SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan
Volume 10, Nomor 1, Februari 2026, hal. 14-19
ISSN : 2614-5251 (*print*) | ISSN : 2614-526X (elektronik)

Peningkatan keahlian siswa SMA Negeri 4 Semarang dalam perancangan modul *Internet of Things* dengan *Printed Circuit Board*

La Ode Muhamad Idris, Andi Kurniawan Nugroho, Sri Heranurweni, Puri Muliandhi

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Semarang, Indonesia

Penulis korespondensi : La Ode Muhamad Idris
E-mail : laode@usm.ac.id

Diterima: 29 Oktober 2025| Direvisi: 31 Desember 2025| Disetujui: 07 Januari 2026 |Online: 04 Februari 2026
© Penulis 2026

Abstrak
Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan keahlian siswa SMA Negeri 4 Semarang dalam perancangan desain Printed Circuit Board (PCB) untuk modul *Internet of Things* (IoT). Kegiatan dilaksanakan melalui pelatihan intensif yang dipadukan dengan praktik langsung, sehingga siswa memperoleh pemahaman mengenai dasar-dasar desain PCB, pengenalan perangkat lunak desain PCB, serta tahapan penyusunan skematik dan layout PCB. Program ini tidak hanya berorientasi pada peningkatan keterampilan teknis, tetapi juga bertujuan untuk menumbuhkan minat dan motivasi siswa dalam mengeksplorasi pemanfaatan teknologi IoT, khususnya pada sektor pertanian. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan kompetensi yang signifikan, di mana kemampuan peserta meningkat dari tingkat pemahaman awal berupa pengenalan konsep dan komponen PCB menjadi mampu merancang dan mengimplementasikan modul IoT sederhana berbasis PCB. Peningkatan kompetensi tersebut ditunjukkan oleh hasil evaluasi kemampuan peserta pada skala penilaian 1–4, yang mengalami kenaikan dari rata-rata skor awal 1,2 menjadi 3,2 setelah kegiatan pelatihan. Selain itu, kegiatan ini memberikan dampak positif dalam mempersiapkan siswa menghadapi tantangan perkembangan teknologi di era Industri 4.0.

Kata kunci: mikrokontroler; *printed circuit board*; *internet of things*.

Abstract
This community service activity aims to improve the skills of students at SMA Negeri 4 Semarang in designing Printed Circuit Boards (PCBs) for Internet of Things (IoT) modules. The activity was conducted through intensive training combined with hands-on practice, enabling students to gain an understanding of the fundamentals of PCB design, the introduction of PCB design software, and the stages of schematic and PCB layout development. The program was not only oriented toward enhancing technical skills but also aimed to foster students' interest and motivation in exploring the application of IoT technology, particularly in the agricultural sector. The results of the activity indicate a significant improvement in participants' competencies, where their abilities progressed from an initial level of understanding limited to basic concepts and PCB components to the capability of independently designing and implementing simple PCB-based IoT modules. This improvement is reflected in the evaluation results using a 1–4 competency assessment scale, which showed an increase in the average score from 1.2 before the training to 3.2 after the training. Furthermore, this activity had a positive impact on preparing students to face technological challenges in the era of Industry 4.0.

Keywords: microcontroller; printed circuit board; internet of things

PENDAHULUAN

Revolusi Industri 4.0 membawa perubahan signifikan di berbagai sektor, termasuk sektor pertanian. Konsep smart farming atau pertanian cerdas, yang mengintegrasikan teknologi informasi dan komunikasi dalam aktivitas pertanian, menjadi salah satu solusi untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan sistem pertanian (Wolfert et al., 2017; Ray, 2017). Penerapan teknologi ini didukung oleh pemanfaatan big data, jaringan sensor nirkabel, serta sistem komunikasi modern yang memungkinkan pengambilan keputusan berbasis data secara real-time (Brewster et al., 2017; Sanjeevi et al., 2020).

Salah satu teknologi utama dalam implementasi smart farming adalah Internet of Things (IoT), yang memungkinkan berbagai perangkat, sensor, dan sistem untuk saling terhubung dan bertukar data secara otomatis (Ray, 2017; Kumar et al., 2020). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa IoT dapat diterapkan pada sistem irigasi presisi, pemantauan lingkungan, serta manajemen sumber daya pertanian secara efisien (Rawal, 2024; Khan, 2024). Selain itu, perkembangan arsitektur perangkat lunak dan Web of Things turut memperluas potensi integrasi sistem IoT dalam pertanian modern (Farooq et al., 2023; Babar & Akan, 2024). Implementasi IoT pada skala pertanian yang lebih luas juga didukung oleh pemanfaatan teknologi komunikasi jarak jauh berdaya rendah, seperti LoRa, yang memungkinkan pengiriman data secara efisien dengan konsumsi energi rendah (Aldhaheri et al., 2024).

Meskipun demikian, penerapan teknologi IoT di sektor pertanian masih menghadapi sejumlah tantangan, antara lain keterbatasan sumber daya manusia yang memiliki kompetensi dalam perancangan perangkat keras, pemrograman, serta integrasi sistem IoT (Brewster et al., 2017; Hassan et al., 2024). Desain perangkat keras yang kurang optimal, termasuk perancangan Printed Circuit Board (PCB), juga menjadi faktor yang dapat mempengaruhi kinerja dan efisiensi sistem IoT dalam aplikasi pertanian (Pandey & Malhotra, 2024; Junaidi et al., 2024).

Dalam konteks tersebut, institusi pendidikan memiliki peran strategis dalam mempersiapkan generasi muda agar memiliki keterampilan yang relevan dengan perkembangan teknologi. Sekolah Menengah Atas (SMA) sebagai salah satu jenjang pendidikan formal memiliki potensi besar dalam menanamkan kompetensi dasar teknologi, termasuk IoT dan perancangan perangkat elektronik. SMA Negeri 4 Semarang merupakan salah satu sekolah yang memiliki komitmen dalam pengembangan pendidikan berbasis teknologi dan inovasi, yang tercermin dari berbagai capaian dan aktivitas pengembangan kompetensi siswa (Masrikhah, 2023).

Melalui program pengabdian kepada masyarakat ini, dilakukan pelatihan dan pendampingan kepada siswa SMA Negeri 4 Semarang dalam memahami dan mengaplikasikan teknologi IoT, khususnya dalam konteks smart farming. Pelatihan mencakup pengenalan konsep dasar IoT, penggunaan perangkat keras seperti sensor dan mikrokontroler, serta perancangan dan implementasi proyek sederhana berbasis IoT. Pendekatan pembelajaran yang bersifat praktis dan aplikatif diharapkan dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap teknologi serta menumbuhkan minat dan kesiapan mereka untuk berkontribusi dalam pengembangan sektor pertanian cerdas di masa depan.

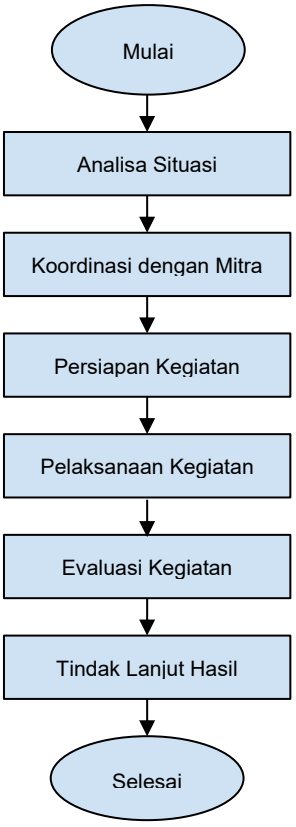
METODE

Pelatihan Pemrograman IoT bagi Siswa/i SMA N 4 Semarang ini dilakukan dengan mengacu pada Gambar 1. Penelusuran pustaka dilakukan melalui studi literatur dari buku, makalah, jurnal, dan browsing internet. Selain itu, survei dilakukan dengan menghubungi pihak sekolah untuk mendapatkan data tentang jumlah peserta dan alokasi waktu yang tepat untuk pelatihan. Koordinasi dilakukan dengan mengajukan permohonan izin pelatihan dan sosialisasi kepada siswa-siswi yang mengikuti Ekstrakurikuler Robotika di SMA Negeri 4 Semarang.

Sosialisasi kegiatan pelatihan dilakukan dengan mengajukan permohonan izin kepada pimpinan sekolah dan melaksanakan sosialisasi kepada siswa-siswi peserta ekstrakurikuler robotika.

Langkah berikutnya adalah menyiapkan modul pelatihan berupa buku panduan yang berisi materi tentang dasar komponen elektronika dan desain PCB. Modul ini mencakup dasar-dasar komponen elektronika, pengantar tools desain PCB yaitu EasyEDA, serta cara merangkai skematik dan

layout PCB di EasyEDA.



Gambar 1. Diagram Alir Pelaksanaan PKM

Pelatihan dilakukan secara luring dengan menggunakan tools EasyEDA. Kegiatan pelatihan terdiri dari dua tahap: pengenalan dasar elektronika dan praktik merangkai PCB untuk pengaplikasian pada modul IoT. Fasilitas yang diberikan meliputi materi dan modul pembuatan PCB.

Setelah semua rangkaian pelatihan selesai, laporan akhir dibuat sebagai bahan pertanggungjawaban kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Semarang (LPPM-USM).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelatihan pengenalan IoT ini telah dilaksanakan pada tanggal 23 Juni 2025 melalui pertemuan langsung dengan 40 siswa/siswi dan guru SMA N 4 Semarang di Laboratorium Komputer SMA N 4 Semarang.

Gambaran Pelaksanaan PkM

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di Laboratorium Komputer SMA Negeri 4 Semarang. Rangkaian kegiatan diawali dengan pemberian materi yang mencakup pengertian Printed Circuit Board (PCB), pengenalan board ESP32, konsep dasar Internet of Things (IoT), pengenalan aplikasi IoT, serta penjelasan mengenai integrasi PCB dengan proyek IoT.

Selanjutnya, peserta mengikuti sesi praktik yang meliputi pembuatan akun pada aplikasi EasyEDA, pembuatan proyek baru, perancangan skematik PCB, penambahan library komponen skematik, perancangan layout PCB, serta pengecekan Design Rule Check (DRC) untuk memastikan desain PCB sesuai dengan standar yang ditetapkan.

Kegiatan ini dilaksanakan pada hari Rabu, 23 Juli 2025, dengan dukungan fasilitas berupa modul pelatihan yang digunakan sebagai panduan selama pelaksanaan kegiatan.

Pelatihan ini melibatkan 3 mahasiswa untuk membantu jalannya pelatihan baik dalam persiapan

maupun saat peserta melakukan praktek. kontribusi mahasiswa dalam pelaksanaan pelatihan ini antara lain :

- Menyiapkan modul praktek
- Memandu saat melakukan percobaan.

Gambar 2. Penyampaian materi dan praktek.

Sebelum dilakukan evaluasi, kegiatan pelatihan dilaksanakan melalui penyampaian materi teori dan praktik secara bertahap. Materi teori mencakup pengenalan *Printed Circuit Board* (PCB), konsep dasar *Internet of Things* (IoT), pengenalan board ESP32, serta penjelasan integrasi PCB dengan proyek IoT. Sesi praktik meliputi pembuatan akun dan proyek pada aplikasi EasyEDA, perancangan skematik PCB, penambahan *library* komponen, pembuatan layout PCB, serta pengecekan *Design Rule Check* (DRC). Selama pelaksanaan kegiatan, kendala yang dihadapi peserta antara lain keterbatasan pengalaman awal dalam penggunaan perangkat lunak desain PCB dan pemahaman konsep integrasi perangkat keras dan IoT, namun kendala tersebut dapat diatasi melalui pendampingan langsung selama praktik.

Berdasarkan hasil analisis data pre-test dan post-test terhadap empat puluh peserta pelatihan, dapat disimpulkan bahwa kegiatan ini berhasil meningkatkan kompetensi peserta secara signifikan. Pada tahap awal, skor rata-rata pre-test berada pada rentang 1,02 hingga 1,12, yang menunjukkan tingkat pemahaman peserta masih berada pada level dasar. Setelah mengikuti seluruh rangkaian pelatihan, hasil post-test menunjukkan peningkatan yang nyata pada seluruh aspek penilaian. Kemampuan peserta pada aspek desain layout PCB meningkat dari skor rata-rata awal sekitar 1,02 menjadi 3,75. Pada aspek integrasi PCB dengan IoT, skor rata-rata meningkat dari 1,08 menjadi 3,00, sedangkan pada aspek desain skematik PCB meningkat dari 1,12 menjadi 3,18 pada skala penilaian 1–4.

Analisis lebih lanjut terhadap hasil post-test menunjukkan variasi tingkat penguasaan peserta terhadap fitur-fitur utama platform EasyEDA berbasis web. Beberapa fitur tercatat memiliki tingkat penguasaan tinggi, seperti antarmuka pengguna web dengan skor 3,10, pemanfaatan library komponen online dengan skor 3,05, serta kemampuan melakukan simulasi desain dasar yang mencapai skor 3,00. Sementara itu, beberapa fitur lain masih memerlukan perhatian lebih lanjut karena tingkat penguasaannya tergolong rendah, yakni pada penerapan Design Rule Check (DRC) online dengan skor 2,10, fitur kolaborasi tim dengan skor 2,00, serta proses export file untuk produksi yang hanya mencapai 2,20.

Dari keseluruhan hasil pelatihan, terdapat beberapa temuan penting yang perlu menjadi perhatian dalam pengembangan program ke depan. Sebanyak 85 persen peserta mampu beradaptasi dengan baik terhadap antarmuka berbasis web yang digunakan dalam platform EasyEDA, menunjukkan bahwa aspek interaksi digital tidak menjadi hambatan utama. Namun demikian, masih ditemukan kesulitan dalam memahami dan memanfaatkan fitur kolaborasi real-time yang disediakan oleh platform, terutama dalam konteks kerja tim secara daring. Selain itu, sekitar 15 persen peserta

mengalami kendala teknis akibat permasalahan konektivitas internet, yang berdampak pada kelancaran proses pembelajaran. Aspek lain yang juga perlu diperkuat adalah pemahaman peserta terhadap alur kerja atau workflow produksi PCB melalui platform, yang masih belum optimal.

Untuk meningkatkan efektivitas pelaksanaan pelatihan di masa mendatang, beberapa langkah pengembangan program disarankan. Dari sisi materi, perlu dilakukan penambahan modul pelatihan yang lebih mendalam, antara lain mengenai manajemen penyimpanan cloud dan version control, panduan kolaborasi tim secara online, serta troubleshooting terhadap berbagai masalah konektivitas yang mungkin muncul. Dari sisi metode pembelajaran, penyempurnaan dapat dilakukan melalui pelaksanaan workshop khusus mengenai penerapan DRC online, demonstrasi lengkap proses pemesanan PCB melalui platform, serta studi kasus nyata terkait integrasi desain dengan proses manufaktur PCB.

Sebagai bagian dari rencana tindak lanjut program, penyelenggara juga telah merancang beberapa kegiatan lanjutan untuk menjaga kesinambungan peningkatan kompetensi peserta. Langkah-langkah tersebut mencakup pembuatan video tutorial yang dapat diakses secara offline, sehingga peserta dapat mengulang kembali materi kapanpun dibutuhkan. Selain itu, akan diadakan sesi tanya jawab bulanan melalui platform Zoom sebagai sarana pendampingan dan konsultasi bagi peserta pasca pelatihan. Untuk mendorong semangat praktik dan penerapan langsung, akan diselenggarakan kompetisi desain PCB dengan sistem penilaian berstandar industri. Di samping itu, akan dibentuk pula forum diskusi online yang secara khusus ditujukan bagi para pengguna EasyEDA, sebagai wadah berbagi pengalaman, ide, dan solusi teknis antaranggota komunitas.

Dengan berbagai langkah pengembangan dan tindak lanjut tersebut, diharapkan program pelatihan ini tidak hanya meningkatkan kemampuan teknis peserta dalam jangka pendek, tetapi juga mendorong terbentuknya ekosistem pembelajaran berkelanjutan yang berorientasi pada praktik dan kolaborasi di bidang desain elektronik ber basis platform digital.

SIMPULAN DAN SARAN

Pelatihan desain PCB untuk aplikasi Internet of Things (IoT) menunjukkan hasil yang positif dengan adanya peningkatan kompetensi peserta, khususnya pada aspek perancangan skematik, tata letak PCB, dan integrasi komponen. Peserta mampu mengembangkan desain PCB yang sesuai dengan kebutuhan perangkat IoT, termasuk pemahaman terhadap prinsip dasar perancangan dan optimasi desain. Meskipun demikian, masih ditemukan beberapa kendala, antara lain kesulitan dalam memahami spesifikasi teknis khusus perangkat IoT serta tantangan dalam melakukan optimasi desain untuk efisiensi daya dan kinerja, terutama dalam penerapan aturan desain (design rules) yang tepat. Oleh karena itu, pengembangan program pelatihan ke depan direncanakan dengan menambahkan lebih banyak studi kasus nyata dari industri IoT serta memberikan penekanan yang lebih kuat pada aspek validasi dan pengujian desain. Pendekatan pembelajaran berbasis proyek nyata juga akan diterapkan untuk memperkuat pemahaman praktis peserta, sehingga diharapkan program ini mampu menghasilkan desainer PCB yang lebih kompeten dan siap berkontribusi dalam pengembangan perangkat IoT yang andal dan efisien sesuai dengan kebutuhan industri yang terus berkembang.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kepala sekolah, guru, dan siswa siswi SMA N 4 Semarang yang telah mempercayakan tim dalam melaksanakan pengabdian di SMA N 4 Semarang, serta kepala LPPM Universitas Semarang yang telah memberikan hibah pengabdian masyarakat ini.

DAFTAR RUJUKAN

Brewster, C., Roussaki, I., Kalatzis, N., Doolin, K., & Ellis, K. (2017). IoT in agriculture: Designing a Europe-wide large-scale pilot. IEEE Communications Magazine, 55(9), 26-33.

Masrikhah, R. (2023). Gogoro Sma 4 Semarang Raih Gold Medal. https://sman4semarang.sch.id/gogoro-sma-4-smg-raih-gold-medal/

Ray, P. P. (2017). Internet of Things for smart agriculture: Technologies, practices and future direction. Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments, 9(4), 395-420.

Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2017). Big data in smart farming – A review. Agricultural Systems, 153, 69-80.

Junaidi, J., Andi Bramantya, A., & Pradipta, B. S. (2024). *Literature Review IoT Software Architecture on Agriculture*. JUTI: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi, 19(1).

Pandey, B., & Malhotra, V. (2024). *A Review of IoT in Agriculture Systems: A Smart Farming Revolution*. Journal of Computational Analysis and Applications (JoCAAA), 33(06).

Hassan, A. A., Abdullahi, H. O., Ali, A. F., & Ahmed, M. H. (2024). *Internet of Things in Agriculture: A Systematic Review of Applications, Benefits, and Challenges*. Journal of System and Management Sciences, 14(9), 67-80.

Kumar, S. V., Singh, C. D., & Upendar, K. (2020). *Review on IoT Based Precision Irrigation System in Agriculture*. Current Journal of Applied Science and Technology, 39(45), 15-26.

Farooq, M. S., Riaz, S., & Alvi, A. (2023). *Web of Things and Trends in Agriculture: A Systematic Literature Review*.

Aldhaheri, L., Alshehhi, N., Jameela Manzil, I., Khalil, R. A., Javaid, S., Saeed, N., & Alouini, M.-S. (2024). *LoRa Communication for Agriculture 4.0: Opportunities, Challenges, and Future Directions*.

Babar, A. Z., & Akan, O. B. (2024). *Sustainable and Precision Agriculture with the Internet of Everything (IoE)*.

Sanjeevi, P., Prasanna, S., Siva Kumar, B., Gunasekaran, G., Alagiri, I., & Vijay Anand, R. (2020). *Precision agriculture and farming using Internet of Things based on wireless sensor network*. Transactions on Emerging Telecommunications Technologies.

Rawal, S. (2024). *Optimized water management for precision agriculture using IoT-based smart irrigation system*. World Journal of Advanced Research and Reviews, 21(03), 802-811.

Khan, Z. (2024). *The integration of Internet of Things (IoT) in precision agriculture*. ABR International Journal, Volume 40, Issue 4.