools remains focused on office applications and has not addressed applied computational thinking. This community service activity aimed to improve the digital skills and technological interest of students at SMA Negeri 15 Semarang through training on building a "Smart Digital Clock" based on the ESP32 microcontroller, the MAX7219 LED Dot Matrix module, and AI integration (Gemini API). The activity employed a Project Based Learning (PBL) method with a joyful, mindful, and meaningful approach, divided into five project stages: introducing the ESP32, displaying text on the dot matrix, synchronizing time via NTP, adding local motivational messages, and integrating AI-generated motivational messages. The training involved 30 students at the Computer Laboratory of SMA Negeri 15 Semarang. Evaluation used cognitive pre-tests/post-tests, psychomotor performance-observation sheets, and affective attitude-observation sheets. Results showed improved understanding of ESP32 fundamentals, SPI communication, NTP,

Indonesian Journal of Community Services
Volume 8, No. 2, November 2026
http://jurnal.unissula.ac.id/index.php/ijocs
DOI: http://dx.doi.org/10.30659/ijocs.8.2. 235-241

and API concepts, indicated by a higher average cognitive score and a performance-success rate above 80%. This activity is expected to serve as an applicable model for coding, IoT, and AI learning that can be replicated in other senior high schools.

Keywords: *Artificial intelligence; community service; digital literacy; ESP32; Internet of Things*

PENDAHULUAN

Revolusi Industri 4.0 dan era Society 5.0 telah mengubah cara manusia hidup, belajar, dan bekerja, dengan teknologi digital sebagai fondasi utama. Dalam konteks pendidikan, literasi digital dan keterampilan berpikir komputasional menjadi kompetensi mendasar yang perlu dibekalkan kepada siswa sejak jenjang pendidikan menengah, sejalan dengan kebijakan Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah yang mulai mengintegrasikan mata pelajaran Koding dan Kecerdasan Artifisial (AI) ke dalam kurikulum pendidikan dasar dan menengah sebagai bagian dari penguatan keterampilan abad ke-21 (Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia, 2024).

SMA Negeri 15 Semarang, yang beralamat di Jalan Kedungmundu Raya Nomor 34, Kota Semarang, merupakan salah satu sekolah menengah atas negeri yang memiliki komitmen dalam membentuk karakter dan kecerdasan siswa. Sekolah ini telah memiliki fasilitas laboratorium komputer dan jaringan internet yang memadai. Namun demikian, berdasarkan hasil koordinasi awal antara tim pengabdian dan pihak sekolah, pembelajaran TIK di sekolah ini masih berfokus pada penggunaan dasar komputer dan aplikasi perkantoran, sehingga siswa belum memperoleh pengalaman belajar koding, IoT, maupun kecerdasan artifisial secara aplikatif berbasis proyek nyata.

Permasalahan mitra dapat diringkas pada dua aspek utama. Pertama, aspek pendidikan, yaitu belum tersedianya program pembelajaran koding dan IoT yang terstruktur serta keterbatasan pengalaman guru dan siswa dalam menggunakan perangkat mikrokontroler seperti ESP32. Kedua, aspek literasi teknologi, yaitu kesenjangan antara ketersediaan infrastruktur digital dan pemanfaatannya untuk pengembangan proyek teknologi kreatif berbasis IoT dan kecerdasan artifisial. Jika kondisi ini tidak segera ditangani, siswa berpotensi hanya menjadi pengguna pasif teknologi dan tertinggal dalam penguasaan kompetensi digital yang kini menjadi bekal penting untuk studi lanjut maupun dunia kerja.

Berdasarkan permasalahan tersebut, tim Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) menyelenggarakan kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa pelatihan "Jam Digital Cerdas Berbasis ESP32 dan Kecerdasan Artifisial". Kegiatan ini bertujuan untuk: (1) meningkatkan pemahaman dasar siswa mengenai mikrokontroler ESP32, komunikasi data, dan pemrograman; (2) melatih keterampilan praktik siswa dalam menghubungkan dan memprogram modul LED Dot Matrix MAX7219 melalui platform PictoBlox dan Arduino IDE; (3) memperkenalkan konsep IoT melalui sinkronisasi waktu berbasis Network Time Protocol (NTP); serta (4) memperkenalkan konsep integrasi kecerdasan artifisial melalui pemanfaatan Gemini API untuk menghasilkan pesan motivasi secara otomatis. Kegiatan ini sejalan dengan kegiatan pengabdian serupa yang sebelumnya dilaksanakan tim pada mitra sekolah lain berbasis ESP32 (Mulyono et al., 2024), dan diharapkan dapat menumbuhkan ekosistem pembelajaran teknologi yang berkelanjutan di SMA Negeri 15 Semarang serta menjadi model yang dapat direplikasi di sekolah menengah lain.

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan pada tanggal 11 November 2025 di Laboratorium Komputer SMA Negeri 15 Semarang, dengan sasaran 30 siswa. Kegiatan difasilitasi oleh dosen Program Studi Teknik Informatika UNISSULA yaitu Sri Mulyono dan Mustafa, dibantu oleh mahasiswa dari Komunitas Artificial Intelligence (AI) UNISSULA. Budi Pramono Jati dan Mustafa bertanggung jawab pada dokumentasi kegiatan dan penyusunan panduan, sedangkan Badieah bertanggung jawab pada pelaksanaan pelatihan dan asesmen peserta.



Gambar 1. Pembukaan kegiatan pelatihan "Jam Digital Cerdas Berbasis ESP32 dan Kecerdasan Artifisial" di SMA Negeri 15 Semarang

Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan Project Based Learning (PBL) dengan filosofi pembelajaran joyful, mindful, dan meaningful, yang disusun secara bertahap (scaffolding) melalui lima proyek pembelajaran sebagai berikut.

Tabel 1. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Tahap	Nama Proyek	Aktivitas Utama
1	Pengenalan ESP32 dan Blink	Instalasi board ESP32 pada Arduino IDE/PictoBlox; menyalakan-mematikan LED; memahami struktur setup() dan loop().
2	Pengenalan Dot Matrix MAX7219	Wiring ESP32 ke modul dot matrix (VCC, GND, DIN, CS, CLK); instalasi library MD_MAX72xx dan MD_Parola; menampilkan teks "Halo SMAN 15 Semarang" secara scroll.
3	Jam Digital Real-Time (NTP)	Koneksi WiFi; sinkronisasi waktu melalui NTPClient; menampilkan hari, tanggal, dan jam dengan efek titik dua berkedip menggunakan fungsi millis().
4	Pesan Motivasi Lokal	Penyusunan array teks pesan motivasi; pengaturan pergantian tampilan waktu dan pesan motivasi setiap interval tertentu.
5	Pesan Motivasi berbasis AI (Gemini API)	Koneksi HTTPS ke Gemini API; pengiriman prompt; parsing respons JSON; menampilkan pesan motivasi AI bergantian dengan waktu di dot matrix.

Perangkat keras yang digunakan meliputi komputer/laptop, kabel data USB Type-A ke Type-C, board ESP32 Type-C, kabel jumper female-female, dan modul Dot Matrix MAX7219 4x1. Perangkat lunak yang digunakan meliputi Arduino IDE dan PictoBlox, dengan pustaka (library) MD_Parola, MD_MAX72xx, SPI, NTPClient, WiFi, WiFiUdp, dan ArduinoJson. Partisipasi mitra ditunjukkan melalui kesediaan SMA Negeri 15 Semarang menyediakan ruang

Indonesian Journal of Community Services
Volume 8, No. 2, November 2026
http://jurnal.unissula.ac.id/index.php/ijocs
DOI: http://dx.doi.org/10.30659/ijocs.8.2. 235-241

laboratorium komputer, mendampingi siswa selama pelatihan, serta menandatangani surat pernyataan kesediaan kerja sama pelaksanaan program pengabdian masyarakat. Rangkaian kegiatan meliputi tahap koordinasi dan perizinan, penyusunan materi dan modul pelatihan, pelaksanaan pelatihan tatap muka, pendampingan praktik kelompok kecil, evaluasi hasil belajar, serta sesi refleksi dan showcase karya siswa.



Gambar 2. Suasana pelatihan bersama siswa SMA Negeri 15 Semarang di Laboratorium Komputer

Evaluasi keberhasilan program dilakukan pada tiga aspek, mengacu pada instrumen asesmen yang telah disusun tim pengabdian, yaitu: (1) aspek kognitif, diukur melalui pre-test dan post-test tertulis mengenai konsep ESP32, library MD_MAX72xx/MD_Parola, NTP, dan API; (2) aspek psikomotorik, diukur melalui lembar observasi unjuk kerja pada lima indikator praktik (wiring, upload program, efek titik dua berkedip, pesan motivasi lokal, integrasi API Gemini AI); dan (3) aspek afektif, diukur melalui lembar observasi sikap kerja sama, disiplin, tanggung jawab, kreativitas, dan rasa ingin tahu. Nilai akhir dihitung dengan rumus Nilai Akhir = (0,3 × Kognitif) + (0,4 × Psikomotor) + (0,3 × Afektif). Keberlanjutan program dijaga melalui penyerahan modul pelatihan kepada guru TIK serta rencana pembentukan klub koding sekolah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pelatihan diikuti oleh 30 siswa SMA Negeri 15 Semarang yang terbagi ke dalam beberapa kelompok kecil untuk memudahkan proses pendampingan praktik. Secara umum, seluruh rangkaian kegiatan, mulai dari Project 1 (Blink ESP32) hingga Project 5 (integrasi pesan motivasi AI), berhasil dilaksanakan sesuai rundown yang telah disusun. Antusiasme siswa terlihat tinggi, khususnya pada tahap integrasi kecerdasan artifisial (Gemini API), karena siswa dapat secara langsung melihat bagaimana perangkat IoT sederhana dapat “berkomunikasi” dengan layanan AI di internet.



Gambar 3. Siswa mengunggah program dan menampilkan hasil proyek Jam Digital Cerdas pada modul LED Dot Matrix

Peningkatan Aspek Kognitif

Peningkatan aspek kognitif ditunjukkan pada Tabel 2 Rekapitulasi hasil pre-test dan post-test pada empat indikator materi.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pre-test dan Post-test

Indikator Pemahaman	Pre-test (%)	Post-test (%)	Selisih (%)	N-Gain
Fungsi dan pinout ESP32	48	84	+36	0,69
Komunikasi SPI & library MD_MAX72xx/Parola	40	78	+38	0,63
Konsep NTP dan sinkronisasi waktu	35	80	+45	0,69
Konsep API dan integrasi AI	30	76	+46	0,66
Rata-rata	38,3	79,5	+41,2	0,67

Berdasarkan data pada Tabel 2, rata-rata skor kognitif siswa meningkat dari 38,3 pada pre-test menjadi 79,5 pada post-test, dengan rata-rata N-Gain sebesar 0,67 yang menurut kategori Hake (1998) termasuk dalam kategori "sedang menuju tinggi". Peningkatan paling menonjol terjadi pada indikator pemahaman konsep API dan integrasi AI (+46%), yang menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis proyek nyata (*learning by doing*) efektif dalam memperkenalkan konsep abstrak seperti komunikasi API kepada siswa SMA yang sebelumnya belum familiar dengan topik tersebut.

Capaian Aspek Psikomotorik

Hasil observasi unjuk kerja menunjukkan bahwa rata-rata 26 dari 30 siswa (≈ 87%) berhasil menyelesaikan seluruh tahapan praktik tanpa kesalahan yang berarti, mulai dari wiring ESP32-dot matrix hingga tampilnya pesan motivasi AI pada layar dot matrix. Kendala teknis yang muncul umumnya berkaitan dengan kesalahan pemasangan kabel jumper (miswiring) dan kestabilan koneksi WiFi laboratorium, yang segera dapat diatasi melalui pendampingan langsung oleh fasilitator dan mahasiswa pendamping.

Capaian Aspek Afektif

Observasi sikap menunjukkan tingkat kerja sama dan rasa ingin tahu siswa berada pada kategori "baik" hingga "sangat baik". Siswa aktif berdiskusi dalam kelompok, saling membantu ketika terjadi kendala teknis, dan menunjukkan inisiatif memodifikasi teks pesan motivasi maupun efek animasi tampilan secara mandiri, sebagai bentuk kreativitas tambahan di luar instruksi baku.

Pembahasan

Secara keseluruhan, hasil ini mengindikasikan bahwa pendekatan Project Based Learning yang memadukan perangkat keras (ESP32, dot matrix), perangkat lunak (PictoBlox, Arduino IDE), dan layanan kecerdasan artifisial (Gemini API) mampu meningkatkan pemahaman konsep IoT dan AI secara signifikan dalam waktu pelatihan yang relatif singkat (3 jam pelajaran). Pendekatan bertahap dari proyek sederhana (Blink LED) menuju proyek kompleks (integrasi AI) terbukti efektif menjembatani kesenjangan kemampuan awal siswa yang bervariasi. Temuan ini sejalan dengan kegiatan pengabdian serupa yang sebelumnya dilaksanakan tim pengabdian pada mitra sekolah lain berbasis ESP32 (Mulyono et al., 2024), yang juga menunjukkan peningkatan literasi digital dan talenta digital peserta. Keberlanjutan program didukung melalui penyerahan modul pelatihan dan video tutorial kepada guru TIK SMA Negeri 15 Semarang, sehingga materi dapat diintegrasikan ke dalam kegiatan intrakurikuler maupun ekstrakurikuler sekolah secara mandiri.

Kepala SMA Negeri 15 Semarang menyampaikan apresiasi terhadap pelaksanaan kegiatan ini dan menilai program tersebut relevan dengan tuntutan era digital, serta berharap dapat mendorong terbentuknya generasi siswa yang kreatif, inovatif, dan siap bersaing dalam bidang teknologi. Sebagai tindak lanjut, tim pengabdian dan pihak sekolah menyepakati rencana monitoring keberlanjutan program serta pembentukan klub koding sebagai wadah pengembangan minat siswa terhadap IoT dan AI secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa pelatihan koding, Internet of Things (IoT), dan kecerdasan artifisial dasar berbasis ESP32 dan LED Dot Matrix di SMA Negeri 15 Semarang telah berhasil dilaksanakan dan diikuti oleh 30 siswa. Melalui pendekatan Project Based Learning yang terbagi dalam lima tahapan proyek, siswa memperoleh peningkatan pemahaman konsep (kognitif), keterampilan praktik merangkai dan memprogram perangkat IoT (psikomotorik), serta sikap kerja sama dan rasa ingin tahu terhadap teknologi (afektif). Peningkatan rata-rata skor kognitif sebesar 41,2 poin dan tingkat keberhasilan unjuk kerja di atas 85% menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis proyek nyata efektif digunakan untuk memperkenalkan konsep IoT dan kecerdasan artifisial kepada siswa SMA. Kegiatan ini disarankan untuk dilanjutkan melalui pendampingan berkala dan pembentukan klub koding sekolah, guna menjaga keberlanjutan pembelajaran teknologi di lingkungan SMA Negeri 15 Semarang serta menjadi model yang dapat direplikasi pada sekolah menengah lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Islam Sultan Agung atas dukungan pendanaan internal, serta kepada Kepala Sekolah, guru, dan siswa SMA Negeri 15 Semarang atas kerja sama dan partisipasi aktif selama pelaksanaan kegiatan pengabdian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Espressif Systems. (2023). *ESP32 technical reference manual*. https://www.espressif.com

Arduino. (2024). *Arduino IDE user guide*. https://docs.arduino.cc/

MajicDesigns. (2023). *MD_MAX72xx and MD_Parola library documentation*. https://majicdesigns.github.io

Google AI. (2024). *Gemini API overview*. https://ai.google.dev

NTP.org. (2023). *Network time protocol documentation*. https://www.ntp.org

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, *66*(1), 64–74. https://doi.org/10.1119/1.18809

Mulyono, S., Haviana, S. F. C., Sulaiman, N. S., Yacob, A., & Hermawan, H. M. (2024). Pelatihan IoT berbasis ESP32 bagi SMA Islam Sultan Agung 3 Semarang untuk peningkatan literasi dan talenta digital. *Indonesian Journal of Community Services*, *6*(2), 175–183. https://doi.org/10.30659/ijocs.6.2.175-183

Mulyono, S., & Jati, B. P. (2023). Peningkatan literasi digital Masjid Baiturrahim Taman Setiabudi melalui pengenalan dan pelatihan pengoperasian jam digital sholat berbasis Raspberry Pi. *Indonesian Journal of Community Services*, *5*(1), 53–64. https://doi.org/10.30659/ijocs.5.1.53-64

Mulyono, S., Qomaruddin, M., & Anwar, M. S. (2018). Penggunaan Node-RED pada sistem monitoring dan kontrol green house berbasis protokol MQTT. *Transistor Elektro dan Informatika*, *3*(1), 31–44.

Mulyono, S., Taufik, M., & Taufiqurrohman, M. (2018). Sistem IoT terintegrasi menggunakan flow based programming dengan protokol MQTT dan time series DB. *Transistor Elektro dan Informatika*, *3*, 9–20.

Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. The Autodesk Foundation.

Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia. (2024). *Keputusan Menteri Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia Nomor 021/Kep/Mendikdasmen/2025 tentang Pembelajaran Koding dan Kecerdasan Artifisial pada Pendidikan Dasar dan Menengah*.

Mardiana, Y., Kalsum, T. U., Prahasti, P., Sallaby, A. F., & Iskandar, A. P. (2024). Pemanfaatan Internet of Thing dalam dunia pendidikan Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Kepahiang. *Jurnal Dehasen Untuk Negeri*, *3*(1). https://doi.org/10.37676/jdun.v3i1.5486

Samsugi, S., Damayanti, D., Nurkholis, A., Permatasari, B., Nugroho, A. C., & Prasetyo, A. B. (2021). Internet of Things untuk peningkatan pengetahuan teknologi bagi siswa. *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service*, *2*(2).

Nurtamam, M. E., Santosa, T. A., Tubagus, M., & Rahman, A. (2023). Efektivitas pembelajaran flipped learning berbasis internet of things (IoT) untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa: Meta-analysis. *Innovative: Journal of Social Science Research*, *3*(3).

AI Disclosure

Generative Artificial Intelligence (AI) and AI-assisted technologies were used solely to improve the readability and organization of the manuscript. All outputs generated through these tools were carefully reviewed, edited, and validated by the author to ensure accuracy, completeness, and alignment with the study's original content. The author assumes full responsibility and accountability for the integrity of the work, including its analysis, interpretation, and conclusions. AI tools were not used for data generation, data analysis, or as a substitute for scholarly judgment, and are not listed as authors or co-authors of this study.

Conflict of Interest Statement: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright © 2026 Author(s). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.