

Pelatihan Simulasi Platform Elektronik Wokwi Berbasis Web Pada Rangkaian Mikrokontroler Arduino

Rahmat Nursiaga¹, Imam Santoso², Nana Mulyana³, Muhidin⁴, Siti Madinah Ladjamuddin⁵, Erdita Naffisa Eriyani⁶, Rifqih Rizqullah⁷

^{1,2,3,4,5,6,7}Universitas Teknologi Muhammadiyah Jakarta, DKI Jakarta, Indonesia

E-mail: ¹rahmat.nursiaga@utmj.ac.id, ²imam.santoso@utmj.ac.id, ³nana.mulyana@utmj.ac.id, ⁴muhidin@utmj.ac.id, ⁵madinah07city@gmail.com, ⁶erditakalibaru8@gmail.com, ⁷rifqih.rizqullah.1913927@gmail.com

Received :
21 Februari 2026

Revised :
12 Maret 2026

Accepted :
26 Maret 2026

Abstrak

Model pembelajaran berbasis praktik, terutama yang menggunakan alat, terbukti lebih mudah dipahami oleh peserta didik terlebih ketika materi bersifat teknis. Tantangan muncul saat alat praktikum harus dibeli, dan biaya seringkali tinggi. Oleh karena itu, keberadaan Wokwi sebagai sebuah platform simulasi virtual untuk Mikrokontroler Arduino menjadi solusi efektif untuk mengatasi kendala pengadaan peralatan, sehingga pembelajaran praktikum tetap berlangsung baik dan optimal. Tujuan Pengabdian Kepada Masyarakat (PkM) ini adalah untuk memperluas wawasan siswa-siswi SMAN 92 Jakarta Utara terhadap penggunaan aplikasi simulator mikrokontroler Arduino berbasis Web Wokwi sehingga memungkinkan pembelajaran virtual tanpa perlu perangkat fisik atau sensor. Dengan pendekatan ini siswa-siswa SMAN 92 Jakarta Utara dapat memahami konsep mikrokontroler Arduino secara praktis sehingga dapat menghilangkan kendala biaya dan ketersediaan alat. Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode ceramah, dan simulasi ipteks. Berdasarkan Hasil Post Test dari 271 siswa-siswi sebanyak 81,40% siswa-siswi SMAN 92 Jakarta yang beralamat Jl.Pemadam Kebakaran Semper Barat , Cilincing Kota Jakarta Utara, Daerah Khusus Jakarta memahami materi kegiatan yang disampaikan dengan demikian hasil dari PkM ini masuk dalam kategori baik.

Kata Kunci: *arduino; mikrokontroler; simulator; wokwi.*

Abstract

Practice-based learning models, especially those using tools, have proven to be easier for students to understand, especially when the material is technical. Challenges arise when practical tools must be purchased, and costs are often high. Therefore, the existence of Wokwi as a virtual simulation platform for Arduino Microcontrollers is an effective solution to overcome the constraints of equipment procurement, so that practical learning continues to run well and optimally. The purpose of this Community Service (PkM) is to broaden the insight of students of SMAN 92 Jakarta Utara regarding the use of the Wokwi Web-based Arduino microcontroller simulator application, thus enabling virtual learning without the need for physical devices or sensors. With this approach, students of SMAN 92 North Jakarta can understand the concept of Arduino microcontrollers practically, thereby eliminating the constraints of cost and availability of tools. This community service activity was carried out

using lecture methods and science and technology simulations. Based on the Post Test Results of 271 students, 81.40% of students of SMAN 92 Jakarta located at Jl.Pemadam Api Sempur Barat, Cilincing, Jakarta Utara City, Daerah Khusus Jakarta understood the activity material presented, thus the results of this PkM are in the good category.

Keywords: *arduino; microcontroller; simulator; wokwi.*

Pendahuluan

Kemajuan teknologi yang pesat turut membawa perubahan pada semua bidang kehidupan, terutama dalam dunia pendidikan. Model pembelajaran berbasis praktik, terutama yang menggunakan alat, terbukti lebih mudah dipahami oleh peserta didik terlebih ketika materi bersifat teknis. Namun, tantangan muncul saat alat praktikum harus dibeli, karena biayanya seringkali tinggi. Oleh karena itu, keberadaan Wokwi sebuah platform simulasi virtual untuk Mikrokontroler Arduino menjadi solusi efektif untuk mengatasi kendala pengadaan peralatan sehingga pembelajaran praktikum tetap berlangsung baik dan optimal. Pembelajaran mikrokontroler seringkali terkendala oleh keterbatasan sumber daya, seperti perangkat keras yang mahal dan risiko kerusakan komponen (Tuyen, 2022). Oleh karena itu, diperlukan solusi inovatif untuk mengatasi kendala tersebut dan meningkatkan efektivitas pembelajaran

Arduino merupakan platform mikrokontroler yang banyak digunakan sebagai media pembelajaran elektronika dan pemrograman. Arduino dirancang agar mudah digunakan oleh pemula, termasuk siswa, karena memiliki bahasa pemrograman yang sederhana serta dukungan komunitas yang luas. Pemanfaatan Arduino dalam pembelajaran mampu membantu siswa memahami konsep dasar sistem tertanam dan penerapannya secara nyata. Mikrokontroler Arduino merupakan salah satu teknologi terbuka yang mudah di akses dan dipelajari serta dapat digunakan untuk berbagai aplikasi otomasi berbasis elektronik (Pramartaningthyas, 2023).

Wokwi adalah platform berbasis web yang digunakan untuk mensimulasikan perangkat keras elektronik seperti Arduino, ESP32, Raspberry Pi Pico, dan berbagai sensor serta modul yang umum digunakan dalam pengembangan proyek IoT (Internet of Things). Wokwi dirancang untuk memberikan pengalaman yang mendekati nyata dalam mempelajari, mengembangkan, dan menguji perangkat IoT tanpa memerlukan perangkat keras fisik (Tulodo et al., 2025). Fitur lengkap wokwi memudahkan siswa memahami alur program dan memperbaiki kesalahan secara langsung. Wokwi juga mendukung simulasi IoT melalui koneksi Wi-Fi dan protokol yang sesuai dengan materi Kurikulum Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK). Simulasi menggunakan Wokwi menjadi fondasi sebelum siswa membuat pengujian langsung dengan perangkat keras fisik, menghemat waktu dan sumber daya. Penggunaan Wokwi membantu menciptakan lingkungan belajar yang praktis, aman, dan inklusif. Siswa dapat mengakses teknologi IoT dan elektronika secara optimal meski terbatas fasilitas fisik. Sekolah lanjutan tingkat atas (SLTA) sering kali menghadapi keterbatasan fasilitas laboratorium elektronik, seperti ketiadaan papan Arduino, sensor, kabel, dan perangkat pendukung lainnya. Hal ini menyebabkan pembelajaran lebih bersifat teoritis karena praktik langsung sulit dilakukan, sementara pengalaman *hands-on* sangat krusial untuk pemahaman mikrokontroler. Selain itu, biaya pengadaan perangkat keras dan risiko kerusakan akibat kesalahan koneksi pengkabelan atau koding menjadi beban tambahan bagi sekolah maupun siswa.

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PkM) terdahulu tentang Wokwi pernah dilakukan dengan tema “ Penerapan Simulator Online Wokwi untuk Pembelajaran Mikrokontroler bagi Guru Smk Kabupaten Aceh Selatan “, PkM bertujuan meningkatkan

pengetahuan dan keterampilan serta pembiasaan guru dalam penggunaan Aplikasi Wokwi. Hasil dari PkM yang dilakukan secara daring ini adalah bahwa pelaksanaan pengabdian masyarakat ini memberikan kontribusi positif terhadap profesionalitas guru dalam pemanfaatan teknologi Informasi yang terlihat dari hasil dengan tingkat respon menggap baik sebesar 92,6% terhadap materi yang dipaparkan (Candra et al, 2024). Sebuah seminar hasil penelitian dengan tema “Pemanfaatan Teknologi dan Informasi Mikrokontroler Arduino sebagai Media Pembelajaran Mahasiswa” membahas Arduino sebagai alat peraga media pembelajaran yang dapat diamati melalui panca indra untuk membantu dalam proses belajar mengajar. Alat peraga berupa antar muka, perangkat keras dan perangkat lunak hasil dari penelitian ini berupa perancangan trainer sebagai media pembelajaran (Sigit Muntoro, 2018). Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PkM) menggunakan Simulator Workwi pernah dilakukan di SMAN 1 Tahunan Jepara tahun 2024 membahas simulator online Wokwi sebagai alternatif pembelajaran praktis. Metode yang digunakan mencakup pemaparan teori, demonstrasi, diskusi interaktif, dan praktik langsung, hasil kegiatan nilai rata-rata pretest 68 dan post test 88 ada ada kenaikan nilai 20 yang menunjukkan peningkatan signifikan pemahaman siswa. (Vensy Vydia et al, 2024)

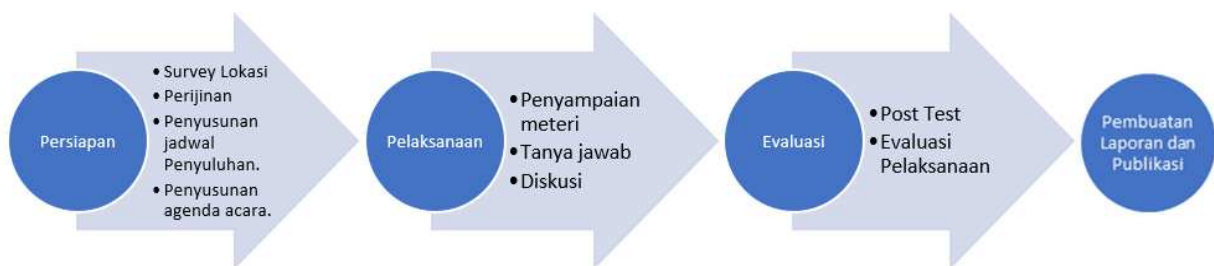
Pengabdian kepada Masyarakat merupakan kegiatan penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk memberikan solusi terhadap permasalahan yang dihadapi masyarakat. Dalam bidang pendidikan, kegiatan PkM berperan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran dan kompetensi peserta didik (LPPM Dikti, 2020). Pelatihan simulasi mikrokontroler Arduino menggunakan Wokwi menjadi salah satu bentuk kontribusi nyata dalam mendukung pembelajaran berbasis teknologi bagi siswa. PkM kali ini dilakukan di SMAN 92 Jakarta Utara memiliki tujuan untuk memperluas wawasan siswa terhadap penggunaan aplikasi simulator mikrokontroler Arduino berbasis Wokwi yang terintegrasi dengan IOT sehingga memungkinkan pembelajaran virtual tanpa perlu perangkat fisik atau sensor. Dengan pendekatan ini, seluruh pemahaman konsep mikrokontroler Arduino dapat dicapai secara praktis sehingga menghilangkan kendala biaya dan ketersediaan alat. Simulasi menggunakan Wokwi menjadi fondasi sebelum siswa membuat pengujian langsung dengan perangkat keras fisik, menghemat waktu dan sumber daya. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa penggunaan simulator dapat meningkatkan hasil belajar siswa dalam pembelajaran mikrokontroler (Rachman et al., 2019).

Metode

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan menggunakan metode ceramah dan simulasi ipteks. Kegiatan ini dimulai dari survei lokasi, menjalin komunikasi dengan mitra, hingga menuju tahap akhir yaitu penyusunan artikel ilmiah dengan penjelasan sebagai berikut :

1. Survey
Pada tahap ini, tim melakukan kunjungan langsung ke lokasi mitra SMA Negeri 92 Jakarta Utara untuk meninjau kondisi dan lingkungan sekitar. Jika lokasi tersebut sesuai dengan sasaran dan kebutuhan mitra, maka secara resmi ditetapkan sebagai tempat pelaksanaan kegiatan.
2. Menjalinkan komunikasi dengan Mitra
Pada tahap ini dilakukan komunikasi dengan pihak sekolah untuk membahas jadwal dan sasaran kegiatan serta kebutuhan yang diperlukan peserta selama kegiatan berlangsung. Pada tahap ini juga diselesaikan pengurusan administrasi surat permohonan izin kegiatan yang ditujukan kepada kepala sekolah yang bersangkutan.
3. Pembuatan materi pelatihan dan kuesioner

- Pada tahap ini, tim mempersiapkan materi pelatihan yang komprehensif, serta merancang instrumen evaluasi berupa kuesioner yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat pemahaman dan kepuasan peserta
4. Evaluasi kegiatan
Keberhasilan kegiatan dievaluasi dari tahapan pelaksanaan awal hingga akhir. Evaluasi dilakukan berdasarkan indikator keberhasilan yang dapat dilihat dari nilai yang berbentuk Post Test melalui google form.
 5. Laporan dan penyusunan artikel ilmiah
Setelah selesai kegiatan dibuatkan laporan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat sebagai pertanggung jawaban atas hibah internal PKM yang dilakukan oleh Universitas Teknologi Muhammadiyah Jakarta. Artikel ilmiah pasca kegiatan pengabdian dibuat untuk mendokumentasikan dan menyebarkan hasil serta pengalaman dari kegiatan ini kepada komunitas ilmiah dan masyarakat luas dalam bentuk jurnal.



Gambar 1 Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan terlihat pada gambar 1 meliputi tahap persiapan, tahap pelaksanaan, tahap evaluasi, tahap laporan dan publikasi. Hasil Evaluasi dari pelaksanaan PKM menggunakan angka hasil dari Post Test yang diberikan dengan batasan – batasan sebagai berikut :

Tabel 1. Indikator Keberhasilan PKM

Tercapai sesuai sasaran $\geq 85\%$	Sangat Baik
Tercapai sesuai sasaran $\geq 80\%$ s.d 84,99 %	Baik
Tercapai 60 % – 79,99 %	Cukup Baik
Tercapai < 60%	Cukup

Hasil dan Pembahasan

Kegiatan ini dilakukan di SMAN 92 Jakarta yang menempuh pendidikan di kelas 12. SMAN 92 Jakarta adalah sekolah lanjutan tingkat atas negeri memiliki kode NSPN 20100782 dan merupakan lembaga pendidikan yang mempunyai Visi : “ Terwujudnya Pribadi Berakhlak Mulia, Berprestasi, Berwawasan Lingkungan dan Mampu Bersaing Secara Global.” Beralamat Jl.Pemadam Kebakaran Semper Barat , Cilincing Kota Jakarta Utara, Daerah Khusus Jakarta.

Kegiatan dilakukan pada tanggal 7 Januari 2026 yang melibatkan siswa-siswi sebanyak 271 siswa-siswi dengan agenda materi Platform Wokwi , Quiz dan Evaluasi melalui post test terhadap materi telah diberikan.

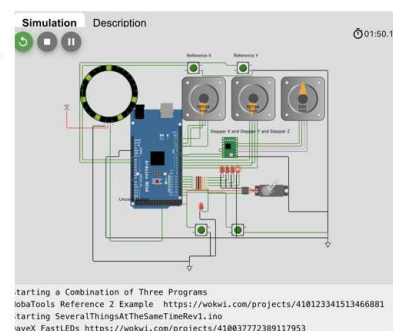


Gambar 2 Dokumentasi pelaksanaan PKM

Kegiatan diawali dengan sambutan dari Kepala SMAN 92 Jakarta Utara Bapak Sugeng Wibowo, Msi. dan sambutan dari Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Teknologi Muhammadiyah Jakarta yang diwakili oleh Ketua Program Studi Rekayasa Komputer Ir. Rahmat Nursiaga, S.T., M.T., IPM. Acara dilanjutkan dengan paparan materi dan simulasi dengan tema : “ Simulasi Platform Elektronik Wokwi Berbasis Web Pada Rangkaian Mikrokontroler Arduino “ oleh Miswanto, S.Kom., M.Kom. selaku dosen dari Universitas Teknologi Muhammadiyah Jakarta dan diakhir materi diberikan soal-soal Quiz dan Post test yang digunakan untuk mengevaluasi tingkat pemahaman siswa terhadap materi yang diberikan.



Visualisasi Tool Wokwi



Gambar 3 Materi Pelatihan Platform Wokwi

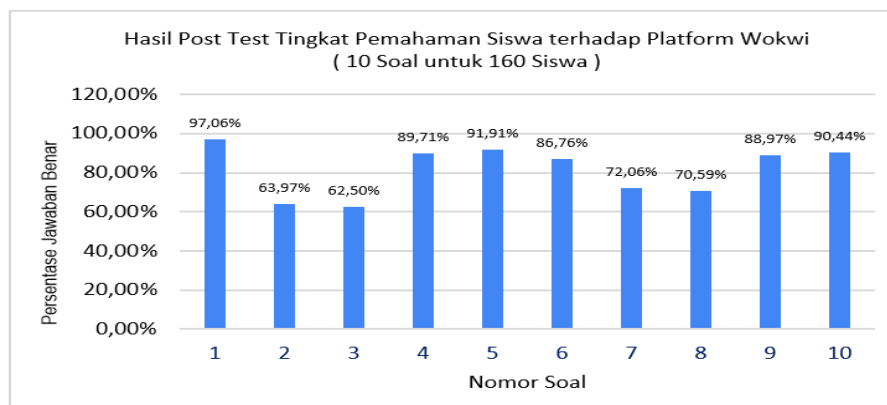
Materi ceramah memaparkan visualisasi tols wokwi berupa platform simulasi berbasis web yang dapat dibuka pada halaman <https://wokwi.com/>. Materi dimulai dengan pengenalan perangkat keras motherboard arduino, bagian – bagian perangkat dan pin koneksi ke arah perangkat luar arduino seperti pin tegangan, pin sensor, digital I/O lampu LED sebagai indikator dan platform wokwi.

Siswa diberi pemahaman tentang perangkat Arduino yang merupakan sebuah perangkat elektronik yang bersifat *open source* dan sering digunakan untuk merancang dan membuat perangkat elektronik serta *software* yang mudah untuk digunakan. Arduino ini dirancang sedemikian rupa untuk mempermudah penggunaan perangkat elektronik di berbagai bidang yang membutuhkan proses otomatisasi. Arduino dapat membantu meringankan beban pekerjaan kita agar lebih otomatis berjalan. Arduino ini memiliki beberapa komponen penting di dalamnya, seperti pin (analog dan digital), mikrokontroler (mega, nano, uno), dan konektor (power dan serial). Selain itu, Arduino juga sudah menggunakan bahasa pemrograman Arduino Language yang sedikit mirip dengan bahasa pemrograman C++. Biasanya Arduino digunakan untuk mengembangkan beberapa sistem perangkat *Internet of Thing* (IoT) seperti pengatur suhu, sensor untuk bidang agrikultur, pengendali peralatan pintar, dan masih banyak lagi.

Dibagian kedua di jelaskan Wokwi yang merupakan simulator elektronik online berbasis web yang memungkinkan pengguna untuk merancang, menguji, dan memprogram proyek mikrokontroler seperti Arduino, ESP32, dan lainnya secara virtual, tanpa perlu perangkat keras fisik, menjadikannya alat praktis untuk belajar, bereksperimen, dan prototipe elektronik dengan mudah. Platform ini menyediakan lingkungan realistis untuk menyusun sirkuit (kabel, komponen, sensor) dan menulis kode secara bersamaan, dengan fitur berbagi proyek yang memudahkan kolaborasi dan pembelajaran. Kegunaan dari Wokwi yaitu :

1. Edukasi: Memudahkan siswa dan pelajar memahami konsep elektronika dan pemrograman mikrokontroler.
2. Prototipe: Menguji ide proyek sebelum membangun versi fisiknya, menghemat biaya dan waktu.
3. Pemecahan Masalah (Debugging): Menemukan dan memperbaiki kesalahan dalam kode atau desain sirkuit dengan cepat.

Fitur wokwi terdiri dari simulasi interaktif yang dapat menyusun sirkuit virtual seperti LED, resistor, sensor, dan motor, lalu menguji kode secara *real-time* dan dapat diakses melalui *browser* tanpa instalasi rumit, cocok untuk pemula hingga profesional. Wokwi memungkinkan berbagi proyek dengan tautan, memudahkan bimbingan dan kolaborasi dan menyediakan lingkungan bebas risiko untuk eksperimen dan pengembangan prototipe.



Gambar 4 Hasil Post Test Tingkat Pemahaman Siswa

Setelah mengikuti materi PKM dengan tema “Simulasi Platform Elektronik Wokwi Berbasis Web Pada Rangkaian Mikrokontroler Arduino” siswa-siswi SMAN 92 diberikan soal Post Test untuk melihat tingkat pemahaman siswa terhadap materi yang diberikan. Hasil post test (gambar 4) di atas rata-rata 81,40 % siswa-siswi dapat menjawab dengan benar terhadap soal-soal Post Test yang diberikan dengan indikator Baik. Terdapat soal yang tingkat persentasenya masih di bawah 70 % yaitu soal no 2 dan 3. Hal ini menjadi evaluasi agar siswa/i dapat diperlihatkan perangkat kerasnya secara nyata dan bagian - bagian dari perangkat keras arduino tersebut lalu diperagakan pula bagaimana membuat koding dan menguploadnya ke dalam perangkat keras agar arduino dapat bekerja secara otomatis terhadap perintah yang dimasukan (embedded) kedalam perangkat tersebut serta memperkenalkan sensor-sensor yang digunakan.

Kesimpulan

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) di SMAN 92 Jakarta Utara berjalan dengan baik sebanyak 271 orang siswa-siswi mengikuti semua pelaksanaan kegiatan yang berlangsung tanggal 7 Januari 2026. Bentuk pelaksanaan kegiatan yang dilakukan berupa penyampaian materi berupa caramah, diskusi, Quiz dan Post Test. Berdasarkan hasil Post Test, rata-rata 81,40 % siswa-siswi memahami materi kegiatan yang disampaikan dengan tema “Simulasi Platform Elektronik Wokwi Berbasis Web Pada Rangkaian Mikrokontroler Arduino”. Nilai rata – rata 81,40% masuk dalam katagori baik.

Sebagai bahan evaluasi siswa-siswi dapat diperlihatkan perangkat kerasnya secara nyata dan bagian - bagian dari perangkat keras arduino tersebut lalu diperagakan bagaimana membuat koding dan menguploadnya ke dalam perangkat keras agar arduino dapat bekerja secara otomatis terhadap perintah yang dimasukan (*embedded*) ke dalam perangkat tersebut serta memperkenalkan sensor-sensor yang digunakan.

Harapan pelaksanaan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat dapat menambah wawasan keilmuan dan keterampilan kepada kelas 12 SMAN 92 Jakarta Utara.

Penghargaan/Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Teknologi Muhammadiyah Jakarta yang telah memfasilitasi kegiatan baik pendanaan maupun perlengkapan. Terima kasih pula kepada Kepala SMAN 92 Jakarta Utara atas fasilitas dan tempat yang telah diberikan.

Daftar Pustaka

- Candra, R.A., Ilham, D.N., Sipahutar, E., Budiansyah, A., & Fardiansyah. (2025). Penerapan Simulator Online Wokwi untuk Pembelajaran Mikrokontroler bagi Guru Smk Kabupaten Aceh Selatan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat (DCS)*, 1(2), 34-39
- Gumelar, S.R., Ranius, A.Y., & Dasmen, R.N. (2025). Peningkatan Literasi Teknologi melalui Sosialisasi Perakitan Sistem Otomatisasi Berbasis Arduino bagi Masyarakat Lokal. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Information Technology (JPMitech)*, 4(1), 17-22.
- Irtawati, A.S., Hadiyanto, Hilmansyah, Ulfah, M., Armin, & Jamal, N. (2025). Peningkatan Kompetensi Siswa SMK melalui Pemanfaatan Arduino untuk Sistem Kendali Otomatis Perangkat Elektrik. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia (JAMSI)*, 5(6), 2799-2810. <https://doi.org/10.54082/jamsi.2136>

- Lestari, N., Aspari, N., & Akip, M. (2026). Pelatihan Penggunaan Arduino Uno dan Sensor Untuk Mendukung Profil Pelajar Pancasila di MA Al-Muhajirin Pandan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, 4(1), 20211-20218.
- LPPM. (2020). *Panduan Pelaksanaan Pengabdian kepada Masyarakat*, Jakarta : Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi.
- Mintoro, S. (2018). Pemanfaatan Teknologi dan Informasi Mikrokontroler Arduino sebagai Media Pembelajaran Mahasiswa. *Seminar Nasional Teknologi dan Bisnis 2018*. Bandar Lampung. 336 – 344.
- Pramartaningthyas, E. K., Afiat, N., Hariyadi, M., & Ma'shumah, S. (2023). Pelatihan Perancangan Alat Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Pada Anggota Karang Taruna Desa Bedanten Kecamatan Bungah Gresik. *I-Com Indones CommunityJ.*, 3(2) 628 – 635, doi:10.33379/icom.v3i2.2565
- Putra, A.R., & Prasetyo, E. (2021) Pemanfaatan Simulasi Elektronik sebagai Media Pembelajaran Mikrokontroler. *Jurnal Pendidikan Teknologi*, 5(2), 45–52
- Rachman, N. F., Hidayat, F. S., Handhika, J., Jamaludin, & Tamtomo Adi, W. (2019). Improving Learning Outcomes of Vocational High School Students through Application of Circular Motion Learning Media Using Microcontrollers. *Journal of Physics: Conference Series*, 1273(1), 12029. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1273/1/012029>.
- Ramadhan, S., Wicaksono, W., Saputro, A.R., Eurico, D., & Herman, A.M., Pengenalan Internet of Things (IoT) Dasar Menggunakan Arduino di SMK Pancakarya Tangerang. *Jurnal Pengabdian Global*, 4(2), 11-15. <http://dx.doi.org/10.38101/jpeg.v4i2.16009>
- Rohman, A.S., Genarsih, T., Hasbiyati, H., Nurazaq, W.A., & Tantri, P.A. (2025). Eksperiment IoT di Sekolah : Pemberdayaan Siswa SMA Negeri Ambulu Melalui Workshop Arduino. *Alkhidmah Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(2), 349-358. DOI : 10.56013/jak.v5i2.4096
- Saputra, K.S.A., & Chrisniyanti, A. (2025). Pelatihan Internet of Things (IoT) Berbasis Arduino sebagai Upaya Peningkatan Literasi Teknologi. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Indonesia (JPKMI)*, 5(3), 465-478. <https://doi.org/10.55606/jpkmi/.v5i3.10056>
- Tulodo, R. P., Fitria, R. I., Sofyan, A., & Budiharjo, E (2025). Penggunaan Simulator Wokwi Untuk Meningkatkan Literasi Pemrograman Mikrokontroler Dalam Proyek Internet of Things. *Edusaintek: Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 12(1), 72-81. <https://doi.org/https://doi.org/10.47668/edusaintek.v12i1.1442>
- Tuyen, N. T. (2022). On an Application in Supporting Practical Teaching of IoT Course and Embedded Programming. *Global Journal of Engineering and Technology Advances*, 13(3), 39–44.
- Vydia, V., Hendrawan, A., & Huizen, L. M. (2025). Peningkatan Kemampuan Penggunaan Arduino Pada Siswa SMAN 1 Tahunan Jepara. *DIMASTIK: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1), 54-63.