

Workshop Arduino Uno sebagai Media Ajar Interaktif bagi Guru IPA di Kabupaten Maros

Dikirim:

19 Mei 2025

Diterima:

23 Mei 2025

Terbit:

24 Mei 2025

*Nurfitra Yanto, Arie Arma Arsyad,
St. Mutia Alfiyanti Muhiddin, Shoffan Fatkhulloh,
Putri Damayanti
Universitas Negeri Makassar

Abstrak—Latar Belakang: Pesatnya perkembangan teknologi dan tingginya kebutuhan media pembelajaran yang menarik untuk meningkatkan motivasi belajar siswa. Salah satu teknologi media pembelajaran yaitu program Mikrokontroler Arduino Uno yang memiliki kemajuan cukup baik di bidang pendidikan. Media pembelajaran Arduino Uno mampu menarik minat dan meningkatkan motivasi belajar peserta didik. **Tujuan:** pelatihan ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi guru IPA di Kabupaten Maros dalam memanfaatkan teknologi Arduino Uno sebagai media pembelajaran inovatif. **Metode:** Metode pelaksanaan terdiri dari tiga tahap: (1) sosialisasi konsep Arduino dalam pembelajaran IPA, (2) pelatihan praktik pemrograman dasar, dan (3) evaluasi melalui *pretest-posttest* dan angket respon peserta. Peserta kegiatan ini adalah guru IPA Kabupaten Maros. **Hasil:** Berdasarkan hasil evaluasi pelatihan Arduino Uno menunjukkan peningkatan pemahaman peserta sebesar 70%. Peserta menyatakan pelatihan sangat relevan untuk dimanfaatkan sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran IPA. **Kesimpulan:** Kegiatan ini berhasil membekali guru dengan keterampilan merancang media pembelajaran sederhana menggunakan Arduino Uno, serta mendorong penerapan pembelajaran aktif di kelas.

Kata Kunci: Pelatihan Guru; Arduino Uno; Pembelajaran IPA

Abstract— Background: The rapid advancement of technology and the high demand for engaging learning tools to enhance student motivation have driven innovation in education. One such technological tool is the Arduino Uno microcontroller, which has shown significant potential as an educational medium. Arduino Uno-based learning tools can effectively capture students' interest and boost their motivation to learn. **Objective:** This community service program aimed to improve the competency of science teachers in Maros Regency in utilizing Arduino Uno as an innovative learning medium. **Methods:** The implementation method consisted of three stages: (1) socialization of Arduino concepts in science education, (2) hands-on training in basic programming, and (3) evaluation through pretest-posttest and participant feedback surveys. The participants were science teachers from Maros Regency. **Results:** The results indicated an 84% improvement in participants' understanding, with teachers affirming the training's high relevance for developing science teaching tools. **Conclusion:** The program successfully equipped teachers with skills to design simple Arduino-based learning media and encouraged active learning strategies in classrooms.

Keywords: Teacher Training; Arduino Uno; Science Education

This is an open access article under the CC BY-SA License.



Penulis Korespondensi:

Nurfitra Yanto
Pendidikan IPA,
Universitas Negeri Makassar,
Email: nunrfitra.yanto@unm.ac.id,
Orchid ID: <http://orcid.org/0009-0009-6336-3267>

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi menunjukkan perkembangan yang sangat pesat utamanya dalam dunia pendidikan. Penggunaan media elektronik pada dunia pendidikan terus dilakukan demi menunjang proses pembelajaran yang lebih inovatif dan kreatif. Penggunaan teknologi dalam bidang pendidikan diharapkan mampu mempermudah siswa dalam memahami konsep-konsep dasar yang disampaikan oleh guru. Untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, guru perlu memiliki pengetahuan serta kemampuan dalam memanfaatkan media pembelajaran digital guna mendukung siswa dalam mencapai standar akademik dan mengembangkan potensinya (Restianingsih et al. 2023). Salah satu teknologi sebagai media pembelajaran yang memiliki kemajuan yang cukup baik di bidang pendidikan adalah penggunaan program Mikrokontroler Arduiono Uno. Saat ini, media pembelajaran yang menggunakan Arduino dapat menjadi salah satu sarana yang mampu menarik minat dan meningkatkan motivasi belajar para penggunanya (Lubbiyah, Saputri, and Lathifah 2023)

Arduino adalah platform prototipe elektronik berbasis *open-source* yang dirancang agar fleksibel dan mudah digunakan, baik dari segi perangkat keras maupun perangkat lunaknya. Dibandingkan dengan mikrokontroler lainnya, Arduino menawarkan berbagai keunggulan, seperti tersedianya pustaka kode (*library*) yang lengkap serta dukungan modul perangkat keras yang melimpah. Hal ini membuat Arduino mudah dipahami dan digunakan oleh para pemula, sehingga jumlah penggunanya terus meningkat (Mardianto 2022). Arduino memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan dengan papan mikrokontroler lainnya. Selain bersifat *open source*, Arduino juga menggunakan bahasa pemrograman tersendiri yang berbasis bahasa C. Keunggulan lainnya adalah keberadaan *loader* bawaan berupa koneksi USB pada *board* Arduino, yang memudahkan proses pemrograman mikrokontroler di dalamnya. Sementara itu, banyak papan mikrokontroler lain masih memerlukan rangkaian *loader* terpisah untuk memasukkan program ke dalam mikrokontroler (Sinaga 2022).

Pemanfaatan mikrokontroler Arduino Uno sebagai media pembelajaran sudah banyak dipakai pada pembelajaran IPA. Pada materi Hukum Ohm yang dilakukan oleh Suryanto, dkk. (2020) diperoleh bahwa melalui pembelajaran dengan bantuan media Arduino Uno 84 siswa dapat menjelaskan hubungan tegangan, kuat arus listrik, dan hambatan secara tepat. Demikian pula pada penelitian yang dilakukan oleh Rahman, et all (2021) diketahui 96% pemahaman konsep vektir siswa meninngkat pada pembelajaran gerak peluru yang menggunakan media arduino. Penggunaan Arduino Uno sebaga media pembelajaran pada materi asam basa juga mengalami peningkatan pemahaman. 925 siswa mampu menjelaskan hubungan pH dengan konsentrasi ion H^+ (Hidayat, et all, 2022).

Penggunaan teknologi dalam pendidikan memiliki perkembangan yang cukup baik, namun pemanfaatan teknologi sebagai media ajar masih kurang. Hal ini disebabkan karena keterbatasan guru dalam merancang media pembelajaran. Arduino Uno masih kurang familiar bagi guru IPA khususnya yang berada di Kabupaten Maros. Pelatihan penggunaan Arduino sebagai media ajar cukup efektif dimana peserta mampu memahami dengan baik materi arduino yang diberikan (Prihatiningrum et al. 2022). Pelatihan arduino untuk gur IPA telah dilakukan Novi, at all (2022) menemukan bahwa pelatihan arduino dapat memotivasi guru dalam merancang media pembelajaran sehingga pelatihan ini dapat mendukung pembelajara STEM. Hal ini sejalan dengan yang ditemukan oleh Kartini, et all (2023) yaitu kegiatan PkM yang dilakukan di provinsi Lampung dapat meningkatkan kemampuan guru dalam mengembangkan pembelajaran difraksi cahaya dengan menggunakan arduino. Demikian pula yang ditemukan oleh Nanndo, et all (2024) yaitu pelatihan pemrograman Arduino pada guru dapat meningkatkan kompetensi guru dalam mengembangkan pembeajaran berbasis teknologi kreatif dan inovatif. Oleh sebab itu, tujuan PkM ini adalah memberikan pelatihan Arduino Uno kepada MGMP Guru IPA di Kabupaten Maros untuk memperkenalkan teknologi Arduino Uno yang dapat digunakan dalam pembelajaran IPA. Diharapkan pelatihan ini dapat memberikan motivasi bagi guru untuk memberikan pembelajaran yang lebih inovatif sehingga dapat meningkatkan kualitas pendidikan utamanya di Kabupaten Maros.

II. METODE

A. Metode Pelaksanaan

Kegiatan workshop ini dilaksanakan pada bulan Februari 2025 di Kabupaten Maros bekerja sama dengan MGMP Guru IPA Kabupaten Maros. Kegiatan ini menggunakan metode CBR (*Community Based Research*), metode ini menuntut pelibatan aktif peserta yang didampingi dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian (Ilahi, R. Susanto, A. &Sentana, R.M.,2024). Kegiatan ini dibagi dalam beberapa tahapan pelatihan pada gambar 1:



Gambar 1. Diagram PkM

1. Demonstrasi dan Praktek

Kegiatan ini di lakukan oleh dosen Program Studi Pendidikan IPA FMIPA UNM bekerja sama dengan MGMP IPA Maros. Kegiatan ini meliputi demonstrasi dan praktek tentang perancangan media pembelajaran berbantuan Arduino Uno, adapun tahapan pembuatan arduino uno yaitu:

- **Persiapan Alat dan Bahan:** Mengumpulkan semua komponen yang diperlukan, seperti board Arduino Uno, breadboard, kabel jumper, sensor (misalnya sensor suhu, sensor cahaya), dan komponen tambahan lainnya sesuai proyek yang akan dibuat.
- **Instalasi Software:** Mengunduh dan menginstal Arduino IDE di komputer. IDE ini akan digunakan untuk menulis dan mengunggah kode program ke board Arduino.
- **Pembuatan Skema Rangkaian:** Membuat skema rangkaian yang jelas dengan menyambungkan komponen sesuai dengan fungsi yang diinginkan. Pastikan semua koneksi terpasang dengan benar pada breadboard dan Arduino.
- **Penulisan Kode Program:** Menulis kode program menggunakan Arduino IDE. Kode ini akan mengatur bagaimana Arduino berinteraksi dengan sensor dan komponen lainnya.
- **Unggah Program ke Arduino:** Menghubungkan Arduino ke komputer menggunakan kabel USB dan mengunggah kode program yang telah ditulis ke board Arduino.
- **Pengujian Rangkaian:** Melakukan pengujian untuk memastikan bahwa semua komponen berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Jika ada yang tidak berfungsi, lakukan pemeriksaan pada rangkaian dan kode.
- **Penyempurnaan Proyek:** Melakukan modifikasi atau penyempurnaan berdasarkan hasil pengujian untuk meningkatkan fungsionalitas dan kinerja proyek.
- **Dokumentasi:** Mencatat semua tahapan, termasuk skema rangkaian, kode program, dan hasil pengujian, untuk referensi di masa mendatang dan untuk berbagi dengan anggota MGMP lainnya

2. Evaluasi Pelaksanaan Program

Proses evaluasi pelaksanaan workshop ini terdiri dari tiga tahapan penting, yaitu:

- **Evaluasi Sebelum Pelaksanaan Kegiatan:** Tahapan ini bertujuan untuk mengukur kesiapan dan komitmen kelompok mitra dalam mengikuti kegiatan.
- **Evaluasi Selama Kegiatan Berlangsung:** Pada tahap ini, fokus evaluasi adalah pada pemahaman guru terhadap materi yang disampaikan selama kegiatan. Indikator yang digunakan meliputi kemauan dan motivasi guru untuk mengimplementasikan pengetahuan yang diperoleh dalam kehidupan sehari-hari.
- **Evaluasi setelah kegiatan berlangsung:** Tahapan ini bertujuan untuk menilai dampak jangka panjang dari kegiatan yang telah dilakukan. Indikator yang digunakan mencakup minat dan kemampuan guru untuk melanjutkan penggunaan serta perawatan Teknologi Tepat Guna yang telah diperkenalkan.

B. Tahapan Kegiatan PkM

Kegiatan PkM ini dilakukan dalam beberapa tahapan. Berikut rincian tahapan kegiatan PkM pada tabel 1.

Tabel 1. Rincian Tahapan Kegiatan

No	Tahap	Uraian Kegiatan
1	Persiapan dan Sosialisasi	Tahapan penyuluhan untuk menginformasikan kegiatan PkM: a. Mengadakan rapat koordinasi dengan anggota MGMP serta pihak terkait b. Penyebaran informasi melalui media sosial yang dilakukan oleh mitra
2	Demonstrasi dan Praktek	Dilakukan beberapa tahapan demonstrasi pembuatan Arduino Uno, yaitu: a. Persiapan alat dan bahan b. Instalasi software c. pengenalan skema rangkaian kode program d. uji coba melalui thinker card e. Penyempurnaan proyek f. Dokumentasi kegiatan
3	Evaluasi	Proses Evaluasi Pelaksanaan program meliputi: a. Evaluasi sebelum kegiatan b. Evaluasi setelah kegiatan
4	Pembuatan Laporan PKM	Sebelum kegiatan pelatihan dilakukan penyusunan proposal PkM kemudian setelah kegiatan dilakukan penyusunan laporan PkM secara keseluruhan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil pelatihan Penggunaan Arduino Uno

Program Pengabdian kepada Masyarakat ini dilakukan di Kabupaten Maros dengan mitra MGMP IPA Kab. Maros. Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) IPA Kabupaten Maros merupakan wadah kolaborasi guru IPA dalam meningkatkan kualitas pembelajaran. Survei awal dan wawancara dengan pengurus MGMP IPA Maros mengungkapkan sejumlah permasalahan, terutama kurangnya pemanfaatan teknologi sebagai media ajar interaktif. MGMP IPA Kabupaten Maros telah berupaya meningkatkan kualitas pembelajaran IPA melalui berbagai pelatihan dan pengembangan media pembelajaran.

Kegiatan pengabdian ini dilakukan oleh 5 orang dosen dengan kepakaran yang berbeda dan dibantu oleh 2 orang mahasiswa (gambar 2). Kegiatan ini diawali dengan penyuluhan untuk memperkenalkan tujuan dan manfaat program kepada mitra. Pelatihan diawali dengan pengenalan Arduino uno oleh tim pengabdian, kemudian dilakukan demonstrasi dan praktek langsung cara penggunaan Arduino uno bersama mitra MGMP IPA Kab. Maros sebagai referensi di masa mendatang. Ilmu yang didapatkan dari hasil pelatihan ini diharapkan untuk dapat berbagi dengan anggota MGMP lainnya.



Gambar 2. Demonstrasi dan Praktek

MGMP IPA Kab. Maros sebagai mitra dalam pelatihan dipastikan turut aktif dalam setiap kegiatan pelatihan dimulai dari proses persiapan, praktek pembuatan dan evaluasi. Tahapan terakhir dalam pelatihan adalah evaluasi terhadap guru untuk mengetahui sejauh mana pengetahuan guru terhadap hasil pelatihan program arduino uno, dan mengukur efektivitas pelatihan serta pembinaan yang diberikan, dengan harapan dapat meningkatkan kualitas pendidikan di Kab. Maros. Temuan PkM ini dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

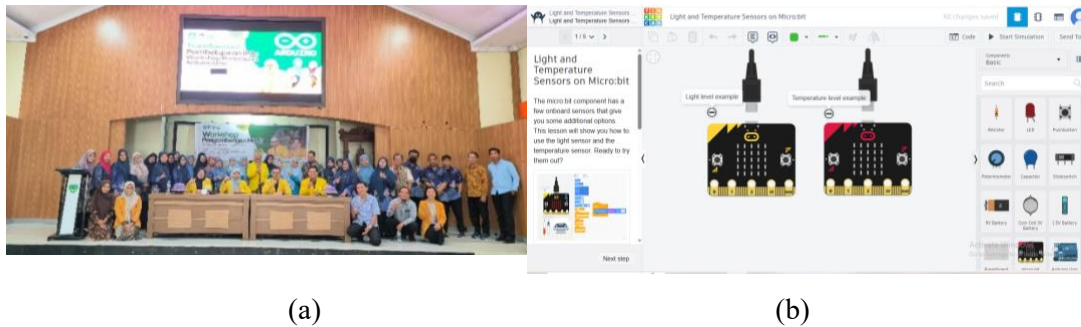
Tabel 2. Hasil Evaluasi

No	Pemahaman peserta	Jawaban Peserta yang menjawab benar
1	Pengertian Arduino	62,5%
2	Aliran arus listrik	75%
3	Alat untuk menghubungkan arduino dengan komputer	75%
4	Komponen listrik yang berfungsi untuk menghambat arus listrik	62,5%
5	Pemanfaatan arduino uno dalam kehidupan sehari-hari	62,5%
6	Komponen utama Arduino	75%
7	Alat untuk mengukur kuat arus	100%
8	Komponen utama yang mengalirkan listrik dalam rangkaian Arduino	25%
9	Apa yang terjadi ketika rangkaian putus	100%
10	Pemanfaatan arduino bagi penyandang disabilitas	62,5%

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil evaluasi pelatihan Arduino Uno terhadap MGMP IPA Kab Maros. Menunjukkan hasil yang cukup baik, dapat diketahui dari 10 pertanyaan yang diberikan mengenai praktek penggunaan Arduino Uno menunjukkan rata-rata peserta dapat menjawab dengan benar sebesar 70%. Pada tabel 2 diketahui bahwa guru memiliki kemampuan yang sudah sangat baik dalam memahami materi listrik yang terlihat dari poin 7 dan poin 9. Pada poin tersebut, semua

guru menjawab benar terkait alat ukur listrik dan rangkaian listrik. Hal yang berbeda terlihat pada poin 8 yang menunjukkan bahwa 25% peserta yang hadir telah memahami arduino. Hal ini menunjukkan bahwa peserta pelatihan dapat memahami cara membuat program Arduino Uno walaupun belum maksimal.



Gambar 3. (a) Foto Bersama Pemateri dan peserta (b) Tinkercad sebagai media awal pengenalan Arduino Uno

Arduino Uno dapat digunakan untuk kebutuhan pembelajaran IPA yang lebih inovatif sehingga dapat meningkatkan motivasi belajar siswa. Hal ini sejalan dengan temuan Sasongko, et al (2022) yaitu penggunaan tema yang relevan dengan mikrokontroler Arduino dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam bidang Internet of Things, mampu menarik perhatian siswa dan meningkatkan interaksi mereka (Sasongko et al. 2022). Peningkatan pemahaman peserta PkM terhadap media pembelajaran Arduino Uno sejalan dengan Prihatiningrum (2022) bahwa pelatihan atau workshop dapat meningkatkan kompetensi guru dalam merancang media pembelajaran yang inovatif.

Pada PkM ini juga ditemukan bahwa kendala utama guru dalam menggunakan Arduino sebagai media pembelajaran yaitu harga Arduino yang lumayan besar jika harus disiapkan dalam jumlah besar. Maka pemateri juga memperkenalkan tinkercad sebagai solusi yang tepat. Tinkercad merupakan salah satu platform yang menyediakan arduino berbasis website dapat dilihat pada Gambar 3 (b). Tinkercad dapat mengintegrasikan metode pembelajaran aktif seperti diskusi kelompok, pembelajaran berbasis proyek, dan eksperimen sehingga pembelajaran yang berlangsung adalah pembelajaran bermakna dan menyenangkan.

IV. KESIMPULAN

PkM Arduino Uno untuk guru IPA di Kab. Maros efektif dilakukan. Dari hasil evaluasi menunjukkan rata-rata peserta dapat menjawab dengan benar sebesar 70%. Hal ini menunjukkan bahwa peserta pelatihan dapat memahami cara merancang media pembelajaran menggunakan Arduino Uno. Tinkercad dapat digunakan untuk mengatasi kesulitan guru dalam menghadirkan Arduino Uno di dalam kelas. Guru IPA Kabupaten Maros dapat merancang media pembelajaran

dengan baik menunjukkan bahwa kendala guru IPA dalam merancang pembelajaran inovatif tidak terkendala pada kompetensi.

DAFTAR PUSTAKA

- Asrizal, A., Festiyed, F., & Sumarmin, R. (2020).. *Journal of Physics: Conference Series*, 1481 (1): 012091. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1481/1/012091>
- Banzi, M., & Shiloh, M. (2014). *Getting started with Arduino* (3rd ed.). Maker Media.
- Dharmawan, H. A. (2017). *Mikrokontroler: Konsep Dasar dan Praktis*. Universitas Brawijaya Press.
- Hidayat, S., Wahyuni, S., & Yulkifli. (2022). Development of a low-cost pH meter using Arduino Uno and pH sensor for chemistry learning. *Journal of Science Education and Technology*, 31(2):234-245. <https://doi.org/10.1007/s10956-021-09943-z>
- Kartini, H., Agus, S., I Dewa, P.N., Hervin, M., & B. Anggit, W. (2022). Pelatihan Pembuatan Alat Peraga Difraksi Cahaya berbasis Arduino dan Software Tracker untuk Meningkatkan Kemampuan dan Keterampilan Guru Fisik dalam Mengembangkan Alat Peraga Pembelajaran. *Nuwo Abdimas*, 2(1):55-56. <http://ejurnal.fkip.unila.ac.id/index.php/nuwo/article/view/79/69>
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemdikbud). (2022). *Panduan implementasi kurikulum Merdeka Belajar: Pembelajaran berbasis proyek*. Kemendikbud RI.
- Lubbiyah, F. F., Saputri, D. D., & Lathifah, S, S. (2023). “Bio-Pedagogi : Jurnal Pembelajaran Biologi Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Arduino Pada Materi Sistem Ekskresi Manusia Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik.” 12(2):105–14.
- Mardianto, E. (2022). “*Panduan Belajar Mikrokontroler Arduino.*” 120.
- Mustaqim, B. (2016). Pemanfaatan augmented reality sebagai media pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Sains*, 4(2):78-85. <https://doi.org/10.21831/jps.v4i2.10678>
- Nurhayati, N., Mulyani, S., & Saputro, S. (2021). Arduino-based plant growth monitoring system for biology education. *International Journal of Instruction*, 14(3): 567-582. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14333a>
- Prihatiningrum, N., Barri, M. H., Pramudita, B. A., Fuadi, A. Z., Istiqomah, & Budiman, F. (2022). “Workshop Arduino Untuk Menunjang Pembelajaran Stem Untuk Guru Ipa Smp.” *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)* 6(5):3473–81. doi: 10.31764/jmm.v6i5.9783.
- Restianingsih, T., Nurhidayah, Pebralia, J., & Anggraini, R. M. (2023). “Pelatihan Pembuatan Kit Praktikum Fisika Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Di SMK Negeri 9 Muaro Jambi.” *Jurnal Pengabdian Masyarakat Pinang Masak* 4(2):31–38. doi: 10.22437/jpm.v4i2.28797.
- Rahman, T., Sutopo, S., & Wahyuni, S. (2021). Simulator gerak parabola berbasis Arduino Uno dengan sensor ultrasonik HC-SR04. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*, 6(1): 12-19. <https://doi.org/10.26737/jipf.v6i1.2104>
- Riduwan, M. (2022). Integrating Arduino into STEM education: Challenges and solutions. *Journal of Educational Technology and Innovation*, 5(1): 45-60.
- Sadewo, M. P., Marpaung, A. P., Putri, S. S., & Rinaldy, D. (2025). Perancangan Alat Pengering Asam Gelugur Berbasis Arduino Uno Untuk Meningkatkan Produktivitas Petani di Musim Hujan. *Kontribusi: Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(2), 269–277. <https://doi.org/10.53624/kontribusi.v5i2.582>
- Sasongko, S. M. A., Sultan, Ginarsa, I. M., Muljono, A. B., & Nrnatha, I. M. A. (2022). “Pelatihan Arduino Untuk Pembuatan Alat Ukur Suhu Tubuh Non Kontak Berbasis Android Pada Siswa SMA.” *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA* 5(1):18–24. doi: 10.29303/jpmipi.v5i1.1183.
- Sinaga, B. R. (2022). “Rancang Bangun Gerbang Dengan Menggunakan Kontrol Android Via Bluetooth Berbasis Arduino Uno R3.” *Jurnal Pendidikan Sains Dan Komputer*

2(02):312–16. doi: 10.47709/jpsk.v2i02.1737.

- Suryanto, S., Wahono, W., & Suprpto, N. (2020). Pengembangan media pembelajaran berbasis Arduino Uno untuk verifikasi hukum Ohm pada siswa SMA. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia (JPPII)*, 9(1) :22-30. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i1.23012>
- Susanto, A., Sentana, R. M., & Ilahi, R. (2024). Meningkatkan Kompetensi Profesionalitas Guru MIN 3 Kota Padang dengan Pelatihan Berhitung Cepat. *Kontribusi: Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 216–224. <https://doi.org/10.53624/kontribusi.v4i2.357>
- Wijaya, A., Sudarmin, S., & Samini, S. (2023). Effectiveness of Arduino-based STEM modules on students' critical thinking skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(1): 45-56. <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i1.41023>
- Wulandari, F., Rokhmat, J., & Kosim, K. (2023). Arduino-based calorimeter for heat transfer experiments in high school physics. *Physics Education*, 58(2): 025010. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/acb1a2>
- Yannuansa, N., K.W, H. K., Izzati, N., Ummah, I., Leksono, J. W., & Indawati, E. (2024). Pelatihan Pemograman Arduino Pada Guru SMP Islam Mbah Bolong. *Prosiding Seminar Nasional Sains, Teknologi, Ekonomi, Pendidikan Dan Keagamaan (SAINSTEKNOPAK)*, 8, 225–228. Retrieved from <https://ejournal.unhasy.ac.id/index.php/SAINSTEKNOPAK/article/view/8385>
- Yulianti, D., Khanafiyah, S., & Sulisworo, D. (2021). Teacher training on Arduino-based science experiments: Barriers and solutions. *Journal of Science Teacher Education*, 32(4): 456-470. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2021.1887076>