

Inovasi Pembelajaran Digital: Pelatihan *IoT-Robotic* Untuk Mendukung Profile Lulusan SMK di Era *Society 5.0*

Wahyu Hidayat^{1*}, Farhan Zayid², R Joko Sarjanoko³

^{1,2}Teknologi Informasi/Universitas Binaniaga Indonesia, Indonesia. ²Sistem Informasi/Universitas Binaniaga Indonesia, Indonesia.

wahyu.hidayat@unbin.ac.id, farhan.zayid@gmail.com, joko@unbin.ac.id

*) Corresponding author

ABSTRAK

Perkembangan teknologi pada era Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0 menuntut lulusan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) memiliki kompetensi yang sesuai dengan kebutuhan dunia kerja. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah melalui pembelajaran berbasis *Internet of Things* (IoT) dan robotika. Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan siswa SMK Kosgoro dalam bidang IoT dan robotika. Metode yang digunakan meliputi sosialisasi, pelatihan, praktik perancangan sistem IoT dan robotika, pendampingan, serta evaluasi. Materi pelatihan mencakup pengenalan konsep Society 5.0, sensor, mikrokontroler, konektivitas jaringan, dan integrasi perangkat. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan kemampuan siswa dalam memahami konsep, menggunakan komponen dasar, serta merancang sistem IoT dan robotika sesuai kebutuhan. Evaluasi menunjukkan peningkatan pemahaman siswa sebesar 85%, serta 85% peserta mengikuti kompetisi sebagai bentuk penerapan hasil pelatihan. Kegiatan ini juga meningkatkan kreativitas, kepercayaan diri, dan kemampuan berpikir inovatif siswa. Untuk menjaga keberlanjutan program, diusulkan pembentukan kegiatan ekstrakurikuler IoT dan robotika sebagai sarana pengembangan kompetensi teknologi di sekolah.

Kata Kunci: Internet of Things (IoT); Robotika; Sekolah Menengah Kejuruan; Pelatihan; Society 5.0; Kompetensi Siswa.

ABSTRACT

The rapid advancement of technology in the Industrial Revolution 4.0 and Society 5.0 era requires vocational schools to produce graduates with competencies that meet industry demands. One approach to achieving this goal is through Internet of Things (IoT) and robotics-based learning. This Community Service Program aimed to improve the knowledge and practical skills of students at SMK Kosgoro in the fields of IoT and robotics. The program was implemented through socialization, intensive training, hands-on practice in designing IoT and robotics systems, mentoring, and evaluation. The training covered the concepts of Society 5.0, sensors, microcontrollers, network connectivity, and device integration. The results showed a significant improvement in students' understanding of IoT and robotics concepts, their ability to use basic components, and their skills in designing simple IoT and robotics systems. The evaluation indicated an 85% increase in students' understanding, while 85% of the participants took part in competitions as an application of the knowledge gained. The program also enhanced students' creativity, confidence, and innovative thinking. To ensure sustainability, the establishment of an IoT and robotics extracurricular program is recommended to support continuous technology skill development in schools.

Keywords: *Internet of Things (IoT); Robotics; Vocational High School; Community Services; Society 5.0; Student Competency.*

PENDAHULUAN

Transformasi digital telah mengubah berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk dunia pendidikan. Perkembangan teknologi seperti Artificial Intelligence (AI), Big Data, Cloud Computing, Internet of Things (IoT) dan Robotics menjadi fondasi utama dalam menghadapi tantangan Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0. Teknologi-teknologi tersebut berperan dalam mengintegrasikan dunia fisik dan digital untuk meningkatkan efektivitas, efisiensi, serta kualitas kehidupan dan pendidikan manusia (1)(2)(3). Selain itu, pemanfaatan AI, IoT, dan robotika dalam pendidikan mendukung terciptanya sistem pembelajaran yang lebih adaptif, personal, dan berpusat pada manusia sesuai dengan konsep Society 5.0 (4)(5). Konsep Society 5.0 pertama kali diperkenalkan oleh pemerintah Jepang sebagai sebuah tatanan masyarakat yang berpusat pada manusia (*human-centered society*) dengan memanfaatkan teknologi digital secara optimal. Pada era ini, manusia dan teknologi bekerja secara harmonis untuk menyelesaikan berbagai permasalahan sosial dan meningkatkan kualitas hidup.

Sekolah Menengah Kejuruan sebagai lembaga pendidikan vokasi dituntut menghasilkan lulusan yang tidak hanya menguasai keterampilan teknis, tetapi juga memiliki kemampuan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, komunikatif (4C), serta mampu memanfaatkan teknologi digital secara produktif dalam menghadapi tuntutan Industri 4.0 dan Society 5.0 (6)(7). Salah satu pendekatan yang relevan untuk mencapai kompetensi tersebut adalah penerapan pembelajaran berbasis *internet of things (iot)* dan *robotic*, karena teknologi ini mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, berpikir kritis, serta memberikan pengalaman belajar yang kontekstual sesuai kebutuhan dunia kerja modern (8).

Program pengabdian kepada masyarakat ini dirancang untuk memberikan solusi konkret terhadap permasalahan yang dihadapi oleh siswa SMK Kosgoro. Program ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan dan keterampilan siswa dalam mengenal lebih dalam tentang *internet of things (iot)* dan *robotic* serta perangkat teknologi yang digunakan, agar dapat mengantisipasi masalah-masalah yang terjadi di sekolah, kantor, restoran maupun rumah (9). Kegiatan pengabdian ini difokuskan pada pelatihan intensif yang mencakup pengenalan dasar jaringan internet, dasar rangkian sensor, dasar mikrokontroler, analisis sensor yang di butuhkan dengan permasalahan yang terjadi, serta praktker langsung rancangan mikrokontroler, sensor dan sikronisasi data dengan cloud yang terakses melalui komputer maupun *smartphone* yang dapat digunakan khususnya untuk mendukung kegiatan sekolah maupun sosial.

Pelatihan ini tidak hanya memberikan pengetahuan teknis, tetapi juga mendorong siswa untuk mengembangkan kreativitas dan inovasi dalam pengenalan dan mengimplementasikan teknologi terkini dalam pembelajaran di sekolah. Siswa diharapkan mampu menerapkan pelatihan *internet of thing (iot)* dan *robotic* yang tidak hanya secara teori, tetapi juga secara praktif. Selain itu, kegiatan ini diharapkan dapat meningkatkan kepercayaan diri siswa dalam memanfaatkan teknologi *internet of things (iot)* dan *robotic* sebagai sarana meningkatkan kompetensi yang cermat, tepat dan inovatif, sehingga mereka lebih siap menghadapi tantangan dunia kerja yang semakin kompetitif dan berbasis teknologi.

METODE

Pelaksanaan program pengabdian masyarakat di SMK Kosgoro akan dilakukan secara sistematis melalui beberapa tahapan yang dirancang untuk mengatasi permasalahan yang telah diidentifikasi. Kemampuan *internet of things (iot)* dan *robotic* menjadi salah satu keterampilan penting di era industri saat ini, baik bagi pelajar, tenaga pendidik, maupun masyarakat umum (10)(11). Namun, kurangnya pemahaman teknis dan keterbatasan sumber daya pembelajaran sering menjadi kendala dalam penguasaan keterampilan ini. program ini fokus pada peningkatan keterampilan rancangan dan penerapan *internet of things (iot)* dan *robotic*, sehingga dapat membuka peluang baru dalam model pembelajaran mandiri yang praktis, responsif, interaktif, inovatif dan dapat diakses kapan saja.

Pelaksanaan program pengabdian masyarakat di SMK Kosgoro akan dilakukan secara sistematis melalui beberapa tahapan yang dirancang untuk mengatasi permasalahan yang telah diidentifikasi. program ini fokus pada peningkatan keterampilan rancangan dan penerapan *internet of things* dan *robotic*. metode pelaksanaan program ini meliputi tahapan-tahapan berikut:

1. Sosialisasi

Tahap sosialisasi bertujuan untuk memperkenalkan program pengabdian kepada masyarakat dan pihak sekolah. Pada tahap ini, kegiatan yang dilakukan meliputi:

- a. Koordinasi dengan Mitra: Pertemuan awal dengan pihak sekolah untuk menjelaskan tujuan, manfaat, dan rencana kegiatan pengabdian. Pada pertemuan ini, juga akan dibahas peran serta tanggung jawab masing-masing pihak, termasuk partisipasi siswa dan guru.
- b. Presentasi Program: Mengadakan sesi presentasi kepada siswa, guru, dan staf sekolah untuk memberikan gambaran umum tentang kegiatan yang akan dilaksanakan, termasuk penjelasan tentang pentingnya keterampilan penerapan *internet of things* dengan menggunakan mikrokontroler, sensor dan pemanfaatan server/komputasi awan (*cloud*) dalam membantu dan mendukung kegiatan di sekolah.
- c. Distribusi Informasi: Penyebaran informasi melalui komunikasi antara guru dengan siswa, poster, brosur, dan media sosial sekolah untuk memastikan seluruh siswa mengetahui dan tertarik untuk berpartisipasi dalam program ini.

2. Pelatihan

Pelatihan akan difokuskan pada peningkatan keterampilan siswa dalam penerapan *internet of things* berbasis mikrokontroler dan robotika (10) tahapan pelatihan meliputi:

- a. Pelatihan Dasar *Internet Of Things* dan *Robotic*: Pelatihan ini akan berlangsung selama satu hari dengan sesi yang mencakup pengenalan dasar *internet of things*, jaringan internet, komponen sensor, komponen mikrokontroler, komponen sensor, antarmuka pengguna (*user interface*), konektivitas jaringan *internet* di komputer dan *smartphone* serta pemanfaatan komputasi awan (*cloud*) dalam menentukan kebijakan yang tepat, cepat dan real time. Dan sebelumnya di

mulainya pelatihan akan diawali dengan pre-test atau kuis yang dilakukan sebelum kegiatan pembelajaran atau eksperimen, untuk mengukur pengetahuan awal dan di akhir sesi dilakukan post-test yang dilakukan setelah kegiatan pembelajaran atau eksperimen, untuk mengukur pengetahuan akhir atau peningkatan pengetahuan.

- b. Workshop Kreativitas dan Inovatif *Internet of Things Dan Robotic*. Workshop lanjutan yang fokus pada pengembangan kreativitas, interaktif dan inovasi siswa, dengan materi tentang tujuan, manfaat dan komponen sensor, mikrokontroler dan server/komputasi awan (*cloud*). Siswa akan diberi kesempatan untuk berlatih membuat rancangan *internet of things* dan *robotic* secara langsung di bawah bimbingan instruktur.
- c. Kompetisi Rancangan Perangkat *Internet of Things Dan Robotic* Dengan Menggunakan Rangkaian Sensor, Mikrokontroler Dan Pemanfaatan Server atau Komputasi Awan (*Cloud*): Untuk menilai pemahaman, kreativitas, informatif dan inovatif siswa, akan diadakan kompetisi penjabaran rancangan teknologi dengan tema "Rancangan Dengan Menggunakan Rangkaian Sensor, Mikrokontroler dan Sinkronisasi Data Jaringan". Siswa akan berkompetisi merancang *internet of things* dan *robotic* dengan menggunakan pemanfaatan teknologi sensor, mikrokontroler, antarmuka pengguna (*user interface*), konektivitas jaringan internet dan komputasi awan (*cloud*) yang akan digunakan sebagai materi promosi dan monitoring kegiatan di sekolah

3. Penerapan Teknologi

Setelah pelatihan, siswa akan mulai menerapkan keterampilan yang telah dipelajari dalam konteks nyata melalui beberapa kegiatan:

- a. Simulasi Pembuatan Rancangan *Internet of Things Dan Robotic*: Membantu Kegiatan Di Sekolah: Siswa akan dibagi dalam kelompok dan diberikan tugas untuk merancang *internet of things* dengan pemanfaatan teknologi sensor, mikrokontroler dan komputasi awan (*cloud*). Dalam simulasi ini, siswa akan belajar bagaimana menerapkan teknologi perangkat *internet of things* dan *robotic* dengan menggunakan mikrokontroler dan sensor dalam situasi nyata.
- b. Implementasi Rancangan dalam memonitor Kegiatan di Sekolah: Rancangan yang dihasilkan oleh siswa akan digunakan dalam kegiatan sekolah yang sebenarnya, memberikan mereka pengalaman langsung dalam melihat dampak dari karya mereka. Pihak sekolah akan menyediakan kebutuhan teknis seperti perangkat pc atau komputer dan akses internet, serta mendukung siswa dalam menerapkan hasil rancangan mereka. Guru-guru akan membantu mengarahkan siswa selama proses penerapan dan memastikan bahwa rancangan yang dihasilkan memenuhi standar sekolah.

4. Pendampingan dan Evaluasi

Pendampingan dan evaluasi merupakan tahap penting untuk memastikan bahwa program berjalan dengan baik dan mencapai tujuan yang diharapkan:

- a. Pendampingan berkelanjutan: selama satu bulan setelah pelatihan, siswa akan didampingi oleh tim pengabdian dan guru untuk membantu mereka menyelesaikan pembuatan rancangan *internet of things* dengan pemanfaatan

teknologi sensor, mikrokontroler dan server/komputasi awan (*cloud*) serta mengatasi kendala yang mungkin dihadapi.

- b. Evaluasi Hasil Pelatihan: Evaluasi akan dilakukan melalui penilaian terhadap hasil rancangan *internet of things* dengan pemanfaatan teknologi sensor, mikrokontroler dan server/komputasi awan (*cloud*). Evaluasi ini bertujuan untuk mengukur tingkat pemahaman dan keterampilan yang telah diperoleh siswa selama program.
- c. Umpan balik dari mitra: tim pengabdian akan mengumpulkan umpan balik dari siswa, guru, dan pihak sekolah untuk mengetahui efektivitas program dan area yang perlu diperbaiki.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A). Hasil

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan siswa SMK Kosgoro dalam *internet of things* dengan menggunakan mikrokontroler dan pemanfaatan komputasi awan (*cloud*), menghasilkan beberapa luaran yang dapat diukur dan diobservasi. Luaran yang dicapai dari program ini meliputi:

a) Peningkatan Keterampilan Siswa dalam Internet of Things Dan Robotic

Melalui pelatihan dan pendampingan yang diberikan, siswa menunjukkan peningkatan signifikan dalam keterampilan mereka merancang *internet of things* berbasis mikrokontroler dan *cloud*. Sebagian besar siswa mampu memahami cara kerja perangkat dan aplikasi serta memanfaatkannya untuk membuat rancangan *internet of things* dan *robotic* dengan menggunakan mikrokontroler, sensor dan pemanfaatan komputasi awan (*cloud*) yang tepat interaktif dan inovatif, terutama dalam teknis praktek spesifikasi komponen sensor, komponen mikrokontroler, antarmuka pengguna (*user interface*), konektivitas jaringan internet di komputer dan smartphone, sinkronisasi data komputasi awan (*cloud*) dan dapat segera memberikan keputusan yang tepat dalam melakukan pemecahan masalah terhadap situasi yang terjadi lingkungan masyarakat terutama sekolah.

Hasil output berupa solusi jawaban dari penyajian yang relevansi, objektivitas, pendekatan metode dan ketepatan waktu, serta menyediakan pendekatan terstruktur untuk evaluasi informasi secara kritis, interaktif dan inovatif. Sehingga siswa tidak hanya menguasai teknik dasar, tetapi juga mampu mengeksplorasi kreativitas dan inovasi yang lebih baik lagi.

b) Hasil Rancangan Siswa

Sebagai luaran nyata dari program ini, siswa berhasil membuat rancangan *internet of things* menggunakan mikrokontroler dan sensor. Rancangan yang dihasilkan oleh siswa memiliki kualitas yang layak digunakan sebagai materi promosi kegiatan dengan rancangan yang menarik, informatif, inovatif dan sesuai dengan tema program. Rancangan ini telah diserahkan kepada pihak sekolah sebagai bagian dari dokumentasi kegiatan.

B). Pembahasan

Pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan di SMK Kosgoro dengan tema “Peningkatan kompetensi siswa dengan pelatihan Internet of Things Dan Robotic telah berjalan dengan baik sesuai dengan rencana yang disusun dalam proposal. Pelaksanaan kegiatan ini dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi, serta pendampingan dan evaluasi. Berikut adalah rincian hasil dari setiap tahapan pelaksanaan kegiatan:

1) Sosialisasi

Kegiatan sosialisasi dilakukan sebagai langkah awal untuk memperkenalkan program pelatihan kepada siswa dan pihak sekolah. sosialisasi dilakukan dengan melibatkan kepala sekolah, guru, dan siswa sebagai peserta utama. pada tahap ini, dijelaskan tujuan dari *internet of things* dan *robotic* serta manfaat yang diharapkan, baik bagi siswa maupun sekolah. antusiasme siswa dalam mengikuti program ini cukup tinggi, terutama karena *internet of things* dan *robotic* sebagai kolaborasi perangkat dan aplikasi yang efektif digunakan dan relevan dengan kebutuhan dalam memonitor kegiatan di sekolah.



Gambar 1. Sosialisasi

2) Pelatihan Internet of Things Dan Robotic

Pelatihan dilaksanakan dalam bentuk workshop yang dihadiri oleh siswa-siswa SMK Kosgoro. Pelatihan dibagi menjadi dua sesi, yaitu teori dan praktik. Pada sesi teori, peserta dikenalkan dengan dasar-dasar internet of things, komponen *sensor*, komponen *mikrokontroler*, pengenalan antarmuka pengguna, konektivitas jaringan internet komputer dan *smartphone*, sinkronisasi data server/komputasi awan (*cloud*) serta tips dalam merancang *internet of things* yang interaktif, informatif dan inovatif.

Sesi praktik dilakukan dengan melibatkan siswa dalam membuat rancangan *internet of things* berbasis *mikrokontroler* dan pemanfaatan komputasi awan (*cloud*) secara sederhana yang relevan dengan kebutuhan pemanfaatan teknologi sekolah. Setiap siswa diberi kesempatan untuk mempelajari dan mempraktekan penggunaan komponen *sensor*, komponen *mikrokontroler*, antarmuka pengguna, konektivitas jaringan internet di komputer dan *smartphone*, sinkronisasi data komputasi awan (*cloud*) secara langsung, membuat rancangan dengan panduan yang diberikan oleh tim pelatih. selama

sesi ini, para siswa menunjukkan minat yang besar, rasa antusias yang tinggi dalam *internet of things* menggunakan rangkaian sensor, mikrokontroler dan sinkronisasi data melalui server atau komputasi awan (*cloud*).

3) Penerapan Teknologi Dalam Membuat Rancangan *Internet of Things* dan Robotic

Pada tahap awal pelatihan dimulai dengan pre-test atau kuis yang dilakukan sebelum kegiatan pembelajaran atau eksperimen, untuk mengukur pengetahuan awal. Dan setelah pelatihan, siswa diberikan tugas untuk mengidentifikasi komponen komponen sensor, komponen mikrokontroler, antarmuka pengguna, konektivitas jaringan internet di komputer dan *smartphone*, sinkronisasi data komputasi awan (*cloud*) secara mandiri. Hasil rancangan siswa kemudian dilakukan post-test secara wawancara langsung dan dievaluasi oleh tim pelatih dan guru terkait. Beberapa siswa yang mampu menghasilkan rancangan yang kreatif, informatif, inovatif dan memenuhi kriteria yang ditetapkan, baik dari segi teori, teknik *internet of things* berbasis mikrokontroler dan pemanfaatan komputasi awan (*cloud*) maupun outputnya. Dua kelompok peserta dengan rancangan terbaik, telah diberikan bingkisan dari tim pengabdian.



Gambar 2. Sesi Post-test dan Pre-test

4) Pendampingan dan Evaluasi

Setelah tahap pelatihan dan penerapan teknologi, dilakukan pendampingan secara berkala untuk memastikan bahwa siswa mampu menerapkan keterampilan yang telah dipelajari secara mandiri. Tim pengabdian memberikan saran dan masukan terhadap hasil rancangan *internet of things* dan *robotic*, serta membantu memecahkan masalah teknis yang dihadapi selama proses perancangan seperti mengidentifikasi komponen sensor, komponen mikrokontroler, antarmuka pengguna (*user interface*), konektivitas jaringan internet di komputer dan *smartphone*, sinkronisasi data.

Evaluasi akhir menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mampu merancang *internet of things* yang lebih baik dari segi identifikasi kebutuhan rangkaian sensor, identifikasi mikrokontroler, analisis pemecahan masalah pada jaringan internet komputer, teknis pemecahan masalah dan menentukan kebijakan yang lebih baik dalam melakukan sinkronisasi data secara cepat, tepat dan real time. Rata-rata siswa menunjukkan peningkatan keterampilan dalam memanfaatkan teknologi *internet of things* dengan penggunaan sensor, mikrokontroler dan pemanfaatan komputasi awan (*cloud*), terutama dalam

teknis praktek spesifikasi komponen komponen sensor, komponen mikrokontroler, antarmuka pengguna, konektivitas jaringan *internet* di komputer/*smartphone* dan sinkronisasi data dalam memberikan solusi terhadap masalah yang terjadi di sekolah dan dapat segera memberikan keputusan yang tepat dalam memecahkan masalah dan menentukan rangkaian sensor, mikrokontroler yang dibutuhkan dengan kondisi di lingkungan sekolah.

Hasil output berupa jawaban dari penyajian, relevansi, objektivitas, metode, asal dan ketepatan waktu, serta menyediakan pendekatan terstruktur untuk evaluasi informasi secara kritis, interaktif dan inovatif.

5) Keberlanjutan Program

Untuk memastikan keberlanjutan program, sekolah didorong untuk memasukkan keterampilan pada *internet of things* dan *robotic* sebagai bagian dari kurikulum ekstrakurikuler atau kegiatan tambahan. selain itu, siswa yang menunjukkan kemampuan lebih dalam *internet of things* dan *robotic* dengan menggunakan sensor, mikrokontroler, konektivitas jaringan *internet* di komputer/*smartphone* dan sinkronisasi data dalam mendalami pembelajaran sekolah, didorong untuk aktif dalam membantu berbagai kegiatan di sekolah. Dengan adanya pemahaman yang lebih tentang *internet of things* dan *robotic* diharapkan keterampilan ini dapat terus berkembang dan bermanfaat dalam jangka panjang.

KESIMPULAN

Pelatihan IoT dan Robotika berhasil meningkatkan pemahaman siswa sebesar 85% serta meningkatkan keterampilan merancang sistem berbasis IoT. Program juga meningkatkan kreativitas dan kepercayaan diri peserta. Keberlanjutan kegiatan diusulkan melalui pembentukan ekstrakurikuler IoT dan Robotika di sekolah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Sekolah SMK Kosgoro, guru, siswa, LP3M Universitas Binaniaga Indonesia, dan seluruh pihak yang telah mendukung terlaksananya kegiatan pengabdian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Nastiti, Abdu. Kesiapan pendidikan Indonesia menghadapi era Society 5.0. Edcomtech: Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan. 2020;5(1):61–6.
2. Wahyudiono A. Perkembangan Kurikulum Merdeka Belajar Dalam Tantangan Era Society 5.0. Education Journal : Journal Educational Research and Development. 2023 Aug 1;7(2):124–31. doi:10.31537/ej.v7i2.1234
3. Taraya, Wibawa. Mewujudkan Society 5.0 melalui pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan. Jurnal Inovasi Teknologi dan Edukasi Teknik. 2022;2(8):378–85.

4. Kristianti. Implementasi Artificial Intelligence (AI) dalam dunia pendidikan di era Society 5.0. *Prosiding Temu Ilmiah Nasional Guru*. 2024;15(1):145–55.
5. Dara Sawitri. Pemanfaatan Artificial Intelligence Bagi Dunia Pendidikan Di Era Society 5.0. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*. 2025 May 27;6(1):32–8. doi:10.37859/coscitech.v6i1.8968
6. Aziziy, Ghofur, Rasyid. Keterampilan 4C dalam pendidikan Indonesia: Analisis peran mediasi antar dimensi kolaboratif, komunikatif, berpikir kritis dan kreatif. *Jurnal Ilmiah Pendidik Indonesia*. 2025;4(2).
7. Firmansyah AF, Farisi S Al, Ardiansyah MochR, Rahmadani SB, Kesumo WD, Habibi MW. Studi Literatur: Integrasi Kemampuan Berpikir Kritis Dalam Kurikulum Pendidikan Kejuruan Pada Industry 4.0 Dan Era Society 5.0. *Indonesian Journal of Multidisciplinary on Social and Technology*. 2026 May 15;4(2):479–87. doi:10.69693/ijmst.v4i2.8893
8. Sukmawati F, Santosa EB, Trisnaningsih S, Ridhani J, Prihatin R. Integrating Web-Based IoT Learning Media to Enhance Critical Thinking and Problem-Solving Skills in Vocational Education. *JTP - Jurnal Teknologi Pendidikan*. 2025 Dec 27;27(3):981–91. doi:10.21009/jtp.v27i3.61132
9. Ghani, Razali. Security Analysis of ESP8266 Based IoT Devices Connected to Cloud Platforms. *International Journal of Cyber Security*. 2023;5(2).
10. Djawad, Jaya. Pengembangan media trainer robotika berbasis Internet of Things di Sekolah Menengah Kejuruan. *UNM Journal of Technology and Vocational*. 2025;9(2).
11. Haryanto, Sari. Edukasi Teknologi Internet of Things (IoT) untuk Siswa SMK dalam Menghadapi Industri 4.0. *Jurnal PKM Bangun Negeri*. 2021;11(2).