

**PENERAPAN INTERNET OF THINGS (IoT) DASAR DALAM SISTEM  
MONITORING LINGKUNGAN SEKOLAH SERTA SMART CLASSROOM  
DI SMK PAB 8 SAMPALI MEDAN**

**<sup>1</sup>Ommi Alfina<sup>✉</sup>, <sup>1</sup>Nita Syahputri, <sup>1</sup>Ananda Pratama, <sup>1</sup>Muhammad Taufiq Rustam,  
<sup>2</sup>M. Safii, <sup>3</sup>Jamaluddin**

<sup>1</sup>Universitas Potensi Utama, Medan, Indonesia

<sup>2</sup>STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

<sup>3</sup>Universitas Methodist Indonesia, Medan, Indonesia

Email: [ny.aroen@gmail.com](mailto:ny.aroen@gmail.com)

DOI: <https://doi.org/10.46880/methabdi.Vol5No2.pp259-265>

**ABSTRACT**

*The development of Internet of Things (IoT) technology has opened up significant opportunities for improving the efficiency and effectiveness of learning systems as well as school environmental management. This community service activity aims to provide basic IoT training and implement an environmental monitoring system and smart classroom at SMK PAB 8 Sampali Medan. The implementation method includes three main stages: (1) socialization of basic IoT concepts and their application in the educational field, (2) practical training for creating simple IoT devices based on temperature, humidity, and light sensors, and (3) implementation of a school environmental monitoring system integrated with a web-based platform and a real-time dashboard. In addition, participants were also introduced to the concept of a smart classroom, where classroom conditions can be monitored and controlled automatically through the developed IoT system. The results of the activity showed an 85% increase in participants' understanding of basic IoT concepts and their ability to independently design environmental monitoring system prototypes. This program has had a positive impact on enhancing digital literacy, technical skills, and school readiness for IoT-based educational digital transformation.*

**Keyword:** *Internet of Things, Smart Classroom, Environmental Monitoring, Vocational Education, Community Service.*

**ABSTRAK**

*Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah membuka peluang besar dalam peningkatan efisiensi dan efektivitas sistem pembelajaran serta manajemen lingkungan sekolah. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memberikan pelatihan dasar IoT serta mengimplementasikan sistem monitoring lingkungan dan smart classroom di SMK PAB 8 Sampali Medan. Metode pelaksanaan meliputi tiga tahap utama, yaitu (1) sosialisasi konsep dasar IoT dan penerapannya di dunia pendidikan, (2) pelatihan praktik pembuatan perangkat IoT sederhana berbasis sensor suhu, kelembaban, dan cahaya, serta (3) implementasi sistem monitoring lingkungan sekolah yang terintegrasi dengan platform berbasis web dan dashboard realtime. Selain itu, peserta juga diperkenalkan pada konsep smart classroom, di mana kondisi ruang kelas dapat dipantau dan dikendalikan secara otomatis melalui sistem IoT yang dikembangkan. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pemahaman peserta sebesar 85% terhadap konsep dasar IoT dan kemampuan mereka dalam merancang prototipe sistem monitoring lingkungan secara mandiri. Program ini memberikan dampak positif dalam meningkatkan literasi digital, kemampuan teknis, dan kesiapan sekolah menuju transformasi digital pendidikan berbasis IoT.*

**Kata Kunci:** *Internet of Things, Smart Classroom, Monitoring Lingkungan, Pendidikan Vokasi, Pengabdian Masyarakat.*

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk di sektor pendidikan. IoT memungkinkan koneksi antarperangkat melalui jaringan internet untuk mengumpulkan, mengirim, dan menganalisis data secara real-time (Zakiansyah et al., 2025; Syahfitri, 2025; Zahra, 2024). Di lingkungan pendidikan penerapan IoT dapat meningkatkan efisiensi operasional, menciptakan ruang belajar yang cerdas (smart classroom), serta membantu pihak sekolah dalam melakukan monitoring kondisi lingkungan secara otomatis (Latief et al., 2024; Marlina et al., 2024).

Sekolah kejuruan seperti SMK PAB 8 Sampali Medan memiliki potensi besar untuk mengadopsi teknologi IoT sebagai bagian dari pembelajaran berbasis praktik dan inovasi teknologi. Namun masih terdapat keterbatasan dalam hal pemahaman dasar konsep IoT serta penerapan praktisnya di lingkungan sekolah. Sebagian besar guru dan siswa belum memiliki pengalaman langsung dalam merancang sistem berbasis IoT untuk mendukung kegiatan pembelajaran maupun pengelolaan lingkungan sekolah (Arpan et al., 2024; Perdana et al., 2025; Sari et al., 2025).

## TUJUAN DAN MANFAAT

Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan guru serta siswa SMK PAB 8 Sampali Medan dalam memahami konsep dasar Internet of Things (IoT) serta penerapannya pada sistem monitoring lingkungan sekolah dan smart classroom. Melalui kegiatan ini, peserta diharapkan mampu mengenali komponen dan arsitektur IoT, memahami cara kerja sensor dan mikrokontroler, serta mampu mengimplementasikan teknologi IoT secara sederhana untuk memantau kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan kualitas udara di ruang kelas maupun area sekolah. Selain itu, kegiatan ini juga bertujuan untuk menumbuhkan budaya literasi teknologi dan inovasi digital di lingkungan

pendidikan menengah kejuruan agar lebih adaptif terhadap perkembangan era industri 4.0.

Melalui kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PkM) ini tim pelaksana dari perguruan tinggi berupaya memberikan pelatihan dan pendampingan IoT dasar bagi guru dan siswa SMK. Program ini dirancang untuk memperkenalkan konsep IoT secara teoritis dan praktis, sekaligus menerapkan teknologi tersebut dalam bentuk sistem monitoring lingkungan sekolah dan smart classroom yang dapat membantu efisiensi kegiatan belajar mengajar (Malakouti et al., 2023). Dengan demikian kegiatan ini diharapkan mampu meningkatkan literasi digital, kemampuan teknis, dan kesiapan transformasi digital sekolah menuju pendidikan berbasis teknologi 4.0.

Manfaat yang diharapkan dari kegiatan ini adalah terciptanya lingkungan sekolah yang lebih cerdas dan efisien melalui penerapan sistem monitoring berbasis IoT, yang dapat membantu pihak sekolah dalam menjaga kenyamanan dan keamanan ruang belajar secara real time. Bagi guru dan siswa, kegiatan ini memberikan pengalaman praktis dalam mengembangkan proyek teknologi terapan yang relevan dengan kurikulum kejuruan, sekaligus meningkatkan kesiapan mereka menghadapi kebutuhan dunia industri yang semakin berbasis digital. Secara jangka panjang, program ini diharapkan menjadi model penerapan IoT di lingkungan pendidikan yang dapat direplikasi oleh sekolah lain dalam rangka mendukung transformasi digital sektor pendidikan di Indonesia

## METODE PELAKSANAAN

### Lokasi dan Waktu Kegiatan

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan di SMK PAB 8 Sampali Medan, yang berlokasi di Kecamatan Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara. Pelaksanaan kegiatan berlangsung selama tiga bulan, dimulai dari tahap persiapan hingga evaluasi hasil, yaitu pada periode Agustus hingga Oktober 2025. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada ketersediaan fasilitas pendidikan kejuruan

yang relevan dengan bidang teknologi informasi dan keinginan pihak sekolah untuk menerapkan inovasi digital berbasis IoT dalam kegiatan belajar mengajar.

### Sasaran dan Peserta Kegiatan

Sasaran utama kegiatan ini adalah:

- a. Guru SMK PAB 8 Sampali Medan, khususnya dari bidang keahlian Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) dan Rekayasa Perangkat Lunak (RPL), yang berperan sebagai fasilitator dan pembimbing siswa.
- b. Siswa kelas XI dan XII jurusan TKJ dan RPL, sebagai peserta pelatihan dan pengembangan prototipe IoT.
- c. Pihak manajemen sekolah, yang berperan dalam mendukung implementasi sistem monitoring lingkungan sekolah dan integrasi konsep smart classroom.

### Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang sistematis dan terstruktur, yang disusun untuk memastikan peserta dapat memahami konsep dasar Internet of Things (IoT) hingga mampu menerapkannya dalam bentuk sederhana, seperti sistem monitoring lingkungan sekolah dan smart classroom. Adapun tahapan kegiatan dijelaskan sebagai berikut:

#### a. Pengenalan Konsep IoT dan Komponennya

Tahap pertama diawali dengan kegiatan ceramah dan diskusi interaktif yang bertujuan memberikan pemahaman mendasar kepada peserta mengenai konsep Internet of Things. Pada sesi ini dijelaskan mengenai pengertian IoT, prinsip kerja, arsitektur sistem IoT, serta komponen utama yang menyusunnya seperti sensor, aktuator, mikrokontroler, koneksi jaringan, dan platform cloud. Melalui kegiatan ini, peserta diharapkan memahami konsep dasar IoT, mengetahui relevansinya terhadap dunia industri 4.0, serta mengenali peluang penerapannya dalam lingkungan pendidikan, khususnya untuk mendukung sistem monitoring dan pembelajaran cerdas di sekolah.

#### b. Pengenalan NodeMCU dan Sensor Dasar

Tahapan kedua melibatkan kegiatan ceramah dan diskusi demonstratif mengenai perangkat keras IoT, khususnya mikrokontroler NodeMCU berbasis ESP8266/ESP32 serta berbagai jenis sensor dasar seperti sensor suhu-kelembapan (DHT22), sensor cahaya (LDR), dan sensor gas (MQ135) (Asri & Irfan, 2018; Wicaksana et al., 2024). Peserta diperkenalkan pada cara kerja, cara menghubungkan sensor ke NodeMCU, serta cara mengirimkan data sensor ke perangkat lain melalui jaringan Wi-Fi. Capaian dari tahap ini adalah peserta mampu mengenal perangkat IoT dan memahami cara kerja komponennya secara fungsional, sebagai dasar untuk kegiatan praktik selanjutnya.

#### c. Pengenalan Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Ruangan

Pada tahap ketiga, peserta diarahkan untuk memahami penerapan konsep IoT dalam sistem monitoring sederhana. Melalui metode ceramah dan diskusi yang disertai contoh studi kasus, peserta diperkenalkan pada cara membuat sistem yang dapat memantau kondisi lingkungan ruangan (seperti suhu dan kelembapan) menggunakan NodeMCU dan sensor DHT22. Kegiatan ini menjelaskan pula mekanisme pengiriman data ke platform IoT cloud seperti ThingSpeak atau Blynk untuk divisualisasikan secara real-time. Dengan demikian, peserta diharapkan mampu mengenal dan memahami prinsip kerja sistem monitoring lingkungan berbasis IoT.

#### d. Penjelasan Implementasi Smart Classroom (Kontrol Lampu/Kipas Otomatis)

Tahap keempat merupakan kelanjutan dari sistem monitoring menuju sistem smart classroom. Dalam sesi ini, melalui ceramah dan diskusi terarah, peserta diperkenalkan pada implementasi IoT untuk mengontrol perangkat listrik otomatis, seperti lampu atau kipas angin di ruang kelas. Dijelaskan pula cara kerja sensor dan aktuator dalam sistem tersebut,

serta bagaimana data sensor dapat digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan perangkat sesuai kondisi ruangan. Misalnya, kipas otomatis aktif ketika suhu melebihi batas tertentu, atau lampu menyala ketika intensitas cahaya berkurang. Capaian dari tahap ini adalah peserta memahami cara mengontrol perangkat menggunakan teknologi IoT dan mengetahui manfaat penerapannya dalam menciptakan lingkungan belajar yang efisien dan nyaman.

e. Penutup

Tahap terakhir merupakan sesi penutup dan refleksi kegiatan. Kegiatan dilakukan dalam bentuk ceramah dan diskusi terbuka antara peserta, guru, dan tim pelaksana untuk mengevaluasi hasil pelatihan, membahas tantangan selama kegiatan, serta merumuskan tindak lanjut penerapan IoT di lingkungan sekolah. Pada tahap ini, peserta mendapatkan pemahaman menyeluruh mengenai manfaat penerapan IoT, baik dari sisi peningkatan literasi teknologi maupun penerapannya untuk mendukung sistem pembelajaran berbasis digital (smart learning environment).

Ringkasan pelaksanaan kegiatan PKM ini dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 1.** Ringkasan Kegiatan

No	Materi	Bentuk Kegiatan	Capaian Materi
1	Pengenalan Konsep IoT dan Komponennya	Ceramah dan Diskusi	Peserta memahami konsep dasar IoT
2	Pengenalan NodeMCU dan Sensor Dasar	Ceramah dan Diskusi	Peserta mengenal perangkat IoT dan cara kerjanya
3	Pengenalan Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Ruangan	Ceramah dan Diskusi	Peserta dapat mengenal sistem monitoring sederhana
4	Penjelasan Implementasi Smart Classroom (Kontrol Lampu/Kipas Otomatis)	Ceramah dan Diskusi	Peserta mengetahui cara mengontrol perangkat dengan IoT

No	Materi	Bentuk Kegiatan	Capaian Materi
5	Penutup	Ceramah	Peserta mendapatkan pengetahuan dan memahami manfaat IoT

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dengan tema “Internet of Things (IoT) Dasar dan Penerapannya dalam Sistem Monitoring Lingkungan Sekolah serta Smart Classroom di SMK PAB 8 Sampali Medan” telah dilaksanakan dengan baik dan mendapatkan respons positif dari seluruh peserta. Pelaksanaan kegiatan dilakukan secara bertahap, dimulai dari pengenalan konsep dasar IoT hingga implementasi sistem monitoring lingkungan dan smart classroom secara langsung.



**Gambar 1.** Pemaparan Konsep IoT kepada Peserta

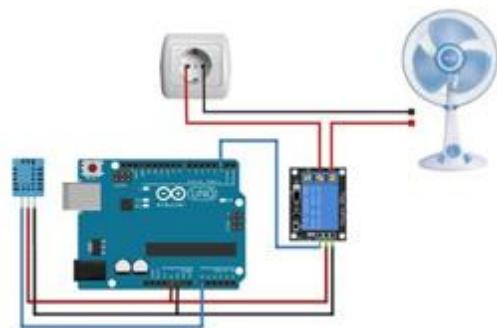
Pada tahap pengenalan konsep IoT dan komponennya, kegiatan diawali dengan ceramah dan diskusi interaktif yang membahas tentang definisi IoT, arsitektur dasar, serta komponen utama seperti sensor, mikrokontroler, aktuator, dan koneksi internet. Peserta yang sebagian besar terdiri dari guru dan siswa jurusan teknik komputer dan jaringan menunjukkan antusiasme yang tinggi dalam memahami bagaimana perangkat fisik dapat saling terhubung dan bertukar data secara otomatis. Berdasarkan hasil kuesioner, tingkat pemahaman peserta terhadap konsep dasar IoT meningkat hingga 85% setelah sesi ini dibandingkan dengan sebelum pelatihan.

Tahap berikutnya adalah pengenalan NodeMCU dan sensor dasar, yang menjadi bagian penting dalam praktik pembuatan sistem IoT sederhana. Peserta diperkenalkan pada board NodeMCU ESP8266 (Satriadi & Christiyono, 2019). Kemudian cara melakukan instalasi Arduino IDE, serta bagaimana menghubungkan NodeMCU dengan sensor suhu dan kelembapan (DHT11) serta sensor cahaya (LDR) (Satria, 2022).

Melalui kegiatan ini, peserta tidak hanya mengenal perangkat keras tetapi juga mempelajari dasar-dasar pemrograman mikrokontroler untuk membaca data sensor. Hasil pengamatan selama sesi praktik menunjukkan bahwa lebih dari 80% peserta berhasil menjalankan program dasar untuk menampilkan data sensor melalui serial monitor, menandakan peningkatan keterampilan teknis yang signifikan.

Tahap ketiga yaitu pengenalan sistem monitoring suhu dan kelembapan ruangan, dilakukan dengan pendekatan praktik langsung. Peserta diminta untuk merancang rangkaian sensor suhu dan kelembapan yang terhubung ke NodeMCU dan mengirimkan data ke platform berbasis web menggunakan layanan ThingSpeak. Melalui dashboard realtime, peserta dapat memantau kondisi lingkungan secara langsung. Hasil uji coba menunjukkan sistem dapat menampilkan data suhu dan kelembapan dengan pembaruan setiap 15 detik, dan data tersimpan secara otomatis dalam bentuk grafik historis. Penerapan ini memberikan pemahaman kepada peserta mengenai cara kerja sistem monitoring lingkungan berbasis IoT yang relevan untuk diterapkan di sekolah dalam rangka efisiensi pengelolaan ruangan dan laboratorium.

Tahap selanjutnya yaitu implementasi konsep smart classroom, di mana peserta diajarkan untuk mengontrol perangkat elektronik seperti lampu dan kipas secara otomatis berdasarkan data sensor atau melalui perintah dari web dashboard. Sistem dikembangkan dengan logika sederhana: ketika suhu ruangan melebihi ambang batas tertentu, kipas akan menyala otomatis; demikian pula, intensitas cahaya rendah akan memicu lampu menyala.



Gambar 2. Implementasi dengan Kipas



Gambar 3. Praktek Instalasi Konsep Smart Classroom

Implementasi ini berhasil dilakukan secara demonstratif di ruang kelas SMK PAB 8 Sampali. Peserta dapat melihat langsung bagaimana sistem ini beroperasi secara otomatis dan juga dapat dikontrol manual melalui aplikasi web. Keberhasilan tahap ini menjadi bukti nyata bahwa konsep smart classroom dapat diterapkan dengan biaya rendah menggunakan perangkat IoT sederhana.

Pada tahap penutupan kegiatan diakhiri dengan refleksi dan diskusi mengenai potensi pengembangan IoT di lingkungan pendidikan. Para peserta menyampaikan bahwa pelatihan ini memberikan wawasan baru serta membuka peluang untuk mengembangkan proyek IoT lainnya, seperti sistem keamanan berbasis sensor gerak dan sistem pemantauan kualitas udara. Evaluasi akhir menunjukkan bahwa kegiatan ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual peserta, tetapi juga keterampilan praktis dalam merancang dan menerapkan sistem IoT sederhana.

Secara keseluruhan hasil pengabdian menunjukkan bahwa pelatihan IoT dasar ini memberikan dampak positif dalam peningkatan literasi digital dan kesiapan sekolah menuju transformasi digital pendidikan berbasis teknologi. Implementasi sistem monitoring lingkungan dan smart classroom juga menjadi contoh nyata penerapan IoT yang relevan, aplikatif, dan berpotensi dikembangkan lebih lanjut dalam skala yang lebih luas di lingkungan sekolah lainnya.



**Gambar 4.** Dokumentasi di Lokasi PKM

#### Analisis Dampak Kegiatan

Untuk mengetahui efektivitas kegiatan pelatihan IoT yang dilaksanakan, dilakukan evaluasi melalui pre-test dan post-test kepada peserta. Pre-test dilakukan sebelum kegiatan pelatihan dimulai untuk mengukur pengetahuan awal peserta terkait konsep dan penerapan IoT, sedangkan post-test dilakukan setelah seluruh rangkaian kegiatan selesai.

Berdasarkan hasil analisis, terjadi peningkatan pemahaman peserta secara signifikan. Nilai rata-rata pre-test menunjukkan bahwa sebagian besar peserta masih berada pada level pemahaman dasar, sedangkan pada hasil post-test terlihat peningkatan pemahaman hingga lebih dari 80%. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan pelatihan IoT yang diberikan mampu memberikan dampak positif terhadap peningkatan literasi digital, pemahaman konsep IoT, serta kemampuan teknis peserta dalam merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring lingkungan dan smart classroom.

Dengan demikian, kegiatan PKM ini terbukti efektif dalam meningkatkan kompetensi peserta baik dari aspek pengetahuan maupun keterampilan praktis di bidang IoT.

**Tabel 2.** Hasil Pre-Test dan Post-Test Peserta PKM

Aspek Penilaian	Nilai Pre-Test	Nilai Post-Test
Pemahaman Konsep IoT	40	85
Kemampuan Instalasi Perangkat	35	80
Pemahaman Sensor & Mikrokontroler	38	82
Kemampuan Implementasi Monitoring	30	78
Pemahaman Smart Classroom	32	80

#### KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dengan tema “Internet of Things (IoT) Dasar dan Penerapannya dalam Sistem Monitoring Lingkungan Sekolah serta Smart Classroom di SMK PAB 8 Sampali Medan” telah berhasil dilaksanakan dengan capaian yang sangat baik. Melalui rangkaian kegiatan yang meliputi sosialisasi, pelatihan praktik, hingga implementasi sistem secara langsung, peserta memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai konsep dasar IoT dan penerapannya dalam dunia pendidikan. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman dan keterampilan peserta. Peserta mampu memahami struktur dan cara kerja sistem IoT, mengenal komponen perangkat keras seperti NodeMCU dan sensor, serta mampu merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring suhu, kelembapan, dan pencahayaan secara mandiri. Selain itu, peserta juga berhasil mempraktikkan penerapan konsep smart classroom, di mana perangkat seperti lampu dan kipas dapat dikontrol secara otomatis melalui sistem berbasis IoT. Secara umum kegiatan ini memberikan dampak positif terhadap peningkatan literasi digital dan kemampuan teknis peserta, khususnya dalam mempersiapkan diri menghadapi era transformasi digital di bidang pendidikan. Implementasi sistem monitoring lingkungan dan smart classroom yang

dilakukan tidak hanya meningkatkan efisiensi dan kenyamanan proses pembelajaran, tetapi juga menjadi contoh nyata penerapan teknologi IoT yang aplikatif, hemat biaya, dan mudah diadaptasi di lingkungan sekolah.

Dengan keberhasilan kegiatan ini diharapkan SMK PAB 8 Sampali Medan dapat menjadi model sekolah perintis dalam penerapan teknologi IoT untuk mendukung ekosistem pendidikan cerdas (smart education) serta mendorong pengembangan inovasi serupa di sekolah-sekolah lain di Indonesia

## DAFTAR PUSTAKA

- Arpan, Yusup, M., & Ahmad, A. (2024). Pelatihan Pemanfaatan Teknologi (IoT) Internet of Thing Untuk Sekolah Pintar dan Pembelajaran Yang Lebih Baik di SMA Negeri II Binjai. *Jurnal Hasil Pengabdian Masyarakat (JURIBMAS)*, 3, 324–330. <https://doi.org/10.62712/juribmas.v3i1.256>
- Asri, T., & Irfan, M. N. (2018). Pengembangan Sistem Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbasis IoT dengan Sensor MQ-135, *Jurnal Teknik Informatika*, 35–42.
- Latief, M. F., Irmansyah, I., & Rosyidi, L. (2024). Sistem Pemantauan Ruang Kelas berbasis Internet of Things (IoT) untuk Proses Pendidikan yang Efektif. *Digital Transformation Technology*, 4(2), 1278–1284.
- Malakouti, S. M., Menhaj, M. B., & Suratgar, A. A. (2023). The usage of 10-fold cross-validation and grid search to enhance ML methods performance in solar farm power generation prediction. *Cleaner Engineering and Technology*, 15, 100664. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clet.2023.100664>
- Marlina, R., Ngemba, H. R., & Smith, J. (2024). *Manfaat Integrasi IoT dalam Pengembangan Perangkat Lunak di Sektor Pendidikan*. 3(1), 90–98.
- Perdana, D., Maghfuri, S., Tsaqib, A., & Vernanda, N. K. (2025). *Peningkatan Literasi Teknologi Internet of Things (IoT) bagi Guru dan Siswa di SMAN 4 Surakarta melalui Edukasi Interaktif dan Praktikal*. 8(1), 1–8.
- Sari, I., Apdilah, D., & Guntur, S. (2025). Sistem Smart Class Berbasis Internet of Things (IoT). *Sudo Jurnal Teknik Informatika*, 4, 33–39. <https://doi.org/10.56211/sudo.v4i1.778>
- Satria, B. (2022). *IoT Monitoring Suhu dan Kelembaban Udara dengan Node MCU ESP8266*.
- Satriadi, A., & Christiyono, Y. (2019). *Perancangan Home Automation Berbasis NodeMCU*. 8(1), 64–71.
- Syahfitri, A. (2025). *Internet of Things (IoT), Sejarah, Teknologi, dan Penerapannya*.
- Wicaksana, Y., Rachmansyah, & Sunardi, H. (2024). Rancang Bangun Smart System Ruang Greenhouse Berbasis IoT Dengan Menggunakan NODEMCU ESP8266. *Journal of Intelligent Networks and IoT Global*, 2, 77–84. <https://doi.org/10.36982/jinig.v2i2.5022>
- Zahra, M. F. (2024). *Manajemen Data Real-Time Untuk Aplikasi Internet Of Things (IOT)*. 2.
- Zakiyah, M., & Sutabri, T. (2025). Integrasi Internet of Things (IoT) dan Kecerdasan Buatan (AI) untuk Smart City di Indonesia. *Journal Sains Student Research*, 3(2), 346–354.