

Edukasi *Smart Technology* Melalui *Smart Garden* Hidroponik Berbasis IoT di SMPN 12 Tangerang Selatan

Aa Kurniawan^{1*}, Rengga Erlangga¹, Nurfiqih Nurfiqih¹

¹Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia

dosen02361@unpam.ac.id*

Received: 25/05/2026

Revised: 15/06/2026

Accepted: 17/06/2026

Copyright©2026 by authors. Authors agree that this article remains permanently open access under the terms of the Creative Commons

Abstrak

Perkembangan teknologi digital pada era Revolusi Industri 4.0 mendorong pentingnya peningkatan literasi teknologi sejak usia dini, khususnya dalam bidang *Internet of Things* (IoT). Namun, pemahaman siswa sekolah menengah pertama terhadap konsep dan implementasi IoT masih tergolong rendah karena proses pembelajaran yang cenderung bersifat teoretis dan minim praktik langsung. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan siswa terhadap smart technology melalui implementasi smart garden hidroponik berbasis IoT. Kegiatan dilaksanakan di SMPN 12 Kota Tangerang Selatan dengan melibatkan 30 siswa kelas VIII. Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan *Project-Based Learning* (PjBL) yang dipadukan dengan ceramah interaktif, demonstrasi alat, dan *pembelajaran hands-on*. Media pembelajaran yang digunakan berupa *smart garden* hidroponik berbasis IoT yang memanfaatkan Arduino Uno, NodeMCU ESP8266, sensor TDS, sensor ultrasonik, dan sensor DHT11 untuk *memantau dan mengendalikan* hidroponik secara otomatis. Evaluasi kegiatan dilakukan melalui pre-test, post-test, observasi, dan penilaian aktivitas peserta. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan rata-rata nilai peserta dari 50% pada pre-test menjadi 85% pada post-test dengan nilai *normalized gain* (N-gain) sebesar 0,7 yang termasuk kategori tinggi. Selain itu, hasil observasi menunjukkan bahwa peserta terlibat aktif dalam diskusi, kerja sama kelompok, dan praktik pengoperasian sistem selama kegiatan berlangsung. *Smart garden* hidroponik berbasis IoT juga dapat menjadi media pembelajaran yang membantu siswa memahami konsep *Internet of Things* secara lebih konkret dan kontekstual. Dengan demikian, kegiatan ini memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan literasi digital dan keterampilan teknologi siswa melalui pembelajaran berbasis praktik.

Kata kunci: *Internet of Things*, *smart garden*, hidroponik, Arduino Uno, literasi digital

Abstract

The rapid development of digital technology in the Industry 4.0 era highlights the importance of improving technological literacy from an early age, particularly in

the field of the Internet of Things (IoT). However, junior high school students' understanding of IoT concepts and applications remains limited due to learning processes that are predominantly theoretical and lack hands-on experience. This community service program aimed to enhance students' understanding and skills in smart technology through the implementation of an IoT-based hydroponic smart garden. The program was conducted at SMPN 12 South Tangerang and involved 30 eighth-grade students. The implementation method employed a Project-Based Learning (PjBL) approach combined with interactive lectures, tool demonstrations, and hands-on learning activities. The learning media consisted of an IoT-based hydroponic smart garden utilizing Arduino Uno, NodeMCU ESP8266, TDS sensors, ultrasonic sensors, and DHT11 sensors for automated hydroponic monitoring and control. Program evaluation was conducted through pre-tests, post-tests, observations, and participant activity assessments. The results showed a significant improvement in students' learning outcomes, with the average score increasing from 50% in the pre-test to 85% in the post-test, resulting in a normalized gain (N-gain) score of 0.7, which falls into the high category. Furthermore, observational results indicated that participants actively engaged in discussions, group collaboration, and system operation practices throughout the program. The IoT-based hydroponic smart garden also served as an effective learning medium that helped students understand IoT concepts in a more concrete and contextual manner. Therefore, this program contributed positively to enhancing students' digital literacy and technological skills through practice-oriented learning.

Keywords: Internet of Things, smart garden, Arduino Uno, digital literasi

Pendahuluan

Transformasi teknologi digital telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai sektor kehidupan, termasuk bidang pendidikan. Salah satu teknologi yang berkembang pesat adalah *Internet of Things* (IoT), yaitu konsep yang memungkinkan berbagai perangkat elektronik saling terhubung melalui jaringan internet untuk bertukar data dan dikendalikan secara otomatis. Teknologi IoT telah banyak diterapkan di berbagai bidang, seperti industri, kesehatan, pertanian, dan pendidikan. Dalam dunia pendidikan, pemanfaatan IoT dapat mendukung terciptanya proses pembelajaran yang lebih interaktif, inovatif, dan adaptif terhadap perkembangan teknologi digital (Alam, 2021).

Penerapan teknologi berbasis IoT dalam pembelajaran juga berperan dalam meningkatkan keterampilan abad ke-21, seperti kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan *pemecahan masalah*. Melalui aktivitas praktik, peserta didik tidak hanya memperoleh pemahaman teoritis, tetapi juga mendapatkan pengalaman langsung dalam mengoperasikan perangkat cerdas dan memahaminya dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, pembelajaran berbasis praktik mendukung pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) yang saat ini menjadi salah satu pendekatan penting dalam pendidikan modern (JI & Wu, 2025).

Meskipun penggunaan perangkat digital di kalangan siswa sudah cukup tinggi, pemahaman mengenai konsep dan implementasi IoT masih tergolong rendah. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di SMPN 12 Kota Tangerang Selatan, sebagian besar siswa masih

memanfaatkan teknologi sebagai pengguna tanpa memahami prinsip kerja maupun proses pengembangan sistem berbasis teknologi tersebut. Kondisi ini dipengaruhi oleh metode pembelajaran yang masih didominasi pendekatan teoritis dan belum banyak melibatkan praktik secara langsung (Putra & Rahmawati, 2021).

Kurangnya pengalaman praktik menyebabkan siswa belum terbiasa mengembangkan kreativitas dan kemampuan pemecahan masalah dalam bidang teknologi. Padahal, kemampuan tersebut sangat dibutuhkan agar generasi muda mampu beradaptasi dengan perkembangan era digital. Oleh karena itu, diperlukan kegiatan edukatif yang mampu memperkenalkan teknologi secara lebih aplikatif melalui metode pembelajaran interaktif dan berbasis praktik (Sari & Wijaya, 2022).

Selain itu, SMPN 12 Kota Tangerang Selatan memiliki program pengembangan sekolah hijau dan berkaracter yang didukung melalui berbagai kegiatan edukasi lingkungan dan teknologi. Program tersebut sejalan dengan upaya pengenalan teknologi ramah lingkungan kepada peserta didik sehingga dapat menjadi media pembelajaran yang kontekstual dan aplikatif (Syaiful, 2026). Salah satu bentuk implementasi yang relevan adalah penerapan *smart garden* hidroponik berbasis IoT yang mengintegrasikan teknologi sensor, mikrokontroler, dan sistem pemantauan secara *real-time* untuk mendukung pengelolaan tanaman hidroponik.

Smart garden hidroponik berbasis IoT dipilih karena mampu menjadi media pembelajaran yang menggabungkan konsep teknologi digital dengan penerapan nyata dalam pertanian modern. Melalui penggunaan Arduino Uno, NodeMCU ESP8266, sensor TDS, sensor ultrasonik, dan sensor DHT11, siswa dapat mempelajari cara kerja sistem *monitoring* dan pengendalian otomatis secara langsung. Pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep *Internet of Things* sekaligus memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan bermakna.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek berpengaruh positif terhadap peningkatan keterampilan dan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran. Selain itu, pemanfaatan teknologi IoT dalam pendidikan juga terbukti mampu meningkatkan motivasi belajar dan ketertarikan siswa terhadap teknologi modern (Huda & Kurniawan, 2024). Oleh karena itu, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan untuk memperkenalkan konsep dasar *Internet of Things* (IoT), meningkatkan pemahaman dan keterampilan siswa dalam memanfaatkan *smart technology* melalui implementasi *smart garden* hidroponik berbasis IoT, serta memberikan pengalaman belajar berbasis proyek yang mendorong berkembangnya kreativitas, kolaborasi, dan kemampuan pemecahan masalah siswa. Melalui kegiatan ini diharapkan literasi teknologi siswa dapat meningkat sehingga mereka lebih siap menghadapi perkembangan teknologi digital pada era Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0.

Metodologi Pengabdian

Mitra dan Peserta Kegiatan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan untuk memperkenalkan konsep dasar *Internet of Things* (IoT), meningkatkan pemahaman dan keterampilan siswa dalam memanfaatkan *smart technology* melalui implementasi *smart garden* hidroponik berbasis IoT, serta memberikan pengalaman belajar berbasis proyek yang mendorong berkembangnya kreativitas, kolaborasi, dan kemampuan pemecahan masalah siswa. Melalui kegiatan ini

diharapkan literasi teknologi siswa dapat meningkat sehingga mereka lebih siap menghadapi perkembangan teknologi digital pada era Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0.

Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Metode pelaksanaan kegiatan menggunakan pendekatan edukatif berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) yang memadukan ceramah interaktif, demonstrasi, praktik langsung (*hands-on learning*), dan diskusi kelompok. Pendekatan ini dipilih agar siswa tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga memperoleh pengalaman langsung dalam mengoperasikan teknologi IoT.

Pelaksanaan kegiatan dilakukan melalui empat tahapan utama. Tahap pertama adalah persiapan yang meliputi koordinasi dengan pihak sekolah, identifikasi kebutuhan mitra, penyusunan materi pelatihan, serta penyediaan media pembelajaran berupa sistem *smart garden* hidroponik berbasis IoT. Tahap kedua adalah pelaksanaan edukasi melalui penyampaian materi mengenai konsep dasar *Internet of Things*, komponen utama sistem IoT, serta penerapan teknologi IoT dalam kehidupan sehari-hari.

Tahap ketiga berupa demonstrasi dan praktik langsung penggunaan *smart garden* hidroponik berbasis IoT. Pada tahap ini peserta diperkenalkan dengan fungsi sensor, mikrokontroler, serta proses *monitoring* dan pengendalian sistem secara *real-time*. Selanjutnya siswa dibagi ke dalam beberapa kelompok untuk melakukan praktik pengoperasian sistem dan menyelesaikan tugas berbasis proyek sederhana dengan pendampingan tim pelaksana.

Tahap terakhir adalah evaluasi kegiatan untuk mengukur peningkatan pemahaman peserta serta memperoleh umpan balik terhadap pelaksanaan program. Hasil evaluasi digunakan sebagai dasar untuk menilai efektivitas kegiatan dalam meningkatkan literasi teknologi siswa.

Media dan Perangkat Pendukung

Media pembelajaran yang digunakan dalam kegiatan ini berupa prototipe *smart garden* hidroponik berbasis IoT yang terdiri atas Arduino Uno, NodeMCU ESP8266, sensor TDS, sensor ultrasonik, sensor DHT11, pompa air, dan aplikasi *monitoring* berbasis Blynk. Sistem tersebut digunakan sebagai alat bantu pembelajaran untuk memperkenalkan konsep pemantauan dan pengendalian otomatis berbasis *Internet of Things*.

Penggunaan media pembelajaran berbasis proyek ini memungkinkan siswa mengamati secara langsung proses pengumpulan data sensor, pengiriman data melalui jaringan internet, serta mekanisme pengendalian perangkat secara otomatis sehingga konsep IoT menjadi lebih mudah dipahami.



Gambar 1. Rangkaian sensor-sensor

Evaluasi Pelaksanaan

Evaluasi kegiatan ini merupakan tahapan akhir dan penting dari PKM ini. Pada sesi ini, beberapa peserta dipilih untuk mengikuti *pre-test* dan *post-test* pada saat sebelum dan sesudah praktikum. Evaluasi yang digunakan berbentuk kuisisioner berisi lima pertanyaan terkait konsep *Internet of Things* (IoT) dan dasar sistem hidroponik.

Untuk mengukur efektivitas pelaksanaan program, hasil *pre-test* dan *post-test* dibandingkan menggunakan perhitungan deskriptif berdasarkan nilai rata-rata peserta (Sagala, et al., 2025). Adapun peningkatan pemahaman peserta dihitung menggunakan persamaan *normalized gain* (*g*) seperti berikut ini:

$$g = \frac{(\%skor\ post - test) - (\%skor\ pre - test)}{100\% - (\%skor\ pre - test)}$$

Tabel 1. Instrumen Pre-Test dan Post-Test

No	Indikator Yang Di Ukur	Soal Esai
1.	Memahami konsep dasar <i>Internet of Things</i> (IoT)	Jelaskan dengan bahasa Anda sendiri apa yang dimaksud dengan <i>Internet of Things</i> (IoT) dan berikan satu contoh penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.
2.	Memahami fungsi sensor pada sistem IoT	Sebutkan dan jelaskan fungsi sensor yang digunakan pada smart garden hidroponik berbasis IoT dalam kegiatan ini.
3.	Memahami prinsip kerja <i>smart garden</i> hidroponik	Jelaskan bagaimana <i>smart garden</i> hidroponik berbasis IoT dapat membantu proses pemeliharaan tanaman secara otomatis.

4.	Memahami manfaat teknologi IoT	Menurut pendapat Anda, apa manfaat penggunaan teknologi IoT dalam bidang pertanian atau hidroponik? Jelaskan alasan Anda.
5.	Memahami proses <i>monitoring</i> dan pengendalian berbasis internet	Jelaskan bagaimana data dari sensor dapat ditampilkan pada aplikasi <i>monitoring</i> dan digunakan untuk membantu pengambilan keputusan dalam sistem smart garden

Tabel 2. Skor Penilaian Kriteria Jawaban

Skor	Kriteria Jawaban
4	Jawaban lengkap, benar dan menggunakan konsep yang tepat
3.	Jawaban benar tetapi masih kurang lengkap.
2.	Jawaban sebagian benar namun terdapat kekeliruan konsep.
1	Jawaban kurang tepat dan menunjukkan pemahaman yang sangat terbatas.
0	Tidak menjawab atau jawaban tidak sesuai pertanyaan.

Instrumen evaluasi berupa lima soal esai yang dirancang untuk mengukur pemahaman peserta mengenai konsep dasar *Internet of Things* (IoT), fungsi sensor, prinsip kerja *smart garden* hidroponik, manfaat IoT dalam kehidupan sehari-hari, serta proses *monitoring* dan pengendalian berbasis internet. Setiap soal dinilai menggunakan rubrik penilaian dengan rentang skor 0–4 sehingga memungkinkan pengukuran tingkat pemahaman peserta secara lebih komprehensif.

Hasil dan Pembahasan

Pelaksanaan Kegiatan Edukasi

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan pada tanggal 22 April 2026 di SMPN 12 Kota Tangerang Selatan dengan melibatkan 30 siswa kelas VIII. Kegiatan diawali dengan penyampaian materi mengenai konsep dasar *Internet of Things* (IoT), komponen utama sistem IoT, serta contoh penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Materi disampaikan secara interaktif melalui diskusi dan demonstrasi sehingga siswa dapat memahami hubungan antara konsep teoritis dan implementasi teknologi secara nyata.

Setelah sesi penyampaian materi, peserta mengikuti demonstrasi penggunaan *smart garden* hidroponik berbasis IoT yang telah disiapkan oleh tim pelaksana. Pada tahap ini siswa diperkenalkan dengan fungsi sensor, mikrokontroler, serta sistem *monitoring* berbasis internet yang digunakan untuk mengelola kondisi tanaman hidroponik secara otomatis. Antusiasme peserta terlihat dari tingginya partisipasi dalam sesi tanya jawab dan diskusi selama kegiatan berlangsung.

Selanjutnya peserta dibagi ke dalam empat kelompok kecil untuk melakukan praktik

langsung pengoperasian sistem. Melalui pendekatan *hands-on learning* dan *Project-Based Learning* (PjBL), siswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih aktif dibandingkan pembelajaran konvensional yang hanya berorientasi pada teori.

Implementasi Smart Garden Sebagai Media Pembelajaran

Smart garden hidroponik berbasis IoT digunakan sebagai media pembelajaran untuk memperkenalkan konsep pemantauan dan pengendalian otomatis kepada peserta. Sistem yang digunakan memanfaatkan Arduino Uno, NodeMCU ESP8266, sensor TDS, sensor ultrasonik, dan sensor DHT11 untuk memantau kondisi nutrisi, ketinggian air, suhu, serta kelembapan lingkungan secara *real-time*.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan sebelum kegiatan berlangsung, seluruh komponen sistem dapat berfungsi dengan baik sehingga dapat digunakan sebagai media pembelajaran yang mendukung proses edukasi. Sensor TDS menunjukkan tingkat akurasi sebesar 96,48%, sensor ultrasonik sebesar 98,06%, serta sensor DHT11 sebesar 93,4% untuk pengukuran suhu dan 94,4% untuk pengukuran kelembapan. Tingkat akurasi tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan data yang cukup representatif untuk memenuhi kebutuhan pembelajaran.

Penggunaan *smart garden* sebagai media praktik memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual karena siswa dapat mengamati secara langsung bagaimana data sensor dikumpulkan, dikirim melalui internet, dan digunakan untuk mengendalikan perangkat secara otomatis. Kondisi ini membantu siswa memahami konsep *Internet of Things* secara lebih konkret dibandingkan hanya melalui penjelasan teoritis.

Peningkatan Pemahaman Peserta

Evaluasi kegiatan dilakukan menggunakan pre-test dan post-test untuk mengukur peningkatan pemahaman peserta terhadap materi yang diberikan. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan nilai rata-rata peserta dari 50% pada saat pre-test menjadi 85% pada saat post-test. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa peserta mampu memahami materi yang diberikan dengan lebih baik setelah mengikuti kegiatan edukasi. Berikut hasil perbandingannya:

Tabel 3. Hasil Perbandingan *Pre-test* dan *Post-test*

Indikator	Rata-rata <i>Pre-test</i>	Rata-rata <i>Post-test</i>	Peningkatan	Normalized Gain (g)
Hasil Keseluruhan	50%	85%	35%	0,7

Perhitungan menggunakan metode *normalized gain* (N-gain) menghasilkan nilai sebesar 0,7 yang termasuk dalam kategori tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa metode pembelajaran yang memadukan ceramah interaktif, demonstrasi, dan praktik langsung mampu meningkatkan pemahaman peserta secara efektif. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek dan praktik langsung dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran teknologi.

Observasi Kreativitas, Kolaborasi, dan *Problem Solving*

Selain peningkatan pemahaman kognitif, observasi selama kegiatan menunjukkan adanya perkembangan kemampuan kolaborasi dan *problem solving* peserta. Selama praktik berlangsung,

siswa bekerja dalam kelompok untuk mengamati kondisi sistem, menginterpretasikan data sensor, serta mendiskusikan langkah yang harus dilakukan ketika menemukan kondisi yang tidak sesuai dengan parameter yang ditentukan.

Peserta juga menunjukkan kemampuan komunikasi yang baik melalui diskusi kelompok dan presentasi hasil pengamatan. Pada beberapa kelompok terlihat adanya inisiatif untuk mengajukan ide dan solusi terkait pengelolaan sistem hidroponik yang digunakan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek mampu menciptakan lingkungan belajar yang mendorong keterlibatan aktif peserta dalam proses pemecahan masalah.

Meskipun peningkatan kreativitas dan *problem solving* belum diukur menggunakan instrumen kuantitatif khusus, hasil observasi selama pelaksanaan kegiatan menunjukkan bahwa peserta lebih aktif dalam mengeksplorasi fungsi perangkat, berdiskusi, serta mengajukan pertanyaan dibandingkan sebelum sesi praktik dilakukan. Temuan ini mengindikasikan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis IoT berpotensi mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21 yang dibutuhkan dalam era digital.



Gambar 2. Dokumentasi kegiatan

Kesimpulan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa edukasi *smart garden* hidroponik berbasis *Internet of Things* (IoT) di SMPN 12 Kota Tangerang Selatan telah berhasil dilaksanakan dan memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan literasi teknologi siswa. Melalui pendekatan pembelajaran yang memadukan ceramah interaktif, demonstrasi, *hands-on learning*, dan *Project-Based Learning* (PjBL), peserta memperoleh pengalaman belajar yang tidak hanya bersifat teoritis tetapi juga aplikatif melalui praktik langsung penggunaan teknologi IoT.

Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peserta terhadap materi yang diberikan. Nilai rata-rata peserta meningkat dari 50% pada tahap pre-test menjadi 85% pada tahap post-test dengan nilai *normalized gain* (N-gain) sebesar 0,7 yang termasuk kategori tinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode pembelajaran yang diterapkan efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa mengenai konsep dasar *Internet of Things* dan penerapannya pada sistem *smart garden* hidroponik.

Selain peningkatan aspek kognitif, hasil observasi selama kegiatan menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek mendorong keterlibatan aktif peserta dalam diskusi, kerja sama kelompok, dan proses pemecahan masalah selama praktik berlangsung. Penggunaan *smart garden* hidroponik berbasis IoT sebagai media pembelajaran juga membantu siswa memahami penerapan teknologi digital secara lebih konkret dan kontekstual.

Dengan demikian, kegiatan ini berhasil mencapai tujuan untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan siswa dalam mengenal serta memanfaatkan teknologi *Internet of Things* sebagai bagian dari upaya penguatan literasi digital di lingkungan sekolah. Pada kegiatan selanjutnya, evaluasi dapat diperluas dengan menggunakan instrumen yang lebih komprehensif untuk mengukur aspek keterampilan, kreativitas, dan kemampuan pemecahan masalah peserta secara kuantitatif.

Daftar Pustaka

- Alam, T. (2021). Internet of Things and Its Applications in Education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(6), 4-17.
- Huda, M., & Kurniawan, B. (2024). Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Keterampilan Abad 21 Siswa. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi*, 10(2), 101-110.
- Ji, Y., & Wu, F. (2025). Internet of Things-based Learning Model to Enhance Students' Engagement and Learning Outcomes. *Education and Information Technologies*, 30(2), 1-18.
- Pratama, D., & Nugroho, A. (2023). Implementation of IoT-based Hydroponic Smart Farming System. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 7(1), 85-92.
- Putra, A. D., & Rahmawati, L. (2021). Implementasi Internet of Things (IoT) dalam Pembelajaran Berbasis Teknologi di Sekolah Menengah. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 23(1), 12-20.
- Rahman, A., Fadhil, F., & Nugraha, S. (2022). Smart Hydroponic Monitoring System Based on Internet of Things. *Journal of Applied Engineering and Technological Science*, 4(2), 112-120.
- Sagala, A., Panggabean, G. F., Lumbantoruan, D. P., Saragih, A., Sinambela, A., & Silalahi, A. O. (2025). Pengenalan Teknologi Internet of Things (IoT) untuk Sistem Hidroponik di SMKN 1 Pagaran, Kabupaten Tapanuli Utara, Sumatera Utara. *Jurnal Abdi Masyarakat (JAMSI)*, 5, 163-172.
- Sari, N., & Wijaya, R. (2022). Penerapan Smart Technology dalam Pendidikan Berbasis Digital. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 8(3), 210-218.
- Syahputra, M., & Wibowo, E. (2023). Rancang Bangun Smart Garden Berbasis Arduino Uno dan IoT. *Jurnal Teknologi Informatika dan Komputer*, 9(2), 55-63.
- Syaiful, A. (2026, February 13). *radar banten*. Retrieved 2026, from <https://www.radarbanten.co.id/2026/02/13/wali-kota-tangsel-dorong-smpn-12-jadi-lokomotif-sekolah-hijau-dan-berkarakter/>